

3 руд.

Леон

Мон

И. И. У.

БИБЛИОТЕКА

Патолого-Анатомического

ФРЕДЕРИКЪ и НЮЭЛЬ.

Институт

Шкафъ

~~488~~

№

~~321~~

ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВѢКА

Переводъ съ 3-го французскаго изданія

ПОДЪ РЕДАКЦІЕЙ И СЪ ДОПОЛНЕНІЯМИ

Н. Е. ВВЕДЕНСКАГО.

Профессора С.-Петербургскаго Университета.

Т о м ъ I.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія и литографія В. А. Тиханова, Садовая, № 27.
1897.

612
986

Дозволено цензурою. С.-Петербургъ, 15 августа 1897 г.

2012

Одеський
національний медичний
університет
304388
БІБЛІОТЕКА

ПРЕДИСЛОВІЕ КЪ РУССКОМУ ИЗДАНІЮ.

Составленіе учебника фізіологіи становится въ настоящее время дѣломъ очень труднымъ. Съ одной стороны, фактической матеріаль прибавляется съ каждымъ годомъ въ все возрастающемъ количествѣ, въ видѣ большого числа работъ, часто незаконченныхъ, нерѣдко противорѣчащихъ другъ другу; съ другой стороны, та схема фізіологіи, которая была начертана великими фізіологами въ половинѣ истекающаго столѣтія, оказывается неспособной обнять и объединить весь этотъ матеріаль. Мало того: начинаютъ раздаваться голоса, требующіе устраненія господствующаго до сихъ поръ въ фізіологіи теоретическаго воззрѣнія; и въ то же время эти голоса не даютъ въ замѣну ничего опредѣленнаго.

Такое положеніе фізіологіи отражается даже на большихъ монографіяхъ, посвященныхъ тѣмъ или другимъ вопросамъ фізіологіи или ея отдѣльнымъ главамъ: часто эти монографіи представляютъ простой наборъ фактовъ безъ какой-либо обобщающей идеи и критики. Тѣмъ болѣе такое положеніе дѣла должно было отразиться на характерѣ учебниковъ и руководствъ, имѣющихъ задачей изложить фізіологію въ ея цѣломъ. Одни изъ этихъ учебниковъ представляютъ очень богатый и разнообразный матеріаль, въ которомъ однако почти невозможно разобратъя лицу, которое впервые изучаетъ эту науку: большое разнообразіе матеріала затрудняетъ усвоеніе основныхъ понятій и фактовъ. Другіе учебники носятъ, наоборотъ, характеръ сжатыхъ компендіумовъ: между ними есть превосходныя книги, дающія представленіе объ основныхъ вопросахъ и явленіяхъ, составляющихъ предметъ фізіологіи; но вмѣстѣ съ тѣмъ эти книги сжатостію изложенія часто затрудняютъ изучающаго фізіологію и оставляютъ его съ одною схемою фізіологическихъ явленій, не давая конкретнаго представленія объ ихъ характерѣ.

Настоящій учебникъ фізіологіи, составленный двумя профессорами

медицинскаго факультета въ Ліежѣ, избѣгаетъ удачно крайностей того и другого типа. При сжатомъ изложеніи, онъ даетъ довольно ясное понятіе объ основныхъ вопросахъ и фактахъ cadaго отдѣла физиологіи. Въ то же время изучаемыя явленія не заключены въ сухія абстрактныя формулы, при нихъ остается ихъ конкретный характеръ съ присущею имъ сложностію, измѣнчивостію и кажущеюся иногда противорѣчивостію. Эта трудная задача для учебника физиологіи достигается часто простымъ перечисленіемъ въ нѣсколькихъ словахъ условій опыта. Въ другихъ случаяхъ описаніе дѣлается такъ, какъ будто опытъ ведется предъ глазами читателя: записывается кривая, подсчитываются результаты и проч. Описаніе приборовъ не ограничивается указаніемъ на одинъ принципъ, но въ то же время и не загромождается частностями или перечисленіемъ на ряду съ важными и сподручными приборами также и такихъ, которые имѣютъ только историческій интересъ. Все это, не смотря на краткость изложенія и отведеніе значительнаго мѣста принципамъ науки, не лишаетъ учебникъ живости и наглядности. Наконецъ немаловажнымъ обстоятельствомъ является, мнѣ кажется, и то, что бельгійскіе авторы сумѣли остаться чуждыми извѣстныхъ односторонностей, свойственныхъ съ одной стороны нѣмецкимъ учебникамъ, съ другой стороны французскимъ.—Указаніе на литературу часто ограничивается названіемъ автора и года появленія его работы: особенность—очень удобная для учебника. Въ самомъ дѣлѣ, обратившись съ этими указаніями къ извѣстнымъ ежегодникамъ (стр. VII), гдѣ заносится физиологическая литература, читатель можетъ тотчасъ отыскать интересующую его работу.

Въ виду перечисленныхъ свойствъ этого учебника я рекомендовалъ его уже въ теченіи нѣсколькихъ лѣтъ моимъ слушателямъ. Читавшіе находили его удобопонятнымъ и выражали желаніе, что бы онъ былъ переведенъ на русскій языкъ. Мнѣ кажется, онъ явится не лишнимъ учебникомъ въ нашей научной литературѣ.

Къ переводу мною сдѣланы разнообразныя дополненія. Одни изъ нихъ вызваны тѣмъ, что послѣднее французское изданіе, съ котораго сдѣланъ переводъ, появилось уже 4 года назадъ; между тѣмъ за этотъ промежутокъ времени напечатаны изслѣдованія, вносящія или существенныя обобщенія (какъ напр. въ ученіи о свертываніи крови, объ образованіи мочевины), или же новыя факты крупнаго значенія (какъ напр. находка Вауппана и Рооса на щитовидной железн, открытіе прямого вліянія нервовъ на образованіе сахара въ печени и т. под.); кромѣ того слѣдовало занести въ учебникъ нѣкоторыя данныя и не столь большаго значенія, но тѣмъ не менѣ заслуживающія вниманія въ томъ или другомъ отношеніи.—Другія дополненія вызваны сообра-

женіями теоретическаго характера. Изучающему фізіологію необходимо не только обогатиться значеніемъ фактовъ (чему, хотя и плохо, служатъ уже развившіеся въ послѣднее время «репетиторіумы»), но кромѣ того вынести ясное представленіе о томъ, какъ фізіологія ставитъ вопросы и какъ ихъ разрѣшаетъ. Въ виду этого мнѣ казалось полезнымъ войти въ нѣкоторыхъ частяхъ учебника въ болѣе подробныя обсужденія трактующихъ вопросовъ, особенно такихъ, которые въ настоящее время находятся въ переходномъ положеніи (напр. стр. 11—24, 78—93, 229—231); этимъ имѣлось въ виду также смягчить слишкомъ сжатый характеръ переводимаго учебника. — Наконецъ, нѣкоторыя дополненія казались необходимыми прямо въ интересахъ русскаго читателя. Къ сожалѣнію, разбросанность русской фізіологической литературы по разнымъ періодическимъ изданіямъ и отсутствіе для нея систематическаго указателя затрудняетъ сильно послѣднюю задачу. Къ тому же размѣры учебника не позволяли дѣлать такихъ дополненій въ большомъ обиліи. И въ настоящемъ видѣ дополненія увеличили переводимый учебникъ на $\frac{1}{4}$. Главнѣйшія указаны въ оглавленіи. Когда дополненія вставлены въ текстъ переводимой книги, они заключены въ скобки [], каковая форма скобокъ и удержана во всемъ учебникѣ исключительно для внесенныхъ въ него вставокъ.

Считаю своимъ долгомъ выразить здѣсь мою признательность Н. Я. Кузнецову и А. Д. Григорьеву за внимательное чтеніе корректурныхъ листовъ.

Н. Введенскій.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКІЙ УКАЗАТЕЛЬ.

Главнѣйшая литература по физиологіи.

Общіе трактаты.

- H. Spencer*: Principles of Biology, 1864—1867 (перев. 1870).
F. Hoppe-Seyler: Allgemeine Biologie, 1877.
Cl. Bernard: Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux; 1878—1879 (перев. 1879).
Cl. Bernard: La science expérimentale, 1878.
W. Preyer: Elemente der allgemeinen Physiologie, 1883 (перев. 1885).
[*Hertwig*: Die Zelle und die Gewebe, 1893 (перев. 1894).
Verworn: Allgemeine Physiologie, 1895 (перев.).]

Энциклопедическія сочиненія.

- Rud. Wagner*: Handwörterbuch der Physiologie, 1842—1853.
Todd: Cyclopædia of Anatomy and Physiology, 1835—1859.
Milne-Edwards: Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée, 1857—1880.
L. Hermann: Handbuch der Physiologie, 1879—1883 (переведены многіе томы).
Dechambre: Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales.
Eulenburg: Real Encyclopädie (перев.).
Gad: Real-lexikon der med. Propädeutik, 1893.
[*Richet*: Dictionnaire de physiologie, 1896, I—II томы, буквы А—С.]

Практическія руководства (методика).

- Burdon-Sanderson, Foster and Laudor-Brunton*: Handbook for the physiological Laboratory, 1873 (перев. съ дополн. 1886).
E. Cyon: Methodik der physiologischen Experimente und Vivisectionen, 1876.
Cl. Bernard et Huette: Précis iconographique de médecine opératoire, 1873.
Cl. Bernard: Leçons de physiologie opératoire, 1873.
Marey: La méthode graphique, 1878. Développement de la méthode graphique par l'emploi de la photographie, 1885.
Langendorff: Physiologische Graphik, 1891.
Gescheidlen: Physiologische Methodik, 1876—1879 [не оконч.].
Livon: Manuel de vivisections, 1882.
M. Foster: Pratical physiology (перев. 1878).

- Neubauer u. Vogel (Huppert): Analyse des Harns.
 Hoppe-Seyler: Handbuch der physiologisch- und pathologisch-chemischen Analyse.
 [Последнее изд. съ дополнен. Tierfelder'a, 1893; перев. 1895].
 J. Geppert: Die Gasanalyse und ihre physiologische Anwendung, 1885.
 Mac Munn: The Spectroscope in Medicine, 1880.
 Landolt: Das optische Drehungsvermögen organischer Substanzen, 1879.
 A. Ecker: Anatomie des Frosches, 1864—1882.
 W. Krause: Anatomie des Kaninchens, 1868.
 Mivart: The cat, 1881.
 Chauveau et Arloing: Anatomie comparée des animaux domestiques.
 Onodi u. Flesch: Leitfaden zu Vivisectionen am Hunde, 1884.
 Ellenberger et Baum: Anatomie descriptive et topographique du chien, 1882, trad. Deniker.
 Stirling: Pratical Physiology, 1890.
 Fredericq: Manipulations de Physiologie, 1892.
 [Schenk: Physiologisches Practicum, 1895.
 Weinstein: Handbuch der physiolog. Maassbestimmungen, 1886.
 Мороховецъ: Физико-химическія основы біологич. методовъ изслѣдованія. Вып. I, 1895].

Ежегодные обзоры движенія физиологій.

- F. Hofmann u. G. Schwalbe: Jahresberichte über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie, 1872—1891 (продолженіе des Jahresberichte von Henle et Meissner, 1856—1871 [съ 1892 г. издается отдѣльно обзоръ по физиологій Hermann'омъ]).
 Canstatt's Jahresberichte über die Fortschritte der gesamten Medicin.
 Maly: Jahresberichte über die Fortschritte der Thierchemie (съ 1871).
 Exner et Gad: Centralblatt für Physiologie (съ 1887); [теперь подъ редак. Latschenberger и Munk'a].
 Многочисленные рефераты физиологич. работъ находятся въ:
 Hayem: Revue des sciences médicales (съ 1873).
 Schmidt's Jahrbücher.
 Centralblatt f. med. Wissenschaften (съ 1863).
 Biologisches Centralblatt (съ 1868).
 Revue internationale de bibliographie médicale (съ 1890).
 [Указатель русской литературы по матем., чистымъ и прикладнымъ естеств. наукамъ. Кіевъ; годы 1872—1891 (здѣсь вполне заносилась и физиологическая литература)].

Журналы по физиологій.

- Brown-Séguard: Archives de physiologie normale et pathologique (съ 1869).
 Robin et Pouchet: Journal de l'anatomie et de la physiologie (съ 1864).
 Van Beneden et Van Bambeke: Archives de biologie (съ 1880).
 Emery et Mosso: Archives italiennes de biologie (съ 1881).
 Société de biologie (Comptes rendus hebdomadaires des séances).
 Michael Foster: Journal of physiology (съ 1878).
 Humphry, Turner et Mac Kendrick: Journal of anatomy and physiology.
 du Bois-Reymond: Archiv. f. Physiologie (съ 1877). (Раньше подъ редакц. Reil, Autenrieth, J. F. Meckel, Joh. Müller, Reichert et du Bois-Reymond, 1796—1876).
 Pflüger: Archiv. f. d. ges. Physiologie (съ 1868).
 Voit, Pettenkofer, etc.: Zeitschrift. f. Biologie (съ 1865).
 Hoppe-Seyler: Zeitschrift f. physiologische Chemie (съ 1877).
 Jac. Moleschott: Untersuchungen zur Naturlehre (съ 1857).

Сборники работъ различныхъ лабораторій.

См. также извѣстія и мемуары различныхъ Академій, затѣмъ въ Archiv für. exper. Pathologie и журналахъ медицинскихъ.

Руководства и учебники по физиологіи.

Французскія: Magendie, 1825; Longet, 1861; Béclard, 1880; Beaunis (перев. 1882); Duval; Fort; Colin; Jolyet; Lahousse, Langlois et de Varigny.

Нѣмецкія: A. v. Haller, 1788; Joh. Müller, 1844; Donders (перев. 1861), Ludwig, 1861; Hermann (перев. 1875); Vierordt, 1879; Ranke, 1868; Funke, 1880; Brücke (перев. 1876); Fick; Landois (перев. 3 изд.); Wundt; Munk; Steiner; Gad и Heymans, 1892; [Bernstein, 1894 (перев.)]

Англійскія: M. Foster (перев. 1882; Waller, 1892; [Starling, Stewart, 1895.]

[Русскія: *Велланскій, Даниилъ*. Біологическое изслѣдованіе природы въ творящемъ и творимомъ ея качествѣ, содержащее основное начертаніе всеобщей физиологіи. Спб. 1812.

— Основное начертаніе общей и частной физиологіи. Спб. 1836.

Филомаѳитскій. Физиологія. 2 тома. Москва. 1836—40.

Стченко. Физиологическіе очерки (попул.).

Ционъ. Курсъ физиологіи. 1873.

Чирьевъ. Физиологія челоуѣка. Часть I, 1889].

Руководства по физиологической химіи.

Французскія: Robin et Verdeil, A. Gautier, Wurtz, [Arthus 1894].

Нѣмецкія: Lehmann, Kühne, Hoppe-Seyler, 1877—1881 (перев. 3 выпуска); K. B. Hofmann, 1876—1879; Krukenberg; Weyl; Bunge (перев. 1888); Neumeister, 1895; Hammarsten [оригин. на шведск. 1891; русск. перев. 1892].

Англійскія: A. Gamgee, 1880; Halliburton, 1891; Griffith, 1892.

[Русскія: *Шефферъ*. Физиологическая химія. Кіевъ. 1882.

Щербаковъ. Курсъ физиологической химіи. Часть 1, 1893].

[Руководства по біологической (медицинской) физикѣ.

Французскія: Greant, Bergonié, Gariel, Lefèvre, Lecercle, Imbert 1894.

Нѣмецкія: Fick 1885, Wundt, Rosenthal.

Англійскія: Robertson, 1884.

Русскія: *Егоровъ*. Основы медицинской физики. 1887.

Медицинская физика. 1—3 вып. Кіевъ. 1892].

СОДЕРЖАНІЕ I-го ТОМА.

	СТР.
ВВЕДЕНИЕ.	1
Физиологія	1
Живой организм	1
Дѣятельность живыхъ существъ	2
Животныя и растенія	4
Гистологическіе элементы.	8
Біологическая точка зрѣнія въ физиологіи. (<i>Дополненіе</i>) . . .	11
Физиологическое явленіе съ біологической точки зрѣнія. (<i>Дополненіе</i>). .	14

ГЛАВА I.—Химическій составъ тѣла чело-	
вѣка и животныхъ	25
I. Вещества неорганическія	26
II. Органическія вещества	27
Разрядъ I. Вещества жирнаго ряда безазотистыя	27
» II. Азотистыя вещества жирнаго ряда	32
» III. Ароматическія соединенія.	35
» IV. Красящія вещества неизвѣстнаго состава.	37
» V. Протеиновыя вещества.	37
Настоящія бѣлковыя вещества или бѣлковыя вещества въ тѣс-	
номъ смыслѣ	38
Общія реакціи бѣлковыхъ веществъ.	41
Таблица главныхъ бѣлковыхъ веществъ животнаго происхожденія. .	44
Протеиды.	46
Альбумоиды.	47
Ферменты	48
Таблица наиболѣе важныхъ видовъ ферментаціи	50

ГЛАВА II.—Кровь.	53
I. Общія свойства	53
Значеніе.	53
Свойства крови	54
Таблица химическаго состава крови млекопитающихъ	54
II. Свертываніе крови	55
Фибринъ	56
Причина свертыванія	57
Фибринъ-ферментъ	58
Фибриногенъ	58

Условія свертыванія.	61
Причины жидкаго состоянія крови, содержащейся въ кровенос- ныхъ сосудахъ.	62
Значеніе свертыванія крови	63
Теорія свертыванія. (<i>Дополненіе</i>).	63
III. Сыворотка крови	65
Параглобулинъ	66
Альбуминъ.	68
IV. Красные шарики	68
Гемоглобинъ и оксигемоглобинъ	69
Соединенія съ кислородомъ. Оксигемоглобинъ	73
Метагемоглобинъ	75
Другія соединенія гемоглобина.	76
Производныя гемоглобина; гематинъ.	76
Гематопорфиринъ	77
Гематоидинъ	77
V. Бѣлые шарики или лейкоциты. (<i>Дополненіе</i>)	78
VI. Анализъ крови	93
Количественное опредѣленіе гемоглобина	93
Общее количество крови.	94
Количество плазмы и шариковъ	95
Количество въ крови бѣлковыхъ веществъ, экстрактивныхъ ве- ществъ, солей и пр.	95
VII. Переливаніе крови и кровопусканіе.	96
VIII. Газы крови	97
Ртутный насосъ	98
Анализъ газовъ	100
IX. Лимфа и хилусъ.	102
X. Кровь и лимфа безпозвоночныхъ животныхъ	103

ГЛАВА III.—Кровообращеніе 104

I. Графическій методъ	106
Графическія кривыя	106
Записывающіе приборы	107
Передача движеній на разстояніе.	110
Записываніе времени и контроль надъ скоростью движенія ре- гистрирующихъ аппаратовъ	112
Фотографическая запись	114
II. Дѣятельность сердца.	115
Ритмическія сокращенія сердца	115
Способы изученія механизма сердца.	119
Кардіографы	120
Толчекъ сердца	122
Измѣненія сердца въ объемъ	125
Тоны сердца	125
Количество крови, выбрасываемое лѣвымъ желудочкомъ и работа сердца	126
Число пульсацій сердца	127

III. Положенія гидродинамики, лежащія въ основѣ ученія о движеніи крови по сосудамъ	127
Движеніе жидкости по трубкамъ съ нерастяжимыми стѣнками	127
Отношеніе между давленіемъ и скоростію тока жидкости въ труб- кѣ. (<i>Дополненіе</i>).	128
Ритмическое движеніе жидкости въ трубкахъ нерастяжимыхъ	131
Движеніе перемежающееся жидкости въ эластическихъ трубкахъ	131
Пульсовая волна.	132
Вторичная волна.	132
Схема кровообращенія.	133
IV. Артеріальное кровообращеніе	133
Пульсъ	134
Скорость распространенія пульсовой волны	139
Среднее давленіе и ртутный манометръ	140
Быстрыя колебанія давленія и эластическіе манометры	143
Измѣреніе артеріальнаго давленія у человѣка	144
Условія, измѣняющія среднюю величину артеріальнаго давленія	145
Скорость теченія крови въ артеріяхъ	146
Аппараты, служащіе для измѣренія скорости тока крови	146
V. Кровообращеніе въ капиллярахъ	149
Наблюденіе.	149
Скорость движенія крови въ капиллярахъ	150
Давленіе.	151
Эластичность. Сократительность	151
Измѣненія объема органовъ, стоящія въ связи съ кровообращеніемъ	152
VI. Венозное кровообращеніе	152
Направленіе	152
Причина.	153
Давленіе.	155
Скорость теченія.	155
Венозный пульсъ.	155
Кровообращеніе въ vena porta.	156
VII. Общій взглядъ на механическія условія кровообращенія.	157
Давленіе и скорость крови въ различныхъ сосудахъ тѣла.	157
Продолжительность круговорота крови	158
VIII. Иннервація сердца	159
А) Общія свойства сердечной мышцы и нервныхъ центровъ, заложенныхъ въ самомъ сердцѣ.	159
Сердце лягушки	159
Свойства сердечной мышцы, изолированной отъ нервовъ и узловъ	160
Нервные узлы лягушачьяго сердца	162
Сердце млекопитающихъ	163
Природа сердечной систолы	164
В) Вліяніе центральной нервной системы на дѣятельность сердца	165
Задерживающіе нервы сердца	165
Тонусъ задерживающихъ нервовъ сердца	167
Ускоряющіе нервы сердца	168
IX. Иннервація сосудовъ	169
А) Артеріи.	169

	стр.
Сосудосуживающіе нервы и ихъ центры	170
Сосудорасширяющіе нервы и ихъ центры	173
Дѣятельность сосудодвигательныхъ центровъ	173
Физиологическая роль сосудодвигательныхъ нервовъ	175
В) Вены и капилляры	177
Вены	177
Капилляры	178
ГЛАВА IV.—Дыханіе	179
I. Механическія условія легочной вентиляціи	180
Легочная вентиляція	180
Вдыханіе	180
Выдыханіе	183
Движенія легкаго.	183
Везикулярный шумъ и бронхіальное дыханіе	183
Эластичность легочной ткани и плевральное пространство.	184
Схема легочной вентиляціи	186
Искусственное дыханіе.	186
Записываніе дыхательныхъ движеній	188
Дыхательный ритмъ.	190
Частота дыхательныхъ движеній	191
Типъ дыханія	191
Полезное дѣйствіе дыхательныхъ движеній	191
Измѣненныя дыхательныя движенія	194
II. Химическія явленія легочной вентиляціи	194
Вдыхаемый воздухъ.	194
Выдыхаемый воздухъ	196
Численное выраженіе дыхательнаго обмѣна	198
Кожное дыханіе.	202
Лакированіе кожи	203
III. Химическая теорія дыханія.	204
Легочное дыханіе.	204
Кислородъ	205
Углекислота.	207
Дыханіе тканевое	208
Дыхательное отношеніе	211
IV. Вліянія, измѣняющія величину дыхательнаго обмѣна	212
Видъ животнаго	212
Количества кислорода, потребляемыя въ часъ на килограммъ вѣса животнаго.	213
Ростъ, возрастъ и полъ	213
Пищевареніе	213
Мышечная работа	214
Сонъ	214
Свѣтъ.	214
Температура	215
Число и глубина дыхательныхъ движеній.	215
Напряженіе кислорода.	215

	СТР.
Напряженіе углекислоты	217
Напряженіе азота	218
V. Иннервація дыхательныхъ движеній.	218
Дыхательные центры	218
Добавочные дыхательные центры	220
Автоматизмъ дыхательныхъ центровъ	222
Нормальный возбудитель дыхательныхъ центровъ.	222
Диспноэ.	223
Асфиксія	224
Апноэ.	225
Причины перваго дыхательнаго движенія.	226
Вліяніе периферическихъ нервовъ на дыхательные центры	227
Раздраженіе п. vagi.	227
Толкованіе дѣйствія блуждающаго нерва на дыхательный центръ (Дополненіе)	227
Перерѣзка пп. vagorum	232
Перерѣзка возвратныхъ нервовъ.	233
VI. Вліяніе дыханія на кровообращеніе	234
Венозное кровообращеніе	234
Сердечное кровообращеніе	234
Легочное кровообращеніе	234
Артеріальное кровообращеніе	234

ГЛАВА V.—Животная теплота 237

Животныя теплокровныя и холоднокровныя.	237
Вліяніе температуры	238
I. Термометрія	240
Измѣреніе температуры	240
Температурная топографія тѣла	243
Измѣненія внутренней температуры подъ вліяніемъ холода	245
Дѣйствіе внѣшняго тепла.	246
Мышечная работа	246
Питаніе	247
Умственная дѣятельность.	247
Лихорадка. Яды	247
Возрастъ, полъ, раса	247
Суточные колебанія.	248
II. Калориметрія'	249
Методы прямого опредѣленія. Калориметры	249
Методы непрямого опредѣленія.	251
Образованіе тепла	253
Теплота и работа	253
III. Регулированіе температуры	253
Сознательная борьба противъ холода	254
Безсознательная борьба противъ холода	254
Усиленіе образованія тепла.	253
Безсознательная борьба противъ холода чрезъ уменьшеніе теп- ловыхъ потерь	257

Бессознательная борьба противъ причинъ, ведущихъ къ повы-	
шенію температуры тѣла	257
Ускореніе кожного кровообращенія	258
Отдѣленіе (секреція) пота	259
Ускореніе дыханія	262
Заключеніе	263

ГЛАВА VI.—Пищевареніе 264

I. Пищевыя вещества.	264
Пищевая порція.	264
Составъ и качество пищевыхъ веществъ. (<i>Дополненіе</i>).	265
Молоко	268
Яйца	271
Голодь и жажда	271
Голоданіе	272
II. Слюна	237
Свойства.	273
Роль слюны	277
Отдѣленіе слюны.	277
Вліяніе нервной системы.	279
III. Желудочный сокъ	282
Оперативные приемы	282
Свойства желудочного сока.	283
Дѣйствіе желудочного сока на пищевыя вещества.	286
Образованіе соляной кислоты и пепсина въ железахъ желудка.	288
Отдѣленіе желудочного сока.	291
Образованіе желудочной слизи.	293
Почему желудокъ не перевариваетъ самъ себя?	293
Удаленіе желудка.	293
IV. Желчь	
Оперативные приемы	294
Свойства.	294
Желудочныя кислоты	295
Желудочныя пигменты.	296
Дѣйствіе желчи на пищевыя вещества	297
Желчеотдѣленіе	299
V. Панкреатическій сокъ	302
Панкреатическая фистула.	302
Свойства панкреатического сока	302
Триспинъ и зимогенъ	302
Отдѣленіе панкреатического сока	304
Внутренняя секреція поджелудочной железы.	306
VI. Кишечный сокъ	307
Кишечная фистула	307
Свойства.	307
VII. Движенія пищеварительной трубки.	308
Жеваніе	308
Глотаніе.	308
Глотательные шумы.	311

Движенія желудка	311
Рвота	312
Отрыганіе жвачки	313
Движенія кишекъ	313
Дефекація	314
VIII. Всасываніе продуктовъ пищеваренія и всасываніе вообще .	315
Всасываніе въ желудкѣ и кишкахъ	314
Экскременты	319
Mesonium	320

ГЛАВА VII.—Ассимиляція и дезассимиляція 321

I. Жиры	321
Свойства жировъ	321
Происхожденіе жировъ въ тѣлѣ	322
Образованіе жира на счетъ крахмалистыхъ веществъ	323
II. Углеводы	324
Гликогенъ	325
Гликогенная функція печени	326
Теорія образованія гликогена (<i>Дополненіе</i>)	327
Вліяніе нервной системы на превращеніе углеводовъ въ печени (<i>Дополненіе</i>)	328
Діабетъ или гликозурия	330
Богатая углеводами пища	332
III. Бѣлковыя вещества	333
Питательное значеніе пептоновъ	333
Методъ опредѣленія прихода и расхода бѣлковъ	344
Распаденіе бѣловыхъ веществъ въ тѣлѣ	335
Избыточное потребленіе; циркулирующій бѣлокъ	337
Роль кислорода	338
IV. Роль печени и лимфоидныхъ органовъ въ питаніи	340
Печень (<i>Дополненіе</i> : судьба веществъ, задерживаемыхъ печенью) .	340
Селезенка	343
Щитовидная железа (<i>Дополненіе</i> : Данныя новыхъ изслѣдованій) .	345
Нурорhysis cerebri, thymus и проч.	348
Надпочечныя железы	349
Заключеніе (<i>Дополненіе</i>)	350

ГЛАВА VIII.—Мочеотдѣленіе 352

I. Моча	352
Общія свойства	352
Мочевина	358
Мочевая кислота	358
Креатининъ, гиппуровая кислота	361
Ароматическія вещества мочи	362
Красящія вещества мочи	363
II. Секреція мочи	365
Роль железистыхъ клітокъ	365

	СТР.
Выдѣленіе мочевины и мочевоѣ кислоты	368
Теорія образованія мочевины въ тѣлѣ (Дополненіе)	369
Образованіе гиппуровой кислоты.	371
Почка, какъ фильтръ	372
Вліяніе почечнаго кровообращенія	372
Вліяніе состава крови.	373
Вліяніе нервной системы.	374
III. Выведеніе мочи	374

О П Е Ч А Т К И.

Стр.	Строка.	Напечатано:	Читать:
2	7 снизу	свойственны	свойственныя.
26	2 сверху (таблица)	Cl	Be.
—	— "	Az { (французск.	N
—	3 "	Ph { обозначеніе).	P
28	1 "	этель	эталъ
—	18 снизу	Производные альдегиды	альдегидныя производныя
30	16 "	оксалуровой	оксалимочевина
32	2 "	$\text{CO} \begin{cases} \text{NH}_2 \\ \text{ONH}_2 \end{cases}$	$\text{CO} \begin{cases} \text{NH}_2 \\ \text{ONH}_2 \end{cases}$
33	16 сверху	$\text{C} \begin{cases} - \text{NH}_2 \end{cases}$	$\text{C} \begin{cases} - \text{NH}_2 \end{cases}$
44	5 снизу	алкалиальбуматы	алкалпальбуминаты.
49	18 сверху	спиртъ, и CO ₂	спиртъ и CO ₂ ,
52	15 "	бертолетова	бертолетова
58	11 "	дѣйствующею водою и	дѣйствуютъ водою
74	15 снизу	етамоглобинъ	Метагемоглобинъ
—	14 "	геМматинъ	гематинъ
77	1 сверху	минъ	геминъ
85	4 "	клетки	кишки
93	18 снизу	крови	гемоглобина
97	21 сверху	соленыя	солевыя
117	14 "	капиллярныхъ	папиллярныхъ
—	22 снизу	essentiel	essentiel
119	6 "	капсюлю	канюлю
181	9 "	груди и	грудной
182	7 "	dysnoë	dyspnoë
209	21 сверху.	peritoneum	peritoneale

ВВЕДЕНІЕ.

Физиологія. Физиологія представляет ту отрасль биологических наукъ, которая занимается изученіемъ живыхъ существъ въ ихъ состояніи *дѣятельности*, это—физика и химія организмовъ.

Различаютъ физиологію растений и физиологію животныхъ; насъ будетъ интересоватъ только послѣдняя.

Слово *физиологія* (φύσις—природа и λόγος—слово) этимологически значитъ наука о природѣ. Оно дѣйствительно имѣло это значеніе для Аристотеля, когда подъ наукой о природѣ понималась вся совокупность тогдашнихъ, сравнительно очень ограниченныхъ свѣдѣній о ней. Въ настоящее же время, когда количество научно установленныхъ фактовъ такъ громадно, что никакой человѣческій геній не въ состояніи объять ихъ всѣ, раздѣленіе наукъ сдѣлалось необходимымъ. Физиологія въ ея современномъ значеніи занимается изученіемъ только живыхъ существъ; мало того, часть этого изученія она предоставляетъ морфологіи (анатоміи и эмбриологіи). Въѣтъсь съ послѣднею она составляетъ біологію, т. е. науку о жизни.

Такимъ образомъ объектъ изученія морфологіи и физиологіи одинъ и тотъ-же—живой организмъ, но точки зрѣнія на него различны.

Морфологія занимается организмомъ въ его статическомъ состояніи или въ состояніи покоя; она изучаетъ его строеніе, форму, расположеніе частей, разбираетъ механизмъ по частямъ, изслѣдуя законы, положенные въ основаніе того сочетанія колесъ, изъ котораго *построенъ* весь механизмъ живого существа.

Задачи физиологіи совсѣмъ иныя; она стремится проникнуть въ самый ходъ колесъ, формулировать законы, по которымъ *дѣйствуютъ* (функционируютъ) живые механизмы. Для нея мало одного непосредственнаго наблюденія; на ряду съ другими экспериментальными науками она ставитъ природѣ вопросы при помощи тѣхъ же приѣмовъ, какими пользуется физика и химія.

Нѣкоторые изъ употребленныхъ нами въ опредѣленіи терминовъ требуютъ небольшого поясненія. Посмотримъ, что нужно понимать подъ *живыми организмами*, въ чемъ заключается ихъ *дѣятельность* и на чемъ основывается дѣленіе ихъ на міръ растительный и животный.

Живой организмъ. Живой организмъ представляетъ вообще существо, рѣзко ограниченное отъ окружающей среды, обладающее ясно выраженной индивидуальностью, имѣющее типичную форму—одно цѣлое, составленное изъ разнородныхъ частей—и своеобразный химическій составъ (соединенія С съ Н, О, N и др.) Продолжительность его существованія ограничена

начиная съ рожденія и кончая смертью, онъ проходитъ послѣдовательный рядъ опредѣленныхъ фазъ. Всякій организмъ произведенъ другимъ организмомъ, болѣе или менѣе похожимъ на него, и въ опредѣленныхъ случаяхъ можетъ самъ принять участіе въ созданіи новаго организма.

Но что особенно характеризуетъ живой организмъ въ глазахъ фізіолога — это дѣятельность, совершающаяся во всѣхъ его отдѣльныхъ частяхъ, постоянный обмѣнъ энергіи и матеріи между нимъ и внѣшнимъ міромъ. Основной функцией, отличающей живые организмы отъ всѣхъ другихъ тѣлъ природы и создающей условія для происхожденія всѣхъ другихъ функций, является питаніе и расходование усвоенныхъ этимъ путемъ веществъ, ассимиляція и дезассимиляція. Въ живомъ организмѣ происходитъ постоянный процессъ превращенія: онъ воспринимаетъ въ себя элементы, которые находитъ въ окружающей средѣ, растетъ, превращая ихъ въ вещества своего тѣла, дѣлая на нѣкоторое время частью самого себя известное количество матеріи, инертной самой по себѣ; но на ряду съ этимъ онъ совершаетъ и другую противоположную работу: воспринятые изъ внѣшняго міра частицы, сыгравъ свою роль, выкидываются имъ вновь наружу.

Усвоеніе и расходование (ассимиляція и дезассимиляція) представляютъ по сущности химическія реакціи, изъ которыхъ однѣ имѣютъ характеръ *эндотермическихъ* (процессы синтеза и восстановленія), другія — характеръ *экзотермическихъ* (процессы окисленія). Послѣднія, наиболѣе важныя съ точки зрѣнія фізіологіи животныхъ, ведутъ къ болѣе полному насыщенію химическихъ средствъ; освобождающаяся при этомъ химическая энергія проявляется въ формѣ механическаго движенія, теплоты, электричества, иногда даже свѣта. Живая матерія содержитъ, въ видѣ горючихъ соединеній углерода и водорода, громадныя запасы потенциальной энергіи, которая постоянно превращается въ энергію движенія ¹⁾.

Этотъ процессъ превращенія можетъ сильно видоизмѣняться подъ вліяніемъ внѣшнихъ факторовъ, нарушающихъ внезапно условія молекулярнаго равновѣсія живой матеріи. Такимъ внѣшнимъ факторамъ даютъ названіе *раздражителей* (раздражители электрическіе, механическіе, тепловые, химическіе). Подъ дѣйствіемъ ихъ можетъ произойти каждый разъ настоящій взрывъ энергіи; они дѣйствуютъ при этомъ на подобіе искры, воспламеняющей порохъ, освобождая громадное количество живыхъ силъ.

Дѣятельность живыхъ существъ. Явленія, протекающія въ живыхъ организмахъ, раздѣляли прежде на три категоріи, которыя считались рѣзко разграниченными ²⁾.

1. Матеріальныя явленія, тождественныя явленіямъ неодушевленной природы. Примѣры: живыя тѣла притягиваются къ центру земли и повинуются въ своемъ паденіи тѣмъ-же законамъ, какъ и тѣла мертвой природы; путь свѣтовыхъ лучей въ глазу точно слѣдуетъ законамъ оптики.

2. Матеріальныя явленія свойственны исключительно только живымъ тѣламъ; причину ихъ фізіологія прежняго времени полагала въ дѣйствіи осо-

¹⁾ «Дыханіе — нечто иное какъ медленное сжиганіе углерода и водорода. Животныя, которыя дышатъ, представляютъ изъ себя настоящія горючія тѣла, которыя горятъ и потребляются». (Lavoisier. Sur la respiration des animaux 1777).

²⁾ Мы оставляемъ въ сторонѣ явленія изъ области морфологіи: размноженіе, ростъ, развитіе клѣтокъ и организмовъ.

быхъ силъ, названныхъ жизненными. Примѣры: сокращеніе протоплазмы, сокращеніе мышечныхъ волоконъ, выдѣленіе железъ, желудочное пищевареніе, произведеніе животной теплоты.

Современная фізіологія не признаетъ существеннаго различія между явленіями первой и второй категоріи. вмѣстѣ съ Декартомъ она думаетъ, что законы природы ненарушимы и организованныя тѣла наравнѣ съ другими не могутъ имъ не подчиниться. Организмъ человѣка, какъ и организмъ животныхъ, представляетъ одну изъ составныхъ частей вселенной и какъ таковой подчиненъ двумъ великимъ законамъ: закону сохраненія матеріи (Lavoisier 1789) и закону сохраненія энергіи (J. R. Mayer 1842, Helmholtz, Joule)¹⁾. Живое существо не можетъ ни создавать матеріи, ни уничтожать ее; оно не можетъ также ни уничтожить движенія, ни породить новое изъ ничего.

Дѣятельность его ограничивается превращеніемъ матеріи и энергіи, воспринятыхъ извнѣ. Живой механизмъ, какъ и всякій вообще механизмъ, подчиненъ законамъ механики, общимъ законамъ физики и химіи. Схема дѣятельности паровой машины и живого механизма одна и та же во всемъ, что касается матеріальной стороны явленій: паровая машина потребляетъ топливо, превращаетъ энергію напряженія, накопленную въ каменномъ углѣ или дровахъ отчасти въ тепловую энергію, отчасти въ механическую работу, т. е. энергію движенія. Болѣе глубокий анализъ открываетъ намъ, что въ томъ и другомъ случаѣ энергія эта беретъ свое начало отъ солнца, то есть отъ той кинетической энергіи солнечныхъ лучей, которые, разлагая въ зеленыхъ частяхъ растений углекислоту, освобождаютъ кислородъ, въ то время какъ углеродъ идетъ на построеніе тканей растенія.

Человѣческій организмъ, какъ и организмъ животныхъ, дѣйствуетъ повидимому аналогичнымъ образомъ: онъ сжигаетъ богатый запасъ углерода и водорода (наша пища) при помощи кислорода, доставляемаго тѣлу дыханіемъ и производитъ угольную кислоту. Часть энергіи, освобождающейся при такомъ окисленіи, онъ превращаетъ въ механическую работу, часть въ теплоту, электричество и т. п. Тѣло животного такимъ образомъ представляетъ изъ себя химическую машину, получающую свою энергію, какъ и всякая паровая машина, отъ лучей солнца: травоядное животное поѣдаетъ траву, а плотоядное—травояднаго (съ его запасомъ энергіи).

«Итакъ, въ дѣйствительности есть только физика, химія и общая механика; эти три науки обнимаютъ собой всѣ проявленія природы, какъ живыхъ, такъ и мертвыхъ тѣлъ. Однимъ словомъ, всѣ явленія, которыя мы наблюдаемъ въ живыхъ существахъ, почерпаютъ свои законы извнѣ; поэтому можно сказать, что всѣ проявленія жизни слагаются изъ явленій, которыя заимствованы по своей природѣ изъ внѣшняго космическаго міра, но обладаютъ только своей особой морфологіей, въ томъ смыслѣ, что обнаруживаются въ характеристическихъ формахъ и при помощи особыхъ фізіологическихъ аппаратовъ. Въ физико-химическомъ смыслѣ жизнь есть видоизмѣненіе общихъ явленій природы; она ничего не создаетъ заново, она почерпаетъ свои силы изъ внѣшняго міра и только видоизмѣняетъ на тысячу ладовъ ихъ проявленія. (Cl. Bernard).

Наука о жизни есть такимъ образомъ только своеобразная отрасль общей

¹⁾ J. R. Mayer. *Liebig's Annalen* XLII, 1842; H. Helmholtz. *Ueber die Erhaltung der Kraft*, 1847.

физико-химіи (du Bois-Reymond). Атомистическая гипотеза, которая разсматриваетъ всю вселенную какъ атомы въ движеніи и которая лежитъ въ основаніи современной физики и химіи, одинаково должна быть приложима и къ живымъ тѣламъ. Она можетъ дать удовлетворительное объясненіе матеріальнымъ процессамъ, протекающимъ въ организмѣ. Если бы даже она оказалась ложной, нельзя не признать, что ей обязана фізіологія своими громадными успѣхами. Насколько бесплодной показала себя гипотеза жизненной силы, настолько плодотворной и богатой открытіями оказалась механическая гипотеза.

3) Явленія психическія. Эти явленія мало доступны экспериментальному изслѣдованію; самое большее, что можно было сдѣлать, это опредѣлить научнымъ путемъ нѣкоторыя изъ второстепенныхъ условій психическихъ явленій, напримѣръ: продолжительность психическихъ актовъ, отношенія, существующія между интенсивностью ощущенія и интенсивностью раздраженія. „Психо-физика“, основанная трудами Weber'a, Fechner'a¹⁾, Helmholtz'a, Wundt'a, Delboeuf'a, пока еще слѣшкомъ молодое твореніе, чтобы можно было предсказать ея будущее.

Атомистической гипотезѣ, составляющей краеугольный камень физическихъ наукъ и фізіологіи въ тѣсномъ смыслѣ, повидимому не суждено пролить много свѣта на психологію. Исходя изъ того представленія о матеріи, какому учить насъ физика и химія, трудно понять, какимъ образомъ агрегаты атомовъ углерода, водорода, азота и кислорода, находясь въ движеніи, могъ бы сознать собственное существованіе, былъ бы въ состояніи интересоваться тѣми измѣненіями, которыя протекаютъ внутри его, или ощущать напримѣръ чувство благосостоянія, когда колебанія его получаютъ извѣстную, соотвѣтственную этому состоянію, форму. «Совершенно невозможно объяснить какимъ-бы то ни было сочетаніемъ движущихся атомовъ, почему аккордъ do-mi-sol мнѣ доставляетъ удовольствіе и почему прикосновеніе горящаго тѣла мнѣ доставляетъ боль» (du Bois-Reymond).

Всякое монистическое міросозерцаніе, т. е. міросозерцаніе претендующее объяснить одними и тѣми же законами явленія физическія и психическія, окажется принужденнымъ придать матеріи физиковъ (если ее одну взять въ основу объясненія) новыя свойства, приписать, напримѣръ, ей зачаточное сознаніе. Но это уже выходитъ за предѣлы нашего изложенія, которое должно ограничиваться изученіемъ только матеріальныхъ явленій, протекающихъ въ живомъ организмѣ.

Животныя и растенія. Дѣленіе организмовъ на животныхъ и растеній является столь-же естественнымъ, какъ и простымъ, пока дѣло ограничивается сравненіемъ между собой болѣе или менѣе высшихъ представителей того и другого царства. Ничего не можетъ быть легче, какъ отличить какое-нибудь млекопитающее отъ дерева, зайца отъ розы.

Заяцъ одаренъ чувствительностью и совершаетъ произвольныя движенія. Его ткани не способны образовать заново тѣ сложныя химическія вещества, которыя входятъ въ ихъ строеніе; онъ можетъ питаться только веществами, уже готовыми, выработанными представителями растительнаго царства. Организмъ животнаго представляетъ очагъ постоянныхъ, энергичныхъ процессовъ окисленія, онъ поглощаетъ кислородъ, расходуетъ углеродъ и водородъ, выдѣляетъ воду и угольную кислоту. Такимъ путемъ онъ превращаетъ значительные запасы потенциальной энергіи въ энергію движенія, теплоту, электричество, иногда и свѣтъ.

¹⁾ G. T. Fechner. *Elemente der Psychophysik*, 1860.

Роза, напротивъ, укрѣплена въ почвѣ; она не обнаруживаетъ ни воли, ни чувствительности. Она выдѣляетъ кислородъ; поглощая угольную кислоту, воду, амміакъ, она разлагаетъ ихъ подъ вліяніемъ солнечныхъ лучей и создаетъ цѣлкомъ бѣлковыя вещества, жиры, крахмалъ и т. п. Она накапливаетъ кинетическую энергію солнечныхъ лучей, превращая ее въ потенциальную.

Растеніе функционируетъ, такимъ образомъ, подъ вліяніемъ солнечныхъ лучей, какъ аппаратъ возстановленія, накапливая въ своихъ тканяхъ энергію солнечныхъ лучей. Напротивъ, протоплазма животныхъ, живя на счетъ протоплазмы растений, есть прежде всего аппаратъ окисленія, безостановочно потребляющій все новые и новые запасы горючаго вещества и растрачивающій въ короткое время то, что медленно, въ теченіе долгаго времени накапливалось растеніемъ. (J. R. Mayer ¹).

Въ дѣйствительности, и роза, и заяцъ состоятъ изъ большого числа кѣтокъ, маленькихъ живыхъ единицъ, представляющихъ и въ томъ и въ другомъ случаѣ очень большую аналогію въ ихъ свойствахъ. И если мы начнемъ спускаться внизъ по лѣстницѣ живыхъ существъ, сравнивать все болѣе и болѣе простые растительные и животные организмы, образованные изъ мало дифференцированной протоплазмы, то сходства будутъ все расти, а различія постепенно исчезать. Тогда дѣлается невозможнымъ провести рѣзкую пограничную линію между этими двумя царствами, дать какой-либо надежный признакъ животной жизни. Съ точки зрѣнія эволюціонной теоріи, растенія и животныя представляютъ двѣ расходящіяся въ разныя стороны вѣтви, вышедшія изъ одного и того же ствола, причемъ общимъ исходнымъ пунктомъ служить для нихъ первичная живая матерія, протоплазма.

Поэтому большимъ заблужденіемъ было бы думать, что есть какое-либо коренное различіе въ свойствахъ растительной и животной протоплазмы. И въ той, и въ другой протекаютъ одновременно и процессы окисленія, и процессы возстановленія. Въ животномъ явленія возстановленія незначительны и, такъ сказать, случайны; въ растеніи эти явленія пріобрѣтаютъ по временамъ въ зеленыхъ частяхъ необыкновенную энергію и маскируютъ въ большинствѣ случаевъ явленія окисленія, которыя однако и здѣсь протекаютъ постоянно и повидимому связаны съ самой сущностью жизни ²). Достаточно на время прекратить дѣйствіе

¹) J. R. Mayer. *Die organische Bewegung*, Heilbronn 1845.

²) Синтетическіе процессы играютъ въ химическихъ превращеніяхъ животнаго организма такую же важную и существенную роль, какъ процессы расщепленія и окисленія. Вѣрнѣе, тѣ и другіе переплетаются между собою самымъ сложнымъ образомъ, и только временно преобладаютъ то одни изъ нихъ, то другіе. Какъ наиболѣе яркіе примѣры синтеза можно указать: образованіе красящаго вещества красныхъ кровяныхъ шариковъ — вещества, болѣе сложнаго, чѣмъ бѣлокъ, доставляемый растительной пищей; образованіе въ животномъ жировъ на счетъ углеводовъ; превращеніе пептоновъ въ бѣлки и проч. Мало того, многіе изъ тѣхъ сравнительно очень простыхъ веществъ, которыя удаляются изъ организма чрезъ почки и должны быть разсматриваемы какъ продукты отброса — даже многіе изъ этихъ веществъ формируются при участіи синтетическихъ процессовъ.

Съ другой стороны, въ растеніи всѣ безхлорофильныя кѣтки поставлены въ совершенно одинаковую зависимость съ животными кѣтками отъ дѣятельности хлорофиллоносныхъ кѣтокъ. Только эти послѣднія способны, при участіи свѣтоваго луча, строить изъ углекислоты и воды тройныя, безазотистыя органическія соединенія. Получивъ таковыя, безхлорофильныя кѣтки способны образовывать въ средѣ, заключающей амміачныя и сѣрниокислыя соли, четверныя (азотистыя) соединенія. Это доказано экспериментально Pasteur'омъ. Приготовляя

свѣта на растительныя ткани или же просто обратиться къ растеніямъ, лишеннымъ хлорофилла, чтобы убѣдиться въ томъ, что жизнь растенія также сопровождается постоянно поглощеніемъ кислорода и образованіемъ угольной кислоты. Paul Bert показалъ, что произрастаніе пшеницы идетъ тѣмъ медленнѣе, чѣмъ меньше напряженіе кислорода въ окружающемъ воздухѣ. Уже со времени Saussure'a извѣстно, что атмосфера, лишенная кислорода, быстро убиваетъ растенія, даже наиболѣе живучія изъ нихъ, какъ напримѣръ, кактусъ.

Какъ только парціальное давленіе углекислаго газа достигаетъ опредѣленной величины (нѣсколькихъ сотыхъ атмосфернаго), онъ становится вреденъ для протоплазмы, дѣйствуя на нее, какъ ядъ, парализуя ея дѣятельность. Когда содержаніе CO_2 доходитъ до $\frac{1}{5}$, такая атмосфера убиваетъ высшихъ животныхъ и приостанавливаетъ

искусственно составленные питательныя растворы съ содержаніемъ тѣхъ или другихъ тройныхъ соединений и неорганическихъ солей, онъ воспитывалъ въ нихъ низшіе грибки, каковы напр. дрожжи; такіе организмы успѣшно развивались въ темнотѣ и при этомъ вырабатывали кромѣ целлюлозы и жировъ также и протеиновыя вещества.

Обладаютъ ли въ извѣстной степени клѣтки животнаго организма подобною способностію переводить тройныя соединенія въ четверныя, это остается неизвѣстнымъ. Во всякомъ случаѣ въ пищу животнаго непременно должны быть органическія азотистыя соединенія и притомъ въ той сложной формѣ, которая носитъ названіе бѣлковыхъ веществъ.

Слѣдовательно, животныя клѣтки должны сразу начать оперировать надъ болѣе сложными соединеніями. Однако, какъ въ процессахъ построенія болѣе сложныхъ соединеній, такъ и въ процессахъ ихъ распадѣнія на болѣе простыя химическія группы, ходъ химическихъ превращеній долженъ быть очень сложнымъ, причемъ синтезъ и распадѣніе, возстановленіе и окисленіе часто чередуются другъ съ другомъ и идутъ одинъ подлѣ другого. Наиболѣе характернымъ примѣромъ этого можетъ служить фактъ, найденный C. Ludwig и Alex. Schmidt'омъ: при задушеніи животнаго, рядомъ съ тѣмъ, какъ въ его крови *потребляется* весь кислородъ и развивается большое количество углекислоты, въ ней *появляются* и сильно возстановляющія вещества. При процессахъ броженія и гніенія, тоже рядомъ съ продуктами расщепленія и окисленія появляются, образуются и возстановляющія вещества (напр. при масляномъ броженіи: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = \text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2$).

Такимъ образомъ разница между растеніемъ и животнымъ заключается вовсе не въ характерѣ химическихъ дѣйствій (они во многомъ сходны, какъ видно будетъ вслѣдъ затѣмъ), но въ количественномъ, валовомъ результатѣ совершающихся превращеній: по окончательному результату въ растеніи преобладаютъ процессы синтетическіе, въ животномъ процессы расщепленія и окисленія. Эти валовыя отношенія прекрасно выражены Claud Bernard'омъ въ слѣдующихъ словахъ:

«Если пользоваться выраженіями механика и сравнивать жизненныя явленія съ поднятіемъ и паденіемъ тяжести, то мы должны сказать, что поднятіе и паденіе совершается въ каждомъ живомъ элементѣ, какъ животномъ, такъ и растительномъ. Разница лишь та, что элементъ животный, находя свою тяжесть уже поднятой до извѣстной высоты, долженъ менѣе ее поднять, чѣмъ она затѣмъ упадетъ; обратное имѣетъ мѣсто въ растеніи. Однимъ словомъ, изъ двухъ склоновъ, склонъ паденія преобладаетъ у животнаго; склонъ поднятія—у растенія. Но у того и другого организма существуютъ оба рода явленій; и это—общій законъ жизни». (*Les phénomènes de la vie*. Paris, 1879, t. II p. 513)

Примѣч. Н. В.

вливаютъ пропзрастаніе растеній. Уже Saussure убѣдился въ томъ, что растенія погибають въ атмосферѣ CO_2 . Къ счастью углекислый газъ, развивающійся въ протоплазмѣ, не можетъ тамъ накопляться въ силу простого закона диффузіи. Онъ постоянно стремится уйти и распространиться въ окружающей средѣ: поэтому воздухъ и вода, въ которыхъ живутъ животныя и растенія, содержатъ обыкновенно только слѣды углекислаго газа.

Анестезирующія вещества: эфиръ, хлороформъ, дѣйствуютъ на всѣ организмы совершенно также. Въ малыхъ дозахъ, они усыпляютъ, останавливаютъ на время дѣятельность протоплазмы; большія дозы убиваютъ. Cl. Bernard, въ одномъ изъ своихъ знаменитыхъ опытовъ, помѣстилъ подъ отдѣльные стеклянные колокола птицу, мышь, лягушку и мимозу (растеніе) съ губкой, смоченной эфиромъ, въ каждомъ изъ нихъ. Птица была парализована по прошествіи четырехъ—пяти минутъ, мышь непосредственно вслѣдъ за ней, затѣмъ лягушка. Мимоза сопротивлялась дольше всѣхъ, но по прошествіи приблизительно получаса, она была также вполне анестезирована. Прикосновеніе къ ея листочкамъ не вызывало болѣе ихъ опусканія, между тѣмъ какъ въ нормальномъ состояніи то же раздраженіе вызываетъ немедленное ихъ спаданіе¹⁾.

Къ которому изъ царствъ отнести *Muchomycetes*²⁾, эти массы голой протоплазмы (плазмодіи), которыя встрѣчаются на поверхности коры дуба и на разлагающихся растительныхъ веществахъ, выпускають изъ себя, на подобіе амебы, сокращающіеся отростки, окружають собою попадающіеся на пути органическіе остатки и питаются ими. Все заставляетъ насъ относить ихъ къ животнымъ. Но посмотримъ на нихъ въ другой періодъ ихъ существованія, въ моментъ ихъ плодоношенія. Плазмодій свертывается въ шаръ, окружается твердой оболочкой и даетъ начало безчисленному количеству споръ, похожихъ на споры растеній.

Думали одно время, что растительныя ткани можно характеризовать присутствіемъ опредѣленныхъ органическихъ веществъ: именно *клетчатки*, изъ которой образованы оболочки растительныхъ клѣтокъ, *хлорофилла* и *крахмала*. Въ настоящее время извѣстно, что эти вещества существуютъ не во всѣхъ растеніяхъ и что ихъ можно встрѣтить, ихъ или-же вещества, аналогичныя имъ, и въ тканяхъ нѣкоторыхъ животныхъ. Целлюлозной оболочки нѣтъ у плазмодіевъ миксомицетовъ (растеній); Carl Smidt показалъ, что мантия туникатъ (животныя) состоитъ изъ разновидности клѣтчатки, названной имъ *туникиномъ*. Хлорофиллъ у растеній можно встрѣтить только въ зеленыхъ надземныхъ частяхъ. Многія изъ низшихъ растеній, а также растенія паразиты, не содержатъ его вовсе. Съ другой стороны хлорофиллъ найденъ у нѣкоторыхъ инфузорій, радіоларій, у прѣсноводной гидры. P. Geddes нашелъ его у морскихъ планарій. Однако по мнѣнію Brandt'a, хлорофиллъ этихъ животныхъ принадлежитъ не имъ самимъ, а мелкимъ зеленымъ водорослямъ, живущимъ въ ихъ тканяхъ. Передъ нами здѣсь любопытный примѣръ *симбіоза*, ассоціаціи двухъ различныхъ организмовъ, примѣръ, аналогичный тому, что мы видимъ у лишайевъ. Животное, пріютивъ въ своихъ тканяхъ растеніе, живетъ какъ бы паразитомъ на счетъ этого растенія, которое доставляетъ ему кислородъ и пищу. Что же касается крахмала, то въ животномъ царствѣ онъ представленъ изомерной формой гликогена или животного крахмала; да и обыкновенный крахмалъ встрѣчается не у всѣхъ растеній. У миксомицетовъ онъ замѣненъ гликогеномъ. Leo Errera показалъ недавно, что то же относится къ мукомамъ и къ *ascomycetes*.

¹⁾ Cl. Bernard. *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*. стр. 258 и слѣд. Paris 1878.

²⁾ A. de Bary. *Morphologie u. Physiologie der Pilze etc.*

Если все животныя въ концѣ концовъ живутъ на счетъ растений, то существуетъ наоборотъ небольшое число растений, питающихся отчасти веществами животнаго происхожденія (Darwin¹⁾; Hooker). Листья *Drosera*, *Dionaea*, *Nepenthes* и нѣкоторыхъ другихъ плотоядныхъ растений захватываютъ насекомыхъ, садящихся на ихъ поверхность. Животное умираетъ и постепенно переваривается сокомъ, выделяемымъ листомъ; неперевариваемые и неусвояемые растеніемъ остатки выкидываются наружу.

Растенія паразитирующія, въ родѣ заразихи (*Orobanche*), питаются какъ и животныя, веществами, приготовленными другими организмами²⁾.

Гистологическіе элементы. Опредѣленіе живого существа, данное на первой страницѣ, одинаково приложимо ко всемъ организмамъ, животнымъ и ра-

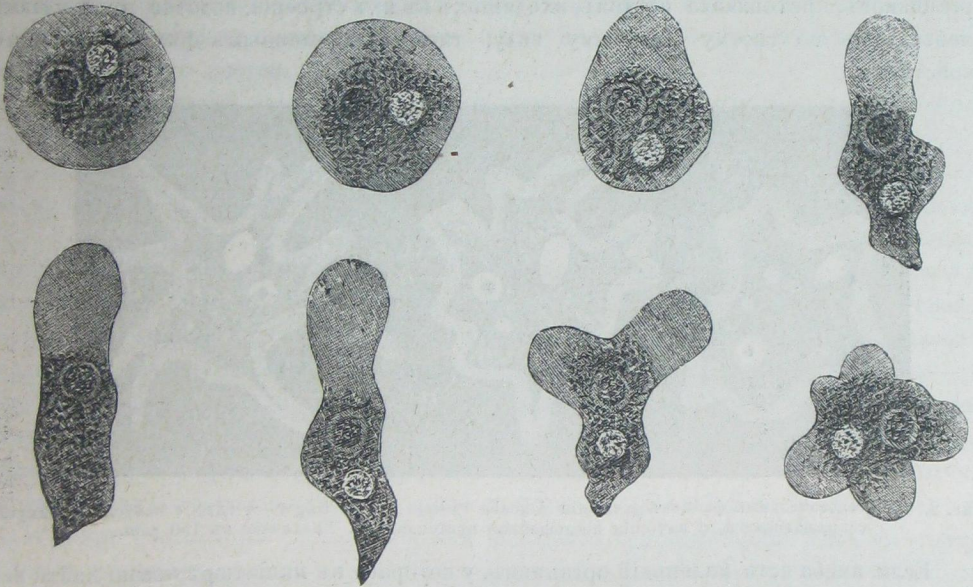
1) Ch. Darwin. *Insectivorous plants*.

2) По отношенію къ насекомояднымъ растеніямъ, остается до сихъ поръ сомнѣніе, не обязанъ ли ферментативными свойствами сокъ, выделяемый ими, тому, что въ немъ поселяются бактеріи и онѣ лишь сообщаютъ соку ферментативныя дѣйствія.

Во всякомъ случаѣ, говоря о растительномъ царствѣ вообще, необходимо признать, что ферменты, совершенно сходные или аналогичные съ животными ферментами, имѣютъ въ немъ широкое распространеніе и играютъ такую же важную роль въ химическихъ превращеніяхъ, совершающихся здѣсь, какъ и въ животномъ мірѣ. Какъ животное, такъ и растение обладаютъ способностью переводить главнѣйшія вещества ихъ жизненнаго обихода (бѣлки, углеводы, жиры) изъ нерастворимаго, такъ сказать, неподвижнаго въ самомъ себѣ состоянія, въ состояніе раствора, способнаго къ диффузіи, къ переходу въ другія отдаленныя части организма; они равно обладаютъ и способностью переводить тѣ же вещества обратно изъ растворимаго, кочующаго состоянія въ состояніе нерастворимое, осѣдлое. Первый процессъ (переведеніе бѣлковъ въ пептоны, крахмала или гликогена въ сахаръ, расщепленіе жировъ на глицеринъ и жирныя кислоты) совершается несомнѣнно съ помощью особыхъ ферментовъ (ихъ иногда называютъ неорганизованными ферментами или *энзимами* въ отличіе отъ организованныхъ ферментовъ—микроорганизмовъ, производящихъ аналогичные процессы; дальнѣйшая характеристика ихъ будетъ сдѣлана въ концѣ первой главы). Каждый ферментъ характеризуется специфическою для него химическою дѣятельностію, но общее для нихъ всѣхъ то, что они сами, присутствуя въ ничтожномъ количествѣ, даютъ толчекъ къ распаданію сложныхъ и большихъ частицъ на болѣе простыя частицы съ принятіемъ воды. Какъ совершается обратный процессъ, это остается нерѣшеннымъ. Нѣкоторые допускаютъ существованіе ферментовъ, дѣйствующихъ въ этомъ обратномъ смыслѣ. Однако доказать дѣйствіе этихъ послѣднихъ съ такою точностію, какъ дѣйствіе первыхъ, не удастся. Одно несомнѣнно, что этотъ обратный переходъ и въ животномъ, и въ растеніи совершается подъ вліяніемъ живой протоплазмы; протоплазма же вырабатываетъ и ферменты, производящія химическія превращенія первой категоріи. Какъ въ растеніи крахмаль, образовавшійся въ зеленыхъ его частяхъ, долженъ сначала превратиться въ растворимый сахаръ и въ такомъ видѣ перейти въ тѣ отдаленныя части (клубни и сѣмена), гдѣ снова отложится въ видѣ крахмала; такъ и въ животномъ организмѣ, крахмаль, находящійся въ пищеварительномъ каналѣ, сначала превращается въ сахаръ и въ такомъ видѣ проникаетъ въ каналы и полости тѣла, а затѣмъ, дойдя до извѣстныхъ тканей (печень, мышцы), снова отлагается въ видѣ животнаго крахмала или гликогена и будетъ храниться здѣсь до тѣхъ поръ, пока новымъ фер-

стеніямъ; оно также хорошо приложимо къ человѣку, какъ и къ организмѣ самымъ простымъ, образованнымъ одной клѣткой. Мало того, достаточно внимательно взвѣсить употребленные термины, чтобы замѣтить, что они одинаково приложимы къ составнымъ частямъ организма и къ образующимъ его клѣткамъ. Можно было бы поэтому подумать, что данное опредѣленіе непригодно. Совсѣмъ нѣтъ; гистологическіе элементы, изъ которыхъ составлено наше тѣло, дѣйствительно маленькіе организмы, въ такой же мѣрѣ, какъ всѣ низшія существа, образованныя одной клѣткой.

Изслѣдуя подъ микроскопомъ бѣлый кровяной шарикъ, лейкоцитъ (фиг. 1),



Фиг. 1.—Послѣдовательныя измѣненія формы бѣлаго кровяного шарика лягушки по Ферворму.

мы найдемъ въ немъ очень много сходства съ прѣсноводной амебой (фиг. 2). Оба они образованы изъ прозрачной, мягкой, болѣе или менѣе вязкой массы съ разсѣянными въ ней зернышками и вокуолями, безпрестанно мѣняющей свою форму

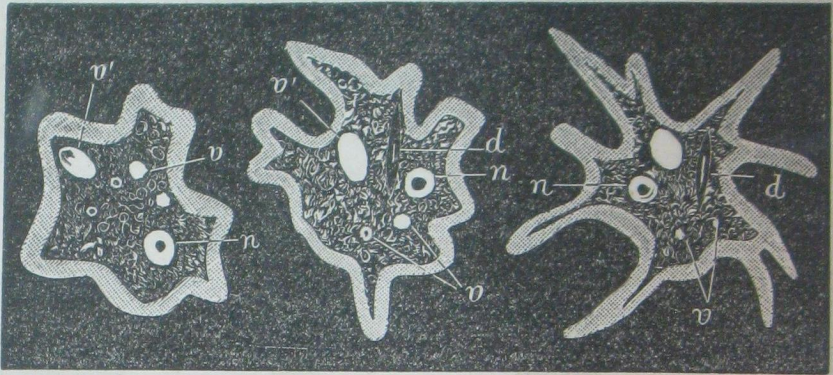
ментативнымъ процессомъ отъ не превратится еще разъ въ сахаръ и не начнетъ новаго передвиженія къ мѣстамъ потребленія. Какъ бѣлки пептонизируются въ животномъ организмѣ и въ такомъ видѣ проходятъ чрезъ животныя перепонки, такъ въ росткахъ растенія тоже найдены ферменты, пептонизирующіе бѣлки, запасенные въ сѣмени. При проростаніи маслянистыхъ сѣмянъ происходитъ расщепленіе масла, совершенно аналогичное тому, которое совершается подъ вліяніемъ фермента поджелудочной железы.

Все это представляетъ еще новую *существенную черту сходства между животнымъ и растительнымъ міромъ*. Не только многіе продукты прогрессивнаго и регрессивнаго метаморфоза веществъ являются одинаковыми въ томъ и другомъ, но и нѣкоторые основныя процессы, а равно и способы ихъ выполненія представляются очень сходными, если не тождественными для нихъ обоихъ.

Это сходство выступаетъ особенно при сопоставленіи тѣхъ приемовъ, которые примѣняетъ живая клѣтка для произведенія извѣстныхъ химическихъ превращеній съ приемами, примѣняемыми для тѣхъ же цѣлей химикомъ. Въ стеклянной ретортѣ можно перевести крахмалы въ сахаръ, но для этого требуется продолжительное *кипленіе* съ разведенной *кислотой*,—два условія равно убійственныя для живой клѣтки. Можно жиръ разложить въ лабораторіи на глицеринъ и жирныя

и содержащей въ серединѣ маленькое, плотное, съ рѣзкими контурами тѣло, *ядро* (въ нѣкоторыхъ случаяхъ ядра можетъ не быть). Эта подвижная масса состоитъ изъ воды, бѣлка и нѣкоторыхъ другихъ веществъ; это и есть сама живая матерія, *физическая основа жизни* (Huxley), *протоплазма* (*прѣто*; первый, *пλάσμα* отъ *πλάσσω* образуя), которой и определяются всѣ основныя свойства живыхъ существъ, животныхъ и растений.

Schleiden первый открылъ, что всѣ органы, всѣ ткани растений образованы изъ клѣтокъ; Schwann, немного позднѣе, показалъ, что то же самое справедливо и относительно всѣхъ органовъ и тканей животныхъ ¹⁾. У всѣхъ организмовъ, протоплазма клѣтокъ, входящихъ въ ихъ строеніе, подобна протоплазмѣ амёбы, какъ по своему внѣшнему виду, такъ и по главнымъ фیزیологическимъ свойствамъ.



Фиг. 2. —Послѣдовательныя фазы въ движеніи *Amoeba radiosa* по Harting'у — *n* ядро, *v* вакуоль, *v'* вакуоль сокращающаяся, *d* navicula поглощенная протоплазмой. Увеличено въ 150 разъ.

Если амёба есть маленькій организмъ, у котораго въ миниатюрѣ можно найти всѣ главнѣйшія функціи высшаго животнаго (автоматизмъ, раздражительность, сократительность, дыханіе, питаніе, воспроизведеніе и т. п.), то же самое представляетъ собою и лейкоцитъ. Лейкоцитъ совершаетъ движенія безо всякаго внѣшняго раздраженія: *автоматизмъ*. Эти движенія состоятъ въ вытягиваніи и втягиваніи сократительныхъ отростковъ: *сократительность*. Внѣшнее раздраженіе, часто ничтожное, можетъ вызвать энергичныя движенія: *раздражительность*. Лейкоцитъ поглощаетъ кислородъ, сжигаетъ углеродъ и водородъ своего тѣла, производитъ угольную кислоту и воду: *дыханіе*. Онъ поглощаетъ изъ окружающей среды частицы и претворяетъ ихъ въ вещества своего тѣла: *питаніе*; онъ выбрасываетъ другія частицы наружу: *выдѣленіе*. Наконецъ, лейкоцитъ можетъ дать происхожденіе другимъ подобнымъ себѣ организмамъ и во всякомъ случаѣ онъ самъ происходитъ отъ другого комочка протоплазмы, подобнаго ему во всемъ существенномъ — *воспроизведеніе*. Какъ амёба, начиная отъ рожденія, онъ проходитъ, опредѣленный циклъ фазъ.

Наши нервы, мышцы, железы, однимъ словомъ, всѣ наши органы образованы группами клѣтокъ. Эти клѣтки первое время являются въ формѣ мало отличающихся другъ отъ друга комочковъ протоплазмы, одинаковыхъ по своимъ свойствамъ и напоминающихъ собой амёбу и лейкоцита. По мѣрѣ того, какъ эти элементы развиваются,

кислоты, но для этого требуется или нагрѣваніе его со щелочами, или дѣйствіе на него перегрѣтыми парами воды. Еще труднѣе даются искусственно химическія превращенія обратнаго порядка; для нихъ требуются: высокое давленіе, высокая температура, отсутствіе воды и проч. — условія, которыхъ нѣтъ въ живой клѣткѣ.

Примѣч. Н. В.

¹⁾ Schwann, *Mikr. Untersuchungen* Berlin 1839.

они дифференцируются; на ряду со специализаціей формы идетъ специализація функцій согласно закону фізіологическаго раздѣленія труда. Нѣкоторыя изъ фізіологическихъ свойствъ возрастаютъ, развиваются на счетъ другихъ. Сократительность совершенствуется въ мышечныхъ элементахъ, автоматизмъ характеризуетъ нервные центры, раздражительность достигаетъ наивысшей степени въ специальныхъ клѣточкахъ органовъ чувствъ и т. п. Но и другія изъ основныхъ свойствъ амёбы существуютъ въ зародышѣ одинаково во всѣхъ этихъ элементахъ.

Каждый лейкоцитъ, каждая клѣтка представляетъ такимъ образомъ въ миніатюрѣ маленькій организмъ, фізіологическій индивидуумъ; наше тѣло поэтому есть агрегатъ, колонія изъ безчисленныхъ живыхъ единицъ. Каждая изъ нихъ имѣетъ свою самостоятельную жизнь, и жизнь всего цѣлаго — только результатъ дѣятельности всѣхъ его частей.

Это объясняетъ намъ, почему части, отдѣленные отъ тѣла, могутъ, если помѣстить ихъ въ благопріятныя условія, жить иногда еще довольно долго.

Lieberkühn наблюдалъ въ продолженіе 85 дней амёбодное движеніе бѣлыхъ шариковъ въ крови саламандры, сохранявшейся внутри стеклянной трубочки.

Paul Bert ¹⁾ показалъ, что лапы и хвостъ крысы, отдѣленные отъ тѣла, продолжаютъ еще жить въ теченіе нѣсколькихъ дней; и если ихъ затѣмъ ввести подъ кожу животнаго того-же вида, то между ихъ сосудистой системой и сосудистой системой новаго организма можетъ установиться сообщеніе и произойти полное возстановленіе ихъ жизненныхъ процессовъ. «Часть тѣла, отдѣленная отъ нервныхъ центровъ и помѣщенная въ благопріятныя условія питанія, продолжаетъ питаться и даже, если она не достигла еще своего полнаго развитія, продолжаетъ правильно развиваться, образовывать костную ткань и достигаетъ въ обычное время своихъ нормальныхъ размѣровъ и формы» (Paul Bert). Хирургія дѣлаетъ многочисленныя приложенія изъ подобнаго пересаживанія живыхъ тканей (*greffe animale*).

Эта независимость клѣтокъ проявляется еще болѣе послѣ смерти. У казненныхъ наблюдали движенія мерцательныхъ клѣтокъ въ продолженіе двухъ сутокъ послѣ казни. У лягушекъ, загнившихъ и остающихся въ водѣ въ теченіе нѣсколькихъ недѣль, можно еще найти рѣснички мерцательнаго эпителия въ движеніи. При умираніи высшихъ животныхъ, для cadaго изъ гистологическихъ элементовъ тѣла наступаетъ особа своя часъ смерти, въ зависимости отъ его выносливости и жизнеспособности. Напротивъ, въ теченіе жизни, всѣ элементы въ извѣстной степени подлежатъ вліянію общей жизни: они воздѣйствуютъ другъ на друга, вліяютъ взаимно одни на другихъ при посредствѣ кровообращенія и нервной системы. Такъ напримѣръ, мышечныя клѣтки сердца живутъ вмѣстѣ, а умираютъ отдѣльно, по выраженію Engelmann'a.

Дополненіе къ русскому изданію.

*] **Біологическая точка зрѣнія въ фізіологiи.** — Изложенное выше воззрѣніе на жизнь, какъ физико-химическое явленіе, представляется совершенно цѣльнымъ и опредѣленнымъ; однако — по крайней мѣрѣ въ настоящее время — оно не въ состояніи обнять всѣ крайне сложныя и разнообразныя фізіологическія явленія, указать для cadaго изъ нихъ опредѣленное мѣсто. Если съ одной стороны нельзя сомнѣваться, что законы природы распространяются безъ всякаго исключенія также и на жи-

¹⁾ Paul Bert. *Journal de Robin* 1863 *Ann. des. sc. nat. Zoologie*, 5-e ser. t. V,

вой организмъ, то съ другой стороны никто не можетъ утверждать, что извѣстные до сихъ поръ законы физики и химіи *достаточно* даже для объясненія однихъ матеріальныхъ явленій жизни.

Одинъ примѣръ пояснить сейчасъ сказанное. Всасываніе продуктовъ пищеваренія въ пищеварительномъ каналѣ и выдѣленіе почками изъ крови отбросовъ всего организма—оба эти процесса имѣютъ всѣ внѣшніе признаки для того, чтобы ихъ считать входящими цѣликомъ въ область физики и химіи. Въ сравнительно недавнее время построены были теоріи, толкующія эти процессы какъ случаи фильтраціи и осмоса въ тѣхъ своеобразныхъ условіяхъ, которыя даются строеніемъ органовъ и физическими свойствами имѣющихся въ нихъ перепонокъ. Однако въ настоящее время не найдется ни одного физиолога, который бы считалъ возможнымъ смотрѣть такимъ образомъ на всасываніе и выдѣленіе. Болѣе близкое изученіе дѣла показало именно, что свести ихъ къ извѣстнымъ до сихъ поръ законамъ физики и химіи никоимъ образомъ нельзя, что въ основѣ ихъ лежитъ *специфическая дѣятельность живыхъ* клеточныхъ элементовъ, входящихъ въ строеніе этихъ органовъ. Пока эти клеточные элементы могутъ функционировать нормально, они, такъ сказать, *выбираютъ* изъ протекающихъ мимо ихъ растворовъ и твердыхъ тѣлъ одни вещества, оставляютъ въ сторонѣ другія; какъ скоро они будутъ убиты, или только временно измѣнены въ своихъ жизненныхъ свойствахъ, тѣ же органы начинаютъ совершенно иначе (теперь по простымъ физическимъ законамъ) служить мѣстомъ прохожденія жидкостей и растворовъ.

Совершенно аналогичное можно встрѣтить во всѣхъ отдѣлахъ физиологіи. Пока дѣло идетъ объ изученіи крупныхъ, валовыхъ обнаруженій дѣятельности нашего тѣла, напр. объ обмѣнѣ вещества вообще, объ механическихъ дѣйствіяхъ сокращающейся мышцы и т. под., примѣненіе методовъ физико-химическихъ является крайне плодотворнымъ, изслѣдованіе движется по твердому пути; но какъ только изученіе направляется глубже, какъ только хотятъ дойти до основныхъ причинъ явленія, то въ послѣднемъ анализѣ всегда приходятъ къ клеткѣ. Это всегда—клетка, повторяющая съ одной стороны общія свойства клетокъ, съ другой стороны специфичная по своей дѣятельности въ данной ткани.

Въ ней, въ этомъ мельчайшемъ комкѣ протоплазмы, иногда болѣе или менѣе дифференцированномъ и измѣненномъ, скрыты всѣ основныя проявленія жизнедѣятельности; и тутъ то они ускользаютъ отъ нашего дальнѣйшаго анализа. Почему характерная для извѣстной железы клетка вырабатываетъ такіа-то и такіа-то вещества, а клетки другой железы проявляютъ химическую дѣятельность, направленную совершенно инымъ образомъ? почему мышечная клетка, подъ вліяніемъ внѣшняго раздражителя приходитъ въ состояніе дѣятельности и укорачивается въ одномъ опредѣленномъ направленіи? Почему клетки дыхательнаго центра должны особенно возбуждаться кровью, имѣющей тотъ или другой составъ газовъ, а клетки въ regio olfactoria носовой полости должны особенно чувствительно реагировать на пахучія вещества? На эти и подобные вопросы физико-химическое воззрѣніе на жизнь не даетъ намъ никакихъ отвѣтовъ и не обѣщаетъ дать въ ближайшемъ будущемъ. Но должны ли явленія такого рода оставаться совершенно изолированными, безъ объединяющей ихъ точки зрѣнія?

Многія физиологическія явленія могутъ быть приведены въ настоящее время въ нѣкоторую связь и получить извѣстное освѣщеніе съ біологической точки зрѣнія, т. е. такой точки зрѣнія, которая дается совокупностію наукъ, изучающихъ жизнь

Хотя біологическіе законы, по сравненію съ физическими, носятъ болѣе

эмпирический характеръ, хотя они представляются по своему смыслу менѣе ясными и не столь рѣзко очерченными, тѣмъ не менѣе руководиться ими при изученіи многихъ сложныхъ явленій организма настолько же необходимо, какъ и механическимъ воззрѣніемъ на жизнь при изученіи явленій болѣе простыхъ.

Самое послѣднее время дало намъ блестящій примѣръ плодотворности біологической точки зрѣнія при изученіи сложныхъ явленій жизни. Мечниковъ, взглянувъ на вѣдреніе бактерій въ организмъ сложнаго животнаго, какъ на такой случай, который долженъ повести къ борьбѣ между пришельцами и подвижными амебообразными клѣтками хозяина, сталъ слѣдить за проявленіями этой борьбы на разныхъ ступеняхъ животнаго царства въ зависимости отъ относительной силы и приспособленности борющихся сторонъ и въ зависимости отъ условій среды, дающихъ выгоды той или другой сторонѣ. Явилась опредѣленная и широкая программа изслѣдованій; каждый новый шагъ приносилъ новые результаты; и если не каждый новый фактъ становился сразу яснымъ и безспорнымъ по своему значенію, то этого надо было ожидать впередъ въ виду крайней сложности вопроса (вѣдь дѣло идетъ о жизненныхъ соотношеніяхъ еще болѣе сложныхъ, чѣмъ жизнь одного организма). Несмотря на эти затрудненія, общая точка зрѣнія укрѣплялась все болѣе и болѣе, многія основныя явленія, относящіяся къ реакціи животнаго на проникающіе въ него микроорганизмы дѣлались постепенно все болѣе понятными.

Въ то же время рядъ другихъ изслѣдователей исходилъ въ томъ же вопросѣ изъ другой точки зрѣнія: они искали объясненія явленій въ тѣхъ или другихъ *химическихъ* свойствахъ *жидкостей* животнаго организма. Такая точка зрѣнія можетъ казаться на первыхъ порахъ гораздо болѣе научной. Однако на самомъ дѣлѣ, при недостаточности современныхъ познаній, она допускаетъ гораздо менѣе точную постановку вопросовъ. И замѣчательно, что сторонниковъ такой точки зрѣнія роковой ходъ изслѣдованій приводилъ обыкновенно въ концѣ концовъ къ біологической точкѣ зрѣнія Мечникова (см. ученіе о крови).

Такимъ образомъ въ однихъ вопросахъ можетъ оказаться плодотворнѣе одна точка зрѣнія, въ другихъ—другая. Функція красныхъ шариковъ крови намѣчена уже довольно давно и выяснена благодаря примѣненію физико-химическихъ методовъ. Наоборотъ, значеніе другой составной части крови—бесцвѣтныхъ клѣтокъ выяснилось въ послѣдніе 10—15 лѣтъ болѣе, чѣмъ за все время существованія физиологій, и это совершилось благодаря біологическимъ пріемамъ изслѣдованія.

Однако всестороннее изученіе cadaго сложнаго физиологическаго явленія должно считаться съ обоими точками зрѣнія. И если, приступая къ изученію такого явленія, физиологъ долженъ говорить себѣ, что предъ нимъ фактъ „физики живого существа“, то для него не менѣе обязательно имѣть также въ виду, что предъ нимъ фактъ общей біологій ¹⁾).

¹⁾ Иногда біологическую точку зрѣнія обзываютъ «витализмомъ» съ намекомъ на сходство ея съ этимъ послѣднимъ выжившимъ воззрѣніемъ. (Поводъ къ этому отчасти данъ и нѣкоторыми авторами, говорившими о невозможности свести въ настоящее время явленія жизни къ механической точкѣ зрѣнія; см. Bunge «Vitalismus und Mechanismus», Бородинъ «Протоплазма и витализмъ»). Но тутъ очевидно, кроется по существу дѣла недоразумѣніе. Никто не станетъ отрицать, что біологія имѣетъ свой рядъ твердо установленныхъ фактовъ и свои хотя эмпири-

Физиологическое явленіе съ біологической точки зрѣнія.

а) Въ основѣ всякой физиологической дѣятельности лежитъ *дѣятельность протоплазмы*. Въ элементахъ различныхъ тканей послѣдняя можетъ быть сильно измѣнена въ физиологическомъ отношеніи, равно какъ и въ морфологическомъ; тѣмъ не менѣе живымъ клѣткамъ присущи въ извѣстной степени всѣ свойства первичной, недифференцированной протоплазмы, отъ которой онѣ произошли.

Сравниваютъ дѣятельность протоплазмы съ дѣятельностью механизма строящаго изъ одного и того же матеріала машины, предназначенныя для цѣлей совершенно различнаго рода. То же самое дѣлаетъ и протоплазма: видоизмѣняясь въ отдѣльныхъ своихъ свойствахъ, приспособляясь въ частныхъ случаяхъ для извѣстныхъ специфическихъ дѣятельностей, она тѣмъ не менѣе остается въ основныхъ свойствахъ одною и тою же. Стало быть, наблюдая на сложномъ животномъ за дѣятельностію—иногда крайне своеобразною—какой либо ткани или органа, не слѣдуетъ упускать изъ виду, что каждый разъ имѣють дѣло съ **живыми единицами**, поставленными въ своей дѣятельности въ условія общія для всѣхъ живыхъ организмовъ. Между тѣмъ это иногда упускается изъ виду: производя наблюденія надъ извѣстнымъ органомъ, смотрятъ на него какъ на механизмъ, предназначенный только для извѣстной работы; если и интересуются условіями его жизнедѣятельности, то лишь постольку, поскольку это необходимо для успѣха опыта. Физиологъ долженъ часто изолировать органы одни отъ другихъ, ставить ихъ для этого въ искусственныя условія. Понятно поэтому, ему приходится считаться съ нѣкоторыми условіями ихъ жизнедѣятельности; но не всегда эти соображенія освѣщаются общими біологическими указаніями.

Условія, необходимо требуемая отъ всякой среды, пригодной для жизни, являются слѣдующими:

1. *Теплота*. Вообще говоря, жизнь возможна только между извѣстнымъ минимумомъ и максимумомъ температуры. Когда температура опускается ниже перваго, всѣ жизненныя явленія останавливаются, наступаетъ состояніе оцѣпенѣнія; однако на низшихъ организмахъ жизнь можетъ быть снова восстановлена, если охлажденіе не было крайне сильно и возвращеніе къ нормальнымъ температурамъ совершается постепенно. Когда температура переходитъ за максимумъ, то начи-

ческіе, но опредѣленные законы; между тѣмъ витализмъ кромѣ голаго предположенія особой жизненной силы ничего не представилъ. Въ самомъ дѣлѣ, суть лежитъ не въ названіи, а въ томъ содержаніи, которое этимъ названіемъ обозначается. «Химическое сродство» терминъ далеко не привлекательный для лица, стремящагося свести химическія явленія къ механикѣ движенія атомовъ; однако этотъ терминъ является и полезнымъ, и неизбѣжнымъ для современнаго состоянія химіи. Напротивъ, признаніе особой «жизненной силы» является столько же плодотворнымъ, насколько было бы плодотворно для физики восстановленіе воззрѣнія, что «природа боится пустоты». Въ самомъ дѣлѣ, витализмъ оказывается бесполезнымъ даже при изученіи цѣлесообразности, наблюдаемой въ строеніи и отправленіяхъ живыхъ существъ—область, для которой онъ прежде всего предназначенъ.

нается свертываніе бѣлковъ, входящихъ въ составъ живыхъ клѣтокъ, «тепловое окоченіе», и возвращеніе къ жизни становится невозможнымъ.

Для большинства живыхъ существъ эти крайнія температуры лежатъ между 0° и 50° ¹⁾.

Причина этого, надо думать, лежитъ въ томъ, что тѣ химическія превращенія, на которыхъ основывается жизнь, возможны въ живой клѣткѣ только въ указанныхъ границахъ температуры.

Свѣтъ не представляетъ, повидимому, условія, абсолютно необходимаго для жизни.

2. *Вода*. Она составляетъ самую значительную часть (около $\frac{2}{3}$), какъ одноклѣточныхъ организмовъ, такъ и высшихъ животныхъ. Съ присутствіемъ ея связаны самымъ тѣснымъ образомъ и химическія превращенія, совершающіяся въ нихъ, и движеніе въ нихъ соковъ. Поэтому понятна необходимость ея во внѣшней средѣ.

Зависимость жизни отъ присутствія воды въ окружающей средѣ въ особенности ясно выступаетъ на организмахъ, живущихъ въ сточныхъ желобахъ, въ подвергающихся періодически высыханію прудахъ и т. под. Какъ только появляется здѣсь вода, развивается цѣлый міръ мелкихъ существъ (водоросли, бактеріи, инфузоріи, коловратки, тардыграды и т. д.). За время сухости одни изъ нихъ находились въ состояніи споръ, другія—въ состояніи замурованномъ въ цисту,—всѣ—въ состояніи *химическаго безразличія* (Cl. Bernard); т. е. въ нихъ не совершалось какихъ-либо химическихъ превращеній, характеризующихъ жизнь. Подъ влияніемъ воды они выходятъ изъ состоянія оцѣпенѣнья, начинаютъ жить, и это продолжается до тѣхъ поръ, пока новая засуха не положитъ этому конецъ, а затѣмъ вновь попавшая вода не пробудитъ снова къ жизни оставленные ими споры и неподвижныя цисты.

3. *Кислородъ*. Онъ долженъ быть въ свободномъ, газообразномъ или растворенномъ состояніи; (примѣшанный къ нему азотъ въ атмосферѣ не имѣетъ никакого прямого отношенія къ жизненнымъ процессамъ и можетъ быть замѣненъ другимъ «индифферентнымъ» газомъ, напр. водородомъ). О значеніи для организмовъ производимыхъ имъ окислительныхъ процессовъ говорилось выше. Откуда онъ получаетъ въ живыхъ клѣткахъ способность производить такіа окислительныя дѣйствія (на бѣлки, жиры, углеводы), которыми не обладаетъ обыкновенный атмосферный кислородъ,—отвѣтъ гипотетическій на это дается въ концѣ I главы и въ ученіи о дыханіи.

Зависимость жизни отъ присутствія кислорода наблюдается на простѣйшихъ организмахъ также съ большою наглядностію. Въ дистиллированной водѣ, изъ которой выгнанъ воздухъ, всѣ клѣтки погибаютъ крайне быстро. Въ обыкновенныхъ условіяхъ наблюденія подъ микроскопомъ, находятъ подвижныя клѣтки скопившимися по краямъ покровнаго стекла, гдѣ больше доступъ свободного кислорода. Engelmann описалъ методу для открытія самыхъ ничтожныхъ количествъ кислорода съ помощію одной бактеріи. При отсутствіи кислорода эта бактерія неподвижна; какъ только появляется кислородъ, она начинаетъ совершать движенія.

¹⁾ Однако для нѣкоторыхъ простѣйшихъ организмовъ эти предѣлы должны быть еще болѣе раздвинуты. Указываютъ на одноклѣточныхъ водорослей, которыя размножаются на свѣту; съ другой стороны, извѣстны водоросли, живущія въ горячихъ ключахъ съ температурой выше 50° . Споры нѣкоторыхъ бактерій переносятъ безнаказанно и охлажденіе до -100° и нагреваніе въ водѣ до температуры, заходящей за $+100^{\circ}$.

Исключеніемъ изъ общаго правила являются *анаэробныя* бактеріи и дрожжевыя грибки. Они могутъ жить и размножаться при полномъ отсутствіи кислорода (Pasteur). Но это исключеніе скорѣе кажущагося, чѣмъ принципиальнаго характера. Подобныя организмы живутъ въ жидкостяхъ, способныхъ къ броженію. Кислородъ, необходимый для ихъ окислительныхъ процессовъ, добывается разложениемъ бродящихъ веществъ. Точно то-же надо принять для паразитовъ кишечнаго канала (Bunge). Есть основанія предполагать, что когда лягушка помѣщена въ атмосферу чистаго азота и продолжаетъ тамъ цѣлые часы жить и образовывать большое количество углекислоты (Pflüger), то она находится тоже въ аналогичныхъ съ этимъ условіяхъ.

4. *Пищевыя вещества.* Органическія безазотистыя и азотистыя вещества составляютъ матеріалъ для окислительныхъ процессовъ и для построенія новыхъ образований; минеральныя вещества этого значенія не имѣютъ, но они тоже являются, повидимому, совершенно необходимыми для хода химическихъ превращеній въ организмѣ, а иногда и для образованія тканей, какъ напр. известъ для построенія костей.

Пища животныхъ должна быть всегда извѣстнаго сложнаго и смѣшаннаго характера. Бактеріи и низшіе грибки можно воспитывать въ «питательныхъ растворахъ» сравнительно простаго состава, варьирующихъ однако по роду взятыхъ организмовъ (см. примѣч. на стр. 5). Къ сожалѣнію, такихъ изслѣдованій существуетъ сравнительно еще немного; а между тѣмъ они должны составлять необходимую ступень для уясненія болѣе сложнаго механизма питанія животныхъ, построенныхъ изъ разныхъ тканей.

5. *Удаленіе отбросовъ.* Жизнедѣятельность каждой клѣтки сопровождается образованіемъ продуктовъ распада, которые, накопляясь въ окружающей средѣ, должны парализовать ея дальнѣйшую дѣятельность. Это выступаетъ въ особенности ясно на организмахъ, производящихъ процессы броженія. При алкогольномъ броженіи, когда содержаніе алкоголя въ жидкости достигнетъ извѣстной величины, броженіе останавливается. Чтобы масляное или молочное броженіе продолжалось все дальше и дальше, необходимо постоянно удалять кислоту изъ круга дѣйствія прибавкой порошкообразнаго мѣла.

У животныхъ въ результатъ жизнедѣятельности получаютъ продукты распада очень разнообразнаго характера. Когда вслѣдствіе какихъ-либо причинъ устраненіе ихъ становится невозможнымъ, происходитъ настоящее отравленіе.

Углекислота, какъ отбросъ газообразный, удаляется дыханіемъ.

Зависимость жизни отъ перечисленныхъ условій проявляется на низшихъ организмахъ съ большою наглядностію. Съ перваго взгляда можетъ показаться, что высшія животныя представляютъ гораздо болѣе независимость отъ указанныхъ условій, чѣмъ животныя низшія; такъ напр., первыя могутъ существовать и при температурахъ ниже 0, и при температурахъ, превосходящихъ указанный максимумъ. На самомъ дѣлѣ зависимость здѣсь еще сильнѣе и поставлена въ болѣе узкіе предѣлы. Въ дѣйствительности элементарныя организмы, составляющіе тѣло высшихъ животныхъ, живутъ не прямо на счетъ внѣшней среды, но они имѣютъ дѣло непосредственно лишь съ *внутренней средой* (Cl. Bernard). Этой средой является кровь, омывающая всѣ ткани съ входящими въ ихъ составъ клѣтками. Кровь удовлетворяетъ въ совершенствѣ всѣмъ требованіямъ, предъявляемымъ средѣ пригодной для жизни. Поэтому изученіе физиологій и должно начинаться естественно съ изученія крови (и происходящей отъ нея лимфы) Но кровь должна сама обновляться. Для этого возникаетъ прежде всего необхо-

димость ея передвиженія—кровообращеніе. Затѣмъ эта внутренняя среда должна сама пополняться новыми составными частями взаменъ израсходованныхъ и освобождаться отъ отбросовъ, поступающихъ въ нее изъ тканей. Вся *физиологія растительныхъ процессовъ*, составляющая первую половину этой книги, и занимается въ сущности относящимися сюда явлениями. Входяція въ нее главы: дыханіе, пищевареніе, всасываніе, выдѣленія занимаются прежде всего вопросами о томъ, какимъ образомъ внутренняя среда вступаетъ въ вещественный обменъ съ внѣшней средой. Напротивъ, вопросы объ такомъ же обменѣ между внутренней средой и тканевыми элементами изучены пока въ гораздо меньшей степени и остаются во многихъ отношеніяхъ темными. Дальше, изъ другихъ главъ перваго отдѣла физиологіи можно видѣть, что поддержаніемъ нормальнаго состава крови занять цѣлый рядъ железъ, которыя поэтому называются железами кроветворенія. Наконецъ глава о животной теплотѣ разъясняетъ, какимъ образомъ при посредствѣ циркулирующей всюду крови во всѣхъ внутреннихъ частяхъ тѣла поддерживается равномерная (у теплокровныхъ и постоянная) температура.

Такимъ образомъ клѣточные элементы высшихъ животныхъ живутъ какъ бы въ искусственной, строго регулируемой средѣ и только при посредствѣ ея вступаютъ въ соотношеніе съ внѣшнимъ міромъ. Какъ скоро условія этой среды значительно уклоняются отъ нормы, жизнь клѣточныхъ элементовъ парализуется. Стоитъ прекратить притокъ крови къ какому-либо органу, и это наступаетъ съ неизбѣжностію. Если остановка кровообращенія длится не долго, то возстановленіе его снова оживляетъ данный органъ.

б) Когда какое-либо изъ условій, представляемыхъ средою, уклоняется отъ нормы мало по малу, то живыя существа въ цѣломъ, какъ и ихъ отдѣльные органы, обнаруживаютъ **приспособляемость** къ измѣнившимся условіямъ. Если воздухъ, которымъ дышетъ животное, портится постепенно, то животное продолжаетъ еще дышать при такомъ его составѣ, при которомъ попавшее туда свѣжее животное погибаетъ быстро (Claus Bernard). Если сердце теплокровнаго животнаго охлаждать постепенно, то оно продолжаетъ еще долго пульсировать при такихъ температурахъ, внезапное охлажденіе до которыхъ быстро остановило бы сердце. Если давать животному чрезъ нѣкоторыя промежутки малыя дозы извѣстныхъ ядовъ и потомъ дозы постепенно усиливать, то животное приучается переносить безнаказанно такія его количества, которыя были бы болѣе чѣмъ достаточны, чтобы убить свѣжее животное или вызвать бурную картину отравленія (общеизвѣстный примѣръ этому представляетъ привычка къ табаку).

При изученіи физиологіи часто приходится встрѣчаться съ противорѣчивыми показаніями отдѣльныхъ авторовъ, работавшихъ надъ однимъ и тѣмъ же предметомъ. Значительная часть такихъ противорѣчій происходитъ отъ неодинаковыхъ условій, при которыхъ ихъ наблюденія были сдѣланы. Между тѣмъ условія функциональной дѣятельности живыхъ частей настолько сложны и въ то же время деликатны, что часто только гораздо позднѣе выясняется, какъ незначительное уклоненіе того или другого условія могло существенно измѣнить результатъ опыта. Такъ, изслѣдуя дѣйствіе одного и того же нерва на кровеносные сосуды, можно прийти къ совершенно противоположнымъ результатамъ, смотря по тому, ведется ли опытъ при болѣе низкой или при болѣе высокой температурѣ (Bernstein).

Выше имѣлись въ виду явленія приспособляемости, наблюдаемыя въ предѣлахъ физиологическаго опыта. Здѣсь отнюдь не предполагается разсма-

тривать приспособляемость во всемъ ея біологическомъ объемѣ, какъ она, напр., наблюдается въ ряду поколѣній, выражается акклиматизаціей организма и проч. Но говоря о приспособляемости и въ первомъ, болѣе ограниченномъ смыслѣ, слѣдуетъ имѣть въ виду, что она составляетъ свойство, проникающее, такъ сказать, всѣ явленія, совершающіяся въ живомъ организмѣ: одно изъ опредѣленій „жизни“—всегда болѣе или менѣе одностороннихъ—выражаетъ самое жизнь, какъ „постоянное приспособленіе внутреннихъ отношеній къ внѣшнимъ отношеніямъ (Гербертъ Спенсеръ). Дѣйствительно, каждая глава физиологіи даетъ тому разнообразныя примѣры. При этомъ приспособленіе выражается не только привычкою организма къ внѣшнимъ условіямъ (какъ въ выше приведенныхъ примѣрахъ), но кромѣ того—что важнѣе и характернѣе—воздѣйствіемъ его самого на измѣнившіяся внѣшнія условія. Какъ только понижается внѣшняя температура, въ тѣлѣ теплокровныхъ усиливаются процессы горѣнія и въ связи съ ними развитіе тепла. Сердце усиливаетъ свои сокращенія или дѣлаетъ ихъ чаще, какъ только условія движенія крови ставятъ къ тому запросъ. Когда одно легкое или одна почка перестаютъ фунціонировать, другой парный органъ усиливаетъ свою дѣятельность. И т. д.

Въ другихъ случаяхъ явленія приспособляемости имѣютъ менѣе ясный характеръ, какъ напр. по удаленіи изъ тѣла какой-либо железы усиленіе дѣятельности нѣкоторыхъ другихъ железъ, неоднородныхъ съ нею. Выясненіе подобныхъ отношеній составляетъ одну изъ существенныхъ задачъ физиологіи, для которой механическое возрѣніе на жизнь не даетъ, конечно, рѣшительно никакой руководящей идеи. Изслѣдуя высшихъ животныхъ, для явленій этого рода ищутъ объясненія въ тѣхъ или другихъ вліяніяхъ и дѣйствіяхъ нервной системы, какъ главнаго регулятора жизненныхъ соотношеній между различными частями тѣла. Однако новѣйшія изслѣдованія даютъ все больше указаній на то, что значеніе нервной системы въ этомъ смыслѣ часто преувеличивается; чтобы прійти къ вѣрной оцѣнкѣ, необходимо собрать болѣе обширный сравнительно-физиологическій матеріалъ и изучить разностороннѣе дѣйствіе раздражителей на живыя образованія.

в) Когда какой-либо изъ факторовъ внѣшней среды измѣняется въ своемъ дѣйствіи очень быстро, то онъ вызываетъ рѣзкую реакцію со стороны физиологическихъ элементовъ. Тогда онъ получаетъ названіе **раздражителя**. Характернымъ представляется здѣсь то, что живыя образованія представляютъ большую *измѣнчивость реакціи* и притомъ часто не только въ количественномъ, но и въ качественномъ отношеніи. Въ то время, какъ ртуть при повышеніи температуры представляетъ прогрессивно идущее раздвиганіе своихъ частицъ, а при пониженіи таковое же сближеніе, не то представляетъ при тѣхъ же условіяхъ физиологическій аппаратъ. Если дѣйствовать на лапку лягушки все болѣе и болѣе теплой водой, то раздражительность (рефлекторная) въ лапкѣ сначала повышается, при извѣстной температурѣ достигаетъ максимума—лапка дѣлаетъ движенія; потомъ она начинаетъ падать, переходитъ въ пониженную противъ нормы, а при дальнѣйшемъ повышеніи температуры, она снова повышается, опять достигаетъ новаго максимума и снова переходитъ въ пониженную, прежде чѣмъ будетъ совсѣмъ убита (Головинъ). Если перерѣзать сѣдалищный нервъ и къ нижнему его концу прикладывать быстро слѣдующіе другъ за другомъ индукціонные токи, то при меньшей ихъ силѣ наблюдаютъ на лапкѣ *сгибаніе*, при большей—*разгибаніе* (Ritter, Rollet):

т. е., какъ будто индукціонные токи, приложенные къ одному и тому же нерву, дѣйствуютъ въ зависимости отъ ихъ силы, то на одну группу мышцъ, то на другую, антагонистическую,

И такія сложныя явленія получаютъ на фізіологическихъ аппаратахъ еще сравнительно простыхъ. Поэтому установленіе фізіологическихъ законовъ, отысканіе принципа, лежащаго въ основѣ явленій, формулируемыхъ этими законами, сопряжено обыкновенно съ чрезвычайными трудностями. Крайне поучительнымъ примѣромъ этого можетъ служить законъ Pflüger'a выражающій дѣйствіе постоянного тока на нервъ и разсматриваемый подробно въ нервной фізіологіи. На каждомъ шагу можно наталкиваться на явленія, противорѣчащія этому закону; и однако при болѣе глубокомъ изслѣдованіи противорѣчія оказываются только кажущимися, такъ какъ объясненіе имъ находится не въ противорѣчій принципу, а въ сложности условій, которыми обставлено возникновеніе даннаго фізіологическаго явленія. Въ то же время изученіе дѣйствія раздражителей на различные фізіологическіе приборы составляетъ одну изъ самыхъ важныхъ задачъ фізіологіи. Въ самомъ дѣлѣ, всякій фізіологическій процессъ можно свести къ тому, что извѣстные живые элементы тѣла, бывшіе раньше «въ покоѣ», приходятъ въ «дѣятельное состояніе», въ состояніе «возбужденія» или наоборотъ возвращаются изъ этого состоянія снова къ покою. Переходъ отъ покоя къ дѣятельности совершается или подъ вліяніемъ раздражающихъ толчковъ, приходящихъ изъ внѣшней среды, или подъ вліяніемъ измѣненій, совершившихся въ самомъ раздражительномъ веществѣ въ силу совершающихся въ немъ самомъ процессовъ (автоматизмъ, произвольныя движенія). Какъ дѣло происходитъ въ этомъ послѣднемъ случаѣ, какъ возникаютъ нормальныя, естественныя раздраженія,—это остается отъ насъ скрытымъ. Чтобы приблизиться къ выясненію вопроса, экспериментаторъ вынужденъ прибѣгать къ дѣйствію *искусственныхъ* раздражителей (электричество, механическіе толчки, химическія вещества, колебанія температуры и проч.).

Оставляя въ сторонѣ всевозможныя осложненія и уклоненія, наиболѣе общимъ надо признать, мнѣ кажется, слѣдующій ходъ явленій: всякій физическій факторъ начинаетъ обнаруживать свое дѣйствіе на данный фізіологическій аппаратъ, когда онъ самъ достигнетъ извѣстной силы—*порогъ раздраженія*; при дальнѣйшемъ его усиленіи фізіологическая реакція усиливается, но не пропорціонально его усиленію; при извѣстной еще болѣе его силѣ онъ производитъ наиболѣе сильную реакцію—это будетъ *optimum* дѣйствія съ его стороны; усиленіе раздражителя выше этого приноситъ уже ослабленіе реакціи и наконецъ послѣдняя совсѣмъ прекращается. Однако если раздражитель не достигъ чрезмѣрной силы или дѣйствіе его не продолжается очень долго, то прекращеніе реакціи не указываетъ еще на смерть реагирующаго образованія, потому что жизненность его снова можетъ проявиться по устраненіи раздражителя; вмѣстѣ съ тѣмъ состояніе его за это время не представляется и индифферентнымъ, одинаковымъ съ тѣмъ, въ какомъ находился этотъ живой механизмъ, когда на него не дѣйствовалъ раздражитель или послѣдній былъ еще ниже порога раздраженія; это не есть состояніе «покоя», потому что фізіологическій аппаратъ является подавленнымъ, угнетеннымъ въ своихъ функціональныхъ свойствахъ. Въ виду этого и въ противоположность предыдущему, слѣдуетъ сказать, что раздражитель представляетъ теперь *pressimum* дѣйствія (Введенскій). Подробности отношенія этого рода будутъ разобраны въ мышечной и нервной фізіологіи.

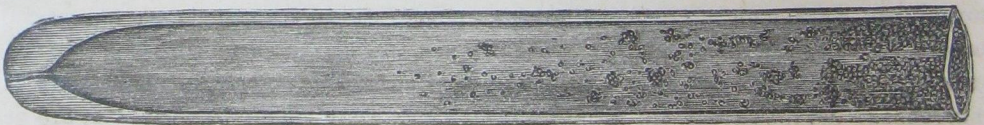
Итакъ, въ то время, какъ съ физико-химической точки зрѣнія на жизнь раздражитель производитъ не что иное, какъ «взрывъ энергіи» (стр. 2), дѣйствительныя явленія, наблюдаемыя на живыхъ образованіяхъ, далеко не входятъ въ эту формулу.

Въ большинствѣ случаевъ дѣйствіе раздражителя представляется двойственнымъ, т. е. возбужденіе въ однихъ условіяхъ, угнетеніе—въ другихъ. Эта двойственность въ дѣйствіи раздражителей имѣетъ, повидимому, широкое распространеніе и притомъ какъ по отношенію къ простѣйшимъ организмамъ, такъ и по отношенію къ комплексамъ клѣтокъ, образующихъ ткани и органы. Считаться съ такою двойственностію особенно необходимо, когда дѣло идетъ о дѣйствіи тѣхъ или другихъ вѣншихъ факторовъ на сложный организмъ высшихъ животныхъ и человека. Предполагая примѣнить какое-либо химическое вещество, напр. извѣстный алколоидъ, полезно предварительно задать себѣ вопросъ, не можетъ ли онъ оказать дѣйствіе противоположное тому, которое отъ него ожидается. Въ самомъ дѣлѣ, многіе изъ алколоидовъ тоже характеризуются двойственностію своего дѣйствія: въ одной дозѣ или стадіи данное вещество дѣйствуетъ однимъ образомъ, въ другой дозѣ или стадіи—совершенно противоположнымъ. Между тѣмъ одна изъ этихъ сторонъ дѣйствія иногда легко ускользаетъ отъ разсчета, будучи менѣе рѣзко выраженной или болѣе скоропреходящей; однако при нѣкоторомъ сочетаніи условій она-то и можетъ оказаться въ особенности важной.

Химическіе раздражители получили недавно теоретическій интересъ особаго рода въ явленіяхъ **хемотаксиса** или хемотропизма. Если на подвижныя клѣтки заставить дѣйствовать химическія вліянія односторонне, т. е. въ одномъ опредѣленномъ направленіи, то, смотря по роду взятыхъ химическихъ веществъ и по роду живыхъ клѣтокъ, эти послѣднія или выказываютъ стремленіе приблизиться къ данному веществу, или наоборотъ уйти отъ него возможно дальше; другими словами, въ первомъ случаѣ вещество производитъ на живую клѣтку положительный хемотаксисъ, во второмъ случаѣ—отрицательный.

Въ простѣйшемъ случаѣ постановка опыта можетъ быть слѣдующая. Тонкая волосная трубка наполняется растворомъ извѣстнаго вещества и запаивается на одномъ концѣ (фиг. 3); затѣмъ ее помѣщаютъ въ среду, гдѣ находятся изслѣдуемые простые организмы (напр. въ каплю съ амебами, инфузоріями, сперматозоидами и т. под.).

Изслѣдуя такую трубку подъ микроскопомъ, и наблюдаютъ или оживленное движеніе въ нее клѣтокъ, или удаленіе отъ нея. Когда желаютъ изучить дѣйствіе извѣстнаго вещества на лейкоцитовъ, то вводятъ такія трубки на нѣсколько часовъ подъ кожу животнаго. Если данное вещество обнаруживаетъ привлекающее дѣйствіе на нихъ, трубка—въ особенности около отверстія—оказывается набитой этими клѣтками.



Фиг. 3.—Капиллярная трубка, запаянная на одномъ концѣ и наполненная предварительно жидкостью, въ которой культивировались гнойныя кокки (*staphylococcus pyogenes albus*). Черезъ отверстіе въ трубку проникли въ большомъ числѣ лейкоциты—видимы на фиг. круглыя тѣла. По Ферворму.

Явленія хемотаксиса впервые наблюдались ботаникомъ *Stahl'em* надъ пласмодіями миксомицетовъ: обнаруживалось сильное влеченіе къ настоямъ ивово́й коры, изъ среды бѣдной кислородомъ въ среду богатую кислородомъ и проч. Подобныя наблюденія дѣлались потомъ *Engelmann'омъ* и *Verworn'омъ*,

Подробнѣе вопросъ былъ разработанъ Pfeffer'омъ. Извѣстное вещество представляет optimum своего дѣйствія при извѣстной концентраціи; при большей концентраціи привлекающее вліяніе его ослабѣваетъ и переходитъ затѣмъ даже въ отрицательный хемотаксисъ. Другія вещества, какъ напр. алкоголь, вызываютъ всегда только отрицательное дѣйствіе. Наконецъ бываютъ случаи, когда извѣстное вещество производитъ въ началѣ отрицательный хемотаксисъ, но послѣдній переходитъ въ положительный; т. е. какъ будто живыя кѣтки приспосаблиются постепенно къ данному веществу.

Въ особенности замѣчательнымъ является здѣсь то, что извѣстныя кѣтки обнаруживаютъ *специфическую* раздражительность по отношенію къ извѣстнымъ веществамъ. Живчики папоротниковъ сильно возбуждаются яблочной кислотой, что проявляется уже при концентраціи въ 0,001%, когда въ волосной трубкѣ находится этого вещества $\frac{1}{35}$ -милліонная одного милиграмма. Эта кислота не оказываетъ никакого дѣйствія на живчиковъ листовыхъ мховъ; на нихъ дѣйствуетъ чувствительно тростниковый сахаръ. Но тотъ же сахаръ не дѣйствуетъ на живчиковъ печоночныхъ мховъ. Водная вытяжка мяса, растворъ аспарагина привлекаютъ *bacterium tetano*, *spirillum undula* и проч.

Нѣтъ сомнѣній, что во многихъ случаяхъ вещества, привлекающія подвижныя кѣтки, являются вмѣстѣ съ тѣмъ веществами, пригодными для нихъ (плазмодій живетъ на пивовой корѣ; вѣроятно присутствіе яблочной кислоты въ архегоніяхъ папоротниковъ, куда стремятся естественнымъ образомъ живчики этихъ тайнобрачныхъ). Точно также вещества, вызывающія отрицательный хемотаксисъ, оказываются обыкновенно веществами вредными. Однако въ нѣкоторыхъ случаяхъ не наблюдается такой цѣлесообразности. Такъ, напр., растворы морфія и стрихнина привлекаютъ подвижныя кѣтки и въ то же время ихъ убиваютъ. По поводу подобныхъ случаевъ можно замѣтить, что кѣтки и не могутъ, конечно, быть цѣлесообразно предуготовленными ко всѣмъ тѣмъ условіямъ, въ которыя вздумаетъ ихъ поставить экспериментаторъ. Понятно, что существенный интересъ долженъ сосредоточиваться на отношеніи ихъ къ тѣмъ веществамъ, которыя имѣютъ вѣроятность встрѣчаться въ ихъ жизненномъ обиходѣ. Въ этомъ отношеніи явленія хемотаксиса представляютъ громадное значеніе, дѣлая указанія на вышніе мотивы такихъ проявленій жизнедѣятельности, которыя до сихъ поръ не имѣли рѣшительно никакого объясненія и казались совершенно «произвольными». Какъ мы увидимъ изъ ученія о крови, нельзя въ настоящее время говорить о значеніи и функціяхъ лейкоцитовъ, не считаясь съ ихъ хемотаксическими дѣйствіями. Можетъ быть, то же окажется впоследствии и по отношенію къ другимъ кѣткамъ, входящимъ въ строеніе тѣла вышнихъ животныхъ. Такъ, напр., указанная выше избирательная дѣятельность кѣтокъ, участвующихъ во всасываніи или выдѣленіяхъ, находится, повидимому, въ нѣкоторомъ родствѣ съ явленіями этого рода.

Во всякомъ случаѣ, изученіе скрытыхъ причинъ проявленій жизнедѣятельности будетъ двигаться впередъ лишь постольку, поскольку будутъ уясняться стимулы, опредѣляющіе тѣ или другіе акты, совершаемые простѣйшими организмами. Но такое изученіе началось только недавно. Мы не можемъ входить здѣсь въ изложеніе и тѣхъ немногихъ данныхъ, которыя добыты до сихъ поръ при дѣйствіи раздражителей, механическихъ, термическихъ, свѣтовыхъ и проч. Для этого необходимо обратиться къ трактатамъ по общей біологіи *).

*) Въ особенности слѣдуетъ рекомендовать: Гертвигъ. Кѣтка и ткани. Спб. 1894. Перев. съ дополн. проф. Бородина и Холодковскаго.—Vergroen. *Allgemeine Physiologie*. Jena 1895.

Съ другой стороны настоятельно слѣдуетъ желать болѣе глубокаго и разносторонняго изученія тѣхъ реакцій, которыми проявляютъ простѣйшіе организмы свою жизнедѣятельность. Изъ этихъ реакцій заслуживаютъ вниманія не только тѣ, которыя выражаются движеніемъ, измѣненіемъ формы развитіемъ тепла и проч., но также и такія, въ которыхъ живая клѣтка проявляетъ свою дѣятельность тѣми или другими химическими измѣненіями. Въ этомъ послѣднемъ отношеніи особенно плодотворнымъ должно оказаться то направленіе изслѣдованій, начало которому положено Pasteur'омъ. Онъ показалъ, что простѣйшіе организмы являются носителями крайне своеобразныхъ химическихъ превращеній: въ извѣстныхъ случаяхъ сдѣлалось необходимымъ не жизненные явленія объяснять химическими законами, а наоборотъ химическія превращенія разсматривать какъ результатъ біологическихъ факторовъ. И это уже на низшихъ ступеняхъ жизни, гдѣ химическая дѣятельность выражается сравнительно просто и односторонне. Но если отсюда, отъ простѣйшихъ, перейти къ химической дѣятельности, совершающейся напр. въ печени высшихъ животныхъ, то сложность представится необычайною: въ клѣткахъ этой железы, съ виду очень однородныхъ, подвергаются химической переработкѣ самыя разнообразныя вещества, какъ служація для усвоенія въ организмѣ, такъ и вещества, удаляемыя изъ него, какъ отбросы. И притомъ надо принять, что нѣкоторыя вещества могутъ подвергаться здѣсь переработкѣ въ двухъ противоположныхъ направленіяхъ: такъ напр. сахаръ можетъ превращаться въ гликогенъ (животный крахмаль), но можетъ происходить превращеніе и обратнаго характера. Поэтому можно представить себѣ, какой необъятно длинный путь предстоитъ еще пройти физиологін, прежде чѣмъ она сведетъ къ извѣстнымъ химическимъ законамъ подобныя явленія, какъ долго еще наблюдаемыя химическія превращенія придется толковать какъ результатъ той или другой своеобразной дѣятельности живыхъ клѣтокъ. Въ самомъ дѣлѣ, даже и для самыхъ простыхъ фактовъ этого рода химія и физика не даютъ намъ теперь никакого отвѣта: почему это протоплазматическое образованіе обладаетъ особенною раздражительностію къ яблочной кислотѣ, а другое образованіе, по химическому составу пока для насъ совершенно аналогичное, обладаетъ большою чувствительностію къ сахару? почему извѣстная бактерія вырабатываетъ молочную кислоту, а другая бактерія—масляную?

Если, изучая физиологію, необходимо знать путь, уже пройденный ею, то не менѣе необходимо представлять себѣ и тотъ путь, который ей предстоитъ, а равно и тѣ ближайшія задачи, которыя стоятъ на этомъ пути.

г) Когда морфологическая дифференцировка въ тканяхъ и органахъ достигаетъ значительной степени развитія, то подъ вліяніемъ раздраженія выступаетъ на первый планъ ихъ **специфическая дѣятельность**; и она выступаетъ обыкновенно настолько ярко, что заслоняетъ собою другія стороны, которыми обнаруживается дѣятельное состояніе даннаго физиологическаго аппарата, какъ и всякаго протоплазматическаго образованія (сокращеніе въ мышцѣ, образованіе слюны въ слюнной желѣзѣ, электрическіе разряды въ электрическомъ органѣ, развитіе свѣта въ органѣ свѣченія).

Здѣсь возникаютъ прежде всего вопросы о *степени функциональнаго совершенства и целесообразности* представляемыхъ изучаемымъ физиологическимъ аппаратомъ. Насколько мышца быстро приходитъ въ состояніе сокращенія и какъ долго она можетъ оставаться въ этомъ состояніи? Насколько она,

какъ рабочая машина, совершенно превращаетъ химическія силы напряженія въ механическую работу? Когда органъ свѣченія приходитъ въ дѣятельность, насколько рядомъ со свѣтовыми лучами обнаруживаются другія формы энергіи (лучи тепловые, химическіе, электричество)? Насколько цѣлесообразно построено и функціонируетъ легкое, какъ мѣсто газоваго обмѣна организма съ внѣшнимъ воздухомъ?

Всѣ эти вопросы представляются уже при изученіи одного какого-либо животнаго. Понятно, они представляются въ болѣе мѣрѣ при сравнительно-фізіологическомъ изученіи, и это потому, что во 1-хъ и строеніе и отправленіе извѣстнаго органа представляютъ въ животномъ мірѣ разныя градаціи осложненія и совершенствованія (напр. органъ зрѣнія, органъ слуха), а во 2-хъ однѣхъ и тѣхъ же фізіологическихъ цѣлей животный міръ достигаетъ построеніемъ органовъ совершенно различнаго типа (напр. для газоваго обмѣна съ внѣшнимъ міромъ служатъ легкія, жабры, трахеи, кожа и проч.).

До послѣдняго времени сравнительно—фізіологическое изученіе однако было развито очень мало. И причинъ этого было двѣ. Первой причиной было то, что пока фізіологія не обособилась въ самостоятельную науку и пока она не опредѣлила свое мѣсто, какъ отрасль біологіи (стр. 1), она преслѣдовала утилитарную цѣль—познать отправленія и процессы человѣка въ интересахъ медицины; къ животнымъ она обращалась лишь постольку, поскольку необходимость ставить опыты вынуждала ее изыскивать наиболѣе подходящихъ для того животныхъ. Второй причиной было въ позднѣйшую эпоху исключительное господство механическаго воззрѣнія въ фізіологіи. Съ этой точки зрѣнія вовсе не представляется необходимымъ охватить своимъ изученіемъ возможно больше животныхъ формъ. Желательно было, хотя бы на одномъ животномъ, такъ углубиться въ изученіе, чтобы можно было дойти до основныхъ физико-химическихъ факторовъ управляющихъ дѣятельностію того или другого органа. Однако и самый ходъ фізіологическихъ изслѣдованій и развитіе другихъ отраслей біологіи побуждали въ новѣйшее время все чаще и чаще обращаться фізіологовъ къ сравнительному изученію. Въ самомъ дѣлѣ, съ одной стороны все болѣе накоплялось фактовъ, по отношенію къ которымъ физика и химія оставляютъ насъ въ настоящее время безъ всякаго объясненія; съ другой стороны все болѣе укрѣплялось убѣжденіе, что законы жизни должны быть общими во всѣхъ живыхъ существахъ. Поэтому для изученія напр. значенія разныхъ частей сердца въ происхожденіи его ритма обращались къ изученію колокола медузы, для уясненія функцій лейкоцита стали находить поучительнымъ наблюденіе надъ мезодермическими клѣтками низшихъ животныхъ. Но въ особенности прибѣгаютъ къ сравнительно фізіологическому изученію, когда дѣло идетъ о какихъ-либо темныхъ по своему значенію частяхъ тѣла, гдѣ въ то же время опытное изслѣдованіе встрѣчаетъ разнообразныя затрудненія. Въ такомъ напр. положеніи находится изученіе значенія разныхъ частей головного мозга, функцій загадочныхъ железъ и т. под.

Вопросы о функціональномъ значеніи и отправленіяхъ различныхъ органовъ встрѣчаютъ еще трудности особаго рода: природа не только достигаетъ однѣхъ и тѣхъ же цѣлей построеніемъ различнаго типа органовъ (легкія, жабры, трахеи для газоваго обмѣна), но она въ то же время достигаетъ и различныхъ цѣлей построеніемъ одного и того же органа. Печень служитъ не только для доставленія желчи въ кишечный каналъ, какъ думали прежде, но эта большая железа является крайне важнымъ аппаратомъ кроветворенія,

Мышцы у высших животных служат не только для произведенія движеній, но онѣ кромѣ того являются крайне важнымъ факторомъ въ поддержаніи животной теплоты.

Какъ видно, вопросы, поднимаемые изученіемъ функціональнаго значенія органовъ, довольно сложны и выводы должны быть здѣсь дѣлаемы съ большою осторожностью. Во всякомъ случаѣ, всегда полезно руководиться при этомъ идеею цѣлесообразности, въ томъ видѣ, какъ она представляется съ точки зрѣнія эволюціи, т. е. какъ цѣлесообразность относительная, имѣющая мѣсто для извѣстныхъ условій существованія. Такъ напр. глазъ, какъ оптический аппаратъ, имѣетъ замѣтные недостатки по сравненію съ произведеніями современной техники; однако эти недостатки не отзываются невыгодно на обычныхъ его отправленіяхъ, какъ органа зрѣнія. Но рядомъ съ этимъ приходится встрѣчаться и съ примѣрами изумительной цѣлесообразности. Такъ, нервное волокно, будучи протоплазматическаго происхожденія, представляетъ образованіе и крайне чувствительное ко всякимъ внѣшнимъ толчкамъ, и въ то же время способное необычайно долгое время функціонировать безъ всякихъ признаковъ химическихъ измѣненій или утомленія; между тѣмъ нервная клѣтка, мышечное волокно, железа требуютъ для ихъ дѣятельности постоянного притока къ нимъ питательныхъ матеріаловъ и утомляются довольно скоро. Эта разница не можетъ быть толкуема иначе, какъ въ томъ смыслѣ, что нервъ въ организмѣ служитъ только для передачи готовыхъ импульсовъ, тогда какъ послѣднія образованія имѣютъ своимъ назначеніемъ служить сами мѣстомъ развитія живыхъ силъ и совершать свои собственные спеціальныя отправленія; источникомъ для этого служатъ только извѣстные химическія превращенія. Или другой примѣръ: электрическій органъ рыбы представляетъ въ покоѣ рядъ студенистыхъ мѣшковъ самаго невиннаго свойства; но подъ вліяніемъ импульса, посланнаго рыбою, онъ превращается въ сильную электрическую баттарей; эти „самыя древнія на землѣ баттарей“, построенныя задолго до того, какъ начали ихъ строить физики, расположены у разныхъ рыбъ очень цѣлесообразно и съ расчетомъ на сопротивленія во внѣшней средѣ. Точно также летательная машина птицъ и насѣкомыхъ будутъ долго возбуждать интересъ не только физиологовъ, но и техниковъ. Къ сожалѣнію, построенія животнаго міра настолько сложны и оригинальны, что смыслъ ихъ выясняется обыкновенно лишь послѣ того, какъ физики и техники придутъ другими путями къ тѣмъ же результатамъ.

Сказанное выше имѣетъ цѣлью дать нѣкоторое понятіе о разнообразіи вопросовъ, подлежащихъ изученію физиологін и тѣхъ точекъ зрѣнія, которыми она руководствуется въ настоящее время. Если многое ею уже достигнуто, то еще много предстоитъ сдѣлать. При этомъ она открываетъ обширное поле дѣятельности для самыхъ разнообразныхъ способностей и склонностей ума. Давая въ однѣхъ своихъ частяхъ твердую почву для приложенія методовъ физики и химіи, въ другихъ она скрываетъ столь тѣсныя и запутанные лабиринты, гдѣ можно блуждать безъ выхода, но можно дойти и до открытія совершенно новыхъ горизонтовъ. Послѣднее возможно только при условіи—вооружиться или свѣточемъ ясной идеи, или орудіемъ новаго метода, способнаго проложить свои собственные пути. Различныя главы физиологін представляютъ тому поучительные примѣры].

Н. В.

ГЛАВА I.

Химическій составъ тѣла человѣка и животныхъ.

Слѣдующій рядъ элементовъ играетъ существенную роль въ построеніи тѣла животныхъ: С, О, Н, N, S, P, Cl, K, Na, Ca, Mg Fe, и быть можетъ Si и F¹⁾. Эти четырнадцать элементовъ образуютъ многочисленныя и разнообразныя соединенія, смѣсь которыхъ составляетъ протоплазму. Кислородъ и азотъ находятся здѣсь нормально также въ свободномъ состояніи; водородъ въ исключительныхъ случаяхъ, также какъ и сѣра (у Schizophytes).

Изъ числа этихъ элементовъ, которые мы вмѣстѣ съ Лео Еггега можемъ назвать *биогенными*, углеродъ составляетъ главную и наиболѣе характерную составную часть сухого вещества организмовъ; онъ образуетъ какъ-бы остовъ молекулъ. Въ подтвержденіе такого взгляда на строеніе органическихъ соединеній, химики уже давно приводятъ способность атомовъ углерода накапливаться (въ одной и той же молекулѣ), въ нѣкоторомъ родѣ спаиваться другъ съ другомъ (Wurtz, *Chimie moderne*, p. 382).

За углеродомъ по важности слѣдуютъ кислородъ, водородъ и азотъ. Гербертъ Спенсеръ обращаетъ вниманіе на эту ассоціацію трехъ совершенныхъ газовъ съ твердымъ и неплавкимъ тѣломъ: „съ одной стороны не будь этой крайней молекулярной подвижности въ трехъ изъ четырехъ главныхъ элементовъ органической матеріи и не будь большой молекулярной подвижности въ простѣйшихъ изъ соединеній, ими образуемыхъ, было бы невозможно быстрое удаленіе отбросовъ жизнедѣятельности и не существовало бы постоянного обмѣна веществъ, предполагаемаго жизнью. Съ другой стороны, еслибы соединенія этихъ крайне подвижныхъ элементовъ не были бы чрезвычайно сложными соединеніями, съ сравнительно огромными и неподвижными въ силу своей инерціи молекулами, составныя вещества живой ткани не обладали-бы той механической устойчивостью, которая препятствуетъ имъ диффундировать на ряду съ продуктами отброса и распада тканей“ (*Principles of Biology*, стр. 22).

Элементы, необходимые для жизни, имѣютъ всѣ невысокій атомный вѣсъ и потому принадлежатъ къ первымъ рядамъ періодической системы Менделѣева, какъ это показываетъ слѣдующая таблица, заключающая въ себя четыре первыхъ строки періодической системы (Sestini):

¹⁾ Cl и Na не представляются совершенно необходимыми для растеній,

1	H=1							
2	Li=7	Cl=9.2	B=11	C=12	Az=14	O=16	Fl=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27	Si=28	Ph=31	S=32	Cl=35.5	
4	K=39	Ca=40	?Sc=44	Ti=48	V=51	Cr=52.4	Mn=55	Fe=56 Ni=58.8 Co=58.8

Лео Эрrega пытался показать, что „это совпаденіе не случайно. Небольшой атомный вѣсъ этихъ элементовъ связанъ съ цѣлой совокупностью свойствъ, важныхъ для организмовъ. Изъ всѣхъ возможныхъ соединеній, соединенія легкихъ атомовъ имѣли больше возможности дать то сочетаніе сложныхъ явленій, которое мы называемъ жизнью, и образовать первыя существа“.

„Элементы съ легкими атомами болѣе другихъ распространены на поверхности земного шара; простѣйшія изъ ихъ соединеній обыкновенно или газы, или же растворимы въ водѣ, чѣмъ обусловленъ доступъ питательныхъ веществъ въ организмъ и удаленіе отбросовъ; большинство изъ нихъ—дурные проводники тепла и электричества и всѣ обладаютъ высокой специфической теплоемкостью, какъ это слѣдуетъ по правиламъ Dulong'a и Petit. Это даетъ возможность организмамъ, при сравнительно небольшой массѣ тѣла, легче переносить измѣненія температуры и электрическаго напряженія внѣшней среды и расходовать большія количества энергіи безъ значительнаго пониженія температуры своего тѣла.

„Наконецъ, нами показано, какъ есть основанія предполагать, согласно механической теоріи тепла, что легкіе атомы, скопляясь въ очень большомъ количествѣ, должны давать начало такимъ молекуламъ, которыя теплота будетъ легко разлагать и мало нагревать. Въ этомъ можно было бы усматривать одинъ изъ существенныхъ факторовъ, обуславливающихъ то химическое непостоянство, которое характеризуетъ живую протоплазму“ (*Biologisches Centralblatt* 1887, стр. 22).

Въ качествѣ элементовъ второстепенныхъ, встрѣчающихся не у всѣхъ живыхъ существъ, мы можемъ назвать: іодъ и бромъ у морскихъ животныхъ и растений; марганецъ у нѣкоторыхъ моллюсковъ (въ Бюнасовомъ органѣ), въ злакахъ и въ крови человѣка и животныхъ; мѣдь—въ крови ракообразныхъ и головоногихъ и въ перьяхъ Тигасо. Кромѣ того у нѣкоторыхъ животныхъ и растений находятъ слѣды литія, рубидія, цезія, стронція, цинка, кобальта, никкеля, бора, барія и алюминія.

Вотъ главныя соединенія, встрѣчающіяся въ организмѣ.

I.—ВЕЩЕСТВА НЕОРГАНИЧЕСКІЯ.

Вода, H_2O содержится во всѣхъ тканяхъ и органахъ (70% вѣса тѣла).

Минеральныя кислоты и ихъ соли.

Хлористоводородная кислота HCl . Въ желудочномъ сокѣ. **Хлористый натрій**, **калій**, **аммоній** и **кальцій** $NaCl$, KCl —во всѣхъ жидкостяхъ и тканяхъ организма; NH_4Cl менѣе распространенъ; $CaCl_2$ —въ костяхъ и зубахъ.

Фтористый кальций CaF_2 —въ костяхъ и зубахъ.

Серная кислота H_2SO_4 —въ слюнѣ и некоторыхъ брюхоногихъ моллюсковъ. Сернистый натрій, калий, кальцій, Na_2SO_4 , K_2SO_4 , CaSO_4 —въ большинствѣ жидкостей и органовъ.—Связанная серная кислота или эфирокислота въ сочетаніи съ фенольной группой—въ мочѣ.

Средніе и кислые фосфаты натрия и калия. Фосфаты кальція, магnezія, амміачно-магнезіальная фосфорнокислая соль. H_2NaPO_4 —въ мочѣ; HNa_2PO_4 , HK_2PO_4 , $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ —въ большей части жидкостей и тканей; $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ и MgNH_4PO_4 —въ костяхъ.

Присутствіе кремнезема, SiO_2 сомнительно.

Сероводородъ, H_2S —въ кишкахъ, продуктъ гніенія бѣлковыхъ веществъ.

Слѣды серноватистокислыхъ солей и нитратовъ въ мочѣ.

Таблица, показывающая процентное содержаніе воды и минеральныхъ солей въ жидкостяхъ и тканяхъ животныхъ:

	Воды. Солей.			Воды. Солей.	
Слюна	99,5	0,2	Молоко (коровы) . . .	88	0,8
Желудочный сокъ . . .	99,4	0,3	Желчь	85—88	0,7
Нижн. акеус	98,7	0,77	Мозгъ (сѣр. вещ.) . . .	83	0,5—1
Стекловидное тѣло . . .	98,6	0,88	Мышцы	75	1
Слезы	98	—	Селезенка, печень . . .	70—77	—
Потъ	98	0,7	Мозгъ (бѣл. вещ.) . . .	69	0,5—1
Лимфа	95—96	—	Костный хрящъ	67	2
Моча	95	1,5	Хрусталикъ	64	0,75
Синовія	93—95	0,9	Красные шарики . . .	60	0,7
Сокъ поджелудочн. железы	90	0,8	Жировая ткань	14	—
Кровяная плазма (у собаки)	89	0,85	Кости	11—14	55—60
Молоко (женское) . . .	88	?(0,2)	Зубная эмаль	3	96,4

II. ОРГАНИЧЕСКІЯ ВЕЩЕСТВА.

РАЗРЯДЪ I. Вещества жирнаго ряда безазотистыя.

§ I. Предѣльные углеводороды.

Общая формула: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$.

Метанъ или болотный газъ CH_4 . Газъ кишечника. Слѣды въ выдыхаемомъ воздухѣ.

§ II. Алкоголи.

A. Предѣльные одноатомные алкоголи.

Общая формула $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$ или $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_m\text{OH}$.

Этиловый алкоголь или винный спиртъ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Въ крови и пр. послѣ введенія алкоголя въ пищеварительный каналъ. Возможно, что въ незначительномъ количествѣ образуется при броженіи въ кишечникѣ.

Цетиловый алкоголь или *этель* $C_{16}H_{33}OH$ —въ спермацетѣ (твердая составная часть жира) кита. *Церилловый*—или *церотинъ* $C_{27}H_{55}OH$ —въ японскомъ воскѣ.

Мирициловый— $C_{30}H_{61}OH$ —въ пчелиномъ воскѣ.

Ацетонъ [Находятъ въ мочѣ, особенно у лихорадящихъ, страдающихъ діабетомъ; были указанія на присутствіе въ воздухѣ, выдыхаемомъ изъ легкихъ].

В. Непредѣльные одноатомные алкоголи.

Строеніе неизвѣстно.

Холестеринъ $C_{26}H_{43}OH$ [по Лачинову $C_{25}H_{42}O + H_2O$. Нерастворимый въ водѣ алкоголь, растворяется въ эфирѣ и тепломъ спиртѣ. Послѣ выпариванія послѣдняго кристаллизуется въ ромбическихъ табличкахъ, окрашивающихся въ синій цвѣтъ отъ сѣрной кислоты и іода. Вращаетъ плоскость поляризаціи влѣво].— Въ центральной нервной системѣ, желчи, протоплазмѣ крови, желчныхъ камняхъ, большинствѣ тканей.

Изохолестеринъ. Въ шерсти

С. Трехатомные алкоголи.

Глицеринъ, $C_3H_8O_3$ или $CH_2OH-CH(OH)-CH_2OH$ —въ жирахъ и лецитинѣ (въ видѣ сложнаго эфира).

Д. Многоатомные алкоголи и ихъ ангидриды.

Общая формула $C_{6n}(H_2O)_m$ ($m=6n$ или около $6n$).

а) *Глюкозы* $C_6H_{12}O_6$ или $CH_2OH-(CH(OH))_4-CHOH$ (пять спиртовыхъ гидроксильныхъ и одна альдегидная группа). Производные альдегиды шестиатомнаго алкоголя (маннита).

Декстроза. Сахаръ крови, печени и пр., въ діабетической мочѣ.

Инозитъ или *фазеоманнитъ*. Въ мышцахъ, мозгѣ, сердцѣ и пр.

Галактоза. Продуктъ разложенія молочнаго сахара.

Левулоза, (въ плодахъ, медѣ). Продуктъ разложенія тростниковаго сахара. Въ діабетической мочѣ.

б) *Сахары* состава $C_{12}H_{22}O_{11}$ (двѣ молекулы глюкозы минусъ молекула воды).

Лактоза. Молочный сахаръ. Въ мочѣ кормилицъ.

Мальтоза. Продуктъ перевариванія крахмала.

Сахароза. Тростниковый сахаръ. Въ мочѣ діабетиковъ.

с) *Собственно углеводы* $nC_6H_{10}O_5$.

Гликогенъ или *животный крахмалъ*. Въ печени, мышцахъ, протоплазмѣ, плацентѣ и эмбриональныхъ органахъ.

Декстринъ и его двѣ разновидности: *Эритродекстринъ* и *ахроодекстринъ*. Въ мышцахъ, между продуктами перевариванія крахмала.

Животная камедь.

Гуанинъ или *животная клетчатка*. Въ мантии асцидій.

Крахмалъ, кмтчатка, камедь.

Гликуроновая кислота $C_6H_{10}O_7$. Въ мочѣ послѣ введенія въ пищеварительный каналъ хлорала, бутилхлорала и т. п.; послѣ наркоза хлороформомъ и послѣ перерѣзки нервовъ почки,

§ III.—Жирыя кислоты.

А. Одноатомныя и одноосновныя кислоты.

Рядъ уксусной кислоты.

Общая формула: $C_nH_{2n}O_2$ или $H(CN_2)_n - CO_2H$.

Муравьиная кислота.	CH_2O_2	Первые члены этого ряда—летучія жидкости. Онѣ фигурируютъ среди продуктовъ разложенія бѣлковыхъ веществъ, происходящаго отъ гніенія или же отъ дѣйствія щелочей при нагреваніи. Ими обусловливается, повидимому, своеобразный запахъ пота и крови млекопитающихъ. Въ небольшихъ количествахъ онѣ находятся въ экскрементахъ и мочѣ. За исключеніемъ трехъ первыхъ, двухъ послѣднихъ и валеріановой кислоты всѣ кислоты этого ряда встрѣчаются въ молокѣ и маслѣ въ видѣ сложныхъ эфировъ глицерина (глицеридовъ). Пальмитиновая, стеариновая кислоты находятся въ небольшомъ количествѣ въ свободномъ состояніи въ печени; въ видѣ солей или мылъ калийныхъ и натронныхъ—въ кишечникѣ во время пищеваренія, въ крови и хилусѣ; въ формѣ мылъ кальція—въ экскрементахъ; главнымъ же образомъ онѣ встрѣчаются въ видѣ сложныхъ эфировъ глицерина (стеаринъ и пальмитинъ). Тристеаринъ и трипальмитинъ образуютъ главную составную часть жира.
Уксусная.	$C_2H_4O_2$	
Пропіоновая.	$C_3H_6O_2$	
Масляная.	$C_4H_8O_2$	
Валеріановая.	$C_5H_{10}O_2$	
Капроновая.	$C_6H_{12}O_2$	
Каприловая.	$C_8H_{16}O_2$	
Каприновая.	$C_{10}H_{20}O_2$	
Миристиновая.	$C_{14}H_{28}O_2$	
Пальмитиновая.	$C_{16}H_{32}O_2$	
Стеариновая.	$C_{18}H_{36}O_2$	
Арахидовая.	$C_{20}H_{40}O_2$	
Гіэновая.	$C_{25}H_{50}O_2$	
Церотиновая.	$C_{27}H_{54}O_2$	

В. Одноосновныя непредѣльныя кислоты.

Рядъ олеиновой или акриловой кислотъ.

(Общая формула $C_nH_{2n-2}O_2$).

Олеиновая кислота $C_{18}H_{34}O_2$. Въ формѣ кальціеваго мыла—въ экскрементахъ, щелочнаго мыла—въ крови, глицерида въ маслахъ и молокѣ,

С. Двухатомныя одноосновныя спиртокислоты (съ однимъ алкогольнымъ воднымъ остаткомъ).

Рядъ гликолевой или молочной кислоты.

(Общая формула $C_nH_{2n}O_3$ или $HO-(CH_2)_m-CO_2H$).

Углекислота, $HO-CO_2H$. Конечный продуктъ горѣнія органической матеріи. Въ формѣ ангидрида или углекислой щелочи находится въ жидкостяхъ и тканяхъ организма.—По своей формулѣ эмпирической она принадлежитъ къ ряду гликолевой кислоты, по своей двухосновности—къ ряду щавелевой. [Дѣйствительная формула ея должна быть представлена такъ: $HO-CO-NO$].

Гликолевая кислота, $HO-CH_2-CO_2H$ —въ формѣ амина (гликололя) въ гликолевой и гиппуровой кислотахъ.

Молочныя кислоты. $C_3H_6O_3$:

А) **Этиленомолочная кисл.** $HO-C_2H_4-CO_2H$. Слѣды въ мышцахъ.

В) **Этилиденмолочная** $H_3C-CH.OH-CO_2H$.

а) **Парамолочная** или **мясомолочная** или **правая молочная кислота**—въ мышцахъ и другихъ различныхъ тканяхъ и жидкостяхъ.

б) **Молочная кисл. броженія**, оптически недѣятельная образуется при молочномъ броженіи въ желудкѣ (и кишкахъ) *).

Оксимаслянная кислота, $C_4H_8O_3$ —въ диабетической мочѣ.

Лейциновая кислота $C_6H_{12}O_3$. Въ формѣ амина (лейцина)—во многихъ органахъ.

Д. Двухатомныя двухосновныя кислоты.

Рядъ щавелевой кислоты.

(Общая формула: $C_nH_{2n-2}O_4$ или $CO_2H-(CH_2)_m-CO_2H$).

Щавелевая кислота $CO_2H.CO_2H$. Въ формѣ кальціевой соли въ мочѣ, въ формѣ уреида въ парабановой (оксалуровой) кислотѣ, образующейся при окисленіи мочевоы кислоты.

Малоновая кислота, $CO_2H-CH_2-CO_2H$ и **янтарная кисл.** $CO_2H-C_2H_4-CO_2H$ продукты гніенія бѣлка. Слѣды въ мочѣ и кровяныхъ железахъ.

Е. Трехатомныя одноосновныя оксикислоты.

Глюкоксилловая кислота, $CO_2H-CH(OH)_2$. Въ формѣ уреида въ аллантоинѣ (глюксилдуреидѣ).

Глюксалевая— CO_2H-CHO .

Глицериновая— $CH_2OH-CH.OH-CO_2H$.

*) Недѣятельная этилиденмолочная кислота состоитъ изъ двухъ дѣятельныхъ кислотъ, право и лѣво-вращающей. Слѣдовательно, существуютъ три формы этилиденмолочной кислоты, что можетъ быть объяснено съ точки зрѣнія стереохиміи. *Лѣвая* кислота получена при броженіи тростниковаго сахара подъ вліяніемъ известной бациллы (Schardinger). Слѣдуетъ замѣтить, что соли ея въ водномъ растворѣ вращаютъ вправо, а всѣ соли мясомолочной (правой) кислоты вращаютъ влево.

Г. *Трехатомныя двухосновныя оксикислоты, (съ однимъ алкогольнымъ воднымъ остаткомъ).*

Рядъ тартроновой или яблочной кислотъ.

(Общая формула $C_nH_{2n-2}O_5$).

Тартроновая кислота $CO_2H-CH.OH-CO_2H$. Въ формѣ амина—въ глютаминовой кислотѣ.

Яблочная— $CO_2H-CH.OH-CH_2-CO_2H$.

Оксиглутаровая— $CO_2H-CH.OH-C_2H_4-CO_2H$.

Г. *Четырехатомныя двухосновныя кислоты, съ двумя алкогольными водными остатками.*

Двуоксималоновая кислота $CO_2H-C(OH)_2-CO_2H$.

Мезоксалоная— $CO_2H-CO-CO_2H$. Въ формѣ уреида—въ аллоксанѣ.

Н. *Кислоты (жирныя?) неизвѣстнаго строенія.*

Желчныя кислоты.

Холаловая кислота $C_{24}H_{40}O_5$. (α)D=+35°. Въ формѣ соединенія съ тауриномъ и гликоколемъ—въ желчи позвоночныхъ.

Холоидиновая— $C_{24}H_{33}O_4$ и *дисмизинъ* $C_{24}H_{86}O_3$ (ангидриды холаловой кислоты).

Гіохолаловая— $C_{25}H_{40}O_5$.—Въ желчи свиньи.

Хенохолаловая— $C_{27}H_{44}O_4$.—Въ желчи гуся.

Литофеллиновая— $C_{26}H_{36}O_4$. Конкреціи (отложенія) въ пищеварительномъ каналѣ, извѣстныя подъ именемъ восточныхъ каменистыхъ сrostковъ.

[Для холевой кислоты и другихъ кислотъ ея ряда характерно слѣдующее: онѣ нерастворимы въ водѣ, образуютъ со щелочами соединенія подобныя мыламъ, вращаютъ плоскость поляризаціи вправо и всѣ даютъ реакцію Петтенкоффера—пурпурно-фіолетовое окрашиваніе при нагреваніи до 60° съ концентрированной сѣрной кислотой и небольшимъ количествомъ сахара].

§ IV. Сложные эфиры.

Соединеніе пальмитиновой кислоты и цетиловаго спирта—въ спермацетѣ; *соединеніе той же кислоты и мирициловаго спирта*—въ пчелиномъ воскѣ.

Триглицериды или жиры $C_3H_5(OR)_3$

Глицеридъ масляной кислоты, трибутиринъ $C_3H_5 \begin{matrix} \swarrow O.C_4H_7O \\ \searrow O.C_4H_7O \end{matrix}$. Коровье масло.

Глицеридъ стеариновой кислоты, трипальметинъ $C_3H_5 \begin{matrix} \swarrow O.C_{16}H_{31}O \\ \searrow O.C_{16}H_{31}O \end{matrix}$. Жиръ.

Глицеридъ стеариновой кислоты, тристеаринъ $C_3H_5 \begin{matrix} \swarrow O.C_{18}H_{35}O \\ \searrow O.C_{18}H_{35}O \end{matrix}$. Жиръ.

Глицеридъ олеиновой кислоты, триолеинъ $C_3H_5 \begin{matrix} \swarrow O.C_{18}H_{33}O \\ \searrow O.C_{18}H_{33}O \end{matrix}$. Жиръ.

Ланолинъ—сложный эфиръ холестерина. Въ эпидермическихъ покровахъ тепловыхъ.

Масло содержитъ около 2% бутирина, капроина, каприлина и капринина и пр.

Фосфороглицериновая кислота C_3H_5 $\begin{cases} OH \\ OH \\ PO_4H_2 \end{cases}$ продуктъ разложенія лецитина; слѣды въ мочѣ и экскрементахъ.

РАЗРЯДЪ II. Азотистыя вещества жирнаго ряда.

§ I. Амины.

Диметиламинъ $N \begin{cases} (CH_3)_2 \\ H \end{cases}$ Продуктъ гниlostнаго разложенія животныхъ тканей.

Триметиламинъ $N(CH_3)_3$. Продуктъ гниlostнаго разложенія (лецитина?). Слѣды въ человеческой мочѣ и въ рыбьемъ мясѣ.

Нейридинъ $C_5H_{14}N_2$ или $\begin{smallmatrix} NH \\ NH_2 \end{smallmatrix} > C_5H_{10}$. Въ мозгѣ, желткѣ яйца. Продуктъ гниенія мяса, другими словами птомаинъ (Brieger).

Нейринъ или *гидратъ триметилвиниламмонія* $C_5H_{13}NO$ или $HO-N(CH_3)_3-CH-CH_2$. Птомаинъ (Brieger).

Холинъ или *оксинеиринъ*, *синкалинъ*, *билинейринъ* или *гидратъ триметилоксиэтиламмонія* $C_5H_{15}NO_2$ или $HO-N(CH_3)_3-C_2H_4.OH$. Встрѣчается въ формѣ соединенія съ дистеаринглицеринофосфорной кислотой (въ лецитинѣ).

Лецитинъ. Общая формула $C_3H_5 \begin{cases} OR \\ OR' \\ O.PO < O.C_2H_4(CH_3)_3N.OH \end{cases}$.

(R и R' представляютъ радикалы жирныхъ кислотъ).

Лецитины представляютъ собою сочетаніе холина съ жирами заключающими фосфорную кислоту,—продуктъ соединенія глицерина съ двумя молекулами жирной кислоты (стеариновой, олеиновой, пальмитиновой) и одной молекулой фосфорной. Находятся въ мозгѣ, желткѣ яйца, крови и большинствѣ тканей.

Протагонъ Libreich'a—смѣсь лецитина и церебринъ по Hoppe-Seyler'у.

§ II. Аминовыя кислоты.

A. *Аминовыя кислоты, происходящія изъ кислотъ молочнаго ряда замѣной алкогольнаго воднаго остатка OH посредствомъ NH_2 .*

Глицины, аланины.

Ихъ называютъ также амидокислотами и тогда разсматриваютъ ихъ, какъ производныя кислотъ уксуснаго ряда съ замѣной одного атома H группой NH_2 .

Карбаминовая, амидоугольная кислота или *амидоуравейная*, CO_2H-NH_2 —промежуточное вещество между мочевиной и угольной кислотой. Слѣды въ крови (?)*).

*) Аммиачная соль этой кислоты $CO < \begin{smallmatrix} NH_2 \\ OHN \end{smallmatrix}$ представляетъ, повидимому, важный членъ въ процессѣ образованія мочевины въ организмѣ (Drechsel, Ненц-

Гликоколь, глицинъ гликолевый, амидоуксусная кислота или клеевой сахаръ $\text{CO}_2\text{H}-\text{CH}_2\text{NH}_2$. Продуктъ разложенія желатина дѣйствіемъ минеральныхъ кислотъ, продуктъ разложенія гиппуровой (глико-бензойной кисл.) и гликохолевой (гликохололевой кисл.) кислотъ. Встрѣчается въ кишечникѣ.

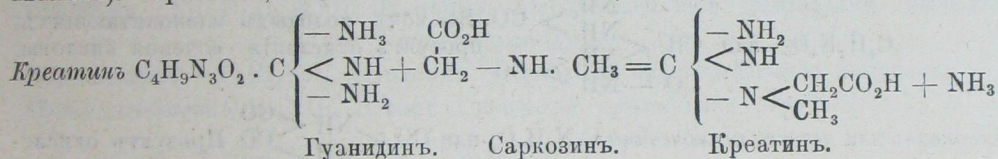
Аланинъ, глицинъ молочный или амидо-пропионовая кислота. $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$ или $\text{CO}_2\text{H}-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CH}_3$ —продуктъ разложенія тирозина.

Буталанинъ или амидо-валериановая кислота $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{NO}_2$ или $\text{CO}_2\text{H}-(\text{CH}_2)_4-\text{NH}_2$. Продуктъ разложенія бѣлка.

Лейцинъ или амидо-капроновая кислота $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{NO}_2$ или $\text{CO}_2\text{H}-(\text{CH}_2)_5-\text{NH}_2$. Въ панкреатической желѣзѣ. Продуктъ разложенія бѣлка (при панкреатическомъ пищевареніи, гніеніи, дѣйствіи щелочей и минеральныхъ кислотъ).

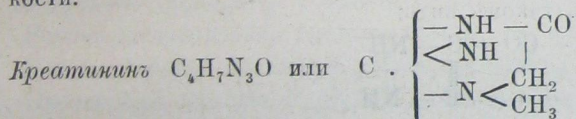
Къ этимъ аминовымъ кислотамъ (глицинамъ) могутъ быть присоединены еще слѣдующія:

Метилгликоколь или саркозинъ $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$ или $\text{CO}_2\text{H}-\text{CH}_2(\text{NH}\cdot\text{CH}_3)$ (изомеръ аланина). Саркозинъ, соединяясь съ гуанидиномъ, образуетъ креатинъ.



(Гуанидинъ + Саркозинъ — NH_3 или Метилгуанидинъ + Гликоколь — NH_3).

Встрѣчается въ мускулахъ, нервахъ, мозгѣ, яичкѣ, крови, амниотической жидкости.



Въ мочѣ—продуктъ дегидратаціи креатина.

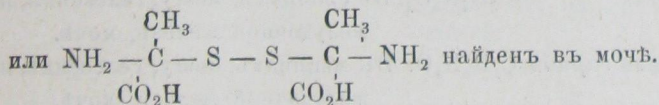
Тауринъ или амидосульфэтиловая кисл. $\text{SO}_3\text{H}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{NH}_2$.

Въ желчи въ формѣ таурохолевой кислоты.—Въ мышцахъ, въ особенности въ мышцахъ головоногихъ, въ легкихъ и слѣды въ фекальныхъ массахъ (экскрементяхъ).

Цистеинъ $\text{C}_3\text{H}_7\text{NSO}_2$ или $\text{CO}_2\text{H}-\text{C}(\text{SH})(\text{NH}_2)-\text{CH}_2$.

Продуктъ возстановленія цистина; найденъ въ мочѣ.

Цистинъ 2 ($\text{C}_3\text{H}_6\text{NSO}_2$), а не $\text{C}_3\text{H}_7\text{NSO}_2$



В. Аминовыя кислоты, происходящія изъ ряда тартроновой и яблочной кислотъ замѣной алкогольнаго гидроксила OH группой NH_2 .

Аспарагиновая или амидоянтарная кислота $\text{C}_4\text{H}_7\text{NO}_4$ или $\text{CO}_2\text{H}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}_2\text{H}$. Продуктъ разложенія бѣлка минеральными кислотами.

и Павловъ). Она получается въ большомъ количествѣ при окисленіи марганцовокислымъ калиемъ бѣлковъ (а также и другихъ азотистыхъ органическихъ веществъ).

Н. В.

Глютаминовая кислота или амидоглутаровая кислота. $C_5H_9NO_4$ или $CO_2H - C_2H_4 - CHNH_2 - CO_2H$. Продуктъ разрушенія бѣлка минеральными кислотами.

Серинъ или аминъ глицериновой кислоты. $CO_2H - CH.OH - CH_2NH_2$. Продукты разложенія шелковичнаго клея.

§ III. Амиды и уреиды. Мочевая кислота. Птомаины и лейкомаины.

Мочевина или карбамидъ CON_2H_4 или $CO < \begin{smallmatrix} NH_2 \\ NH_2 \end{smallmatrix}$. Въ мочѣ, крови, печени и пр.

Біуретъ $C_2O_2N_3H_5$ или $CO < \begin{smallmatrix} NH_2 \\ NH \\ CO < NH_2 \end{smallmatrix}$. Производное мочевины.

Парабановая или оксалилмочевина $C_3H_2N_2O_3$ или $CO < \begin{smallmatrix} NH-CO \\ NH-CO \end{smallmatrix}$ Производное мочевой кисл.

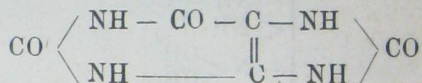
Аллантоинъ или глюксилмочевина.

$C_4H_6N_4O_5$ или $CH < \begin{smallmatrix} NH_2 \\ NH \\ CO-NH \end{smallmatrix} > CO$. Въ мочѣ молодыхъ млекопитающихъ; продуктъ окисленія мочевой кислоты.

Аллоксанъ или мезоксалилмочевина $C_4N_2H_2O_4$ или $CO < \begin{smallmatrix} NH < CO \\ NH < CO \end{smallmatrix}$ Продуктъ окисленія мочевой кисл.

Мочевая кислота $C_5H_4N_4O_3$. Въ мочѣ, слѣды въ мышцахъ, мозгу, селезенкѣ, печени крови и пр.

[Строеніе ея представляется въ такомъ видѣ:



Она получена Горбачевскимъ синтетически нѣсколькими способами, между прочимъ сплавленіемъ мочевины съ гликолемъ; по другимъ авторамъ она представляетъ діуреидъ акриловой кислоты].

Лейкомаины (Gautier), сложные азотистыя основанія, получающіяся какъ продукты разложенія бѣлка въ организмъ.

Ксантинъ	$C_5H_4N_4O_2$. Въ мышцахъ, мозгу, селезенкѣ, поджелудочной железнѣ, мочѣ.	Продукты разложенія нуклеиновъ.
Гипоксантинъ или сарцинъ	$C_5H_4N_4O$. Въ мышцахъ, мозгу, селезенкѣ, поджелудочной железнѣ, мочѣ.	
Гуанинъ	$C_5H_5N_5O$. Въ вытяжкѣ изъ мяса, въ поджелудочной железнѣ, чешуѣ рыбъ, экскрементахъ пауковъ.	
Аденинъ	$C_5H_5N_5$.	
Гетероксантинъ	$C_6H_6N_4O_3$.]
Параксантинъ	$C_7H_8N_4O_2$.	
Карнинъ	$C_7H_8N_4O_3$. Въ вытяжкѣ изъ мяса.	
Ксантокреатининъ	$C_5H_{10}N_4O$. Въ мясѣ быка, въ мочѣ, слюнѣ, крови.	
Крузокреатининъ	$C_5H_8N_4O$. » » »	
Амфикреатининъ	$C_9H_{19}N_7O_4$. » » »	
Псевдоксантинъ	$C_4H_5N_5O$. » » »	

Къ этой группѣ принадлежать теоброминъ и теофиллинъ (диметилксантинъ), а также кофеинъ (триметилксантинъ).

Птомаины (Selmi) азотистыя основанія, образующіяся при бактериальномъ гніеніи животныхъ тканей (нѣкоторыя имѣютъ токсическое дѣйствіе).

Кромѣ диметиламина $\text{NH} \cdot (\text{CH}_3)_2$, триметиламина $\text{N}(\text{CH}_3)_3$, нейрина $\text{C}_5\text{H}_{13}\text{NO}$ и нейридина $\text{C}_5\text{H}_{14}\text{N}_2$, уже упомянутыхъ выше, можно привести еще слѣдующіе:

Кадаверинъ (пентаметилендіаминъ) $\text{C}_5\text{H}_{14}\text{N}_2$. Образуется при гніеніи.

Путресцинъ (тетраметилендіаминъ). $\text{C}_4\text{H}_{12}\text{N}_2$ » »

Мидатоксинъ $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{NO}_2$. » »

Мидинъ $\text{C}_8\text{H}_{11}\text{NO}$. - - » »

Мускаринъ $\text{C}_5\text{H}_{13}\text{NO}_2$. » »

Метилгуанидинъ $\text{C}_2\text{H}_7\text{N}_3$. » »

Тетанинъ $\text{C}_{13}\text{H}_{30}\text{N}_2\text{O}_4$. Птомаинъ, вырабатываемый бактеріями, вызывающими столбнякъ.

Тифотоксинъ $\text{C}_7\text{H}_{17}\text{NO}_2$. Птомаинъ, вырабатываемый тифозною бациллой.

Митилотоксинъ $\text{C}_6\text{H}_{15}\text{NO}_2$. Ядовитое вещество съѣдобныхъ ракушекъ.

Хитинъ $\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{N}_2\text{O}_{10}$. Глюкозидъ, образующій внѣшній покровъ членистоногихъ.

Церебринъ $\text{C}_{19}\text{H}_{33}\text{NO}_3$. Глюкозидъ, находимый въ мозгу, крови и пр.

Роданистоводородная кислота HSCN . Въ видѣ соли въ слюнѣ, иногда въ мочѣ.

Криптофановая кислота $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_{10}$. Слѣды въ мочѣ.

Инозиновая кислота $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_{11}$. Въ мышцахъ.

РАЗРЯДЪ III.—Ароматическія соединенія.

Бензолъ или *бензинъ* C_6H_6 или $\text{H}-\text{C} \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} - \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} -\text{H}$. Молекулярное ядро ароматическихъ соединений. Въ организмѣ не встрѣчается.

Фенолъ $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$. Продуктъ гніенія бѣлка въ кишечникѣ. Въ фекальныхъ массахъ, въ потѣ. Въ мочѣ, въ видѣ соли фенолосѣрной кислоты.

Паракрезолъ $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$ или $\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$. Въ мочѣ, въ видѣ соли крезилосѣрной кислоты.

Ортокрезолъ $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$ или $\text{H}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)-\text{OH}$. Въ мочѣ, въ видѣ соли крезилосѣрной кислоты.

$$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{OH} \\ \quad \vee \\ \text{H} \quad \wedge \quad \text{H} \end{array}$$
 Пирокатехинъ или ортодоксибензолъ $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2 = \text{H} - \text{C}_6 - \text{OH}$. Въ мочѣ, въ сочетаніи съ сѣрной кислотой. Въ цереброспинальной жидкости.

Фенилосерная кислота $\text{C}_6\text{H}_5\text{O} - \text{SO}_3\text{H}$. Въ мочѣ, въ видѣ соли.

Крезилосерная кислота $\text{CH}_3 - \text{C}_6\text{H}_4\text{O} - \text{SO}_3\text{H}$. Въ мочѣ, въ видѣ соли.

Бензойная кислота $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$. Въ мочѣ (въ видѣ гиппуровой кислоты).

Гиппуровая или гликобензойная кислота $\text{C}_9\text{H}_7\text{NO}_3$ или $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO} - \text{NH} - \text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$. Въ мочѣ.

$$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \vee \\ \text{H} \quad \wedge \quad \text{H} \end{array}$$
 Параоксифенилоуксусная кислота $\text{HO} - \text{C}_6 - \text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$. Въ мочѣ.

$$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \vee \\ \text{H} \quad \wedge \quad \text{H} \end{array}$$
 Параоксифенилпропионовая кислота $\text{HO} - \text{C}_6 - \text{C}_2\text{H}_4\text{CO}_2\text{H}$. Въ мочѣ.

Тирозинъ. Параоксифенилаланинъ или пара-окси-фенил- α -амидопропионовая кислота

$$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \vee \\ \text{H} \quad \wedge \quad \text{H} \end{array}$$
 $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_3$ или $\text{HO} - \text{C}_6 - \text{NH} - \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \text{CH} \\ \text{CO}_2\text{H} \end{array}$.

Продуктъ дѣйствія ѣдкаго кали, минеральныхъ кислотъ, гніенія и панкреатическаго пищеваренія на бѣлокъ. Въ панкреатической железѣ.

$$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \backslash \quad / \\ \quad \text{C} = \text{C} \\ \quad | \quad | \\ \text{H} - \text{C} \quad \text{C} - \text{H} \\ \quad || \quad || \\ \quad \text{C} - \text{C} \\ \quad | \quad | \\ \text{H} - \text{N} \quad \text{C} - \text{H} \\ \quad \quad \quad \backslash \\ \quad \quad \quad \text{C} \\ \quad \quad \quad | \\ \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$$
 Индолъ $\text{C}_8\text{H}_7\text{N}$ или $\text{H} - \text{C} \quad \text{C} - \text{H}$. Продуктъ кишечнаго гніенія бѣлка.

Индоксилъ $\text{C}_8\text{H}_6\text{NOH}$. Въ мочѣ, въ видѣ индоксилосѣрной соли (индикана).

Индиканъ или индоксилосерная кислота $\text{C}_8\text{H}_6\text{N.O.SO}_3\text{H}$. Въ мочѣ.

Синее индио или индиотинъ $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2$. Продуктъ превращенія индикана. Въ мочѣ.

Скатолъ $\text{C}_9\text{H}_9\text{N}$ (метилиндопь?) Продуктъ кишечнаго гніенія бѣлка; въ фекальныхъ веществахъ. Въ мочѣ въ видѣ скатолоксилосѣрнокислой соли.

Нафталенъ $\text{C}_{10}\text{H}_8\text{N}$. Въ мочѣ.

Хинолинъ $\text{C}_9\text{H}_7\text{N}$. Въ мочѣ собаки, въ видѣ кинуровой кислоты.

Кинуровая кислота $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NO}_3$ или окси-хинолуру-муравьиная кислота $\text{HO} - \text{C}_9\text{H}_5\text{N} - \text{CO}_2\text{H}$.

Въ мочѣ собаки.

РАЗРЯДЪ IV.—Красящія вещества неизвѣстнаго состава.

Билирубинъ (гематопидинъ?) $C_{16}H_{18}N_2O_3$. Въ желчи и желчныхъ камняхъ, кровяныхъ экстравахъ, крови.

Биливердинъ $C_{16}H_{18}N_2O_4$. Въ желчи, собачьей плацентѣ. Продуктъ окисленія билирубина.

Билифусцинъ $C_{16}H_{20}N_2O_4$. Въ желчныхъ камняхъ.

Билипразинъ $C_{10}H_{22}NO_6$. Въ желчныхъ камняхъ.

Уробилинъ (Jaffe), гидробилирубинъ (Maly), стеркобилинъ (Masius и Vanlair) $C_{32}H_{40}N_4O_7$. Въ фекальныхъ массахъ, мочѣ.

Гематинъ $C_{68}H_{70}N_3Fe_2O_{10}$, [это по Норре-Seyler; по Ненцкому и Зибберъ $C_{32}H_{32}N_4FeO_4$]. Продуктъ разложенія оксигемоглобина.

Гемохромогенъ. Продуктъ восстановленія гематина и разложенія гемоглобина.

Гематопорфиринъ. [Процентный составъ тотъ же, что и въ билирубинѣ].

Красящія вещества мочи.

Лутеины и липохромы. Пигменты яичнаго желтка, желтыхъ тѣлъ яичника и пр.

Меланинъ. Черные пигменты сосудистой оболочки глаза, Мальпигіевой сѣти, волосъ, легкихъ и пр.

Родопсинъ [зрительный пурпуръ] и другіе пигменты сѣтчатки.

Тетронэритринъ и другіе пигменты животныхъ покрововъ.

Свойства жировъ, лецитина, холестерина, гликогена, мочевины и пр. будутъ изучены ниже на ряду съ различными тканями и органами, изъ которыхъ они получаютъ.

РАЗРЯДЪ V.—Протеиновые вещества.

Протеиновые вещества (отъ *protéïne*, быть въ первомъ ряду) составляютъ соединенія наиболѣе важныя, необходимыя и характерныя для живой протоплазмы, равно какъ и для тканей и питательныхъ жидкостей всѣхъ животныхъ.

Всѣ они содержатъ С, Н, N, O, очень часто также S, въ нѣкоторыхъ случаяхъ Р, рѣже Fe и Си. Ихъ строеніе химическое и формулы неизвѣстны; извѣстно только, что молекулярный вѣсъ ихъ очень великъ, а строеніе частицы очень сложно.

Отъ нагрѣванія всѣ они разлагаются съ образованіемъ горючихъ газовъ NH_3 , CO_2 , H_2O , азотистыхъ основаній и пр., распространяя запахъ горѣлаго рога.

Мы раздѣляемъ ихъ на нѣсколько группъ:

§ I.—Настоящія бѣлковые вещества.

Протеиновые вещества въ тѣсномъ смыслѣ.

1. *Естественныя альбумины и глобулины*.

2. *Искусственныя ацидальбумины и алкалальбуминаты*. Пропептоны и пептоны или переваренныя бѣлки.

3. *Свернувшіеся бѣлки*.

§ II. — Протеиды.

Вещества, дающія при разложеніи: бѣлковыя вещества въ узкомъ значеніи слова и, сверхъ того, вещества не протейноваго характера.

1. Гемоглобины и гемоцианины.
2. Нуклеины.
3. Нуклео-альбумины (и цито-глобулины Demme'a)?
4. Нуклео-вителлины.
5. Муцины.
6. Муциноиды.

§ III. — Производныя бѣлковыхъ веществъ.

Альбуминоиды нѣмецкихъ авторовъ, образующіе плотныя части животнаго организма.

1. Коллагенъ и клей.
2. Кератины.
3. Эластинъ.
4. Конхіолинъ, Спонгинъ и пр.
5. Амилоидъ.

§ IV. — Ферменты или энзимы.

Настоящія бѣлковыя вещества или бѣлковыя вещества въ тѣсномъ смыслѣ ¹⁾.—Бѣлковыя вещества содержатъ С, Н, N, O, и S, соединенныхъ въ различныхъ пропорціяхъ смотря по виду бѣлковаго вещества. Вотъ цифры, приводимыя Норре-Seyler'омъ.

С	Н	N	S	O
отъ 51,5	6,9	15	0,3	20,9
до 54,5	7,3	17	2,0	23,5

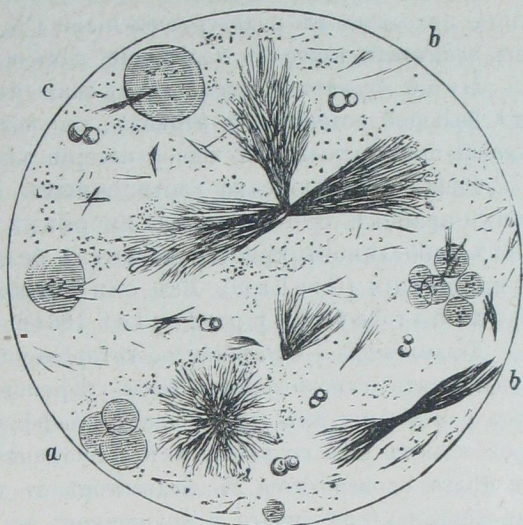
При дѣйствіи на бѣлковыя вещества, при нагреваніи, минеральной кислоты или щелочи, или же окислителя, образуются многочисленные и разнообразныя продукты разложенія: амміакъ, углекислота, жирныя кислоты и ихъ амиды, ароматическія соединенія и въ нѣкоторыхъ случаяхъ производныя ціана. Гніеніе разлагаетъ ихъ на аналогичныя же вещества. Образующіеся въ обоихъ случаяхъ лецитинъ и тирозинъ (фиг. 4) являются въ то же время болѣе или менѣе нормальными продуктами разложенія бѣлковыхъ веществъ въ нашемъ тѣлѣ. Но мочевины

¹⁾ Библиографію и исторію см. въ статьѣ *Eiweisskörper* E. Drechsel'я, въ Ladenburg's *Handwörterbuch der Chemie* III стр. 534—589. [См. также статью A belous. *Albuminoïdes* въ „Dictionnaire de physiologie“, изд. Richet, томъ I, стр. 177—207].

и мочева́я кислота, составляющія послѣдніе продукты окисленія протоплазмы, пока еще искусственно, дѣйстви́емъ окислителей (марганцовокислый калий и хлоръ) на бѣлокъ, не были получены.

Фиг. 4.—Лейцинъ и тирозинъ
подъ микроскопомъ

aa большіе шары лейцина,
bb пучки тирозина,
с маленькіе двойные шары мочевокислаго
аммонія.



Grimaux (1885), дѣйствуя хлорокисью фосфора на смѣсь лейцина и тирозина и обрабатывая затѣмъ NH_3 , приготовилъ синтетически аморфное, коллоидное вещество, дающее нѣкоторыя изъ реакцій, характеризующихъ бѣлокъ: выпаденіе при кипяченіи, ксантопротеиновую, мионовую и биуретовую реакціи.

Слѣдовательно, частица бѣлка состоитъ, вѣроятно, изъ различныхъ атомныхъ группъ, изъ которыхъ однѣ принадлежатъ къ ароматическому ряду, другія—къ жирному. Группы эти были бы въ такомъ случаѣ соединены азотистымъ ядромъ, по своему строенію аналогичнымъ мочеви́нѣ или гуанидину (Hoppe-Seyler, Schutzenberger¹⁾), тщательно изучившій продукты разложенія бѣлковыхъ веществъ, смотритъ на послѣднія, какъ на сложные уренды, происшедшіе отъ соединенія, въ различныхъ пропорціяхъ, мочевины съ амидокислотами. Процентный составъ бѣлковыхъ веществъ выражается эмпирической формулой $\text{C}_{72}\text{H}_{112}\text{N}_{13}\text{O}_{22}\text{S}$ (Lieberkühn²⁾).

Pflüger обратилъ вниманіе на различіе, существующее между мертвымъ бѣлкомъ, получаемымъ изъ яйца или изъ сыворотки, и живымъ бѣлкомъ протоплазмы. Бѣлокъ яйца можетъ оставаться неизмѣненнымъ въ продолженіе цѣлыхъ годовъ, относясь индифферентно къ кислороду. Но какъ только онъ ассимилируется

¹⁾ Schutzenberger. Bull. Soc. chim. XXIII, XXIV и XV.

²⁾ Вѣроятно, частица бѣлка гораздо больше. Названный авторъ далъ свою эмпирическую формулу на основаніи анализовъ щелочнаго альбумината; между тѣмъ при обработкѣ щелочнаго бѣлка часть серы и азота отщепляются, а это можетъ замѣтно отразиться на вычисленіи валовой формулы. Harnack получилъ изъ куринаго бѣлка опредѣленные и постоянныя соединенія съ мѣдью; на основаніи анализа одного изъ нихъ получается формула $\text{C}_{204}\text{H}_{322}\text{N}_{52}\text{O}_{66}\text{S}_2\text{Cu}$.

Zinoffsky, отщепляя отъ гемоглобина бѣлокъ, получаетъ для этого послѣдняго формулу $\text{C}_{680}\text{H}_{1098}\text{N}_{210}\text{O}_{241}\text{S}_2$.

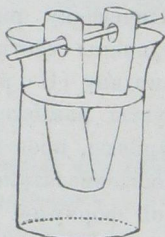
Частицу бѣлка надо представлять еще способной къ значительной полимеризаціи. По Сабаньеву и Александрову (1891) въсь частицы=14 300, — втрое больше, чѣмъ у Harnack'a.

протоплазмой и становится живой матеріей, онъ дѣлается крайне непостояннымъ и проявляетъ къ кислороду огромную жадность. Pflüger склоненъ думать, что бѣлокъ при переходѣ изъ мертвой формы въ живую и обратно, претерпѣваетъ нѣкоторое изомерное превращеніе. По его мнѣнію, въ молекулы живого бѣлка азотъ находится въ видѣ группы ціана CN , между тѣмъ какъ въ мертвомъ бѣлкѣ онъ занимаетъ такое же положеніе, какъ и въ амидахъ, т. е. NH_2 .

Loew ставитъ различіе между живымъ и мертвымъ бѣлкомъ въ зависимости отъ большей подвижности атомовъ въ молекулы перваго, подвижности, обусловленной присутствіемъ въ живой матеріи альдегидныхъ группъ.

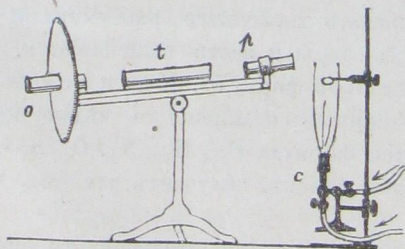
Физическія свойства растворимыхъ бѣлковыхъ веществъ, напоминаютъ гумми-арабикъ. Это—вещества аморфныя (впрочемъ нѣкоторые изъ растительныхъ глобулиновъ кристаллизуются), безцвѣтныя, коллоидныя, т. е. не диффундирующія (Graham). Всѣ они вращаютъ плоскость поляризаціи влѣво. (Bouchardat, Hoppe-Seyler 1864).

Діализаторъ.—Способность, которою обладаютъ бѣлковые вещества, не диффундировать сквозь органическія перепонки можетъ быть утилизирована съ цѣлью отдѣленія ихъ отъ веществъ диффундирующихъ, которыя постоянно сопровождаютъ ихъ во всѣхъ ихъ естественныхъ растворахъ (Graham). Очищеніе бѣлка производится въ діализаторѣ, т. е. сосудѣ, образованномъ перепонкой изъ пергаментной бумаги и опущенномъ въ другой сосудъ съ дистиллированной водой, которую время отъ времени мѣняють (см. ф. 5). Смѣсь бѣлка, солей и другихъ кристаллоидовъ, составляющая сыворотку, яичный бѣлокъ и т. п., помещается въ діализаторъ. Соли и вообще диффундирующія тѣла проходятъ сквозь перепонку и смѣшиваются съ водой, окружающей діализаторъ, между тѣмъ какъ очищенный такимъ образомъ бѣлокъ остается внутри.



Фиг. 5.—Діализаторъ *Kühne*, сдѣланный изъ трубки пергамента, подвѣшенной въ дистиллированную воду.

Поляриметръ.—Вращеніе поляризованнаго луча, производимое растворами бѣлковыхъ веществъ, можетъ быть констатировано и измѣрено посредствомъ инструмента, называемаго поляриметромъ. Фиг. 6 представляетъ поляриметръ Лорана. Здѣсь не мѣсто входить въ теорію инструмента, для знакомства съ которой можно обратиться къ учебникамъ физики. Я ограничусь только описаніемъ самого приѣма.



Фиг. 6.—Поляриметръ *Laurent's*. с лампа, дающая монохроматическій желтый свѣтъ; *p* поляризаторъ; *o* вращающійся окуляръ анализаторъ; *t* трубка, содержащая изслѣдуемую жидкость.

Кромѣ источника свѣта *l* (свѣтъ монохроматическій, желтый отъ хлористаго натрія), поляриметръ состоитъ изъ подставки, поддерживающей въ *p* призму

Николя, исполняющую роль поляризатора, и въ *о* призму — анализаторъ. Между этими двумя призмами вставлена трубка *t*, имѣющая по концамъ параллельныя стеклянныя пластинки и содержащая испытуемую жидкость.

Когда приборъ установленъ на нуль, глазъ наблюдателя, помѣщенный въ точку *о*, видитъ освѣщенное круглое поле, обѣ половины котораго, правая и лѣвая, освѣщены совершенно одинаково. Помѣщеніе между призмами трубы *t*, наполненной дистиллированной водой, не вноситъ никакого измѣненія. Но если труба *t* содержитъ растворъ какого-нибудь оптически-дѣятельнаго вещества, на-примѣръ бѣлка, то плоскость поляризаціи лучей, проходящихъ чрезъ жидкость, подвергается нѣкоторому вращенію. Измѣненные такимъ образомъ лучи достигаютъ анализатора *о*, гдѣ частью задерживаются, и наблюдаемое поле оказывается раздѣленнымъ на двѣ половины — темную и свѣтлую. Чтобы возстановить первоначальную картину, нужно только повернуть анализаторъ (вокругъ оси инструмента) на столько, чтобы вполнѣ компенсировать вращеніе, произведенное включенной жидкостью. Для этого поворачиваютъ анализаторъ до полученія снова одинаковаго освѣщенія обѣихъ половинъ поля зрѣнія. Анализаторъ снабженъ указателемъ съ нониусомъ, позволяющимъ весьма точно отсчитать на градуированномъ кругѣ σ уголъ вращенія.

Однопроцентный растворъ сывороточнаго параглобулина, при толщинѣ слоя въ 10 сант., отклоняетъ плоскость поляризаціи влѣво на $0,48^\circ$; это выражаютъ, говоря, что вращательная способность сывороточнаго параглобулина для луча желтаго цвѣта соответствующаго спектральной линіи D, равна -48° .

$$\sigma D = -48^\circ.$$

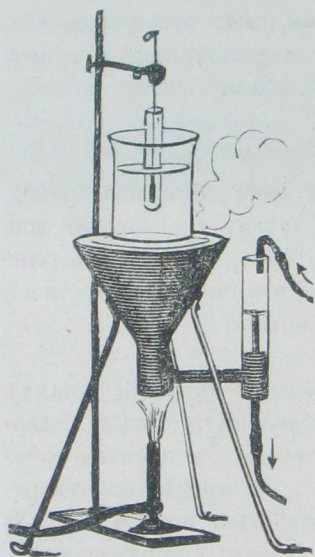
Вращеніе зависитъ отъ свойствъ взятаго вещества; кромѣ того, оно пропорціонально числу дѣйствующихъ частицъ, встрѣчаемыхъ лучемъ, т. е. степени концентрации раствора. Растворы, содержащіе 2, 3, 4...% бѣлка, производятъ соответственно отклоненіе на $0,96^\circ$, $1,44^\circ$, $1,92^\circ$. Поэтому, зная отклоненіе плоскости поляризаціи, легко опредѣлить степень концентрации раствора.

Общія реакціи бѣлковыхъ веществъ.—Для изученія общихъ реакцій бѣлковыхъ веществъ лучше всего брать разведенную водой сывотку крови. Смѣшиваютъ, на-примѣръ, 10 к. с. сывотки съ десятью объемами разведеннаго раствора хлористаго натрія (1%) и продѣлываютъ реакціи, наливая для каждой реакціи въ пробирную трубочку по $2\frac{1}{2}$ к. с. За неимѣніемъ сывотки, можно взять личный бѣлокъ, тщательно разстриженный ножницами и разбавленный значительнымъ количествомъ воды, содержащей немного соли, а затѣмъ профильтрованный.

Если хотятъ только убѣдиться въ присутствіи С, Н, О, N и S, осторожно нагрѣваютъ въ хорошо высушенной реактивной трубочкѣ, надъ пламенемъ Бунзеновской горѣлки, кусочекъ личнаго бѣлка (діализированнаго и высушеннаго въ сушильномъ шкафѣ), или же кусочекъ сухого фибрина. У отверстія трубки держать двѣ полоски бумаги, одну—красную лакмусовую бумажку, другую—пропитанную уксуснокислымъ свинцомъ. Выдѣленіе паровъ и дыма сопровождается почернѣніемъ бумажки съ уксуснокислымъ свинцомъ (присутствіе S), запахомъ амміака и горѣлаго рога, измѣненіемъ краснаго цвѣта лакмусовой бумаги въ синій (присутствіе N), образованіемъ на холодныхъ частяхъ трубки налета изъ водяныхъ капель (присутствіе Н и О) и наконецъ образованіемъ на днѣ трубки вспучившагося, чернаго угля (присутствіе С).

Свертываніе отъ нагрѣванія.—Пятипроцентные растворы бѣлка, ней-

тральные или слегка подкисленные свертываются, при нагревании до кипения, съ образованіемъ хлопьевъ. Свертываніе не полно, если опытъ продѣлывать съ естественной, разведенной только сывороткой, благодаря ея щелочной реакціи; оно не происходитъ вовсе, если щелочная реакція была усилена еще прибавленіемъ соды. Для всякаго бѣлковаго вещества существуетъ своя температура свертыванія, которой во многихъ случаяхъ вполне достаточно для его характеристики (см. ниже таблицу на стр. 44). Опредѣленіе точки свертыванія производится при помощи аппарата, изображеннаго на фиг. 7. Излѣдуемая жидкость наливается въ реактивную трубку, снабженную термометромъ, и постепенно нагревается на водяной банѣ. Замѣчаютъ температуру, при которой жидкость начинаетъ мутиться. Если въ жидкости предполагаютъ присутствіе нѣсколькихъ бѣлковыхъ веществъ, ее фильтруютъ послѣ перваго свертыванія и вновь продѣлываютъ то же самое. Этотъ методъ былъ впервые примѣненъ К ü h n e при изученіи бѣлковыхъ веществъ мышечной сыворотки; затѣмъ имъ воспользовался авторъ (при изученіи кровяной плазмы), Halliburton (при изученіи кровяной сыворотки и другихъ органическихъ жидкостей), Corin и Bérard (при изученіи яичнаго бѣлка) и другіе.



Фиг. 7. Приборъ для опредѣленія температуры свертыванія бѣлковъ.

Температура свертыванія нѣсколько варьируетъ въ зависимости отъ состава жидкости. Присутствіе значительнаго количества кислотъ и солей понижаетъ ее. „Альбуминъ“, вполне освобожденный отъ примѣси солей, не свертывается отъ нагреванія.

Свертываніе отъ алкоголя.—Растворы бѣлка даютъ осадокъ отъ прибавленія алкоголя; осадокъ можетъ быть затѣмъ вновь растворенъ прибавленіемъ воды, если только дѣйствіе алкоголя было очень непродолжительное. При продолжительномъ соприкосновеніи съ алкоголемъ, осѣвшій бѣлокъ претерпѣваетъ химическое измѣненіе, онъ свертывается, т. е. становится окончательно нерастворимымъ.

Свертываніе отъ кислотъ.—Растворы бѣлка свертываются отъ дѣйствія сильныхъ минеральныхъ кислотъ: HCl , HNO_3 , H_2SO_4 , метафосфорной и пикриновой кислотъ.

Концентрированные и нагрѣтыя кислоты снова растворяютъ осадокъ, превращая его въ кислый бѣлокъ ¹⁾.

Осажденіе солями.—Соли тяжелыхъ металловъ (сулема, уксуснокислый свинецъ, смѣсь іодистой ртути съ іодистымъ калиемъ, мѣдныя соли, уксуснокислое желѣзо и пр.) осаждаютъ бѣлокъ. Нѣкоторые изъ полученныхъ такимъ образомъ осадковъ оказываются дѣйствительными соединеніями металловъ съ бѣлкомъ. Нагнскъ произвелъ анализъ двухъ такихъ соединеній бѣлка съ мѣдью и получилъ формулы $C_{204} H_{322} N_{52} O_{66} S_2 Cu$ и $C_{204} H_{318} N_{52} O_{66} S_2 Cu_2$.

Употребленіе бѣлковыхъ жидкостей (молока, яичнаго бѣлка) какъ противоядія при отравленіи солями ртути, свинца и т. п. прямо основано на образованіи подобныхъ нерастворимыхъ металлическихъ соединеній бѣлка.

Осажденіе таниномъ (растворъ въ разведенной уксусной кисл.) и желѣзисто-синеродистымъ калиемъ (кислый растворъ). Осажденіе уксусной кислотой въ присутствіи концентрированныхъ растворовъ солей щелочныхъ и щелочно-земельныхъ металловъ.

Реакція Миллона.—Слѣды бѣлка могутъ быть открыты кипяченіемъ съ кислымъ растворомъ смѣси азотнокислой окиси и закиси ртути: получается красный осадокъ или красное окрашиваніе.

Это—реакція общая для всѣхъ одноатомныхъ феноловъ. Она свойственна поэтому карболовой кислотѣ, крезолу, тирозину и указываетъ, повидимому, на содержаніе въ частицѣ бѣлка бензольнаго ядра C_6 въ непосредственномъ соединеніи съ группой гидроксильной OH .

Муцинъ и кератинъ также окрашиваются въ красный цвѣтъ отъ реактива Миллона: эти вещества, какъ и бѣлокъ, даютъ въ числѣ другихъ продуктовъ своего разложенія и тирозинъ. Клей дающіе вещества не образуютъ тирозина и не даютъ реакціи Миллона.

Для приготовленія реактива Миллона растворяютъ одну часть металлической ртути въ двухъ частяхъ по вѣсу азотной кислоты (концентраціи 1,42). Послѣ полного растворенія разбавляютъ двумя объемами воды.

Ксантопротеиновая реакція.—При кипяченіи раствора бѣлка, даже разбавленнаго, съ крѣпкой азотной кислотой, жидкость принимаетъ прекрасный лимонно-желтый цвѣтъ, переходящій въ оранжевый отъ прибавленія въ избытокъ щелочи.

Ксантопротеиновая реакція свойственна, въ такой же мѣрѣ, какъ и бѣлкамъ, пропептонамъ, пептонамъ, а также естественнымъ производнымъ бѣлковъ, каковы: хондринъ, кератинъ, эластинъ, муцинъ и др.

Реакція съ содой и мѣднымъ купоросомъ (Біуретовая реакція).—Растворъ бѣлка послѣ прибавленія избытка щелочи и незначительнаго количества мѣднаго купороса при нагрѣваніи окрашивается въ фіолетовый или пурпурный цвѣтъ. Растворъ пептона при тѣхъ же условіяхъ даетъ розовое или пурпурное окрашиваніе уже на холоду.

Біуретъ, ангидридъ аспарагиновой кислоты и нѣкоторыя другія азотистыя вещества этой группы даютъ ту-же реакцію. Дѣйствіе щелочи на бѣлокъ вѣроятно сводится къ освобожденію цѣпи атомовъ, аналогичной біурету.

Наконецъ всѣ бѣлковыя вещества перевариваются желудочнымъ и пан-

¹⁾ При этомъ идетъ и болѣе глубокое разложеніе бѣлка; образуются NH_3 , CO_2 , лейцинъ, тирозинъ, аспарагиновая кислота и т. д.

креатическимъ соками, т. е. подъ вліяніемъ пищеварительныхъ ферментовъ превращаются въ пептоны, вещества аналогичныя альбуминоидамъ. Пептоны диффундируютъ, не свертываются при кипяченіи, не осаждаются желѣзисто-синеродистымъ калиемъ въ кислыхъ растворахъ и никакими другими бѣлковыми реактивами ¹⁾. (См. гл. о пищевареніи).

Токсическое дѣйствіе яда змѣй и сока сѣмянъ *Abrus precatorius* и др., повидимому, обязано бѣлковымъ веществамъ. Физиологическое дѣйствіе пептоновъ будетъ изучено въ гл. о питаніи.

Таблица главныхъ бѣлковыхъ веществъ животнаго происхожденія.

А. Бѣлковыя вещества растворимыя, свертывающіяся отъ жара.

Осаждаемыя изъ растворовъ при насыщеніи сѣрнокислымъ аммоніемъ.

I. Альбумины. Растворимы въ дистиллированной водѣ и растворахъ солей.

1. *Альбумины сыворотки*. α , β , γ , сверт. при температурахъ $+73^{\circ}$, $+77^{\circ}$, $+84^{\circ}$ (Halliburton), $\alpha [D] = -60^{\circ}$ приблизительно для альбумина изъ крови быка; $\alpha [D] = -44^{\circ}$ —изъ крови собаки. Не осаждаются эфиромъ.
2. *Альбуминъ яйца или овальбуминъ* Сверт. при $+73^{\circ}$.

$\alpha [D] = -38^{\circ}$. Осаждаются эфиромъ.

3. *Альбуминъ молока или лактальбуминъ*.

$\alpha [D] = -37^{\circ}$ (Sebelien). Сверт. при $+77^{\circ}$.

4. *Альбуминъ мускуловъ, протоплазмы*. Сверт. при $+73^{\circ}$.

II. Глобулины. Нерастворимы въ дистиллированной водѣ, растворимы въ разбавленныхъ растворахъ солей; осаждаются при насыщеніи NaCl и MgSO₄ или же сѣрнокислымъ аммоніемъ.

1. *Параглобулинъ или сывороточный глобулинъ*. Сверт. $+75^{\circ}$, $\alpha [D] = -47^{\circ}8$.
2. *Фибриногенъ* кровяной плазмы. Сверт. $+56^{\circ}$, $\alpha [D] = -43^{\circ}(?)$ (Her mann). Превращается въ фибринъ подъ вліяніемъ спеціальнаго фермента.
3. *Миозинъ* мышцъ. Сверт. $+55^{\circ}$.
4. *Мускулинъ* мышцъ. Сверт. $+45^{\circ}$ (у лягушки), $+47^{\circ}$ (у млекопитающихъ), $+51^{\circ}$ (у птицъ).
5. *Глобулины* протоплазмы,—мышцъ (сверт. $+63^{\circ}$), молока, яйца и пр.

В. Бѣлковыя вещества растворимыя, не свертывающіяся отъ жара.

Это искусственные продукты превращенія альбуминовъ и глобулиновъ.

1. *Ацидальбумины и алкалальбуматы* получаютъ дѣйствіемъ кислотъ и щелочей на альбумины или глобулины. Нерастворимы въ дистиллированной

¹⁾ Последнее не совсѣмъ точно. Хлорной ртутью при нейтральной реакціи, основнымъ уксуснокислымъ свинцомъ и дубильной кислотой (послѣ подкисленія уксусной) пептоны осаждаются, какъ и бѣлки.

водѣ и въ растворахъ нейтральныхъ солей, растворимы въ разведенныхъ кислотахъ и щелочахъ. Лучше другихъ извѣстенъ — *синтонинъ*, образующійся при дѣйствіи HCl (въ растворѣ одинъ на тысячу) на міозинъ.

$$\alpha [D] = -72^\circ \text{ (Hoppe-Seyler).}$$

2. *Пропептоны* или *альбумозы* получаютъ отъ умѣренного дѣйствія желудочнаго и панкреатическаго соковъ на бѣлки. Растворимы въ растворахъ солей; осаждаются при насыщеніи сѣрнокислымъ аммоніемъ. Не диффундируютъ. Біуретовая реакція получается на холоду.

$$\alpha [D] = -70^\circ \text{ до } 80^\circ \text{ (Kühne).}$$

3. *Пептоны* — продукты продолжительнаго дѣйствія пищеварительныхъ соковъ на бѣлковые вещества и пропептоны. Не осаждаются насыщеніемъ сѣрнокислымъ аммоніемъ. Диффундируютъ. Біуретовая реакція получается на холоду.

С. Бѣлковые вещества нерастворимыя или свернувшіяся.

1. *Фибринъ крови*, происходящій отъ превращенія фибриногена.
2. *Казеинъ*, измѣненный дѣйствіемъ сычужнаго фермента ¹⁾.
3. *Альбумины* и *глобулины* свернувшіяся отъ нагрѣванія или же дѣйствія минеральныхъ кислотъ (HCl , H_2SO_4 , HNO_3).

Количественное опредѣленіе альбуминовъ и глобулиновъ. Имѣя дѣло съ прозрачной жидкостью, можно съ успѣхомъ примѣнять круговую поляризацию (см. выше). Въ другихъ случаяхъ количество бѣлковыхъ веществъ опредѣляютъ по вѣсу свертка, полученнаго кипяченіемъ (въ присутствіи небольшого количества уксусной кислоты) или лучше прибавленіемъ избытка алкоголя. Свертокъ собираютъ на маленькомъ фильтрѣ, промываютъ алкоголемъ и эфиромъ, высушиваютъ въ продолженіе долгаго времени въ сушильномъ шкафу, затѣмъ осторожно взвѣшиваютъ между двумя часовыми стеклышками (предварительно охладивши подъ экскаторомъ).

Приблизительное опредѣленіе бѣлка въ мочѣ по способу Esbach'a. Наливаютъ мочу въ трубку Esbach'a (см. фиг. 8). до черты *U*; прибавляютъ до черты *R* осаждающаго бѣлокъ раствора (10 гр. пикриновой кислоты, 20 гр. лимонной, 970 гр. воды); затыкаютъ пробкой, опрокидываютъ разъ десять подрядъ, не встряхивая, оставляютъ въ покой въ вертикальномъ положеніи до слѣдующаго дня.

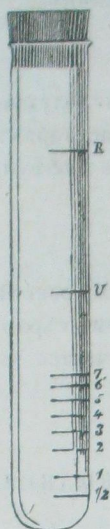
Хлопья бѣлка осаждаются на дно трубки и цифра дѣленія, соответствующаго верхней границѣ осадка, представляетъ число граммовъ бѣлка, содержащихся въ литрѣ мочи.

Если свертокъ превыситъ черту 4, опытъ производить вновь, предварительно разбавивъ мочу двумя объемами воды. Полученное количество будетъ соответствовать уже разбавленной мочѣ и потому нужно будетъ помножить его на 2 или на 3, смотря по разбавленію.

Обнаруженіе бѣлка въ органическихъ жидкостяхъ, мочѣ, напримѣръ, производится слѣдующими двумя приемами:

¹⁾ Здѣсь разумѣется свертокъ, образовавшійся изъ казеина. Его предложено называть *параказеиномъ*.

1. Жидкость доводится до кипѣнія и затѣмъ прибавляется азотная кислота: осадокъ исчезающій — бѣлокъ.



Фиг. 8. Трубка Эсбаха для клиническаго опредѣленія количества бѣлковъ въ мочѣ.

2. Жидкость подкисляютъ уксусной кислотой, прибавляютъ равный объемъ насыщеннаго раствора сѣрноуксуснаго натрія и нагреваютъ до кипѣнія: образованіе осадка.

ПРОТЕИДЫ (Hoppe-Seyler).

Вещества, образующія при разложеніи: а) бѣлковые вещества въ тѣсномъ смыслѣ, б) продукты не бѣлковые.

I. Протеиды окрашенные и содержащіе металлъ, *легко соединяющійся съ кислородомъ* (бѣлокъ + крясящее, содержащее металлъ, вещество).

1. *Оксигемоглобины и гемоглобины*, красные, содержатъ желѣзо.
2. *Оксигемоглианинъ*; синій, содержитъ мѣдь.
3. *Хлорокруоринъ* и пр.

II. Нуклеины (хроматинъ гистологовъ?) (бѣлокъ + метафосфорная кислота по Liebermann'у или другія фосфорныя соединенія).

Вещества очень богатая фосфоромъ, составляющимъ значительную часть твердаго остатка, получаемаго отъ клѣточныхъ ядеръ и головокъ сперматозоидовъ, очень распространены въ клѣточной протоплазмѣ (въ формѣ нуклео-альбуминовъ). Нерастворимы въ водѣ, соляныхъ растворахъ, алкогольѣ, эфирѣ; разведенныхъ кислотахъ, желудочномъ сокѣ. Растворимы въ разведенныхъ щелочахъ.

Въ числѣ продуктовъ разложенія нуклеиновъ Kossel указываетъ главнымъ образомъ вещества изъ группы ксантина.

III. Нуклео-альбумины (бѣлокъ + нуклеинъ). Играютъ важную роль въ образованіи протоплазмы, встрѣчаются особенно въ большихъ количествахъ въ тканяхъ, богатыхъ клѣточными элементами, и находятся въ формѣ псевдо-растворовъ въ нѣкоторыхъ выдѣленіяхъ (казеинъ молока); почти нерастворимы въ водѣ и въ солевыхъ растворахъ; растворимы въ разведенныхъ щелочахъ. Не свертываются при кипяченіи. Подъ вліяніемъ желудочнаго сока разлагаются на бѣлокъ и нуклеинъ (протеидъ, богатый фосфоромъ); нѣкоторые, повидимому, содержатъ желѣзо.

1. *Казеинъ* молока.
2. *Овоцителлинъ* желтка куриного яйца.

3. *Нуклео-альбумины* тканей, нуклео-гистоны лейкоцитовъ (Lilienfeld).

IV. Муцины (бѣлокъ+нѣкоторое восстанавливающее вещество (углеводъ?))

Коллоидныя вещества, образующія тягучіе, осаждаемые уксусной кислотою, псевдо-растворы; даютъ при кипяченіи, въ присутствіи разбавленныхъ минеральныхъ кислотъ, кислый бѣлокъ и восстанавливающія вещества. [Всѣ имѣютъ кислую реакцію].

Находятся въ отдѣленіяхъ слизистыхъ, большихъ слизистыхъ железъ, въ кожѣ слизистой и нѣкоторыхъ другихъ животныхъ.

Соединительная ткань и ткань пуповины.

V. Муциноиды (бѣлокъ+восстанавливающее вещество).

Паральбуминъ Scherer'a или металбуминъ кистъ яичника.

Коллоидное вещество щитовидной железы.

АЛБУМОИДЫ или альбуминоиды нѣмецкихъ авторовъ.

Производныя протеиновыхъ веществъ, составляющія значительную часть животнаго организма [остова, крововъ].

Панкреатическій и желудочный сокъ, равно и продолжительное кипяченіе превращаютъ ихъ въ пептоны. Не обнаруживаютъ ни реакціи Миллона, ни ксанто-протеиновой ¹⁾.

Коллагенъ, оссеинъ. — Основное вещество костей, хрящей, сухожилій и вообще соединительной ткани позвоночныхъ. Нерастворимъ въ холодной водѣ, въ кипящей превращается въ желатину или клей. Растворъ желатины превращается въ студень при охлажденіи: не осаждается ни уксусной кислотой, ни желѣзисто-синеродистымъ калиемъ въ кислому растворъ, ни основнымъ уксуснокислымъ свинцемъ; осаждается таниномъ. Отъ дѣйствія крѣпкой сѣрной кислоты переходитъ въ гликоколь.

$$\alpha [D] = -130^{\circ} (\text{Hoppe-Seyler})$$

По Hofmeister'y, желатина превращается вновь въ коллагенъ при +130°.

Кератины. — Роговыя вещества волосъ, ногтей, эпидермиса, роговъ, копытъ, перьевъ, чешуй и пр и перепонки куриного яйца (?); содержатъ большое количество сѣры и при разложеніи даютъ много тирозина; нерастворимы въ водѣ, солевыхъ растворахъ, пищеварительныхъ сокахъ, алкогольъ, эфиръ, разведенныхъ щелочахъ и кислотахъ на холоду; разлагаются дѣйствіемъ перегрѣтой воды (+150° до 200°), образуя пропептоны; растворимы въ щелочахъ при нагрѣваніи; даютъ реакцію Миллона и ксантопротеиновую.

Эластины. — Основные вещества эластической ткани (затылочная связка). Не содержатъ (или только немного) сѣры; нерастворимы въ большинствѣ реактивовъ. Дѣйствіемъ перегрѣтой воды или желудочнаго сока эластины даютъ [особаго рода] пропептоны (эластоны). Реакція Миллона.

¹⁾ Это относится только къ первой категоріи ниже указанныхъ веществъ, т. е. къ коллагену и его производнымъ. Точнѣе говоря, названныя реакціи наблюдаются и здѣсь, но такъ слабо, что ихъ относятъ на долю примѣси бѣлковъ.

То же замѣчаніе и по отношенію къ перевариванію. — При раствореніи коллагена дѣйствіемъ пищеварительныхъ соковъ получаютъ не обыкновенные альбумозы и пептоны, а параллельныя имъ тѣла (глотоза, клеевой пептонъ).

Сюда же можно, вѣроятно, причислить *спонинъ* губокъ, *конкюлинъ* раковинъ моллюсковъ, *биссусъ* моллюсковъ, *корнеинъ* въ осевомъ скелетѣ у *Gorgonia*, *фибронинъ* и *серпичинъ* шелка и пр., равно какъ и амилоидное вещество.

Амилоидное вещество или *лардацеинъ*. — Вещество, характеристическое для такъ называемаго амилоиднаго перерожденія почекъ, печени, селезенки. Его находили также въ камняхъ простатической железы.

Зерна амилоиднаго вещества отъ йода окрашиваются въ краснобурый или грязно-фіолетовый цвѣтъ, поглощаютъ нѣкоторыя красящія вещества, не растворимы въ большей части растворителей и въ пищеварительныхъ сокахъ (последнее констатировано Костюринымъ); отъ дѣйствія крѣпкихъ щелочей и кислотъ, они превращаются въ щелочной или кислый бѣлокъ.

Даютъ ксантопротеиновую и Милоновскую реакціи.

Ферменты. Вещества въ высшей степени сложные и, быть можетъ, близкія къ бѣлковымъ тѣламъ (эмульсинъ миндаля, по Aug. Schmidt'y, имѣетъ слѣдующій составъ С 48.76, Н 7.13, N 14.16 S 1.25, О 28.70 %); образуются въ живыхъ клѣткахъ и способны превращать (въ присутствіи воды) другія способныя къ броженію органическія вещества въ продукты расщепленія, имѣющіе въ общемъ теплоту горѣнія ниже той, какая свойственна веществамъ, изъ которыхъ они получены.

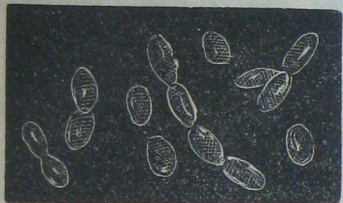
Ферменты дѣйствуютъ, повидимому, только своимъ присутствіемъ: по окончаніи ферментаціи они большею частью оказываются неизмѣненными; кромѣ того достаточно небольшого количества фермента для превращенія почти неограниченнаго количества вещества. Liebig вполне основательно сравниваетъ ихъ дѣйствіе съ каталитическимъ дѣйствіемъ губчатой платины на содержащую кислородъ воду.

Ферменты могутъ дѣйствовать только въ опредѣленныхъ предѣлахъ температуры. При 0° они не оказываютъ почти никакого дѣйствія; по мѣрѣ возрастанія температуры, дѣйствіе ихъ усиливается, пока не достигнетъ своего максимума, при температурѣ различной для различныхъ ферментовъ; затѣмъ наступаетъ постепенное пониженіе дѣйствія. Нагрѣтые во влажномъ состояніи значительно выше 50° (отъ 50° до 75° смотря по ферменту), ферменты окончательно теряютъ свою способность дѣйствовать. Въ сухомъ состояніи они переносятъ безъ измѣненія температуру выше +100°. Жидкость, въ которой происходитъ ферментація, должна представлять растворъ соли въ опредѣленныхъ границахъ концентраціи, чтобы содержаніе нейтральныхъ солей не было ни слишкомъ большимъ, ни слишкомъ малымъ. Соли многихъ тяжелыхъ металловъ останавливаютъ всякую ферментацію. Констатировано, что нѣкоторые ферменты не способны диффундировать сквозь органическія перепонки.

Многіе ферменты могутъ быть извлечены водою или глицериномъ, въ которыхъ они легко растворяются, изъ заключающихъ ихъ тканей (всегда съ примѣсью бѣлка, желатинны и другихъ веществъ). Растворенный такимъ образомъ ферментъ осаждается алкоголемъ въ формѣ бѣлаго порошка; онъ измѣняется только отъ очень продолжительнаго соприкосновенія съ алкоголемъ, а обыкновенно можетъ быть вновь растворенъ въ водѣ. Растворенные ферменты легко увлекаются механически при образованіи въ ихъ растворѣ различныхъ осадковъ.

На этомъ послѣднемъ свойствѣ основаны нѣкоторые приемы очищенія ферментовъ. Подкисляютъ, напримѣръ, растворъ фермента фосфорной кислотой и

Но есть другіе важные ферменты, которыхъ извлечь изъ живыхъ клітокъ пока не удается. Такъ наприѣръ въ *пивныхъ дрожжахъ*, какъ это открыто Schwann'омъ и Cagniard de Latour въ 1836 г., заключается ферментъ, превращающій декстрозу въ спиртъ и углекислоту. Дѣйствіе этого фермента прекращается тотчасъ съ прекращеніемъ жизни дрожжевыхъ клітокъ (фиг. 9),



Фиг. 9.—Дрожжевыя клітки. Сильное увеличеніе.

чѣмъ бы ни было вызвано послѣднее, простымъ-ли механическимъ давленіемъ или же дѣйствіемъ эфира, алкоголя, хлороформа, ціанистоводородной кислоты, тимола, сжатого кислорода, угольной кислоты при давленіи въ 50 атмосферъ (d'Arsonval) или нагрѣваніемъ выше 53° ¹⁾. Это и побудило Pasteur'a отождествлять процессъ броженія съ самой жизнью дрожжевыхъ клітокъ. Слѣдуя его примѣру, многіе химики и фізіологи смотрятъ на большинство процессовъ броженія, какъ на процессы, составляющіе жизнь опредѣленныхъ видовъ низшихъ организмовъ, которымъ они и даютъ названіе *организованныхъ ферментовъ* въ отличіе отъ *растворимыхъ* или *неорганизованныхъ* ферментовъ, о которыхъ мы говорили ²⁾.

«Если отождествлять ферментъ, совершающій превращеніе винограднаго сахара въ спиртъ, и CO₂ съ цѣлымъ организмомъ дрожжевой клітки, то также нужно смотрѣть и на образованіе янтарной кислоты, глицерина и пр., какъ на принадлежность алкогольнаго броженія. Но помимо этого дрожжевая клітка образуетъ еще жиръ, целлюлозу, она размножается и содержитъ въ себѣ особый вырабатываемый ею ферментъ (инвертинъ), превращающій тростниковый сахаръ въ виноградный и плодовый. Поэтому совершенно произвольнымъ является соединять въ одну группу одинъ рядъ процессовъ и обозначать другой. Возрѣніе, какого держатся Pasteur и его послѣдователи на организованные ферменты, могло бы быть въ равной мѣрѣ распространено на всякое живое существо, даже на самого человека». (Hörre-Seyley) ³⁾.

прибавляютъ затѣмъ извѣсть. Образующійся фосфорнокислый кальцій осаждается, увлекая механически ферментъ. Осадокъ собираютъ и обрабатываютъ водой, которая растворяетъ ферментъ, оставляя нерастворенной фосфорнокислую соль. Однако этотъ способъ, несмотря на предложенныя Brücke усовершенствованія, не привелъ еще къ полученію какого-либо фермента въ чистомъ состояніи.

¹⁾ Весьма возможно что ферментъ, находящійся въ дрожжахъ, расходуется во время броженія по мѣрѣ своего образованія.

²⁾ Kühne предложилъ называть послѣдніе *энзимами* въ отличіе отъ ферментовъ организованныхъ. Этотъ терминъ пользуется значительнымъ распространеніемъ у нѣмецкихъ авторовъ.

Н. В.

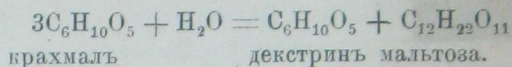
³⁾ Возраженіе нѣмецкаго автора имѣетъ чисто формальный характеръ и есть, мнѣ кажется, не болѣе какъ слабый варіантъ къ знаменитому въ исторіи науки спору между Либихомъ и Пастеромъ. У французовъ для обозначенія процесса броженія есть только слово «fermentation»; естественно поэтому называть организмъ, производящій данное броженіе, ферментомъ и имѣть въ виду преобла-

Таблица наиболѣе важныхъ видовъ ферментаціи по Норре Сейлеру¹⁾.

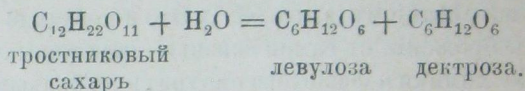
I. Превращеніе ангидридовъ въ гидраты.

A. Ферменты, дѣйствующіе какъ разбавленныя минеральныя кислоты при кипяченіи.

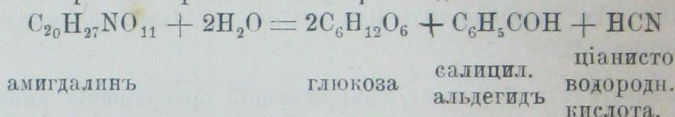
Примѣры: *диастазъ* проросшихъ зеренъ ячменя, слюны, панкреатической железы, превращаетъ крахмалъ (и гликогенъ) въ декстринъ и мальтозу.



Инвертинъ дрожжей (очень распространенный вообще въ растительномъ царствѣ) раздѣляетъ тростниковый сахаръ на декстрозу и левулозу.

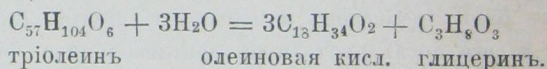


Эмульсинъ миндаля, превращаетъ нѣкоторые глюкозиды бензола въ глюкозу и болѣе простыя ароматическія производныя.



B. Ферменты, дѣйствующіе какъ ѣдкія щелочи при нагрѣваніи (омыленіе).

Примѣры: ферментъ панкреатической железы омыляетъ жиры, заставляя ихъ распадаться на глицеринъ и жирную кислоту



дающій продуктъ вызваннаго имъ броженія. Что рядомъ съ алкоголемъ образуется нѣкоторое количество другихъ веществъ, какъ результатъ жизни дрожжеваго организма, это было указано именно самимъ Пастеромъ. Если держаться строго возраженія, то и по отношенію къ *неорганизованнымъ* ферментамъ нельзя употреблять напр. такихъ выраженій, какъ «пептонизирующій ферментъ», потому что подъ вліяніемъ послѣдняго рядомъ съ пептонами образуются другіе продукты, предшествующіе пептонамъ и слѣдующіе за ними. Между послѣдними встрѣчаются, напр., лейцинъ, тирозинъ, триптофанъ и проч. И это, какъ при дѣйствіи трипсина, такъ и пепсина, что признавалось и самимъ Гоппе-Зейлеромъ въ новѣйшихъ изданіяхъ его практическаго руководства по физиологической химіи.

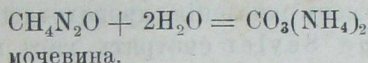
H. B.

¹⁾ Норре-Сейлер, Physiologische Chemie, 1877 p. 113 и Pflüger's Archiv XII, Zeitschrift f. Physiol. Chemie X, p. 36. Нѣкоторые важные процессы броженія не попали въ эту таблицу, такъ какъ намъ неизвѣстна природа сопутствующихъ имъ химическихъ реакцій, примѣръ, дѣйствіе фермента сычуга на казеинъ, дѣйствіе фибринъ-фермента на фибриногенъ и проч.

Смотр. также «Fermentations» въ Dictionnaire de Chimie Wurtz'a (буква F и дополнение).

Образованіе въ трупѣ жирныхъ веществъ или *адипоцира* (кальціевая соль пальмитиновой и стеариновой кислотъ) обусловливается аналогичнымъ же процессомъ гнилостнаго броженія, происходящаго въ присутствіи углекислаго кальція.

Ферменты гніенія (низшіе организмы) производятъ разложеніе и гидратацию амидныхъ соединений. Такъ дѣйствуетъ ферментъ гниющей мочи, превращая мочевицу въ углекислый амміакъ:



мочевина.

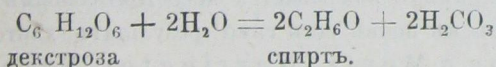
Сюда же нужно отнести ферменты, разлагающіе гипшуровую кислоту и желчныя кислоты на ихъ составныя части: гликоколь, тауринъ, бензойную кислоту, холаговую кислоту; кромѣ того трипсинъ, ферментъ панкреатической железы, разлагающій бѣлковыя вещества и др. Въ присутствіи эфира, убивающаго низшіе организмы, гніеніе однако продолжается.

II. Броженія, при которыхъ сродства кислорода насыщенные первоначально водородомъ, вступаютъ въ соединеніе съ углеродомъ.

Часть молекулы подвергается окисленію (съ образованіемъ CO_2 или группы карбоксила CO_2H), освобожденный водородъ можетъ дѣйствовать какъ возстановитель на остальную часть молекулы или вызвать возстановленіе другихъ веществъ, находящихся въ жидкости. Сѣрниокислыя соли могутъ превратиться въ углекислыя съ образованіемъ H_2S . Фосфористый водородъ, дѣйствіемъ котораго пытались объяснить явленіе блуждающихъ огоньковъ, при гніеніи никогда не образуется.

Примѣры: *ферментъ, молока* (нѣсколько низшихъ организмовъ) превращаетъ молочный сахаръ, инозитъ и др. въ молочную кислоту.

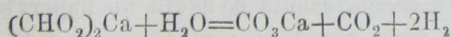
Ферментъ дрожжей, превращающій декстрозу, левулозу и галактозу въ спиртъ и угольный ангидридъ



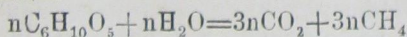
декстроза

спиртъ.

Ферменты гніенія, содержащіеся во многихъ низшихъ организмахъ, микрококкахъ, бактеріяхъ и пр. (не уничтожающіеся отъ дѣйствія эфира, но разрушаемые температурой выше 53°); разлагаютъ большинство органическихъ веществъ



муравьинокисл.
кальцій.



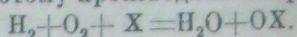
целлюлоза

болотный газъ

Безъ сомнѣнія, сюда же нужно отнести гніеніе бѣловыхъ веществъ и ихъ превращеніе въ пептоны, лейцинъ, тирозинъ, пидоль, масляную кислоту, NH_3 и CO_2 .

Броженія второго разряда предполагаютъ отсутствіе кислорода воздуха. Присутствіе кислорода сообщаетъ этимъ процессамъ другой характеръ. Непосредственнаго дѣйствія на основную реакцію гидратациі кислородъ O , не имѣетъ; но освобождающійся водородъ *in statu nascendi* окисляется имъ съ образованіемъ воды и выдѣленіемъ тепла. Другой атомъ въ частицѣ ки-

кислорода, становясь вълѣдствіе того свободнымъ, получаетъ свойство активнаго кислорода, озона и поэтому производитъ энергичное окисленіе.



Гніющія на воздухѣ жидкости не выдѣляютъ ни H_2 , ни CH_4 и представляютъ среду, въ которой происходитъ дѣятельное окисленіе. Въ видѣ примѣра можно указать на образованіе нитратовъ (Hörre Seyler)¹⁾.

На многіе изъ процессовъ окисленія, происходящихъ въ организмахъ высшихъ животныхъ, Hörre Seyler смотритъ какъ на процессы сходные съ только что описанными процессами гніенія, протекающими въ присутствіи воздуха. Броженіе порождаетъ водородъ H_2 , который въ моментъ рожденія соединяется съ кислородомъ, принесеннымъ кровью, и освобождаетъ изъ молекулы O_2 одинъ атомъ кислорода²⁾. Освобожденный атомъ кислорода обладаетъ большою окислительной энергіей и сжигаетъ вещества, которыя внѣ организма могутъ окисляться только медленно или же только при помощи болѣе энергичныхъ окислителей, какъ марганцовокислый калий или бертолетова соль. Такимъ образомъ явленія окисленія могутъ протекать рука объ руку съ явленіями возстановленія.

¹⁾ Приведенный примѣръ оказывается несостоятельнымъ въ настоящее время. Образованіе нитратовъ въ почвѣ есть само результатъ дѣятельности микроорганизмовъ (Schlössing и Muntz, Warrington, Frankland). — Внн оградскій выдѣлилъ изъ почвы такихъ микробовъ и воспитывалъ ихъ въ искусственныхъ средахъ (сѣрниокислый аммоній, другія обычныя неорганическія соли и прокаленный мѣлъ,—полное *отсутствіе* органическаго углерода). При этомъ оказалась замѣчательная специализація функцій въ царствѣ этихъ простѣйшихъ организмовъ: одинъ изъ нихъ окисляетъ амміакъ только до стадіи азотисто-кислой (нитритъ), а другой способенъ начинать только съ этой стадіи и образуетъ соли азотной кислоты (нитраты)!

Но когда дѣло идетъ не о почвѣ, а о водородѣ *in statu nascendi*, выдѣленномъ напр. электролитическимъ путемъ, то способность его *активировать* кислородъ засвидѣтельствована несомнѣнно энергичными явленіями окисленія: бензолъ окисляется при этихъ условіяхъ въ феноль, окись углерода въ уголекислоту, свободный азотъ въ азотистую кислоту и т. д. (Hörre-Seyler, Baumann).

Н. В.

²⁾ Hörre-Seyler показали, что освобождающійся водородъ обладаетъ способностью превращать недѣятельный кислородъ въ дѣятельный. Такъ диссоціаціей водородистаго палладія въ присутствіи кислорода онъ вызывалъ самыя энергичныя реакціи окисленія.

ГЛАВА II

Кровь.

I. Общія свойства.

Значеніе. Тѣло высшихъ животныхъ образовано безчисленнымъ множествомъ клѣтокъ, волоконъ и пр. Большая часть этихъ элементовъ, живя въ глубинѣ тканей, изолирована отъ непосредственнаго дѣйствія внѣшняго міра. Для дыханія, для поглощенія извнѣ питательныхъ веществъ, для удаленія отбросовъ они нуждаются въ посредникѣ между ними и внѣшней средой. Такимъ посредникомъ являются жидкости организма, кровь и лимфа, которыя постоянно циркулируютъ съ одной стороны между поверхностями, на которыхъ сосредоточивается обмѣнъ тѣла съ внѣшней средой (легкія, кишечникъ, почки), и съ другой стороны между болѣе глубокими частями тѣла. Кровь приноситъ тканямъ кислородъ и питательныя вещества и беретъ отъ нихъ угольную кислоту и другіе продукты органическаго горѣнія. Такимъ образомъ клѣтки нашего тѣла живутъ на счетъ крови ¹⁾, которая по отношенію къ нимъ играетъ ту-же роль, какую играетъ внѣшняя среда по отношенію къ амебѣ или вообще по отношенію къ организму въ его цѣломъ. Claude Bernard совершенно правильно назвалъ жидкости организма, въ которыхъ погружены клѣтки и изъ которыхъ онѣ постоянно черпаютъ матеріалъ для обмѣна, *органической средой* или *внутренней средой*.

Эта внутренняя среда, являясь до нѣкоторой степени изолированной отъ среды внѣшняго міра, представляетъ замѣчательное постоянство въ своихъ свойствахъ. Содержаніе въ ней воды, солей, питательныхъ веществъ, кислорода строго держится въ очень узкихъ предѣлахъ и подвержено незначительнымъ колебаніямъ. Такое постоянство обусловлено существованіемъ въ организмѣ цѣлаго ряда компенсирующихъ механизмовъ, которые вступаютъ въ дѣятельность, какъ только является какая-нибудь причина, стремящаяся измѣнить составъ внутренней среды. Вентиляціей при помощи легкихъ достигается сохраненіе нормальнаго отношенія между кислородомъ и угольной кислотой въ этой средѣ; для питательныхъ веществъ, выработанныхъ пищеварительнымъ каналомъ, въ организмѣ существуютъ специально предназначенныя мѣста (жировая ткань, печень), гдѣ они откладываются въ формѣ запасовъ, составляя матеріалъ, изъ котораго (жировая ткань, печень) и

¹⁾ Было-бы собственно точнѣе сказать что клѣтки живутъ на счетъ лимфы, такъ какъ отъ кровеносныхъ капилляровъ ихъ отдѣляютъ лимфатическія щели.

происходит постоянное пополнение потребляемых веществ; наконецъ на почкахъ лежитъ обязанность удалить образовавшіеся внутри тѣла продукты, накопленіе которыхъ могло бы сдѣлаться вреднымъ для организма.

Свойства крови. Кровь¹⁾ человѣка (и позвоночныхъ) представляетъ слегка вязкую, непрозрачную жидкость, превосходнаго краснаго цвѣта въ артеріяхъ, лѣвой половинѣ сердца и легочныхъ венахъ (артеріальная кровь); въ венахъ же большого круга кровообращенія, въ правомъ сердцѣ и легочныхъ артеріяхъ (венозная кровь) цвѣтъ ея темно красный съ зеленоватымъ оттенкомъ въ проходящемъ свѣтѣ (Brücke).

Микроскопическое изслѣдованіе (Swamerdam 1658, Leeuwenhoek 1673) обнаруживаетъ, что кровь состоитъ изъ жидкой, прозрачной, слегка желтоватой части—плазмы и твердыхъ тѣлецъ, красныхъ шариковъ, которые обуславливаютъ непрозрачность и цвѣтъ крови. Кромѣ того въ крови находятся въ нѣкоторомъ количествѣ лейкоциты или бѣлые шарики (Hewson 1770) и очень маленькіе форменные элементы, названные Науеомъ гематобластами (пластинки Bizzozero); есть также различныя, непостоянныя по количеству зернышки, главнымъ образомъ жировыя. Въ нормальномъ состояніи кровь не содержитъ гнилостныхъ микроорганизмовъ: если наполнить прямо изъ вены кровью стеклянную трубочку (предварительно стерилизованную дѣйствіемъ высокой температуры) и немедленно запахать ея концы, то кровь будетъ сохраняться, не претерпѣвая гніенія (Schwann 1837).

Средній удѣльный вѣсъ крови человѣка 1060 по Roy (1884). У собаки Pflüger нашелъ 1060, а Gscheidlen у кролика 1042—1052. Удѣльный вѣсъ красныхъ шариковъ можетъ превышать 1100, удѣльный же вѣсъ плазмы не бываетъ больше 1030.

Реакція крови всегда нѣсколько щелочная, что легко констатировать при помощи лакмусовой бумажки. Щелочность крови быстро уменьшается съ момента ея выпуска до наступленія свертыванія (Zuntz 1867).

Запахъ крови, *halitus sanguinis*, измѣняется въ зависимости отъ вида животнаго; повидимому онъ обязанъ присутствію летучихъ жирныхъ кислотъ, подобныхъ тѣмъ, какія находятся въ поту: онъ усиливается отъ подкисленія крови (Barruel). Вкусъ крови слегка соленый и щелочной.

Таблица химическаго состава крови млекопитающихъ.

ПЛАЗМА ($\frac{6}{10}$ приблизительно всей крови).

Органическія вещества.	{	Бѣлковыя вещества, 7—10 ⁰ / ₀ . Фибриногенъ (фибринъ послѣ свертыванія), параглобулинъ, альбуминъ.
		Ферменты, слѣды Фибринъ-ферментъ (послѣ свертыванія), диастатическій ферментъ ²⁾ .
		Пигменты, слѣды. Желтый пигментъ (лютеинъ), иногда билирубинъ.

¹⁾ См. Milne-Edwards, Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparées, etc; Hoppe-Seyler, Physiologische Chemie; Rollet, статья «Blut» въ Handbuch der Physiologie Hermann'a. 1880.

²⁾ L'épine принимаетъ существованіе въ крови *глюколитическаго* фермента, т. е. фермента, разлагающаго сахаръ. Этотъ ферментъ будто бы происходитъ изъ панкреатической железы. По Arthus'у ферментъ этотъ образуется только въ моментъ свертыванія, а до этого не существуетъ.

Органическія вещества.	{	Разныя органическія вещества 0,75 ⁰ /о: холестеринъ, церебринъ, лецитинъ, жиры, мыла, глюкоза, мочеви́на, слѣды мочево́й кислоты, креатинъ, ксантинъ, гипоксанти́нъ, гиппу́ровая кислота и пр.
Неорганическія вещества.		{

КРАСНЫЕ ШАРИКИ (около $\frac{4}{10}$ крови).

Органическія вещества.	{	Бѣлковыя вещ.—Гемоглобинъ, глобулинъ (сверт. при +60°) 35%.
		Различныя органич. вещ., холестеринъ, лецитинъ.
Неорганическія вещества.	{	Вода 60—65%.
		Соли.
		Газы O, CO ₂ , N.

БѢЛЫЕ ШАРИКИ (около 0,5⁰/₀ по Wooldridge'y 1881).

Нуклео-альбуминъ, два глобулина (сверт. + 50° и + 60°), одинъ альбуминъ (сверт. + 73°), лецитинъ, холестеринъ, жиры, гликогенъ, соли и пр. Нуклеинъ въ ядрѣ.

Пластинки Bizzozzero или гематобласты Hayem'a; образованы по Lilienfeld'y нуклео-альбуминами.

СОЛИ КРОВИ по Carl Schmidt'y ¹⁾ распредѣляются слѣдующимъ образомъ:

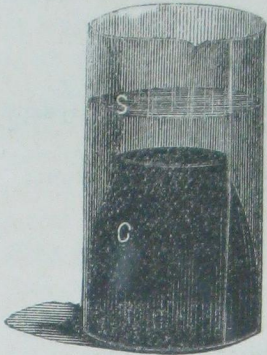
1000 частей шариковъ содержатъ:		1000 частей плазмы содержатъ:	
Хлористый калий	3,679	Хлористый калий	0,359
Сѣрниокисл. »	0,132	Сѣрниокисл. »	0,281
Фосфор.-кисл. »	2,343	Фосфорнокислый натрій . . .	0,271
Фосфорнокислый натрій . . .	0,633	» кальцій	0,298
» кальцій	0,094	» магній	0,218
» магній	0,060	Хлористый натрій	5,546
Сода	0,341	Сода	1,546
<hr/>		<hr/>	
7,282		8,505	

II. Свертываніе крови.

Кровь, выпущенная изъ организма, по прошествіи пяти—десяти минутъ свертывается, т. е. превращается въ сплошной студень, который не выливается при опрокидываніи сосуда. Подъ микроскопомъ легко констатировать, что образованіе сгустка обязано осажденію *фибрин*а, твердаго вещества въ формѣ

¹⁾ Carl Schmidt, Zur Charakteristik der Cholera etc., Dorpat 1850.

переплетающихся волоконъ, въ петляхъ которыхъ заключены кровяные шарики и жидкая часть крови. Образовавшийся сгустокъ подвергается медленному сжатию, которое тянется нѣсколько дней; по мѣрѣ уменьшенія въ объемѣ, онъ выжимаетъ изъ себя каплю за каплей прозрачную, желтоватаго цвѣта жидкость, *сыворотку*. Сыворотка представляетъ плазму, изъ которой выдѣлился фибринъ. Въ сгусткѣ, подвергшемся такому сжатию, остаются только фибринъ и кровяные шарики (см. фиг. 10).



Фиг. 10. — Стаканчикъ, содержащій свернувшуюся кровь; чрезъ нѣсколько часовъ.

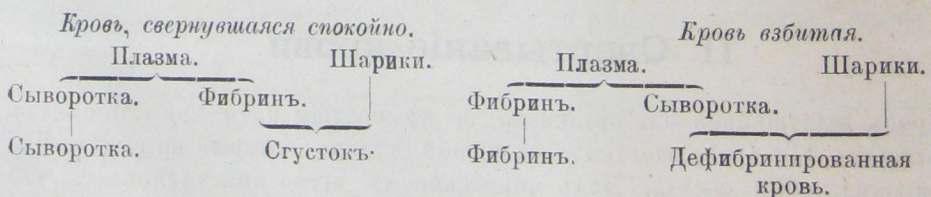
C сжавшійся сгустокъ.

S выступившая изъ сгустка сыворотка.

Фибринъ. Взбивая совсѣмъ свѣжую кровь при помощи метелки изъ китоваго уса можно помѣшать образованію рыхлаго студенистаго сгустка; въ этомъ случаѣ фибринъ собирается отдѣльно, въ видѣ эластическихъ нитей, приставшихъ къ неровностямъ метелки изъ китоваго уса (*дефибринированіе* крови взбиваніемъ). Кровь, лишенная фибрина, не свертывается болѣе и остается жидкой. Полученный такимъ образомъ фибринъ заключаетъ въ себѣ нѣкоторое количество механически увлеченныхъ красныхъ шариковъ и довольно много бѣлыхъ. Въ немъ всегда находится небольшое количество парглобулина (А. Негманн 1887). Промывая затѣмъ въ водѣ, его получаютъ совершенно бѣлымъ.

Фибринъ представляетъ по своему химическому составу и главнымъ реакціямъ бѣлковое вещество. Онъ получается какъ продуктъ превращенія бѣлковаго вещества, находящагося въ кровяной плазмѣ, *фибриногена*; нерастворимъ въ водѣ, но, повидимому, отчасти растворяется въ извѣстныхъ растворахъ солей. Влажный фибринъ, нагрѣтый до $+72^{\circ}$, сѣживается, дѣлается бѣлымъ, непрозрачнымъ, какъ всякій свернувшійся бѣлокъ, и теряетъ свойство, какимъ обладалъ ранѣе, разлагать перекись водорода. Denis признаетъ нѣсколько разновидностей фибрина.

СХЕМА СВЕРТЫВАНІЯ КРОВИ.



Количественное опредѣленіе фибрина производится взбиваніемъ китовымъ усомъ взвѣшеннаго количества (30—40 гр.) крови въ стаканъ, закрытомъ каучуковымъ колпачкомъ (чтобы предотвратить испареніе жидкости во время взвѣши-

ванія, см. фиг. 11). Когда свертываніе окончено, собираютъ тщательно всѣ волокна фибрина, промываютъ въ водѣ, затѣмъ въ разбавленномъ растворѣ NaCl, въ алкогольѣ и эфирѣ, высушиваютъ и взвѣшиваютъ, соблюдая обычныя предосторожности. Кровь человѣка содержитъ 2—4 на тысячу сухого фибрина.



Фиг. 11.—Приборъ Норре-Seyley'a для количественнаго опредѣленія фибрина. Стаканчикъ, покрытый резиновымъ колпакомъ. Въ немъ палочка изъ китоваго уса для сбиванія крови.

Причина свертыванія. Многочисленные опыты нѣкоторыхъ англійскихъ физиологовъ конца прошлаго и начала нынѣшняго столѣтія (Hewson, Scudamore John Hunter и др.) показали, что причина свертыванія не лежитъ ни въ охлажденіи крови по выходѣ изъ кровеносныхъ сосудовъ, ни въ ея соприкосновеніи съ воздухомъ, ни въ прекращеніи ея движенія. Если держать кровь при температурѣ тѣла, она только скорѣе свертывается; напротивъ быстрое охлажденіе до 0° задерживаетъ это явленіе и позволяетъ сохранить кровь жидкой. Также свертывается и кровь, получаемая въ отсутствіи воздуха, надъ ртутью или въ пустотѣ. Съ другой стороны, при соблюденіи нѣкоторыхъ условій, можно подвергнуть кровь и влиянію воздуха и охлажденію и держать ее въ покоѣ, она все-таки остается несвернувшейся. Въ самомъ дѣлѣ Hewson и въ особенности Brücke¹⁾ показали, что кровь остается жидкой, пока она содержится въ кровеносныхъ сосудахъ (сердцѣ, артеріяхъ или венахъ), при условіи, что стѣнки послѣднихъ, гладкія и однородныя, не подвергались измѣненіямъ. Lister извлекъ двѣ яремныхъ вены лошади и въ нихъ въ продолженіе нѣсколькихъ часовъ сохранялъ кровь жидкой.

Напротивъ того, свертываніе крови происходитъ каждый разъ, когда кровь приходитъ въ соприкосновеніе съ какимъ-либо постороннимъ тѣломъ, помимо нормальныхъ сосудистыхъ стѣнокъ. Металлическія иглы, стеклянныя палочки, вообще всякое твердое тѣло, живое или мертвое, введенное внутрь кровеноснаго сосуда, въ нѣсколько минутъ покрывается фибриновыми волокнами. Тѣ-же опыты можно продѣлать и на извлеченныхъ изъ тѣла отрѣзкахъ венъ, перевязанныхъ съ обоихъ концовъ.

Въ сосудахъ, обмазанныхъ внутри вазелиномъ, масломъ или жиромъ, кровь можетъ также сохраняться жидкой въ продолженіе долгаго времени (Freund 1886); эти вещества не дѣйствуютъ на кровь, какъ другія постороннія тѣла.

На основаніи изслѣдованій Mantegazza²⁾, Alex. Schmidt³⁾, Hayem'a и др. можно принять, что началомъ свертыванія служитъ осѣданіе форменныхъ элементовъ крови, только не красныхъ шариковъ (лейкоцитовъ по Mantegazza, Alex. Schmidt'y, Zahn'u и др., гематобластовъ по Hayem'y,

¹⁾ Brücke, Virchow's Archiv, XII, 81 и 172, 1857.

²⁾ Mantegazza, Gazzetta medica Ital. VI; Ann. univ. di medicina, 1871. Moleschott's Unters. XI.

³⁾ Alex. Schmidt, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1861 г. 1862 г. Pflüger's Archiv VI, стр. 457; XI, стр. 307; XIII, стр. 157; Die Lehre v. d. ferm. Gerinnungsercheinungen, Dorpat. 1876.

пластинокъ по Bizzozzeri) на поверхность инороднаго тѣла. Alex. Schmidt показалъ, что на счетъ этихъ элементовъ образуется ферментъ (фибринъ-ферментъ), который и вызываетъ превращеніе фибриногена плазмы въ фибринъ.

Фибринъ-ферментъ (Alex. Schmidt). Фибринъ-ферментъ появляется въ крови въ моментъ свертыванія: повидимому, онъ образуется на счетъ бѣлыхъ шариковъ (или гематобластовъ) при ихъ соприкосновеніи съ постороннимъ тѣломъ. Его получаютъ путемъ извлеченія изъ свернувшейся крови. Сначала промываютъ сгустокъ, разминая его при этомъ, большимъ количествомъ воды, чтобы удалить весь гемоглобинъ; на промытый остатокъ дѣйствуютъ избыткомъ алкоголя, отчего всѣ оставшіяся бѣлковыя вещества свертываются, дѣлаются нерастворимыми; затѣмъ вновь дѣйствуютъ имъ и извлекаютъ такимъ образомъ растворимый ферментъ. Нѣсколькихъ капель этого раствора, прибавленныхъ къ раствору фибриногена, достаточно для превращенія послѣдняго въ фибринъ. По мнѣнію Rekelharinga и другихъ фибринъ-ферментъ близокъ къ нуклеинамъ.

Фибриногенъ. Фибриногенъ или фибринородное вещество кровяной плазмы—бѣлковое вещество, принадлежащее къ группѣ глобулиновъ; онъ растворяется въ разбавленныхъ соляныхъ растворахъ, избытокъ же NaCl, MgSO₂ и др. осаждаетъ его въ формѣ бѣлыхъ хлопьевъ. Его растворы свертываются при нагреваніи до +56° (Hammarsten, Léon Fredericq). Красные кровяные шарики не принимаютъ непосредственнаго участія въ процессѣ. Фибриногенъ крови существуетъ только въ плазмѣ, которая одна и обладаетъ способностью свертываться.

Опытомъ свертыванія крови при нагреваніи мнѣ удалось показать, что фибриногенъ находится въ плазмѣ еще жидкой, содержащейся внутри вены (1878). Отрѣзокъ вены лошади, наполненный плазмой, можетъ быть нагрѣтъ до 55° и жидкость не потеряла ничего въ своей прозрачности и способности къ самопроизвольному свертыванію, какъ только она будетъ выпущена изъ сосуда. Если же нагрѣтъ до 56°, плазма мутится, фибриногенъ свертывается отъ нагреванія и жидкость по удаленіи этого вещества уже болѣе не свертывается. Newson, повидимому, сдѣлалъ подобныя наблюденія уже болѣе столѣтія тому назадъ.

Приготовленіе. Для приготовленія фибриногена нужно начать съ полученія плазмы по одному изъ слѣдующихъ методовъ.

1. Собираютъ кровь лошади ¹⁾ изъ вены въ сосудъ, окруженный льдомъ съ солью, чтобы температурой ниже 0 удержать ее отъ свертыванія (Newson).

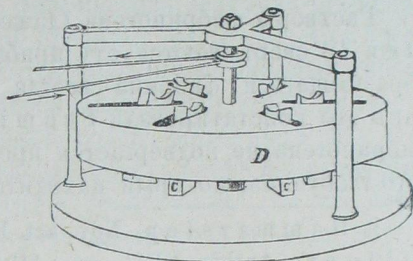
¹⁾ Берутъ обыкновенно кровь лошади, прежде всего потому, что она не такъ скоро свертывается, какъ кровь остальныхъ животныхъ, и затѣмъ потому, что ея шарики тяжелѣе и скоро садятся на дно; такъ что близъ поверхности плазма уже по прошествіи нѣсколькихъ минутъ начинаетъ освобождаться отъ нихъ. Съ кровью быка, напримѣръ, приходится ждать цѣлые дни, прежде чѣмъ получится слой чистой плазмы.

Кровь лошади, свертываясь, обнаруживаетъ явленіе, называемое *Crusta phlogistica*. Сгустокъ, красный по всей своей массѣ, не содержитъ въ своей верхней части красныхъ шариковъ и представляетъ поэтому болѣе свѣтлую окраску, желтоватую. *Crusta phlogistica* или *воспалительная пленка* появляется въ крови чело-вѣка при воспалительныхъ процессахъ; это указываетъ на болѣе медленное свертываніе крови, причемъ часть плазмы успѣваетъ освободиться отъ шариковъ.

Выжидаютъ, пока не осядутъ красные шарики (осаждение можно ускорить употреблениемъ центрифуга, см. фиг. 12.) и затѣмъ собираютъ отдѣльно отстоявшуюся наверху плазму. Въ ней содержится еще значительное количество бѣлыхъ шариковъ, отъ которыхъ отдѣляютъ ее повторнымъ фильтрованиемъ при низкой температурѣ. Можно также прибѣгнуть къ „пептонизированной“ крови¹⁾, осадивъ ея форменные элементы съ помощью центрифуга. Плазму собираютъ посредствомъ пинетки.

Фиг. 12.—Центрифугъ для отдѣленія кровавыхъ шариковъ отъ сыворотки (или плазмы).

Кровь помѣщается въ сосуды *CC*, подвѣшенные къ периферии диска *D* съ вырѣзками. Этотъ послѣдній приводится въ быстрое вращеніе вокругъ своей оси.



2. Пользуются свойствомъ крови оставаться жидкой внутри кровеносныхъ сосудовъ. Извлекаютъ отрѣзокъ яремной вены лошади, предварительно перевязанный по концамъ, и подвѣшиваютъ его вертикально. По прошествіи нѣсколькихъ минутъ содержимое вены раздѣляется на 2 слоя, нижній *a*, образованный главнымъ образомъ красными шариками, и верхній *pl*—прозрачной плазмой. Бѣлые шарики собираются въ *b* (см. фиг. 13).

Фиг. 13.—Вена лошади, подвѣшенная вертикально.

a скопленіе красныхъ шариковъ,
b тонкій слой бѣлыхъ шариковъ,
pl плазма.



3. Наиболѣе удобный въ практикѣ способъ состоитъ въ собираніи лошадиной крови прямо въ соляной растворъ, который удерживаетъ кровь отъ свертыванія (NaCl , MgSO_4 , Na_2SO_4) (Hewson, Denis). Смѣшиваютъ наприимѣръ кровь при выходѣ ея изъ сосуда съ третью объема насыщеннаго раствора MgSO_4 , даютъ шарикамъ осѣсть и собираютъ плазму, смѣшанную съ MgSO_4 .

Фибриногенъ получаютъ изъ плазмы чистой или разведенной, насыщая растворомъ кристаллическимъ NaCl (Denis). Въ этомъ послѣднемъ случаѣ

¹⁾ «Пептонизированная» кровь обладаетъ способностью долго не свертываться.
 См. дальше. Н. В.

онъ всегда получается съ значительною примѣсью параглобулина, осаждающагося одновременно съ нимъ. Hammarsten совѣтовалъ отдѣлять эти два глобулина фракціонированнымъ осажденіемъ, такъ какъ фибриногенъ осаждается сначала. Онъ смѣшиваетъ плазму, содержащую $MgSO_4$, съ равнымъ объемомъ насыщеннаго раствора $NaCl$; осажденный такимъ образомъ фибриногенъ онъ растворяетъ вновь и снова осаждастъ тѣмъ же самымъ приемомъ, повторяя это нѣсколько разъ, чтобы окончательно освободить фибриногенъ отъ примѣси параглобулина.

Растворы фибриногена (даже очищеннаго отъ параглобулина, Hammarsten ¹⁾) свертываются отъ прибавленія нѣсколькихъ капель фермента. Всѣ образующагося фибрина всегда меньше вѣса употребленнаго фибриногена, какъ это констатировали Schmidt, Hammarsten и я. Небольшая часть фибриногена не подвергается превращенію и остается въ растворѣ въ формѣ того глобулина, который находится въ сывороткѣ ²⁾.

¹⁾ Hammarsten. Nov. act. Reg. Soc. Scient. Ups. Sr. III, vol X, XI et XIV; Pflüger's Archiv XVII, стр. 413, XVIII стр. 38; XIX стр. 563, XXII, стр. 431; XXX, стр. 437.

Нѣкоторые патологическіе экссудаты, напр. жидкость hydrocele, свертываются только, если прибавить къ нимъ раствора фермента или немного крови, выжатой изъ сгустка (богатой ферментомъ); эти экссудаты содержатъ фибриногенъ безъ фермента (Buchanan, Alex. Schmidt).

²⁾ Методомъ извлеченія образователей фибрина чрезъ насыщеніе поваренной солью кровяной плазмы (смѣшанной предварительно съ растворомъ $MgSO_4$) мы обязаны Denis. Получающійся такимъ путемъ осадокъ представляетъ смѣсь фибриногена и параглобулина и содержитъ обыкновенно небольшое количество фермента. Поэтому вновь растворенный въ водѣ, онъ образуетъ растворъ, свертывающійся также самопроизвольно, какъ и кровь. Denis разсматривалъ этотъ осадокъ какъ однородное вещество и далъ ему названіе *плазмينا*. По его мнѣнію, плазминъ при свертываніи расщепляется на осаждающійся *фибринъ* и на параглобулинъ (называемый имъ *растворимымъ фибриномъ*), остающійся въ растворѣ. Не трудно показать, что параглобулинъ содержится въ плазминѣ Denis еще и до свертыванія. Нагрѣвая постепенно растворъ плазмина, первый осадокъ я получалъ при $+56^\circ$ (свернувшійся отъ нагрѣванія фибриногенъ); фильтратъ свертывался вторично при $+75^\circ$ (температура свертыванія параглобулина).

Alex. Schmidt сдѣлалъ большой шагъ въ вопросѣ о свертываніи крови, открывши необходимость участія въ образованіи фибрина нѣсколькихъ веществъ (фермента, фибриногена). Его превосходныя изслѣдованія были вызваны рядомъ любопытныхъ опытовъ, опубликованныхъ Buchanan'омъ (отъ 1831 до 1845 г.). Вотъ главный изъ этихъ опытовъ: жидкость, получаемая при проколѣ hydrocele, обыкновенно самопроизвольно не свертывающаяся, можетъ образовать сгустокъ фибрина по прошествіи нѣсколькихъ часовъ, если прибавить къ ней дефибринированной крови или сыворотки. Alex. Schmidt занялся изученіемъ веществъ, дѣйствующихъ въ этихъ двухъ жидкостяхъ; онъ изолировалъ фибриногенъ изъ гидроцельной жидкости и ферментъ изъ сыворотки и, смѣшивая ихъ, получалъ явленіе свертыванія. Помимо этого онъ признаетъ еще необходимымъ участіе въ дѣлѣ параглобулина, которому онъ далъ на этомъ основаніи названіе фибринопластическаго вещества. Если растворъ фибриногена, получаемый по способу Hammarsten'a, даетъ фибринъ по прибавленіи фермента, то это происходитъ по Schmidt'у оттого, что растворы фибриногена содержатъ всегда нѣкоторую примѣсь параглобулина.

По недавнимъ изслѣдованіямъ Schmidt'a клѣточная протоплазма содержитъ

Анализы фибрина и фибриногена, произведенныя Hammarsten'омъ дали слѣдующіе результаты:

	С	Н	N
Фибриногенъ	52.93	6.90	16.66
Фибринъ	52.68	6.83	16.91
Глобулинъ, образующійся частью изъ фибрина.	52.70	6.98	16.07

Условія свертыванія. Образование фибрина предполагаетъ одновременно присутствіе въ водяномъ растворѣ фибриногена, фибринъ-фермента и небольшого количества соли кальція или стронція (Green, Arthus.) Въ молекулѣ фибрина, дѣйствительно, содержится кальцій (замѣняемый иногда стронціемъ), котораго нѣтъ въ фибриногенѣ. Необходимо также, чтобы жидкость содержала нѣкоторое количество нейтральныхъ солей щелочныхъ или щелочно земельныхъ металловъ. Свертыванію способствуетъ болѣе высокая температура, но не превосходящая 56° ; присутствіе гемоглобина (въ его естественномъ состояніи, не въ кристаллахъ ¹⁾), губчатая платина (какъ и другія вещества, дѣйствующія каталитическимъ образомъ на перекись водорода), кислородъ воздуха и наконецъ всѣ условія, вызывающія образование фермента въ крови (соприкосновеніе крови съ неровными поверхностями. Alex. Schmidt).

Образованіе фибрина въ выпущенной крови можетъ быть замедлено или предотвращено разбавленіемъ крови глицериномъ или большимъ количествомъ воды; достаточно крѣпкими щелочами и кислотами (измѣняютъ фибриногенъ) нейтральными солями (Hewson 1771) и концентрированнымъ растворомъ тростниковаго сахара (J. Müller),—веществами, которыя или предотвращаютъ образованіе фермента, или препятствуютъ его дѣйствію на фибриногенъ; холодомъ, дѣйствующимъ точно такимъ-же образомъ; температурой выше $+56^{\circ}$, свертывающей фибриногенъ; наконецъ прибавленіемъ небольшого количества (1%) щелочныхъ солей щавелевой или фтористоводородной кислотъ (Arthus), осаждающихъ соли кальція. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ достаточно вновь прибавить къ крови небольшое количество солей кальція, чтобы вернуть ей способность свертыванія.

вещество, называемое имъ *цитоглобулиномъ*, которое обладаетъ способностью задерживать свертываніе крови. (Centralbl. f. Physiologie IV, p. 527).

Клѣточной-же протоплазмой образуются и вещества, благопріятствующія свертыванію (образованіемъ фермента). Въ теченіе жизни кровь постоянно подвержена дѣйствію этихъ двухъ антогонистовъ, при чемъ одерживаетъ верхъ первый надъ вторымъ. Lilienfeld также признаетъ (1892) существованіе въ лейкоцитахъ вещества, благопріятствующаго свертыванію (нуклеинъ), и вещества, задерживающаго его (гистонъ).

¹⁾ Введеніе въ кровеносные сосуды раствореннаго гемоглобина вызываетъ образованіе значительнаго количества фибринъ-фермента, что влечетъ за собою образованіе внутрисосудистыхъ сгустковъ и затѣмъ смерть (Naunyn). Введеніе лецитина или соединеній лецитина и бѣлка вызываетъ также, по Wooldridge'у внутрисосудистыя свертыванія.

Wooldridge признаетъ существованіе въ кровяной плазмѣ двухъ видовъ фибриногена А и В. Свертываніе является будто бы результатомъ взаимнаго дѣйствія этихъ двухъ веществъ одного на другое. (См. Carl Ludwig's Beiträge zur Physiologie 1887 p. 221). Одинъ изъ этихъ фибриногеновъ повидимому нуклеоальбуминъ.

Кровь не свертывается у животныхъ, отравленныхъ фосфоромъ, затѣмъ при нѣкоторыхъ патологическихъ состояніяхъ (гемофілія), когда недостаетъ элементовъ, дающихъ начало ферменту (Haueu), наконецъ у куриныхъ зародышей до восьмого дня высиживания (Boll).

Нѣкоторыя вещества: *пептоны* (Schmidt-Mülheim, Hofmeister, Albertoni, Fano, 1881), или точнѣе пропептоны (Pollitzer) (0,20 на килогр. животнаго, Grosjean, 1890), гистонъ, получаемый изъ лейкоцитовъ (Lilienfeld 1892), *диастатическій ферментъ* (Salvioli 1885), *щелочныя мыла* (0,07 на килогр. животнаго J. Munk), *экстрактъ изъ пива* (Haucraft 1884), *экстрактъ изъ мышцъ рака* (Heidenhain) и пр., введенныя въ вену живой собаки, дѣлають кровь неспособной къ свертыванію.

Одни изъ этихъ веществъ быть можетъ дѣйствуютъ, увлекая въ осадокъ соли кальція, другія, препятствуя образованію фибринъ-фермента.

По Fano пропептоны не оказываютъ непосредственнаго дѣйствія на свертываніе, но они производятъ вещество, парализующее свертываніе. Этимъ можетъ быть объясненъ тотъ фактъ, что введеніе пропептоновъ въ венозную систему кролика не измѣняетъ способность его крови свертываться; между тѣмъ какъ прибавленіе крови собаки, которой предварительно былъ введенъ пропептонъ, дѣлаетъ кровь кролика неспособной къ свертыванію. Въ такихъ опытахъ способность къ свертыванію пропадаетъ на нѣсколько часовъ, хотя введенныя пептоны исчезаютъ изъ крови уже по прошествіи первыхъ минутъ (въ послѣднее время это оспаривается Starling'oмъ)¹⁾.

Свертываніе сопровождается легкимъ повышеніемъ температуры крови (въ связи съ переходомъ жидкаго тѣла въ твердое) (Valentin 1844, Schiffer 1868, Lépine 1876). Мнѣ удалось констатировать, что плазма лошади, сохраняемая внутри вены при комнатной температурѣ, нагрѣвается въ моментъ свертыванія на нѣсколько десятыхъ градуса, если перелить ее въ стаканъ (наблюденіе производится на разстояніи при помощи зрительной трубки).

Уменьшеніе щелочности крови, указанное выше, мнѣ кажется не зависящимъ отъ самаго процесса свертыванія.

Причины жидкаго состоянія крови, содержащейся въ кровеносныхъ сосудахъ. Кровь остается жидкой въ нашемъ тѣлѣ (или въ изолированной венѣ лошади) не вслѣдствіе какого-либо противосвертывающаго дѣйствія сосудистыхъ стѣнокъ, но вслѣдствіе отсутствія фермента. Если вырѣзать вену лошади и подвѣсить ее вертикально, то кровь не свертывается; стоитъ прибавить туда нѣсколько капель раствора фермента или просто небольшое количество крови, выжатой изъ сгустка, и содержимое вены въ теченіе нѣсколькихъ минутъ свернется. Приготовимъ далѣе растворъ плазмينا Denis (смѣсь фибриногена, параглобулина, соли и фермента) и раздѣлимъ на двѣ порціи; одну введемъ въ изолированную вену лошади, предварительно удаливши ея содержимое, другую въ стеклянный сосудъ. Фибриногенъ свертывается одновременно въ обѣихъ порціяхъ (Léon Fredericq). Подобныя-же наблюденія опубликовалъ Haueu.

¹⁾ Lahnoussé констатировалъ, что кровь животныхъ послѣ введенія въ нее пептона оказывается чрезвычайно бѣдной углекислотой. Blachstein и Grandis дѣйствительно нашли, что введеніе пептона замѣтно увеличиваетъ напряженіе CO₂ въ венозной крови, вслѣдствіе чего является болѣе легкое удаленіе ея чрезъ легкія; этимъ и можетъ быть объяснено пониженное содержаніе ея въ артеріальной крови.

Alex. Schmidt доказалъ, что фибринъ-ферментъ, введенный въ вены животныхъ, вызываетъ свертываніе внутри сосудовъ, которое можетъ привести къ остановкѣ движенія крови и смерти. То же самое происходитъ при введеніи раствора гемоглобина (N a n n). При небольшомъ количествѣ введеннаго фермента можетъ не произойти свертыванія: ферментъ не остается въ крови; было констатировано постоянное уменьшеніе его содержанія и полное исчезновеніе по прошествіи короткаго времени (Яковичъ 1875). Этимъ же объясняется сравнительная безвредность вливанія дефибринированной крови. При дефибринированіи посредствомъ взбиванія часть фермента увлекается съ фибриномъ, такъ что въ дефибринированной крови его остается немного. Тѣмъ не менѣе переливаніе дефибринированной крови остается все-таки опасной операціей, при которой должно опасаться образованія внутри сосудовъ свертковъ, могущихъ повлечь за собою смерть.

Значеніе свертыванія крови. Свертываніе крови имѣетъ большое значеніе при кровотеченіяхъ венозныхъ и капиллярныхъ, вызванныхъ пораненіемъ. Образующіеся комки фибрина, покрывая поверхность раны, закупориваютъ просвѣтъ мелкихъ сосудовъ и останавливаютъ дальнѣйшее кровотеченіе. Подобнымъ-же образомъ иногда и артеріальныя кровотеченія могутъ останавливаться сами собой. У людей, страдающихъ гемофиліей, кровь теряетъ способность свертываться; и поэтому у нихъ малѣйшее пораненіе сосуда можетъ повести къ смерти.

Научъ въ такихъ случаяхъ примѣнялъ переливаніе въ сосуды способной къ свертыванію, недефибринированной, крови; такимъ путемъ ему удавалось останавливать кровотеченія. Впослѣдствіи онъ констатировалъ что и дефибринированная кровь оказываетъ также цѣлебное дѣйствіе на гемофиловъ.

Если произвести закупорку грудной аорты, введя тампонъ черезъ подключичную или сонную артерію, и перевязать всѣ артеріи, выходящія изъ дуги аорты, за исключеніемъ одной, которую соединяютъ при помощи канюли съ какой-нибудь изъ венъ, напримѣръ, съ яремной, то кровь будетъ циркулировать только черезъ сердце и легкія, не заходя въ капилляры большого круга. Въ этихъ условіяхъ кровь быстро теряетъ свою способность къ свертыванію (Лукьяновъ, Ch. Bohr). Легочныя капилляры повидимому оказываютъ на кровь дѣйствіе противосвертывающее.

Если теперь снять лигатуры, возстановить нормальное кровообращеніе, то къ крови, по мѣрѣ ея прохожденія по большому кругу кровообращенія (главнымъ образомъ по брюшнымъ сосудамъ, по мнѣнію Bohr'a), скоро вернется ея способность свертываться. Кровь, такимъ образомъ, находится постоянно подъ двумя противоположными вліяніями: съ одной стороны, вліяніе большого круга кровообращенія, способствующее свертыванію, съ другой—вліяніе легочнаго кровообращенія, стремящееся ему помѣшать.

[Теорія свертыванія ¹⁾.]—Новѣйшими изслѣдованіями устанавливается теорія, которая даетъ толкованіе многимъ существеннымъ фактамъ, относящимся къ свертыванію крови. Она развита Rekelharing'омъ ²⁾ и беретъ исходнымъ своимъ пунктомъ участіе извести въ процессѣ свертыв-

¹⁾ Этотъ параграфъ—дополненіе къ русскому изданію. Н. В.

²⁾ Въ сборникъ: «Festschrift für Virchow», I, стр. 435. — Untersuchungen über das Fibrinferment. Amsterdam. 1892.

ванія, какъ это было доказано Arthus'омъ (стр. 61). Вотъ въ какомъ видѣ представляется съ этой точки зрѣнія свертываніе крови.

Когда въ выпущенной крови начинаютъ распадаться лейкоциты, то въ плазму постунаетъ изъ нихъ нуклео-альбуминъ. Это не есть ферментъ, но предшествующая его форма—*зимогенъ* фермента. Когда онъ соединится съ известью, находящейся всегда въ плазмѣ, онъ сдѣлается ферментомъ. Слѣдовательно, по Pекельгарингу фибринъ-ферментъ есть не что иное, какъ нуклео-альбуминъ въ соединеніи съ известью. (Авторъ приготовлялъ искусственно изъ нуклео-альбуминовъ нѣкоторыхъ тканей, напр. изъ щитовидной железы, изъ testiculus, обрабатывая ихъ известью, вещества совершенно, сходныя въ своихъ свойствахъ съ фибринъ-ферментомъ).

При своемъ дѣйствіи на фибриногенъ плазмы ферментъ отдаетъ ему свою известь; въ свою очередь онъ самъ снова образуется на счетъ извести плазмы, передаетъ ее новой порціи фибриногена, переводя ее въ фибринъ и т. д. Слѣдовательно по этой теоріи роль фермента сводится къ роли *передатчика извести* фибриногену, дѣлая изъ послѣдняго нерастворимое известковое соединеніе—фибринъ. Понятно поэтому, что, если изъ плазмы удалена известь прибавленіемъ небольшого количества щавелевыхъ или фторпестыхъ солей щелочныхъ металловъ, то ферментъ оказывается безсильнымъ вызвать свертываніе,—плазма остается жидкой въ теченіе недѣль; стоить ввести небольшое количество хлористаго кальція (или стронція) и свертываніе наступаетъ чрезъ обычное время.

Эта теорія позволяетъ уже теперь привести въ систему многіе факты, накопившіеся по отношенію къ изучаемому процессу. Прежде всего она хорошо объясняетъ противосвертывающее дѣйствіе пептоновъ (или пропептоновъ) на кровь. Это дѣйствіе обязано вѣроятно ихъ сильному сродству къ извести, вслѣдствіе чего становится невозможно образованіе фермента. Въ самомъ дѣлѣ, стоить ввести животному въ сосуды пептоны, обработанные слабымъ растворомъ ѣдкой извести, или ввести вмѣстѣ съ ними известь въ кровь, и противосвертывающее вліяніе ихъ тогда уничтожено. Мало того: когда вліяніемъ введенныхъ пептоновъ на животномъ вызывается уже извѣстная картина отравленія, то все это прекращается, какъ только въ кровь будетъ введена известь. Аналогичнымъ образомъ объясняется и противосвертывающее дѣйствіе пивочныхъ экстрактовъ. По изслѣдованіямъ Dickin-son'a и Н. Кузнецова ¹⁾ въ этихъ экстрактахъ заключается вещество аналогичное пропептонамъ. И здѣсь прибавка ничтожнаго количества кальціевыхъ солей возвращаетъ крови способность свертываться.

Такимъ же образомъ можно толковать упомянутое выше дѣйствіе цитоглобина Alex. Schmidt'a и гистона Lilienfeld'a ²⁾.

Кромѣ возможности дать толкованіе и объединеніе многимъ разрозненнымъ фактамъ, изложенная теорія представляетъ еще интересъ въ томъ отношеніи, что она дѣлаетъ попытку свести таинственное дѣйствіе фермента къ совершенно опре-

¹⁾ Журн. Русск. Общ. Охр. Нар. Здр. 1895 стр. 861.

²⁾ Противъ изложенной теоріи были сдѣланы съ разныхъ сторонъ возраженія. Между прочимъ указывалось (Halliburton) на то, что есть различіе въ дѣйствіяхъ приготовленнаго Pекельгарингомъ искусственно фермента и фермента, получаемого изъ естественно свернувшейся крови. Однако, по мнѣнію автора теоріи, это различіе чисто количественное, зависящее отъ концентраціи сравниваемыхъ веществъ. (Centralblatt für Physiol. T. IX, стр. 102 за 1895 г.).

дѣленнымъ химическимъ превращеніямъ. Поэтому, если бы она оказалась въ послѣдствіи не вполне отвѣчающей истиннымъ отношеніямъ всего процесса, то все-таки эта теорія имѣетъ значеніе сильнаго стимула къ дальнѣйшимъ изслѣдованіямъ].

III Сыворотка крови.

Кровяная сыворотка соотвѣствуетъ жидкой части крови, остающейся послѣ свертыванія. Достаточно поэтому выбросить фибриногенъ изъ таблицы (стр. 54), представляющей химическій составъ плазмы, чтобы получить составъ сыворотки. Небольшое количество фибриногена, ускользающее отъ превращенія въ фибринъ, остается въ сывороткѣ въ формѣ глобулина, отличающагося отъ параглобулина своей бѣлой измѣнчивостью.

Чтобы получить чистую сыворотку безъ примѣси гемоглобина, нужно принять тщательныя предосторожности для предохраненія свертывающейся крови отъ проникновенія въ нее малѣйшихъ количествъ воды, которыя могли бы растворить часть кровяныхъ шариковъ, именно: собрать кровь въ абсолютно сухой, предварительно нагрѣтый до 40° , сосудъ и наполнять его до самыхъ краевъ, чтобы помѣшать осажденію капелекъ воды на стѣнки сосуда и ихъ смѣшенію съ кровью. Выжидаютъ, пока сыворотка не будетъ выжата уплотняющимся сгусткомъ. Еще проще, можно собрать кровь въ сосудъ, ополосканный предварительно растворомъ хлористаго натрія (2% напримѣръ), и выжидать также сжатія сгустка.

Можно брать и дефибринированную кровь, подвергая ее вращенію при помощи центрифуга, для ускоренія осажденія шариковъ. Операция требуетъ 15—20 минутъ и даетъ возможность получать совершенно свѣжую сыворотку.

Удѣльный вѣсъ кровяной сыворотки человѣка варьируетъ отъ 1026 до 1029. Ея щелочность нѣсколько менѣе щелочности плазмы; напряженіе CO_2 поэтому сильнѣе, чѣмъ въ плазмѣ.

Сыворотка обладаетъ ясно выраженной способностью убивать бактерій¹⁾.

¹⁾ Замѣчаніе автора имѣетъ слишкомъ абсолютный характеръ. Не всякая сыворотка и не на каждый родъ бактерій производитъ указанное дѣйствіе.

Такъ напр. сыворотка кролика и собаки разрушаетъ бациллы тифа, сыворотка лошади и рогатаго скота этими свойствами не обладаютъ (Buchner).

Бактерисидныя свойства кровяной сыворотки, какъ и другихъ жидкостей организма, получили особый интересъ въ виду возможности объяснить съ помощью ихъ тотъ фактъ, что нѣкоторые животныя представляютъ *невосприимчивость* (иммунитетъ) къ заболѣванію подъ вліяніемъ извѣстныхъ бактерій, попадаютъ ли послѣднія въ нихъ естественнымъ путемъ или вводятся искусственной прививкой. Эту точку зрѣнія развивали Fodor, Nuttall, Flugge и въ особенности Buchner; послѣдній такія свойства сыворотки приписываетъ существованію въ ней особаго рода бѣловыхъ веществъ *алексинавъ*. Однако эта гипотеза натолкнулась и на факты противорѣчащіе ей въ самомъ корнѣ.

Такъ напр. сыворотка кролика по отношенію къ извѣстнымъ микробамъ производитъ болѣе разрушительное дѣйствіе, чѣмъ сыворотка собаки; а между тѣмъ послѣднее животное представляетъ въ дѣйствительности гораздо большую сопротивляемость заболѣванію (Nuttall). Или: бактерисидныя свойства крови по отношенію къ бациллѣ тифа оказываются болѣе высокими у человѣка обыкновеннаго,

Параглобулинъ, Kühne, Brücke (растворимый фибринъ Denis, глобулинъ сыворотки Weyla и Neunsius'a, казеинъ сыворотки Рапунта, сывороточный альбуминатъ Kühne (pro parte), фибринопластическое вещество Schmidta). Это—бѣлковое вещество, которое легче другихъ получить чистымъ и въ большомъ количествѣ (литръ сыворотки бѣлка содержитъ 40 гр.). Влажный параглобулинъ представляетъ бѣлую тонко-зернистую массу, обнаруживающую малую способность къ измѣненіямъ и легко растворяющуюся въ разбавленныхъ растворахъ $MgSO_4$, NaCl и пр., въ которыхъ, повидимому, параглобулинъ растворимъ во всѣхъ пропорціяхъ. Растворы опалесцируютъ (концентрированные сиропообразны) и цѣликомъ осаждаются при насыщеніи $MgSO_4$. Свертываніе при нагреваніи происходитъ около $+75^\circ$. Я нашелъ вращательную способность $= -47,8^\circ$.

Приготовленіе. Полученіе параглобулина изъ сыворотки быка, а затѣмъ очищеніе его производится повторнымъ осажденіемъ (посредствомъ кристаллическаго $MgSO_4$) и раствореніемъ въ водѣ. (Denis, Hammarsten).

Прежній приемъ приготовленія параглобулина, состоявшій въ разбавленіи сывороткидесятью объемами воды и осажденіи параглобулина струею CO_2 или при-

чѣмъ у человѣка выздорѣвшаго отъ данной болѣзни; сопротивляемость же новому заболѣванію въ дѣйствительности больше у послѣдняго (Stern).

Важно замѣтить, что въ послѣднихъ работахъ самъ Buchner считаетъ вслѣдъ за другими (Hankin, Vaughan, Kossel) алексины *не первичнымъ* свойствомъ жидкой части крови, а напротивъ берущими свое происхожденіе отъ бѣлыхъ шариковъ крови. Наконецъ онъ отводитъ имъ теперь значеніе только при *естественномъ* иммунитетѣ; *искусственный* же иммунитетъ (достигаемый прививками или приобретаемый переживаніемъ извѣстной болѣзни) основывается, по его мнѣнію, на появленіи въ кровяной сывороткѣ «антитоксिनовъ». Эти послѣднія характеризуются большою сопротивляемостію высокой температурѣ и проч. и не обладаютъ бактерицидными свойствами.

Объ *антитоксинахъ* сыворотки дало поводъ говорить слѣдующее обстоятельство. Нѣкоторыя бактеріи обладаютъ способностію развивать сильные яды (токсины) въ тѣхъ средахъ, гдѣ онѣ существуютъ. Таковы бациллы столбняка (тетануса), дифтерита. Найдено, что если животное приобретаетъ невосприимчивость къ даннымъ заболѣваніямъ, то его кровь (также и одна сыворотка), введенная въ другое животное, способна предохранить это послѣднее какъ отъ заболѣванія подѣвліяніемъ соотвѣтствующихъ бациллъ, такъ и отъ прямого дѣйствія ихъ токсиновъ. Фактъ этотъ (Behring и Kitasato) былъ истолкованъ такимъ образомъ, что предохранительная сыворотка заключаетъ въ себѣ вещества, которыми связывается или разрушается дѣйствіе токсиновъ, производимыхъ микробами. Эти предполагаемыя вещества и получили названіе антитоксиновъ. Были попытки распространить то же самое обобщеніе и на другіе формы инфекціонныхъ заболѣваній. Однако наблюдаемыя явленія представили больше сложности, чѣмъ предполагалось въ началѣ, а толкованіе основнаго факта оказалось слишкомъ поспѣшнымъ и одностороннимъ.

Такъ, сами сторонники этого взгляда признали позднѣе, что могутъ быть случаи, когда кровь предохраненныхъ животныхъ уже потеряла антитоксическія свойства въ строгомъ смыслѣ (т. е. способность связывать дѣйствіе токсиновъ), а между тѣмъ невосприимчивость къ заболѣванію у нихъ осталась еще въ цѣлости: слѣдовательно, невосприимчивость не связана непременно съ существованіемъ въ

бавленіемъ небольшого количества уксусной кислоты, даетъ нечистый продуктъ и недостаточное количество. Три четверти его остаются въ растворѣ, между тѣмъ какъ $MgSO_4$ осаждаетъ цѣликомъ весь параглобулинъ.

Количественное опредѣленіе. Осаждаютъ опредѣленный объемъ сыворотки $MgSO_4$, промываютъ осадокъ насыщеннымъ растворомъ $MgSO_4$ для удаленія альбумина, нагреваютъ до $+120^0$, чтобы вызвать свертываніе, промываютъ въ водѣ, алкоголь и эфирѣ, высушиваютъ и взвѣшиваютъ (Hammarsten). Мнѣ представляется болѣе простымъ и болѣе точнымъ: осадить насыщеніемъ $MgSO_4$, растворить въ равномъ объемѣ воды и опредѣлить содержаніе параглобулина полариметромъ.

крови антитоксиновъ Или фактъ такого рода: смѣсь тетаническаго токсина и «анти-токсической» крови можетъ быть совершенно безвредна для мыши; между тѣмъ та же смѣсь и въ тѣхъ же количествахъ на морской свинкѣ вызываетъ сильный столбнякъ (Buchner). Значитъ, если та же смѣсь безвредна для извѣстнаго животного, то отсюда еще не слѣдуетъ, что ядъ разрушенъ въ ней.

Въ особенности Ro и x доказалъ, что дѣйствіе подобныхъ смѣсей (токсиновъ съ «антитоксинами») зависитъ въ значительной степени отъ состоянія воспринимających организмовъ (отъ рода животного, отъ состоянія его крѣпости или ослабленности подъ вліяніемъ какихъ-либо совершенно постороннихъ причинъ). Всѣ наблюденія этого послѣдняго рода ведутъ къ заключенію, что предохранительная сыворотка дѣйствуетъ вовсе не своими «антитоксинами», а наоборотъ тѣмъ, что она вноситъ съ собою нѣчто, что вызываетъ силы сопротивленія бактеріямъ и ихъ ядамъ въ томъ самомъ организмѣ, куда вводится такая сыворотка, что она „стимулируетъ“ дѣятельность этого послѣдняго въ извѣстномъ направленіи.

Какъ видно, о характерѣ дѣйствія „антитоксиновъ“ можно сказать еще менѣе опредѣленнаго, чѣмъ объ алексинахъ. Хотя оба термина—теперь столь распространенные—обращаются къ химическимъ свойствамъ кровяной сыворотки и другихъ жидкостей организма, но на дѣлѣ и тотъ, и другой пока никакого химическаго содержанія не заключаютъ. Въ то время какъ, по Behring'у, антитоксины должны быть разсматриваемы какъ продуктъ самого животного организма, которому сдѣлана прививка, по другимъ (Buchner), они суть только преобразованные бактеріальные продукты и близки съ токсическими альбуминами (стр. 44). Но въдѣ и объ этихъ послѣднихъ извѣстно очень мало. „Въ химическомъ отношеніи мы не знаемъ никакого различія между ядовитымъ и безвреднымъ бѣлкомъ соответственнаго рода, какъ напр. между ядовитымъ и не ядовитымъ глобулиномъ. Даже основной вопросъ, было ли то, что авторы изолировали, какъ ядовитый бѣлокъ, на самомъ дѣлѣ ядовитымъ бѣлкомъ, или не было ли это скорѣе безвреднымъ бѣлкомъ, захватившимъ какое-либо другое ядовитое вещество,—даже этотъ вопросъ не можетъ считаться рѣшеннымъ“ (Hammarsten. Lehrbuch der physiolog. Chemie, 3-е изд. стр. 37).

Кромѣ того, въ подобныхъ обращеніяхъ къ химическимъ свойствамъ жидкостей часто упускалось до послѣдняго времени изъ соображенія то обстоятельство, что жидкости организма не суть самодовлѣющія химическія среды: онѣ въ свойствахъ своихъ всецѣло опредѣляются дѣятельностію кѣлочныхъ элементовъ тѣла. И слѣдовательно, если жидкости измѣняютъ при извѣстныхъ условіяхъ свои свойства, то ближайшихъ причинъ для этого прежде всего слѣдуетъ искать въ реакціи железъ и другихъ кѣлочныхъ образованій. См. также главу о бѣлыхъ шарикахъ крови.

Н. В.

Альбуминъ.—(Серинъ Denis).—Альбуминъ представляетъ всѣ общія свойства бѣлковыхъ веществъ. Онъ растворимъ въ дистиллированной водѣ и растворахъ солей различной концентраціи. При легкомъ подогреваніи ($+50^{\circ}$) онъ осаждается изъ своихъ растворовъ сѣрнокислымъ натріемъ (Denis), при обыкновенной температурѣ—насыщеніемъ сѣрнокислымъ аммоніемъ (Mein, Neunsius). Нѣкоторыя другія соли (уксуснокислый калий, фосфорнокислый калий, Halliburton), углекислый калий, послѣдовательное насыщение сначала $MgSO_4$, затѣмъ Na_2SO_4 ,—оказываютъ тоже дѣйствіе. Наконецъ, уксусная кислота 0,5—1% осаждаетъ альбуминъ изъ насыщенныхъ растворовъ $MgSO_4$, остающихся послѣ осажденія параглобулина (Johansson). Растворъ альбумина свертывается при нагреваніи до $+70^{\circ}$. Присутствіе разбавленныхъ кислотъ и солей понижаютъ точку свертыванія; разведенныя щелочи напротивъ повышаютъ. Его вращательная способность $[\alpha]_D = -56^{\circ}$ по Норре Seyler'y $= -62^{\circ}$ — 64° по Starke. Я нашелъ ее у быка, у лошади и у зайца въ -57° и у собаки -44° .

По Halliburton'у альбуминъ сыворотки у большинства млекопитающихъ представляетъ смѣсь трехъ различныхъ альбуминовъ (α , β , γ) свертывающихся при $+71^{\circ}$, $+77^{\circ}$ и 84° . Кровь копытныхъ содержитъ только два альбумина (свертывающихся при $+77^{\circ}$ и $+83^{\circ}$). Кровь холоднокровныхъ животныхъ содержитъ только альбуминъ α .

Приготовленіе Сыворотка, насыщенная $MgSO_4$, послѣ отдѣленія фильтрованіемъ параглобулина можетъ служить для полученія альбумина. Для этого его осаждаютъ уксусной кислотой (0,5—1%) или сѣрнокислымъ натріемъ. Очищеніе можетъ быть произведено раствореніемъ въ водѣ и вторичнымъ осажденіемъ сѣрнокислымъ аммоніемъ или какой-либо другой изъ упомянутыхъ выше солей. Видъ сухого альбумина напоминаетъ желатину.

Количественное опредѣленіе. Количественное опредѣленіе альбумина въ сывороткѣ производится: 1^о по разницѣ. Опредѣляютъ въ одной порціи сыворотки количество параглобулина, въ другой въсѣхъ всѣхъ бѣлковыхъ веществъ, свернувшихся отъ алкоголя или нагреванія или же опредѣленныхъ по величинѣ угла вращенія; разница между этими двумя величинами позволяетъ опредѣлить количественное содержаніе альбумина. 2^о непосредственно въ сывороткѣ насыщенной $MgSO_4$ и, слѣдовательно, лишенной параглобулина.

По Hammarsten'у:

100 частей сыворотки лошади	содержатъ	4,5	параглобулина,	2,7	альбумина.
” ” ” ”	быка	”	4,2	”	3,3 ”
” ” ” ”	человѣка	”	3,1	”	4,5 ”
” ” ” ”	кролика	”	1,8	”	4,4 ”

По Fredericq'у:

100 частей сыворотки лошади содержатъ 2,9 параглобулина 3,5 альбумина.

По Salvioli:

100 частей сыворотки собаки содержатъ 2,05 параглобулина, 3,77 альбумина.

IV. Красные шарики.

Относительно всего, что касается анатомическихъ свойствъ форменныхъ элементовъ крови и приѣмовъ ихъ счисленія мы отсылаемъ читателя къ руководствамъ гистологіи.

Напомнимъ здѣсь только, что красные шарики крови человѣка предста-

вляють однородныя по виду тѣльца, лишены ядеръ и имѣють форму слегка вогнутыхъ дисковъ (діаметръ: немного болѣе 7 μ .; число: 5 милліоновъ на кубическій милліметръ для мужчинъ, немного меньше у женщинъ). Они—мягки, эластичны и обнаруживаютъ наклонность слипаться въ монетные столбики (въ выпущенной крови). Они составляютъ отъ 35 до 40% объема крови.

Пять литровъ крови, составляющихъ въ среднемъ общее количество крови взрослого человѣка, должны поэтому содержать ихъ въ количествѣ 25000 милліардовъ; общая ихъ поверхность составитъ болѣе чѣмъ 2,500 квадратныхъ метровъ.

Разграниченіе, которое хотѣли провести между *зооидомъ* и *ойкоидомъ* красного шарика, произвольно. Нѣтъ основанія противопоставлять другъ другу въ красномъ шарикѣ *строуму* и *красящее вещество*. У взрослыхъ красные шарики повидимому образуются главнымъ образомъ въ костномъ мозгу изъ гистологическихъ элементовъ (эритробластовъ) вполне отличныхъ отъ тѣхъ, которые служатъ образователями для бѣлыхъ шариковъ (лейкобласты ¹).

Таблица на стр. 55 указываетъ приблизительно химическій составъ красныхъ шариковъ крови млекопитающихъ. У другихъ позвоночныхъ они содержать еще значительное количество нуклеина въ своихъ ядрахъ и, быть можетъ, фибриногена. Удѣльный вѣсъ ихъ равняется отъ 1080 до 1100 у лошади.

Отдѣлить фильтрованіями красные кровяные шарики невозможно: они такъ мягки, что проскальзываютъ въ поры самой тонкой бумаги. Поэтому ихъ нужно изолировать посредствомъ декантаци и промыванія. Смѣшиваютъ нѣкоторое количество дефибрированной крови (лошади, собаки) съ десятию или пятнадцатию объемами разбавленнаго раствора хлористаго натрія (1,5% напр.), оставляютъ на время для осажденія шариковъ и затѣмъ сливаютъ жидкость. Осажденіе ускоряютъ употребленіемъ центрифуга. Промываніе повторяютъ нѣсколько разъ, чтобы получить массу красныхъ шариковъ вполне очищенной отъ сыворотки.

Большая часть сухого остатка красныхъ шариковъ состоитъ изъ красящаго вещества, которому Норре-Seuyer далъ названіе *гемоглобина*. Гемоглобинъ химически соединенъ съ другимъ составнымъ веществомъ красныхъ шариковъ, не позволяющимъ ему растворяться въ плазмѣ или сывороткѣ крови, въ которыхъ онъ самъ по себѣ очень растворимъ. Дѣйствіемъ многихъ агентовъ эта связь можетъ быть разрушена; тогда гемоглобинъ переходитъ въ растворъ и кровь дѣлается прозрачною, напоминающею собою лакъ („лаковая кровь“ Rollet) ². Такъ дѣйствуютъ: дистиллированная вода, замораживаніе съ послѣдующимъ оттаиваніемъ (образованіе кристалловъ льда, которые, тая, растворяютъ шарики?), сильные электрическіе разряды, соприкосновеніе съ эфиромъ, хлороформомъ, желчными кислотами, температура въ 60°, выкачиваніе газовъ въ пустоту и пр.

Гемоглобинъ находится въ крови всѣхъ позвоночныхъ (за исключеніемъ нѣкоторыхъ морскихъ рыбъ, имѣющихъ вполне прозрачное тѣло,—*Leptocephalus*) и у небольшого числа беспозвоночныхъ, принадлежащихъ къ различнымъ зоологическимъ группамъ, между прочимъ и у дождевого червя (Rollet, 1861).

100 гр. крови человѣка содержитъ 13,58 гр. гемоглобина, а у женщины 12,63 гр.

Гемоглобинъ и оксигемоглобинъ. Гемоглобинъ или гематокристаллинъ, красящее вещество крови, образуетъ съ кислородомъ нестойкое

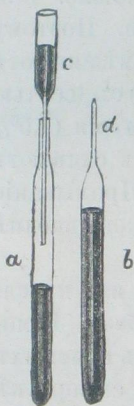
¹) O. Vanderstricht. Arch. de Biol., 1892.

²) Rollet Sitzungsber d. Wiener Acad. XLVI 1862.

соединение: *оксигемоглобинъ*. Образование оксигемоглобина въ легкихъ и его диссоціація въ капиллярахъ большого круга играютъ основную роль въ дыхательномъ процессѣ.

Приготовление оксигемоглобина по Норре-Seyler'y¹⁾. Красные шарики (кровь собаки, морской свинки, лошади), полученные по выше описанному приему, разлагаютъ дѣйствіемъ небольшого количества холодной воды (предварительно промывши эфиромъ); получается жидкость прекраснаго вишнево-краснаго цвѣта, въ которой по прошествіи короткаго времени появляется обильный осадокъ микроскопическихъ кристалловъ оксигемоглобина. Кристаллизаціи благопріятствуетъ прибавленіе небольшого количества алкоголя ($\frac{1}{4}$ по объему). Кристаллы собираютъ на фильтрѣ и очищаютъ перекристаллизаціей. Такого рода приготовленіе требуетъ зимняго холода, такъ какъ оксигемоглобинъ, находясь на воздухѣ, начинаетъ измѣняться, какъ только температура подымется выше 0°. Первымъ продуктомъ его превращенія является бурое вещество, *метаемоглобинъ* Норре-Seyler'a (промежуточное вещество между гемоглобиномъ и оксигемоглобиномъ?)²⁾.

Въ запаянныхъ трубкахъ растворы красящаго вещества крови могутъ быть сохраняемы неопредѣленно долгое время, такъ какъ подвергаются гніенію только въ присутствіи воздуха. (См. фиг. 14). Въ такихъ условіяхъ окси-



Фиг. 14.—Въ трубку *a* вводится растворъ гемоглобина при посредствѣ трубки *c*, отпнутой въ воронку;

b представляетъ трубку *a* послѣ того, какъ она наполнена, запаяна на концѣ *d* и служитъ для храненія гемоглобина.

гемоглобинъ самъ собою восстанавливается въ гемоглобинъ, который не кристаллизуется. Но, какъ только жидкость, извлеченная изъ трубки, подвергнется вліянію воздуха, начинается образованіе кристалловъ оксигемоглобина. Hüfner однако утверждаетъ, что ему удавалось получать въ запаянныхъ трубкахъ кристаллы восстановленнаго гемоглобина. Ненцкій и Зиберъ также получали кристаллы восстановленнаго гемоглобина.

Если хотять наблюдать образованіе кристалловъ на микроскопическомъ препаратѣ, помѣщаютъ каплю крови (морской свинки или собаки) на предметное стекло и выжидаютъ, пока по краямъ не начнется высыхание; затѣмъ

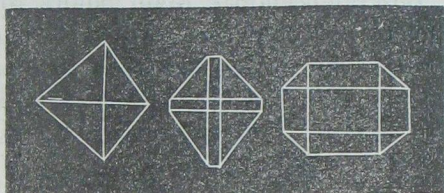
¹⁾ Норре Seyler. Med. chem. Unters. 1867—1871; Zeitschr. f. physiol. Chemie; Preyer, Pflügers Archiv, 1868 стр. 395; die Blutkrystalle, Jena, 1871 Heunsius, Onderzoekingen, Leiden 1869, и пр.

²⁾ По Kütz'y, Hüfner'y, Otto, метаемоглобинъ содержитъ столько же кислорода, какъ и оксигемоглобинъ, но въ видѣ другой химической группировки, въ болѣе прочно связанномъ состояніи. При выкачиваніи изъ растворовъ въ пустоту кислородъ не переходитъ или переходитъ очень медленно. Н. В.

прибавляютъ каплю воды и покрываютъ покровнымъ стеклышкомъ. Если препаратъ положенъ въ холодное мѣсто, то по прошествіи нѣсколькихъ минутъ или нѣсколькихъ часовъ появляются красные кристаллы оксигемоглобина.— Можно также примѣнить замораживаніе крови (дефибринированной), пользуясь смѣсью льда съ солью. При оттаиваніи пигментъ шариковъ переходитъ въ растворъ и отъ соприкосновенія съ воздухомъ вскорѣ появляются кристаллы. Эти кристаллы обладаютъ двойнымъ лучепреломленіемъ.

Оксигемоглобинъ морскихъ свинокъ кристаллизуется въ тетраэдрахъ (фиг. 15), собаки, лошади и человѣка—въ длинныхъ призмахъ ромбической системы, бѣлки — въ кристаллахъ гексагональной системы, индѣйскаго пѣтуха—въ правильной.

Фиг. 15.— Микроскопическіе кристаллы оксигемоглобина морской свинки (тетраэдры простые и видоизмѣненные).



Кристаллическая форма, растворимость въ водѣ, количество кристаллизационной воды, интенсивность окраски варьируютъ значительно въ зависимости отъ вида животнаго. Вѣроятно, что мы имѣемъ здѣсь дѣло съ цѣлымъ рядомъ различныхъ, но очень близкихъ другъ къ другу веществъ.

Легко кристаллизуется оксигемоглобинъ морской свинки, крысы, лошади, собаки, карповыхъ рыбъ и проч.; трудно — человѣка, зайца, овцы; очень трудно — быка, свиньи и лягушки.

Оксигемоглобинъ, кристаллизуясь, претерпѣваетъ повидимому нѣкоторое измѣненіе въ своемъ внутреннемъ строеніи. Естественный гемоглобинъ не диффундируетъ чрезъ перепонки, энергично разлагаетъ перекись водорода и способствуетъ свертыванію крови; напротивъ, растворъ выкристаллизованнаго оксигемоглобина диффундируетъ легко ¹⁾ и не оказываетъ никакого дѣйствія на перекись водорода и на свертываніе крови.

Оксигемоглобинъ собаки имѣетъ слѣдующій процентный составъ по Н о р р е S e y l e r'у: С 53,85; Н 7,32; N 16,17; О 21,84; S 0,39; Fe 0,43.

Чтобы убѣдиться въ присутствіи желѣза въ гемоглобинѣ, прокалываютъ въ небольшомъ тиглѣ комокъ красныхъ шариковъ, очищенный промываніемъ въ растворѣ NaCl отъ сыворотки и предварительно высушенный (фиг. 17). Зола, имѣющая цвѣтъ ржавчины, обрабатывается хлористо-водородной кислотой; разведенный растворъ даетъ синій осадокъ отъ желѣзисто-синеродистаго калия, а отъ роданистаго калия становится краснымъ ²⁾.

Если въ молекулѣ оксигемоглобина содержится только одинъ атомъ желѣза, молекулярный вѣсъ его долженъ равняться отъ 13332 до 14133 и его формула можетъ быть представлена такъ:

¹⁾ Т. е. для тѣла такой сложности; по сравненіи съ истинными кристаллами онъ диффундируетъ не легко. Н. В.

²⁾ Желѣзо содержащееся въ гемоглобинѣ происходитъ, по первому источнику, изъ желѣза, поглощаемаго съ пищей. Могутъ-ли соли желѣза усваиваться черезъ кишечникъ и идти на образованіе гемоглобина—это пока еще спорный вопросъ, на который клиницисты отвѣчаютъ утвердительно. [По Bunge, желѣзо, усвояемое съ пищей, находится въ сложномъ соединеніи съ бѣлками. Н. В.]

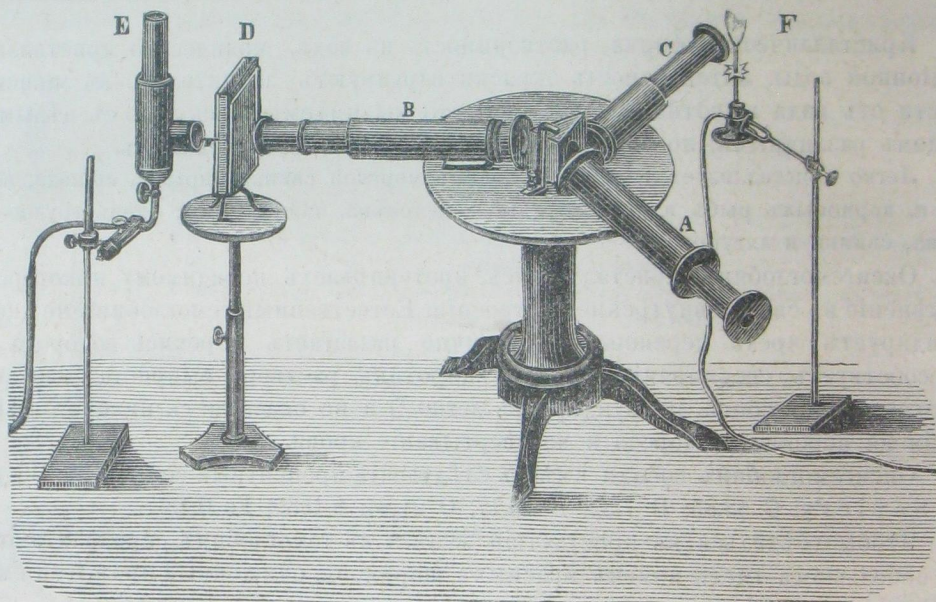
$C_{600} H_{960} N_{154} Fe S_3 O_{179}$ (Preyer).

$C_{350} H_{852} N_{149} Fe S_4 O_{149}$ (Häpfer).

$C_{712} H_{1130} N_{214} Fe S_2 O_{245}$ (Циновскій).

Оксигемоглобинъ принадлежитъ къ группѣ протеидовъ Hoppe-Seyler'a. Кислоты и щелочи разлагаютъ его на бурое красящее вещество съ содержаніемъ желѣза (*гематинъ*) и бѣлковое вещество (кислый или щелочной бѣлокъ, смотря по употребленному реактиву). Онъ свертывается отъ нагрѣванія и разлагается отъ дѣйствія солей многихъ тяжелыхъ металловъ. Оксигемоглобинъ можетъ играть роль слабой кислоты: разлагаетъ въ пустотѣ углекислый натръ; при электролизѣ крови, кристаллы оксигемоглобина отлагаются на положительномъ полюсѣ.

Возстановленный гемоглобинъ точно также разлагается въ присутствіи щелочей и кислотъ на бѣлокъ съ одной стороны, содержащее желѣзо вещество краснаго цвѣта, *гемохромогенъ* (или возстановленный гематинъ) съ другой стороны. Гемохромогенъ (красный) при соприкосновеніи съ воздухомъ поглощаетъ кислородъ и превращается въ гематинъ (бурый).



Фиг. 16. — Спектроскопъ, расположенный для изученія спектра поглощенія оксигемоглобина. Свѣтовые лучи, исходящіе отъ лампы *E*, пронизываютъ красный растворъ заключающійся въ сосудѣ *D* съ параллельными стѣнками (гематинетръ Гоппе-Зейлера), вступаютъ въ трубку *B* чрезъ узкую щель, преломляются и разлагаются призмой и достигаютъ до глаза наблюдателя находящагося предъ лупой *A*. Лампа *F* служитъ для освѣщенія шкалы съ дѣленіями, заключенной въ трубкѣ *C*. Изображеніе этой шкалы отражается отъ поверхности призмы и кажется находящимся подъ спектромъ поглощенія.

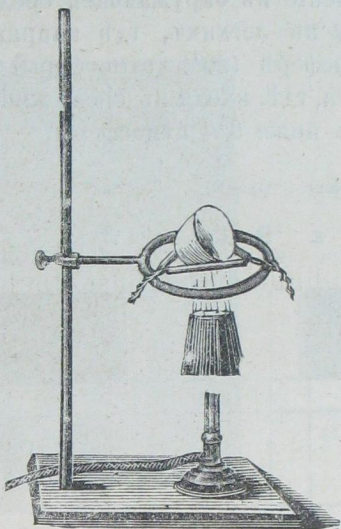
Спектръ поглощенія. Цвѣтъ возстановленнаго гемоглобина темнѣе, не такой свѣтло-красный, какъ цвѣтъ оксигемоглобина. Этимъ объясняется прекрасный алый цвѣтъ артеріальной крови, почти насыщеннй кислородомъ, и темно-вишневый — венозной, содержащей большое количество возстановленнаго гемоглобина. Эти различія въ цвѣтъ соотвѣтствуютъ въ спектроскопѣ различнымъ спектрамъ поглощенія, очень характернымъ для этихъ веществъ ¹⁾.

¹⁾ Stokes Proc. of the Roy. Soc. 1864; Hoppe-Seyler, Centralblatt. f. med. Wiss., 1864.

Растворъ красящаго вещества вводится въ сосудъ съ плоскими параллельными стѣнками, называемый гематинометромъ (D. фиг. 16), и ставится на пути свѣтовыхъ лучей, идущихъ отъ лампочки въ спектроскопъ.

Концентрированный растворъ оксигемоглобина пропускаетъ только лучи краснаго цвѣта. При достаточномъ разбавленіи, красная полоса расширяется и появляется полоса зеленаго цвѣта между E и F (фиг. 18; 1).

Фиг. 17.—Испепеленіе гемоглобина въ маленькомъ фарфоровомъ тиглѣ.



Но только при очень разбавленныхъ растворахъ (цвѣта персика) получается особенно характерный спектръ (фиг. 18; 2), представляющій всѣ цвѣта за исключеніемъ двухъ смежныхъ полосъ поглощенія между D и E ¹⁾.

Возстановленный гемоглобинъ въ растворѣ большой или средней концентрации даетъ спектры мало характерные. Въ очень разбавленномъ растворѣ спектръ его характернѣе, представляетъ только одну широкую полосу поглощенія между D и E (полоса Stokes'a, фиг. 18; 4).

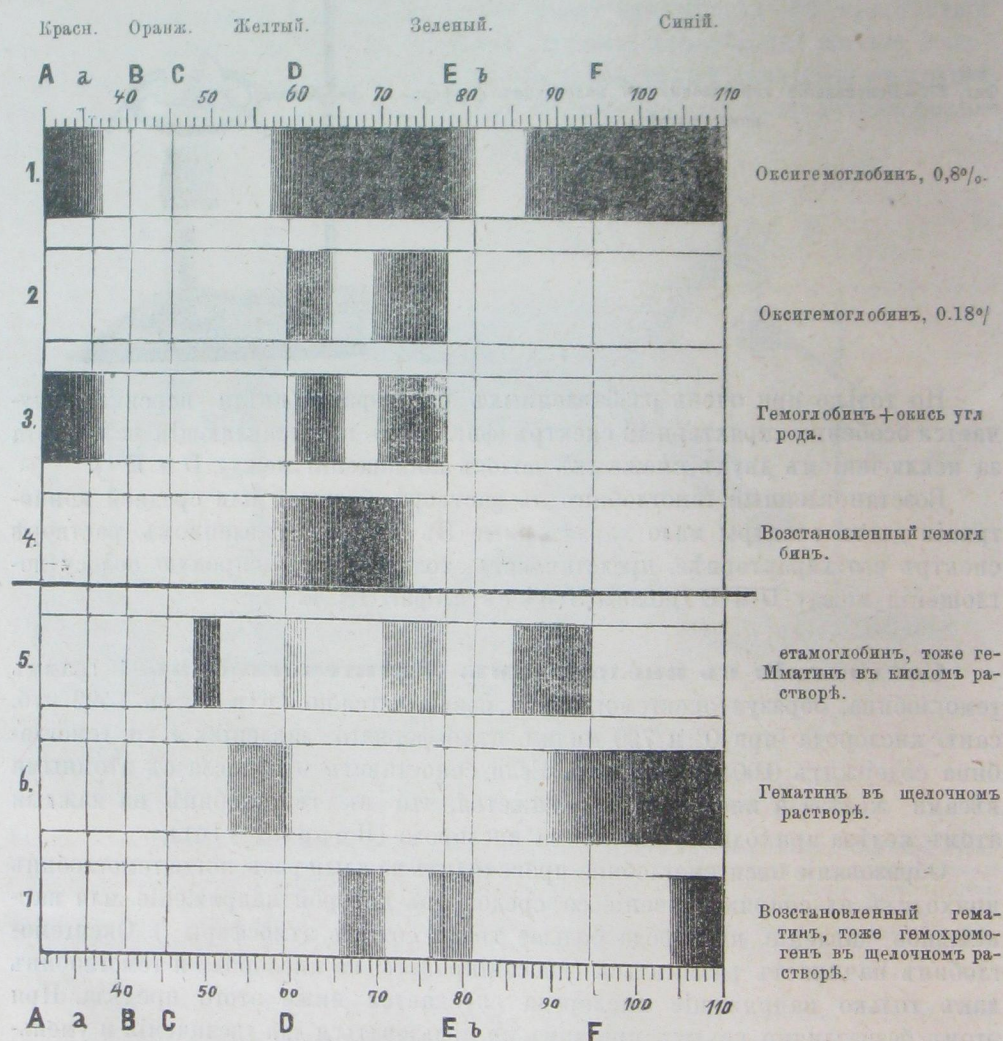
Соединенія съ кислородомъ. Оксигемоглобинъ. 1 граммъ гемоглобина, образуя оксигемоглобинъ, соединяется по Hüfner'у съ 1,592 куб. сант. кислорода (при 0° и 760 мил. атмосфернаго давленія); 1 гр. гемоглобина содержитъ 0,004 гр. желѣза. Если сопоставить эти числа съ атомными вѣсами желѣза и кислорода, то окажется, что въ гемоглобинѣ на каждый атомъ желѣза приходится два атома кислорода (Hörre-Seyler).

Образованіе оксигемоглобина происходитъ каждый разъ, когда гемоглобинъ приходитъ въ соприкосновеніе со средой, въ которой напряженіе или парціальное давленіе кислорода больше трехъ сотыхъ атмосферы ²⁾. Оксигемоглобинъ начинаетъ разлагаться (диссоциировать) на кислородъ и гемоглобинъ какъ только напряженіе кислорода спускается ниже этого предѣла. При этомъ безразлично, какимъ пріемомъ ни пользоваться для увеличенія и умень-

¹⁾ Растворъ оксигемоглобина, при толщинѣ слоя въ 1 сантиметръ, даетъ въ спектроскопѣ двѣ характеристичныя полосы поглощенія еще при концентраціи одна десятичная.

²⁾ J. Worm Müller, Arbeiten a. d. physiol. Anstalt zu Lüpzig, 1870, стр. 119. Напряженіе, при которомъ начинается диссоціація, равняется 22 мил. ртуту, при + 12° C, по этому автору.

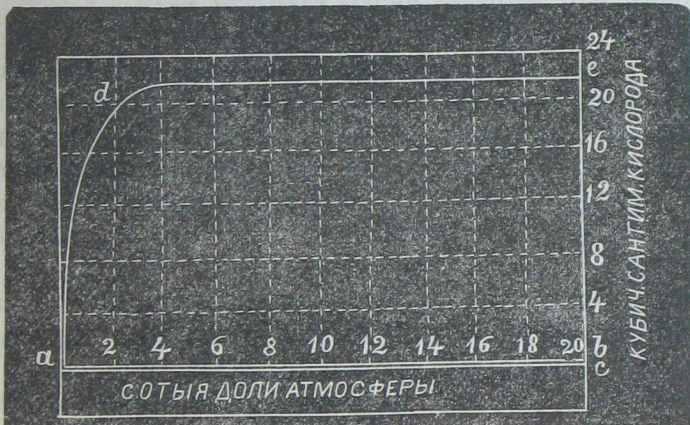
шенія давленія кислорода; оксигемоглобинъ одинаково распадается отъ дѣйствія пустоты, тока инертнаго газа (N , H , CO_2), восстанавливающихъ веществъ: желѣзныхъ опилокъ, сѣрнистаго аммонія, желѣзнаго купороса въ слабо щелочномъ растворѣ (желѣзный купоросъ + винокаменная кислота + нѣкоторый избытокъ NH_3 , Stokes), отъ сохраненія въ замкнутомъ сосудѣ и пр. Соединеніе съ кислородомъ происходитъ тѣмъ скорѣе, чѣмъ выше его парціальное давленіе въ окружающей средѣ. Этимъ объясняется образованіе оксигемоглобина въ легкихъ, гдѣ напряженіе кислорода близко къ напряженію его въ атмосферѣ (20% атмосферы) и его диссоціація въ капиллярахъ большого круга, гдѣ, входя въ среду живыхъ тканей, онъ встрѣчаетъ напряженіе кислорода ниже 3% атмосферы.



Фиг. 18.—Абсорбционные спектры пигмента красныхъ кровяныхъ тѣлецъ. Сверху и снизу находится шкала съ дѣленіями и указаны Фраунгоферовы линіи. По Лангу.

Большая часть кислорода, содержащагося въ крови, связана съ красными шариками и не зависитъ отъ давленія (по крайней мѣрѣ, если давленіе превышаетъ указанный предѣлъ); только очень незначительная часть просто растворена въ крови и эта часть измѣняется соотвѣтственно давленію, слѣдуя

закону Дальтона. Таблица на фиг. 19, составленная Hüfner'ом¹⁾ представляет посредством кривой *ade* относительныя количества кислорода, поглощаемого кровяными шариками, содержащимися въ 100 к. с. крови собаки (что соотвѣтствуетъ 14 гр. гемоглобина) при различныхъ парціальныхъ давленіяхъ этого газа, начиная съ 0° и до 20% атмосферы; кривая *ab* изображаетъ количество кислорода, раствореннаго въ крови при тѣхъ же давленіяхъ и при температурѣ + 35°. Кривыя, составленныя Paul Bert'омъ значительно отличаются отъ этихъ.



Фиг. 19.—кривая *ade* представляет количество кислорода (въ куб. сантим. при 0° и 760 милл. давленія), соединенное съ 14 гр. гемоглобина (заключеннаго въ 100 куб. сантим. крови собаки)—при различныхъ парціальныхъ давленіяхъ кислорода въ предѣлахъ отъ нуля до 20 проц. одной атмосферы (атмосферный воздухъ); при температурѣ 35°. [Линія *ab* должна была бы изображать количество кислорода просто раствореннаго; но она на нашей копіи, по ошибкѣ рѣшителей, изображена почти параллельной абсциссѣ *ac*; на самомъ же дѣлѣ она постепенно и очень слабо подымается надъ *ac*. Н. В.],

Диссоціація оксигемоглобина можетъ начаться въ капиллярахъ только тогда, когда напряженіе кислорода въ плазмѣ сдѣлается ниже 3% атмосферы. При этомъ достаточно разложенія небольшого количества оксигемоглобина, чтобы поднять напряженіе почти до прежней нормы. Pflüger и Wolfberg нашли, что напряженіе кислорода въ венозной крови близко къ 3% атмосферы.

Содержитъ ли кровь озонъ и способенъ ли гемоглобинъ превращать кислородъ въ озонъ? Защитники этого мнѣнія часто ссылались на слѣдующій опытъ: помѣщаютъ каплю свѣжеприготовленнаго алкогольнаго раствора гваяковой смолы на фильтровальную бумагу. Когда весь алкоголь испарится и капля высохнетъ, прибавляютъ каплю крови или раствора гемоглобина; на мѣстѣ соприкосновенія гемоглобина съ гваяковой смолой тотчасъ появляется синій ободокъ, указывающій на окисленіе гваяковой смолы дѣйствіемъ озона. По мнѣнію Pflüger'a, въ крови, циркулирующей въ сосудахъ, существуютъ условія отличныя отъ этихъ; если озонъ дѣйствуетъ въ крови, извлеченной изъ сосудовъ, то это происходитъ только вслѣдствіе тѣхъ быстрыхъ и глубокихъ измѣненій, которыя претерпѣваетъ самъ гемоглобинъ, разлагаясь при соприкосновеніи съ воздухомъ. Кромѣ того, какъ замѣчаетъ Horre-Seyler, присутствіе озона въ крови было бы несовмѣстимо съ цѣльностью ея самой.

Метагемоглобинъ. Оксигемоглобинъ превращается медленно при соприкосновеніи съ воздухомъ и быстро при соприкосновеніи съ красной

¹⁾ Hüfner, Zeitschrift f. physiol. Chemie, VI, стр. 94. 188

кровиной солью амилнитритомъ и пр. въ *метагемоглобинъ*, бурое красящее вещество (цвѣта высохшихъ кровяныхъ пятенъ на бѣлѣ) съ характернымъ спектромъ поглощенія (фиг. 18; 5, полоса между С и D и двѣ подосы, близкія къ полосамъ характернымъ для оксигемоглобина ¹⁾). Возстановители превращаютъ его въ возстановленный гемоглобинъ. По Sorby онъ содержитъ больше кислорода, чѣмъ оксигемоглобинъ, но Horre-Seyler'у меньше, между тѣмъ Hüfner и Külz принимаютъ для обоихъ случаевъ одинаковое количество кислорода. Метагемоглобинъ встрѣчается въ крови людей, отравленныхъ хлористымъ калиемъ. Его находятъ иногда также въ мочѣ.

Другія соединенія гемоглобина.—*Оксиуглеродный гемоглобинъ*. Гемоглобинъ образуетъ соединеніе съ окисью углерода, аналогичное его соединенію съ кислородомъ; одинъ объемъ окиси углерода замѣщаетъ равный объемъ кислорода. (L. Meyer, Cl. Bernard и Horre-Seyler). Оксиуглеродный гемоглобинъ представляетъ довольно значительную прочность и только съ трудомъ диссоциируетъ. Достаточно малѣйшихъ слѣдовъ окиси углерода въ воздухѣ, служащемъ для дыханія, чтобы превратить гемоглобинъ крови въ оксиуглеродный гемоглобинъ, который, разъ образовался, уже потерянъ для дыханія и не можетъ поглощать кислорода въ легкихъ. Этимъ объясняется отравленіе окисью углерода (угараніе, угарь).

Въ тяжелыхъ случаяхъ отравленія переливаніе крови составляетъ лучшее средство къ спасенію.

Растворы оксиуглероднаго гемоглобина представляютъ спектръ поглощенія (фиг. 18; 3) почти тождественный со спектромъ оксигемоглобина (двѣ темныхъ олосы между D и E. Полоса смежная съ D не касается D, какъ въ спектрѣ оксигемоглобина, между D и этой полосой остается полоска желтаго цвѣта. Наблюденіе нужно производить съ лучами солнечнаго свѣта). Спектроскопически растворы оксиуглероднаго гемоглобина отличаются тѣмъ, что они не измѣняются ни отъ дѣйствія возстановителей, ни отъ сохраненія въ замкнутомъ сосудѣ. Оксигемоглобинъ въ тѣхъ же условіяхъ теряетъ свой кислородъ и обнаруживаетъ только одну полосу поглощенія возстановленнаго гемоглобина. Растворъ соды (10% ^{нмй}), прибавленный нагрѣтымъ къ раствору оксиуглероднаго гемоглобина, окрашиваетъ его въ красный цвѣтъ кино-вари; обыкновенный гемоглобинъ при этомъ принимаетъ грязно-бурый цвѣтъ.

Описаны также соединенія гемоглобина съ ацетиленомъ (Liebreich), съ цианистоводородной кислотой (Preyer), съ закисью азота (L. Hermann) и угольной кислотой (Chr. Bohr).

Производныя гемоглобина; гематинъ (Horre-Seyler) — $C_{68} H_{70} N_8 Fe_2 O_{10}$ —бурое, содержащее желѣзо красящее вещество, получаемое при расщепленіи оксигемоглобина подъ вліяніемъ кислотъ или щелочей, или же какъ продуктъ окисленія гемохромогена. Слабые возстановители превращаютъ его въ гемохромогенъ, энергичные (водородъ въ моментъ образованія) — въ *уробилинъ* или *гидробилирубинъ*, пигментъ, не содержащій уже желѣза и близкій къ красящимъ веществамъ желчи.

Гематинъ образуетъ соли: одна изъ нихъ, хлористоводородный гематинъ,

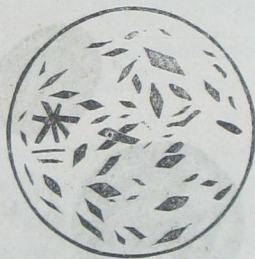
¹⁾ Щелочный растворъ метагемоглобина даетъ спектры поглощенія отличные отъ описаннаго: какъ при оксигемоглобинѣ, но первая полоса шире по направленію къ краснымъ лучамъ.

минъ (кристаллы *Teichmann's*) кристаллизуется въ формѣ характерныхъ микроскопическихъ кристалловъ (бураго цвѣта ромбическія палочки и таблички), растворимыхъ въ содѣ и нерастворимыхъ въ большинствѣ другихъ реактивовъ (см. фиг. 20).

Судебно-медицинское изслѣдованіе кровяныхъ пятенъ. Образованіе кристалловъ гемина примѣняется въ судебной медицинѣ для распознаванія кровяныхъ пятенъ. Вещество пятна соскабливаютъ на предметное стеклышко, прибавляютъ уксусной кислоты и маленькій кристалликъ NaCl , затѣмъ осторожно нагреваютъ надъ пламенемъ. По прошествіи нѣсколькихъ минутъ образуется множество чрезвычайно мелкихъ кристалликовъ гемина. Ихъ рассматриваютъ въ микроскопъ при большомъ увеличеніи.

Точно также можно воспользоваться спектромъ поглощенія, столь характернымъ для красящихъ веществъ крови. Пятно смываютъ въ небольшое количество воды; окрашенная жидкость, помѣщенная передъ щелью спектроскопа, даетъ спектръ метагемоглобина (полосу поглощенія въ красной части, справа отъ C и двѣ неясныхъ полосы между D и E ¹). Прибавляютъ одну или двѣ капли сѣрнистаго аммонія, чтобы превратить метагемоглобинъ въ возстановленный гемоглобинъ и получить характерную для послѣдняго полосу поглощенія (фиг. 18; 4).

Фиг. 20. Кристаллы Гемина подъ микроскопомъ при сильномъ увеличеніи.



Наконецъ подвергаютъ жидкость дѣйствию воздуха: образуется оксигемоглобинъ и появляются его двѣ полосы поглощенія, представленные на фиг. 18; 2.

Гематопорфиринъ— $\text{C}_{68} \text{H}_{74} \text{N}_8 \text{O}_{12}$? Красящее вещество, не содержащее желѣза, полученное *Mulder'омъ* дѣйствиемъ крѣпкой сѣрной кислоты на гематинъ. Возстановители превращаютъ гематопорфиринъ въ *гидробилирубинъ*, представляющій производное желчныхъ пигментовъ (*Horre-Seyler*). Кожный пигментъ нѣкоторыхъ безпозвоночныхъ (морскія звѣзды, дождевой червякъ, губки и др.) тождественъ по *Mac Munn'у* съ гематопорфириномъ. Гематопорфиринъ былъ найденъ иногда въ мочѣ больныхъ, принимавшихъ сульфоналъ (*Mac Munn, Hammarsten*).

Гематондинъ (*Virchow*), производное гемоглобина, найденное въ застарѣлыхъ кровоизліяніяхъ (въ мозгу при апоплексіи) въ видѣ кристалловъ оранжеваго цвѣта (*Virchow*). Гематондинъ не содержитъ желѣза и его считаютъ тождественнымъ красящему веществу желчи, извѣстному подъ именемъ билирубина.

¹) Пятна крови высохшія на воздухѣ, содержатъ только метагемоглобинъ; послѣдній легко превращается отъ дѣйствія возстановителей или при гніеніи въ отсутствіи воздуха въ возстановленный гемоглобинъ.

V. Бѣлые шарики или лейкоциты *).

[Въ сравнительно недавнее время о значеніи этой морфологической части крови не было извѣстно ничего опредѣленнаго. Высказывалось лишь предположеніе, что безцвѣтныя клѣтки крови составляютъ первичную форму, на счетъ которой образуются затѣмъ красные кровяные шарики. Теперь можно считать доказаннымъ, что бѣлые кровяные шарики не стоятъ ни въ какомъ генетическомъ отношеніи къ краснымъ: эти послѣдніе образуются независимымъ отъ нихъ путемъ. За безцвѣтными клѣтками крови, напротивъ, укрѣпляется свое самостоятельное значеніе, свои функціи въ организмѣ и притомъ настолько сложныя и своеобразныя, что онѣ казались первое время для нѣкоторыхъ ученыхъ фантастическими. Однако, обширный матеріалъ, собранный многочисленными и точными наблюдателями, не оставляетъ болѣе въ этомъ никакого сомнѣнія. Знакомство съ функціональными свойствами этихъ форменныхъ частей крови настолько же необходимо для пониманія многихъ процессовъ, совершающихся въ организмѣ, насколько изученіе красныхъ кровяныхъ шариковъ необходимо для пониманія процессовъ дыханія.



Фиг. 21.—Разныя формы лейкоцитовъ.

Общія свойства лейкоцитовъ, какъ голыхъ амебообразныхъ клѣтокъ, обладающихъ раздражительностію и способностію къ самостоятельнымъ движеніямъ, — описаны выше (стр. 9—10).

Величина ихъ колеблется въ предѣлахъ между 4 и 13 микронами. Поэтому въ крови человѣка одни изъ нихъ меньше, другіе — гораздо больше красныхъ шариковъ. Кромѣ величины они представляютъ еще *различія въ строеніи* ихъ протоплазмы и ядра. У однихъ изъ нихъ протоплазма представляетъ рѣзко выраженную зернистость, у другихъ, наоборотъ, зернистость такъ мелка, что протоплазма кажется почти однородной (зернистые и гомогенные лейкоциты). У первыхъ подвижность гораздо значительнѣе, чѣмъ у послѣднихъ; на этомъ основаніи Лавдовскій первыхъ называетъ быстро-движущимися, а послѣднихъ медленно-движущимися. — Ядро у однихъ лейкоцитовъ одно и простое (фиг. 21, *a* и *b*), у другихъ оно сложной лопастной формы (въ видѣ четокъ, подковы, трилистника). Во второмъ случаѣ перетяжки между отдѣльными частями ядра бываютъ иногда такъ сильны, что эти части кажутся какъ бы отдѣленными другъ отъ друга; поэтому такихъ лейкоцитовъ называютъ многоядерными (фиг. 21, *c*).

Мельчайшія зерна протоплазмы различныхъ лейкоцитовъ обладаютъ неоди-

*) Эта глава—дополненіе къ русскому изданію. Соотвѣтственной главы со-
всѣмъ нѣтъ въ оригиналѣ этого учебника.

наковою способностію окрашиваться анилиновыми красками, смотря по тому, будет ли взята краска кислой, щелочной или нейтральной реакції. На этомъ основаніи различаютъ (Ehrlich): эозинофильныя, базофильныя и нейтрофильныя клѣтки.

Были попытки приписать разнымъ безцвѣтнымъ клѣткамъ крови разное происхожденіе и разное фізіологическое значеніе; однако еще трудно сказать что-либо законченное въ этомъ отношеніи.

Число лейкоцитовъ въ крови колеблется въ широкихъ предѣлахъ въ зависимости отъ различныхъ фізіологическихъ и патологическихъ условій. Среднія числа, приводимыя различными авторами для нормальныхъ условій, показываютъ отъ 4.000 до 15.000 на одинъ кубич. миллиметръ крови или 1—3 на 1.000 красныхъ. Если взять крайнія, болѣе выгодныя для нихъ числа, то на всю кровь ихъ приходилось бы болѣе 700 миллионѣвъ. Количество ихъ мѣняется съ состояніемъ питанія организма (уменьшается при дурномъ питаніи), съ возрастомъ. Оно нормально увеличивается послѣ принятія пищи (фізіологическій лейкоцитозъ)¹⁾, послѣ менструаціи, родовъ, кровопусканія. Укрѣпляющія или тонизирующія вещества тоже ведутъ къ увеличенію ихъ числа. Рядъ инфекціонныхъ заболѣваній, въ особенности заболѣванія связанныя съ нагноеніями, ведутъ къ сильному увеличенію ихъ числа (патологическій лейкоцитозъ). Непомѣрнаго увеличенія число ихъ достигаетъ при болѣзни, носящей названіе лейкеміи, когда одинъ безцвѣтный шарикъ приходится на 10 красныхъ.

Затѣмъ, количество ихъ неодинаково всегда въ крови различныхъ кровеносныхъ сосудовъ. Такъ, въ то время, какъ въ *vena lienalis* насчитываютъ 1 бѣлый на 60 красныхъ, въ артеріи той же железы (*a. lienalis*) находятъ 1 безцвѣтный шарикъ на 2.260 красныхъ (Moleschott). Вообще ихъ больше въ венахъ, чѣмъ въ артеріяхъ. Надо имѣть въ виду, что въ выпущенной крови (гдѣ и ведется счисленіе) лейкоциты быстро начинаютъ убывать въ числѣ. Слѣдовательно, числа, показываемыя для нихъ, вѣроятно, всегда ниже дѣйствительныхъ.

Совершенно сходныя съ ними клѣтки встрѣчаются въ лимфѣ, въ полостяхъ лимфатическихъ железъ, въ селезенкѣ и костномъ мозгу. Блуждающія клѣтки въ другихъ железахъ, въ соединительной ткани, между клѣтками эпителія и проч. имѣютъ тоже одинаковый съ ними характеръ. Итакъ, лейкоциты не составляютъ исключительной принадлежности крови; и если соединить въ одну группу съ лейкоцитами всѣ сходныя блуждающія клѣтки другихъ частей тѣла, то общее количество ихъ въ организмѣ должно быть признано громаднымъ.—Мѣстомъ образованія ихъ считаются: лимфатическія железы, селезенка и костный мозгъ. Взявъ за основаніе для расчисленій нахожденіе ихъ въ *ductus thoracicus*, можно принять, что этимъ путемъ вмѣстѣ съ лимфой ихъ поступаетъ въ кровь за сутки до 138 миллионѣвъ. И если ихъ содержаніе въ крови остается въ извѣстныхъ предѣлахъ постояннымъ, то, очевидно, рядомъ съ этимъ поступленіемъ кровь должна ежедневно и терять ихъ столько же, отчасти чрезъ эмиграцію, а съ другой стороны

¹⁾ Чтобы дать понятіе о томъ, насколько велики могутъ быть здѣсь колебанія, приведемъ слѣдующія числа (Malassez). Натошакъ въ крови человѣка безцвѣтный шарикъ приходился на 716 красныхъ; тотчасъ послѣ ѣды 1 приходился на 347—592 красныхъ, т. е. число ихъ увеличивалось почти въ $1\frac{1}{2}$ —2 раза, если принимать число красныхъ за это время не мѣняющимся; напротивъ, спустя нѣсколько часовъ послѣ принятія пищи отношеніе ихъ къ краснымъ спускалось 1 : 1.482—1.514, — какъ будто въ организмѣ совершается реакція обратная предыдущей.

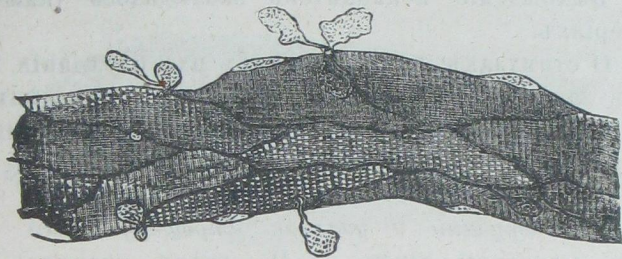
через постоянное распаденіе ихъ. Полагають поэтому, что и въ нормальныхъ условіяхъ распадается постоянно значительное количество лейкоцитовъ. Къ такому допущенію тоже слѣдуетъ придти, принимая въ соображеніе постоянное выдѣленіе тѣломъ извѣстныхъ отбросовъ, ведущихъ свое начало, вѣроятно, именно отъ этихъ безцвѣтныхъ клѣтокъ.

Химическій составъ лейкоцитовъ, какъ всякихъ мало дифференцированныхъ клѣтокъ, долженъ быть и очень сложнымъ, и въ тоже время измѣняемымъ въ зависимости отъ условій ихъ существованія и дѣятельности. На отдѣльныхъ клѣткахъ его можно изслѣдовать только микрохимическими реакціями. Для макроскопическихъ анализовъ прибѣгали къ изслѣдованію гноя. Послѣдній представляетъ скопленіе безцвѣтныхъ клѣтокъ, но вѣроятно измѣненныхъ нѣсколько въ своихъ свойствахъ. Съ этой цѣлю изслѣдовали также различія въ составѣ крови лейкоимичныхъ больныхъ по сравненію съ кровью нормальной. И въ томъ, и другомъ случаѣ находили: муравьиновую, уксусную, молочную кислоты, холестеринъ, лецитинъ, протаговъ, нуклеинъ, ксантинъ, гипоксантинъ, глютинъ. Изъ бѣлковъ указываются: миозинъ, присущій сократительнымъ образованіямъ (Kühne), и глобулинъ, поступающій въ жидкую часть крови при ея свертываніи (стр. 58). Нѣсколько изслѣдователей находили гликогенъ. Несомнѣнно есть жиръ; въ нѣкоторыхъ случаяхъ лейкоциты подвергаются быстро жировому метаморфозу, какъ напр. въ опытѣ Ranvier, когда онъ изслѣдовалъ лейкоцитовъ, забравшихся въ кусокъ бузины, введенный подъ кожу лягушки. — По Горбачевскому изъ нуклеина безцвѣтныхъ клѣтокъ образуется въ организмѣ мочеваѣ кислота. Поэтому содержаніе послѣдней въ мочѣ могло бы служить нѣкоторымъ указаніемъ на величину распаденія этихъ клѣтокъ. Доводомъ для такого заключенія служить слѣдующее положеніе: чѣмъ выше становится содержаніе въ крови лейкоцитовъ, тѣмъ болѣе повышается и выдѣленіе мочевоѣ кислоты черезъ почки. У новорожденныхъ наблюдается извѣстный лейкоцитозъ; у нихъ выдѣляется и мочевоѣ кислоты относительно больше, чѣмъ у взрослоѣго. Послѣ принятія пищи богатоѣ бѣлками повышается параллельно и лейкоцитозъ (пищеварительный) и выдѣленіе мочевоѣ кислоты. Животная пища вліяетъ сильнѣе на то и другое, чѣмъ пища растительная. При лейкеміи рядомъ съ непомѣрнымъ увеличеніемъ числа бѣлыхъ кровяныхъ шариковъ увеличивается сильно и содержаніе мочевоѣ кислоты въ мочѣ. Тѣ лекарственныя вещества, которыя увеличиваютъ содержаніе лейкоцитовъ въ крови, увеличиваютъ и выдѣленіе названноѣ кислоты.

Давно извѣстно, что лейкоциты могутъ при извѣстныхъ условіяхъ оставлять кровеносныя сосуды и переходить въ окружающія ткани. Это наблюдали впервые Dutrochet (1824) и Waller (1846); подробно изучали это явленіе Cohnheim, Hering (1868). Наблюдая кровообращеніе подъ микроскопомъ, напр. въ брыжейкѣ, можно видѣть, что какой-либо бѣлый кровяной шарикъ останавливается въ своемъ движеніи по длинѣ сосуда, какъ бы прилипая къ его стѣнкѣ; затѣмъ онъ выпускаетъ отростокъ черезъ стѣнку сосуда, отростокъ этотъ увеличивается въ своихъ размѣрахъ на счетъ тѣла клѣтки и наконецъ послѣдняя вся цѣлкомъ оказывается перешедшей за стѣнку сосуда и продолжающей здѣсь амебообразныя движенія (сравн. фиг. 22). Явленіе это получило названіе *diapedeza* или эмиграціи лейкоцитовъ. Когда наблюдаемая перепонка съ сосудами болѣе или менѣе воспалена, то такое выходженіе изъ сосудовъ совершается въ большихъ размѣрахъ. Для этого нѣтъ надобности подвергать перепонку дѣйствию тѣхъ или другихъ раздражающихъ веществъ, какъ напр. слабая сѣрная кислота; одного соприкосновенія съ воздухомъ достаточно, чтобы такой процессъ начался черезъ извѣстное время. — Неизвѣстно,

пользуются ли лейкоциты для своего прохожденія особыми устьями (stomata) между клѣтками эндотелія, каковыя устья описывались нѣкоторыми авторами (Arnold), или прохожденіе совершается чрезъ межуточное вещество, находящееся на границѣ между клѣтками стѣнки. Во всякомъ случаѣ, послѣ прохожденія лейкоцита не остается никакихъ видимыхъ отверстій въ стѣнкѣ сосуда. (Въ новѣйшее время были указанія на способность лейкоцитовъ пролагать себѣ путь даже чрезъ самыя клѣтки различныхъ покрововъ, какъ напр. чрезъ эпителий кишечнаго канала). Кромѣ того вопросъ о способѣ прохожденія ихъ измѣнился теперь въ зависимости отъ взгляда на тѣ силы, которыя вызываютъ такое прохожденіе.

Фиг. 22.—Прохожденіе лейкоцитовъ чрезъ стѣнку капилляра (чрезъ stomata). По Арнольду.



Прежде придавали (Hering, Шкляревскій) большое значеніе механическимъ условіямъ прохожденія лейкоцитовъ. По мнѣнію Hering'a въ воспаленныхъ сосудахъ подъ вліяніемъ повышеннаго давленія долженъ былъ создаваться благоприятный моментъ для фильтраціи вмѣстѣ съ плазмой и коллоиднаго тѣла клѣтки. Въ этомъ же смыслѣ говорили, повидимому, и другой фактъ. Когда въ воспаленныхъ сосудахъ прекращается позднѣе совѣмъ движеніе крови (stasis), то въ такой застоявшейся крови находили количество бѣлыхъ тѣлецъ увеличеннымъ по сравненію съ красными (Donders); это толковалось въ томъ смыслѣ, что передвиженіе первыхъ встрѣчаетъ большее механическое затрудненіе, чѣмъ проталкиваніе послѣднихъ. Новѣйшія изслѣдованія, напротивъ, указываютъ причину для всѣхъ явленій этого рода въ тѣхъ активныхъ свойствахъ самихъ лейкоцитовъ, которыя они проявляютъ какъ свободныя амебообразныя клѣтки, направляющіяся подъ вліяніемъ известныхъ раздраженій.

Доводами за активность ихъ прохожденія чрезъ стѣнки сосудовъ служатъ слѣдующіе: а) бываютъ случаи, когда воспалительное расширеніе сосудовъ слабо или совѣмъ отсутствуетъ, а выходъ лейкоцитовъ изъ нихъ совершается уже въ значительномъ количествѣ (онъ можетъ происходить и и во время stasis); наоборотъ, встрѣчаются случаи, когда сосуды такъ сильно расширены, что происходитъ выходъ изъ нихъ красныхъ кровяныхъ шариковъ (чисто механическимъ путемъ), между тѣмъ лейкоциты проходятъ въ маломъ числѣ; б) такія вещества, какъ хининъ, хлороформъ, которыя парализуютъ движеніе лейкоцитовъ, тормозятъ въ тоже время и выходъ ихъ изъ сосудовъ (Binz, Appert, Schumacher)¹⁾; в) лейкоциты при своихъ странствованіяхъ могутъ развивать значительную силу движеній, какъ въ томъ можно убѣдиться, наблюдая ихъ протискиванія между волокнами и пластинками роговицы лягушки (Engelman) или между плотными петлями

¹⁾ Въ монографіи послѣдняго автора, помѣщенной въ «Arbeiten des Pharmakol. Institutes zu Dorpat» (X, 1894), изд. Коберт'омъ, можно найти и всю литературу этого вопроса.

кровеннаго сгустка (Лавдовскій); г) не всѣ формы лейкоцитовъ при однихъ и тѣхъ же условіяхъ проявляютъ одинаковую способность къ выходу изъ сосудовъ: она всего сильнѣе у *большихъ* лейкоцитовъ съ *светло-зернистой* протоплазмой; между тѣмъ маленькіе лейкоциты, хотя и пристають къ стѣнкѣ въ большомъ количествѣ, однако сосудовъ обыкновенно не оставляютъ. То же имѣетъ мѣсто и по отношенію къ большимъ лейкоцитамъ съ темно-зернистой протоплазмой: эти послѣдніе, будучи не въ состояніи выпустить тонкихъ отростковъ, могутъ, повидимому, какъ и красныя кровяныя шарики, только механически выдавливаться чрезъ стѣнки сильно расширенныхъ сосудовъ ¹⁾.

Выходеніе лейкоцитовъ наблюдалось также въ мелкихъ венахъ и артеріяхъ.

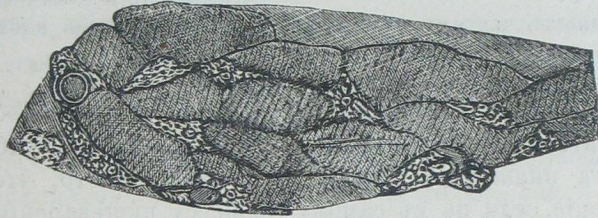
О стимулахъ, направляющихъ ихъ блужданія въ организмъ, можно сдѣлать заключеніе лишь по разсмотрѣніи ихъ дѣятельности здѣсь. На основаніи новѣйшихъ изслѣдованій имъ слѣдуетъ приписать слѣдующія важныя отправленія въ тѣлѣ сложнаго животнаго:

1. *Разрушеніе и удаленіе атрофирующихся и отмирающихъ клеточныхъ элементовъ тѣла.* — Во всѣхъ тканяхъ, подвергающихся регрессивному метаморфозу, лейкоциты появляются въ большомъ количествѣ пожираютъ остатки тканей и затѣмъ перевариваютъ ихъ внутри себя („внутриклеточное пищевареніе“, Мечниковъ). У головастика лягушки, въ періодъ превращенія его во взрослую безхвостую форму, Мечниковъ находилъ въ хвостѣ амeboобразныя кѣтки, внутри которыхъ были заключены цѣлыя куски нервныхъ и мышечныхъ волоконъ. То же самое происходитъ при превращеніи личинокъ иглокожихъ и немертинъ. Когда метаморфозъ личиночныхъ формъ совершается быстро, то этотъ процессъ получаетъ въ атрофирующихся органахъ еще болѣе рѣзко выраженный характеръ, какъ это наблюдалось напримѣръ А. Ковалевскимъ на личинкахъ мухъ. Лейкоциты пожираютъ здѣсь и не распавшіяся еще кѣтки тканей (фиг. 23). Между тѣмъ, когда подобные процессы протекаютъ медленнѣе, то похиранію со стороны лейкоцитовъ подвергаются части тканей, достигшія уже значительной степени перерожденія (Looss, Коротневъ).

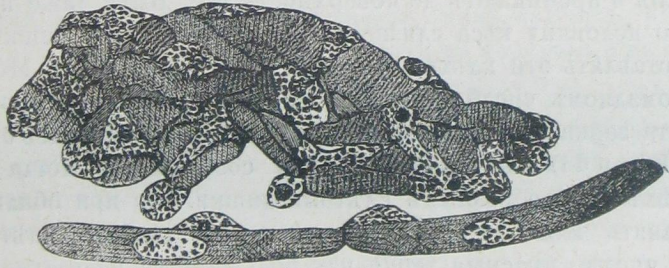
Не слѣдуетъ думать, что явленія этого рода принадлежатъ къ исключительнымъ, имѣющимъ мѣсто только въ указанныхъ рѣдкихъ условіяхъ (постэмбриональный метаморфозъ). Подобную дѣятельность лейкоцитовъ надо допустить во всѣхъ случаяхъ, когда въ тканяхъ появляются отмирающія и распадающіяся части. Стоитъ поранить или прижечь извѣстную часть тѣла, тотчасъ же здѣсь происходитъ скопленіе лейкоцитовъ, и они начинаютъ поѣдать остатки разрушенныхъ кѣтокъ (Мечниковъ). Это происходитъ съ необходимостію, какъ у животныхъ, не имѣющихъ кровеносной системы, такъ и у животныхъ, имѣющихъ ее. У послѣднихъ развивается реакція только рѣзче, потому что изъ мѣста раздраженія выходятъ вмѣстѣ съ тѣмъ импульсы, ведущіе къ расширенію сосудовъ и усиленному притоку сюда крови; а это обстоятельство ведетъ въ свою очередь къ усиленному доставленію сюда пожирающихъ кѣтокъ. Такія пожирающія кѣтки Мечниковъ называлъ *фагоцитами*, а ученіе, основанное имъ получило названіе

фагоцитарной теоріи. По этому ученію, всякое воспаленіе прежде всего сводится именно къ фагоцитарной реакціи животнаго организма на дѣйствующее въ данной его части раздраженіе ¹⁾.

Что происходитъ въ указанныхъ патологическихъ условіяхъ въ широкомъ масштабѣ, то же совершается въ болѣе скромныхъ формахъ въ жизни нормальнаго организма. Извѣстная часть клѣтокъ его постоянно отживаетъ свой вѣкъ и замѣняется новыми. Поэтому въ устраненіи отжившихъ клѣтокъ лейкоциты должны играть ту же роль. Дѣйствительно, блуждающія клѣтки, сходныя съ лейкоцитами, встрѣчаются то въ большемъ, то въ меньшемъ количествѣ во всѣхъ тканяхъ, и всюду, повидимому, на ихъ долю выпадаетъ аналогичная съ этимъ дѣятельность.



Фиг. 23.— Лейкоциты (темныя, зернистыя клѣтки) окружающіе и разрушающіе куски мышечныхъ волоконъ у личинки мухи въ стадіи превращенія. По А. О. Ковалевскому.



Чтобы дать лучше изученный примѣръ, остановимся на ихъ отношеніи къ отживающимъ краснымъ шарикамъ.

Считаютъ несомнѣннымъ, что эти тѣльца существуютъ не долго въ крови, замѣняясь постоянно образующимися новыми. Нѣкоторымъ мѣриломъ распадающагося красныхъ тѣлецъ можетъ служить количество желчныхъ и мочевыхъ пигментовъ, берущихъ свое происхожденіе отъ гемоглобина. Отживающіе шарики поглощаются безцвѣтными клѣтками въ капиллярахъ печени и аналогичными съ ними клѣтками селезеночной мякоти и костнаго мозга. Въ этихъ клѣткахъ они подвергаются постепенному измѣненію, въ результатъ чего появляются здѣсь альбуминаты желѣза, безцвѣтные или желтаго цвѣта, отчасти въ видѣ зеренъ, отчасти въ растворенномъ состояніи (желѣзо открывается микрохимически дѣйствіемъ сѣрнистаго аммонія или дѣйствіемъ соляной кислоты и затѣмъ желтой соли). Вѣроятно, желѣзо этихъ соединений въ значительной части снова потребляется для образованія новыхъ красныхъ шариковъ.

Quincke (1880) вызывалъ разрушеніе красныхъ тѣлецъ въ усиленной степени. Для этой цѣли онъ вводилъ въ кровеносныя сосуды собаки еще извѣстное

¹⁾ Мечниковъ. Лекціи о сравнительной патологіи воспаленія. Спб. 1892. Тоже на французскомъ.

количество крови отъ другой собаки. Ненормально повышенное содержаніе крови (искусственная плетора) ведетъ, какъ извѣстно было уже раньше, къ значительному распаденію красныхъ тѣлецъ и отложенію желѣза въ извѣстныхъ органахъ. Детальное изученіе явленій и позволило автору установить первенствующіе значеніе въ этомъ дѣлѣ безцвѣтныхъ блуждающихъ клѣтокъ.

Внутри тромбовъ и при кровоизліяніяхъ въ окружающія ткани, рядомъ съ гематойдиномъ, образуется пигментъ богатый желѣзомъ (гематосидеринъ) и образуется, повидимому, процессомъ аналогичнымъ предыдущему.

Можетъ быть, у анемичныхъ значительная склонность красныхъ шариковъ къ распаденію и отложенію желѣза въ выше перечисленныхъ тканяхъ, тоже находится въ связи съ рассматриваемой дѣятельностію лейкоцитовъ.

Разрушеніе отжившихъ лейкоцитовъ происходитъ, вѣроятно, тѣмъ же путемъ. Въ разныхъ частяхъ тѣла находятъ пожирающія клѣтки съ поглощенными лейкоцитами.

2. *Дѣятельность при процессахъ пищеваренія и всасыванія.* — Сильное размноженіе лейкоцитовъ (настоящій лейкоцитозъ), наблюдаемое вслѣдъ за принятіемъ пищи (стр. 79), даетъ намеки на то, что они имѣютъ какое-то отношеніе, если не къ самому процессу пищеваренія, то къ усвоенію всасываемыхъ веществъ изъ пищеварительнаго канала. Стѣнка кишекъ за это время „кишитъ“ блуждающими клѣтками (Hofmeister). Ихъ всего больше въ подѣжнителіальномъ слоѣ; но встрѣчаются также между клѣтками эпителия и проникаютъ до поверхности его. Были даже поразительныя указанія, что половину вѣса слизистой оболочки тонкой кишки должны за это время составлять эти клѣтки (до 40 гр. вѣсу у собаки!) ¹⁾. Между ними въ особенно громадномъ числѣ являются извѣстныя клѣтки, протоплазма которыхъ набита зернами, окрашивающимися въ красный цвѣтъ отъ жидкости Ehrlich и Biondi). Послѣднія клѣтки составляютъ тогда болѣе, чѣмъ половину всѣхъ амебообразныхъ клѣтокъ кишки. Это при обильной пищѣ. Но если заставить животное голодать нѣсколько дней, то клѣтки уменьшаются рѣзко въ числѣ, красныя зерна изъ большинства исчезаютъ (Heidenhain). Затѣмъ встрѣчается нѣсколько другихъ формъ клѣтокъ, между ними есть фагоциты съ поглощеннымъ клѣтками. Въ послѣднее время изучалось подробно вліяніе состава пищи на количество и видъ разныхъ клѣтокъ ²⁾. Вліяніе несомнѣнно существуетъ. Такъ, напр., если крысу кормить мясомъ, то обычное для нея отношеніе между различными формами блуждающихъ клѣтокъ измѣняется, именно, оно становится такимъ, какъ у плотоядныхъ. Присутствіе бактерий въ пищеварительномъ каналѣ тоже вліяетъ на нахожденіе тѣхъ или другихъ блуждающихъ клѣтокъ.

Чрезвычайно обильное и постоянное появленіе лейкоцитовъ въ стѣнкахъ кишки въ связи съ процессомъ пищеваренія заставляетъ предполагать, что на ихъ долю здѣсь выпадаютъ какія-то важныя функціи. Однако пока можно высказать объ этомъ только предположенія. Въ виду того, что большое увеличеніе числа лейкоцитовъ замѣчалось на собакахъ послѣ принятія пищи богатой бѣлками (тогда и въ венозной крови кишечнаго канала ихъ больше, чѣмъ въ артеріальной крови), было высказано мнѣніе (Hofmeister ³⁾), что эти клѣтки принимаютъ участіе во всасываніи и усвоеніи пептоновъ изъ

¹⁾ Heidenhain. Pflüger's Archiv, 1888, томъ 43, прѣдвареніе, стр. 81.

²⁾ Hardy. Journal of Physiology 1895, стр. 490.

³⁾ Hofmeister. Archiv für exp. Path. u. Pharm. t. 19, 20 и 22.

кишечного канала, въ перенесеніи ихъ въ кровь и въ обратномъ превращеніи ихъ въ бѣлки. Слѣдовательно, значеніе ихъ было бы чрезвычайно важно. По другимъ (Heidenhain, Shore), однако такую роль слѣдуетъ скорѣе приписать эпителию, покрывающему стѣнку клѣтки. Но возможно и то, и другое одновременно, въ видѣ дополненія другъ другу.

Вѣроятно, тоже имѣетъ мѣсто и по отношенію къ всасыванію жира. Нѣкоторые авторы (Заварыкинъ, Schäfer) описывали поглощеніе шариковъ жира амебообразными клѣтками, протискивающимися между клѣтками эпителия кишки; нагрузившись жиромъ, эти клѣтки должны направляться къ началу млечныхъ сосудовъ. Однако и въ этомъ случаѣ дѣятельность ихъ можетъ быть также вспомогательною къ дѣятельности живыхъ клѣтокъ самой стѣнки кишечного канала (см. Всасываніе).

Наконецъ, разнообразіе клѣточныхъ типовъ и измѣнчивость ихъ въ числѣ въ зависимости отъ того или другаго состава пищи даютъ основаніе предполагать, что функціи ихъ окажутся еще болѣе сложными и разнообразными.

3. *Дѣятельность по удаленію изъ организма попавшихъ въ него постороннихъ частицъ.*—Способность лейкоцитовъ заирать въ себя не только капли жира, зерна крахмала, но и всякія другія — иногда, повидимому, совершенно безполезныя частички (зерна кармина, туши, угля и т. под.) извѣстна уже давно; но только въ послѣднее время она получила опредѣленный физиологическій смыслъ.

Дѣятельность пожирающихъ клѣтокъ разрѣшается, какъ кажется, различно, смотря потому, примѣняется ли она къ веществамъ а) непереваримымъ или б) переваримымъ.

а) Забравъ въ себя *непереваримыя* частички, лейкоциты удерживаютъ ихъ въ себѣ довольно долго, совершаютъ иногда съ ними въ тѣлѣ длинныя и запутанныя странствованія; но кончается всегда тѣмъ, что они выходятъ съ захваченными зернами *на поверхность* тѣхъ или другихъ оболочекъ организма (включая сюда и оболочки пищеварительнаго канала, какъ заворотъ поверхности тѣла) и, теряясь здѣсь сами, очищаютъ въ концѣ концовъ организмъ отъ постороннихъ частицъ.

Такая роль ихъ установлена теперь съ несомнѣнностію рядомъ безпристрастныхъ наблюдателей. Легче всего въ этомъ убѣдиться на безпозвоночныхъ простого строенія. Мечниковъ наблюдалъ такой процессъ на губкахъ; здѣсь указанная роль падаетъ въ особенности на долю амебообразныхъ клѣтокъ мезодермы. Очень подробно прослѣдилъ то же Durham на морскихъ ежахъ; на концахъ ихъ жаберъ онъ наблюдалъ такое обильное выходженіе странствующихъ клѣтокъ съ посторонними включеніями, что эпителиальный покровъ представлялъ здѣсь отъ мѣста къ мѣсту настоящія продыравливанія, а конецъ жаберы казался окрашенъ въ цвѣтъ порошка, введеннаго въ полость тѣла. Однако ближайшее изслѣдованіе убѣждало, что зерна были заключены лишь въ эмигрирующихъ клѣткахъ. Совершенно тѣ же явленія изучалъ de Bruyne¹⁾ на пластинчато-жаберныхъ моллюскахъ: то же выходженіе лейкоцитовъ съ посторонними включеніями, то же продыравливаніе эпителия (путемъ отторженія или развѣданія) какъ наружныхъ покрововъ, такъ и слизистыхъ оболочекъ. При этомъ авторъ разнообразилъ свои опыты

¹⁾ de Bruyne. Archives de Biologie, 1895 t. XIV, p. 161—241.

Въ этой статьѣ указана и вся литература включительно до позднѣйшихъ работъ.

и наблюденія на много ладовъ и изслѣдоваль также способъ дѣйствія лейкоцитовъ на постороннія вещества, когда послѣднія введены въ видъ *раствора* (напр. метиленовая синь). Въ такомъ случаѣ, первое время могутъ быть окрашены *диффузно* клѣтки многихъ тканей; но позднѣе краску находятъ только въ лейкоцитахъ. Она заключена въ нихъ въ особыхъ полостяхъ и отлагается здѣсь въ видъ зернистыхъ кучекъ (фактъ, указанный раньше А. О. Ковалевскимъ). Дальнѣйшее выведеніе ея изъ тѣла происходитъ обычнымъ путемъ.

На высшихъ животныхъ и человѣкѣ выходненіе лейкоцитовъ изъ внутреннихъ тканей наблюдалъ впервые Ph. Stöhr (1884). Онъ описалъ, какъ постоянное и нормальное явленіе, значительную эмиграцію лейкоцитовъ въ ротовую полость чрезъ эпителий миндалевидныхъ железъ; потомъ тоже указано имъ для конъюнктивы вѣкъ; но въ особенности интересный объектъ въ этомъ отношеніи найденъ имъ въ слизистой оболочкѣ слѣпой кишки (1889). Выходъ лейкоцитовъ и здѣсь сопровождается нарушеніями цѣлости эпителиальнаго покрова.

Однако смыслъ этихъ явленій не представлялся самъ по себѣ яснымъ. Значеніе выхода лейкоцитовъ на поверхности оболочекъ начало разясняться, когда въ тѣло высшихъ животныхъ стали вводить разныя химическія вещества, за судьбой которыхъ можно судить по тѣмъ или другимъ реакціямъ съ тканями или по микроскопической картинѣ органовъ.

Характернымъ примѣромъ могутъ служить наблюденія надъ судьбою желѣза, когда послѣднее въ видѣ тѣхъ или другихъ растворимыхъ соединений впрыснуто въ вену или подъ кожу высшаго животнаго. Чрезъ почки желѣза выдѣляется очень мало и только первое время послѣ инъекціи. Оно исчезаетъ и изъ крови. Его находятъ чрезъ 2—3 часа заключеннымъ всего больше въ печени, а также въ селезенкѣ и костномъ мозгу. Хотя медленно, но и эти органы освобождаются тоже отъ него: оно выдѣляется изъ организма чрезъ кишку вмѣстѣ съ экскрементами (Anselm, Jacobi, Gottlieb). По этому послѣднему автору, уходитъ изъ организма такимъ путемъ до 96,9% всего введеннаго искусственно желѣза! Однако, за время перехода изъ первыхъ органовъ въ послѣдній — кишку его все-таки не находили раствореннымъ въ крови, и оставалось загадкой, какимъ образомъ желѣзо могло совершать этотъ переходъ. Оказывается (Stender, Самойловъ, Липскій ¹⁾), что это производится дѣятельностію лейкоцитовъ. Послѣдніе забираютъ желѣзо въ такихъ органахъ, какъ печень, и какимъ-то сложнымъ и недостаточно изученнымъ путемъ переносятъ его въ мѣсто выдѣленія — кишку. Совершенно аналогичныя явленія наблюдалъ Мартыновъ въ лабораторіи А. Ковалевскаго на мокрицѣ: онъ вводилъ этому насѣкомому растворы желѣза въ полость тѣла; его отлагаютъ въ себѣ лейкоциты и выдѣляютъ въ заднюю часть средняго отдѣла кишки ²⁾. На препаратахъ можно ясно видѣть лейкоцитовъ нагруженныхъ желѣзомъ на ихъ пути чрезъ самыя клѣтки цилиндрическаго эпителия кишки (т. е. внутри этихъ клѣтокъ).

Между тѣмъ, какъ первые признаки поступленія желѣза въ кишку наблюдаются уже чрезъ 2—3 часа послѣ инъекціи его въ кровеносные сосуды, все время выведенія его изъ организма растягивается на нѣсколько недѣль. Поэтому тотъ фактъ, что лейкоциты иногда крайне долго удерживаютъ внутри себя всякія неудобоваримыя частицы, не долженъ представляться лишеннымъ всякаго біологическаго смысла.

¹⁾ Arbeiten des pharmak. Institutes zu Dorpat, изд. проф. Kober, тетрадь IX, 1893.

²⁾ У лягушки желѣзо выводится такимъ образомъ по всей длинѣ пищеварительнаго тракта, даже въ области пищевода и стѣнокъ ротовой полости.

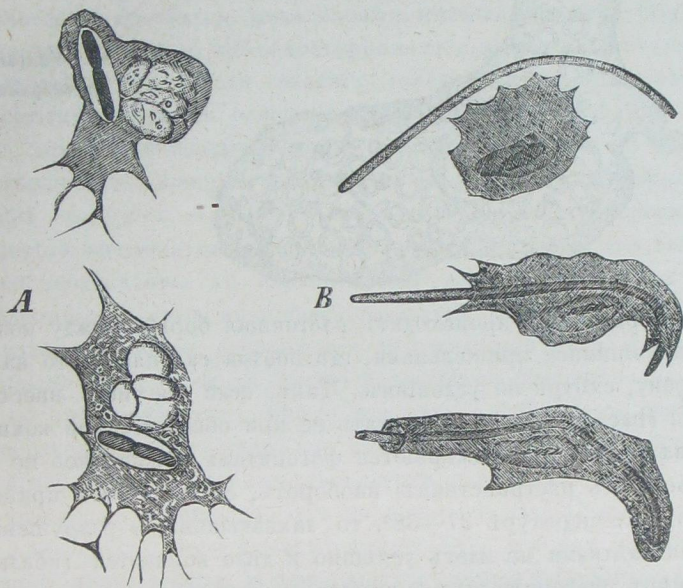
б) Когда дѣятельность лейкоцитовъ обращается на постороннія частицы *переваримыя*, то она получаетъ въ общемъ тотъ же характеръ, что и въ случаѣ разсмотрѣнномъ подъ 1), т. е. когда лейкоциты уничтожаютъ отмирающія частицы самаго организма: постороннія частицы захватываются и постепенно разрушаются процессомъ „внутрикѣточного пищеваренія“.

Особаго интереса заслуживаетъ здѣсь тотъ случай, когда бѣлые кровяные шарики захватываютъ также живыхъ кѣтокъ, какъ напр. бактерій (фиг. 24).

Фиг. 24.—А. Лейкоцитъ лагушки въ двухъ послѣдовательныхъ положеніяхъ, захватившій и переваривающій бактерію.

В. Лейкоцитъ, захватывающій нитевидную бактерію; въ трехъ послѣдовательныхъ положеніяхъ.

По Мѣчникову.

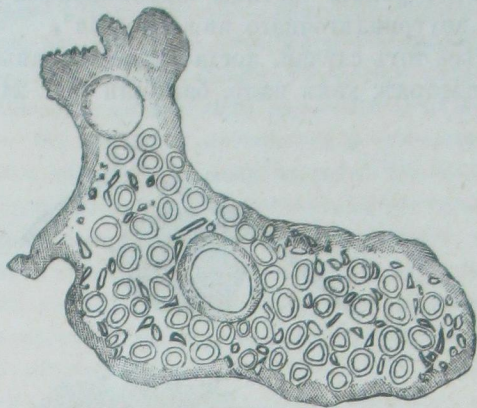


Насколько велика ихъ способность въ этомъ направленіи, можно видѣть изъ того, что иногда внутри одной пожирающей кѣтки находятъ до 10—20 микроорганизмовъ въ разныхъ стадіяхъ разрушенія. Въ другихъ случаяхъ, наоборотъ, когда дѣло идетъ о постороннихъ кѣткахъ большихъ размѣровъ, то такіа кѣтки окружаются и захватываются сразу нѣсколькими лейкоцитами. Постепенное разрушеніе захваченныхъ бактерій выражается тѣмъ, что онѣ распадаются послѣдовательно на все болѣе и болѣе мелкія части и параллельно съ этимъ все хуже и хуже окрашиваются обычными для нихъ красками. Такимъ путемъ можетъ разрушаться въ организмѣ громадное количество микробовъ, внѣдрившихся въ него естественно или введенныхъ искусственно (въ кровеносные сосуды, подъ кожу, въ глазную камеру и т. под.); тѣло животного этимъ процессомъ освобождается наконецъ совершенно отъ пришельцевъ ¹⁾.

Въ другихъ случаяхъ наоборотъ, пожирающія кѣтки или совсѣмъ не проявляютъ такой дѣятельности, или захватываютъ внѣдрившихся бактерій мало, перевариваютъ ихъ плохо. Внѣдрившійся микробъ довольно быстро размножается въ жидкостяхъ и тканяхъ организма и образуетъ иногда цѣлыя колоніи внутри самихъ лейкоцитовъ; все это заканчивается гибелью организма (фиг. 25). Предполагаютъ, что въ такихъ случаяхъ бактеріи выра-

¹⁾ Подобная пожирающая дѣятельность принадлежитъ и нѣкоторымъ сидячимъ кѣткамъ, какъ напр. эндотеліальнымъ кѣткамъ сосудовъ, извѣстнымъ кѣткамъ селезенки и проч.

бываютъ какія-то столь сильныя выдѣленія, которыя ихъ дѣлаютъ недоступными дѣйствию пожирающихъ кѣлокъ.



Фиг. 25. — Умирающая амеба, наполненная микросферами. По Мечникову.

Повидимому, происходитъ настоящая борьба между пожирающими кѣлками и вѣдрившимися пришельцами, гдѣ побѣда склоняется то на одну, то на другую сторону, смотря по условіямъ. Такъ, если лягушкѣ ввести бактерій сибирской язвы (*bac. anthracis*) и держать ее при обыкновенной комнатной температурѣ, то бациллы успѣшно пожираются фагоцитами, и животное не подвергается никакимъ серьезнымъ растройствамъ; наоборотъ, если, сдѣлавъ прививку лягушкѣ, держать ее при температурѣ 37—38°, то захватываніе и разрушеніе бактерій пожирающими кѣлками не идетъ успѣшно и дѣло кончается гибелью животного. Другой примѣръ. Фагоциты бѣлой крысы и человѣка хорошо пожираютъ названныхъ бактерій вполне „вирулентныхъ“. Но, если привить столь же сильныхъ бактерій кролику или морской свинкѣ, то пожирающія кѣлки оказываются безсильными, побѣда остается на сторонѣ пришельцевъ. Однако и здѣсь картина измѣнится въ пользу фагоцитовъ, если животнымъ этого рода прививать бациллы, которыя были ослаблены предварительнo дѣйствіемъ нѣсколько высокой температуры (42—43°). Мало того: послѣ прививки ослабленныхъ бактерій, повышается способность фагоцитовъ пожирать затѣмъ тѣхъ же бактерій и болѣе вирулентныхъ ¹⁾.

Какъ видно изъ этихъ примѣровъ, не только родъ встрѣчающихся между собою кѣлокъ, но просто уже тѣ или другіе градусы температуры могутъ склонить перевѣсъ борьбы то на одну, то на другую сторону. Это даетъ намекъ на всю сложность и вмѣстѣ тонкость тѣхъ біологическихъ условій, отъ которыхъ зависитъ борьба. Въ самомъ дѣлѣ, каждое изъ тѣхъ основныхъ условій жизни, о которыхъ говорилось выше на стр. 14—24, смотря по силѣ и продолжительности его дѣйствія, можетъ отражаться то въ благопріятномъ, то, напротивъ, въ неблагопріятномъ смыслѣ на исходъ столкновенія. Систематическаго изученія въ этомъ смыслѣ еще пока не сдѣлано. Только недавно (1883) Мечниковъ положилъ первое основаніе біологической или фагоцитарной теоріи ²⁾. Однако имъ самимъ, его учениками и послѣдователями, а также — вопреки себѣ — противниками его теоретическаго воззрѣнія установлены уже факты капитальнаго значенія, кото-

¹⁾ Мечниковъ. Archiv für path. Anatomie und Physiologie, 1884. Томъ 97 стр. 502—547. См. также работу, сдѣланную въ лабораторіи Recklinghausen'a: Hess. Тотъ же Archiv, 1887, томъ 109, стр. 365.

²⁾ Мечниковъ. Протоколы V Съезда Естествоисп. и врачей, въ Одессѣ. — Biologisches Centralblatt, 1883, стр. 564.

рые позволяют сблизить и освѣтить общимъ свѣтомъ явленія, наблюдаемыя на самыхъ разнообразныхъ ступеняхъ животнаго царства и при столкновѣніи съ разнообразными простѣйшими организмами. Получается картина и величественная, и поражающая своей простотой ¹⁾.

Другіе авторы (стр. 65) искали объясненія для явленій, сопровождающихъ внѣдреніе микробовъ въ тѣло животнаго, исключительно въ тѣхъ или иныхъ химическихъ свойствахъ жидкостей, которыя они тамъ встрѣчаютъ (гуморальныя теоріи, въ полное перечисленіе которыхъ здѣсь входитъ нѣтъ надобности). Однако такой взглядъ надо признать настолько же одностороннимъ и примитивнымъ, какъ господствовавшее прежде стремленіе свести явленія всасыванія въ пищеварительномъ каналѣ къ простымъ явленіямъ осмоса и фильтраціи (стр. 12). Для біологической точки зрѣнія химическій составъ среды долженъ предстать во всемъ его сложномъ и многостороннемъ значеніи, которое онъ имѣетъ для жизни клѣточныхъ единицъ. Въ ней съ одной стороны заключаются вещества полезныя, съ другой стороны вещества вредныя для жизнедѣятельности; притомъ эти вещества должны быть далеко неодинаковы по значенію для клѣтокъ организма съ одной стороны, для внѣдрившихся сюда микробовъ съ другой стороны ²⁾. Наконецъ, ко всему этому надо прибавить соображеніе, что жидкости тѣла съ дѣйствующими въ нихъ живыми элементами не только заключаютъ разнообразіе химическихъ факторовъ, но что кромѣ того многіе изъ этихъ факторовъ могутъ дѣйствовать двоякимъ образомъ: именно одинъ и тотъ же факторъ, присутствуя въ одномъ количествѣ стимулируетъ дѣятельность клѣтокъ извѣстнаго рода, присутствуя въ другомъ, болѣешемъ количествѣ онъ парализуетъ ихъ. Самымъ простымъ и нагляднымъ примѣромъ этого можетъ служить CO_2 , которая можетъ и возбуждать къ повышенной дѣятельности, и парализовать самыя различныя клѣточные образованія въ тѣлѣ.

Итакъ, смотря на дѣло съ фізіологической точки зрѣнія, представляется просто невозможностію сводить всѣ случаи иммунитета къ какому-либо одному роду химическихъ свойствъ среды (напр. къ присутствію веществъ, убивающихъ бактерій, или веществъ, связывающихъ ихъ яды). Мало того: химическія среды животнаго тѣла являются средами не только сложнаго и измѣнчиваго значенія, но онѣ постоянно реактивно измѣняются дѣйствіемъ клѣточныхъ образованій сложнаго организма, въ отвѣтъ на тѣ или другія измѣненія самой среды. Такъ, надъ поддержаніемъ нормальнаго состава крови постоянно работаетъ рядъ железъ; дѣя-

¹⁾ Общее изложеніе теоріи въ цитированныхъ выше знаменитыхъ «Лекціяхъ» автора. Дальнѣйшіе успѣхи резюмированы въ рѣчи его на международномъ конгрессѣ въ Буда-Пештѣ въ 1894 году (*Annales de l'Institut Pasteur*, томъ 8, стр. 706).

Чтобы видѣть, для какихъ измѣнчивыхъ и запутанныхъ явленій можетъ дать руководящую нить эта теорія, см. тамъ же статью Roux, т. 8, стр. 722.

²⁾ Наиболѣ простымъ и нагляднымъ примѣромъ этого могутъ служить разныя броженія, послѣдовательно смѣняющіяся въ одной и той же средѣ: накопленіе продуктовъ отброса отъ извѣстныхъ микробовъ парализуетъ въ концѣ концовъ ихъ дѣятельность и какъ разъ создаетъ условія, благопріятныя для возникновенія броженія подѣ влияніемъ другаго микроба, который также въ свою очередь парализуетъ самъ для себя дальнѣйшее броженіе и создаетъ среду благопріятную для броженія третьяго рода и т. д. Съ необходимостію надо допустить нѣчто аналогичное при встрѣчѣ въ одной и той же средѣ съ одной стороны живыхъ клѣтокъ тѣла, а съ другой стороны пришлыхъ живыхъ единицъ.

тельность их направлена на доставленіе крови необходимыхъ составныхъ частей съ одной стороны, на удаленіе отбросовъ изъ нея съ другой стороны. Какими приемами пользуется организмъ въ подготовленіи однихъ веществъ, въ разрушеніи и преобразованіи другихъ, это покажутъ дальнѣйшія главы. Вся совокупность фактовъ доказываетъ, что воздѣйствіе организма на измѣненіе его внутренней среды въ высшей степени тонко и отзывчиво. Слѣдовательно, если микробы, поселяясь въ жидкостяхъ организма развиваютъ здѣсь свои продукты отброса, въ числѣ ихъ токсины, то съ неизбѣжностію надо признать воздѣйствіе на нихъ со стороны живыхъ регуляторовъ, вѣдающихъ составомъ крови и другихъ жидкостей тѣла. Въ самомъ дѣлѣ, много фактовъ говорятъ въ этомъ смыслѣ. Доказано напр. выведеніе нѣкоторыхъ бактеріальныхъ продуктовъ почками. Наконецъ тотъ фактъ, что сыворотка крови при извѣстныхъ инфекціонныхъ заболѣваніяхъ приобретаетъ новыя свойства, что въ ней появляются нѣкоторыя, неизученныя ближе, новыя вещества (стр. 66), этотъ фактъ долженъ быть прежде всего разсматриваемъ, какъ реакція живыхъ частей организма, а не какъ результатъ самостоятельныхъ химическихъ превращеній въ самой жидкой части крови.

4. Съ общей біологической точки зрѣнія слѣдуетъ ожидать, что блуждающія клѣтки, какъ и другія живыя единицы тѣла, могутъ реагировать на бактерій и ихъ выдѣленія тоже *нѣкоторыми выдѣленіями въ окружающую среду*, а не только захватываніемъ въ себя и воздѣйствіемъ одного интрацеллюлярнаго пищеваренія. Дѣйствительно, нѣкоторыя наблюденія говорятъ въ этомъ смыслѣ. Наиболѣе демонстративнымъ изъ нихъ представляется наблюденіе тоже Мечникова. Онъ находитъ, что „борьба двухъ живыхъ организмовъ—туберкулезной бациллы и гигантской клѣтки *Meriones* (грызунъ)—производится съ помощію выдѣленій. Бацилла защищается выдѣленіемъ кутикулярныхъ оболочекъ и вѣроятно также выдѣленіемъ токсиновъ, а гигантская клѣтка отлагаетъ известъ, въ которую она замуровываетъ клѣтку, что кончается во многихъ случаяхъ смертію этой послѣдней“¹⁾. Къ сожалѣнію, фактовъ этого рода собрано пока еще очень мало. Трудность лежитъ здѣсь въ томъ, что, когда выдѣленія блуждающихъ клѣтокъ въ окружающую среду представляютъ жидкости, то собрать ихъ и изолировать отъ этой послѣдней нѣтъ никакой возможности. Поэтому о дѣятельности клѣтокъ можно рѣшать тогда лишь косвеннымъ путемъ. Въ этомъ смыслѣ представляется фактъ, найденный въ послѣднее время Buchner'омъ²⁾. Онъ прибавлялъ къ сывороткѣ крови трансудата изъ другихъ полостей (плевры), заключающаго *лейкоцитовъ*; отъ этого бактерисидныя свойства сыворотки повышались весьма значительно. Зависѣло это не отъ фагоцитоза, потому что, если убить лейкоцитовъ замораживаніемъ и потомъ оттаять жидкость, то бактерисидныя свойства ея не ослабѣютъ. По мнѣнію автора происходило это отъ выдѣленныхъ лейкоцитами „алексисновъ“ (стр. 65).

Какъ еще ни мало опредѣлены по своему значенію факты въ родѣ сейчасть приведеннаго, они заслуживаютъ серьезнаго вниманія. Въ самомъ дѣлѣ, фагоцитарная дѣятельность лейкоцитовъ съ ихъ внутриклѣточнымъ пищевареніемъ есть, вѣроятно, только одна сторона функциональныхъ проявленій;

¹⁾ Мечниковъ. Лекціи... стр. 134.

²⁾ Buchner. Münchener medic. Wochenschrift. 1894. №№ 24—38.

Указанія въ этомъ смыслѣ дѣлались раньше и другими авторами (Hankin, Vaughan, Kossel).

рядомъ съ этимъ нельзя отказать имъ, какъ и всякимъ живымъ клѣткамъ въ способности активно измѣнять составъ той среды, гдѣ они дѣйствуютъ. Смотри на нихъ съ этой стороны, ихъ можно было бы разсматривать въ организмѣ, какъ одноклѣточные железы; и если это такъ, то они становились бы въ рядъ съ „железами безъ выводнаго протока“, работающими надъ составомъ крови и другихъ жидкостей. *Разница только та съ другими железами, что они работаютъ независимо отъ вліянія нервной системы, въ силу непосредственныхъ возбужденій, и могутъ оперировать не только надъ жидкими, но также и надъ твердыми веществами, или разлагая ихъ, или перенося изъ одной части тѣла въ другую и на поверхность покрововъ тѣла.*

Сдѣланное сейчасъ опредѣленіе требуетъ еще много изслѣдованій для своего прочнаго установленія. Во всякомъ случаѣ оно гармонируетъ вполне съ общими теоретическими представленіями о дѣятельности единичныхъ клѣтокъ и тканей тѣла; кромѣ того оно намѣчаетъ для блуждающихъ клѣтокъ опредѣленное положеніе среди другихъ дѣятельныхъ аппаратовъ сложнаго организма. Правда, всѣ послѣдніе получаютъ нормально стимулы къ дѣятельности отъ нервной системы. Но во 1-хъ для многихъ изъ нихъ доказана или вѣроятна способность возбуждаться также въ извѣстныхъ условіяхъ и непосредственно подъ вліяніемъ раздражителей; во 2-хъ въ естественныхъ условіяхъ нервная система посылаетъ въ нихъ только начальный толчекъ къ дѣятельности; характеръ послѣдней опредѣляется всецѣло свойствами самой ткани и тѣхъ условій, въ которыя она поставлена. Стало быть, въ этомъ послѣднемъ отношеніи между тканевыми и свободными блуждающими клѣтками нѣтъ никакой принципиальной разницы.

Естественно возникаетъ вопросъ о тѣхъ *стимулахъ*, которые возбуждаютъ и направляютъ дѣятельность блуждающихъ клѣтокъ. Насколько можно судить по прямымъ опытамъ подъ микроскопомъ, онѣ возбуждаются всѣми обычными раздражителями (стр. 2). Но гораздо важнѣе, для объясненія явленій діapedеза и сложныхъ странствованій, наблюденія надъ хемотаксическимъ дѣйствіемъ (стр. 20) на нихъ различныхъ веществъ. Вещества эти могутъ принадлежать къ очень различнымъ группамъ. Замѣчательно, что положительное хемотаксическое дѣйствіе оказываютъ на нихъ вещества перерождающихся тканей и жидкости, въ которыхъ культивировались бактеріи. Когда вводятъ такіа жидкости подъ кожу животнаго въ запаанной съ одного конца трубки, то лейкоциты собираются въ большомъ количествѣ и совершаютъ для этого иногда сложные и трудныя странствованія. Другія вещества въ тѣхъ же условіяхъ производятъ, наоборотъ, отрицательное дѣйствіе. Наконецъ, въ извѣстныхъ случаяхъ отрицательное дѣйствіе можетъ перейти съ теченіемъ времени въ положительное ¹⁾.

Такого рода наблюденія приближаютъ насъ нѣсколько къ пониманію стимуловъ, управляющихъ передвиженіями и скопленіями странствующихъ клѣтокъ въ извѣстныхъ органахъ. Конечно, внутренній механизмъ подобныхъ явленій еще надолго останется скрытымъ; но важно уже то, что для нихъ становится возможной по крайней мѣрѣ общая біологическая формулировка, что для извѣстныхъ клѣтокъ отыскиваются нѣкоторые специфиче-

¹⁾ Наблюденія надъ хемотаксисомъ лейкоцитовъ заключаются въ многочисленныхъ сочиненіяхъ (Leber, Lubarsch и т. д.). Наиболѣе детальныя изслѣдованія принадлежатъ Габричевскому (Annales de l'Inst. Pasteur, 1890, стр. 346) и Massart et Bordet (тамъ-же, 1891, стр. 417).

екіе возбуди́тели, что сами клі́тки воо́чию, такъ сказать, обнаруживаютъ приспособляемость къ условіямъ среды и проч.

Конечно, всѣхъ относящихся сюда явленій нельзя пока объяснить даже и въ этой общей формѣ. Такъ мы видѣли выше, что извѣстныя постороннія вещества выносятся изъ организма путемъ выведенія ихъ въ полость пищеварительнаго канала (стр. 85). Но рядомъ съ этимъ извѣстны случаи, когда такія же вещества (напр. растворы краски), будучи введены въ полость пищеварительнаго канала безпозвоночныхъ животныхъ, захватываются здѣсь блуждающими клі́тками, и послѣднія совершаютъ съ ними сложныя странствованія чрезъ все тѣло, чтобы вынести ихъ на свободную поверхность тѣла ¹⁾. Т. е. другими словами, въ послѣднемъ случаѣ избирается путь выведенія противоположный первому и очень сложный. Этотъ же путь избирается повидимому и въ нѣкоторыхъ другихъ случаяхъ, какъ напр при выведеніи изъ тѣла нѣкоторыхъ естественныхъ пигментовъ, въ родѣ меланина.

Также возбуждаютъ удивленіе нѣкоторыя проявленія цѣлесообразной дѣятельности этихъ самостоятельныхъ клі́токъ въ интересахъ всего организма, какъ напр. въ тѣхъ случаяхъ, когда онѣ, захватывая постороннія вещества и очищая отъ нихъ организмъ, сами уходятъ съ ними наружу и гибнутъ въ окружающей средѣ. Эти и подобныя наблюденія ставили предъ многими учеными дилемму: смотрѣть на описываемыя явленія, какъ на фантастическія, или видѣть въ блуждающихъ клі́ткахъ какихъ-то добрыхъ геніевъ, сознательно и добровольно устрояющихъ все самымъ цѣлесообразнымъ образомъ къ пользѣ заключающаго ихъ организма. Однако надо признать теперь, что сами наблюденія совершенно вѣрны, что, если въ дѣятельности блуждающихъ клі́токъ наблюдается цѣлесообразность, то, вѣроятно, она очень относительная и условная, имѣющая мѣсто въ ограниченныхъ условіяхъ ²⁾. А такая цѣлесообразность не является ничуть болѣе загаочною, чѣмъ цѣлесообразность всего сложнаго организма (стр. 17 и 22). Если никто, изучавшій ближе жизненныя явленія, не рѣшится отрицать послѣднюю, то не больше оснований отрицать цѣлесообразность и въ дѣятельности блуждающихъ клі́токъ тѣла. Что же здѣсь особенно удивительнаго, если онѣ, участвуя въ жизни организма, сохраняя впечатлѣнія пережитыхъ вліяній, проявляютъ въ своихъ дѣйствіяхъ извѣстную приспособляемость и въ концѣ концовъ цѣлесообразность? А что блуждающія клі́тки обнаруживаютъ приспособляемость и привычку, это можетъ быть демонстрировано во всякое время опытомъ настолько же убѣдительнымъ, какъ всякій фізіологическій опытъ: надо по примѣру Мечникова прививать воспріимчивому животному сначала слабыхъ, а потомъ все болѣе и болѣе вирулентныхъ бактерій, и наблюдать, какъ параллельно съ этимъ повышается пожирающая способность фагоцитовъ.

Съ другой стороны, ни коимъ образомъ нельзя допустить, чтобы въ организмъ къ случайнымъ и бесполезнымъ явленіямъ могли принадлежать такого рода процессы, какъ нашествіе міриадами амeboобразныхъ клі́токъ въ стѣнку кишки при каждомъ актѣ пищеваренія, какъ усиленное размноженіе лейкоцитовъ при инфекціонныхъ заболѣваніяхъ, какъ запутанныя странствованія къ оболочкамъ тѣла съ захваченными посторонними частицами и т. д. Постоянныхъ и въ тоже время

¹⁾ de Bruyne, цит. раб.

²⁾ «Фагоцитарный аппаратъ еще не достигъ послѣдней степени своего развитія и находится еще на пути совершенствованія. Очень часто фагоциты удаляются отъ непріятели или разрушаютъ элементы организма, часть котораго они сами составляютъ». (Мечниковъ.)

бесполезныхъ явленій въ организмѣ удержаться не можетъ въ силу усѣченія ихъ роковымъ процессомъ естественнаго подбора.

Геніальная біологическая идея Мечникова придала смыслъ множеству отдѣльныхъ фактовъ, извѣстныхъ изъ прежняго времени, и въ тоже время вызвала къ жизни цѣлый рядъ изслѣдованій, полныхъ глубокаго и разносторонняго интереса. Для фізіологіи значеніе безцвѣтныхъ клѣтокъ крови освѣщается теперь совершенно неожиданнымъ свѣтомъ. Онѣ и аналогичныя имъ клѣтки внѣ кровеносной системы должны быть признаны стоящими въ самыхъ интимныхъ отношеніяхъ и къ усвоенію веществъ изъ пищеварительнаго канала, и къ разрушенію и устраненію изъ тѣла веществъ бесполезныхъ и вредныхъ. И добытое представляетъ только начало дѣла. Намѣченные дальнѣйшія изслѣдованія надъ свойствами разныхъ типовъ этихъ клѣтокъ обѣщаютъ дать множество указаній на болѣе частныя ихъ дѣйствія и на отношенія къ крайне разнообразнымъ явленіямъ въ жизни цѣлаго организма. Кромѣ того настоятельно требуются изслѣдованія надъ химическою дѣятельностію этихъ клѣтокъ по тому основному плану, который указавъ Pasteur'омъ въ его работахъ надъ простѣйшими организмами броженій.

Никакая другая глава фізіологіи не можетъ показать нагляднѣе связи ея съ общей біологіей. Но въ то же время изученіе отправленій безцвѣтныхъ клѣтокъ крови, какъ самостоятельныхъ протоплазматическихъ единицъ, можетъ съ большою пользою руководствоваться тѣмъ соображеніемъ, что въ этихъ живыхъ единицахъ придется встрѣтиться съ тѣми же основными свойствами, которыя у сложныхъ животныхъ въ разчлененномъ и частномъ видѣ выражены въ различныхъ отдѣльныхъ тканяхъ и специальныхъ органахъ. И, слѣдовательно, установленное для этихъ послѣднихъ могло бы, обратно, руководить соображеніями относительно характера процессовъ и условій ихъ хода въ этихъ одноклѣточныхъ образованіяхъ.—[Н. В.].

VI. Анализъ крови¹⁾.

Количественное опредѣленіе крови. 1⁰. Методъ колориметрическій Hoppe-Seyler'a. Приготавливаютъ нормальный растворъ гемоглобина (его можно сохранять въ запаянныхъ трубкахъ: гемоглобинъ не гниетъ въ отсутствіи воздуха) или растворъ пикрокармина (Раевскій, Malassez), представляющій почти ту же самую окраску и тотъ же спектръ. Изслѣдуемую кровь разбавляютъ водой, пока она не приметъ ту же окраску (или не дойдетъ до той же степени поглощенія, опредѣляемой спектроскопическимъ путемъ), какъ и нормальный растворъ. Обѣ жидкости содержатъ, такимъ образомъ, одно и то же количество гемоглобина и на основаніи этого легко опредѣлить количественное содержаніе гемоглобина въ неразбавленной крови.

Изобрѣтено довольно много приборовъ для клиническаго опредѣленія количества гемоглобина колориметрическимъ методомъ. Однимъ изъ наиболѣе простыхъ является *гемоглобинометръ* Gowers'a, представленный на фиг. 26, который позволяетъ сдѣлать опредѣленіе, имѣя въ распоряженіи только одну каплю крови.

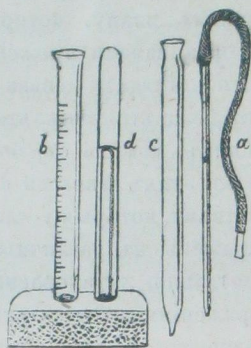
Приборъ состоитъ изъ очень узкой пипетки *a*, снабженной каучуковой трубкой для насыванія и назначенной для отмѣриванія 20 куб. мм. крови (до нанесенной на трубку черты); изъ градуированной трубки *b*, въ которую вводятъ 20 к.

¹⁾ Hoppe-Seyler. Handbuch d. physiol. u. path.—chem. Analyse.

мм. крови и разбавляют ихъ водой при помощи пипетки с до тѣхъ поръ, пока окраска смѣси не сдѣлается одинаковой съ окраской нормальнаго раствора въ трубкѣ *d*. Содержащійся въ ней растворъ представляетъ растворъ пикрокармина цвѣта нормальной человѣческой крови, разбавленной 99-ью объемами воды.

Трубки *b* и *d* укрѣпляютъ вертикально другъ возлѣ друга въ кусокъ пробки и помѣщаютъ передъ окномъ такъ, чтобы позади ихъ имѣлся бѣлый фонъ. Дѣленія градуированной трубки соответствуетъ каждое объему (20 к. мм.) крови; онѣ показываютъ число объемовъ воды, которые потребовалось прибавить къ одному объему крови для полученія того же относительнаго содержанія гемоглобина, какое имѣется въ нормальной крови человѣка, разбавленной во сто разъ.

Спектроскопическое опредѣленіе при помощи спектро-фотометра Нүфнега позволяетъ одновременно узнавать содержаніе въ крови возстановленнаго гемоглобина и оксигемоглобина. Этотъ методъ даетъ наиболѣе точные результаты.



Фиг. 26.—Гемоглобинометръ Gowers'a.

2°. Опредѣленіе желѣза въ крови можетъ служить способомъ для опредѣленія гемоглобина. Гемоглобинъ единственное вещество крови, заключающее сколько-нибудь значительное количество желѣза; его въ немъ содержится 4,3 на тысячу.

3°. Можно также приблизительно опредѣлить количество гемоглобина по количеству поглощаемаго кровью кислорода (*capacité respiratoire* французскихъ авторовъ): 1 gr. гемоглобина поглощаетъ 1,63 куб. сант. кислорода. Количество O_2 , растворяющееся въ плазмѣ, незначительно и постоянно одно и то же: $\frac{1}{2}\%$ по объему.

Rissler и Schützenberger опредѣляютъ количество кислорода въ крови при помощи титрованнаго раствора сѣрноватистокислаго натра.

Общее количество крови. Опредѣленіе по способу Welcker'a (1854). Выпускаютъ изъ *carotis* большую часть крови и взвѣшиваютъ ее. Затѣмъ вводятъ въ тотъ и другой конецъ *carotis* подъ значительнымъ давленіемъ водный растворъ NaCl. Растворъ этотъ вымываетъ всю оставшуюся въ сосудахъ кровь. Его собираютъ на мѣсть его вытеканія изъ венъ, пока онъ не сдѣлается совершенно безцвѣтнымъ. (Можно вслѣдъ за этимъ произвести еще промываніе предварительно мелко изрубленныхъ органовъ). Промывныя воды смѣшиваютъ, въ случаѣ нужды разбавляютъ. Чтобы опредѣлить содержащееся въ нихъ количество крови В, сравниваютъ ихъ окраску съ окраской небольшой порціи крови, раньше выпущенной А, разведенной опредѣленнымъ количествомъ воды. А+В представляютъ вѣсь всей крови животнаго. Этимъ приѣмомъ, примѣненнымъ къ трупамъ казненныхъ, нашли, что кровь человѣка составляетъ около одной тринадцатой вѣса всего тѣла.

Определение количества крови, содержащейся въ отдѣльныхъ органахъ, производится тѣмъ же способомъ. Быстрымъ наложеніемъ лигатуры органъ изолируется при своемъ основаніи. Дальше намъ придется говорить объ изслѣдованіяхъ Негер'а и Спех'а относительно количества крови въ легкихъ.

Общее количество крови въ организмъ увеличивается послѣ большого пріема пищи, послѣ введенія жидкостей, послѣ переливанія и пр.; оно уменьшается при воздержаніи отъ пищи, вслѣдствіе обильной испарины и т. п.

Количество плазмы и шариковъ. — *Определение по способу Норре-Seyle'r'a.* Опредѣляютъ въ порціи крови, выпущенной изъ вены, количество фибрина, получаемого взбиваніемъ. Въ то же время опредѣляютъ количество фибрина въ плазмѣ (полученной осажденіемъ форменныхъ элементовъ въ крови, охлаждаемой при помощи льда). Положимъ a количество фибрина, содержащееся въ 100 частяхъ крови, b —въ 100 частяхъ плазмы; отношеніе $\frac{a}{b}$ будетъ отношеніемъ между плазмой и содержащей ее кровью.

Количество въ крови бѣлковыхъ веществъ, экстрактивныхъ веществъ, солей и пр. — *Определение по способу Норре-Seyle'r'a.* Полный анализъ крови представляетъ очень долгую операцію. Нужно собрать четыре порціи крови А, В, С, D.

Первая А отъ 25 до 50 гр. служить только для опредѣленія фибрина.

Вторая В отъ 10 до 20 гр. служить для анализа шариковъ.

Шарики очищаютъ промываніемъ въ соленой водѣ (см. приготовленіе гемоглобина).

Третья С отъ 10—20 гр. служитъ разомъ для опредѣленія бѣлковъ шариковъ и сыворотки.

Наконецъ четвертая порція D, значительно большая, оставляется для получения сыворотки. Собираютъ 5—15 гр. сыворотки и анализируютъ отдѣльно.

Порціи В, С, D анализируются по одному и тому же способу.

Къ взвѣшенному въ стаканѣ веществу прибавляютъ 4—5 объемовъ крѣпкаго алкоголя, который осаждаетъ и свертываетъ бѣлковые вещества. По прошествіи двухъ, трехъ дней собираютъ осадокъ на взвѣшенный фильтръ, промываютъ алкоголемъ, эфиромъ и затѣмъ водой. Всѣ свертка отвѣчаетъ вѣсу бѣлковыхъ веществъ. Фильтратъ содержитъ соли и экстрактивные вещества. Ихъ выпариваютъ до-суха, извлекаютъ эфиромъ жиры, холестеринъ и лецитинъ. Остатокъ обрабатываютъ алкоголемъ и получаютъ алкогольный растворъ глюкозы, мочевины, нѣкоторыхъ солей и пр. Каждое изъ этихъ веществъ можетъ быть количественно опредѣлено по методамъ, указаннымъ детально въ *Руководствѣ къ физиологическому и патолого-химическому анализу Норре-Seiler'a*¹⁾.

Наконецъ прокалываютъ остатокъ для опредѣленія растворимыхъ и нерастворимыхъ зольныхъ веществъ.

¹⁾ Последнее изданіе этого сочиненія появилось въ русскомъ переводѣ подъ невѣрнымъ заглавіемъ: «*Физиологическая химія. Руководство*» и т. д. Спб. 1895.—«*Physiologische Chemie*» представляетъ совсѣмъ иное сочиненіе автора; оно тоже переводилось на русскій языкъ, но изданіе прекратилось по выходѣ 3 выпуска.

VII. Переливаніе крови (Cardanus 1556, Potter 1638. Jean Denis 1667) и кровопусканіе.¹⁾

У собакъ потеря крови отъ $\frac{1}{20}$ до $\frac{1}{15}$ вѣса тѣла влечетъ за собою немедленную смерть, иногда однако и меньшія потери крови могутъ быть опасны для животнаго и также окончиться спустя нѣкоторое время смертью.

Выпуская кровь изъ *carotides* собаки или кролика, мы сначала наблюдаемъ судороги (анемическія), затѣмъ наступаетъ смерть. Рап Вертъ показалъ, что разъ дѣло дошло до судорогъ, смертельный исходъ уже неизбѣженъ. Существуетъ только одно средство спасти животное: влить обратно въ сосуды выпущенную кровь (дефибринированную или нѣтъ), или влить кровь другого животнаго того же или очень близкаго вида. Такая операція переливанія крови много разъ практиковалась на человѣкѣ и спасла жизнь многимъ раненымъ, умиравшимъ отъ потерь крови. Ронфіекъ предложилъ производить ее, вводя кровь въ полость брюшины.

Потери крови въ $\frac{1}{30}$ — $\frac{1}{40}$ вѣса тѣла обыкновенно хорошо переносятся собаками, и животное быстро поправляется отъ послѣдствій операціи. Однако требуется нѣсколько недѣль для возстановленія прежняго количества кровяныхъ шариковъ, которые образуются заново. Количество же кровяной плазмы возстановляется до прежней нормы уже по прошествіи нѣсколькихъ часовъ.

Каждое кровопусканіе сопровождается энергичнымъ всасываніемъ въ опустѣвшіе сосуды тканевой лимфы: нормальный потокъ жидкости, фильтрующійся изъ плазмы чрезъ стѣнки кровеносныхъ сосудовъ въ щели тканей, приостанавливается и замѣняется обратнымъ изъ тканей въ сосуды.

Послѣдствіемъ этого неизбѣжно является соотвѣтственное увеличеніе жидкой части крови, такъ что послѣ ряда кровопусканій кровь оказывается болѣе бѣдной гемоглобиномъ.

Процессъ этотъ протекаетъ съ изумительной скоростью; это уже хорошо замѣтно, когда промежутокъ между двумя кровопусканіями равенъ 20—25 секундамъ. Плазма бѣднѣетъ также и относительно растворенныхъ въ ней веществъ, такъ какъ лимфа представляетъ гораздо менѣе концентрированный растворъ ихъ. Такимъ поглощеніемъ лимфы и удаленіемъ ея изъ тканей, какъ намъ кажется, можно объяснить ту жажду, которая наблюдается послѣ сильныхъ кровотеченій.

Содержаніе фибрина въ крови послѣ кровопусканія уменьшается, но способность къ свертыванію крови значительно увеличивается (обстоятельство благоприятное для самопроизвольной остановки кровотеченій).

Артеріальное давленіе послѣ кровопусканія немедленно падаетъ, но скоро вновь (по крайней мѣрѣ у собаки) достигаетъ почти прежняго уровня. Дѣйствительно, сосудистая система обладаетъ способностью приспособляться до нѣкоторой степени къ измѣненіямъ въ количествѣ крови; когда количество крови уменьшено кровопусканіемъ, сосуды сжимаются; напротивъ, если переливаніемъ увеличить количество крови, происходитъ расширеніе кро-

¹⁾ Библиографія по вопросу о кровопусканіи: Vinary *Emissions sanguines* 1880; Наяем, *Leçons sur les modifications du sang* 1882; Léon Fredericq *Soustractions sanguines*, 1886.

вяного русла. Въ этомъ возобновленіи прежняго артеріальнаго давленія участвуютъ и другіе факторы, помимо суженія сосудовъ, именно ускореніе біенія сердца, равно какъ и всасываніе тканевой лимфы, чѣмъ тотчасъ пополняется происшедшая потеря.

Въ то время какъ артеріальное давленіе падаетъ, біенія сердца ускоряются (вслѣдствіе ослабленія тоническаго дѣйствія блуждающаго нерва).

Скорость движенія крови уменьшается, красные шарики двигаются медленнѣе по капиллярамъ, полнѣе лишаются кислорода въ большомъ кругѣ кровообращенія и лучше насыщаются имъ въ легкихъ.

Послѣ кровопусканія можно наблюдать легкое паденіе температуры тѣла, хотя продукція тепла, измѣряемая непосредственно калориметромъ или посредственно по количеству потребляемаго кислорода, много не измѣняется.

Послѣ кровопусканія происходитъ также значительное увеличеніе количества азота въ мочѣ, что указываетъ на усиленное потребленіе бѣлковыхъ веществъ тѣла.

Кронескер опубликовалъ любопытные опыты, въ которыхъ онъ возвращалъ къ жизни собакъ съ выпущенной цѣликомъ кровью посредствомъ переливанія, но переливанія не дефибринированной крови, а искусственно приготовленной сыворотки, представлявшей слегка щелочный растворъ солей. Уже давно извѣстно, что у лягушки можно всю кровь замѣнить разбавленнымъ растворомъ хлористаго натра. Такія „соленыя лягушки“ еще продолжаютъ жить.

Переливаніе крови отъ животнаго другого вида большею частью ведетъ къ дурнымъ послѣдствіямъ, даже смерти; кровяные шарики животнаго одного вида растворяются обыкновенно въ сывороткѣ животнаго другого вида. Кровяные шарики кролика напримѣръ разлагаются въ сывороткѣ собаки, человека, свиньи, овцы и др. Кровяные шарики собаки болѣе стойки, но сыворотка собаки легко растворяетъ шарики въ крови другихъ животныхъ. Такое раствореніе ведетъ къ различнымъ послѣдствіямъ, которыя могутъ завершиться смертью: растворенный гемоглобинъ вызываетъ свертываніе фибрина, нерастворившійся остатокъ (строма шариковъ) образуетъ зернистыя скопленія, которыя закупориваютъ мелкіе сосуды и т. п.) Гемоглобинъ можетъ также переходить въ мочу.

VIII. Газы крови.

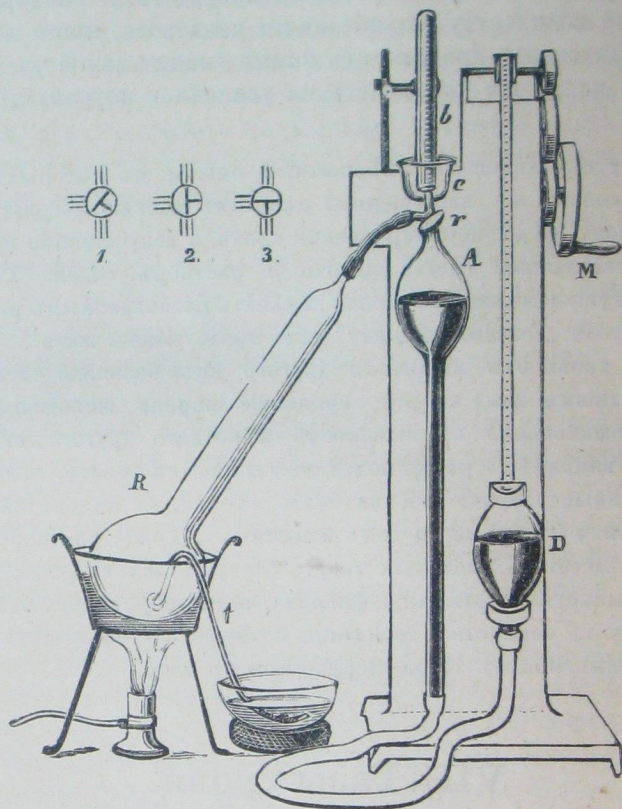
Кровь содержитъ кислородъ, угольную кислоту и азотъ (Magnus 1838). Первые два газа находятся отчасти въ формѣ соединений, отчасти въ формѣ раствора, третій же только въ состояніи простого растворенія. Соединенія кислорода и CO_2 легко диссоциируютъ подъ совмѣстнымъ вліяніемъ пустоты и нагрѣванія. Lothar Meyer собиралъ кровь прямо въ безвоздушное пространство, содержащее воду, лишенную воздуха, и удалялъ изъ нея газы кипяченіемъ (1857). Приблизительно въ то же время Horre-Seyler (1854), Сѣченовъ и Ludwig (1858) ввели въ употребленіе ртутный насосъ, благодаря чему извлеченіе газовъ изъ крови стало обыкновенной въ физиологической лабораторіи операцией²⁾.

¹⁾ Landois, *Die Transfusion des Blutes*, Leipzig. 1875.

²⁾ По исторіи этого вопроса см. N. Zuntz, *Blutgase. Handbuch der Physiologie* изд. Hermann'омъ, 1882; Horre-Seyler *Physiologische Chemie*, III, основы физиологии.

Ртутный насосъ. Фиг. 27 представляет ртутный насос Grehant'a видоизмѣненный Paul Bert'омъ и примѣняемый главнымъ образомъ въ французскихъ лабораторіяхъ. Это тотъ-же, только упрощенный, насос Pflüger'a¹⁾, который можно встрѣтить въ большей части нѣмецкихъ лабораторій (наравнѣ съ насосомъ Ludwig'a).

Подъ R изображенъ приемникъ для крови, приходящей по трубкѣ t; при AD—самый насосъ, роль котораго въ началѣ опыта состоитъ въ образованіи пустоты посредствомъ движенія внизъ сосуда D, куда переходитъ ртуть, впоследствии же (движеніе кверху) въ собираніи газа выходящаго изъ крови и въ переводеніи его въ трубку b, гдѣ онъ собирается надъ ртутью.



Фиг. 27.—Ртутный насосъ для выкачиванія газовъ крови. D стеклянный шаръ, поднимающійся и опускающійся, внизу находится при посредствѣ каучуковой трубки въ сообщеніи съ барометрической трубкой; эта послѣдняя оканчивается на верху неподвижнымъ шаромъ A; r кранъ трехходовой, запирающій A въ положеніи 1, сообщающій A со ртутной чашкой c въ положеніи 2, сообщающій A съ приемникомъ крови R въ положеніи 3; t трубка для введенія крови, измѣренной предварительно пипеткою, изображенной на фиг. 28; b градуированный приемникъ для собираемыхъ газовъ.

Ртутный насосъ AD состоитъ изъ вертикальной барометрической трубки A, содержащей ртуть и соединяющейся внизу посредствомъ толстой каучуковой трубки съ резервуаромъ D, который можетъ быть опускаемъ и поднимаемъ посредствомъ вращенія рукоятки M. Верхняя часть барометрической трубки расширена въ A и

1879; Gscheidlen *Physiologische Methodik*, II, 1876; Paul Bert *La pression barometrique*. 1878.

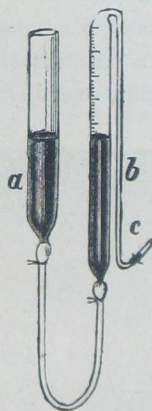
¹⁾ Pflüger. Ueber Kohlensäure des Blutes 1864.

выше на уровнѣ r оканчивается двумя трубками: горизонтальной, ведущей въ приемникъ крови R , и вертикальной, проходящей въ чашечку со ртутью c . Кранъ съ тремя отверстиями r въ положеніи 1 уничтожаетъ сообщеніе резервуара съ обѣими изъ этихъ трубокъ, въ положеніи 2 открываетъ свободный проходъ въ чашечку c , въ положеніи 3 открываетъ проходъ въ приемникъ R .

Положимъ, что, выкачавъ предварительно воздухъ изъ приемника R , мы ввели черезъ трубку t 50 к.с. крови и что теперь нужно извлечь изъ крови ея газы и собрать ихъ надъ ртутью въ трубкѣ b . Ставимъ кранъ r въ положеніе 2, поднимаемъ сосудъ D ; ртуть перетекаетъ изъ сосуда D въ A и выгоняетъ воздухъ, содержащійся въ A , наружу. Кранъ замыкаютъ (положеніе 1), опускаютъ сосудъ D ; ртуть спускается изъ A въ D и доходитъ до уровня, соответствующаго атмосферному давленію (760 мм. въ среднемъ). Въ расширеніи трубки A образуется теперь барометрическая пустота. Кранъ r повертываютъ въ положеніе 3 и газъ, содержащійся въ приемникѣ R устремляется въ A . Повертываютъ кранъ въ положеніе 1 и поднимаютъ сосудъ D ; затѣмъ кранъ переводятъ въ положеніе 2, предварительно помѣстивши надъ отверстіемъ трубки градуированную трубку b . Ртуть вытекаетъ изъ D въ A , выгоняя газъ въ b . Кранъ замыкаютъ (положеніе 1), спускаютъ D , затѣмъ повертываютъ кранъ въ положеніе 3 и расширеніе A заполняется новой порціей газа. Кранъ закрываютъ, поднимаютъ D , затѣмъ кранъ повертываютъ въ положеніе 2 и переводятъ новую порцію газа въ b и такъ продолжаютъ, пока весь газъ, освобождающійся въ R , не будетъ переведенъ въ трубку b .

Тотъ же самый приемъ—опусканіе D и поворотъ крана—служитъ въ началѣ опыта для введенія крови въ приемникъ.

Фиг. 28.—Приборъ для собиранія и измѣренія крови въѣ соприкосновенія съ воздухомъ. b градуированный приемникъ со ртутью, снабженный каплей c которая можетъ быть соединена съ артеріей, веной или со ртутнымъ насосомъ; a передвижной сосудъ, сообщающійся съ b .



Приемникъ R представляетъ баллонъ, очень длинное горло котораго соединено толстою гутаперчевой трубкой ¹⁾ съ горизонтальной трубкой насоса. Баллонъ погруженъ въ теплую воду, кровью наполняется посредствомъ трубки t . Кровь собираютъ прямо изъ живого животнаго и измѣряютъ либо при помощи градуированнаго шприца, либо съ помощью небольшого прибора, изображеннаго на фиг. 28. Градуированный резервуаръ b этого прибора, наполненный предварительно ртутью, сообщается съ одной стороны съ подвижнымъ резервуаромъ a , съ другой—съ каплей c , по которой кровь входитъ и выходитъ изъ прибора. Чтобы ввести кровь въ приборъ опускаютъ a , слѣдствіемъ чего является присасываніе ея въ b , разъ снятъ пинцетъ подъ c .

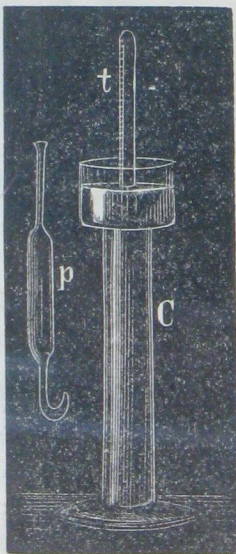
¹⁾ Лучше окружить каучковую трубку рукавомъ, наполненнымъ водою или ртутью, и сдѣлать то же изъ всѣхъ мѣстахъ сочлененія аппарата; тогда можно быть увѣреннымъ въ герметической закупоркѣ насоса.

Введенная въ пріемникъ, кровь немедленно теряетъ свой превосходный красный цвѣтъ и сильно пѣнится. Появляются газевые пузырьки и начинаютъ подниматься по горлу баллона. Подъ вліяніемъ пустоты, азотъ оставляетъ кровь по законамъ диффузіи; то-же самое происходитъ съ тѣми порціями кислорода и угольной кислоты которыя содержатся въ видѣ просто растворенныхъ въ плазмѣ (или сывороткѣ) газовъ.

Большая часть кислорода и угольной кислоты содержится въ крови въ формѣ химическихъ соединений, но соединений непрочныхъ, находящихся въ состояніи близкомъ къ диссоціаціи ¹⁾. Подъ вліяніемъ пустоты оксигемоглобинъ шариковъ разлагается цѣликомъ на кислородъ и возстановленный гемоглобинъ. Угольная кислота крови въ большей своей части соединена съ щелочью крови и съ шариками. Различныя вещества крови, въ особенности гемоглобинъ, играютъ, повидимому, по отношенію къ углекислому натру, роль слабыхъ кислотъ. Въ ихъ присутствіи эта соль такъ же диссоциируетъ подъ вліяніемъ нагреванія и подъ вліяніемъ пустоты.

Эти соединенія (оксигемоглобинъ и CO_2 соединенная со щелочью и пр.) сохраняются въ нашей крови, благодаря присутствію въ плазмѣ и шарикахъ небольшихъ количествъ этихъ газовъ въ формѣ раствора: напряженіе этихъ газовъ и держится около извѣстнаго уровня, выше точки диссоціаціи.

Анализъ газовъ. Газъ, получающійся въ градуированной трубкѣ *b* ртутнаго насоса, представляетъ смѣсь CO_2 , O и N, которую анализируютъ по объемному методу. Описанный ниже пріемъ, примѣняемый во французскихъ фізіологическихъ лабораторіяхъ, требуетъ сравнительно немного времени и принадлежитъ къ числу наиболѣе простыхъ. Результаты, правда, не представляютъ большой точности, но въ большинствѣ случаевъ ими можно удовлетвориться. Анализъ ведутъ надъ ртутью, какъ это представлено на фиг. 29. Послѣдовательно поглощаютъ изъ смѣси помѣ-



Фиг. 29.—Ванна ртутная для анализа газовъ крови. *c* стеклянная ванна со ртутью, *t* градуированная трубка съ анализируемыми газами, *p* пипетка для введенія раствора пирогалловой кислоты.

щенной въ градуированной трубкѣ: сначала CO_2 посредствомъ палочки ѣдкаго кали, потомъ кислородъ растворомъ пирогаллово-кислаго калия. Уменьшеніе объема, наблюдаемое послѣ дѣйствія каждого изъ этихъ веществъ, соответствуетъ исчезну-

¹⁾ Donders. *Pflüger's Archiv*, V., стр. 20.

внимъ объемамъ CO_2 и O ; остающійся объемъ принадлежитъ азоту. При каждомъ опредѣленіи нужно точно замѣчать температуру и давленіе, подъ которымъ находится газъ; въ данномъ случаѣ давленіе внутри и снаружи трубки приводится къ одному и тому же уровню, т. е. атмосферному давленію.

Въ нѣмецкихъ лабораторіяхъ для анализа газовъ крови примѣняется методъ болѣе точный, но несравненно болѣе продолжительный (см. *Vun sen*, Газометрическіе методы). CO_2 поглощается также вѣдкимъ кали, O же опредѣляется съ помощью взрыва: прибавляютъ объемъ водорода, достаточный для сожженія всего кислорода и затѣмъ электрической искрой производятъ взрывъ. Изчезающая при этомъ треть объема, вслѣдствіе образованія воды, приходится на кислородъ. Операцию производятъ въ эвдіометръ—запаянной вверху трубкѣ, съ двумя впаянными въ стѣнки электродами, между которыми проскакиваетъ электрическая искра. Всѣ измѣренія объемовъ производятся на разстояніи при помощи подвижной на ножкѣ зрительной трубы (катетометра). (См. далѣе въ главѣ о Дыханіи методы употребляемые для анализа вдыхаемаго и выдыхаемаго воздуха).

Съ помощью этого способа *Pflüger* нашелъ, что 100 сс. крови собаки даютъ около 60 сс. газа (при 0° и 760 мм давленія); онъ приводитъ слѣдующія цифры, показывающія содержаніе O и CO_2 въ венозной и артеріальной крови.

	O	CO_2	N
100 об. арт. кр. содержатъ	20—24 об.	39 об.	1,5 об.
100 об. вен. »	8—12 »	46 »	1,5 »

Анализы въ отдѣльности газовъ шариковъ и сыворотки (или плазмы) показываютъ *), что почти весь кислородъ связанъ съ шариками; угольная кислота отчасти содержится въ шарикахъ, но главнымъ образомъ въ сывороткѣ въ формѣ нестойкихъ соединений и раствора. Азотъ, повидимому, растворенъ и въ шарикахъ и въ плазмѣ.

Кровь, проходя по капиллярамъ легкихъ, поглощаетъ кислородъ и освобождается отъ части своей CO_2 ; проходя по капиллярамъ остальныхъ частей тѣла, она теряетъ часть кислорода и поглощаетъ CO_2 .

Все, что оказываетъ вліяніе на легочное дыханіе или на дыханіе тканей, измѣняетъ косвенно и газовый составъ крови.

Такимъ образомъ, приведенныя цифры являются только средними (относительно напряженія газовъ въ крови см. ниже главу о легочномъ дыханіи, параграфъ, въ которомъ идетъ рѣчь о теоріи газоваго обмѣна въ легкихъ).

Въ пупочномъ канатикѣ плода кровь, приносимая по пупочнымъ артеріямъ къ плацентѣ, бѣдна кислородомъ (2—6 об. на 100) и богата угольной кислотой (47 об. на 100). Кровь же, несущаяся отъ плаценты по пупочнымъ венамъ, богата кислородомъ (6—11 об. на 100) и содержитъ не болѣе 40 об. на 100 угольной кислоты (*Cohnstein* и *Zuntz* 1884, *Butte* 1893).

*) Понятно, нельзя собрать въ отдѣльности и анализировать газы, содержащіеся съ одной стороны въ форменныхъ элементахъ, съ другой стороны въ жидкой части крови. Сообщаемые ниже результаты получены путемъ абсорбціометрическихъ опытовъ, въ которыхъ опредѣлялась способность поглощать изслѣдуемые газы, при различныхъ парціальныхъ давленіяхъ, тѣми и другими частями крови.

IX. Лимфа и хилусъ.

Часть кровяной плазмы просачивается сквозь стѣнки кровеносныхъ сосудовъ и распространяется въ щеляхъ тканей. Подвергшись нѣкоторымъ измѣненіямъ отъ соприкосновенія съ живыми элементами тканей, трансудировавшая жидкость (лимфа) воспринимается началами лимфатическихъ сосудовъ и медленно течетъ по нимъ по направленію къ извѣстнымъ стволамъ венозной системы, чтобы тамъ вновь смѣшаться съ кровью. На своемъ пути, проходя черезъ лимфатическія железы, лимфа обогащается лейкоцитами, однако еще и раньше она содержитъ нѣкоторое количество лейкоцитовъ, которые выходятъ вмѣстѣ съ нею изъ крови, проникая сквозь стѣнки капилляровъ. Такое явленіе эмиграціи бѣлыхъ шариковъ крови принимаетъ колоссальныя размѣры при гнойныхъ воспаленіяхъ (Waller, Cohnheim).

Лейкоциты обладаютъ способностью заглатывать попадающіеся на ихъ пути твердыя частицы: различныя зернышки (кармина), обрывки красныхъ шариковъ, бактерій и пр. Согласно теоріи фагоцитоза (Мечниковъ) лейкоциты, на ряду съ нѣкоторыми аналогичными элементами соединительной ткани, играютъ роль защитниковъ организма отъ нападенія микробовъ. Стекаясь въ большомъ количествѣ къ тѣмъ мѣстамъ, которыя подверглись нападенію микроорганизмовъ, они пожираютъ послѣднихъ и перевариваютъ ихъ въ своей протоплазмѣ. Гной, появляющійся на поверхности ранъ, подверженныхъ дѣйствію воздуха, представляетъ продуктъ эмиграціи лейкоцитовъ и на появленіе его можно смотрѣть, какъ на одинъ изъ актовъ этой борьбы фагоцитовъ съ микроорганизмами.

Лимфа не есть продуктъ простой фильтраціи кровяной плазмы, явившейся исключительно подъ вліяніемъ механическаго дѣйствія кровяного давленія, какъ вообще было принято смотрѣть на нее и какъ смотритъ школа Ludwig'a. Heidenhain приравниваетъ лимфу другимъ жидкимъ отдѣленіямъ (секретамъ) организма, и смотритъ на нее, какъ на продуктъ дѣятельности живыхъ клѣтокъ, образующихъ стѣнки капилляровъ. Количество образующейся лимфы вовсе не соотвѣтствуетъ величинѣ кровяного давленія; мало того, образованіе лимфы можетъ продолжаться и послѣ полной остановки артеріальнаго кровообращенія (послѣ перевязки аорты лимфа продолжаетъ вытекать изъ грудного протока).

Нѣкоторыя вещества, называемыя Heidenhain'омъ *lymphagoga*, вызываютъ усиленное отдѣленіе лимфы, оставляя невредимыми клѣтки капилляровъ, именно: экстрактъ изъ мускуловъ рѣчного рака, экстрактъ изъ шівки, яичной бѣлокъ, пептонъ и др.

Помимо этихъ существуютъ другія вещества, къ числу которыхъ относятся мочевины, сахаръ, нейтральныя соли, которыя также увеличиваютъ количество лимфы, но другимъ путемъ: они вытягиваютъ большія количества воды изъ элементовъ живыхъ тканей. Ткани при этомъ бѣднѣютъ водою, обогащая ею одновременно и кровь, и лимфу, между тѣмъ какъ *lymphagoga* обогащаютъ лимфу насчетъ крови.

Химическій составъ лимфы качественно не отличается отъ состава кровяной плазмы; она только значительно бѣднѣ твердыми органическими веществами. Уменьшеніе главнымъ образомъ сказывается въ бѣлковыхъ веществахъ. По анализамъ C. Schmidt'a, Nasse и другихъ лимфа лошади и собаки содержитъ отъ 95 до 96 % воды, и отъ 4 до 5 % твердыхъ веществъ, изъ которыхъ 3—3½ % бѣлковыхъ веществъ. Лимфа человѣка, по изслѣдованіямъ Нейна, оказывается еще богаче водою: 98 %. Нѣкоторыя вещества

могутъ иногда оказываться въ большемъ количествѣ въ лимфѣ, чѣмъ въ крови; сахаръ, напримѣръ, введенный въ кровь, быстро переходитъ въ лимфу. Анализы газовъ лимфы, произведенные въ лабораторіи Ludwig'a Hammarsten'омъ, дали слѣдующія цифры: 100 с.с. лимфы содержатъ около 0, 1 с.с. кислорода, 40 с.с. CO_2 и 1,5 с.с. азота.

Хилусъ представляетъ лимфу, текущую отъ кишечника и смѣшанную съ всосанными продуктами кишечнаго пищеваренія. Когда животное находится натошакъ, видъ и составъ хилуса очень напоминаютъ лимфу. Во время пищеваренія, если переваривается пища богатая жировыми веществами, хилусъ принимаетъ молочный видъ, обусловленный содержаніемъ въ немъ громаднаго количества жировыхъ шариковъ. По изслѣдованіямъ Завильскаго, содержаніе жира въ хилусѣ можетъ достигать 14%. По мѣрѣ того, какъ грудной потокъ изливаетъ эту богатую жиромъ жидкость въ кровь, плазма и сыворотка принимаютъ также мутный молочный видъ. Этотъ избытокъ жира исчезаетъ изъ крови въ теченіе нѣсколькихъ часовъ, отлагаясь въ жировой ткани, въ печени и пр.

Х. Кровь и лимфа безпозвоночныхъ животныхъ.

Питательныя жидкости безпозвоночныхъ образованы такъ же, какъ и жидкости позвоночныхъ: изъ воды, солей, бѣлковыхъ веществъ, различныхъ органическихъ веществъ и газовъ. Въ большинствѣ случаевъ, количество въ нихъ форменныхъ элементовъ невелико и послѣдніе похожи на лейкоцитовъ. Содержаніе солей не представляетъ въ нихъ того постоянства, какъ у позвоночныхъ. Я нашелъ, напримѣръ, что у крабовъ содержаніе солей въ крови явно отвѣчаетъ содержанію ихъ въ окружающей морской водѣ. Можно произвольно, въ широкихъ размѣрахъ, измѣнять концентрацію крови животнаго, помѣщая его въ разбавленную или напротивъ въ нѣсколько концентрированную испареніемъ морскую воду. Внутренняя среда здѣсь оказывается гораздо менѣе независимой отъ условій внѣшней среды, чѣмъ у позвоночныхъ. Содержаніе органическихъ веществъ различно для различныхъ видовъ животныхъ. Кровь нѣкоторыхъ пластинчато-жаберныхъ моллюсковъ содержитъ только слѣды бѣлковыхъ веществъ, между тѣмъ какъ изъ крови осминога я получалъ ихъ почти до 10%.

Гемоглобинъ (обыкновенно въ видѣ раствора въ плазмѣ) существуетъ въ крови нѣкоторыхъ безпозвоночныхъ, принадлежащихъ къ самымъ различнымъ зоологическимъ группамъ, именно, между прочимъ, въ крови многихъ кольчатыхъ червей, въ томъ числѣ дождевого червя (Rollet).

У другихъ кольчатыхъ червей гемоглобинъ замѣненъ зеленымъ веществомъ, *chlorocruorin'омъ* (Ray-Lankester), которое образуетъ съ кислородомъ соединеніе, аналогичное оксигемоглобину. Krukenberg описалъ въ кровяныхъ тѣльцахъ нѣкоторыхъ Gephyreae бурый пигментъ, *hemerythrin*, служащій также для цѣлей дыханія. У осминога роль оксигемоглобина играетъ синее, содержащее мѣдь, вещество, которому я далъ названіе *oxyhemocyanin* (ранѣе оно было найдено Paul Bert'омъ). Гемоцианинъ я нашелъ и у нѣсколькихъ ракообразныхъ и брюхоногихъ моллюсковъ; онъ содержится также въ крови скорпіона и мечехвоста.

Кровь многихъ безпозвоночныхъ свертывается по выходѣ изъ сосудовъ вслѣдствіе выпаденія веществъ, аналогичныхъ фибрину. Высокая температура препятствуетъ свертыванію. Кровь наѣкомыхъ интересна тѣмъ, что въ моментъ свертыванія въ ней образуется безцвѣтное вещество, бурѣющее на воздухѣ. Температура въ 50° уничтожаетъ это явленіе (Leon Fredericq).

ГЛАВА III.

КРОВООБРАЩЕНИЕ.

Чтобы служить цѣлямъ дыхательнаго и питательнаго обмѣна, кровь должна постоянно возобновлять свой запасъ кислорода и питательныхъ веществъ и освобождаться отъ органическихъ отбросовъ, которые накапливаются въ ней по мѣрѣ ея прохожденія по различнымъ органамъ тѣла. Она не можетъ ни на минуту оставаться въ покоѣ; она движется непрерывно въ системѣ эластическихъ трубокъ замкнутыхъ со всѣхъ сторонъ (сосуды); такимъ образомъ является постоянный посредникъ обмѣна между различными органами съ одной стороны и между поверхностями обмѣна (легкими, кишечникомъ, почками) съ другой. Выходя изъ сердца, кровь совершаетъ длинный путь, проходя послѣдовательно по артеріямъ, капиллярамъ и венамъ тѣла, затѣмъ возвращается въ сердце, оттуда течетъ въ артеріи, капилляры и вены легкихъ, наконецъ опять приходитъ къ мѣсту своего выхода (William Harvey 1619) и все снова и снова повторяетъ тотъ же циклъ.

Сердце представляетъ *главный двигатель* кровообращенія, органъ, безостановочная дѣятельность котораго направлена на приведеніе въ движеніе питательной жидкости.

Дѣйствіе его можно сравнить съ дѣйствіемъ двойнаго насоса (правое сердце и лѣвое сердце), который присасываетъ кровь изъ венъ, чтобы съ силой вытолкнуть ее въ артеріи. Теченіе крови по сосудамъ обусловлено неравенствомъ давленія: въ большихъ венозныхъ стволахъ, впадающихъ въ сердце, преобладаетъ отрицательное давленіе, между тѣмъ какъ въ началѣ артеріальной системы господствуетъ значительное положительное давленіе; это неравенство давленій постоянно и поддерживается ритмическими сокращеніями сердца. Изъ мѣстъ высокаго давленія кровь должна течь черезъ капилляры въ мѣста низкаго давленія, пока не будетъ достигнуто равновѣсіе давленій. Но въ теченіе жизни такое равновѣсіе установиться не можетъ, такъ какъ сердце постоянно зачерпываетъ кровь изъ венъ и накачиваетъ ее въ артеріи.

Фиг. 30 представляетъ схематически весь аппаратъ кровообращенія. Анатомическое положеніе сердца и большихъ сосудовъ, строеніе клапановъ, расположенныхъ съ каждой стороны между предсердіями и желудочками (*valvulae atrio-ventriculares*) и клапановъ полулунныхъ въ началѣ аорты и легочной артерій—все это приспособлено для поддержанія постоянного потока крови (см. руководства описательной анатоміи). Правое предсердіе получаетъ венозную кровь, которая собирается сюда со всѣхъ частей тѣла черезъ двѣ *vena cava*; предсердіе передаетъ эту кровь въ правый желудочекъ, который въ свою очередь посылаетъ ее черезъ легочную артерію въ легочные капил-

ляры. Проходя через легкія венозная кровь получает новый запас кислорода и освобождается от избытка CO_2 . Въ видѣ такой очищенной артеріальной крови она течетъ по четыремъ легочнымъ венамъ въ лѣвое предсердіе. Изъ лѣваго предсердія кровь попадаетъ въ лѣвый желудочекъ, отсюда выкидывается въ аорту; изъ аорты, проходя по различнымъ артеріямъ она достигаетъ капилляровъ большого круга, гдѣ вновь превращается въ венозную, теряя кислородъ, забранный въ легкихъ и обогащаясь CO_2 , содержащаяся въ тканяхъ. Возвращаясь вновь въ сердце черезъ обѣ вены сава, кровь завершаетъ свой круговоротъ.

Фиг. 30.—Схема кровообращенія у человека.

ad правое предсердіе;

vd правый желудочекъ;

ag лѣвое предсердіе;

vg лѣвый желудочекъ;

d аорта;

C капилляры большого круга кровообращенія;

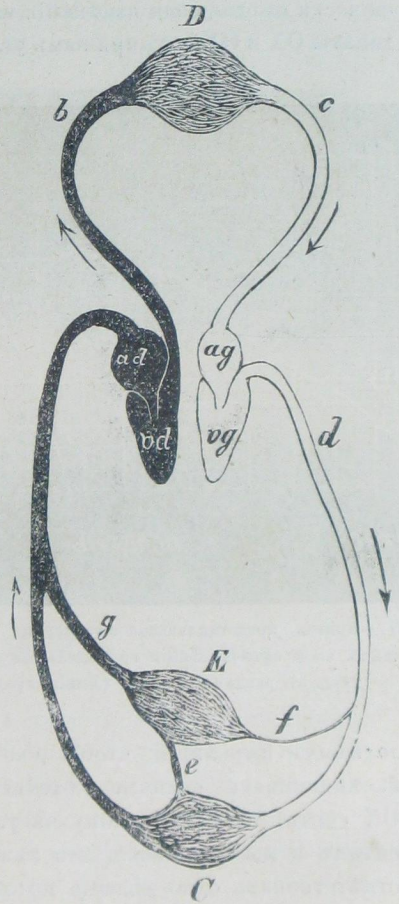
E капилляры печени;

e воротная вена;

f печеночная артерія;

g печеночная вена;

D капилляры легкихъ или малаго круга кровообращенія.

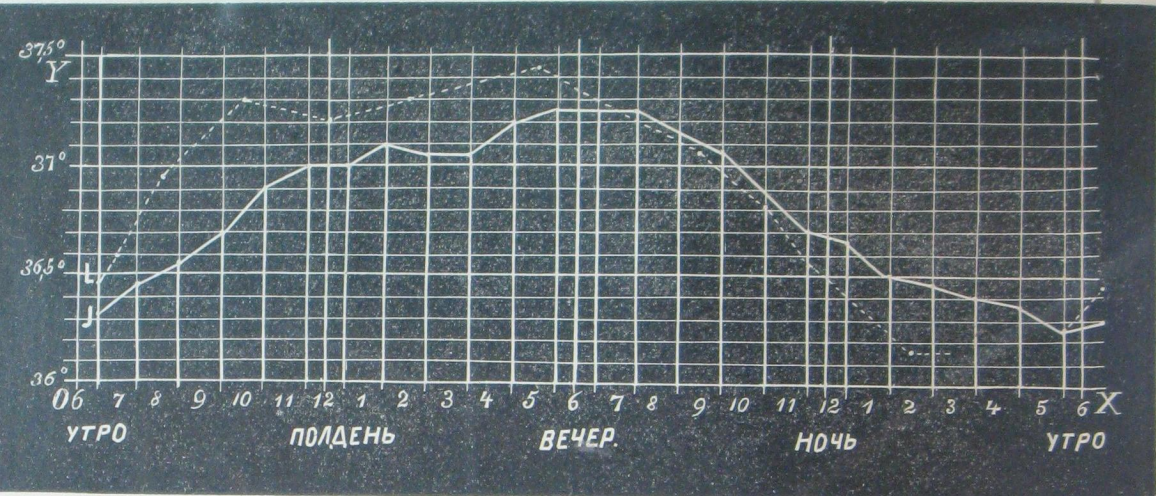


Движенія органовъ кровообращенія настолько быстры и сложны, что для изученія ихъ оказалось необходимымъ прибѣгнуть къ специальнымъ приѣмамъ изслѣдованія, изъ числа которыхъ несомнѣнно первое мѣсто принадлежитъ графическому методу. Употребленіе самозаписывающихъ (регистрирующихъ) приборовъ позволяетъ точно изучить эти движенія и расположить ихъ въ опредѣленные, очень короткія, фазы. Такъ какъ съ этими приборами приходится постоянно имѣть дѣло, не только при изслѣдованіяхъ движенія крови, но и въ другихъ отдѣлахъ физиологій, то намъ кажется полезнымъ, прежде чѣмъ приняться за изученіе кровообращенія, сказать нѣсколько словъ о графическомъ методѣ и объ употребленіи регистрирующихъ аппаратовъ.

I Графическій методъ ¹⁾.

Графическія кривыя. — Декартъ (1630) сталъ первый представлять геометрически, въ видѣ кривой, отношенія между двумя измѣняющимися величинами, изъ которыхъ одна представляетъ функцію другой.

Въ большей части явленій, изучаемыхъ нами въ физиологiи, въ качествѣ одного изъ элементовъ участвуетъ время. Въ виду этого можно время разсматривать, какъ равномерно возрастающую величину и сравнивать съ нею послѣдовательныя измѣненія другихъ величинъ. Положимъ, что требуется представить графически ежедневныя измѣненія внутренней температуры чело́вѣка. Проводимъ координаты ОХ и ОУ подъ прямымъ угломъ другъ къ другу (фиг. 31) и затѣмъ стѣмъ парал-



Фиг. 31.—Кривая, представляющая ежедневныя измѣненія температуры подъ мышкой у чело́вѣка. Цифры линіи ОХ обозначаютъ часы сутокъ. Линіи параллельныя ОУ выражаютъ своими относительными высотами величины температуры въ различные часы: (Линія пунктирная здѣсь остается внѣ разсмотрѣнія). Изъ Landois.

дельныхъ имъ линій, чтобы облегчить начертаніе кривой. Время, какъ независимо измѣняющаяся величина, отсчитывается по оси x ; каждое дѣленіе на абсциссѣ ОХ соотвѣтствуетъ одному часу. Градусы температуры отсчитываются по ординатамъ и мы условимся, что каждой десятой градуса (начиная съ 36°) будетъ соотвѣтствовать одно дѣленіе по линіи y . При каждомъ дѣленіи абсциссы ОХ восстанавливаемъ ординаты, по своей длинѣ пропорціональныя температурѣ соотвѣтствующаго часа. Соединяя концы ординатъ, получаемъ кривую (сплошная линія), изгибы которой позволяютъ съ одного взгляда составить общее представленіе о суточныхъ измѣненіяхъ температуры тѣла. Въ клиникахъ такія графическія таблицы въ большомъ употребленіи; въ видѣ кривыхъ представляютъ ходъ температуры и измѣненія въ частотѣ пульса и дыханія, отвѣчающія различнымъ періодамъ болѣзни.

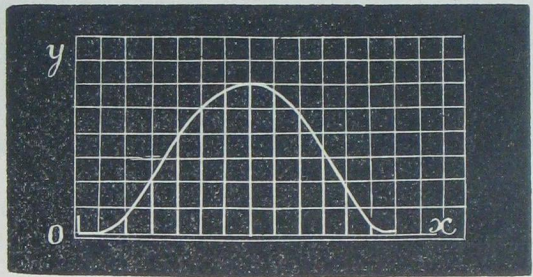
Возьмемъ другой примѣръ: сокращающуюся подъ вліяніемъ внѣшняго раздраженія мышцу. Гельмгольцъ показалъ, что сокращенія мышцы имѣютъ опре-

¹⁾ Marey, *La méthode graphique*; Langendorff, *Physiologische Graphik*. 1891.

дѣленную продолжительность и наступаютъ не внезапно вслѣдъ за полученіемъ раздраженія. Мышца въ теченіе нѣсколькихъ тысячныхъ секунды остается безъ движенія и только затѣмъ начинаетъ сокращаться.

Сокращеніе развивается сначала медленно, затѣмъ скорѣе, продолжается около 5 сотыхъ секунды, послѣ чего мышца начинаетъ возвращаться къ прежней длинѣ, приходя въ теченіе приблизительно также 5 сотыхъ секунды послѣдовательно тѣ же стадіи, только въ обратномъ порядкѣ. Различные періоды сокращенія мышцы легко прослѣдить графически, какъ это представлено на фиг. 32. Горизонтальная абсцисса *ox* раздѣлена на равныя части, соответствующія сотымъ долямъ секунды. Къ ней, параллельно линіи *oy*, восстановлены перпендикуляры, длина которыхъ должна быть пропорціональной степени сокращенія мышцы въ данный моментъ. Линія, соединяющая концы ординатъ, представляетъ кривую сокращенія, одинъ видъ которой передаетъ намъ различныя фазы явленія.

Фиг. 32.—Кривая, представляющая фазы сокращенія мышцы. Дѣленія линіи *ox* соответствуютъ сотымъ долямъ секунды. Длина ординатъ параллельныхъ линіи *oy* пропорціональна степени укороченія мышцы.



Всѣ взаимныя отношенія величинъ, всѣ явленія съ болѣе или менѣе сложными фазами могутъ быть съ успѣхомъ представлены подобными кривыми. Кривыя освобождаютъ насъ отъ утомительныхъ описаній и, кромѣ того, гораздо легче удерживаются памятью, чѣмъ длинные ряды цифръ.

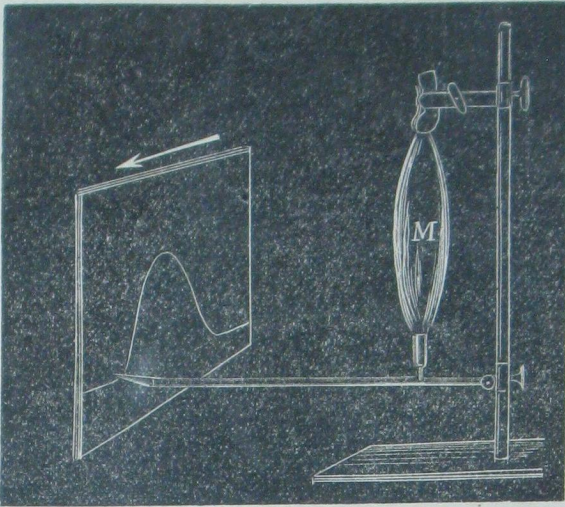
Segnius irritant animos demissa per aurem
Quam quae sunt oculis submissa fidelibus et quae
Ipse sibi tradit spectator.

(Horacius. Ars poetica).

Записывающіе приборы.—Большимъ шагомъ впередъ въ примѣненіи графическаго метода было изобрѣтеніе способа начертанія кривой мышечнаго сокращенія при посредствѣ самой мышцы, т. е. даже не зная тѣхъ цифръ, которыя выражаютъ отдѣльныя фазы этого явленія (Helmholtz, 1850).

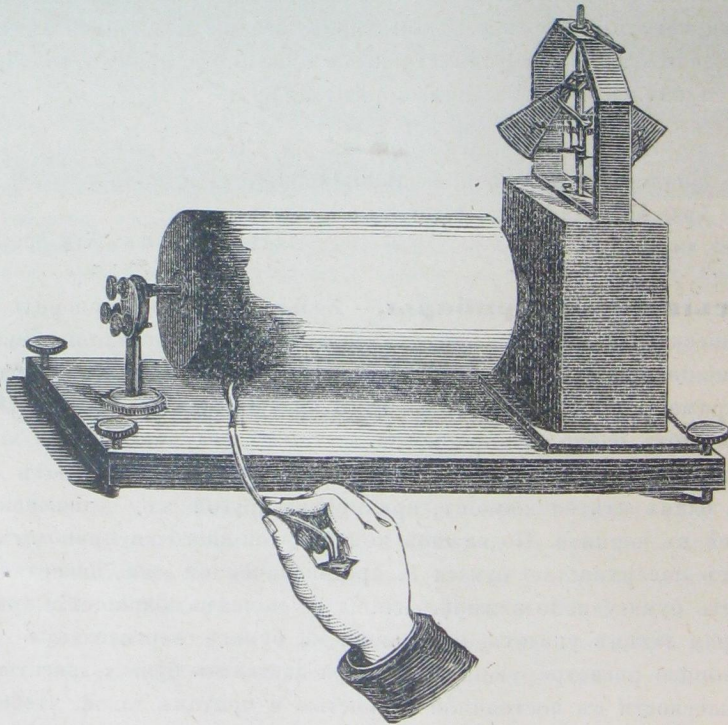
Способъ этотъ очень простой: нужно заставить сокращающуюся мышцу саму начертать кривую своего сокращенія. Съ этой цѣлью фиксируютъ мышцу *M* (фиг. 33) за одинъ изъ ея концовъ, прикрѣпляя другой къ подвижной кисточкѣ *I*, обмокнутой въ чернила. Подвижной конецъ этой кисточки приводятъ въ соприкосновеніе съ поверхностью бумаги *P*, предназначенной для начертанія кривой. Если оставить бумагу неподвижной, мышца въ моментъ сокращенія приподниметъ кисть, которая затѣмъ упадетъ, оставивши на бумагѣ вертикальную черту. Но если съ помощью регистрирующаго прибора заставить бумагу двигаться въ вертикальной плоскости съ постоянной скоростью и притомъ такой, чтобы отъ каждой сотой доли секунды оставался на бумагѣ замѣтный слѣдъ, сокращеніе мышцы опишетъ на бумагѣ кривую, вполне аналогичную изображенной на фиг. 32. Такая кривая позволяетъ проанализировать движеніе въ его малѣйшихъ деталяхъ. На ту же бумагу можно нанести черту, обозначающую моментъ, въ который мышцѣ было нанесено раздраженіе.

Зная скорость движенія бумаги, легко опредѣлить время, соответствующее отдѣльнымъ частямъ кривой.



Фиг. 33. — Схема миографа. Мышца *M*, сокращаясь, поднимает рычагъ *l*; свободный конецъ послѣдняго, снабженный кисточкой, пишетъ на передвигающейся пластинкѣ *R* кривую линію укороченія мышцы.

Употребленіе регистрирующаго аппарата введено въ физиологію *L u d w i g*'омъ (1847). Знаменитый лейпцигскій физиологъ примѣнялъ его для опредѣленія коле-



Фиг. 34. — Записывающій цилиндръ *M a g e u*, снабженный регуляторомъ *F o u c a u l t*.

Приборъ представленъ въ тотъ моментъ, когда его покрываютъ слоемъ копоти.

баній внутриартеріальнаго давленія; онъ устроилъ для этого вращающійся цилиндръ и снабжалъ пишущимъ поплавкомъ манометръ, показывавшій давленіе

крови (кимографъ). Спустя немного времени Vierordt описалъ аппаратъ (сфигмографъ), назначенный для нанесенія кривыхъ пульса. Затѣмъ Гельмгольцъ устроилъ первый миографъ. Магеу, впервые введшій регистрирующіе приборы въ употребленіе во Франціи, не мало потрудился надъ ихъ усовершенствованіемъ.

Въ настоящее время существуетъ много различныхъ записывающихъ приборовъ, но всѣ они могутъ быть отнесены къ немногимъ типамъ. Мы познакомимся съ наиболѣе употребительными изъ нихъ и опишемъ послѣдовательно: поверхность, на которой записывается кривая, пишущій рычагъ, способъ передачи движенія рычагу и наконецъ времяизмѣрительные приатки къ записывающимъ приборамъ.

Записывающая поверхность представляетъ прямоугольную плоскость въ нѣкоторыхъ приборахъ, предназначенныхъ для специальныхъ цѣлей (въ сфигмографѣ Магеу для записыванія пульса, въ миографѣ для сокращающейся мышцы).

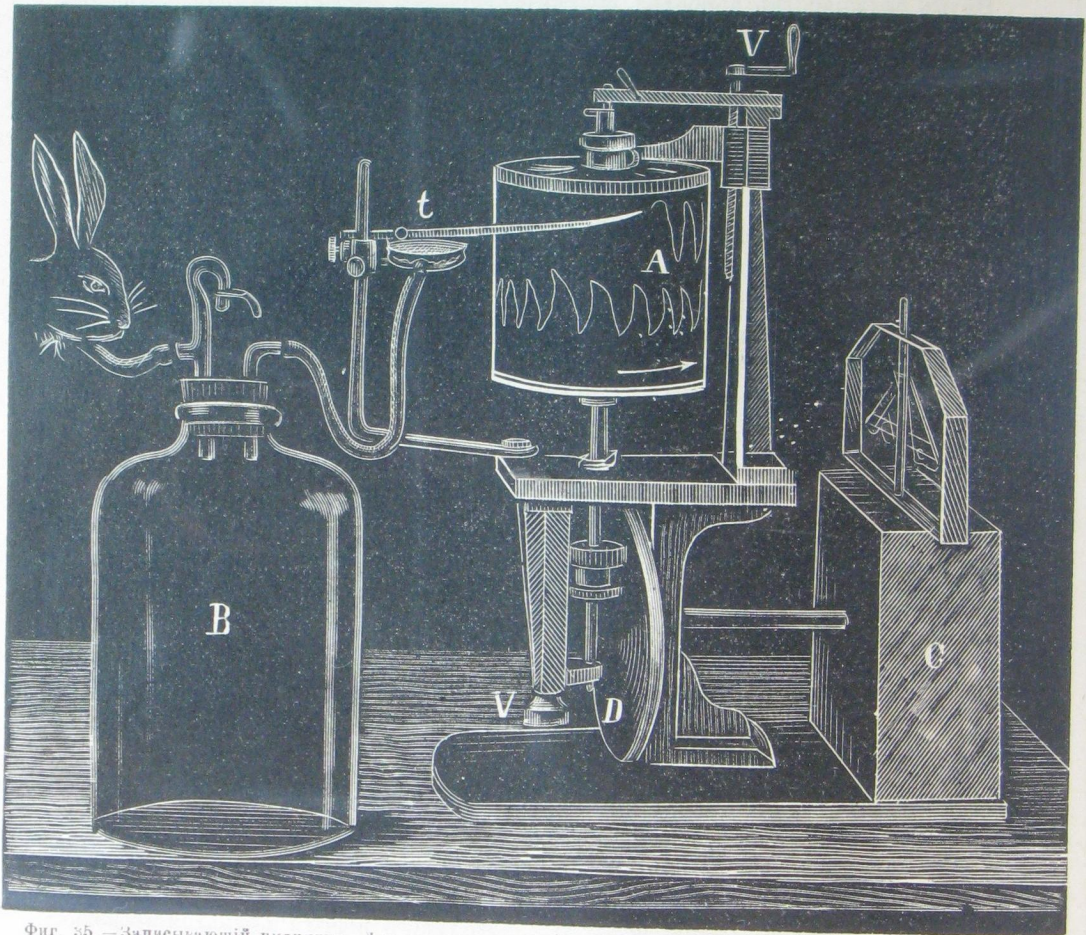
Но въ большинствѣ наиболѣе употребительныхъ регистрирующихъ аппаратовъ записывающая поверхность представляетъ простой листъ бумаги, которымъ обертываютъ цилиндръ, приводимый въ равномерное (приблизительно) движеніе.

На фиг. 34 представленъ цилиндръ Магеу'я, употребляемый всеми французскими физиологами. Онъ равномерно вращается вокругъ оси посредствомъ часового механизма (съ пружиною), помѣщенного въ ящикѣ справа. Надъ ящикомъ возвышается регуляторъ съ крылышками, обеспечивающій равномерность движенія. Приборъ снабженъ тремя осями, представляющими каждая различную скорость вращенія (одинъ оборотъ — окружность въ 40 сантиметровъ — въ $1\frac{1}{2}$ сек., въ 7 сек. и въ 60 сек.); благодаря этому, по желанію можно имѣть ту или другую скорость вращенія цилиндра. Бумагу покрываютъ тонкимъ слоемъ копоти, проводя ее надъ пламенемъ свѣчи или скипидарной лампочки. Заостренный кончикъ пера царапаетъ сажу и, почти не касаясь бумаги, чертитъ бѣлыя линіи на черномъ фонѣ.

Фиг. 35 представляетъ регистрирующій цилиндръ Ludwig'a, употребляемый почти во всѣхъ нѣмецкихъ лабораторіяхъ. Часовой механизмъ, содержащійся въ ящикѣ С, вращаетъ дискъ D; этотъ послѣдній своимъ треніемъ приводитъ во вращеніе ось цилиндра А. Различной скорости движенія цилиндра достигаютъ, поднимая и опуская при помощи винта V (внизу фиг.) колесико на оси, приводимое въ движеніе дискомъ D. Вращеніемъ винта V' (вверху фиг.) можно поднимать и опускать цилиндръ, подводя такимъ образомъ подъ перо различные пояса бумаги. Бумага и здѣсь также покрывается слоемъ сажи. Регистрирующимъ цилиндрамъ Магеу'я и Ludwig'a можно по желанію придать вертикальное или горизонтальное положеніе.

Ludwig построилъ также аппаратъ, въ которомъ бумага не вращается на цилиндрѣ, но непрерывно развѣрывается передъ кончикомъ пера. Въ этомъ случаѣ уже невозможно покрывать бумагу копотью; поэтому пишущій рычагъ снабженъ тонкою стеклянною трубкой, въ которую вставлена обмоченная въ цвѣтныя чернила кисточка. Треніе между концомъ такого рычага и бумагой нѣсколько значительнѣе, но за то этимъ достигается возможность полученія кривой за неопредѣленно большой промежутокъ времени. Кромѣ того, для сохраненія полученныхъ такимъ образомъ кривыхъ не нужно прибѣгать къ фиксаціи (закрѣпленію) ихъ при помощи лака, — способъ, которымъ сохраняютъ кривыя на закопченной бумагѣ. Этотъ приборъ Ludwig'a удобенъ для записыванія явленій большой продолжительности и притомъ такихъ, при которыхъ не требуется особенной точности въ деталяхъ. — Наконецъ существуютъ и другіе аппараты E. Hering'a Morat, Hürthle и др., представляющіе различные усовершенствованія.

Перо, которое чертитъ на заокоченной поверхности, представляетъ обыкновенно легкій рычагъ, оканчивающійся заостреннымъ концомъ (заостренный кусочекъ изъ китоваго уса или заостренное птичье перышко [заостренная полоска растительнаго пергамента]). Въ нѣкоторыхъ случаяхъ органъ, движенія котораго изучаютъ, прямо дѣйствуетъ на рычагъ; или же онъ соединяется съ нимъ при помощи короткихъ металлическихъ стерженьковъ. Такъ устроена большая часть миографовъ, сфигмографъ Магеу'я, кардіографы, служащіе для записыванія бійеній сердца лягушки и др. Во многихъ случаяхъ удобнѣе, однако, переносить записываемое движеніе на болѣе или менѣе значительное разстояніе. Благодаря этому, возможно даже изучать одновременно движенія различныхъ органовъ, записывать ихъ на одномъ и томъ же цилиндрѣ. Существующими для этого приемами мы и займемся теперь.



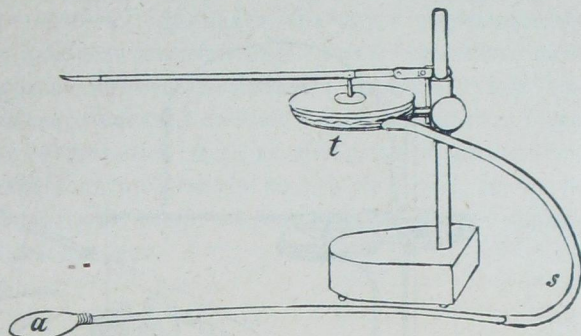
Фиг. 35.—Записывающій цилиндръ Л ю д в и г а, расположенный для записыванія дыхательныхъ движеній.

Передача движеній на разстояніе. — 1°. *Передача при помощи жидкости.* Если требуется записать измѣненія давленія какой-либо жидкости (напр. крови внутри артерій), то ихъ можно передать, чрезъ посредство трубки наполненной жидкостью, ртути манометра. Движенія ртути будутъ поднимать и опускать поплавочекъ съ приделаннымъ къ нему перомъ для записыванія (см. далѣе въ главѣ о *Кровяномъ давленіи* рисунокъ представляющій регистрирующій манометръ).

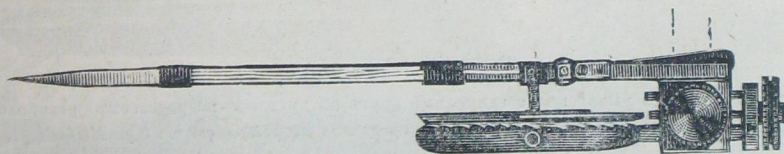
2°. *Передача при помощи воздуха.* Прием этот, изобретенный Урхам'ом (1859) и Вуйссон'ом (1866) был применен и доведен до высокой степени совершенства Магеу'ем. Представимъ себѣ, что тонкостѣнный шаръ *a* изъ каучука (фиг. 36) соединенъ трубкой, содержащей воздухъ, съ плоской коробкой *t*, затянутой сверху перепонкой изъ такого же тонкаго каучука. Каждое сжатіе, каждый толчекъ,

Фиг. 36. — Схема передачи движеній посредствомъ воздуха.

a пустой шаръ изъ каучука, соединенный посредствомъ трубки *s* съ барабаномъ *t*, снабженнымъ записывающимъ рычагомъ.

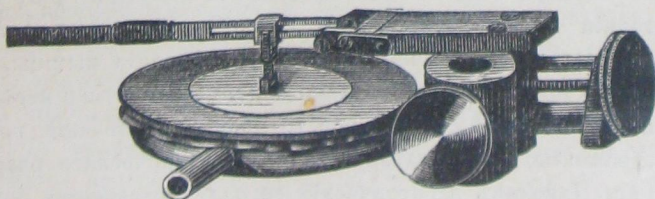


которымъ подвергается шаръ *a*, сопровождается введеніемъ части воздуха въ коробку *t* и слѣдовательно растяженіемъ ея. Если теперь соединить коробку *t* съ пишущимъ рычажкомъ, то послѣднему будутъ передаваться движенія шарика *a* и онъ запишетъ ихъ на цилиндрѣ въ видѣ нѣкоторой кривой. При употребленіи этого прибора достаточно привести шарикъ *a* въ соприкосновеніе съ тѣломъ, движенія котораго мы изучаемъ, чтобъ эти движенія передались пишущему перу.



Фиг. 37. — Мареевскій барабанъ съ рычагомъ, очень удобно располагающійся рядомъ съ другими записывающими приборами. (Магеу. *Methode graphique*).

Барабанчикъ Магеу'я представляетъ наиболѣе удачное примѣненіе принципа передачи движеній чрезъ средство воздуха. Онъ состоитъ изъ металлической коробки *t*, имѣющей широкое отверстіе на верхней стѣнкѣ, туго затянутое каучуковой перепонкой. Воздухъ коробки соединенъ трубкой съ воздухомъ шарика *a*. Всѣ движенія послѣдняго сообщаются коробкѣ *t* и ея перепонкѣ, которая снабжена длиннымъ пишущимъ рычагомъ. Фиг. 36 представляетъ барабанчикъ схематически, въ связи съ шарикомъ. Фиг. 37 и 38 передаютъ детали его устройства.

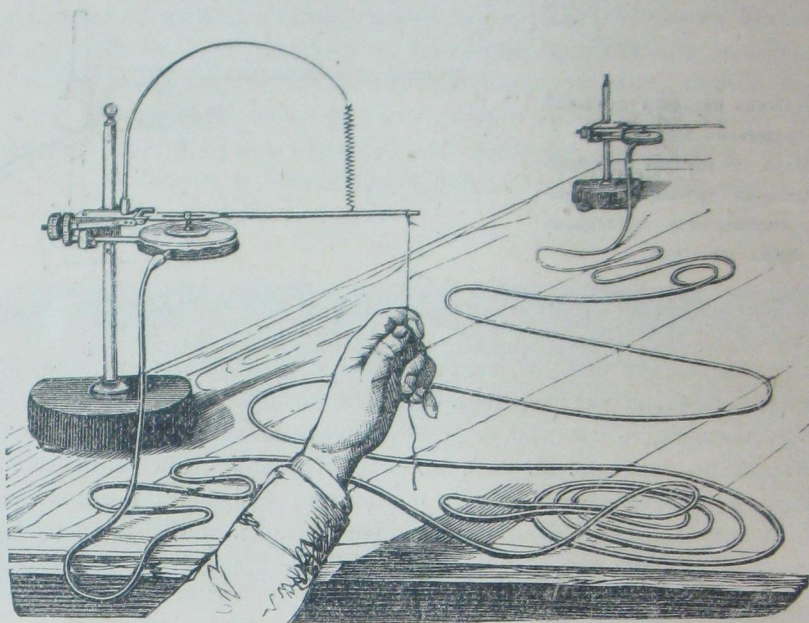


Фиг. 38. — Части въ устройствѣ барабана Магеу

Фиг. 39 представляетъ два сообщающихся между собою барабанчика. При такомъ устройствѣ, какъ показали Donders (1867), малѣйшее движеніе рычага одного изъ нихъ передается рычагу другого.

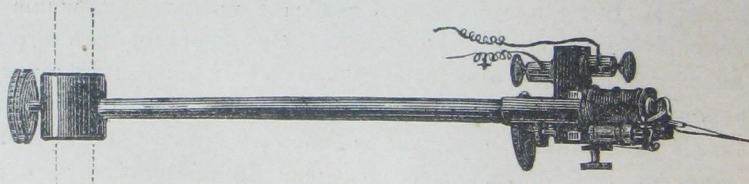


3°. *Передача при помощи электричества.* Некоторые движения могут быть записаны на расстоянии при помощи электрическаго тока, дѣйствующаго на электромагнитъ, снабженный пишущимъ перомъ. Сущность приѣма заключается въ томъ, что изучаемое движеніе замыкаетъ и прерываетъ токъ, проходящій черезъ электрическій сигналъ т. е. электромагнитъ, который при прохожденіи чрезъ



Фиг. 39.—Два сарабана съ рычагомъ, соединенные другъ съ другомъ посредствомъ резиновой трубки. Всякое движеніе, сообщенное первому рычагу, передается второму. (M a g e y. *Methode graphique*).

его спирали тока притягиваетъ къ послѣднимъ желѣзный якорь съ прикрѣпленнымъ къ нему пишущимъ перомъ, а въ моментъ прекращенія тока даетъ возможность якорю снова удалиться.

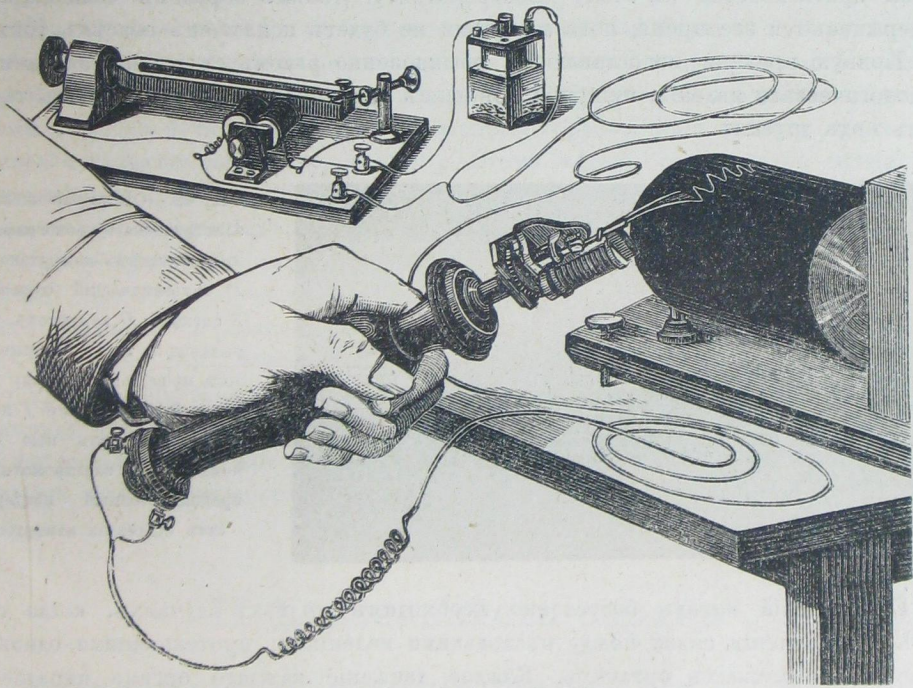


Фиг. 40.—Электро-магнитный отмѣтчикъ Марселя Депре (1/2 вел.).

Съ помощью электрическаго сигнала Marcel Deprez (фиг. 40) можно записать на разстояніи массу интересныхъ явленій: обозначать, напримѣръ, на кривой мышечнаго сокращенія точно моментъ раздраженія мышцы, отмѣтить на кривыхъ дыханія или кровообращенія точно моментъ перерѣзки извѣстнаго нерва (невротомы François Frank'a) или все то время, въ теченіе котораго нервъ подвергался раздраженію; можно сдѣлать запись электрическаго разряда электрическаго ската и пр. Наконецъ электрическій сигналъ оказываетъ большія услуги, позволяя контролировать съ его помощью скорость движенія регистрирующихъ аппаратовъ.

Записываніе времени и контроль надъ скоростью движенія регистрирующихъ аппаратовъ. Чтобы знать, какой проме-

жутокъ времени соответствуетъ каждой части кривой, нужно знать скорость, съ какой движется бумага, и уметь слѣдить за постоянствомъ этой скорости. Хронографы или аппараты, дающіе намъ кривую времени, удовлетворяютъ обѣимъ этимъ цѣлямъ. Для записыванія движеній, происходящихъ сравнительно медленно, можно воспользоваться обыкновенными секундными часами, заставивъ ихъ маятникъ дѣйствовать на пишущій рычагъ. Движенія рычага записываются прямо на бумагѣ регистрирующаго аппарата въ видѣ маленькихъ черточекъ; разстояніе между каждыми двумя черточками будетъ отвѣчать одной секундѣ (см. фиг. 62 М). Посредствомъ электрическаго сигнала движенія маятника могутъ быть перенесены и на разстояніе. Ludwig устроилъ часы, въ которыхъ вращающійся циферблатъ замыкаетъ электрическій токъ по желанію то черезъ 1 сек., то чрезъ 2 или 3 сек. и т. д., а пишущій электромагнитъ наноситъ на цилиндръ черты, соответствующія этимъ промежуткамъ времени.



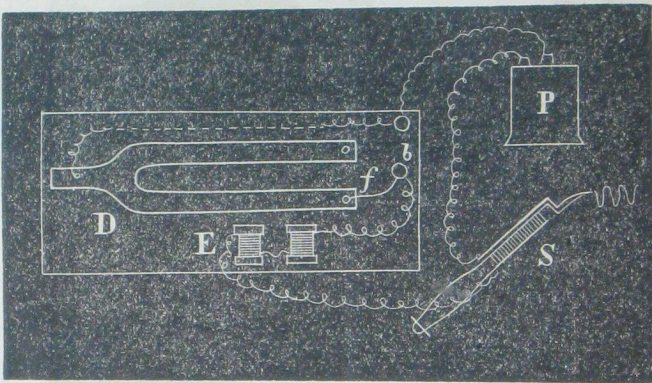
Фиг. 41.—Хронографъ, дѣлающій постоянно 100 колебаній въ секунду; прикладывается къ записывающему цилиндру рукой.

При изученіи быстрыхъ, трудно уловимыхъ движеній кривыя наносятся на поверхность,двигающуюся съ большей скоростью. Для опредѣленія продолжительности отдѣльныхъ частей кривой примѣняютъ камертоны, дѣлающіе определенное количество колебаній въ секунду: 25, 50, 100, 200... Къ одному изъ концовъ такого камертона придѣлывается пишущее перо. Последнее оставляетъ на законченной поверхности правильную волнообразную линію, каждая волна которой соответствуетъ одному колебанію, т. е. $\frac{1}{25}$ -ой, $\frac{1}{50}$ -ой, $\frac{1}{100}$ -ой, $\frac{1}{200}$ -ой секунды.

Присутствіе довольно объемистаго камертона въ близкомъ сосѣдствѣ съ записывающимъ аппаратомъ можетъ быть не всегда удобно; удобнѣе перенести его колебанія на разстояніе. Для этого примѣняютъ передачу чрезъ посредство воздуха: одинъ изъ концовъ камертона надавливаетъ на каучуковую перепонку металлической коробки, и по каучуковой трубкѣ это движеніе сообщается барабаничку Marey'a.

Гораздо чаще для перенесения движений камертона пользуются электрическим сигналом (фиг. 41 и 42). Камертонъ *D*, исполняющій одновременно и роль прерывателя, включенъ въ электрическую цѣпь *P* на ряду съ спиралью электрическаго сигнала *S*. Къ концу одной изъ двухъ вѣтвей камертона приделана платиновая ниточка *f*, которая, сопровождая всѣ колебанія этой вѣтви, при каждомъ колебаніи приходитъ въ соприкосновеніе со столбикомъ *b* и замыкаетъ на короткое время токъ. Если камертонъ дѣлаетъ въ секунду 100 полныхъ колебаній, то электрическій токъ въ теченіи этого времени будетъ замкнутъ и прерванъ сто разъ, а электромагнитъ сто разъ притянетъ желѣзный якорь съ пишущимъ остриемъ; послѣдній начертитъ столько же извилинь, какъ и самъ камертонъ. Токъ проходитъ вмѣстѣ съ тѣмъ и черезъ двойной электромагнитъ *E*, назначеніе котораго — поддерживать колебанія самого камертона: вѣтвь камертона сдѣлана изъ желѣза и разъ начавши свои колебанія, она съ каждымъ замыканіемъ тока слегка притягивается къ этому электромагниту; такимъ образомъ колебанія ея поддерживаются все время, пока изъ цѣпи не будетъ исключенъ совсѣмъ токъ.

Кривую времени сопоставляютъ обыкновенно рядомъ съ кривой изучаемаго физиологическаго явленія; пишущіе концы въ такомъ случаѣ располагаютъ точно одинъ подъ другимъ.



Фиг. 42.—Схема расположенія электрическаго хронографа съ прерывателемъ-камертономъ. *P* гальваническій элементъ; *S* сигналъ; *D* камертонъ, прерывающій токъ. Прерываніе тока происходитъ между платиновой проволокой *f* и находящимся надъ нею борномъ *b*.—*E* электромагнитъ, предназначенный поддерживать колебанія камертона.

Графическій методъ безусловно необходимъ въ тѣхъ случаяхъ, когда дѣло идетъ объ изученіи связи между нѣсколькими явленіями, протекающими одновременно въ различныхъ органахъ. Каждое движеніе cadaго органа передается соотвѣтствующему барабанчику; всѣ барабанчики располагаются въ рядъ, одинъ возлѣ другого и чертятъ свои кривыя на одномъ и томъ-же регистрирующемъ цилиндрѣ. Если позаботиться о томъ, чтобы при записываніи явленія не опустить ничего существеннаго, записать рядомъ кривую времени и обозначить моментъ раздраженія нерва или же тѣ моменты, въ которые происходятъ измѣненія въ условіяхъ опыта, то полученные кривыя представляютъ каждый процессъ во всей его полнотѣ и передадутъ различныя измѣненія, происходящія въ немъ, съ бѣльшей полнотой, чѣмъ этого можно было-бы достигнуть подробнымъ описаніемъ.

Фотографическая записъ.—Если записываемыя движенія слишкомъ ничтожны, чтобы вызывать замѣтныя передвиженія рычага, то съ большимъ успѣхомъ прибѣгаютъ къ фотографической записи тѣни движущагося предмета. Для этого ярко освѣщаютъ предметъ при помощи электрической лампочки (или друмондовымъ свѣтомъ) и получающуюся тѣнь направляютъ черезъ узкую щель въ фотографическую камеру на чувствительную поверхность, которую заставляютъ

равномѣрно двигаться передъ щелью. Въ качествѣ чувствительной поверхности можетъ служить обыкновенный регистрирующій цилиндръ, завернутый въ бумагу, покрытую смѣсью желатины съ бромистымъ серебромъ. Подвергнутая дѣйствию свѣта бумага снимается съ цилиндра и разворачивается въ растворѣ щавелево-кислаго желѣза, потомъ сѣрноватистокислаго натрія, затѣмъ въ квасцахъ, послѣ чего высушивается. Получается негативъ; тѣнь, падавшая на бумагу, оставляетъ по себѣ бѣлый слѣдъ на темномъ фонѣ. Если приходится имѣть дѣло съ очень быстрыми движеніями, то вмѣсто бумаги употребляютъ сухія пластинки изъ того же состава, которыя оказываются болѣе чувствительными.

Czermak, Marey, Page и Sanderson, Тархановъ, Беллярминовъ, Цибульскій, Нерманн и др. пользовались этимъ приѣмомъ. Недавно онъ былъ примѣненъ мною для полученія фотографической записи электрическихъ колебаній сердца собаки при помощи электрометра Lippmann'a и рядомъ съ ними кардіографической кривой.

Marey далъ названіе *фотохронографии* фотографическому методу записыванія нѣсколько отличному отъ только что описаннаго и примѣняемому главнымъ образомъ въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ приходится имѣть дѣло съ быстрыми перемѣщеніями тѣла, на пути котораго нельзя поставить препятствія (полетъ птицъ, бѣгъ и ходьба человѣка или четвероногихъ). Этотъ методъ состоитъ въ снятіи ряда моментальныхъ фотографій съ движущагося предмета, захватывающихъ его въ различныхъ положеніяхъ, смѣняющихъ одно другое черезъ равныя промежутки времени и продолжающихся чрезвычайно недолго, не болѣе $\frac{1}{2,000}$ -ой секунды. Такимъ образомъ получается послѣдовательный рядъ изображеній, представляющихъ предметъ въ различныхъ фазахъ его движенія. Чѣмъ ярче освѣщенъ предметъ и темнѣе фонъ, тѣмъ лучшіе получаются результаты. Съ помощью подобной фотохронографии Marey'емъ и Muybridge изучены полетъ птицъ и различныя движенія человѣка и лошади. — Onimus въ 1865 г. примѣнилъ методъ близкій къ фотохронографіи для полученія фотографическихъ снимковъ сердца въ различныхъ фазахъ его сокращенія.

II. Дѣятельность сердца.

Ритмическія сокращенія сердца. Каждый періодъ сердца имѣетъ три фазы: 1° *пауза*, т. е. покой предсердій и желудочковъ; 2° сокращеніе или *систола* предсердій; 3° сокращеніе или *систола* желудочковъ. Начнемъ съ паузы.

1-ая фаза, *пауза* (*fga* фиг. 43). Оба предсердія пассивно наполняются кровью, которую доставляютъ въ правое предсердіе *venaе савае*, въ лѣвое — *venaе pulmonales*. Главная причина притока крови лежитъ въ отрицательномъ давленіи, свойственномъ полости грудной кѣтки (см. гл. о дыханіи), и въ ослабленномъ состояніи стѣнокъ предсердій ¹⁾.

Однако уже на нѣкоторомъ разстояніи отъ сердца давленіе въ большихъ венозныхъ стволахъ становится положительнымъ; въ легочныхъ венахъ, изолированныхъ своимъ положеніемъ отъ присасывательнаго дѣйствія грудной

¹⁾ Давленіе было измѣрено Адамкевичемъ и Якобсономъ въ перикардіи у собаки, овцы и др. Оно каждый разъ было найдено отрицательнымъ: отъ —3 мм. до —5 мм. ртутн.

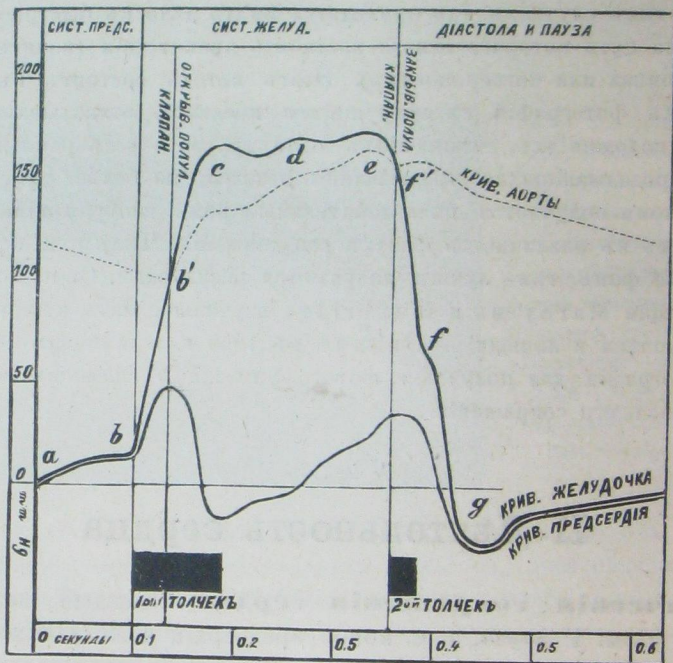
полости, оно также положительно. Этимъ объясняется отсутствіе въ этихъ венахъ, при впаденіи ихъ въ сердце, клапановъ.

Отрицательное давление, развивающееся въ желудочкахъ непосредственно за сокращеніемъ (*Vacuité post-systolique* Мареуя), распространяется и на предсердія и оказываетъ здѣсь въ началѣ діастолы желудочковъ то-же присасывающее дѣйствіе на притекающую кровь (см. фиг. 43 *g*).

Въ теченіи всей паузы предсердія увеличиваются въ объемѣ отъ притока венозной крови, и въ связи съ этимъ внутри ихъ происходитъ постепенное возрастаніе давленія, выражающееся легкимъ поднятіемъ кривой записывающаго манометра.

Атріо-вентрикулярные клапаны впродолженіе всей паузы остаются открытыми; желудочки наполняются кровью, и давленіе внутри ихъ обнаруживает также легкое повышеніе.

Давленіе въ сердцѣ однако продолжаетъ оставаться ниже атмосфернаго (нуля манометра см. фиг. 43).



Фиг. 43.—Записи давления, сдѣланныя одновременно въ лѣвомъ предсердіи, въ лѣвомъ желудочкѣ и въ аортѣ, на собакѣ.—*ab* систола предсердія; *bcdef*⁴ систола желудочка; *b* и *f* открываніе и закрываніе полулунныхъ заслонокъ аорты.

NR. Вместо вырезанных на фигуре слов: «1-й толчек», «2-й толчек» надо читать: «1-й толк», «2-й толк».

2-ая фаза. *Систола или сокращение одновременное обоих предсердий* (при покоѣ желудочковъ). Сокращеніе предсердій начинается въ части венъ ближайшей къ сердцу; оно распространяется въ формѣ перистальтической волны по направленію къ предсердіямъ, которыя вслѣдъ затѣмъ охватываются ею разомъ. Оба предсердія сокращаются одновременно съ ушками и гонятъ кровь въ желудочки черезъ атрио-вентрикулярныя отверстія. Продолжительность систолы предсердій крайне незначительна въ сравненіи съ продолжительностью другихъ фазъ сердечнаго сокращенія (аѳъ фиг. 43). Давленіе, подѣ которымъ кровь выталкивается изъ предсердій, не велико, и этимъ объяс-

няется, почему кровь не возвращается въ сосѣднія вены, а направляется въ желудочки, гдѣ давленіе въ это время отрицательное.

Легкое увеличеніе давленія, соотвѣтствующее систолѣ предсердій, распространяется и на содержимое желудочковъ и обнаруживается какъ на кривой предсердій, такъ и на кривой желудочковъ небольшими подъемами *ab* (фиг. 47).

3-я фаза. *Систола или одновременное сокращеніе обоихъ желудочковъ* (діастола или покой предсердій).

Во время систолы предсердій оба желудочка наполнились кровью; затѣмъ они разомъ сокращаются и становятся очень упругими. Вслѣдствіе возрастающаго такимъ образомъ давленія атрио-вентрикулярные клапаны откидываются до соприкосновенія другъ съ другомъ своими краями и преграждаютъ тѣмъ самымъ оттокъ крови въ предсердія. *Chordae tendineae* натягиваются, и это вмѣстѣ съ сокращеніемъ капиллярныхъ мышцъ удерживаетъ клапаны на мѣстѣ, способствуя герметическому закрытію отверстія и не давая клапанамъ вывернуться въ полость предсердія. Мышечныя волокна, заложенныя въ самихъ клапанахъ, быть можетъ, также участвуютъ въ этомъ актѣ (Paladino 1876).

Захлопываніе атрио-вентрикулярныхъ клапановъ и отбрасываніе ихъ въ сторону предсердій производитъ на содержимое послѣднихъ дѣйствіе настоящаго толчка, вслѣдствіе чего происходитъ увеличеніе давленія въ предсердіяхъ (*bb'*, кривая предсердія на фиг. 43) и образованіе положительной волны, которая распространяется до устьевъ венъ.

Дрожаніе клапановъ *mitrales* и *tricuspidales* при ихъ захлопываніи способствуетъ происхожденію *перваго тона сердца*, который начинается одновременно съ систолой желудочковъ.

Какъ только давленіе въ лѣвомъ желудочкѣ сдѣлается больше давленія крови въ аортѣ, что наступаетъ нѣсколько сотыхъ секунды спустя послѣ начала систолы желудочковъ (*retard essentiel* Chauveau и Marey'я, 0,02"—0,04" у собаки и 0,4"—0,7" у человека—*Anspannungszeit* Геймцевъ), полулунные клапаны открываются, и лѣвый желудочекъ начинаетъ выбрасывать свою кровь въ аорту (отъ 60 до 100 gr); въ то же время правый желудочекъ выбрасываетъ свою кровь въ легочную артерію (тоже отъ 60 до 100 gr.)¹⁾.

Пока продолжается опорожненіе желудочковъ, ихъ стѣнки остаются сокращенными, и давленіе держится на высокомъ уровнѣ (15—20 сантим. для лѣваго желудочка по Marey и Chauveau, Golz'у и Gaul'e'у, Hürthle'у и др.; 3—5 сантим. Hg въ правомъ желудочкѣ). Кривая давленія въ началѣ систолы показываетъ быстрое поднятіе *bc* (фиг. 43), за которымъ слѣдуетъ почти горизонтальная часть *cde*, извѣстная подъ названіемъ *plateau systolique*. Эта часть кривой представляетъ нѣкоторую волнистость (3 у собаки, человека и др. *c*, *d* и *e*), относительно значенія которой среди физиологовъ существуетъ разногласіе. На мой взглядъ, колебанія волнистости соотвѣтствуютъ тремъ простымъ мышечнымъ сокращеніямъ, изъ которыхъ слгается систола желудочковъ. Послѣдняя, по моему мнѣнію, не есть простое сокращеніе (Marey и большинство физиологовъ), но *тетаническое*.

¹⁾ Количество крови, выбрасываемое каждымъ желудочкомъ, прежде считалось равнымъ 180 gr., величина, представляющая емкость разслабленнаго желудочка. Эта цифра слишкомъ велика. Желудочекъ обыкновенно не успѣваетъ наполниться до своего maximum'a въ теченіи діастолы; съ другой стороны есть основанія думать, что желудочекъ не опорожняется вполнѣ въ продолженіи систолы.

Когда сокращеніе желудочка и выбрасываніе изъ него крови окончено, давленіе претерпѣваетъ рѣзкое уменьшеніе, и манометръ даетъ быстрое паденіе кривой (*ef* фиг. 43). Въ этотъ моментъ, благодаря высокому давленію въ аортѣ (и въ легочной артеріи), полулунные клапаны отбрасываются отъ стѣнокъ по направленію другъ къ другу и не позволяютъ крови вернуться назадъ въ желудочки. Замыканіе этихъ клапановъ производитъ короткій звукъ захлопыванія (*второй тонъ сердца*). Въ то же время открываются атрио-вентрикулярные клапаны.

Систола желудочковъ сопровождается измѣненіемъ сердца въ консистенціи и формѣ и вмѣстѣ съ тѣмъ его вращательнымъ движеніемъ. Стѣнки желудочковъ, мягкія и вылиы въ фазѣ расслабленія, легко уступающія въ это время давленію пальца, быстро твердѣютъ въ моментъ систолы и отталкиваютъ нажимающій палецъ. Основаніе сердца эллиптическое и слегка сплюсченное въ поперечномъ направленіи (разумѣется идеальный разрѣзъ) въ покой, во время систолы принимаетъ почти круглую пору (Ludwig 1848). Въ то же время происходитъ легкое вращеніе желудочковъ вокругъ ихъ вертикальной оси, вращеніе слѣва направо и сзади напередъ, вслѣдствіе чего во время систолы увеличивается часть поверхности лѣваго желудочка обращенная впередъ (Kürschner 1844).

Во время систолы сердце совершаетъ еще одно перемѣщеніе, очень важное съ точки зрѣнія венознаго кровообращенія и притока крови въ предсердія именно опусканіе внизъ атрио-вентрикулярной границы. При каждомъ сокращеніи основаніе и верхушка сердца приближаются другъ къ другу, но такимъ образомъ, что перемѣщеніе совершаетъ только основаніе, верхушка-же не измѣняетъ своего положенія и отношенія къ прилежащимъ органамъ. Это движеніе основанія сердца можно констатировать на живомъ животномъ, не прибѣгая къ вскрытію грудной клѣтки. Игла, воткнутая черезъ грудную стѣнку, въ мышечное вещество сердца ясно обнаруживаетъ это перемѣщеніе основанія (Jung, 1836; Schiff, 1849; Moleschott, 1862).

Если верхушка сердца не поднимается и не опускается во время систолы, то это потому, что ея движеніе по направленію къ основанію сердца компенсируется обратнымъ толчкомъ (баллистическая отдача), который получаетъ сердце во время выбрасыванія желудочками крови (а это производитъ и нѣкоторое удлинненіе большихъ артеріальныхъ стволовъ въ ихъ основаніи). Во время систолы верхушка сердца подается впередъ, производитъ какъ-бы толчекъ въ грудную стѣнку, который ощущается въ формѣ болѣе или менѣе сильнаго сотрясенія (Ludwig, 1849)¹⁾. Отдача сердца во время систолы и перемѣщеніе внизъ основанія сердца производятъ въ моментъ сокращенія желудочковъ увеличеніе полости предсердій; отсюда—рѣзкое пониженіе давленія въ предсердіяхъ (которое слѣдуетъ за его повышеніемъ, совпадающимъ съ началомъ систолы желудочковъ и съ захлопываніемъ атрио-вентрикулярныхъ клапановъ) и присасываніе крови изъ большихъ венъ. Въ моментъ систолы сердце дѣйствуетъ, какъ насосъ, который съ каждымъ ударомъ поршня толкаетъ кровь въ артеріи и присасываетъ ее изъ венъ.

Венозная кровь продолжаетъ притекать въ предсердія въ продолженіи всего времени сокращенія желудочковъ; этимъ обуславливается постепенное поднятіе кривой давленія въ предсердіяхъ, видимое на фиг. 43.

Вернемся къ явленіямъ, протекающимъ въ желудочкахъ въ моментъ,

¹⁾ Ludwig, Zeitsch. f. rat. Medicin, 1849.

когда систола сменяется диастолой. Давление в желудочках в этот момент обнаруживает быстрое и сильное падение; может упасть значительно ниже 0 манометра. Другими словами в желудочках в момент полного расслабления их стенок развивается отрицательное давление, которому Marey дал название *пост-систолической пустоты* и которому на кривой желудочков и предсердий (атрио-вентрикулярные клапаны в этот момент открыты) соответствует более или менее резко выраженное углубление. Существование такого отрицательного давления в желудочках Goltz и Gaule¹⁾ констатировали, при помощи ртутного манометра с клапаном, на собаках со вскрытой грудной клеткой, у которых, следовательно, было устранено влияние плевральной пустоты.

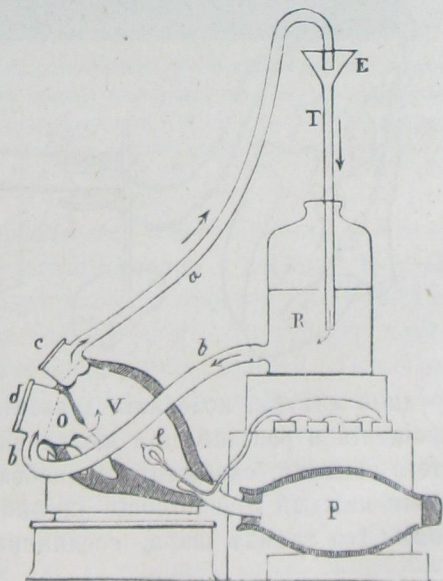
Относительно причины или причин пост-систолической пустоты среди физиологов существует разногласие.

Способы изучения механизма сердца. — Для изучения движений сердца пользуются следующими приемами: прежде всего непосредственное наблюдение сердца на живых животных со вскрытой грудной клеткой: на лягушке, зайце, собаке, лошади (у млекопитающих при этом необходимо прибегать к искусственному дыханию); затем ощупывание внешней поверхности сердца; исследование внутренней поверхности предсердий и желудочков, при посредстве указателя, введенного чрез вершину правого или левого ушка; фотографирование сердца в различные фазы его движения (хронофотография).

Все это может быть повторено на сердце вырезанном, но еще бьющемся.

Записывание изменений давления внутри полости сердца, изменений объема сердца, изменений в твердости стенок его, изучение мышечного сокращения производимого им и пр. (см. кардиографы).

Фиг. 44. — Схема прибора Gad'a для показания игры заслонок сердца. О левое предсердие с вдвиганным в него окошечком *d* и сообщаемое с трубкой *b* для притока воды; *V* левый желудочек, освещаемый посредством лампы *e* и сообщаемый с грушей *P* с окошечком, вдвиганное в капсулу в аорте; *a* трубка каучуковая, отводящая воду из сердца в резервуар *R*.



Опыт Gad'a. Движения клапанов сердца можно хорошо наблюдать на вырезанном сердце быка (прием Gad'a), если заставить протекать воду чрез левое предсердие и левый желудок (фиг. 44).

¹⁾ Goltz и Gaule, Pflüger's Archiv, 1878, XVII, стр. 100.

Круглое стеклянное окошечко *d* позволяет видѣть внутренность лѣваго предсердія и желудочка и слѣдить за движеніями митральныхъ клапановъ; оно вдѣлано въ отверстіи канюли, введенной въ стѣнку лѣваго предсердія. Окошко *e*, вставленное въ канюлю, введенную въ начало аорты, позволяетъ слѣдить за движеніями полулунныхъ клапановъ. Внутренность желудочка освѣщается маленькой лампочкой накаливанія *l*.

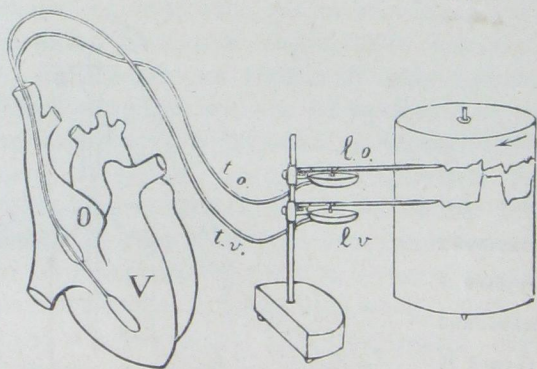
Гутаперчевая груша *P* сообщается съ внутренностью желудочка. Сжимая ее рукой, прогоняють воду въ желудочекъ и получаютъ явленія систолы: замыканіе митральныхъ клапановъ, открываніе полулунныхъ и потокъ жидкости въ аорту. Съ боку аортальной канюли придѣлана длинная каучуковая трубка, отводящая воду въ резервуаръ *R*.

Какъ только прекращають сжимать грушу *P*, послѣдняя по своей эластичности принимаетъ свой прежній объемъ и производитъ энергическое всасываніе жидкости изъ желудочка (пост-систолическую пустоту). Трубка *b* проводитъ воду изъ резервуара *R* въ предсердіе *O*.

Сжимая и разслабляя поочередно грушу *P*, подражаютъ такимъ образомъ дѣйствию сердечныхъ систолъ и прогоняють потокъ жидкости чрезъ желудочекъ *V*, трубку *a*, представляющую аорту, резервуаръ *R*, трубку *b*, симулирующую вены, и черезъ предсердіе *O*; при этомъ происходитъ попеременное открываніе и закрываніе и тѣхъ и другихъ клапановъ. Послѣ демонстраціи сердце съ канюлями помѣщается въ 10% растворъ хлораля, въ которомъ оно и хранится.

Кардіографы.—Точное изученіе механизма сердца возможно только при употребленіи графическаго метода. Для записыванія движеній сердца существуютъ приборы, называемые *Кардіографами*.

Chauveau и Marey ¹⁾ записывали на живой лошади, не вскрывая



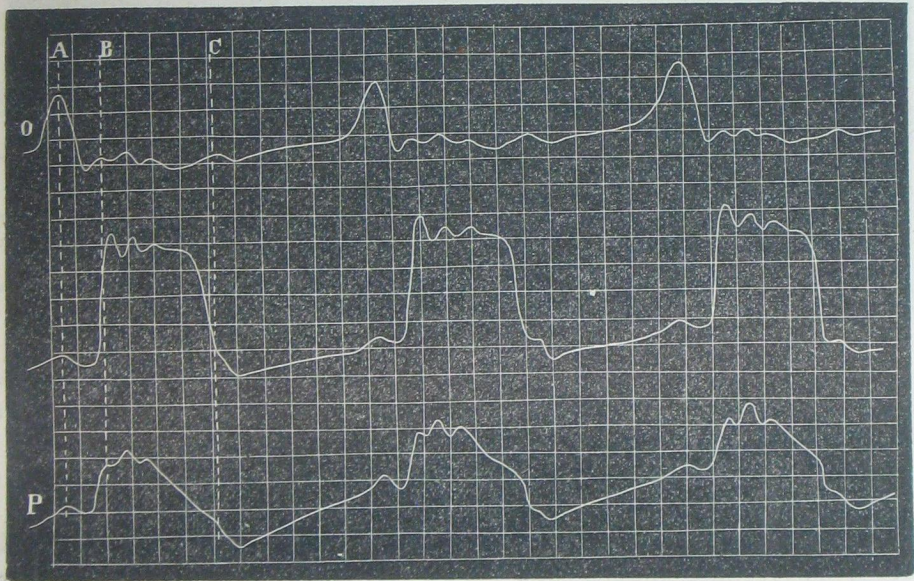
Фиг. 45—Схема, представляющая сердечный зондъ Шово и Марей, введенный въ правую половину сердца. Ампула въ желудочкѣ *V* передаетъ измѣненія давленія при посредствѣ трубки *t*, записывающему барабану *l.e*. Ампула въ предсердіи *O* дѣйствуетъ такимъ же образомъ чрезъ трубку *t.o*. на барабанъ съ рычагомъ *l.o*.

Кривыя записываются на цилиндрѣ.

грудной кѣтки, колебанія давленія крови въ сердцѣ въ различныя фазы сокращенія и расслабленія желудочковъ и предсердій. Они пользовались для этого зондами, снабженными небольшими эластическими шарами, соединенными каждый при помощи длинной трубки съ записывающимъ барабанчикомъ. Два такихъ шара, соединенные въ одинъ приборъ, вводились черезъ

¹⁾ Marey и Chauveau, Mém. Acad. Méd. 1863, XXVI, стр. 268; Marey, *La circulation du sang*; Edgren, Skand. Arch. f. Physiol. 1889, стр. 67; Leon Fredericq, Arch. de Biologie, 1888; Centralbl. f. Physiol., 1891; Hürthle, Pflüger's Archiv, 1891, XLIX, стр. 29; Roy et Adam, The practitioner, 1890; Rolleston, Journal of Physiology, 1887, VIII, стр. 424.

vena jugularis, одинъ въ правое предсердіе, другой въ правый желудочекъ. Фиг. 45 представляетъ схематически эту часть аппарата. Третій шаръ они вводили въ carotis и проталкивали до лѣваго желудочка. Или же при помощи его можно начертить кривую сердечнаго толчка (фиг. 46, Р). Каждое увеличеніе давленія сжимаетъ воздухъ въ шарѣ, движеніе передается по трубкѣ записывающему барабану и заставляетъ подниматься кончикъ пера; каждому уменьшенію давленія соотвѣтствуетъ опусканіе пера. Фиг. 46 воспроизводитъ часть кривыхъ полученныхъ при помощи этого метода. На ней можно видѣть послѣдовательный ходъ описанныхъ нами трехъ фазъ и судить объ ихъ относительной продолжительности: короткая систола предсердій, сравнительно продолжительная систола желудочковъ и пауза.

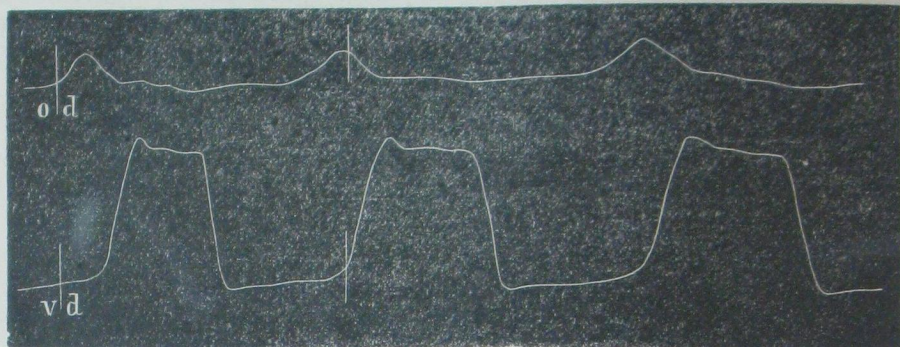


Фиг. 46.—Кривыя, полученныя посредствомъ сердечнаго зонда, введеннаго въ правую половину сердца и посредствомъ прибора, записывающаго толчокъ сердца.—*O* кривая, записанная правымъ предсердіемъ; *V* кривая праваго желудочка; *P* толчекъ сердца; *A* систола предсердія; отъ *B* до *C* систола желудочка; *C* закрываніе полулунныхъ заслонокъ легочной артерій. Горизонтальныя линіи квадратовъ соотвѣтствуютъ одной десятой секунды. (По Шово и Марей).

Подобные этому приборы были употребляемы Hürthle'емъ, Roу и Adamі и авторомъ при изученіи пульсацій сердца у собаки. Фиг. 43 представляетъ кривыя давленія внутри желудочковъ и предсердій. Всѣ детали этихъ кривыхъ уже описаны выше за исключеніемъ выступа *f*, который часто бываетъ ниже, тамъ, гдѣ кончается паденіе кривой. Выступъ этотъ виденъ также на кривыхъ лошадинаго сердца, представленныхъ на фиг. 46 (по линіи *C*). По мнѣнію Marey и Chauveau онъ соотвѣтствуетъ сотрясенію отъ замыканія полулунныхъ клапановъ. Я не могу согласиться съ этимъ объясненіемъ: по моимъ наблюденіямъ эти выступы никогда не совпадаютъ съ замыканіемъ этихъ клапановъ (*f'*) и вторымъ тономъ сердца, но происходятъ нѣсколько позднѣе, когда клапаны уже замкнуты. Мнѣ кажется, что выступъ *f* соотвѣтствуетъ потоку крови изъ предсердій въ желудочки въ моментъ, когда развивается пост-систолическая пустота (flot de l'oreillette de Chauveau et Marey).

Сердце лягушки, хотя анатомически сильно отличается отъ сердца млекопитающихъ (одинъ желудочекъ и два предсердія), однако по своей дѣя-

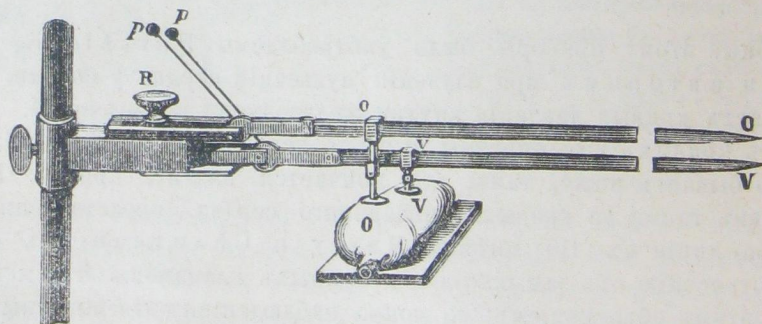
тельности представляет съ нимъ большую аналогію и даетъ кривую съ ясно различаемою систолой предсердій, систолой желудочка и паузой. Фиг. 48 представляетъ очень простой аппаратъ, служащій для одновременнаго начертанія кривой движеній предсердія *O* и желудочка *V*. Во время паузы сердце уплощено, расслаблено, и оба рычага опущены. Во время систолы предсердій ихъ стѣнки твердѣютъ, принимаютъ шарообразную форму и поднимаютъ рычагъ *O*. Рычагъ *V* поднимается такимъ же образомъ подъ вліяніемъ систолы желудочка.



Фиг. 47.—Кривыя пульсацій сердца, записанныя на женщинѣ съ эктопіей сердца. *O. d.* кривая праваго предсердія; *V d.* кривая праваго желудочка (по Франсуа Франку).

François Frank (1877) имѣлъ возможность записать движенія предсердій и желудочковъ у одной женщины съ эктопіей сердца, прикладывая регистрирующіе аппараты непосредственно къ поверхности кожи. Фиг. 47 представляетъ полученные имъ кривыя.

Толчекъ сердца. Прикладывая руку къ области сердца на уровнѣ пятого межребернаго промежутка, нѣсколько книзу и кънутри отъ лѣваго соска (у мужчинъ), можно ощущать къ каждой систолѣ желудочковъ легкое приподнятіе, сопровождающееся сотрясеніемъ грудной стѣнки; это такъ называемый *толчекъ сердца*. Тоже явленіе наблюдается и у другихъ млекопитающихъ.

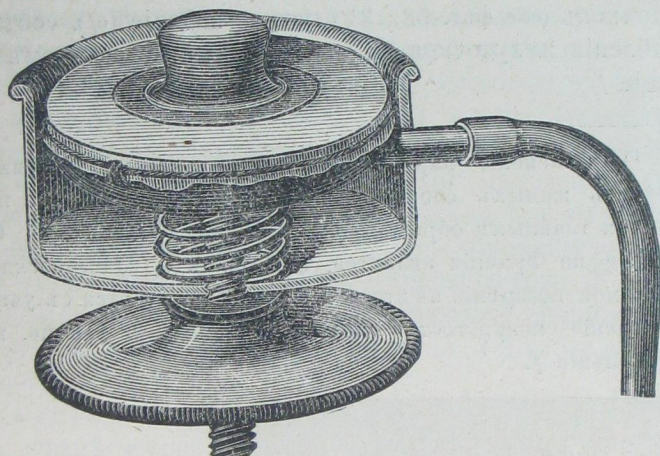


Фиг. 48.—Двойной кардіографъ Франсуа Франка для сердца лягушки. *O* предсердіе со своимъ рычагомъ; *V* желудочекъ со своимъ рычагомъ.

Толчекъ сердца не обусловленъ, какъ это можно подуматъ изъ его названія, перемѣщеніемъ верхушки сердца, первоначально отстоящей отъ грудной стѣнки и затѣмъ ударяющейся въ нее въ моментъ сокращенія. Верхушка сердца не мѣняетъ своего мѣста, но желудочекъ округляется и дѣлается

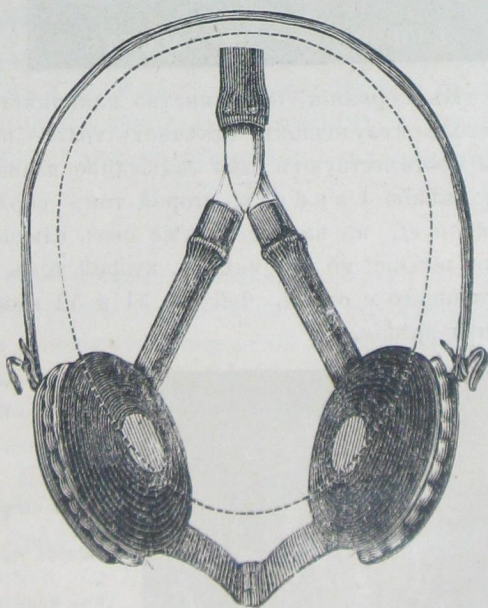
тверже, а потому сильнее надавливаетъ на грудную стѣнку, откуда и происходитъ ея сотрясене (J. Müller, 1835; Donders, 1859; Ludwig, 1849; Marey).

Marey устроилъ нѣсколько приборовъ, позволяющихъ записать движеніе грудной стѣнки, обусловленное сердечнымъ толчкомъ. Въ составъ каждаго изъ такихъ приборовъ входитъ барабанъ съ воздухомъ, прикладываемый къ грудной стѣнкѣ на уровнѣ пятого межреберного промежутка, и передающій свои движенія барабану съ пишущимъ рычагомъ. Фиг. 49 пред-



Фиг. 49.—Кардиографъ Марея для изслѣдованія сердечнаго толчка у человѣка.

ставляетъ подобный барабанъ, служащій для записыванія толчка сердца у человѣка. Фиг. 50 представляетъ аппаратъ этого рода, приспособленный къ



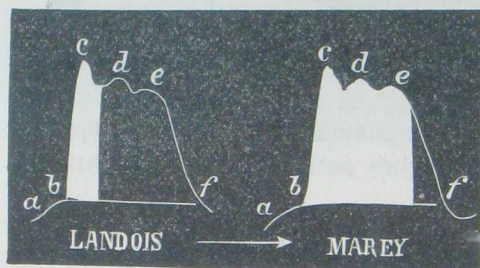
Фиг. 50 — Кардиографъ Марея съ двумя барабанами для сердечнаго толчка для маленькихъ животныхъ. Аппаратъ разсматривается укрѣпленнымъ вокругъ груди кролика, периметръ которой изображенъ эллиптической пунктированной линіей.

небольшимъ животнымъ (морской свинкѣ, кролику); онъ воспринимаетъ одновременно движенія отъ лѣвой и правой стороны груди и передаетъ сумму ихъ записывающему барабанчику. Такой приборъ употребляется въ особенности въ тѣхъ случаяхъ, когда біенія сердца слишкомъ часты

чтобы их можно было считать съ увѣренностію. Brondgeest (1873), Burdon Sanderson (1873), Grunmach (1876), Knoll (1879), Edgren, Roy и Adami, Hürthle, Haugcraft и др. устроили подобные же инструменты.

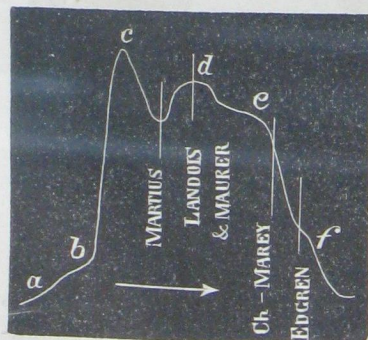
Кривая толчка (см. фиг. 51 и 53), получаемая на мѣстѣ верхушки сердца вполнѣ повторяютъ собою кривыя, получаемыя съ помощью кардіографическаго зонда (*типичныя кривыя*). Въ нихъ различаютъ: 1° небольшую волну, соответствующую систолѣ предсердій (*ab* фиг. 52); 2° рѣзкое поднятіе, за которымъ слѣдуетъ plateau systolique, соответствующее систолѣ желудочковъ (*cde* фиг. 52); 3° быстрое паденіе (*ef*), соответствующее фазѣ ослабленія желудочковъ и представляющее на своемъ пути небольшое возвышеніе *f*.

1) Объясненіе кардіографическихъ кривыхъ до сихъ поръ еще составляетъ предметъ живыхъ споровъ въ средѣ физиологовъ. Въ предшествовавшемъ изложеніи я главнымъ образомъ придерживался объясненія Chauveau и Marey, которое во Франціи является, такъ сказать, классическимъ. Пунктами, въ которыхъ мои воззрѣнія на этотъ предметъ расходятся съ ученіемъ Marey, является, объясненіе волнистости линіи *cde*, plateau systolique, и объясненіе послѣдняго возвышенія *f*.



Фиг. 51—Схематическое изображеніе толкованія кардіографическй кривой по Ландуа и по Марей. Части, оставленныя бѣлыми соответствуютъ продолжительности систолы желудочка.

Въ Германіи большинство клиницистовъ раздѣляютъ мнѣніе Landois, что систолѣ желудочковъ отвѣчаетъ только первое возвышеніе *c*. Возвышенія-же *d* и *e* соответствуютъ одно замыканію клапановъ аорты, другое — легочной артеріи. По мнѣнію Landois, второй тонъ сердца приходится не на падающую часть кривой *ef*, но начинаетъ уже быть слышенъ, съ точки. *d*. Martius пошелъ еще дальше: по его мнѣнію, второй тонъ слышится уже на уровнѣ впаденія, отдѣляющаго *c* отъ *d*. Фигуры 51 и 52 изображаютъ схематически эти различныя точки зрѣнія.



Фиг. 52.—Кардіографическая кривая, записанная у собаки.

bc начало систолы желудочка.

Конецъ систолы желудочка, закрываніе полулунныхъ клапановъ и второй тонъ сердца соответствуютъ по разнымъ авторамъ тѣмъ моментамъ, которые обозначены чертами, идущими отъ имени каждаго изъ нихъ.

Я убѣжденъ, что рано или поздно между физиологами установится согласіе относительно этого пункта, и что это будетъ тогда, когда нѣмецкіе клиницисты и

Напротивъ, кардіограммы, получаемыя наложеніемъ пюговки воспринимашаго барабана, на нѣкоторомъ разстояніи отъ верхушки сердца, значительно отличаются отъ типической формы. Въ большинствѣ случаевъ это суть кривыя, выражающія измѣненія сердца въ объемѣ, осложненныя движеніемъ самаго органа (*кривыя нетипичныя*). Каждое сокращеніе сердца въ нихъ выражается нѣкоторымъ углубленіемъ, отрицательнымъ слѣдомъ, а не трапецевиднымъ выступомъ.

Измѣненія сердца въ объемѣ. Во время діастолы сердце постепенно наполняется кровью; наступающая затѣмъ систола желудочковъ освобождаетъ сердце быстро отъ его содержимаго. Происходящія при этомъ измѣненія въ объемѣ сердца могутъ быть записаны на человѣкѣ въ формѣ кривой. Достаточно для этого соединить полость одной ноздри (закрывши другую и ротъ) или полость рта съ Мареевскимъ барабаномъ и задержать дыханіе. Относительная пустота, образующаяся съ каждой систолой сердца, будетъ черезъ массу воздуха легкихъ и бронхъ передаваться, при открытой дыхательной щели, барабану; конецъ рычага его будетъ при систолѣ опускаться (отрицательный пульсъ) и подниматься въ теченіи діастолы. Помимо этого, въ произведеніи кардіопневмографическихъ движеній принимаютъ участіе и нѣкоторые другіе факторы (Klemensiewicz 1875, Landois 1876, Francois Franck 1877, Mosso 1879).

Marey (1875), Francois Franck (1877) и другіе изучали измѣненія объема на вырѣзанномъ сердцѣ черепахи и лягушки.

Тоны сердца. Если приложить ухо къ грудной стѣнкѣ на уровнѣ сердца, то съ каждымъ біеніемъ его слышатся два „тона“, которые были извѣстны еще Harvey'ю ¹⁾. При болѣзняхъ сердца эти тоны измѣняются и потому представляютъ большое клиническое значеніе (Laennec, Skoda). Первый тонъ, низкій, глухой и продолжительный, совпадаетъ съ систолой желудочковъ (Turner 1828, Chauveau и Faivre 1856). Второй, болѣе рѣзкій и гораздо болѣе короткий (настоящій звукъ захлопыванія), слѣдуетъ тотчасъ за систолой желудочковъ и совпадаетъ со временемъ захлопыванія клапановъ аорты (Rouanet 1832).

физиологи оставляютъ свои эксперименты надъ зайцами, собаками и людьми и обратятся къ изученію сердца лошади, которое въ виду медленности его пульсацій гораздо удобнѣе для точнаго опредѣленія момента возникновенія втораго тона.

По вопросу объ объясненіяхъ кардіографической кривой, помимо уже указанныхъ выше мемуаровъ (стр. 120), см. статью «*Cardiographes*» въ энциклоп. слов. Dechambre'a и статью «*Herzstosscurve*» въ Realencyclopädie d'Eulenburg; см. также: Landois, *Graph. Unters. ü. d. Herzschlag*, Berlin. 1876; *Lehrb. d. Physiologie*; Martius, *Zeits. f. klin. Medic.*, 1888, XIII; 1889, XV; 1891, XIX; *Deutsche med. Wochenschr.*, 1888; v. Frey et Krehl, *Arch. f. Physiologie*, 1890, стр. 31; v. Frey, *Die Unters. des Pulses*, Berlin, 1892; Haykraft, *Journal of Physiology*, 1891, XII, стр. 438; Leon Fredericq, *Centralbl. f. Physiologie*, 1892 и 1893.

¹⁾ Harvey, *Exercit. anat. de mot. cord.*, 1628; Laennec, *Auscultation med.*, 1819; Skoda, *Auscult. u. Perkuss.* 1839; Rouanet, *Analyse des bruits du coeur.*, 1832; Ludwig et Dogiel, *Ber. d. Sächs. Ges.*, 1868; Ludwig's *Arbeiten*, 1868.

Изобрѣтенные съ цѣлью усиленія тоновъ сердца микрофоны пока не представляютъ большого удобства.

Roanet (1832) и Williams (1835) приписываютъ образованіе перваго тона дрожанію атріовентрикулярныхъ клапановъ въ моментъ ихъ захлопыванія. Тонъ этотъ часто измѣняется въ болѣзняхъ, связанныхъ съ поврежденіемъ атріовентрикулярныхъ клапановъ. Ludwig и Догель (1868), а недавно Yeo и Barrett (1885), настаиваютъ на томъ, что въ произведеніи перваго тона играютъ роль вибраціи мышечныхъ волоконъ сердца въ моментъ сокращенія, такъ что, по ихъ мнѣнію, первый тонъ главнымъ образомъ мышечнаго происхожденія. Wintrich (1873) показалъ при помощи резонаторовъ, что первый тонъ сердца слгаается съ одной стороны изъ глухого звука мышечнаго сокращенія, съ другой—изъ болѣе рѣзкаго звука клапановъ.

Второй тонъ беретъ начало отъ захлопыванія клапановъ въ аортѣ и легочной артеріи, происходящемъ по окончаніи систолы. При болѣзняхъ этихъ клапановъ второй тонъ измѣненъ; онъ исчезаетъ, если искусственно остановить движеніе клапановъ.

Количество крови, выбрасываемое лѣвымъ желудочкомъ и работа сердца.—Количество крови, выбрасываемое съ каждой систолой лѣвымъ желудочкомъ, различные физиологи опредѣляютъ не одинаково. Прежнія цифры Volkmann'a 187,5 гр. и Vierordt'a 180 гр., которыми пользовались для вычисленія работы сердца, несомнѣнно, слишкомъ велики. Вѣроятно ближе къ истинѣ величины принимаемыя Huxley (100 гр.), Fick'омъ (50—73), Ноогвег'омъ (41 гр.) и Tigerstedt'омъ (51—69 к. с.)¹⁾.

Примемъ, что лѣвый желудочекъ съ каждой систолой выбрасываетъ 60 гр. крови подъ давленіемъ около 15 сант. ртути, что равняется приблизительно столбу крови въ 2 метра. Тогда выходитъ, что лѣвый желудочекъ можетъ каждымъ своимъ сокращеніемъ выбросить 60 гр. крови на высоту въ 2 метра, другими словами, совершить работу въ 120 граммометровъ (значеніе скорости движенія крови можно оставить въ сторонѣ, не дѣлая большой ошибки). Считаая 72 сокращенія сердца въ минуту, получаемъ около 12450 килограммометровъ какъ величину суточной работы лѣваго желудочка. Работа праваго можетъ быть принята въ три раза меньшей, т. е. равной 4150 килограммометрамъ; вся работа сердца выразится тогда величиной 16600 килограммометровъ.

Работа, совершаемая сердцемъ, цѣликомъ превращается въ теплоту вслѣдствіе тренія, которое испытываетъ кровь въ аппаратѣ кровообращенія. 16000 килограммовъ ежедневной работы дадутъ около 39 калорій (425 килограммометровъ=1 калоріи); другими словами, количество тепла получаемое отъ сожженія немного менѣе 5 гр. угля (1 гр. угля, сгорая, даетъ 8.080 калорій).

Продолжительность систолы желудочковъ у человѣка измѣняется мало (средняя продолжительность 0,31 сек. по Donders. 1865). Замедленія и ускоренія сердечнаго ритма зависятъ обыкновенно отъ удлиненія или укороченія паузы (Volkmann 1845, Donders 1865, Ludwig и Hoffa 1850). Однако Бакстъ показалъ, что при раздраженіи нервовъ, ускоряющихъ сердечный ритмъ, нѣсколько уменьшается и продолжительность каждой систолы.

¹⁾ Scand. Arch. f. Physiol. 1891.

Число пульсацій сердца. У взрослого человека въ среднемъ число пульсацій въ минуту равняется 72. Оно нѣсколько больше у людей низкаго роста и у женщинъ. Въ послѣдніе дни утробной жизни и во время рожденія у мальчиковъ число пульсацій бываетъ около 130, у дѣвочекъ — 140. По Quetelet (1835) ¹⁾ это число такъ измѣняется съ возрастомъ:

Возрастъ.	Пульсація.	Возрастъ.	Пульсація.
1 годъ.	120—130	10—15 лѣтъ.	78
2 "	105	15—20 "	70
3 "	100	20—25 "	70
4 "	97	25—50 "	70
5 "	94—90	60 "	74
10 "	90	80 "	79
		80—90 "	80

Біенія ускоряются подѣ влияніемъ: мускульныхъ упражненій, вертикальнаго положенія тѣла, акта пищеваренія, паденія артеріальнаго давленія, эмоцій, болевыхъ ощущеній, повышенія внутренней температуры, лихорадки, многихъ ядовитыхъ веществъ и лекарствъ (Atropine etc). Дневныя измѣненія въ частотѣ пульса отвѣчаютъ приблизительно измѣненіямъ внутренней температуры тѣла.

У млекопитающихъ число біеній сердца находится въ обратномъ отношеніи къ величинѣ ихъ тѣла; у лошади 30—40 въ минуту, у быка 35—42, у овцы 68—80, у собаки средней величины 90—100, у кролика 140 и болѣе.

III. Положенія гидродинамики, лежація въ основѣ ученія о движеніи крови по сосудамъ.

Движеніе жидкости по трубкамъ съ нерастяжимыми стѣнками. Давленіе, дѣйствующее на одну какую-либо поверхность жидкости, передается въ ней равномерно по всѣмъ направленіямъ. (Законъ Паскаля). Изъ этого закона вытекаетъ слѣдствіе: какова бы ни была форма сосуда, содержащаго жидкость, на извѣстный участок S плоскости, находящейся подъ водою, будетъ дѣйствовать давленіе равное вѣсу столба жидкости, имѣющаго своимъ основаніемъ этотъ участокъ S , а высоту, равную разстоянію H , отдѣляющему данную плоскость отъ поверхности жидкости: $P = S \times H$.

Если въ стѣнкѣ сосуда продѣлать отверстіе, гидростатическое давленіе, дѣйствовавшее до этого на это мѣсто стѣнки, превратится въ другую форму энергіи въ движеніе: жидкость будетъ вытекать струею, сила которой будетъ зависеть отъ величины гидростатическаго давленія. При этомъ скорость вытеканія v (сопротивленіе въ самомъ отверстіи не принимается въ расчетъ) будетъ теоретически равна скорости тѣла падающаго въ пустотѣ съ той же высоты H :

$$v = \sqrt{2gH};$$

g представляетъ здѣсь ускореніе приобретаемое тяжестью въ 1 сек., т. е. 9,8 м (теорема Торичелли 1643).

Если жидкость вытекаетъ не прямо изъ отверстія въ стѣнкѣ сосуда, но че-

¹⁾ Quetelet *Sur l'homme et le développement physique de ses facultés*, 1835.

резъ болѣе или менѣе длинную трубку, противопоставляющую нѣкоторое сопротивленіе движущейся жидкости, то треніе поглощаетъ извѣстную часть первоначальнаго стремленія къ движенію и жидкость вытекаетъ съ тѣмъ меньшей скоростью, чѣмъ длина трубки l больше, а радіусъ ея R меньше. По теоремѣ Poisseuille'a (1843) объемъ жидкости V , вытекающій въ единицу времени (въ извѣстныхъ предѣлахъ опыта), можетъ быть представленъ эмпирической формулой

$$V = \frac{CR^4H}{l}.$$

C представляетъ здѣсь постоянную, зависящую отъ температуры, свойствъ жидкости и свойствъ трубки. Такъ какъ, съ другой стороны, объемъ вытекающей жидкости по общему правилу равенъ произведенію скорости на поверхность сѣченія трубки πR^2 :

$$V = \pi R^2 v,$$

отсюда имѣемъ

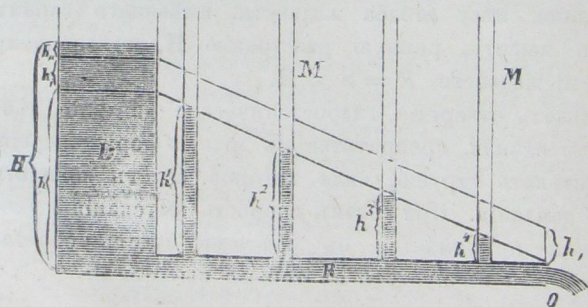
$$\frac{CR^4H}{l} = \pi R^2 v, \text{ откуда } v = \frac{CR^2H}{\pi l}.$$

Poisseuille нашелъ, что для капиллярныхъ трубокъ скорость вытеканія пропорціональна не квадрату, а четвертой степени радіуса.

Боковое давленіе, производимое текущей по трубкѣ жидкостью, измѣряется той высотой, до которой поднимается жидкость въ придѣланныхъ съ боку манометрахъ; это давленіе [въ трубкѣ одного и того же діаметра] равномерно падаетъ по мѣрѣ приближенія къ отверстію трубки, гдѣ оно равно нулю ¹⁾.

¹⁾ Для болѣе яснаго представленія о взаимныхъ соотношеніяхъ между дѣятельностію сердца, боковымъ давленіемъ и скоростью теченія крови необходимо руководствоваться слѣдующими соображеніями.

Если въ сосудѣ D (фиг. 54) поддерживать постоянно жидкость около одного и того же уровня, то подъ вліяніемъ давящаго столба H образуется въ трубкѣ R равномерный токъ. Поэтому давящій столбъ H можетъ быть разсматриваемъ какъ движущая сила. Дѣятельность сердца можно представлять себѣ идущую на



Фиг. 54.—Піезометръ (измѣритель давленій).

то, что, несмотря на непрерывный оттокъ изъ резервуара D , оно своими ритмическими выбрасываніями новыхъ порцій жидкости держитъ постоянно уровень послѣдней около извѣстной высоты H . Если сила или ритмъ его сокращеній повышается, повышается H (давящій столбъ, «высота давленія»); обратное имѣетъ мѣсто при уменьшеніи силы или частоты его біеній.

Когда жидкость вытекаетъ подъ дѣйствіемъ столба H чрезъ трубку R , то

Когда жидкость равномерно течет по системѣ развѣтвляющихся и анастомозирующихъ каналовъ различнаго діаметра, то чрезъ общее русло всѣхъ вѣтвей протекаетъ въ единицу времени такой же объемъ V жидкости, какъ и чрезъ сѣченіе тѣхъ участковъ русла, гдѣ оно не было развѣтвлено или было развѣтвлено менѣе. Это ясно изъ того, что входитъ въ систему то же количество жидкости, какое и выходитъ. Объемъ V можетъ быть выраженъ произведеніемъ поперечнаго сѣченія S на скорость въ данномъ мѣстѣ или v или

$$V = S \times v, \text{ откуда } v = \frac{V}{S}.$$

Такъ какъ V величина постоянная, то *мѣстныя* скорости v' , v'' ..., обратно пропорціональны площадямъ сѣченій S' , S'' . *Потокъ жидкости замедляется на мѣстахъ, гдѣ русло расширено, ускоряется тамъ, гдѣ оно уже.*

она и у вытечнаго отверстія O , и въ любомъ участкѣ по длинѣ трубки имѣть не ту скорость, которую можно было бы вычислить по теоремѣ Торичелли ($v = \sqrt{2gH}$), а гораздо меньшую, именно, какую частица должна была бы получить при свободномъ паденіи съ высоты h . Другими словами, изъ общаго давящаго столба H теперь только извѣстная часть (h) идетъ на сообщеніе частицамъ скорости; эту часть—столбъ h , называютъ *«высотой скорости»*.

Остальное $H - h$, затрачивается такимъ образомъ: извѣстный столбикъ жидкости h , идетъ на преодоленіе сопротивленій при переходѣ жидкости изъ резервуара D въ трубку R ; эта величина остается постоянной и не требуетъ дальнѣйшаго разсмотрѣнія. Самая значительная часть h изъ общаго гидростатическаго давленія затрачивается на преодоленіе сопротивленій представляемыхъ трубкою R ; слѣдовательно, h служитъ выразителемъ сопротивленій вытечной трубки и потому называется *«высотой сопротивленія»*.

Между тѣмъ какъ h представляетъ все сопротивленіе вытечной трубки R , манометры $h^1 - h^4$, вставленные въ эту трубку, показываютъ, какъ h (общая высота сопротивленія) расходуетъ по длинѣ трубки. Другими словами: h^4 указываетъ высоту столба жидкости, потребнаго на то, чтобы преодолѣть сопротивленія отъ этого мѣста трубки R до вытечнаго отверстія; h^3 —столбъ жидкости необходимый для преодоленія сопротивленій отъ этого новаго манометра и т. д. *Слѣдовательно, боковое давленіе служитъ выразителемъ тѣхъ сопротивленій, которыя предстоитъ преодолѣть текущей жидкости отъ манометра вплоть до вытечнаго отверстія.* Это и есть смыслъ тѣхъ измѣреній бокового давленія, которыя производятся на стволахъ кровеносной системы. Вытечнымъ отверстіемъ для послѣдней служатъ устья венъ, открывающіяся въ сердце.

Разность высотъ между двумя какими-либо манометрами, напр. между h^1 и h^2 служитъ выразителемъ величины сопротивленій въ участкѣ пути между этими двумя манометрами. Слѣдовательно, примѣняя то же самое къ кровеносной системѣ, можно измѣрять не только валовыя сопротивленія въ ней, но и сопротивленія, представляемыя отдѣльными участками. Какъ можно видѣть изъ фигуры, для случая трубки одинаковаго діаметра, вершинныя точки манометровъ располагаются по прямой линіи, которая начинается у вытечнаго отверстія (гдѣ сопротивленіе нуль), а концемъ своимъ упирается въ вершинную точку h . Чѣмъ уже будетъ взята вытечная трубка, тѣмъ быстрѣе будетъ восходить эта линія, тѣмъ выше будетъ лежать вершинная точка для h — общей высоты сопротивленія. Однако для трубки одинаковаго діаметра послѣдовательные манометры всегда будутъ располагаться по одной прямой линіи, указывая тѣмъ, что въ такой

основы физиологии.

Боковое давленіе жидкости, текущей по такой системѣ трубокъ съ неодинаковымъ сѣченіемъ, идетъ соответственно съ этимъ все уменьшаясь отъ начала системы до конца у вытечнаго отверстія. Однако, если тѣ сопротивленія, которыя остается жидкости преодолѣть, не убываютъ правильнымъ образомъ, то послѣдовательное уменьшеніе давленія, тоже не идетъ правильно. Всякое суженіе гдѣ-либо пути стремится поднять давленіе въ верхнихъ отдѣлахъ пути, и, наоборотъ, заставить упасть въ отдѣлахъ, лежащихъ ниже по теченію. Всякое расширеніе русла производитъ паденіе давленія выше и поднятіе ниже мѣста этого расширенія.

Изложенныя соображенія могутъ быть примѣнены къ движенію крови по развѣтвляющимся сосудамъ тѣла; но при этомъ нужно принимать въ соображеніе еще два важныхъ условія: 1^о что центральный двигатель, сердце, дѣйствуетъ ритмически, 2^о что сосуды, по которымъ течетъ кровь, растяжимы и въ то же время обладаютъ значительною упругостію (помимо ихъ сократительности); они не могутъ поэтому быть вполне приравнены къ трубкамъ съ твердыми стѣнками.

Трубокъ сопротивленія возрастаютъ пропорціонально ея длинѣ. Какъ ни сложны тѣ измѣненія, которыя испытываютъ сопротивленія въ трубкахъ, мѣняющихъ постоянно свой просвѣтъ и свою кривизну (каковы трубки кровеносной системы), тѣмъ не менѣе и здѣсь боковое давленіе дастъ всегда прямые указанія на существующее сопротивленіе. Если къ этому имѣть въ виду, что само русло кровеносной системы испытываетъ разнообразныя измѣненія въ своемъ просвѣтѣ, то опредѣленія бокового давленія получаютъ не только теоретическій интересъ, какъ указатели сопротивленій, но вмѣстѣ съ тѣмъ получаютъ и большое значеніе въ смыслѣ указателей на измѣненія въ состояніи самого сосудодвигательнаго аппарата. Это прикладное значеніе подобныхъ опредѣленій выяснится подробно изъ дальнѣйшаго изученія кровообращенія.

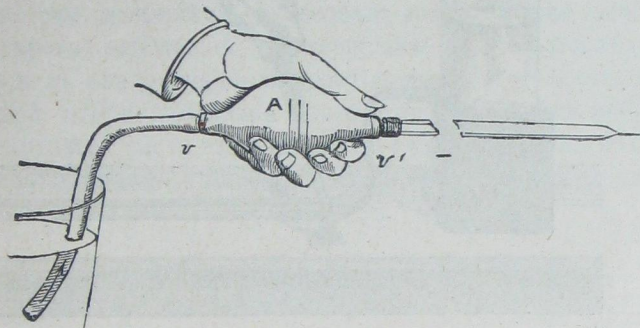
Крайне важно затѣмъ имѣть точное представленіе объ отношеніяхъ между сопротивленіями и скоростью теченія жидкости. Легко понять уже изъ сказаннаго выше, что эти отношенія должны быть обратными для цѣлой системы. Въ самомъ дѣлѣ, чѣмъ будетъ больше h (высота сопротивленія), тѣмъ меньше изъ H останется на h , (высота скорости). Т. е., другими словами, какъ только возрастетъ сопротивленіе, сейчасъ же соответственно должна уменьшиться скорость теченія жидкости. Но это надо относить непременно къ *цѣлой системѣ* или ко всему пути; *въ отдѣльныхъ теченіяхъ* его можетъ встрѣтиться какъ разъ *обратное*. Примѣръ пояснить сейчасъ сказанное. Если вытечную трубку R ссужить въ какой-либо ея части, напр. между h^2 и h^3 , то сопротивленіе для теченія возрастетъ и слѣдовательно h сдѣлается больше; соответственно съ этимъ h , убудетъ, и изъ отверстія O будетъ вытекать въ единицу времени меньше жидкости, другими словами, частицы жидкости будутъ двигаться здѣсь съ меньшей скоростью. Между тѣмъ въ суженной части трубки скорость движенія частицъ можетъ въ то же время возрасти противъ предыдущаго; и это потому, что въ отдѣльныхъ участкахъ по длинѣ русла скорость теченія измѣняется въ *обратномъ отношеніи къ ширинѣ русла*, какъ это развивается подробнѣе въ текстѣ. Поэтому не слѣдуетъ смѣшивать мѣстныя измѣненія скорости теченія, зависящія только отъ ширины русла, съ измѣненіями скорости во всей системѣ, зависящими отъ суммы сопротивленій по длинѣ всего пути.

(Это примѣчаніе сдѣлано въ замѣну примѣчанія существующаго въ оригиналѣ).

Н. В.

Ритмическое движение жидкости въ трубках нерастяжимыхъ. — Если бы артеріи были неподатливы, какъ стеклянныя или металлическія трубки, то 60 граммовъ крови, вводимые съ каждымъ сердечнымъ сокращеніемъ, проталкивали-бы впередъ находящійся передъ ними весь столбъ жидкости и вызывали бы вмѣстѣ съ тѣмъ немедленное вытекание 60 граммовъ изъ всей системы. Движеніе крови по капиллярамъ было бы прерывистымъ, происходило бы толчками, соответствующими сердечнымъ систоламъ. Въ этомъ легко убѣдиться экспериментально, устроивши схематическій приборъ, состоящій изъ каучуковой груши съ клапанами (фиг. 55). Такая груша при повторномъ сдавливаніи рукой

Фиг. 55.—Груша изъ каучука, снабженная внутри заслонками и дѣйствующая подъ давленіемъ руки на манеръ желудочка сердца. Жидкость выталкивается черезъ стеклянную трубку суженную на концѣ.



(По Л. Фредерикъу.)

всасываетъ воду съ одного конца и выталкиваетъ ее съ другого въ длинную стеклянную, суженную къ концу трубку. Съ помощью этого прибора можно констатировать также, что боковое давленіе падаетъ по длинѣ пути жидкости и что скорость истеченія пропорціональна силѣ сдавливанія каучуковой груши.

Движеніе перемежающееся жидкости въ эластическихъ трубкахъ. — Если въ предыдущемъ опытѣ замѣнить стеклянную трубку растяжимой и эластической каучуковой, то явленія получатся иные: при каждомъ сокращеніи каучуковаго желудочка часть толкающей силы, какъ и въ предыдущемъ опытѣ, пойдетъ на передвиженіе впередъ столба жидкости, заключенной въ трубкѣ; но осталая часть этой энергіи направится на стѣнки и израсходуется на ихъ растяженіе. Энергія, воспринятая стѣнками въ моментъ поступленія жидкости въ трубку, перенесется затѣмъ тоже на жидкость, когда изъ состоянія своего растяженія стѣнки начнутъ возвращаться къ прежней нормѣ; такимъ образомъ приведенныя въ дѣйствіе эластическія силы трубки будутъ двигать жидкость и въ промежутки между ритмическими сокращеніями. Эластичность стѣнокъ, стало быть, обусловитъ постоянный токъ жидкости, несмотря на прерывистость ея поступленія въ трубку.

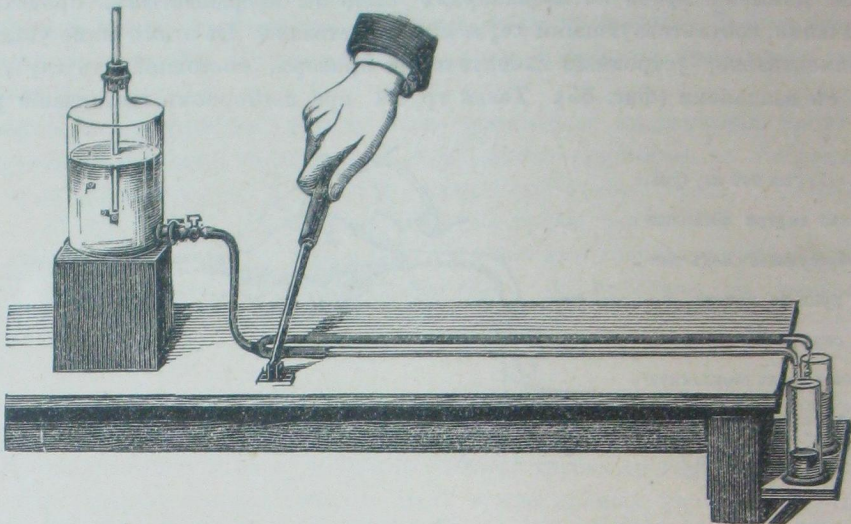
Приборъ, изобрѣтенный Магеу (фиг. 56), позволяетъ производить одновременно оба эти опыта. Трубка, по которой вытекаетъ жидкость изъ сосуда Маріотта, раздѣляется на двѣ: стѣнки одной вѣтви неподатливы, стѣнки другой эластичны; и та, и другая оканчиваются суженнымъ наконечникомъ. Ритмическимъ подниманіемъ и опусканіемъ рычага, сжимающаго трубки въ ихъ началѣ, можно сдѣлать поступленіе въ нихъ жидкости прерывистымъ, и тогда наблюдаютъ слѣдующее:

1° изъ конца нерастяжимой трубки жидкость выбрасывается прерывисто, въ связи съ ея прерывистымъ поступленіемъ.

2° изъ эластичной трубки жидкость вытекаетъ непрерывной и правильной

струей; другими словами, благодаря эластичности своих стѣнокъ эта трубка прерывистое движеніе жидкости превращаетъ въ постоянное.

3° при одинаковыхъ діаметрахъ, количество жидкости протекающей черезъ эластическую трубку, больше количества жидкости, протекающей черезъ трубку твердую.



Фиг. 56.—Приборъ Марея для показанія роли эластичности трубки въ дѣлѣ вытеканія жидкости.

Пульсовая волна. Растяженіе эластической трубки, производимое сокращеніемъ каучуковой груши, не охватываетъ разомъ всей трубки, но, начавшись въ ближайшихъ частяхъ трубки, оно постепенно распространяется вдоль ея на подобіе пульсовой волны, переходя послѣдовательно къ новымъ и новымъ ея точкамъ. Прохожденіе этой волны ускоряетъ движеніе текущей жидкости, нарушая равномерность струи; оно вызываетъ также временное увеличеніе бокового давленія жидкости. Въ очень длинныхъ трубкахъ треніе, преодолимое пульсовой волной, постепенно уменьшаетъ ея амплитуду, можетъ наконецъ уничтожить ее вовсе. Вслѣдствіе этого у вытечного отверстія токъ жидкости можетъ сдѣлаться совершенно равномернымъ. Какъ мы увидимъ сейчасъ, какъ разъ такія условія существуютъ въ артеріальномъ и капиллярномъ кровообращеніи.

Легко изучить при помощи графическаго метода всѣ детали движенія пульсовыхъ волнъ въ каучуковыхъ трубкахъ. Скорость передвиженія этихъ волнъ въ обыкновенныхъ каучуковыхъ трубкахъ колеблется между 10 и 18 метрами, по изслѣдованіямъ Е. Н. Weber (1850), Donders (1859), Marey (1875) и Moens (1888). Moens представилъ эту скорость слѣдующей формулой:

$$V = C \sqrt{\frac{gEa}{Sd}}$$

въ которой C представляетъ постоянную, g — ускореніе подѣйствіемъ силы тяжести, E — коэффициентъ эластичности трубки, a — толщина стѣнокъ, d — діаметръ трубки и S — удѣльный вѣсъ жидкости.

Вторичная волна ¹⁾ — Какъ только сокращеніе каучуковаго желудочка

¹⁾ Marey, *Circulation du Sang; Travaux du laboratoire*; Landois, *Lehre v. Arterienpuls*, 1882; Moens *Die Pulscurve*, 1878.

окончено, высокое давление, господствовавшее внутри его, разом перестает действовать; выброшенная жидкость, двигаясь по инерции съ приобретенной ею скоростью, должна оставить позади себя въ известномъ смыслѣ пустое пространство. Въ самой же трубкѣ, напротивъ, въ этотъ моментъ давление повышено. Вслѣдствіе этой разницы въ давленіяхъ образуется родъ присасыванія назадъ, стремленіе жидкости къ обратному оттоку, который закрываетъ разомъ клапанъ или заслонку, находящіеся у корня трубки; такимъ образомъ жидкость преграждаетъ самой себѣ обратное поступленіе въ желудочекъ. При этомъ происходитъ настоящій толчекъ жидкости въ клапаны, толчекъ, который отражается въ свою очередь въ трубку и порождаетъ вторичную пульсовую волну. Эта вторичная пульсовая волна, болѣе слабая, чѣмъ первая, слѣдуетъ чрезъ небольшой промежутокъ за этой послѣдней въ томъ же направленіи и съ аналогичною скоростью, такъ что эффекты ихъ комбинируются. На кривой вторичная волна появляется въ формѣ небольшого возвышенія на нисходящей части главной волны (дикротическая волна). Вторичная волна, какъ и главная, тоже увеличиваетъ скорость теченія и повышаетъ временно боковое давленіе въ жидкости.

Фиг. 57.—Схема кровообращенія.

A сосудъ наполненный водой, представляющій венозную систему. *B* груша изъ каучука съ клапанами, представляющая желудочекъ; *e e'* каучуковая трубка, представляющая артеріальную систему; *t* трубка изъ стекла суженная на концѣ, представляющая капилляры.

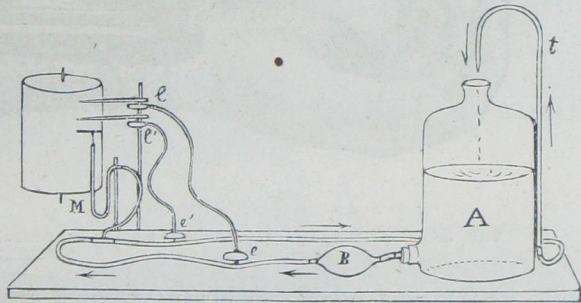


Схема кровообращенія. Weber устроилъ для демонстраціи приборъ, представляющій схему кровообращенія, т. е. воспроизводящій главные моменты движенія крови по кровеносной системѣ человѣка. Такія же, только усовершенствованныя схемы, служащія одновременно и для демонстраціи, и для научнаго изслѣдованія были описаны Marey'емъ, Ludwig'омъ и др. Фиг. 57 изображаетъ подобную схему, воспроизводящую главные анатомическія особенности циркуляторнаго аппарата. Къ такой схемѣ вполне приложимы регистрирующіе приборы: сфигмографы, кардіографы, дромографы и др. Ритмическія сжатія груши *B*, производимыя рукой чрезъ опредѣленные паузы, подражаютъ работѣ лѣваго желудочка и производятъ круговое движеніе жидкости въ приборѣ.

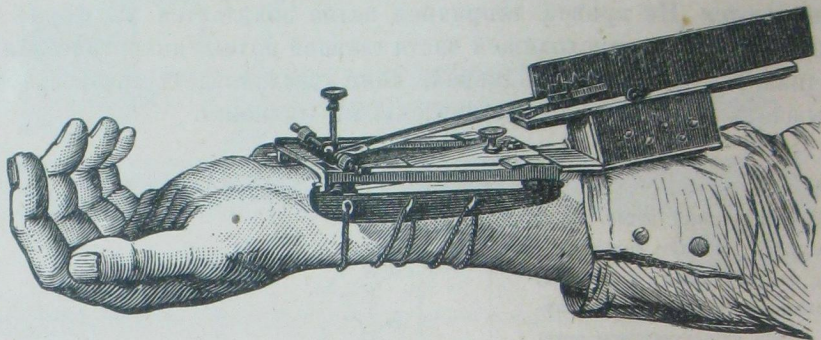
IV. Артеріальное кровообращеніе.

Условія и частности движенія крови въ артеріяхъ вполне тѣ же, какія мы нашли для каучуковой трубки, при ритмическомъ поступленіи въ нее жидкости: тѣ же первичныя и вторичныя волны, то же непрерывное теченіе чрезъ капилляры и т. п.

[Съ механической точки зрѣнія на кровообращеніе важно имѣть въ виду, что стѣнки артерій сравнительно очень толсты, и въ нихъ сильно развиты упругіе элементы. Поэтому упругость этихъ трубокъ очень значительна.

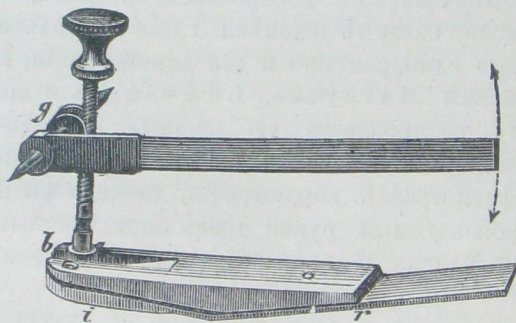
Сердце, накачивая постоянно въ нихъ кровь, держитъ ихъ всю жизнь растянутыми за предѣлы ихъ естественнаго просвѣта (т. е. того просвѣта, который они получили бы при опорожненіи своего содержимаго). Это обстоятельство накладываетъ свою печать на всѣ явленія теченія крови по артеріямъ (на пульсъ, боковое давленіе и проч.).]

Пульсъ. Ощупываніе пальцами лучевой, какъ и всякой другой лежащей поверхностно артеріи, позволяетъ констатировать существованіе пульсовой волны, которая слѣдуетъ непосредственно за каждой сердечной систолой. При помощи регистрирующихъ аппаратовъ, называемыхъ *сфигмографами*, можно получить кривую пульсовой волны (Vierordt 1855)¹⁾. Въ сфигмографѣ Marey'я (1860) (фиг. 58 и 59) движеніе, сопровождающее расширеніе ар-



Фиг. 58.—Сфигмографъ «прямой» Марея, записывающій кривую пульса а. radialis.

теріи, передается посредствомъ пуговки и стержня довольно длинному рычагу, который чертитъ кривую на закопченной полоскѣ бумаги. Последняя



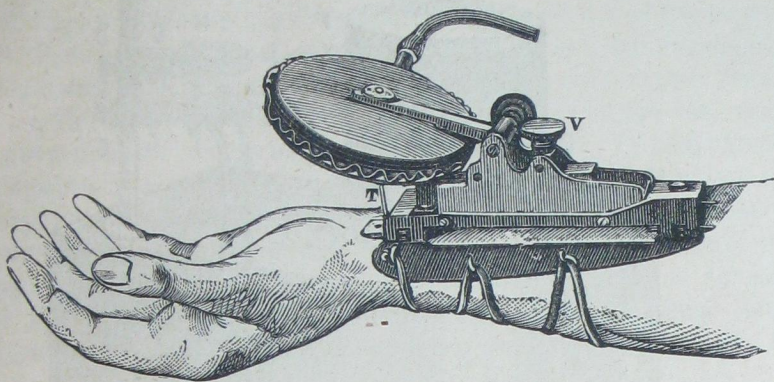
Фиг. 59.—Подробности въ устройствѣ сфигмографа Марея: *a* подушка изъ слоновой кости, опирающаяся на артерію съ нѣкоторымъ давленіемъ, которое зависитъ отъ напряженія пружины *b*; *c* вертикальный винтъ съ нарѣзкой на бокахъ, касающійся зубчатаго колеса *g*; на оси этого колеса укрѣпленъ пишущій рычагъ (уфранъ на фигурѣ).

приводится въ движеніе часовымъ механизмомъ, помѣщеннымъ въ маленькомъ ящикѣ, придрѣланномъ къ инструменту. Весь аппаратъ укрѣпленъ на запястьи руки.

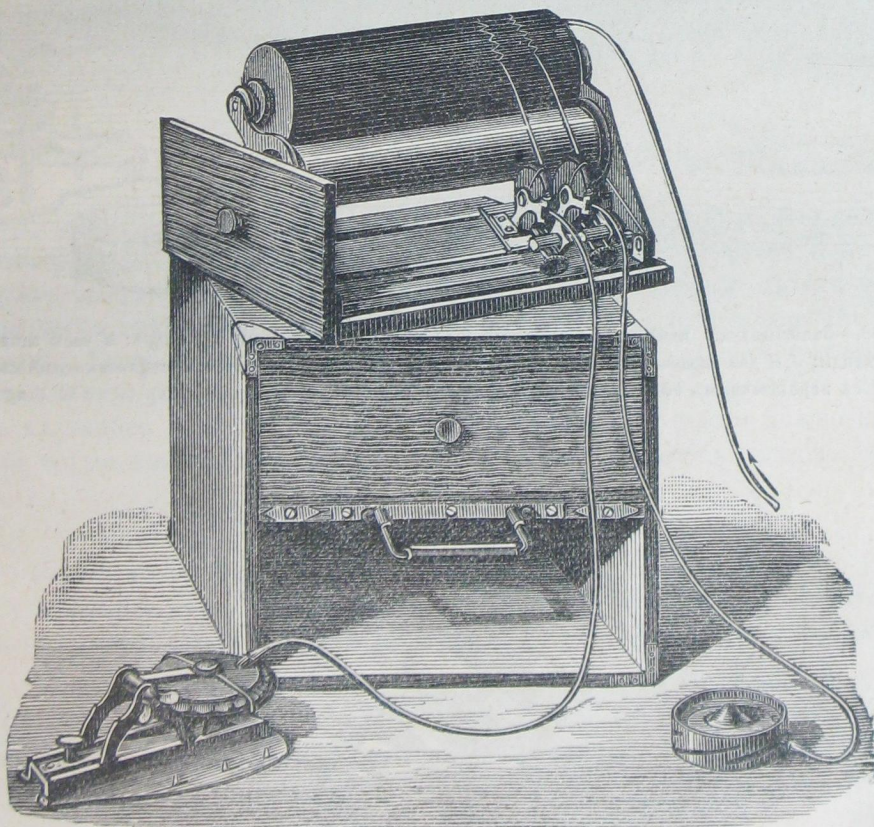
Мареу построилъ сфигмографы и съ воздушной передачей; движеніе

¹⁾ Vierordt, *Lehre v. Arterienpuls*, 1855; Marey, *Journ. de la Physiologie*, Memoires de Brondgeest, Rive, Бакстъ, Meurisse et Mathieu, Grunmach, Burdon-Sanderson, Knoll, Klemensiewicz, Sommerbrodt, Mosso, François Frank, Moens, Landois, Edgren, v. Kries, v. Frey, Hürthle, Hoferweg, Dudgeon, Jaquet и др.

артеріи въ нихъ передается перепончатой стѣнкой воздушной капсулы, соединенной трубкой съ барабанчикомъ. Удобство ихъ заключается въ томъ, что при употребленіи ихъ не нужно укрѣплять на рукѣ записывающаго



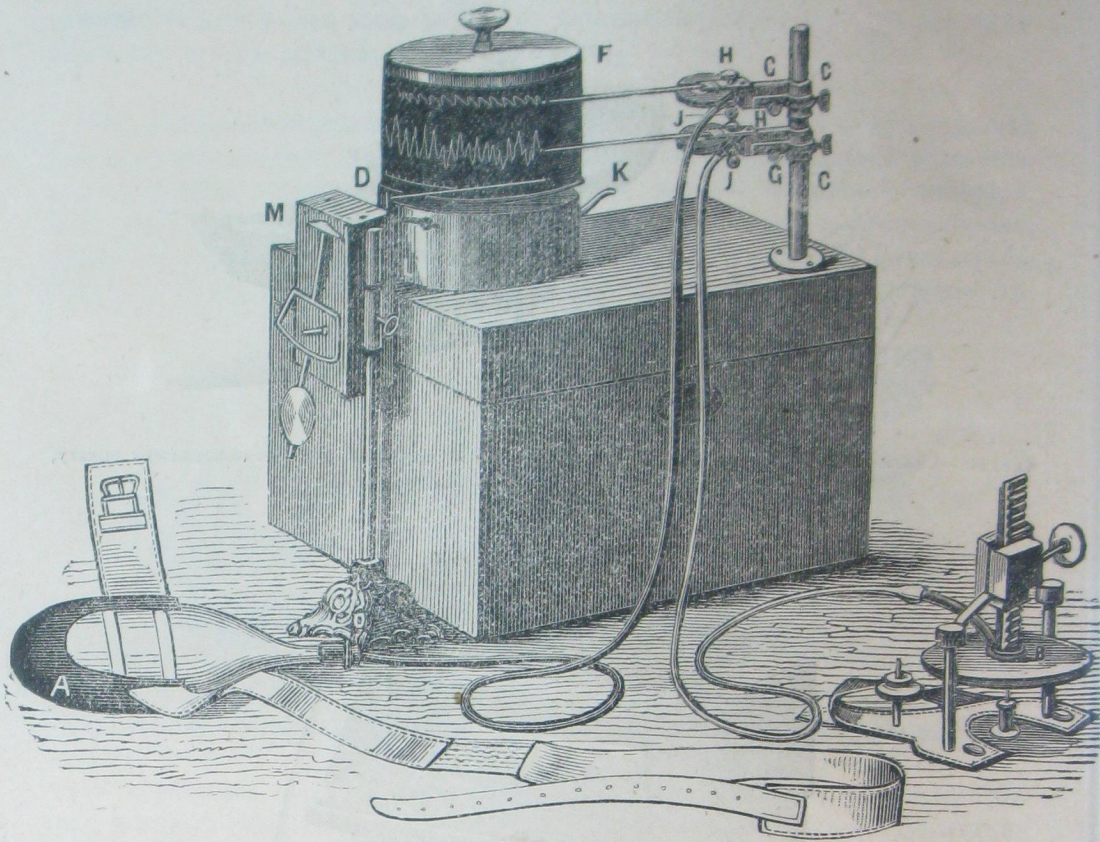
Фиг. 60.—Сфигмографъ «съ передачей» Мареля, посылающій пульсацию артеріи записывающему рычагу, удаленному отъ него на извѣстное разстояніе.



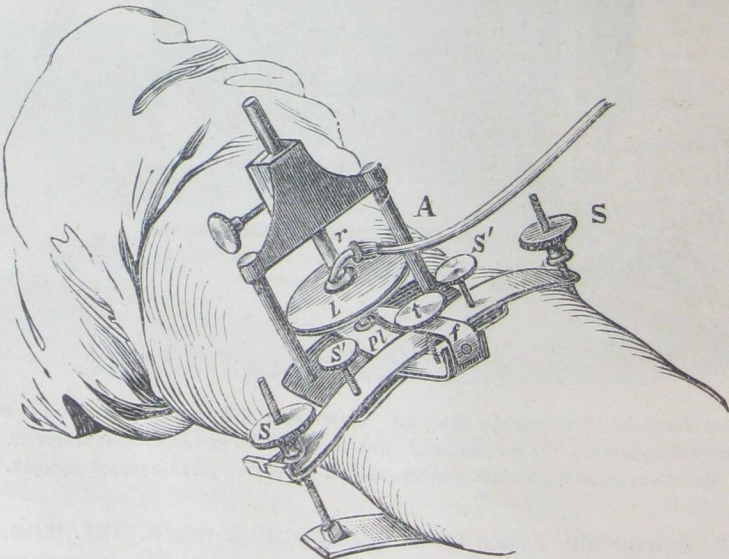
Фиг. 61.—Новый клиническій полиграфъ Мареля. Записывающій цилиндръ заключаетъ внутри часовой механизмъ, который приводитъ его въ движеніе. Два барабана съ рычагами записываютъ одновременно, одинъ—кривую сердечнаго толчка, другой—кривую пульса лучевой артеріи.

аппарата и можно не стѣсняться размѣрами бумаги. Фиг. 60 изображаетъ „сфигмографъ съ передачей“, укрѣпленный на рукѣ; пульсовое движеніе ар-

терії передається здѣсь черезъ посредство штифтика перешонкѣ воздушной капсулы. Фиг. 61 представляетъ подобный же сфигмографъ, соединенный съ



Фиг. 62.—Записывающій приборъ, построенный Rothe: *F* записывающій цилиндръ; *M* часы записывающіе секунды; *J, H* два барабана съ рычагами, изъ которыхъ одинъ соединенъ съ пневмографомъ (*A*), а другой съ передаточнымъ сфигмографомъ (могущимъ служить и кардіографомъ). (Knoll Prager Med. Wech, 1879, № 21).



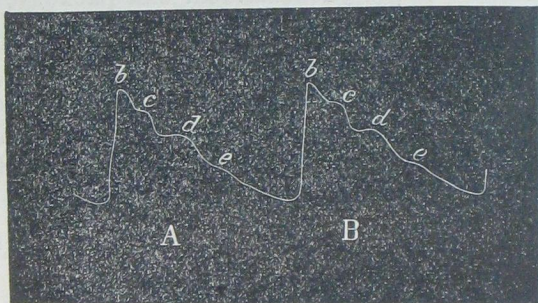
Фиг. 63 — Передаточный сфигмографъ, построенный Rothe; укрѣпленъ въ локтевомъ сгибѣ.

записывающим барабаном; рядом имѣется кардіографъ, записывающій при помощи того же барабана кривую толчковъ сердца, соотвѣтственно кривой пульса. Этотъ аппаратъ построенъ Marey'емъ специально для клиническихъ изслѣдованій.

Фиг. 62 представляетъ записывающій аппаратъ Knoll'a, построенный Rothe въ Прагѣ и приспособленный также къ цѣлямъ клиническаго изслѣдованія. Сфигмографъ съ воздушной передачей (могущій также служить и въ качествѣ кардіографа) и пневмографъ, соединенные каждый съ барабанчикомъ, пишутъ кривыя на регистрирующемъ цилиндрѣ F; секундный маятникъ M служитъ для контроля надъ скоростью вращенія цилиндра.

Регистрирующій аппаратъ Knoll'a въ короткое время вошелъ въ употребленіе во многихъ клиникахъ Германіи и другихъ странъ. Своимъ успѣхомъ онъ обязанъ съ одной стороны тщательности конструкціи, съ другой—сравнительной дешевизнѣ¹⁾. Детали сфигмографа Knoll'a можно видѣть на фиг. 63. Приборъ изображенъ укрѣпленнымъ на локтевомъ сгибѣ.

Фиг. 64.—Сфигмографическая запись. *b* с систолическое плато главной волны; *d* дикротическій подъемъ; *e* эластическій подъемъ.

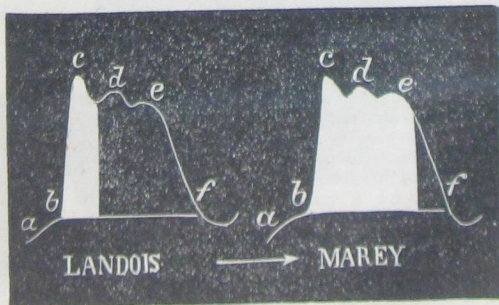


Фиг. 64 изображаетъ типъ сфигмографической кривой. Поднятіе соотвѣтствуетъ фазѣ расширенія артерій; можно видѣть, что это расширеніе происходитъ быстро. Фаза расслабленія артерій, которой соотвѣтствуетъ нисходящая часть кривой *bede*, продолжается гораздо дольше и совершается постепенно. Главное возвышеніе на нисходящей части кривой составляетъ вторичная дикротическая волна, происходящая отъ захлопыванія карманныхъ клапановъ (Buisson, Marey)²⁾. Помимо этого часто можно наблюдать и другія менѣ важные возвышенія; одни изъ нихъ предшествуютъ

¹⁾ Весь приборъ состоитъ 100 марокъ. Секундные часы особо.

²⁾ Пульсація артерій есть отраженіе пульсаціи желудочка; поэтому естественно, что въ объясненіи сфигмографической кривой существуютъ тѣ же разницы

Фиг. 65.—Схематическое изображеніе толкованія кардіографической кривой по Ландуа и по Шово—Марей. Части, оставленные бѣлыми, соотвѣтствуютъ продолжительности systoles желудочка.



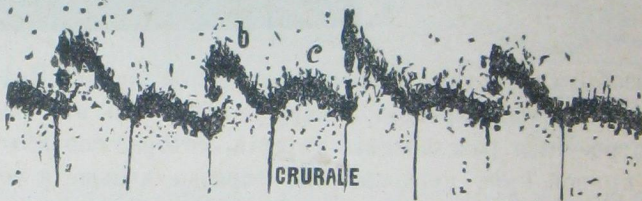
во взглядахъ, какъ и въ объясненіи кривой биенія сердца; въ Германіи преобла-

дикротическому возвышенію, другія слѣдуютъ за нимъ. Возвышенная часть кривой *bc*, предшествующая дикротическому подъему *d*, соответствуетъ plateau systolique кривой желудочковъ (сокращеніе желудочковъ представляетъ результатъ неполнаго сліянія нѣсколькихъ простыхъ мышечныхъ сокращеній—Léon Frédericq).

Колебанія *e* слѣдующія за дикротическимъ *d* (колебанія эластическія по Landois) представляютъ, быть можетъ, искусственное явленіе, обусловленное дрожаніемъ самого регистрирующаго аппарата.

Дикротическое возвышеніе выражено тѣмъ сильнѣе, чѣмъ меньше напряжены стѣнки артерій, т. е. чѣмъ слабѣе артеріальное давленіе (напр. во время тифа). Скорость, съ какой распространяется дикротическая волна вдоль артерій, та же, что и скорость главной пульсовой волны *b* (Landois опровергаетъ это); другими словами, разстояніе, раздѣляющее *b* и *d*, на кривыхъ, полученныхъ при различномъ удаленіи отъ сердца (на *a. carotis* и на артеріи стопы) одно и то же. По мѣрѣ удаленія отъ сердца амплитуда пульсовыхъ волнъ уменьшается: она расходуется на преодоленіе тренія.

Существованіе дикротической волны не признавалось и даже прямо отвергалось Vierordt'омъ, изобрѣтателемъ перваго сфигмографа. Въ ея существованіи можно убѣдиться различными путями: можно, напримѣръ, сфотографировать на равномерно движущейся чувствительной пластинкѣ силуэты запястья руки на уровнѣ лучевой артеріи; измѣняющаяся въ своей высотѣ тѣнь артеріи оставить на пластинкѣ изображение, напоминающее кривую сфигмографа



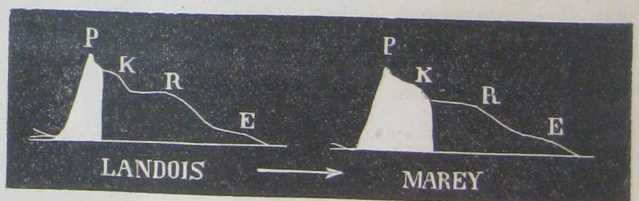
Фиг. 67.—Гемаутографическая кривая, полученная дѣйствіями на полосу бумаги струи крови, брызжущей изъ *a. cruralis* собаки; *b* главная пульсация; *c* дикротическій подъемъ,

Если перерѣзать артерію и направить брызжущую изъ нея струю крови на движущуюся полосу бумаги, то на бумагѣ получится гемаутографическая кривая, вполне подобная сфигмографической (Landois). (Сравни. фиг. 67 съ фиг. 64 и 66).

Дикротизмъ пульса легко демонстрировать оптически. Маленькій кусочекъ зеркала приклеиваютъ къ кожѣ руки, въ томъ мѣстѣ, гдѣ пульсъ лучевой артеріи, наиболѣе рѣзко выраженъ. На зеркало направляютъ пучекъ лучей, солнечный

дають взгляды Landois, во Франціи — Chauveau и Marey. Фигуры 65 и

Фиг. 68.—Схематическое изображеніе толкованія сфигмографической кривой по Ландуа и Шово-Марею. Части, оставленныя бѣлыми, соответствуютъ систолической фазѣ пульсация. По Ландуа *K* представляетъ подъемъ отъ закрыванія клапана въ аортѣ; по Шово-Марею этому соответствуетъ дикротическій подъемъ *K*.

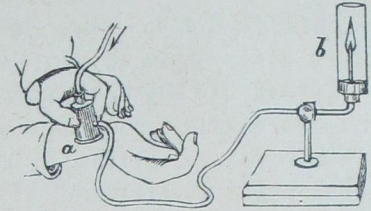


66 выражаютъ наглядно эти разницы по Landois (Германія) и Chauveau (Франція).

лучъ напримѣръ, и наблюдаютъ за дрожаніемъ зайчика. Легко убѣдиться, что за каждой пульсацией артеріи слѣдуютъ два колебательныхъ движенія зайчика: одно—широкій размахъ вверхъ и внизъ—соотвѣтствующее главной волнѣ, другое присоединяется къ первому въ его нисходящей части и представляетъ гораздо меньшій размахъ; послѣднее соотвѣтствуетъ вторичной или дикротической волнѣ.

Наконецъ для наблюденія пульсовой волны и явленія дикротизма можно пользоваться газовымъ сфигмоскопомъ (фиг. 68) (Landois), въ которомъ пуль-

Фиг. 68.—Газовый сфигмоскопъ.

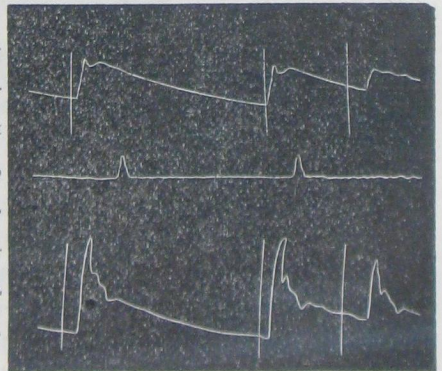


совое движеніе отражается на колебаніяхъ язычка пламени горящаго газа; притокъ послѣдняго колеблется въ зависимости отъ степени растяженія артеріи. Трубка, проводящая газъ, прерывается на своемъ пути небольшимъ металлическимъ барабанчикомъ, дно котораго представляетъ натянутую каучуковую перепонку (а фиг. 68). Барабанчикъ прикладываютъ къ рукѣ перепонкой къ тому мѣсту, гдѣ прощупывается пульсъ. Каждое пульсовое поднятіе является небольшимъ препятствіемъ для тока газа, что и отражается на пламени.

Скорость распространенія пульсовой волны. Определеніе скорости распространенія волны легко можно сдѣлать при помощи двухъ сфигмографовъ съ воздушной передачей, приставивши одинъ изъ нихъ А къ сгибу локтя, другой В къ запястью. Расположивъ одинъ рычагъ точно подъ другимъ, мы получимъ двѣ кривыя, изъ которыхъ кривая, принадлежащая сфигмографу В, окажется запоздавшей противъ кривой сфигмографа А. Положимъ, что это запозданіе, определенное по длинѣ разстоянія на бумагѣ, окажется равнымъ 3 сотымъ секундъ, а разстояніе между сфигмографами на рукѣ равно 24 сант. Въ такомъ случаѣ скорость пульсовой волны будетъ равна

$$\frac{0.24}{0.03} = 8 \text{ метр. въ секунду (см. фиг. 69).}$$

Фиг. 69.—Пульсация а. carotis (верхняя линія) и а. cruralis (нижняя линія), записанныя одновременно на собакѣ посредствомъ двухъ сфигмоскоповъ. Часы отмѣчаютъ секунды (средняя линія). Кривая отъ а. cruralis опаздываетъ на $\frac{3}{100}$ секунды по отношенію къ кривой отъ а. carotis, что даетъ скорость распространенія пульсовой волны равную 7 метрамъ, такъ какъ разстояніе второго сфигмоскопа было на 35 сантим. дальше отъ сердца, чѣмъ перваго сфигмоскопа.



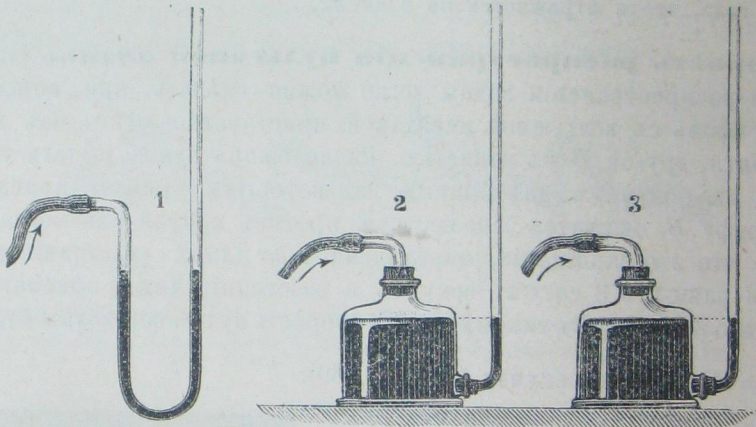
Найденная для человѣка скорость колеблется между 6 и 9 метр.; такъ что она довольно значительна. Не пужно смѣшивать скорость распространенія пульсовой волны со скоростью поступательнаго движенія крови въ артеріяхъ, которая гораздо меньше (едва достигаетъ $\frac{1}{2}$ м. въ секунду въ большихъ артеріяхъ; значительно меньше въ мелкихъ).

По Влош'у запаздываніе пульса въ лучевой артеріи противъ пульса въ сонной гораздо значительнѣе, когда рука поднята вверхъ, чѣмъ когда она опущена: сила тяжести очевидно благоприятствуетъ движенію пульсовой волны.

Среднее давленіе и ртутный манометръ. При перерѣзѣ артеріи изъ ея центральнаго конца вырывается фонтаномъ кровь и бьетъ съ силой. Stephen Hales (1733), соединивши перерѣзанный конецъ артеріи съ вертикальной трубкой, наблюдалъ поднятіе крови на высоту въ нѣсколько футовъ и колебанія ея около этого уровня, отвѣчавшія біенію сердца.

Трубка Hales'a, несмотря на свою громоздкость, можетъ всетаки служить для измѣренія кровяного давленія, но удобнѣе съ этой цѣлью соединять артерію съ ртутнымъ манометромъ и о давленіи судить по высотѣ уровня ртути въ открытой вѣтви манометра (Poisseuille 1829).

Фиг. 70 и 71 изображаютъ три типа такихъ манометровъ. Чтобы помѣшать свертыванію крови, между кровью и ртутью помѣщаютъ растворъ сѣрнокислой магнезій ¹⁾. Въ 1837 г. Ludwig преобразовалъ ртутный манометръ въ аппаратъ, записывающій колебанія давленія; „онъ ввелъ въ употребленіе въ физиологій графическій методъ, столь надежный и простой, сообщаящій опытамъ физиологовъ точность и ясность“ (Marey).



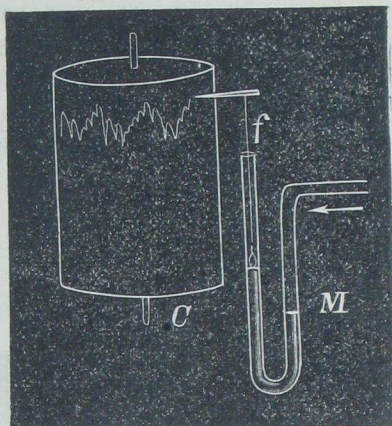
Фиг. 70 и 71.—Различные типы ртутныхъ манометровъ: 1) манометръ Пуазейля; 2) манометръ Guet-tet; 3) манометръ „компенсирующій“ Марей, дающій среднее давленіе (благодаря суженію, которое находится въ нижней части вертикальной трубки, 1857).

Фиг. 72 представляетъ схематически кимографъ (κύμας волна; γράφω пишу). М—манометръ U-образный; поплавокъ *f* покоится на ртути и слѣдуетъ за всѣми ея колебаніями; на длинномъ стержнѣ онъ несетъ пишущее перо. Последнее отмѣчаетъ всѣ колебанія артеріальнаго давленія на вращающемся цилиндрѣ А, покрытомъ законченной бумагой. Получающаяся кривая даетъ прямо въ сантиметрахъ ртути абсолютную величину давленія въ каждый данный моментъ. Когда въ открытой вѣтви манометра ртуть поднимается на одинъ сантиметръ, она опускается на такой же сантиметръ въ другой вѣтви; разница уровней, которою измѣряется величина давленія, будетъ въ

¹⁾ Для той же цѣли часто употребляютъ растворъ двууглекислаго натра.

данномъ случаѣ равна 2 сант. Слѣдовательно, чтобы узнать дѣйствительную величину давленія въ сантиметрахъ ртути, достаточно умножить на 2 число сантиметровъ, на которое поднимается кривая на цилиндрѣ.

Фиг. 72.—Схема кимографа Людвига. Приборъ предназначенный для записыванія колебаній артеріальнаго давленія. *M* манометръ, *f* поплавко́въ снабженный пишущимъ стержнемъ; *C* записывающій цилиндръ.



Ртутные манометры представляютъ одинъ недостатокъ: они не могутъ, вслѣдствіе значительной инертности ртути, точно передавать мелкія, но быстрыя колебанія давленія ¹⁾. При каждомъ быстромъ повышеніи, ртуть переходитъ черту, отвѣчающую дѣйствительному максимуму давленія; наоборотъ при быстромъ паденіи она падаетъ ниже дѣйствительнаго минимума. Кимографъ такимъ образомъ показываетъ вѣрно только среднія состоянія давленія, а также число и направленіе тѣхъ колебаній, которые связаны съ біеніемъ сердца и дыхательными движеніями.

Фиг. 73 представляетъ кривую, полученную на собакѣ при помощи кимографа Ludwig'a. У собаки давленіе въ среднемъ колеблется между 14 и 16 сант. ртути, у кролика между 8 и 12 сант. У человѣка Faivre нашелъ давленіе въ плечевой и бедренной артеріяхъ равнымъ 110—120 мм. ртути (опредѣлено приампутацияхъ). Въ аортѣ давленіе предполагаютъ въ 15—20 сант. ртути. Кровяное давленіе плода значительно слабѣе (55—83 мм. въ артеріяхъ утробнаго ягненка) ²⁾.

¹⁾ См. работы Vierordt'a, 1855; Redtenbacher'a, 1858; Fick'a, 1856; Mach'a, 1862; v. Kries, 1878.

²⁾ Крайне неправильный видъ кимографической кривой затрудняетъ отысканіе *средняго давленія*. Правда, кривую можно изслѣдовать съ помощью планиметра. Но сама кривая уже по свойству записи является неточной.

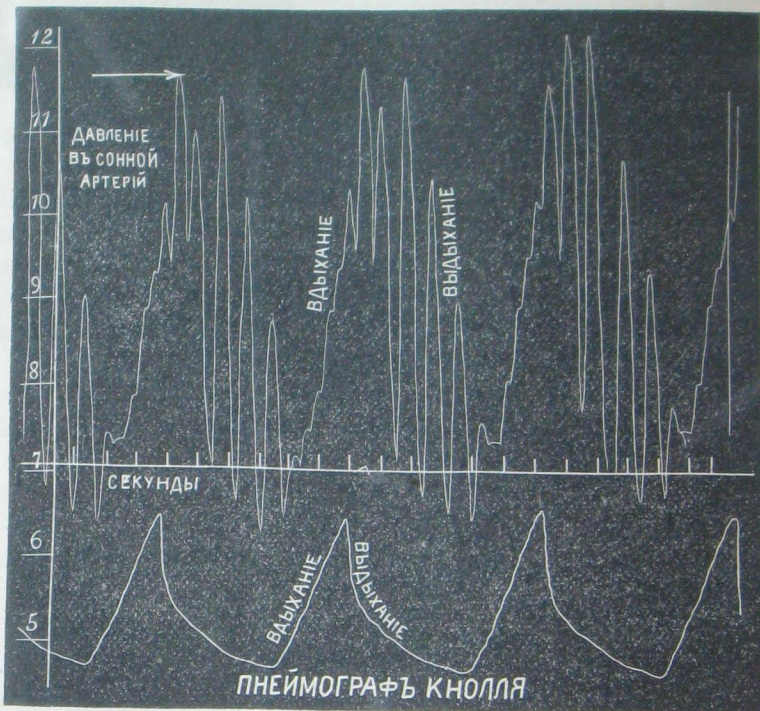
Однако среднее давленіе можно опредѣлить прямымъ опытомъ и совершенно точно. Для этого или въ трубкѣ самого манометра (фиг. 70, 3) дѣлается суженіе, затрудняющее его отдѣльные размахи (Marey, 1858), или гдѣ-либо на пути отъ артеріи къ манометру ставится кранъ, при извѣстной степени повертыванія котораго можно достигнуть того же результата, т. е. чрезъ суженое отверстіе отдѣльные толчки не будутъ сказываться на ртути манометра, между тѣмъ сумма этихъ толчковъ выразится нѣкоторымъ среднимъ положеніемъ манометра (Сѣченовъ, 1861).

Kries (1878) специальными опытами установилъ, что среднее давленіе передается уже довольно точно, когда трубка манометра имѣетъ только 4 мм. ширины.

Слѣдующій рядъ цифръ представляетъ артеріальное давленіе у различныхъ животныхъ:

- 145—195 mm. домашняя птица (Jolyet 1872)
- 50 mm. греческая черепаха (Carotis) (Jolyet 1872)
- 30—31 mm. европейская черепаха (Jolyet 1872)
- 70—75 mm. ужъ (Carotis) (Jolyet 1872)
- 30 mm. лягушка (подвздошная артерія) (Jolyet 1872)
- 28—29 mm. лягушка (аорта) (Volkmann 1850)
- 35—84 mm. щука (жаберная артерія) (Volkmann 1850)
- 70 mm. угорь (Jolyet 1872)
- 80 mm. осьминогъ (*Octopus vulgaris*) (Léon Fredericq).

У лошади кровяное давленіе въ легочной артеріи равно приблизительно трети давленія въ а. carotis (Chauveau и Faivre 1856).



Фиг. 73.—Запись давленія въ сонной артеріи собаки, сдѣланная при помощи кимографа Людвига.

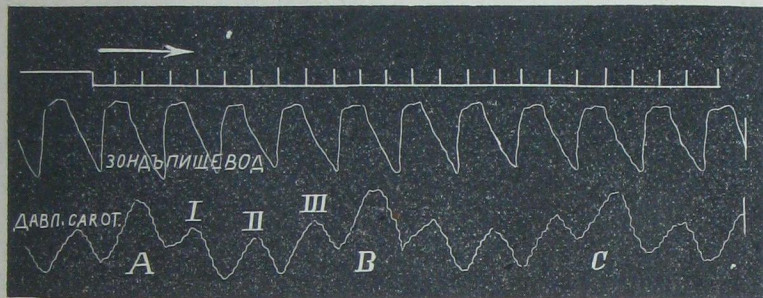
Если перерѣзать carotis у собаки, то въ центральномъ отрѣзкѣ давленіе оказывается равнымъ 214 mm. Hg (боковое давленіе въ аортѣ), въ периферическомъ-же только 154 mm Hg (давленіе, существующее въ дѣйствительности въ Виллизіевомъ артеріальномъ кругу) (Steiner, *Physiologie*).

По мѣрѣ удаленія отъ сердца давленіе въ артеріяхъ постепенно падаетъ (Volkmann 1850)³⁾.

³⁾ По длинѣ крупныхъ артеріальныхъ стволовъ кровяное давленіе падаетъ сравнительно медленно. Въ мелкихъ артеріяхъ оно убываетъ гораздо быстрее. Кромѣ того всякій пунктъ вѣтвленія артерій создаетъ новыя препятствія для теченія крови.

Медленное паденіе давленія въ крупныхъ артеріальныхъ стволахъ можетъ служить для объясненія того непонятнаго на первый взглядъ факта, что живот-

Графическія кривыя, полученныя съ помощью кимографа, обнаруживаютъ различные періоды въ колебаніяхъ кровяного давленія (фиг. 74). Самые короткіе и частые изъ нихъ соотвѣтствуютъ пульсаціямъ сердца: прохожденіе каждой пульсовой волны вызываетъ временное увеличеніе артеріальнаго давленія. Болѣе длинныя періоды, обнимающіе собою нѣсколько сердечныхъ систоль, изохронны дыхательнымъ движеніямъ грудной клѣтки (L u d-



Фиг. 74.—Кривая давленія въ центральномъ концѣ лѣвой сонной артеріи, записанная съ помощью эластическаго манометра (нижняя линия) и кривая внутригрудного давленія, записанныя при посредствѣ пищеводной канюли, соединенной съ брабаномъ М а р е я (средняя линия). Время въ секундахъ (верхняя линия).

1, 2, 3—сердечныя пульсаціи; I, II, III—колебанія дыхательнаго кровяного давленія; A, B, C—періоды сосудоуводительныя (Sigm Mayer) въ колебаніяхъ артеріальнаго давленія.

wig). У кролика и у большинства млекопитающихъ вообще артеріальное давленіе падаетъ во время вдыханія и повышается во время выдыханія. (Legros et Griffé 1883). У собаки (Einbrodt) и у свиньи существуютъ обратныя отношенія: артеріальное давленіе повышается во время вдыханія. Съ причинами этого явленія мы познакомимся въ концѣ главы о дыханіи.

Дыхательныя колебанія могутъ иногда образовать группы, представляющія еще болѣе продолжительную періодичность,—*вазомоторныя волны* Sigm. M а у е r'a, которыя вѣроятнo обусловлены періодически измѣняющимся сопротивленіемъ, встрѣчаемымъ кровью при прохожденіи по мелкимъ артеріямъ.

Когда происходитъ уменьшеніе просвѣта мелкихъ артерій отъ сокращенія ихъ стѣнокъ, кровь накапливается въ центральныхъ частяхъ артеріальной системы, и здѣсь давленіе увеличивается. Напротивъ, при расширеніи мелкихъ артерій, сопротивленіе движенію крови уменьшается и, кровяное давленіе падаетъ. (V o l k m a n n, Hämodynamik 1850).

Быстрыя колебанія давленія и эластическіе манометры. Эластическіе манометры, въ которыхъ ртуть замѣнена упругимъ тѣломъ, играющимъ роль пружины, даютъ менѣе ошибочныя показанія.

Если приводимая въ движеніе масса невелика, она можетъ точно пере-

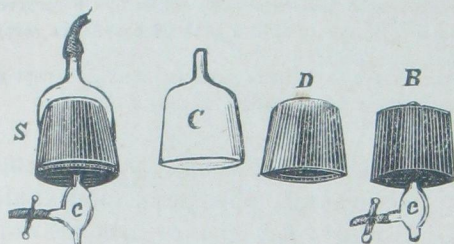
ныя, столь разнящіяся по росту (а, слѣдовательно, и по длинѣ кровеноснаго ложа), какъ лошадь и средней величины собака, обнаруживаютъ сравнительно небольшую разницу давленія въ однихъ и тѣхъ же артеріяхъ. Сосуды, представляющіе *главное* сопротивленіе (самыя мелкія артеріи, капилляры, мелкія вены) одинаковы у того и другого животнаго. Различіе же въ длинѣ большихъ кровеносныхъ стволовъ у того и другого животнаго не вноситъ большой разницы въ сопротивленіяхъ.

Н. В.

дать малѣйшія колебанія артеріальнаго давленія, сопровождающія каждое сердечное сокращеніе.

Изъ числа этихъ манометровъ, манометръ, названный *Магеуемъ* и *Шапвеау сфигмоскопомъ* (1863), представляетъ наиболѣе простое устройство. Чтобы устроить его, достаточно имѣть стеклянную трубку, каучуковую пробку и каучуковый колпачекъ. На фиг. 75 справа изображены отдѣльные части, изъ которыхъ приборъ состоитъ, слѣва приборъ собранный. Артеріальное давленіе дѣйствуетъ изнутри на стѣнки эластическаго колпачка *D*, имѣющаго форму пальца перчатки и соединеннаго съ артеріальной системой при помощи канюли *c*. Каждое измѣненіе артеріальнаго давленія влечетъ за собой расширеніе или сжатіе колпачка, а эти измѣненія въ объемѣ производятъ перемѣщеніе воздуха въ большой трубкѣ *C*, въ которую помѣщенъ колпачекъ и которая соединена при помощи отходящей вверху отъ нея трубки съ пишущимъ барабанчикомъ.

Наилучшія кривыя даютъ тѣ сфигмоскопы, у которыхъ резервуары для жидкости сдѣланы наивозможно меньшими. Фиг. 75 изображаетъ сфигмоскопъ, употребляемый въ моей лабораторіи.

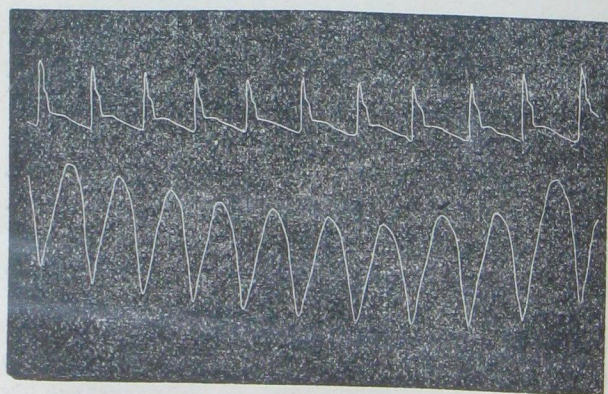


Фиг. 75. — Сфигмоскопъ Шово-Марей (видоизмѣненный) въ соединеніи съ канюлей Фрасуа Франка.

Слѣва: *S* — весь приборъ; справа: части, изъ которыхъ онъ составленъ, *B*, *C*, *D*.

Другіе эластическіе манометры, дающіе такія же, какъ и сфигмоскопъ, правильныя кривыя артеріальнаго давленія, были изобрѣтены *Fick'омъ*, *Hürthle'емъ* и *Gad'омъ*.

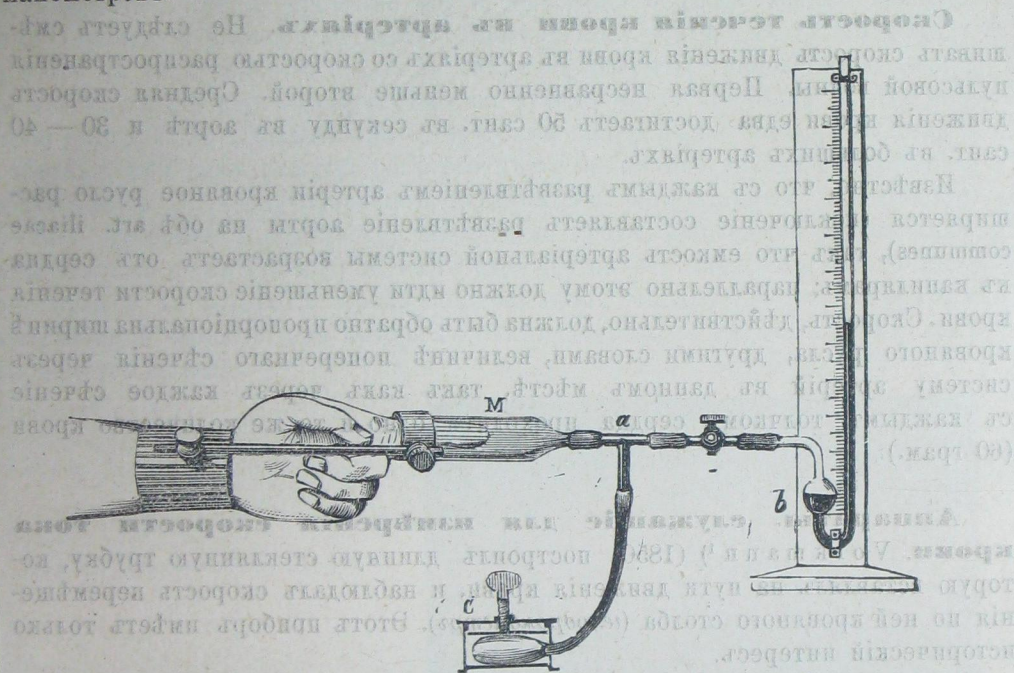
Фиг. 76 позволяетъ сравнить истинную кривую артеріальнаго давленія, полученную при помощи эластическаго манометра, съ искаженной кривой, полученной при помощи ртутнаго.



Фиг. 76. — Кривыя артеріальнаго давленія, записанныя одновременно на *a. crurales*, на правой съ помощью сфигмоскопа (верхняя линія — воспроизводящая вѣрно измѣненія давленія), на лѣвой посредствомъ ртутнаго манометра (линія нижняя — запись искаженная инертностію ртути манометра).

Измѣреніе артеріальнаго давленія у человѣка. *Магеу* (1878) пытался опредѣлить величину кровяного давленія у человѣка (безъ пораненія сосудовъ) путемъ измѣренія того давленія, какое нужно употребить, чтобы задержать притокъ крови къ рукѣ или пальцу. Фиг. 77 изображаетъ приборъ, употребляемый для сжиманія пальца (рукавъ *M* наполненъ водою и находится въ сообщеніи съ сжимаемымъ пузыремъ *C*); величина

давления определяется по манометру *b*. *Вассн* построилъ съ той же цѣлью *сфигмоманометръ*, приборъ, состоящій изъ наполненной жидкостью эластической пуговки, которую надавливаютъ на артерію до тѣхъ поръ, пока не исчезнетъ пульсъ ниже сдавленнаго мѣста; величина давления определяется манометромъ. Существуютъ различныя разновидности сфигмо-манометровъ.



Фиг. 77.—Приборъ *Марей* для измѣренія давления крови на чело­вѣкѣ. (*Marey, Travaux du laboratoire, 1878 и 1879*).

Условія, измѣняющія среднюю величину артеріальнаго давления. Высокое давление крови, существующее въ артеріяхъ, обусловлено съ одной стороны работой сердца, которое постоянно нагнетаетъ въ нихъ большое количество крови, съ другой—препятствіемъ, встрѣчаемымъ потокомъ крови при прохожденіи мелкихъ артерій и капилляровъ. Давленіе падаетъ: 1) когда уменьшается число и сила сердечныхъ сокращеній (см. иннервацию сердца), или когда на пути существуетъ препятствіе въ формѣ лигатуры или сжатія артерій, изолирующее сердце отъ остальной артеріальной системы; 2) когда сопротивленіе, встрѣчаемое потокомъ крови, уменьшено подъ вліяніемъ расширенія мелкихъ артерій; 3) когда уменьшено общее количество крови подъ вліяніемъ происшедшаго кровотеченія, обильныхъ выдѣленій и т. п. Повышеніе давления происходитъ при обратныхъ условіяхъ: усиленной работѣ сердца, суженіи мелкихъ сосудовъ, происходящемъ отъ возбужденія сосудо-суживающихъ нервовъ, и переливанія большого количества крови. По *Ludwig'u*, *Worm Müller'y* (1873) и *Lesser'y* (1874) даже сравнительно значительныя измѣненія въ количествѣ крови (вызываемыя кровопусканіемъ или переливаніемъ крови) почти не отражаются на величинѣ кровяного давления. Такое сравнительное постоянство кровяного давления объясняется съ одной стороны измѣняющеюся емкостью кровеносной системы (*Worm Müller* 1874), съ другой—постоянствомъ самаго количества крови (см. кровопусканія).

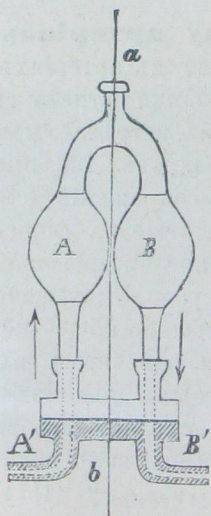
Задерживающій центръ сердца и задерживающія волокна *vagus'a* составляютъ аппаратъ, регулирующий кровяное давленіе. Каждый разъ, когда давленіе переходитъ норму, оно дѣйствуетъ какъ возбудитель на задерживающій центръ, вслѣдствіе чего сокращенія сердца дѣлаются рѣже, и давленіе возвращается къ прежней нормѣ.

Скорость теченія крови въ артеріяхъ. Не слѣдуетъ смѣшивать скорость движенія крови въ артеріяхъ со скоростью распространенія пульсовой волны. Первая несравненно меньше второй. Средняя скорость движенія крови едва достигаетъ 50 сант. въ секунду въ аортѣ и 30 — 40 сант. въ большихъ артеріяхъ.

Извѣстно, что съ каждымъ развѣтвленіемъ артеріи кровяное русло расширяется (исключеніе составляетъ развѣтвленіе аорты на обѣ *art. iliacae communes*), такъ что емкость артеріальной системы возрастаетъ отъ сердца къ капиларамъ; параллельно этому должно идти уменьшеніе скорости теченія крови. Скорость, дѣйствительно, должна быть обратно пропорціональна ширинѣ кровяного русла, другими словами, величинѣ поперечнаго сѣченія черезъ систему артерій въ данномъ мѣстѣ, такъ какъ черезъ каждое сѣченіе съ каждымъ толчкомъ сердца проходитъ одно и то же количество крови (60 грам.).

Аппараты, служащіе для измѣренія скорости тока крови. Volkmann¹⁾ (1850) построилъ длинную стеклянную трубку, которую вставлялъ на пути движенія крови, и наблюдалъ скорость перемѣщенія по ней кровяного столба (*гемодрометръ*). Этотъ приборъ имѣетъ только историческій интересъ.

Счетчикъ Ludwиг'a (*Stromuhr*) (фиг. 78) вставляется на пути движенія крови по артеріи и измѣряетъ проходящее по ней количество крови²⁾. Если



Фиг. 78.—Счетчикъ Людвига («кровяные часы») для измѣренія скорости теченія крови въ сосудахъ.

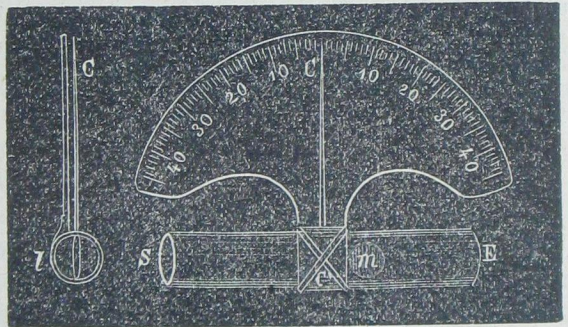
при этомъ извѣстно поперечное сѣченіе артеріи, легко вычислить скорость крови. Приборъ состоитъ изъ двухъ частей: неподвижной *A'B'*, вставляемой

¹⁾ Volkmann, *Hämodynamik*, 1850.

²⁾ Догель, *Ber. der Sächs. Ges.*, 1867.

въ перерѣзанные концы артерій и собственно счетчика АВ—двойного стекляннаго сосуда извѣстной емкости, вращающагося вокругъ вертикальной оси аб. Благодаря подвижности послѣдняго, можно по желанію А соединять съ А', В съ В' или-же А съ В', В съ А'. Въ началѣ опыта А наполнено масломъ, В кровью; когда приборъ вставленъ на пути движенія крови, кровь поступаетъ черезъ А' въ А, прогоняя масло изъ А въ В. Какъ только граница между кровью и масломъ достигнетъ намѣченной черты, часть АВ поворачиваютъ на полъ оборота, соединяя такимъ образомъ В (наполненное теперь масломъ) съ А', и перегоняютъ тѣмъ же путемъ масло изъ В въ А. Эту операцію повторяютъ нѣсколько разъ, прогоняя попеременно масло изъ А въ В и обратно, при чемъ каждый разъ его мѣсто занимаетъ эквивалентное количество крови. По числу оборотовъ, сдѣланныхъ резервуаромъ АВ, емкость котораго извѣстна, опредѣляется количество крови, прошедшее черезъ аппаратъ. Ludwig'омъ былъ придуманъ еще другой счетчикъ, нѣсколько иной конструкціи, въ которомъ кровь попеременно наполняетъ два резервуара опредѣленной емкости, изъ которыхъ одинъ опорожняется въ то время, какъ наполняется другой.

Фиг. 79.—Гемодрометръ Шоуо.



Для опредѣленія колебаній въ скорости крови, сопровождающихъ каждое биеіе сердца, Vierordt 1858 ¹⁾ изобрѣлъ инструментъ (гематахометръ), состоящій изъ гидростатическаго маятника, отклоненія котораго отъ вертикали указываютъ величину скорости движенія крови. Почти въ то-же время Chauveau ²⁾ построилъ свой гемодрометръ (фиг. 79). Этотъ аппаратъ состоитъ изъ латунной трубки SE, которую включаютъ въ carotis лошади такъ, чтобы потокъ крови входилъ черезъ E и выходилъ черезъ S. Имѣющій форму лопатки конецъ C' подвижной стрѣлки C виситъ въ просвѣтъ сосуда и отклоняется по направленію тока крови. Величина отклоненія стрѣлки отсчитывается по шкалѣ, придрѣланной къ трубкѣ. Круглое отверстіе m представляетъ просвѣтъ другой трубки, отходящей подъ прямымъ угломъ отъ первой; вътъвъ эта служить для соединенія съ сфигмоскопомъ и одновременнаго опредѣленія колебаній кровяного давленія. Слева изображено поперечное сѣченіе черезъ приборъ (профиль), для показанія положенія стрѣлки въ сосудѣ. Передъ употребленіемъ приборъ градуируютъ, пропуская чрезъ него жидкость съ различной и опредѣленной скоростью.

Гемодрометръ можетъ быть превращенъ въ гемодромографъ; другими словами, его можно заставить записывать кривую скорости крови. Для этого

¹⁾ Vierordt, *Erscheinungen der Stromgeschwindigkeiten, etc.*, 1858.

²⁾ Chauveau, *Journ. de la Physiol.*, 1860; Lortet, *Recherches, etc.*, Paris, 1867.

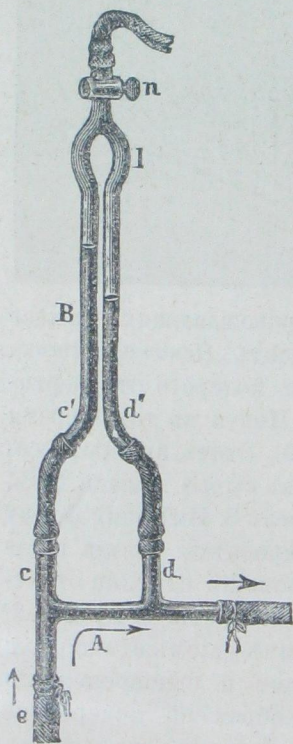
достаточно придѣлать къ стрѣлкѣ пишущее перо, которое будетъ отмѣчать свои колебанія на движущейся поверхности бумаги.

Упомянемъ еще о *фотогематахометрѣ* Цыбульскаго ¹⁾.

Фиг. 81 представляетъ колебанія скорости теченія крови въ *carotis* лошади. Горизонтальная нижняя линія соотвѣтствуетъ нулю скорости; эту линію стрѣлка чертитъ тогда, когда движеніе крови въ артеріи пріостановлено зажимомъ артеріи. Всѣ точки кривой находятся выше нулевой линіи, слѣдовательно скорость всегда положительная, даже во время покоя сердца, но въ это время она невелика, между тѣмъ какъ въ моментъ сердечнаго толчка значительно увеличивается.

Volkman (1850) опредѣлили среднюю скорость крови въ *carotis* лошади въ 300 mm въ секунду, въ 175 mm скорость въ *art. maxillaris* и въ 56 mm въ *art. metatarsa*. У кролика Ludwig и Догель нашли для *carotis* цифры, колеблющіяся въ предѣлахъ отъ 100 до 200 mm, у собаки для той же артеріи между 200 и 500 mm. Chauveau констатировалъ при помощи гемодро-

¹⁾ Приборъ этотъ основанъ на слѣдующемъ принципѣ (Pitot): если въ трубку, по которой течетъ жидкость, ввести два манометра (прямые трубки) такимъ образомъ, чтобы каждый изъ нихъ своимъ нижнимъ концемъ вдавался въ струю жидкости и этотъ конецъ былъ бы загнутъ, но у одного на встрѣчу тока, а у другого по направленію тока, то эти манометры будутъ показывать извѣстную разницу въ высотѣ. Именно, первый будетъ показывать боковое давленіе увеличеннымъ высотой скорости (стр. 127), а второй уменьшеннымъ на высоту скорости. Понятно, что чѣмъ больше будетъ скорость теченія, тѣмъ больше будетъ разность въ показаніяхъ обоихъ манометровъ. Такимъ образомъ по этой разности можно будетъ судить о скорости теченія жидкости.



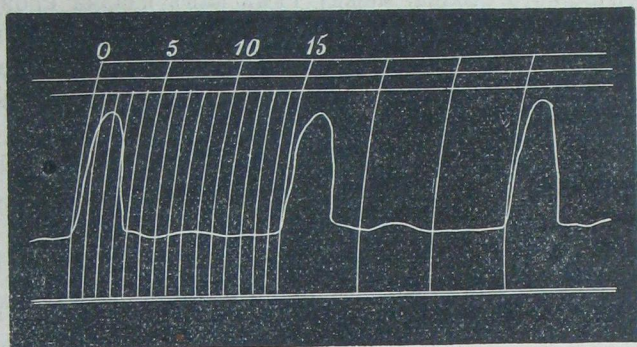
Фиг. 80.— Фотогематахометръ Цыбульскаго.

Цыбульскій ввязываетъ въ артерію (или вену) животнаго трубку, форма которой видна изъ фигуры 80. Кровь протекаетъ изъ центральнаго конца артеріи въ периферическій чрезъ трубку въ направленіи, указанномъ стрѣлками. Оба манометра *cc'* и *dd'* сообщаются вверху между собою, заключаютъ въ этой части воздухъ и закрыты краномъ *n*. Въ зависимости отъ скорости теченія манометры будутъ представлять извѣстную разницу въ положеніи ихъ верхняго уровня. Прогоняя предварительно жидкость съ измѣренною скоростью чрезъ приборъ, можно установить эмпирически, какая разность манометрическихъ показаній соотвѣтствуетъ какой скорости.

Такъ какъ въ опытѣ на животномъ высота уровней въ томъ и другомъ манометрѣ постоянно мѣняется въ зависимости отъ измѣненій скорости (вліянія пульсовыя, дыхательныя), то является очень цѣлесообразнымъ записывать разность манометрическихъ показаній при посредствѣ быстро слѣдующихъ другъ за другомъ фотографическихъ снимковъ. Вслѣдствіе этого способъ Цыбульскаго получаетъ большую подвижность и точность.

мографа, что сердечнымъ сокращеніямъ соотвѣтствуютъ очень значительныя колебанія скорости крови. Максимальная скорость въ *carotis* лошади была опредѣлена въ 520 mm , минимальная въ 150 mm .

Фиг. 81.—Запись пзмѣненій скорости теченія крови въ сонной артеріи лошади. Гемодрографъ.



Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, по мнѣнію Chauveau, скорость въ ближайшихъ къ сердцу артеріяхъ можетъ даже сдѣлаться отрицательной, въ моментъ захлопыванія полулунныхъ клапановъ.

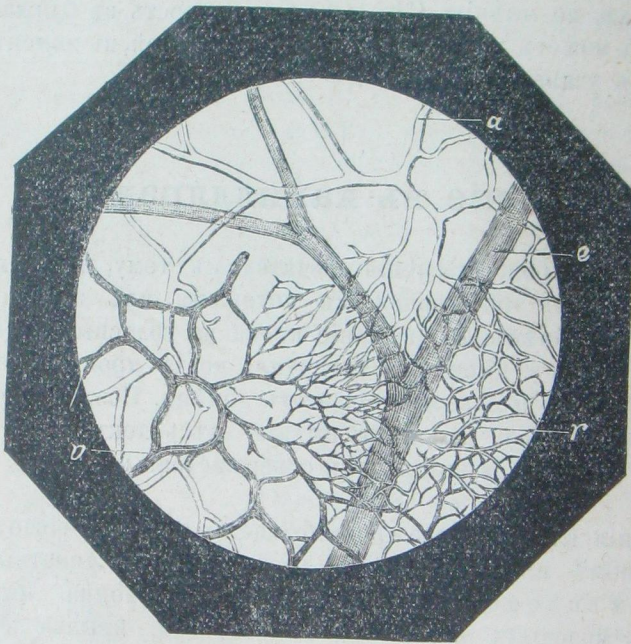
V. Кровообращеніе въ капиллярахъ.

[Такъ какъ вся задача кровообращенія сводится къ тому, чтобы направить къ тканямъ постоянный токъ крови, съ которымъ ихъ элементы вступаютъ въ вещественный обмѣнъ, то движеніе крови по волоснымъ сосудамъ получаетъ особый интересъ: именно за то время, когда кровь течетъ по этимъ тончайшимъ трубкамъ и совершается этотъ обмѣнъ. Поэтому естественно возникаютъ вопросы: какой характеръ имѣетъ здѣсь токъ крови, съ какою скоростью и подъ какимъ давленіемъ онъ совершается? и т. п.].

Наблюденіе. Явленія капиллярнаго кровообращенія можно хорошо наблюдать подъ микроскопомъ въ прозрачныхъ частяхъ тѣла животныхъ (Malpighi 1661, Leeuwenhoek 1695) (плавательная перепонка, легкія и языкъ лягушки, хвостъ молодыхъ рыбъ, личинки батрахий, крылья летучей мыши, брыжжейка молодыхъ млекопитающихъ, третье вѣко кролика, губы человѣка и пр.). Это въ высшей степени интересное и поучительное зрѣлище. Слѣдя за потокомъ крови въ артеріи, можно видѣть, какъ онъ замедляется по мѣрѣ приближенія къ капиллярамъ и теряетъ свой ритмическій характеръ: толчки въ движеніи крови, соотвѣтствующіе сердечнымъ сокращеніямъ, дѣлаются все слабѣе и слабѣе, пока не исчезнутъ вовсе, и потокъ крови, вступая въ капилляры, становится вполнѣ равномернымъ.

Въ извѣстныхъ исключительныхъ случаяхъ пульсаціи могутъ проникать въ капилляры и даже въ вены. Claude Bernard (1858) открылъ, что перерѣзка ствола шейнаго симпатическаго нерва влечетъ за собою расширеніе мелкихъ артерій лица и уха. При этомъ сопротивленіе со стороны артеріальныхъ стѣнокъ оказывается недостаточнымъ, чтобы помѣшать распространенію пульсовой волны до капилляровъ, и послѣдняя появляется даже въ венахъ. Раздраженіе *chordae tympani* производитъ аналогичное дѣйствіе на сосуды подчелюстной железы,—влечетъ за собою также расширеніе артерій, капиллярный и венозный пульсъ.

Въ сосудахъ извѣстной ширины красные кровяные шарики располагаются, благодаря ихъ удѣльному вѣсу, превышающему удѣльный вѣсъ жидкой части крови (Шкляревскій, 1868), по оси сосуда въ видѣ нити или сплошного столба, между тѣмъ какъ плазма крови образуетъ свѣтлый слой по бокамъ (Poisseeuille, 1835). Лейкоциты же встрѣчаются главнымъ образомъ въ этомъ периферическомъ слое плазмы, медленно передвигаются и даже совсѣмъ останавливаются у стѣнокъ сосуда. При извѣстныхъ условіяхъ можно наблюдать, какъ они проползаютъ черезъ стѣнки капилляровъ и распространяются въ щеляхъ окружающей сосуда ткани. Таково происхожденіе гнойныхъ шариковъ при всякомъ процессѣ воспаленія (Waller 1846, Cohnheim 1868). Въ наиболѣе тонкихъ капиллярахъ, діаметръ которыхъ меньше діаметра красныхъ кровяныхъ шариковъ, послѣдніе принуждены вытягиваться въ длину, чтобы проходить дальше. Это наглядно указываетъ на большую ихъ эластичность.



Фиг. 82.—Сѣть волосныхъ сосудовъ (r) подъ микроскопомъ. a маленькая артерія; v мелкія вены; e болѣе крупная вена, лежащая глубже.

Скорость движенія крови въ капиллярахъ. Скорость крови въ капиллярахъ опредѣляется прямымъ наблюденіемъ подъ микроскопомъ. При помощи окулярнаго микрометра легко опредѣлить скорость передвиженія шариковъ крови въ полѣ микроскопа и затѣмъ, зная увеличеніе микроскопа, вычислить дѣйствительную скорость. Въ среднемъ она равна половинѣ миллиметра въ секунду у лягушки (Е. Н. Weber 1838); немного болѣе у млекопитающихъ, по Volkman'у.

При извѣстныхъ условіяхъ можно наблюдать движеніе крови въ капиллярахъ своей собственной ретины (какъ энтоптическое явленіе). Vierordt (1856) воспользовался этимъ фактомъ для опредѣленія скорости капиллярнаго кровообращенія у человѣка и нашелъ ее нѣсколько большей половины миллиметра въ секунду.

По скорости крови въ капиллярахъ можно судить приблизительно о ширинѣ всего капиллярнаго русла крови. Какъ мы видѣли, скорость крови въ различныхъ поперечныхъ сѣченіяхъ кровеносной системы находится въ обратномъ отношеніи

къ соответствующей данному сѣченію ширинѣ русла. Въ аортѣ скорость крови въ среднемъ равна полуметру, т. е. въ 1000 разъ превосходитъ скорость въ капиллярахъ. Слѣдовательно общая сумма проссвѣтовъ всѣхъ капилляровъ тѣла должна въ тысячу разъ превосходить поперечное сѣченіе аорты. По Hales'у (1727) въ капиллярахъ легкихъ скорость больше; изъ этого можно сдѣлать заключеніе, что общій проссвѣтъ капилляровъ легкаго меньше общаго проссвѣта капилляровъ большого круга кровообращенія.

По Donders'у скорость въ конечныхъ развѣтвленіяхъ артерій въ десять разъ больше скорости въ капиллярахъ. Потокъ крови, переходя изъ капилляровъ въ вены, ускоряется вновь, такъ какъ русло системы уменьшается.

Давленіе.—Опредѣлить давленіе въ капиллярахъ возможно только косвеннымъ путемъ. Ludwig и v. Kries (1876) опредѣляли его по величинѣ того давленія, какое нужно употребить, чтобы вызвать поблѣдніе кожи или другихъ органовъ, богатыхъ капиллярами, удаливъ изъ ихъ капилляровъ кровь. По ихъ опредѣленіямъ, давленіе въ капиллярахъ оказалось варьирующимъ между 20—50 mm. ртутн т. е. 5—3 раза меньше давленія въ артеріяхъ ¹⁾).

По мнѣнію Fick'a давленіе въ капиллярахъ только немногимъ уступаетъ давленію въ артеріяхъ.

Эластичность. Сократительность.—Стѣнки капилляровъ способны сильно растягиваться и обладаютъ большою эластичностью. Измѣненія діаметра капилляровъ съ одной стороны отвѣчаютъ количеству крови, притекающей изъ артерій, съ другой зависятъ отъ сопротивленія, какое оказываютъ стѣнки и окружающія ихъ ткани ихъ растяженію. Стѣнки капилляровъ не содержатъ мышечныхъ волоконъ, тѣмъ не менѣ эндотеліальныя кѣтки, изъ которыхъ онѣ состоятъ, могутъ подъ вліяніемъ вѣшнихъ раздражителей измѣнять свою форму, вздуться на срединѣ и уменьшать такимъ образомъ проссвѣтъ капилляра (Stricker, 1865; [Голубевъ, 1869], Тархановъ, 1874) ²⁾).

¹⁾ Показанія, полученныя по этому способу, должны быть всегда ниже дѣйствительныхъ, потому что въ подмогу вѣшнему искусственному давленію дѣйствуетъ еще давленіе, существующее въ тканяхъ, окружающихъ волосные сосуды.

Какъ ни мала длина волосныхъ сосудовъ (принимается въ среднемъ 0,2 mm), но въ виду ихъ громаднаго сопротивленія, начало и конецъ такихъ трубокъ должны представлять большую разницу въ боковомъ давленіи. Donders полагалъ, что въ срединѣ капиллярной трубки давленіе должно быть немногимъ меньше половины давленія въ большихъ артеріяхъ.

Н. В.

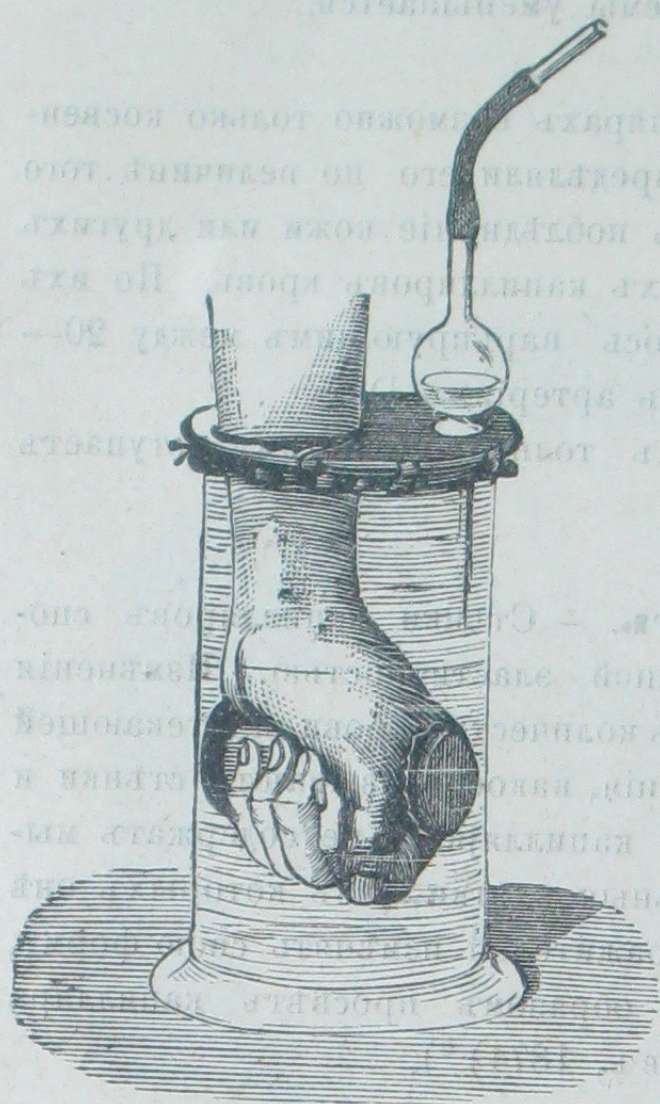
²⁾ Были указанія также на то, что стѣнка капилляровъ можетъ сокращаться и по всей своей длинѣ подъ дѣйствіемъ электрическихъ раздраженій. Однако при подобныхъ наблюденіяхъ трудно устранить возраженіе, не замѣшано ли въ дѣло раздраженіе гладкихъ мышечныхъ волоконъ, заложенныхъ въ близъ лежащихъ частяхъ.

Очень важнымъ представляется наблюденіе Roу и Brown (1879). Они видѣли измѣненія въ проссвѣтѣ волосныхъ сосудовъ независимыя отъ кровяного давленія: иногда въ одной и той же области одни волосные сосуды сокращены, въ то время какъ другіе расширены.

Н. В.

Измѣненія объема органовъ, стоящія въ связи съ кровообращеніемъ. Капилляры и другіе кровеносные сосуды составляютъ значительную часть всякаго органа; неудивительно поэтому, что объемъ органовъ можетъ колебаться въ довольно широкихъ предѣлахъ въ зависимости отъ большаго или меньшаго притока крови.

Piégny (1846 и 1872), Chelius (1850), Buisson (1862), Fick (1869), Mosso (1874), François Franck (1875), v. Basch (1876), Bowditch (1879), Roy (1881), Анрепъ и Цыбульскій (1885), Roy и Adami (1889), Johansson и Tigerstedt (1890) и др.¹⁾ изобрѣли различные



приборы (плетисмографы) для изученія измѣненій объема. Изслѣдуемый органъ (предплечье, кисть, ступню, голень, языкъ, penis, почку, селезенку, сердце, кишки, мозгъ) помещаютъ въ сосудъ, наполненный водою или воздухомъ. Измѣненія объема органа вызываютъ перемѣщеніе соответствующаго количества жидкости; послѣднія передаются барабану съ рычагомъ, который чертитъ кривую этихъ измѣненій.

Получаемыя такимъ образомъ кривыя обнаруживаютъ большую зависимость объема органа отъ артеріальнаго давленія. Біеніямъ сердца соответствуетъ особый пульсъ органовъ, дающій кривую сходную съ кривой сфигмографа.

Дыхательныя движенія, равно какъ и многія другія вліянія, измѣняютъ объемъ органовъ, дѣйствуя чрезъ посредство кровеносной системы. Во всѣхъ органахъ, дѣйствующихъ періодически, въ железахъ, мускулахъ и т. п. происходитъ расширение сосудовъ во время ихъ дѣятельности, какъ то же показалъ недавно Sprehl, опредѣляя содержаніе крови въ различныхъ органахъ во время ихъ покоя и во время ихъ дѣятельности.

По вычисленію Ranke, одна четверть всей массы крови содержится въ мышцахъ, другая четверть въ печени, третья въ сердцѣ и большихъ сосудахъ и послѣдняя во всѣхъ остальныхъ частяхъ тѣла.

VI. Венозное кровообращеніе²⁾.

Направленіе. По венамъ кровь движется отъ периферіи къ центру, т. е. отъ капилляровъ къ сердцу, какъ это показываютъ опыты кровопусканія и наложенія лигатуры на вены (Cesalpin (1583), Harvey (1628)³⁾.

¹⁾ Mosso, *R. Acad. dei Lincei*, 1880; François Franck, *Trav. Labor. Soc. Chang. Volume*, 1878.

²⁾ См. статью Veines, въ *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*.

³⁾ До XVI вѣка думали, полагаясь на воззрѣнія Аристотеля и Галена, что кровь въ венахъ движется въ обратномъ направленіи, отъ печени къ периферіи.

[Движеніе крови по венамъ представляетъ слѣдующія особенности по сравненію съ артеріальнымъ кровообращеніемъ: а) стѣнки венъ, даже въ большихъ стволахъ, отличаются малою упругостію, напротивъ большой растяжимостію и легкою сдавливаемостію; кромѣ того, нормально эти сосуды и наполнены такъ слабо, что ихъ упругія силы мало вызываются къ дѣятельности; б) между сосѣдними венозными стволами существуютъ многочисленные и широкія анастомозы: слѣдствіемъ этого является невозможность настоящаго застоя въ венѣ, если она подвергается мѣстному сдавливанію, такъ какъ кровь изъ нея находитъ выходъ другими путями; с) по длинѣ венозныхъ стволовъ, на извѣстныхъ разстояніяхъ (*Vardeleben*), расположены попарно клапаны, открывающіеся только въ направленіи къ сердцу и заграждающіе путь крови въ обратномъ направленіи, т. е. къ началу венозныхъ стволовъ (о значеніи этого обстоятельства ниже, подъ 3⁰)].

Причина. Сила, съ какою кровь выбрасывается изъ сердца, постепенно расходуется на преодоленіе тренія въ мелкихъ артеріяхъ и капиллярахъ, и кровь, проникая въ вены, находится уже подъ дѣйствіемъ минимальнаго остатка этой силы. Здѣсь обыкновенно уже нѣтъ никакихъ признаковъ пульсовой волны ¹⁾).

Достаточно уменьшить сопротивленіе, встрѣчаемое кровью въ мелкихъ артеріяхъ и капиллярахъ (расширеніемъ этихъ сосудовъ), чтобы ритмическое дѣйствіе сердца достигало венъ. Такъ въ опытѣ съ раздраженіемъ *chorda tympani*, вены, выходящія изъ подчелюстной железы, иногда обнаруживаютъ настоящую пульсацію. Точно такъ же при перерѣзкѣ шейнаго симпатическаго нерва расширение сосудовъ влечетъ за собой замѣтную пульсацію въ *venae jugulares*.

Къ числу второстепенныхъ причинъ, способствующихъ возвращенію крови въ сердце относятся слѣдующія:

1⁰ Присасываніе, производимое сердцемъ въ моментъ діастолы желудочковъ (пост-систолическая пустота *Marcy*) и, главное, присасываніе со стороны предсердій во время систолы желудочковъ, обусловленное опусканіемъ атрио-вентрикулярной перегородки и баллистической отдачей сердца.

2⁰ Присасывающее дѣйствіе полости грудной клѣтки на находящіяся въ ней крупные венозные стволы (*Carson, Donders*). Этой присасывающей способностью грудной клѣтки объясняется неблагоприятный исходъ пораненій большихъ венъ нижней части шеи. Воздухъ съ шумомъ врывается въ правое сердце и превращаетъ кровь въ пѣну, которая застрѣваетъ въ легочныхъ капиллярахъ (или капиллярахъ другихъ частей тѣла), образуя родъ газовой эмболии (закупорка). Такая эмболия задерживаетъ кровообращеніе и можетъ привести къ смерти (*Magné* 1821).

¹⁾ Конечно, непосредственно толкающая сила каждой отдѣльной систолы сердца не имѣетъ существеннаго значенія для движенія крови по венамъ, но та суммарная движущая сила, которую оно создаетъ своей ритмическою дѣятельностію (стр. 128, примѣч.), составляетъ основную причину и венаго тока крови. Въ самомъ дѣлѣ, боковое давленіе въ очень мелкихъ венахъ должно быть еще довольно значительнымъ. Даже въ бедренной венѣ оно оказывается около $+11,4 \text{ mm Hg}$ (*H. Jacobson*).

Присасываніе грудной полости сильнѣе всего во время вдыханія, почему въ это время происходитъ ускореніе тока крови въ венахъ и паденіе кровяного давленія въ венахъ верхней части тѣла (головы, шеи, рукъ). Еще рѣзче отражается вліяніе акта вдыханія на движеніи крови по брюшнымъ венамъ; здѣсь къ всасыванію въ полость груди присоединяется еще давленіе, производимое діафрагмой, опускающейся во время вдыханія. Въ наиболѣе неблагопріятныхъ условіяхъ во время акта вдыханія находятся вены нижнихъ конечностей. Движеніе крови по нимъ въ это время замедляется или пріостанавливается подъ вліяніемъ увеличенія внутрибрюшнаго давленія; чтобъ проникнуть въ полость груди, кровь нижнихъ конечностей должна пройти черезъ брюшную полость, гдѣ въ это время давленіе повышено.

Дыхательныя колебанія оттока крови производятъ періодическія расширенія и спаденія венъ. Эти колебанія (спаденіе во время акта вдыханія, расширеніе во время выдыханія) наиболѣе выражены въ большихъ венозныхъ стволахъ, расположенныхъ вблизи грудной клѣтки, именно въ *v. jugulares externae*. Колебанія въ объемѣ венъ отражаются также и на объемѣ всего органа. Плетисмографическая кривая мозга, руки и кисти представляетъ паденіе во время вдыханія, между тѣмъ какъ кривая ступни или голени во время вдыханія представляетъ поднятіе (Моссо).

3° Сокращенія произвольныхъ мышцъ благопріятствуютъ движенію крови по тѣмъ венамъ, которыя чрезъ нихъ проходятъ или расположены рядомъ съ ними. При каждомъ сокращеніи такихъ мышцъ вены сдавливаются; благодаря существованію въ венахъ клапановъ, расположенныхъ на нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга, кровь можетъ направиться только въ сторону сердца. Опорожненный во время сокращенія мышцы участокъ вены наполняется снѣзнова, какъ только мышца начнетъ расслабляться.

Braune (1873) показалъ, что нѣкоторыя вены расположены такъ, что находятся то въ состояніи расширенія, то сжатія, въ зависимости отъ сокращенія прилежащихъ мышцъ. Благодаря присутствію въ нихъ клапановъ, такія вены функционируютъ какъ насосъ, попеременно то всасывая жидкость, то прогоняя ее далѣе. Такого рода аппараты находятся въ различныхъ мѣстахъ тѣла: главнымъ образомъ въ конечностяхъ, въ челюстяхъ, у ключицы и пр. Брауне далъ подробное описаніе устройства такого аппарата *venae cruralis*. При вытягиваніи или отведеніи бедра стѣнки этой вены на уровнѣ *fossae ovalis* расслабляются, образуется здѣсь отрицательное давленіе и кровь изъ нижележащаго участка всасывается вверхъ, въ направленіи обратномъ силѣ тяжести. При сгибаніи бедра содержимое вены напротивъ выжимается и гонится по направленію къ сердцу.

4° Сила тяжести помогаетъ движенію крови, спускающейся по венамъ изъ верхнихъ частей тѣла.

Напротивъ кровь, поднимающаяся изъ нижнихъ конечностей, должна преодолевать силу тяжести. Извѣстно, какъ легко у лицъ, профессія которыхъ заставляеть ихъ большую часть дня оставаться на ногахъ, происходитъ венозный застой нижнихъ конечностей, ведущій къ образованію варикозныхъ утолщеній. Вены нижнихъ частей тѣла снабжены большимъ количествомъ клапановъ ¹⁾.

¹⁾ Вслѣдствіе этого столбъ крови, заключающейся въ такой венѣ разбивается на нѣсколько участковъ и такимъ образомъ ослабляется то гидростати-

Многочисленность факторовъ, производящихъ движеніе крови по венамъ, при чемъ каждый изъ нихъ дѣйствуетъ сравнительно слабо, обуславливаетъ неправильный характеръ венознаго кровообращенія и его сравнительную медленность; и то, и другое рѣзко отличаетъ его отъ кровообращенія артеріальнаго.

Давленіе въ венахъ невелико (5—10 mm Hg по Jacobson'у 1866) и падаетъ по мѣрѣ приближенія къ сердцу. Въ большихъ венозныхъ стволахъ верхней половины туловища оно находится подъ вліяніемъ внутригрудной пустоты, является поэтому отрицательнымъ и представляетъ большія колебанія въ зависимости отъ дыхательныхъ движеній. Во время вдыханія происходитъ присасываніе венозной крови въ полость груди.

Причина большой разницы между давленіемъ крови въ артеріяхъ и давленіемъ ея въ венахъ лежитъ въ сердцѣ, которое присасываетъ кровь изъ венъ, чтобы прогонять ее въ артеріи. Если остановить дѣятельность сердца, наложеніемъ лигатуры, или посредствомъ раздраженія *vagus'a*, кровь будетъ продолжать течъ изъ артерій въ вены, но только до тѣхъ поръ, пока давленіе въ тѣхъ и другихъ не сравняется. Это позволяетъ измѣрить среднюю величину давленія крови во всей кровеносной системѣ; оно по Guinper'у оказывается равнымъ 10—15 mm. Hg (1855).

Скорость теченія крови въ венахъ увеличивается по мѣрѣ приближенія къ сердцу, но она очень непостоянна. Въ *vena jugularis* собаки она въ общемъ равна 200 mm. Она меньше скорости крови въ артеріяхъ (Volkmann, Ціонъ 1871): поперечное сѣченіе черезъ вены по крайней мѣрѣ вдвое больше соотвѣтственнаго поперечнаго сѣченія черезъ артеріи (сравнивая напр. поперечное сѣченіе *venae cavae* и аорты и т. п.). Вся емкость венозной системы тоже по меньшей мѣрѣ въ два раза превышаетъ емкость артеріальной.

Венозный пульсъ.—По мнѣнію Vamberger'a (1857), Geigel'я и многихъ клиницистовъ, венозный пульсъ въ *vena jugularis externa*, заключающійся въ увеличеніи ея діаметра, совпадаетъ съ систолой желудочковъ; по ихъ мнѣнію, это явленіе патологическое, наблюдаемое только въ случаяхъ недостаточности трехстворчатой заслонки.

Въ противоположность этимъ воззрѣніямъ Friedreich (1865), Potain (1868), Mosso (1878), Gottwalt (1880), Riegel (1881) и François Franks (1882) показали, что существованіе венознаго пульса въ *v. jugularis* есть явленіе нормальное, существующее постоянно или по крайней мѣрѣ очень часто какъ у человѣка, такъ и у животныхъ, и не связано ни съ какимъ поврежденіемъ сердца или сосудовъ. Кривая венознаго пульса, получаемая на *vena jugularis externa* въ нижней части шеи, при помощи воздушной очень чувствительной капсулы, соединенной съ Мареевскимъ барабанчикомъ, представляетъ полное отраженіе кардіографической кривой праваго предсердія: поднятіе, соотвѣтствующее сокращенію предсердій, второе поднятіе, зависящее отъ захлопыванія клапановъ *tricuspidales*; затѣмъ быстрое паденіе, отвѣчающее отрицательному давленію при опорожненіи желудочковъ; въ концѣ систолы желудочковъ, кривая снова подническое дѣйствіе, которое одинъ длинный столбъ долженъ былъ бы производить въ нижнихъ его частяхъ при вертикальномъ положеніи тѣла.

Въ стѣнкахъ венъ нижнихъ конечностей заложено всего больше и мышцъ (Bardleben).

мается, чтобъ упасть наконецъ при образованіи пост-систолической пустоты (см. фиг. 43). Колебанія давления внутри предсердій передаются содержимому венъ, впадающихъ въ предсердіе, и вызываютъ такія же колебанія въ скорости притока по нимъ венозной крови. Обратнаго тока венозной крови въ моментъ сокращенія предсердія нѣтъ, и въ этомъ смыслѣ не существуетъ настоящаго пульса яремной вены; происходитъ въ ней только періодическое замедленіе притока крови.

Венозный пульсъ можетъ распространяться до мозга и вызывать при каждомъ біеніи сердца легкое поднятіе плетисмографической кривой этого органа.

Кровообращеніе въ vena porta.—*Давленіе крови.* Кровь, текущая изъ селезенки, желудка, поджелудочной железы, кишекъ, должна пройти вторую сѣть капилляровъ, капилляры печени, прежде чѣмъ вернуться въ сердце. Капилляры печени представляютъ для движущейся крови значительное сопротивленіе; поэтому давленіе въ vena porta выше, чѣмъ давленіе въ какой-либо другой венѣ; у собаки оно колеблется между 7 и 15 mm. ртути (Rosapelly). Своего maximum'a оно достигаетъ во время вдыханія, когда діафрагма, опускаясь, оттѣсняетъ внизъ и сдавливаетъ брюшные органы. Въ то же время надъ печенью давленіе венозной крови падаетъ до своего минимума, оно опускается до —7 и до —8 mm. ртути и образуемая такимъ образомъ разница въ давленіяхъ въ полости груди и въ полости живота является главнымъ факторомъ въ движеніи крови по системѣ venae portae.

Суточное количество крови, проходящее по vena porta очень значительно: въ минуту у собаки, вѣсомъ въ 20 килогр., проходитъ по vena porta 500 гр. (Flügge). Если то же отношеніе существуетъ и у человѣка, то въ теченіи одной минуты у взрослого, вѣсящаго 70 килогр., должно проходить чрезъ v. porta болѣе полутора литра крови или сто литровъ въ часъ, два съ половиной кубическихъ метра въ день. По мнѣнію Стольниковъ, печень чрезъ посредство системы v. portae играетъ роль механическаго регулятора для дѣятельности сердца, компенсируя избытокъ давленія, который можетъ явиться въ области venae cavae inferioris.

Скорость крови. Желѣзисто-синеродистый калий, введенный въ vena porta, появляется въ крови venae cavae inferioris надъ печенью по прошествіи 8 секундъ; количество его постепенно увеличивается, достигаетъ maximum'a къ тридцатой секундѣ и исчезаетъ вовсе къ концу первой минуты (Rosapelly). Если продѣлать тотъ же опытъ съ искусственнымъ кровообращеніемъ на вырѣзанной печени, то окажется, что кровь должна протекать въ количествѣ 200 к. с. въ минуту, чтобы желѣзисто-синеродистый калий въ тотъ же промежутокъ времени прошелъ печень. На основаніи этихъ данныхъ и величины поперечнаго сѣченія воротной вены (1 кв. сант.), скорость крови опредѣляется въ 33 миллим. въ секунду въ самой венѣ и 22 миллим. въ ея развѣтвленіяхъ. Въ печеночныхъ венахъ, слѣдовательно, уже пройдя печень, кровь двигается со скоростью только 16 мм., такъ какъ ея русло здѣсь вдвое шире. Въ печеночныхъ капиллярахъ скорость должна быть равной 1—4 мм. въ секунду.

Пройодимость печени. Артеріальные капилляры печени представляютъ, повидимому, болѣе сопротивление потоку крови, чѣмъ венозные. Опыты съ искусственнымъ кровообращеніемъ показали, что движеніе крови по v. porta останавливается только, когда давленіе въ печеночныхъ венахъ сдѣлается почти равнымъ давленію въ самой v. porta; между тѣмъ какъ небольшого повышенія давленія въ печеночныхъ венахъ уже достаточно, чтобы остановить движеніе крови по артеріямъ печени: послѣднее останавливается уже, когда давленіе въ венахъ составляетъ одну седьмую или одну восьмую давленія въ артеріяхъ. Эти двѣ сп-

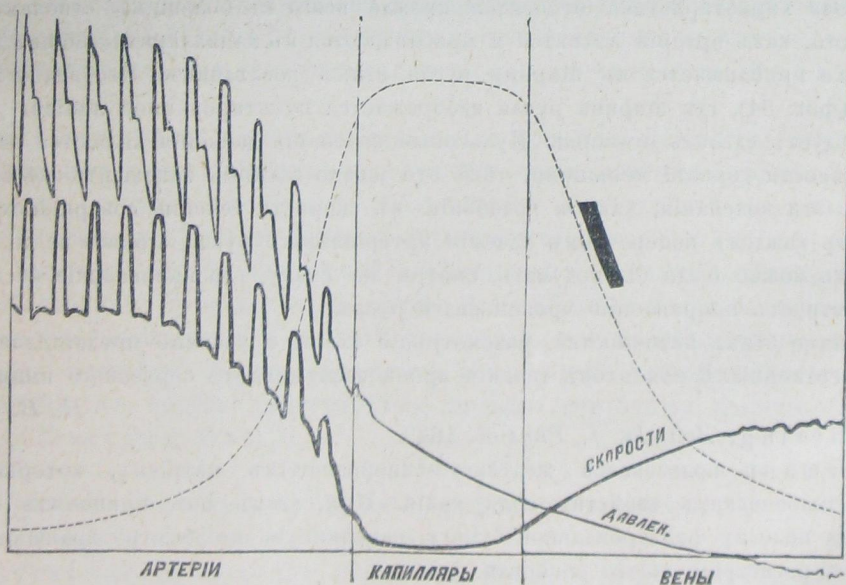
стемы, система воротной вены и система артеріальнаго кровообращенія печени, болѣе или менѣе независимы другъ отъ друга; однако полной независимости нѣтъ: повышение давленія въ *v. porta* затрудняетъ артеріальное кровообращеніе и обратно. Прибавимъ, что препятствія къ оттоку желчи также затрудняютъ печеночное кровообращеніе и влекутъ за собою асцитъ и гипертрофію селезенки (Maragliano).

Емкость системы *v. portae* подвержена большимъ колебаніямъ; при параличѣ вазомоторныхъ нервовъ она увеличивается настолько, что можетъ воспринять въ себя большую часть крови. Это влечетъ за собой громадное паденіе артеріальнаго давленія, подобное тому, какое наступаетъ послѣ кровопусканій, кончающихся смертельнымъ исходомъ. Во время пищеваренія происходитъ также приливъ крови къ брюшнымъ венамъ и повышение давленія въ *v. porta*. Обратное наблюдается при истощеніи отъ недостатка пищи. --

Опыты съ искусственнымъ кровообращеніемъ, произведенные Негер'омъ на извлеченной изъ тѣла печени, показали, что сосуды этого органа представляютъ болѣе или менѣе періодическія колебанія своего просвѣта, что вызываетъ колебанія въ скорости, съ какою вытекаетъ изъ печени кровь. Послѣ смерти печени вытеканіе становится равномѣрнымъ. Присутствіе извѣстныхъ ядовъ можетъ вызывать также или суженіе, или расширеніе мелкихъ сосудовъ печени.

VII. Общій взглядъ на механическія условія кровообращенія.

Давленіе и скорость крови въ различныхъ сосудахъ тѣла. Фиг. 84 изображаетъ графическимъ построеніемъ наиболѣе интересныя особенности теченія крови въ артеріяхъ, капиллярахъ и венахъ.



Фиг. 84.—Схема, изображающая измененія давленія и скорости теченія крови параллельно съ измененіями ширины русла (пунктированная линия) въ различныхъ частяхъ кровеносныхъ сосудовъ. Здѣсь не представлены измененія случайныя или мѣстныя въ давленіи и скорости, каковыя встрѣчаются при теченіи крови по венамъ, а равно опущены изъ схемы и дыхательныя измененія въ кровяномъ давленіи, артеріальномъ и венозномъ. (Отчасти по Gad'у).

Артеріи. Общій просвѣтъ или поперечное сѣченіе сравнительно ограниченъ. Давленіе и скорость крови значительны; колебанія въ зависимости отъ ритмической дѣятельности сердца выражены очень рѣзко (артеріальный пульсъ) ¹⁾.

Кронескер и Намел (1889) полагаютъ, что колебанія артеріальнаго давленія исполняютъ для стѣнокъ роль массажа, и что такое ритмическое давленіе лучше сохраняютъ эластичность стѣнокъ, чѣмъ давленіе постоянное. Они нашли, что жидкость, вводимая въ брюшную аорту лягушки при инъекціи подъ постояннымъ давленіемъ, встрѣчаетъ гораздо большее сопротивленіе въ развѣтвленіяхъ сосудистой системы, чѣмъ въ томъ случаѣ когда она вводится подъ давленіемъ перемежающимся въ родѣ того, какъ это имѣетъ мѣсто при естественной дѣятельности пульсирующаго сосуда.

Капилляры. Общій просвѣтъ значителенъ; скорость мала и равномерна; давленіе посредственно и не представляетъ колебаній, стоящихъ въ связи съ дѣятельностью сердца.

Вены. Просвѣтъ въ два или три раза превышаетъ просвѣтъ соответствующихъ артеріальныхъ стволовъ. Скорость въ два или три раза меньше скорости въ артеріяхъ. Давленіе очень невелико; вблизи сердца оно становится отрицательнымъ и представляетъ колебанія, отвѣчающія біеніямъ сердца (венозный пульсъ).

Продолжительность круговорота крови. Для опредѣленія времени, въ теченіи котораго каждая частица крови совершаетъ полный кругъ кровообращенія, **Hering** ²⁾ вводилъ въ центральный конецъ *venae jugularis* лошади растворъ желѣзисто-синеродистаго калия. По прошествіи полуминуты хлорное желѣзо уже открываетъ присутствіе введенной соли въ *v. jugularis*

¹⁾ Эта характеристика относится прежде всего къ большимъ стволамъ. По мѣрѣ того, какъ артеріи вѣтвятся и приближаются къ капиллярамъ, общее русло ихъ тоже приближается къ ширинѣ русла этихъ послѣднихъ. Это видно и изъ схемы (фиг. 84), гдѣ ширина русла изображается пунктированной линіей.

Слѣдуетъ сдѣлать оговорки. Пульсовые колебанія давленія являются въ дѣйствительности гораздо меньшими, чѣмъ это можно было бы заключить изъ схемы. Затѣмъ эти колебанія, какъ и колебанія въ скорости теченія, совершаются конечно въ каждомъ поперечномъ сѣченіи артеріальнаго русла, а вовсе не по длинѣ его, какъ можно было бы подумать, смотря на схему, гдѣ направленіе абсциссы соответствуетъ направленію кровеноснаго русла.

Помимо этихъ неточностей, разсмотрѣніе схемы и уясненіе представляемыхъ ею существенныхъ моментовъ теченія крови заслуживаетъ серьезнаго вниманія.

Н. В.

²⁾ *Hering, Zeitschr. f. Physiol.* 1829.

Hermann пользовался желѣзисто-синеродистымъ натріемъ, который не имѣетъ токсическихъ свойствъ соли калия. При этомъ онъ принималъ струю крови на полоску фильтровальной бумаги, намотанную на быстро вращающемся цилиндрѣ регистрирующаго аппарата.

Smith (1884) вмѣсто желѣзисто-синеродистой соли вводилъ кровь голубя, присутствіе которой легко отличить по ея характернымъ элементамъ. Наконецъ **Stewart (1890)** примѣнилъ особенный методъ: поступленіе раствора соли въ артерію, послѣ введенія его въ вену, онъ узнавалъ по измѣненію электрическаго сопротивленія содержимаго артерій.

противоположной стороны. Vierordt (1858) опредѣлилъ при помощи того-же приѣма, у собаки этотъ промежутокъ времени въ 15,2 секунды, у кролика около 7 секундъ. Вообще для различныхъ животныхъ время полного круговорота крови соотвѣтствуетъ приблизительно 27 сердечнымъ сокращеніямъ.

Jolyet (1880) примѣнилъ тотъ-же способъ для сравненія продолжительности обращенія крови по легочному и по большому кругу. Желѣзисто-синеродистый калий, введенный въ правое сердце, появляется въ лѣвомъ по прошествіи 6 секундъ, между тѣмъ какъ продолжительность всего кругообращенія крови въ четыре раза болѣе, т. е. равна 24 секундамъ. Изъ этого Jolyet сдѣлалъ заключеніе, что система легочнаго кровообращенія содержитъ въ четыре раза меньше крови, чѣмъ большой кругъ кровообращенія. (Отношеніе вѣса легкаго къ вѣсу содержащейся въ немъ крови равно 2,6, между тѣмъ какъ отношеніе вѣса всего тѣла къ всему количеству въ немъ оказывается равнымъ приблизительно 13.—Jolyet 1881).

VIII. Иннервація сердца ¹⁾.

А) Общія свойства сердечной мышцы и нервныхъ центровъ, заложенныхъ въ самомъ сердцѣ.

Сердце лягушки. Сердце лягушки, вынутое изъ тѣла, если оно находится въ благопріятныхъ условіяхъ влажности, температуры и питанія, продолжаетъ еще правильно биться въ продолженіи нѣсколькихъ часовъ, иногда и дней. Это стоитъ въ связи съ тѣмъ, что у холоднокровныхъ животныхъ сердечное сокращеніе, какъ и всякое мышечное сокращеніе, не сопряжено съ большимъ расходомъ питательныхъ веществъ. Когда сердце начинаетъ умирать, его сокращенія постепенно слабѣютъ и первымъ прекращаетъ свою дѣятельность желудочекъ: *ultimum moriens* находится въ основаніи праваго предсердія, вблизи венознаго синуса (въ сосѣдствѣ съ Ремаковскимъ узломъ).

Сердце лягушки не имѣетъ собственныхъ сосудовъ (Hugtle). Внутренняя стѣнка желудочка покрыта множествомъ щелеобразныхъ бороздъ, въ которыхъ циркулируетъ кровь; онѣ увеличиваютъ поверхность всасыванія и облегчаютъ такимъ образомъ питаніе стѣнокъ желудочка.

Для вынутаго сердца наилучшей питательной жидкостью является кровь или разбавленная кровяная сыворотка. Разбавленные и слегка щелочные растворы солей, находимыхъ въ золѣ сыворотки, могутъ на нѣкоторое время поддерживать пульсаціи сердца (Stiénon, Gaulé); но только жидкости, содержащія бѣлокъ, могутъ дѣйствительно питать сердечныя мышцы (Kronecker, Martius, Ott)²⁾.

¹⁾ Кромѣ сочиненій названныхъ въ предыдущихъ подглавахъ, укажемъ еще два, гдѣ занесена и новѣйшая литература:

Tigerstedt. *Lehrbuch der Physiologie des Kreislaufes*. Leipzig, 1893.

И. Догель. *Сравнительная анатомія, фізіологія и фармакологія сердца*. Казань, 1895. (со множествомъ прекрасныхъ рисунковъ). Н. В.

²⁾ Ringer рекомендуетъ какъ искусственную сыворотку растворъ хлористаго натрія, 7—5 на тысячу, насыщенный фосфорнокислымъ кальціемъ и содержащій одинъ процентъ раствора хлористаго калия концентраціи 2 на 100. Искусственная

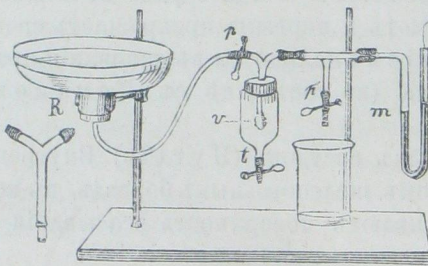
Чтобы поддержать биеііа сердца, ему необходимо постоянно доставлять кислородъ и предоставить возможность освобождаться отъ угольной кислоты; и того и другаго достигаютъ постояннымъ возобновленіемъ щелочнаго питательнаго раствора.

Сердце лягушки бьется только при температурѣ выше 0° — 4° C. Его биеііа ускоряются по мѣрѣ возвышенія температуры, пока не будетъ достигнутъ высшій предѣлъ (между 30° и 40° C), при которомъ оно останавливается (Schelske, Ціонъ). Наибольшей энергіи его пульсаціи достигаютъ между 15° и 20° C.

Вліяніе давленія крови на частоту биеііей вырѣзаннаго сердца представляеть до сихъ поръ спорный вопросъ. Опыты Marey'a, Чирьева, Luchsingera, J. M. Ludwiga, Thiry и Toderà дали противорѣчивые результаты ¹⁾.

Автоматическая дѣятельность сердца повидимому связана съ цѣлостностью нервныхъ центровъ, залегающихъ въ самомъ сердцѣ. Если сердце разрѣзать на отдѣльные куски, то продолжаютъ пульсировать изъ нихъ только тѣ, которые остались въ связи съ нервными клѣтками; куски, состоящіе изъ одного мышечнаго вещества, безъ нервныхъ узловъ, перестаютъ биться и отвѣчаютъ сокращеніемъ только на искусственное раздраженіе. Въ такомъ положеніи оказывается верхушка сердца (другими словами, нижнія двѣ трети желудочковъ, Bernstein) и потому она представляетъ прекрасный объектъ для изученія свойствъ сердечной мускулатуры ²⁾.

Свойства сердечной мышцы, изолированной отъ нервовъ и узловъ. — Сокращенія изолированной верхушки сердца (какъ и сокращенія цѣлаго сердца) могутъ быть записаны или при помощи простаго міографа (подобнаго изображенному на фиг. 48), или при помощи



Фиг. 85.—Приборъ, служащій для поддержанія искусственнаго кровообращенія въ сердцѣ лягушки. *v* сердце, навязанное на канюлю въ видѣ буквы *Y* съ двойнымъ токомъ (канюля представлена слѣва въ большемъ размѣрѣ). Одна изъ вѣтвей этой канюли приводитъ питательную жидкость, находящуюся въ сосудѣ *R*, другая вѣтвь отводитъ отъ сердца жидкость въ *p*, и сообщается со ртутнымъ манометромъ *m*. Когда желаютъ сдѣлать запись посредствомъ манометра *m*, накладываютъ пинцеты *p* и *p*. Трубка *t* можетъ быть соединена съ записывающимъ барабаномъ, и тогда получатся кривыя измѣненій сердца въ объемѣ.

кардіографическихъ щипцовъ Marey'a или наконечъ сердечнаго манометра (фиг. 85 *m*).

Всякое электрическое, механическое и тому подобныя раздраженія вызываютъ сокращеніе верхушки сердца, аналогичное сокращеніямъ скелетныхъ мышцъ. Отличія сокращеній сердечной мышцы отъ сокращеній скелетныхъ мышцъ заключаются въ слѣдующемъ:

сыворотка, употребляемая въ лабораторіи Ludwiga въ Лейпцигѣ содержитъ на 100 кб. с. воды: 0,5 гр. NaCl, 0,002 гр. KNO и 0,003 гр. продажнаго пептона (содержащаго слѣды Ca).

¹⁾ Повидимому рѣшающимъ моментомъ является *степень* давленія, дѣйствующаго на внутреннюю поверхность сердца: умѣренное давленіе повышаетъ сердечный ритмъ; очень значительное давленіе дѣлаетъ ритмъ сердца неровнымъ и замедляетъ его.

II. В.

²⁾ По Engelmann'у то же имѣетъ мѣсто и по отношенію къ *bulbus aortae*.

1° Всѣ фазы сокращенія здѣсь болѣе продолжительны. Скрытый періодъ раздраженія длится одну десятую и болѣе секунды.

2° Сокращенія сердечной мышцы, какова бы ни была интенсивность приложеннаго къ ней раздраженія, представляютъ всегда *maximum* возможнаго для нея сокращенія (Bowditch, Kronesker). Слабое раздраженіе или вызываетъ максимальное сокращеніе, или не вызываетъ никакого. Усиливая дѣйствіе раздраженія, нельзя вызвать увеличенія сокращенія.

Слабыя раздраженія, неспособны каждое въ отдѣльности вызывать сокращеніе сердца, повторяясь другъ за другомъ, могутъ суммироваться и породить въ результатѣ сокращеніе (v. Basch).

3° Каждое раздраженіе, способное вызвать сокращеніе сердечной мышцы, дѣлаетъ ее невоспримчивой къ слѣдующему раздраженію, если это второе отдѣлено отъ перваго слишкомъ короткимъ промежуткомъ времени (*рефрактерный періодъ* или *періодическая нераздражаемость сердца*, Marey, Dastre и Morat). Поэтому, если дѣйствовать на сердце ритмическими раздраженіями, оно отвѣчаетъ на каждое раздраженіе только въ томъ случаѣ, когда они достаточно удалены другъ отъ друга. Этимъ объясняется трудность получить настоящій тетанусъ сердечной мышцы дѣйствіемъ частыхъ раздраженій (средней интенсивности).

Если раздражать внутреннюю стѣнку желудочка, дѣйствуя на нее постояннымъ давленіемъ (соединяя изолированную верхушку сердца съ вертикальной трубкой, содержащей достаточно высокій столбъ солянаго раствора), то на такое постоянное раздраженіе верхушка отвѣчаетъ рядомъ ритмическихъ сокращеній, а не однимъ длительнымъ (Ludwig, Меруновичъ, v. Lucowicz).

Раздраженіе сердечной мышцы дѣйствіемъ постоянного тока производитъ тотъ-же эффектъ: пульсаціи чередуются съ диастолическими фазами¹⁾.

Не подлежитъ сомнѣнію, что между явленіемъ *рефрактернаго періода* и явленіемъ *максимальнаго сокращенія* существуетъ связь. Можно допустить, что взрывъ энергіи, соотвѣтствующій сокращенію, потребляетъ каждый разъ все взрывчатое вещество (максимальное сокращеніе), какимъ располагаетъ въ данный моментъ сердечная мышца. Послѣ каждого сокращенія необходимо поэтому періодъ возстановленія (рефрактерный періодъ), въ теченіе котораго возобновляется запасъ взрывчатого вещества.

Упомянемъ еще о явленіи *лѣстницы* (послѣ продолжительнаго покоя сердечной мышцы, первыя сокращенія представляютъ постепенно возрастающую высоту, рядъ ихъ восходитъ въ видѣ лѣстницы, Bowditch) и о явленіи *группъ*, описанныхъ Lisciani (группы пульсацій, раздѣленные длинными паузами, наблюдаемыя при питаніи лягушечьяго сердца сывороткой).

4° Сокращеніе, вызванное въ одномъ или нѣсколькихъ мышечныхъ волокнахъ путемъ механическаго или электрическаго раздраженія, не остается въ предѣлахъ раздраженныхъ элементовъ, но распространяется и на сосѣдніе. Извѣстно, что мышечныя волокна сердца образуютъ сѣть анастомозъ.

Engelmann разрѣзалъ лягушечье сердце на отдѣльныя полоски и из-

¹⁾ Того же достигаютъ приложеніемъ слабаго прерывистаго тока. Болѣе сильный токъ вызываетъ слабыя неправильныя сокращенія въ отдѣльныхъ частяхъ сердца и затѣмъ остановку его дѣятельности.

мѣрялъ скорость распространенія по нимъ сокращенія и отрицательнаго колебанія, предшествующаго ему. Она оказалась равной по его изслѣдованіямъ 10—50 мм. въ секунду; Page и Sanderson опредѣляютъ ее въ 125 мм. въ секунду.

Механическое раздраженіе, дѣйствующее на опредѣленный участокъ нормально работающаго сердца, производитъ напротивъ мѣстное расслабленіе, мѣстную діастолу (Schiff, Rossbach, Luchsinger и др.). Это явленіе объясняютъ различно¹⁾.

Первые узлы лягушечьяго сердца. — Мы видѣли, что на постоянное раздраженіе сердечная мышца отвѣчаетъ ритмическими сокращеніями. Это даетъ право смотрѣть на біенія сердца, какъ на сокращенія, обусловленные постояннымъ раздраженіемъ, раздраженіемъ, исходящимъ отъ нервныхъ двигательныхъ узловъ. Но послѣдовательность различныхъ явленій сердечнаго сокращенія, именно фактъ, что сначала сокращаются крупныя вены и венозный синусъ, затѣмъ предсердіе, желудочекъ и наконецъ *bulbus aortae*, указываетъ повидимому на то, что здѣсь мы имѣемъ дѣло съ залегающими въ сердцѣ нервными центрами. Слѣдуетъ допустить, что центры посылаютъ послѣдовательно импульсы къ большимъ венамъ, къ синусу, къ предсердіямъ и, по прошествіи небольшого промежутка времени, къ желудочку и къ луковичѣ аорты. Впрочемъ и непосредственное раздраженіе, дѣйствующее на неповрежденное сердце, порождаетъ не простое мышечное сокращеніе, но одну или нѣсколько пульсацій сердца, представляющихъ ту же характерную для сердца послѣдовательность. И въ этомъ случаѣ приходится также признать участіе нервныхъ узловъ.

Нужно думать, что различные узлы сердца имѣютъ неодинаковое физиологическое значеніе: одни изъ нихъ, вѣроятно, настоящіе *автоматическіе двигательные центры* сердца, другіе же дѣйствуютъ, вѣроятно, какъ *задерживающіе центры* и находятся въ связи съ конечными развѣтвленіями *vagus'a*, нерва, умѣряющаго біеніе сердца.

Главная масса нервныхъ клѣтокъ (*Ремаковскій узелъ*) находится въ стѣнѣ венознаго синуса. Лигатура (*опытъ Stannius'a*) или разрывъ, отдѣляющіе синусъ отъ предсердія, ведутъ къ немедленной остановкѣ пульсацій предсердій и желудочка, въ то время какъ синусъ еще продолжаетъ биться. Разрушеніе синуса и его узловъ также влечетъ за собой остановку сердечныхъ біеній.

То или другое раздраженіе венознаго синуса можетъ вызывать ускореніе или замедленіе пульсацій предсердій и желудочка, но обратнаго отношенія не существуетъ. v. Bezold, Schmiedeberg и другіе локализируютъ въ Ремаковскомъ узлѣ главный автоматическій центръ сердца. По уничтоженіи этого узла, тонусъ задерживающаго центра оказывается, повидимому, доста-

¹⁾ Существуютъ сильныя возраженія противъ того, что у лягушки двѣ нижнія трети сердца (какъ и луковича аорты) не заключаютъ нервныхъ элементовъ. По словамъ II. Догеля и здѣсь «имѣется такое множество нервныхъ волоконъ, что трудно сказать, болѣе ли число такихъ нервовъ или же мышечныхъ элементовъ въ разныхъ отдѣлахъ сердца лягушки» (цит. соч. стр. 111). Въ виду такого положенія, этотъ авторъ отказывается видѣть въ явленіяхъ, наблюдаемыхъ на верхушкѣ лягушечьяго сердца, выраженіе свойствъ только одной сердечной мышцы

точно сильнымъ для остановки біеній сердца. Такой задерживающій центръ, предполагается въ перегородкѣ, раздѣляющей предсердія (*узелъ Ludwig'a*). Третье скопленіе нервныхъ клѣтокъ (авто-моторныхъ?) расположено въ атрио-вентрикулярной бороздѣ и носитъ названіе *Биддеровскаго узла*. Если наложить на сердце, уже остановленное лигатурой *Stannius'a* вторую лигатуру нѣсколько выше уровня Биддеровскаго узла, пульсаціи желудочка на нѣкоторое время восстанавливаются, такъ что получается впечатлѣніе какъ будто моторное дѣйствіе Биддеровскаго узла было приостановлено вліяніемъ узла *Ludwig'a*.

Этимъ фактамъ даютъ и другія объясненія. Они указываютъ, повидимому, на антагонизмъ между Ремаковскимъ и Биддеровскимъ узлами (автоматически-моторными) съ одной стороны и узломъ *Ludwig'a* (задерживающимъ) съ другой¹⁾.

Сердце млекопитающихъ. Сердце собаки или кролика, вынутое изъ грудной клѣтки, продолжаетъ биться не болѣе нѣсколькихъ минутъ. Только исключительныя условія (вдуваніе воздуха въ полость сердца — *Ewald*) могутъ заставить его биться дольше. Условія питанія сердца млекопитающихъ гораздо сложнее, и здѣсь происходитъ гораздо болѣе значительное потребление вещества, чѣмъ въ сердцѣ холоднокровныхъ животныхъ. Только въ самые послѣдніе годы удалось устроить искусственное кровообращеніе въ сердцѣ собаки, изолированномъ физиологически отъ остальной кровеносной системы при помощи лигатуры (*Newell Martin*) или даже вынутомъ изъ тѣла (*Léon Fredericq*). *Newell Martin* констатировалъ, пользуясь этимъ приѣмомъ, что возвышеніе температуры оказываетъ на ритмъ движеній сердца собаки то же ускоряющее вліяніе, что и на сердце лягушки. Наибольшая частота сердечныхъ сокращеній соответствуетъ температурѣ въ 41° , слѣдовательно немногимъ ниже температуры смерти ($44,95-45^{\circ}$). Пониженіе температуры до $17^{\circ}-18^{\circ}$ производитъ также остановку біеній сердца.

Раздраженіе сердца индуктивнымъ токомъ или механическимъ толчкомъ (сердце предварительно остановлено раздраженіемъ *vagus'a*) производитъ не простое сокращеніе раздраженнаго участка, но вызываетъ полное сокращеніе всего сердца. Сердце собаки представляетъ тотъ-же рефрактерный періодъ (*Gley*), какъ и сердце лягушки.

Если провести быстро тупымъ краемъ скальпеля по поверхности живого сердца, то появляется мѣстное длительное сокращеніе, представляющее всѣ характерныя свойства такъ называемаго и діо-мускулярнаго сокращенія. Такое сокращеніе, повидимому, нисколько не нарушаетъ правильнаго ритма сердечныхъ движеній (*Léon Fredericq*).

Въ составъ сердечнаго сплетенія (*plexus cardiacus*) входятъ многочислен-

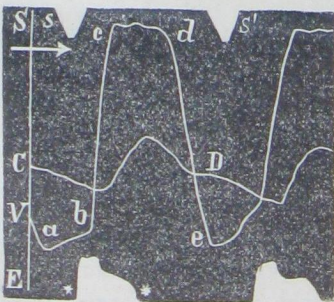
¹⁾ Объясняютъ явленія, вызываемыя разрывами или лигатурами, еще и такимъ образомъ. Первая лигатура останавливаетъ предсердія и желудочекъ потому, что ею раздражаются волокна *n. vagi*, тормозящая дѣятельность въ этихъ частяхъ сердца (см. ниже); съ другой стороны, Биддеровскій узелъ, оставшійся въ нижней части сердца обладаетъ слабою автоматическою раздражительностію. — Послѣ проведенія разрыва (или лигатуры) на границѣ между предсердіями и желудочкомъ, послѣдній начинаетъ пульсировать потому, что вмѣстѣ съ этимъ раздражается самъ Биддеровскій узелъ, тормозящее же дѣйствіе блуждающаго нерва на желудочекъ прекращается.

ныя развѣтвленія симпатическихъ нервовъ и *vagus'a*. До сихъ поръ еще нервная система сердца, ея анатомія и физиологія извѣстны плохо. Поверхность сердца очень богата центробѣжными нервами (*Wooldridge*), которые вызываютъ (рефлекторнымъ путемъ?) ускореніе біеній.

По *Kronecker'u* и *Schmeu* уколъ въ опредѣленный участокъ передней продольной борозды, раздѣляющей желудочки (на границѣ верхней и средней трети), вызываетъ неправильное дрожаніе въ мышечныхъ волокнахъ желудочковъ (*delirium*), которое уничтожаетъ нормальный ритмъ и, по прошествіи нѣсколькихъ минутъ, уступаетъ мѣсто полной остановкѣ сердца. Этотъ фактъ, однако, еще не даетъ права съ полной увѣренностью локализовать въ этой точкѣ автоматическій центръ желудочковъ, тѣмъ болѣе что поврежденіе и другихъ участковъ сердца можетъ повлечь за собою тотъ-же, пока необъясненный, эффектъ. Такой же эффектъ производитъ и лигатура вѣнечныхъ артерій или закупорка ихъ вѣтвей; наконецъ тетанизація индуктивнымъ токомъ (даже очень слабымъ) какого либо участка сердечной мышцы вызываетъ также дрожаніе и параличъ сердца (*Ludwig* и *Hoffa*, *Vulpian*).

Тетанизація одного желудочка влечетъ за собой одновременную остановку обоихъ желудочковъ, въ то время какъ предсердія еще продолжаютъ биться; также и раздраженіе какого либо участка одного предсердія производитъ остановку обоихъ предсердій, не нарушая біеній желудочковъ. Предсердія съ одной стороны, желудочки съ другой, представляютъ два отдѣльныхъ физиологическихъ цѣлыхъ, до извѣстной степени независимыхъ другъ отъ друга. *Wooldridge* и *Tigerstedt* показали затѣмъ, что можно произвести физиологическое отдѣленіе (посредствомъ раздавливанія) предсердій отъ желудочковъ, и тѣ и другіе послѣ этого продолжаютъ биться, но съ различнымъ ритмомъ. Въ такихъ условіяхъ раздраженіе *vagus'a* уже болѣе не оказываетъ дѣйствія на біенія желудочковъ.

Природа сердечной систолы. Систола желудочковъ сердца не есть простое мышечное сокращеніе, какъ принято было думать до настоящаго времени, но представляетъ результатъ сліянія трехъ или четырехъ простыхъ сокращеній (*Léon Fredericq*). Указаніе на такое сліяніе можно найти въ кардіографической кривой сердца (собаки или кролика), обезкровленного вскрытіемъ артерій или лигатурой вѣнъ, или даже вынутаго изъ полости груди (что оспаривается *Freu'e'm*ъ, *Launanié*, *Meu'er'o'm*ъ и др.). До извѣстной степени то же указаніе можно найти и на кривой электрическихъ колебаній сердца, получаемой фотографически при помощи электрометра *Lippmann'a*. (*Martius*, *Bayliss* *Starling* и др. опровергаютъ и это).



Фиг. 86 — Фотографическая запись электрическихъ колебаній въ сердцѣ собаки, сдѣланная на лентѣ чувствительной бумаги.

S время въ $\frac{1}{2}$ секундахъ — бѣгъ вырѣзки въ верхней части фигуры, отъ *S* до *S'*.

C пульсъ въ *a. carotis*. *A* главный подъемъ, *D* подъемъ дигротическій.

V кардіографическая запись желудочка; *ab* систола предсердія, *bed* систола желудочка *de* діастола желудочка.

E электрическія колебанія праваго желудочка (бѣгъ вырѣзки на нижнемъ краю полосъ, отъ * до *).

Электрическое колебаніе предшествуетъ систолѣ желудочковъ, начинаясь тремя, четырьмя сотыми секунды ранѣе; въ теченіи 15—20 сотыхъ секунды оно

держится на одномъ уровнѣ и начинаетъ падать немногимъ ранѣ діастолы желудочковъ. Кривая такого колебанія можетъ представлять волнообразныя извилины, указывающія на ея составъ изъ нѣсколькихъ одиночныхъ колебаній (фиг. 86).

Начало электрическаго колебанія можетъ вызывать въ гальваноскопической ланкѣ электрическое вторичное сокращеніе (Kölliker и Н. Müller, Meissner и Cohn, Donders, Marey и др.). Систола предсердій также сопровождается электрическимъ колебаніемъ (Nuel ¹).

В) Вліяніе центральной нервной системы на дѣятельность сердца.

Изолированное сердце содержитъ всѣ элементы, необходимые для его ритмической дѣятельности; тѣмъ не менѣ въ нормальныхъ условіяхъ дѣятельность сердца подлежитъ еще вліянію центральной нервной системы.

Отъ центральной нервной системы направляются къ сердцу два рода нервныхъ волоконъ: одни замедляютъ ритмъ его біеній (*задерживающій нервъ сердца*), другіе, напротивъ, ускоряютъ его (*ускоряющіе нервы*).

Задерживающіе нервы сердца. — Задерживающими нервами являются сердечныя вѣтви блуждающаго нерва. Искусственное раздраженіе ихъ производитъ, смотря по силѣ раздражителя, замедленіе или полную остановку сердечныхъ біеній, результатомъ чего является паденіе кровяного давленія (E. Weber 1845), какъ о томъ свидѣлствуютъ кривыя на фиг. 87 и 88. По Masoin'у дѣйствіе праваго ствола блуждающаго нерва сильнѣе, чѣмъ дѣйствіе лѣваго ²).

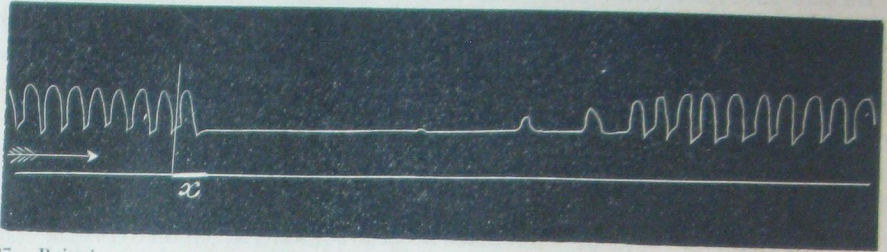
Раздраженіе *vagus'a* дѣлаетъ систолы и болѣе рѣдкими, и болѣе слабыми. Heidenhain показалъ, что у лягушки раздраженія *vagus'a*, слѣдующія не часто другъ за другомъ, ослабляютъ систолы, не производя ихъ замедленія. По изслѣдованіямъ Nuel'я на предсердіе блуждающій нервъ оказываетъ нѣсколько иное дѣйствіе, чѣмъ на желудочки ³).

¹) Мнѣ кажется, систолу желудочка слѣдуетъ разсматривать, какъ короткое тетаническое сокращеніе, совершенно аналогичное нормальному сокращенію скелетныхъ мышцъ. За это говоритъ то, что первый тонъ сердца (будучи по преимуществу мышечнаго происхожденія) сходенъ съ шумомъ, производимымъ скелетными мышцами при ихъ естественномъ возбужденіи (Hermann. Handb. der Physiol. I стр. 49). Если выслушивать посредствомъ телефона электрическія колебанія, сопровождающія систолу сердца, то должно придти къ тому же заключенію. Изъ сложныхъ осцилляцій, характеризующихъ такія мышечныя сокращенія, упомянутыя въ текстѣ способы могутъ уловить только наиболѣе грубый ритмъ (Wedensky, Archives de physiologie, 1891, стр. 72 и 261). H. B.

²) У человѣка *vagus* въ области шеи можетъ быть раздражаемъ непосредственно черезъ кожу. Во многихъ случаяхъ бываетъ достаточно надавить въ этомъ мѣстѣ на нервъ, чтобы вызвать замедленіе или полную остановку сердца, сопровождающуюся обморокомъ.

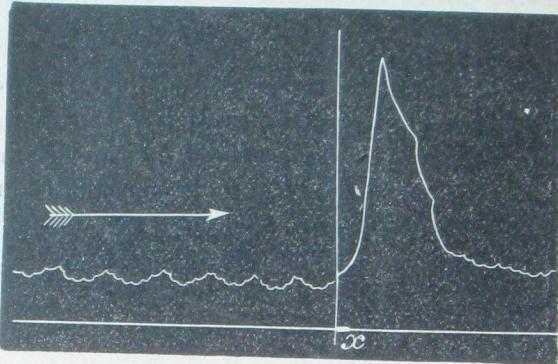
³) Дѣйствіе блуждающаго нерва на разные отдѣлы сердца можетъ быть въ нѣкоторыхъ случаяхъ настолько различно, что совершенно извращается нормальная преемственность между сокращеніями предсердій и желудочковъ: иногда сокращеніе предсердій не предшествуетъ, а только слѣдуетъ за сокращеніемъ желудочковъ, въ другихъ случаяхъ оно падаетъ на средину или другую какую либо часть

Если однако раздражение блуждающего нерва продолжается долго, то сердце опять начинает пульсировать: это указывает на быстрое утомление задерживающего аппарата.



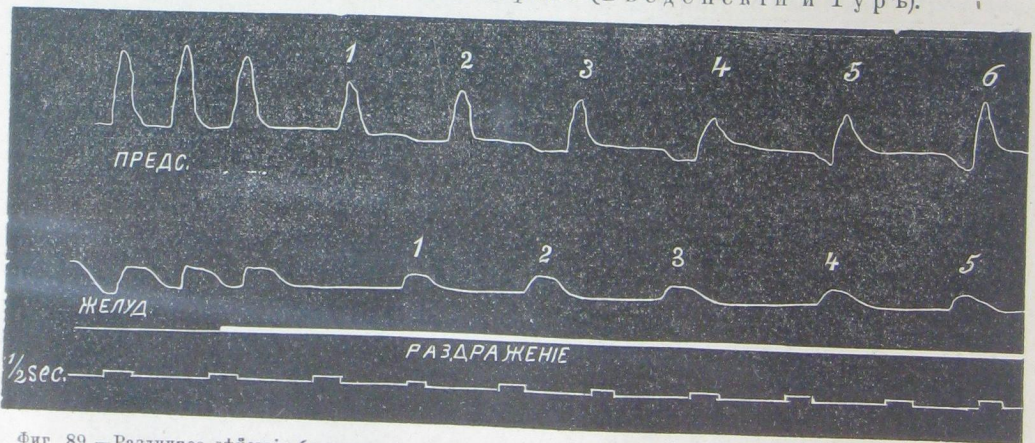
Фиг. 87.—Вліяніе непродолжительной тетанизации блуждающего нерва на біенія сердца лягушки (по Фостеру). Біенія записаны посредством рычага, положеннаго на желудочекъ. При x тетанизация въ теченіи секунды приблизительно. Систола восстанавливается въ видѣ зѣстницы и сначала разбѣжаны.

Если утомленъ одинъ изъ нервовъ, раздраженіе другого также не про-



Фиг. 88.—Запись показывающая дѣйствіе на кровяное давленіе короткой тетанизации блуждающего нерва у кролика (по Фостеру). При x тетанизация въ теченіи секунды. Происходитъ еще одна систола (систола выражается маленькими возвышеніями на кривой, дыхательныя колебанія давленія—большими), потомъ сердце останавливается, давленіе падаетъ. Оно снова подымается, когда опять появляются систолы.

изводитъ эффекта; оба нерва, повидимому, дѣйствуютъ на одинъ и тотъ-же систолы желудочковъ (фиг. 89), т. е., происходитъ въ то время, когда выходъ для крови изъ предсердія въ желудочекъ закрытъ (Введенскій и Туръ).



Фиг. 89.—Различное дѣйствіе блуждающего нерва на предсердіе и желудочекъ. Время раздраженія нерва передано утолщеніемъ третьей линіи. За время раздраженія предсердіе дѣлаетъ 6 сокращеній, а желудочекъ только 5. 2-е сокращеніе предсердія происходитъ вслѣдъ за сокращеніемъ желудочка, 4-е—6-е падаютъ на разныя части систолы желудочка. Кривая предсердія записана при посредствѣ нити идущей отъ ушка предсердія къ передаточному міографу; кривая желудочка записана при посредствѣ сердечнаго зонда Шово-Марей (по Введенскому и Туръ).

Для подобныхъ случаевъ необходимо допустить, что развитіе торможенія идетъ въ предсердіяхъ однимъ шагомъ, въ желудочкахъ—другимъ.

Н. В.

периферическій аппаратъ, который и подвергается утомленію. Предполагаютъ, что такимъ периферическимъ аппаратомъ служатъ не сами мышечныя волокна, но что дѣйствіе блуждающаго нерва на сердце совершается черезъ посредство нервныхъ узловъ (задерживающіе узлы сердца, которые, въ свою очередь, дѣйствуютъ либо на мышечныя волокна, либо на моторные узлы).

Раздражая непосредственно сердце, остановленное тетанизацией *vagus'a*, получаютъ полное сердечное сокращеніе, охватывающее всѣ отдѣлы сердца, а не одну раздражаемую часть.

Дѣйствіе задерживающихъ волоконъ *vagus'a* обнаруживаетъ довольно продолжительной періодъ скрытаго раздраженія (Donders) и продолжается еще нѣкоторое время по прекращеніи раздраженія.

Задерживающія волокна *vagus'a* не принадлежатъ собственно ему, но присоединяются къ нему отъ прибавочнаго нерва (*n. accessorius*), что доказывается опытомъ съ экстирпацией этого послѣдняго (Waller, Cl. Bernard). Вскорѣ послѣ операціи волокна перерваннаго въ верхней части нерва подвергаются травматическому перерожденію и, одновременно съ этимъ, раздраженіе *vagus'a* перестаетъ обнаруживать свое обычное задерживающее дѣйствіе на біенія сердца.

Кураре и *атропинъ*, дѣлающіе сердце нечувствительнымъ къ раздраженію *vagus'a*, повидимому парализуютъ окончанія этого нерва въ сердцѣ. *Мускаринъ* и *пилокарпинъ*, напротивъ, вызываютъ остановку сердца въ діастолѣ (раздраженіемъ окончаній *vagus'a*?). Сердце, остановленное мускариномъ, возобновляетъ свое движеніе подъ вліяніемъ атропина. Такимъ образомъ эти два вещества представляютъ любопытный примѣръ двухъ физиологическихъ антагонистовъ, дѣйствующихъ на одни и тѣ же гистологическіе элементы. Кураре не уничтожаетъ дѣйствія мускарина, изъ чего дѣлаютъ заключеніе, что кураре дѣйствуетъ на другіе элементы, менѣе периферическіе, чѣмъ тѣ, на которые дѣйствуютъ мускаринъ и атропинъ. Никотинъ сначала возбуждаетъ (производитъ остановку или замедленіе сердца), затѣмъ парализуетъ окончанія *vagus'a*. Онъ, вѣроятно, дѣйствуетъ на тѣ же элементы, какъ и кураре.

Дигиталинъ замедляетъ біенія сердца, вѣроятно возбуждая задерживающій центръ, расположенный въ продолговатомъ мозгу. Замедленіе біеній можетъ при этомъ сопровождаться подъемомъ кровяного давленія (если до дѣйствія дигиталина біенія были слишкомъ часты).

Пока мы еще не въ состояніи дать объясненія всѣмъ фактамъ, касающимся дѣйствія ядовъ на сердце.

Тонусъ задерживающихъ нервовъ сердца.—У большинства млекопитающихъ (собака, быкъ, человѣкъ) дѣйствіе *vagus'a* на сердце является постояннымъ, *тоническимъ*. Поэтому, перерѣзка обонхъ блуждающихъ нервовъ, параличъ ихъ внутрисердечныхъ окончаній подъ вліяніемъ атропина, или параличъ ихъ центра въ продолговатомъ мозгу (при лихорадкѣ, кровоупусканіи и т. п.) вызываютъ всегда значительное ускореніе біеній сердца. У собаки число біеній можетъ увеличиться втрое.

У лягушки (Putzeys и Swaen) и кролика такого тонуса блуждающихъ нервовъ не существуетъ; у нихъ подавленіемъ дѣятельности этихъ нервовъ нельзя вызвать ускоренія біеній сердца.

Задерживающій центръ сердца расположенъ въ продолговатомъ мозгу вблизи начала добавочнаго нерва (*n. accessorius*). Тоническая дѣятельность этого центра усиливается:

1° *рефлекторнымъ путемъ*. Возбужденіе большинства центростремительныхъ нервовъ можетъ породить задерживающій рефлексъ. Укажемъ здѣсь на *нервъ депрессоръ Ціона*, идущій отъ сердца, *n. laryngeus superior, n. splanchnicus* (напр. сердце лягушки можно остановить постукиваніемъ стеклянной палочкой по ея внутренностямъ, въ особенности если послѣднія воспалены, Goltz), *центральный конецъ перерезаннаго блуждающаго нерва* при цѣлости нерва противоположной стороны, наконецъ вообще всѣ чувствующие нервы какъ *trigeminus, ischiadicus* и др.

2° *автоматическимъ путемъ*. Усиленная венозность крови (недостатокъ кислорода и избытокъ CO_2 —при задыханіи, при диспноэ) сильно возбуждаетъ различные центры продолговатаго мозга и можетъ производить рѣзкое замедленіе біеній сердца (Traube).

Всякое увеличеніе артеріальнаго давленія, равно какъ и внутричерепнаго давленія (Spencer и Horsley 1890), дѣйствуетъ тоже возбуждающимъ образомъ на задерживающій центръ сердца. Тонусъ блуждающихъ нервовъ является поэтому настоящимъ регуляторомъ кровяного давленія (Bernstein). Когда давленіе поднимается, задерживающее дѣйствіе центра возрастаетъ, біенія сердца замедляются, и напряженіе въ сосудахъ падаетъ со своего нормальнаго уровня; обратное имѣетъ мѣсто при обратныхъ условіяхъ.

3° *психическимъ вліяніемъ*. Психика оказываетъ большое вліяніе на частоту сердечныхъ сокращеній. Угнетающія душевныя волненія, какъ напр. страхъ, могутъ вызвать моментальную остановку сердца и обморокъ (прекращеніе дѣятельности головного мозга отъ остановки кровообращенія).

У собаки и у свиньи ритмъ сердечныхъ біеній находится въ большой зависимости отъ ритма дыханій. При каждомъ выдыханіи происходитъ усиленіе задерживающаго тонуса и замедленіе біеній; при вдыханіи—ослабленіе тонуса и ускореніе біеній. Искусственное расширеніе легкихъ (вдуваніемъ воздуха или другимъ путемъ) вызываетъ также рефлекторно ускореніе сердечныхъ пульсацій (Hering).

Ускоряющіе нервы сердца.— Ускоряющіе нервы выходятъ, по-видимому, тоже изъ продолговатаго мозга и спускаются по спинному; они оставляютъ послѣдній черезъ передніе корешки и направляются чрезъ *ganglia communicantes* въ нижній шейный и первый грудной симпатическіе узлы и отсюда направляются къ сердцу (Ludwig и Ціонъ). Блуждающій нервъ также содержитъ нѣкоторое количество ускоряющихъ волоконъ (какъ пока-зываетъ раздраженіе этого нерва при отравленіи животного атропиномъ; атропинъ принято считать за ядъ, парализующій только окончанія задерживающихъ волоконъ *vagus'a*). Раздраженіе этихъ нервовъ вызываетъ замѣтное ускореніе сердечныхъ біеній, связанное съ уменьшеніемъ продолжительности отдѣльныхъ систолъ (Бакстъ). При одновременномъ съ ними раздраженіи блуждающаго нерва перевѣсъ дѣйствія оказывается на сторонѣ послѣдняго и происходитъ остановка сердца (Бакстъ, Bowditch). Перерѣзка ускоряющихъ нервовъ не влечетъ за собою замедленія сердечныхъ біеній, что указываетъ на отсутствіе тонуса этихъ нервовъ.

Центръ, ускоряющій біенія сердца, можетъ приходить въ дѣятельность отъ разнообразныхъ вліяній. Чтобы узнать, обусловлено-ли происшедшее ускореніе возбужденіемъ этого центра или же парализованіемъ центра тормозящихъ нервовъ, опытъ необходимо начинать съ перерѣзки блуждающихъ нервовъ или съ отравленія атропиномъ, исключая такимъ образомъ вліяніе задерживающаго центрального аппарата.

При этихъ условіяхъ можно убѣдиться какъ въ прямой раздражительности самого центра ускоряющихъ нервовъ въ продолговатомъ мозгу, такъ въ возбудимости его рефлекторнымъ путемъ при раздраженіи центростремительныхъ нервовъ, напр. сѣдалищнаго.

При арное наблюдается ускореніе біеній сердца (обусловленное или подавленіемъ дѣятельности задерживающаго центра или возбужденіемъ ускоряющаго) ¹⁾.

IX. Иннервація сосудовъ ²⁾.

А) Артеріи.

Просвѣтъ артерій, въ особенности мелкихъ, можетъ измѣняться въ широкихъ предѣлахъ, въ зависимости отъ сокращеннаго или расслабленнаго состоянія кольцевыхъ мышечныхъ волоконъ, входящихъ въ составъ средней оболочки ихъ стѣнокъ.

Сокращеніе кольцевыхъ мышцъ происходитъ подъ вліяніемъ нервовъ, называемыхъ *сосудосуживающими* (вазо-констрикторы)—аналогичныхъ двигательнымъ нервамъ другихъ мышцъ тѣла. Расширеніе сосудовъ производится

¹⁾ Въ однихъ случаяхъ раздраженія сердечныхъ нервовъ можно наблюдать усиленіе систолъ безъ измѣненія ихъ въ ритмѣ, въ другихъ случаяхъ уменьшеніе ихъ въ силѣ тоже безъ измѣненія ихъ въ числѣ. Это дало поводъ предполагать, что кромѣ замедляющихъ и ускоряющихъ нервовъ къ сердцу направляются еще особые нервы *усиливающе* и *ослабляюще* его сокращенія. Указанія въ этомъ смыслѣ дѣлали Nuel, Wooldridge, Gaskell; но въ особенности въ этомъ направленіи представлено много фактовъ Павловымъ (1887). Послѣдній примѣми измѣреніями количествъ крови, выбрасываемыхъ лѣвымъ желудочкомъ собаки, доказалъ, что сердце можетъ значительно увеличить свою работу, не испытывая въ то же время никакого ускоренія своихъ біеній. Авторъ находитъ такіа волокна только въ симпатическихъ нервахъ, берущихъ начало отъ спинного мозга и проходящихъ чрезъ ansa Vieusseni. Однако другіе авторы (Roy и Adami, Bayliss и Starling 1892), наблюдали также, что въ извѣстныхъ условіяхъ и при раздраженіи блуждающаго нерва сердечныа сокращенія могутъ сдѣлаться сильнѣе и вмѣстѣ съ тѣмъ чаще.

Несомнѣнно, къ сердцу теплокровнаго животнаго направляется много волоконъ не одинаковаго значенія; однако дать имъ окончательную классификацію по ихъ физиологическимъ свойствамъ пока еще совершенно преждевременно. Въ самомъ дѣлѣ, интимный механизмъ, въ силу котораго одни нервы дѣйствуютъ на сердце какъ замедляющіе, а другіе какъ ускоряющіе, еще ничуть неизвѣстенъ. Какъ видно изъ мышечной физиологій, самый обыкновенный двигательный нервъ можетъ дѣйствовать на мышцу не только стимулирующимъ образомъ, но при извѣстныхъ условіяхъ и тормозящимъ.

Н. В.

²⁾ См. мемуары Cl. Bernard'a, Brown-Séquard'a, Schiff'a, Vulpian'a, Goltz'a, Putzeys'a и Тарханова, Masius'a и Vanlair'a, Dastre'a и Morat'a, Heidenhain'a, Grützner'a и др.: Vulpian *Leçons sur l'appareil vaso-moteur*. Aubert, *Innervation der Gefäße* въ *Handbuch der Physiologie* Hermann'a; Dastre и Morat, *Rech, Système vaso-moteur* 1884; Nuel, статья *Vaso-moteurs* въ *Dictionnaire encyclop. des Sc. médic.*

разслабленіемъ тѣхъ же кольцевыхъ мышечныхъ волоконъ, происходящимъ подъ вліяніемъ возбужденія другихъ нервовъ *сосудорасширяющихъ* (вазо-дилататоры) антагонистовъ первымъ. Эти двѣ категоріи нервовъ носятъ общее названіе *сосудодвигательныхъ нервовъ* (вазо-моторы).

Такимъ образомъ въ области сосудовъ существуетъ тотъ же антагонизмъ между сосудосуживающими и сосудорасширяющимъ нервами, какой мы видѣли въ сердцѣ между ускоряющими и задерживающими его нервами.

Въ стѣнкахъ мелкихъ артерій кромѣ того повидимому нужно признать существованіе чувствительныхъ нервовъ (центростремительныхъ), возбужденіе которыхъ можетъ вызвать рефлексы, простирающіеся на сердце или сосуды (H e g e r).

Сосудосуживающіе нервы и ихъ центры. Раздраженіе периферическаго конца сосудосуживающаго нерва вызываетъ суженіе сосуда на протяженіи всего участка, иннервируемаго даннымъ нервомъ. Суженіе совершается постепенно, въ теченіе нѣсколькихъ секундъ достигаетъ своего максимума, и продолжается нѣкоторое время по прекращеніи раздраженія нерва. Точно то же происходитъ и въ естественныхъ условіяхъ, когда суженіе сосудовъ вызывается рефлекторнымъ путемъ; особенности такого суженія присущи вообще гладкимъ мышцамъ тѣла.

О суженіи сосудовъ судятъ по слѣдующимъ явленіямъ:

- 1) по поблѣдненію органа или его покрововъ;
- 2) по пониженію его температуры (опредѣляемому посредствомъ термометра);
- 3) по уменьшенію объема (опредѣляемому или особымъ циркулемъ или при помощи плетисмографа), если дѣло идетъ объ опредѣленіи объема конечности, мозга, языка, селезенки, почки, penis;
- 4) по отсутствію кровотоčenія (или по его незначительности) при надрѣзѣ органа;
- 5) по уменьшенію количества крови, содержащей въ тканяхъ (количественное опредѣленіе крови или гемоглобина, S p e h l);
- 6) по уменьшенію вѣса органа (опредѣляемому при помощи вѣсовъ M o s s o n a н ихъ все тѣло приводится въ состояніе равновѣсія; послѣднее нарушается при каждомъ расширеніи сосудовъ мозга, такъ какъ приливъ крови производить перевѣсъ въ сторону головы).

Суженіе сосудовъ связано съ уменьшеніемъ въ нихъ скорости тока крови; артеріальное давленіе мѣстное (а также и общее) обнаруживаетъ при этомъ наклонность къ повышенію.

Перерѣзка сосудосуживающаго нерва производитъ эффектъ, обратный эффекту его возбужденія: происходитъ расширеніе сосудовъ, вслѣдствіе разслабленія гладкихъ мышцъ ихъ стѣнокъ; расширеніе это связано съ сильнымъ наполненіемъ органа кровью, повышеніемъ его температуры, увеличеніемъ объема и наклонностью къ обильнымъ кровотоčenіямъ при малѣйшемъ поврежденіи его тканей. При этомъ въ большихъ сосудистыхъ стволахъ данной области скорость тока крови увеличивается, происходитъ мѣстное (а иногда и общее) паденіе артеріальнаго давленія и мѣстное увеличеніе давленія въ венахъ. Расширеніе артерій иногда выражено настолько сильно, что пульсаціи черезъ капилляры проникаютъ въ вены.

Параличъ, наступающій вслѣдъ за перерѣзкой сосудосуживающихъ нервовъ, указываетъ на то, что эти нервы нормально поддерживаютъ нѣкото-

рый *сосудистый тонусъ*, другими словами, что гладкія мышцы сосудовъ находятся постоянно въ состояніи полу-сокращенія.

Сосудосуживающіе нервы существуютъ почти во всѣхъ частяхъ тѣла. Физиологическимъ опытомъ (перерѣзка или раздраженіе) можно шагъ за шагомъ прослѣдить ихъ путь и обнаружить ихъ общее происхожденіе изъ перваго центра, расположеннаго въ верхней части продолговатаго мозга (на уровнѣ дна четвертаго желудочка, между *striae acusticae* и *calamus*) и носящаго названіе *общаго сосудодвигательнаго центра* (Ludwig и Thiry 1864).

Дѣйствительно, раздраженіе продолговатаго или шейнаго мозга (кураризованное животное для избѣжанія конвульсій; искусственное дыханіе) вызываетъ общее суженіе всѣхъ артерій и значительный подъемъ артеріальнаго давленія; напротивъ, разрушеніе продолговатаго мозга или перерѣзка шейнаго, вызывая параличъ сосудосуживающихъ нервовъ, сопровождается общимъ расширеніемъ сосудовъ и громаднымъ паденіемъ кровяного давленія.

Нервные волокна, выходящія изъ этого центра, образуютъ перекрестъ на уровнѣ продолговатаго мозга, спускаются затѣмъ въ передне-боковыхъ пучкахъ спинного мозга и проникаютъ на различной высотѣ въ его сѣрое вещество; здѣсь они входятъ въ сообщеніе съ подчиненными *сосудодвигательными центрами*, имѣющими мѣстное значеніе и управляемыми общимъ сосудодвигательнымъ центромъ. Сдѣлавъ станцію въ этихъ *вторичныхъ центрахъ*, сосудосуживающія волокна покидаютъ черезъ передніе корешки ¹⁾ спинной мозгъ (преимущественно на уровнѣ грудныхъ и поясничныхъ позвонковъ) и достигаютъ периферіи.

Дальнѣйшій ходъ ихъ по выходѣ изъ спинного мозга въ различныхъ областяхъ тѣла слѣдующій.

Голова.—Волокна выходятъ на уровнѣ грудныхъ позвонковъ, проникаютъ черезъ *rami communicantes* въ пограничные стволы симпатическаго нерва, восходятъ по нимъ до головы, соединяются здѣсь съ вѣтвями головныхъ нервовъ, именно *trigemini* и *hypoglossi* и въ сопровожденіи ихъ достигаютъ периферіи.

Шейный симпатическій нервъ былъ первымъ нервомъ, въ которомъ были открыты сосудосуживающія волокна (Cl. Bernard). Обыкновенно онъ служитъ для демонстраціи дѣйствія этихъ волоконъ, причемъ операція перерѣзки и раздраженія этого нерва производится на бѣломъ кроликѣ [наблюдаютъ просвѣчивающіе сосуды уха].

Конечности.—Изъ числа сосудосуживающихъ волоконъ, распространяющихся въ конечностяхъ, одни, сравнительно незначительная часть, по выходѣ изъ спиннаго мозга идутъ прямо къ периферіи въ сопровожденіи спинномозговыхъ нервовъ, образующихъ сплетенія, предназначенныя для конечностей; другія входятъ въ составъ смѣшанныхъ нервовъ конечностей, пройдя предварительно нѣкоторое пространство въ соединеніи съ симпатическимъ нервомъ (Cl. Bernard, Schiff, Vulpian). Однако большая часть воло-

¹⁾ Stricker утверждаетъ, что сосудорасширяющія волокна сосудовъ нижней конечности выходятъ у собаки изъ спиннаго мозга задними корешками, составляя такимъ образомъ исключеніе изъ закона Bell-Magendie, по которому задніе корешки слагаются исключительно изъ центростремительныхъ, передніе исключительно изъ центробѣжныхъ нервовъ (законъ этотъ оспаривается Gaskell'емъ (1887) и Morat (1890).

[Подробнѣе объ этомъ будетъ сказано въ физиологіи нервныхъ центровъ].

конъ тотчасъ же изъ спинномозговыхъ корешковъ направляются въ стволы симпатическаго нерва и распространяются далѣе самостоятельно, вдоль артерій, образуя на стѣнкахъ послѣднихъ сплетенія.

Сосудосуживающіе нервы, входящіе въ составъ плечевого сплетенія, выходятъ изъ мозга на уровнѣ верхнихъ грудныхъ позвонковъ, слѣдовательно ниже корешковъ спинномозговыхъ нервовъ, образующихъ это сплетеніе. Сосудосуживающіе нервы, входящіе въ составъ сѣдалищнаго нерва, напротивъ выходятъ выше соотвѣствующихъ спинномозговыхъ нервовъ (Cl. Bernard).

Органы грудной клѣтки. — Сосудосуживающіе нервы органовъ грудной клѣтки выходятъ изъ верхней части грудного отдѣла спинного мозга и проходятъ черезъ первый грудной симпатическій узелъ (Badoud, Lichtheim, Bradford и Dean, 1889).

Изъ нихъ сосудодвигательные нервы легкихъ, повидимому, имѣютъ мало значенія. Сосуды легкихъ не суживаются при асфиксіи (Опенховскій) и не отвѣчаютъ суженіемъ, подобно другимъ сосудамъ тѣла, на рефлекторное возбужденіе общаго сосудодвигательнаго центра (Hoffmann и Lichtheim). Впрочемъ и непонятно, какъ замѣчаетъ Knoll, какую выгоду могъ-бы организмъ извлечь изъ способности сокращать сосуды легкихъ.

Органы брюшной полости. — Выходя изъ грудного отдѣла спинного мозга, волокна входятъ въ составъ n. splanchnicus, проходятъ черезъ брюшные симпатическіе узлы и расходятся, образуя различныя сплетенія: печеночное, селезеночное, почечное и др.

N. splanchnicus—самый важный изъ сосудосуживающихъ нервовъ; значеніе его обусловлено большою емкостью иннервируемыхъ имъ сосудовъ брюшной полости. Паралитическое расширеніе послѣднихъ послѣ его перерѣзки вызываетъ громадное паденіе артеріальнаго давленія (v. Bezold, Ludwig и Ціонъ).

Тазовые органы. — Волокна выходятъ изъ поясничнаго отдѣла спинного мозга (3 первыхъ пары), вступаютъ въ пограничный стволъ симпатическаго нерва и въ сопровожденіи его расходятся по органамъ таза.

Периферическіе центры сосудосуживающихъ нервовъ, расположенные въ стѣнкахъ сосудовъ. — Принято думать, что волокна сосудодвигательныхъ нервовъ оканчиваются въ гистологическихъ элементахъ стѣнокъ сосудовъ, играющихъ роль периферическихъ сосудодвигательныхъ центровъ. Дѣйствительно исчезающій послѣ перерѣзки сосудосуживающихъ нервовъ *тонусъ сосудовъ* можетъ по прошествіи нѣкотораго времени возстановиться въ частяхъ, не имѣющихъ болѣе никакой связи съ центральной нервной системой ¹⁾. Въ такихъ слу-

¹⁾ Аналогичный поводъ заставляетъ признавать на ряду съ главнымъ сосудодвигательнымъ центромъ существованіе второстепенныхъ центровъ, расположенныхъ на протяженіи спинного мозга. Если перерѣзать спинной мозгъ на границѣ между поясничной и грудной частью, сосудистый тонусъ въ заднихъ конечностяхъ исчезаетъ. Однако такой параличъ—только временное явленіе: по прошествіи нѣсколькихъ дней тонусъ возстановляется и тогда можно вызывать суженіе сосудовъ даже путемъ рефлексовъ, посредниками для чего служатъ сосудодвигательные центры поясничной части спинного мозга. Если разрушить и эту часть спинного мозга, тонусъ исчезаетъ вновь, а съ нимъ вмѣстѣ исчезаютъ и рефлекторныя явленія (опытъ Goltz'a).

По изслѣдованіямъ Dastre'a и Morat, симпатическіе узлы также содержатъ периферическіе сосудодвигательные центры. [Cl. Bernard (1862) и Рожан-

чалыхъ существованіе тонуса должно быть обусловлено периферическими нервными центрами или гистологическими элементами, заступающими ихъ мѣсто. Такъ какъ гистологическое изслѣдованіе не открываетъ въ стѣнкахъ сосудовъ периферическихъ узловъ, то многіе физиологи полагаютъ, что нервныя волокна дѣйствуютъ непосредственно на гладкія мышцы, и что эти послѣднія сами обладаютъ нѣкоторыми физиологическими свойствами клѣтокъ нервныхъ центровъ.

Сосудорасширяющіе нервы и ихъ центры. Положеніе и пути сосудорасширяющихъ нервовъ и ихъ центровъ почти тѣ же, какъ и сосудосуживающихъ нервовъ, что дѣлаетъ ихъ изученіе особенно труднымъ. Однако бываютъ случаи, когда пути тѣхъ и другихъ нервовъ не совпадаютъ. Последнее имѣетъ мѣсто въ слѣдующихъ частяхъ тѣла, причемъ указываются и ихъ сосудо-расширители.

1) въ подчелюстной желѣзѣ и передней части языка. *Chorda tympani* (Se. Bernard, Vulpian).

2) въ задней части языка. *N. glossopharyngeus* (Vulpian).

3) въ кавернозныхъ тѣлахъ и для артерій *penis* собаки. *Nn. erigentes* (Eckhard, Lovén). [Никольскій].

4) на внутренней сторонѣ губъ, щекъ и на деснахъ. Шейный симпатическій нервъ (Dastre и Morat).

Возбужденіе двигательныхъ нервовъ скелетныхъ мышцъ, помимо мышечнаго сокращенія, производитъ еще расширеніе кровеносныхъ сосудовъ, при отравленіи кураре получается именно этотъ послѣдній эффектъ (Ludwig и Щелковъ, Hafiz, Gaskell).

Нервы конечностей содержатъ обыкновенно вмѣстѣ и сосудосуживающія и сосудорасширяющія волокна. Раздраженіе ихъ периферическаго конца, смотря по обстоятельствамъ, можетъ произвести или суженіе, или расширеніе сосудовъ (Goltz, Putzeys и Тархановъ, Masius и Vanlair, Dastre и Morat).

Если раздражать сѣдалищный нервъ слабыми и рѣдкими индукціонными токами, а также механически, то получаютъ обыкновенно сразу расширеніе сосудовъ [безъ предварительнаго суженія, Остроумовъ, Heidenhain]. Того же достигаютъ: при раздраженіи нерва нѣсколько дней спустя послѣ его перерѣзки; на животномъ, сосуды котораго въ ногѣ сокращены и утомлены.

Сосудорасширяющіе нервы повидимому не имѣютъ тоническаго дѣйствія на сосуды. Перерѣзка этихъ нервовъ не оказываетъ постояннаго вліянія на калибръ артерій.

Дѣятельность сосудодвигательныхъ центровъ. Дѣятельность сосудосуживающихъ и сосудорасширяющихъ нервныхъ центровъ можетъ быть вызвана раздраженіемъ, направленнымъ непосредственно на составляющіе ихъ нервныя элементы, *автоматическая дѣятельность*. Иногда же возбужденіе исходитъ отъ другихъ центровъ и передается по междуцентральному волокну, *ассоціаціонная дѣятельность*. Наконецъ во многихъ случаяхъ возбужденіе идетъ съ периферіи по чувствительнымъ или центроостремительнымъ нервамъ: *рефлекторная дѣятельность*.

Дадимъ здѣсь нѣсколько примѣровъ этихъ трехъ типовъ дѣятельности центровъ.

скій (1889) указывали на возможность получить сосудодвигательные рефлексы при посредствѣ периферическихъ ганглиевъ Н. В.].

1° *Автоматическая деятельность.* Химическій составъ питательныхъ соковъ, приходящихъ въ соприкосновеніе съ элементами сосудодвигательныхъ центровъ, оказываетъ большое вліяніе на дѣятельность послѣднихъ. При дуэрное, асфиксіи и острой анеміи недостатокъ кислорода и избытокъ CO_2 дѣйствуютъ на различные центры продолговатаго мозга, какъ сильные раздражители. Въ началѣ асфиксіи происходитъ расширеніе кожныхъ сосудовъ и суженіе сосудовъ внутренностей (подъемъ кровяного давленія), во второмъ періодѣ ея, обратно, суженіе кожныхъ артерій и расширеніе сосудовъ внутреннихъ органовъ (паденіе артеріальнаго давленія.) Стрихнинъ вызываетъ общее суженіе сосудовъ.

Наоборотъ, при арное (избытокъ въ крови кислорода), послѣ инъекцій въ вены пропентона, при отравленіи крови септическимъ началомъ и т. п. происходитъ болѣе или менѣе общее расширеніе сосудовъ и паденіе кровяного давленія. Повышеніе температуры нервныхъ центровъ влечетъ за собою тоже расширеніе сосудовъ, главнымъ образомъ сосудовъ кожи (Luchsinger).

Тонусъ сосудосуживающихъ нервовъ, вѣроятно, поддерживается отчасти автоматической дѣятельностью ихъ центра (подъ вліяніемъ крови, не совершенно насыщенной кислородомъ и содержащей нѣкоторое количество CO_2), отчасти рефлекторнымъ его возбужденіемъ съ чувствующихъ нервовъ тѣла.

2° *Симпатическая или ассоціаціонная деятельность.* Дѣятельность полушарій головного мозга (эмоцій) можетъ оказывать дѣйствіе на сосудодвигательные центры. Страхъ, гнѣвъ сопровождаются поблѣдненіемъ покрововъ, какъ результатомъ возбужденія сосудосуживающихъ нервовъ; напротивъ, удовольствіе, стыдъ, иногда тотъ же гнѣвъ, могутъ вызвать покраснѣніе кожи, какъ результатъ расширенія сосудовъ. Eulenburg и Landois получали сосудодвигательные эффекты на нѣкоторыхъ частяхъ тѣла, раздражая электрически опредѣленные участки мозговой коры. 1)

Часто можно наблюдать связь между дѣятельностью дыхательныхъ и сосудодвигательнаго центровъ. Такъ называемыя періодическія колебанія Traube-Hering'a представляютъ пониженіе кровяного давленія при выдыханіи и повышеніе при выдыханіи; первое связано съ расширеніемъ сосудовъ, второе съ суженіемъ. 2)

3° *Рефлекторная деятельность.* Возбужденіе чувствующихъ или центростремительныхъ нервовъ можетъ дать начало *сосудосуживающимъ (прессорнымъ)* или *сосудорасширяющимъ (депрессорнымъ) рефлексамъ*. Эти эффекты часто комбинируются другъ съ другомъ. Вообще болевая раздраженія кожныхъ нервовъ вызываютъ общее суженіе сосудовъ, сопровождающееся поднятіемъ кровяного давленія; однако суженіе въ мѣстѣ раздраженія (локальный эффектъ) скоро смѣняется расширеніемъ сосудовъ.

1) Этотъ вопросъ подвергнуть дальнѣйшей разработкѣ въ изслѣдованіяхъ В. Данилевскаго, Rochefontaine, Fr. Frank, Бехтерева и Миславскаго.

Н. В.

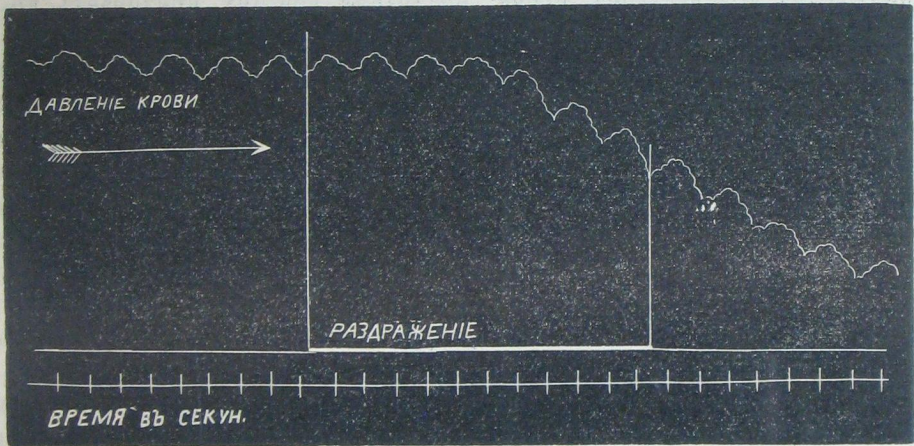
2) Вопросъ о вліяніи дыхательныхъ движеній на кровообращеніе является очень сложнымъ. Результаты могутъ варьировать даже съ родомъ животнаго. Для уясненія механической стороны дѣла, важны также опыты съ искусственнымъ дыханіемъ (Н. Ковалевскій, Funke, Миславскій, de Jager, Fredericq).

Н. В.

Такъ раздраженіе центральнаго конца *n. auricularis* вызываетъ у кролика общее повышеніе артеріальнаго давленія; въ самомъ же ухѣ появляется сначала кратковременное суженіе, уступающее затѣмъ мѣсто рѣзко выраженному расширенію (*L o v è n.*)

Возбужденіе *n. laryngei superioris* и нервовъ „фригорифическихъ“ вызываетъ сосудосуживающіе или прессорные рефлексы. Мѣстное охлажденіе одной конечности вызываетъ одновременные суженіе сосудовъ и въ конечности противоположной стороны.

Изъ сосудорасширяющихъ или депрессорныхъ рефлексовъ слѣдуетъ прежде всего указать на рефлексъ, (фиг. 90), вызываемый раздраженіемъ центральнаго конца чувствительной сердечной вѣтви, которой *Ц и о н ѣ* далъ названіе нерва *депрессора* сердца (*n. depressor vagi*), и которая у кролика беретъ начало сразу и отъ блуждающаго нерва, и отъ верхне-гортаннаго. Примѣрами мѣстныхъ сосудорасширяющихъ рефлексовъ являются слѣдующіе.



Фиг. 90 — Дѣйствіе раздраженія центральнаго конца нерва депрессора на кровяное давленіе у кролика (по Фостеру). Время отмѣчается въ секундахъ. При *a* начинается тетанизация нерва и продолжается до *b*, значительное время скрытаго раздраженія и длительность эффекта по прекращенію тетанизации.

1° Расширеніе кожныхъ сосудовъ, вызываемое повышеніемъ температуры кожи. Это рефлексъ двусторонній, т. е. онъ появляется также и на симметричной сторонѣ тѣла.

2° Расширеніе сосудовъ языка и слюнныхъ железъ при непосредственномъ дѣйствіи на поверхность языка укуса или другихъ вкусовыхъ веществъ.

3° Расширеніе мелкихъ вѣтвей *art. profundae penis* при механическомъ раздраженіи кожи *penis*.

Артеріи органовъ, устранившихся отъ всякой связи съ центральной нервной системой (почки, селезенка и т. п.), еще способны обнаруживать замѣтныя (иногда ритмическія) измѣненія просвѣта, напр. при асфиксіи (мѣстное суженіе), при различныхъ отравленіяхъ (*Mosso, Hèger*).

Инъекція крови, содержащей въ растворѣ мочевины, сопровождается обыкновенно расширеніемъ сосудовъ (*Abeles, Cavazzani и Rebutello*).

Физиологическая роль сосудодвигательныхъ нервовъ.

1°. Сосудодвигательные нервы прежде всего заведуютъ *распределеніемъ* крови. Ихъ можно сравнить съ кранами, регулирующими притокъ питательной жидкости къ различнымъ органамъ тѣла, сообразно съ потребностями каждаго въ данное время. Какъ только мышца начнетъ сокращаться, желе-

за выдѣлять свой секретъ, какой бы то ни было органъ проявлять присущую ему дѣятельность, тотчасъ ихъ приносящія сосуды расширяются, кровь начинаетъ обильно притекать, принося съ собой животворный кислородъ и питательныя вещества.

Sp e h l путемъ сравнительнаго опредѣленія содержанія гемоглобина въ органахъ показалъ, что большинство органовъ во время дѣятельности содержитъ значительно больше крови, чѣмъ во время покоя. Количество крови въ задней конечности кролика можетъ измѣняться въ предѣлахъ отъ $\frac{1}{5}$ до $\frac{1}{11}$ всей массы крови, смотря по тому находится-ли конечность въ состояніи сокращенія (искусственный тетанусъ) или же покоя (Sp e h l).

Усиленный притокъ крови къ однимъ частямъ тѣла предполагаетъ компенсирующее суженіе сосудовъ въ другихъ частяхъ.

Количества крови, содержащейся въ тѣлѣ, не достаточно для обильнаго питанія всѣхъ органовъ одновременно; животный организмъ работаетъ съ минимальнымъ количествомъ крови; послѣдняя поэтому приливаетъ то къ однимъ частямъ тѣла, то къ другимъ.

2° Сосудодвигательные нервы являются также *регуляторами* и *распределителями животной теплоты*. Количество теплоты, образующейся въ мышцахъ, железахъ и др. органахъ, зависитъ въ значительной мѣрѣ отъ количества крови, получаемого этими органами; съ другой стороны постоянная потеря теплоты, происходящая путемъ излученія и непосредственнаго соприкосновенія, регулируется прежде всего притокомъ крови къ кожѣ. И дѣйствительно, постоянство температуры тѣла человѣка и теплокровныхъ животныхъ обусловлено непрерывнымъ приспособленіемъ потери и образованія тепла со стороны организма къ колебаніямъ температуры внѣшней среды (см. далѣе главу о животной теплотѣ).

Извѣстно затѣмъ, что обиліе сосудовъ въ нѣкоторыхъ областяхъ человѣческаго тѣла имѣетъ цѣлью исключительно регулированіе тепла (ушная раковина, кожа лица, концы пальцевъ, сосудистая оболочка глаза, сочлененія и пр.).

3° Сосудодвигательные нервы *регулируютъ кровяное давленіе*. Они сохраняютъ кровяное давленіе на опредѣленной средней нормѣ и, въ случаяхъ отклоненія, возвращаютъ его къ ней путемъ суженія сосудовъ—при паденіи кровяного давленія (отъ уменьшенія массы крови, ослабленія дѣятельности сердца, расширеніи сосудовъ на значительныхъ участкахъ тѣла) или расширеніемъ сосудовъ—при повышеніи давленія (отъ увеличенія массы крови, усиленія дѣятельности сердца, суженія сосудовъ въ той или другой области тѣла). Такимъ образомъ происходитъ постоянное приспособленіе емкости кровеносной системы къ количеству крови въ ней и компенсація самыхъ незначительныхъ колебаній кровяного давленія.

Расширеніе сосудовъ какого-либо органа, вызванное либо его дѣятельностью, либо съ цѣлью произведенія и распределенія животной теплоты, сопровождается компенсаторнымъ суженіемъ сосудовъ другихъ частей тѣла, и обратно. Прекраснымъ примѣромъ такого уравниванія и антагонизма между различными сосудистыми областями тѣла могутъ служить съ одной стороны сосуды кожи, съ другой—сосуды брюшной полости. (Heidenhain, Dastre и Morat). Когда расширяются сосуды кожи (напр. въ первый періодъ асфиксіи или при повышеніи внѣшней температуры), въ то же время брюшные сосуды сжимаются и обратно, при расширеніи брюшныхъ сосудовъ происходитъ суженіе кожныхъ. Однако это не абсолютный антагонизмъ, воз-

можны условія, при которыхъ происходитъ одновременное расширеніе и брюшныхъ и кожныхъ сосудовъ, напр. при перевариваніи большого количества пищи.

Бываютъ случаи, когда такая компенсація переходитъ нормальныя границы и становится вредною, даже смертельною для организма. Приливъ крови къ внутреннимъ органамъ и воспаленіе ихъ, такъ часто наблюдаемые, какъ послѣдствіе охлажденія тѣла, другими словами, суженія сосудовъ кожи, обусловливаются, вѣроятно, чрезмѣрнымъ компенсаторнымъ расширеніемъ сосудовъ внутреннихъ органовъ. Можно быть почти увѣреннымъ въ появленіи у кролика нефрита, если подвергнуть кратковременному, но энергичному охлажденію весь его кожный покровъ (опуская въ ледяную воду).

Такой же антагонизмъ существуетъ между мозговымъ кровообращеніемъ и кровообращеніемъ кожныхъ покрововъ конечностей (Schuler 1874, Mosso 1881). Горчичникъ, приложенный къ ногамъ, опусканіе рукъ или ногъ въ горячую воду (расширеніе кожныхъ сосудовъ) отвлекаютъ въ результатѣ кровь отъ воспаленнаго мозга (суженіе сосудовъ головного мозга). Тотъ же, безъ сомнѣнія, антагонизмъ существуетъ и между кровообращеніемъ кожи черепа и кровообращеніемъ мозга. Наружное охлажденіе черепа (пузырь со льдомъ) вызываетъ суженіе кожныхъ сосудовъ и, вѣроятно, расширеніе глубокихъ сосудовъ. Польза этого терапевтическаго приѣма обусловливается тѣмъ, что охлажденіе распространяется черезъ стѣнки черепа на самое вещество мозга) вызывая въ немъ мѣстное суженіе сосудовъ и ослабленіе процессовъ внутреннего горѣнія. Точно также прикладываніе льда или холодной воды къ кожѣ шеи, груди и живота въ случаяхъ воспаленія или прилива крови къ внутреннимъ органамъ можно оправдывать, только допуская возможность распространенія охлажденія на заболѣвшій органъ.

Подобный антагонизмъ существуетъ также между кожей и почками—одновременное усиленное отдѣленіе пота и мочи невозможно; повидимому то же отношеніе существуетъ между кожей и мышечной системой, мышечной системой и органами пищеваренія и т. п.

На нѣкоторыхъ парныхъ органахъ также наблюдается чередованіе въ сосудодвигательной иннерваціи. Почки напр. функционируютъ повидимому поочередно: расширеніе сосудовъ въ одной изъ нихъ совпадаетъ съ суженіемъ въ другой. Въ другихъ парныхъ органахъ (верхнія и нижнія конечности) существуетъ, напротивъ, тѣсная связь въ иннерваціи сосудовъ: при опусканіи одной изъ рукъ въ холодную воду суженіе сосудовъ происходитъ одновременно въ обѣихъ рукахъ (Brown Séquard и Tholozan).

4° Сосудодвигательные нервы участвуютъ, какъ объ этомъ было упомянуто выше, во внѣшнихъ проявленіяхъ эмоций (краска стыда, блѣдность при испугѣ и т. п.; напряженіе плечушьяго гребня, мясистыхъ лопастей пидѣйскаго плѣтуха).

5° Сосудодвигательные нервы обусловливаютъ измѣненіе консистенціи органовъ при нѣкоторыхъ специальныхъ актахъ (эрекція penis, сосковы и пр.).

6° Дѣятельность сосудодвигательныхъ нервовъ направлена къ защитѣ и усиленію организма отъ внѣшнихъ пораненій. Всякое пораненіе вызываетъ мѣстное расширеніе сосудовъ. Ubi stimulus, ibi affluxus.

В) Вены и капилары.

Вены. Мышечная оболочка венъ раздражима непосредственно: легкое поколачиваніе снаружи венъ на тыльной сторонѣ руки уже вызываетъ основы физиологии.

женіе раздражаемаго участка. Goltz признаетъ существованіе *венознаго тонуса*. Mall утверждаетъ, что раздраженіе п. *splanchnici* при извѣстныхъ условіяхъ (прижатіе аорты) вызываетъ суженіе *venae portae* и ея начальныхъ вѣтвей (1890)¹⁾.

Большіе венозные стволы представляютъ вблизи сердца ритмическія пульсаци, изохронныя съ бѣеніями сердца (Walaeus, Sténon, Haller и др.). Нѣкоторыя периферическія вены обнаруживаютъ болѣе медленныя сокращенія, ритмъ которыхъ не зависитъ отъ ритма сердца. Schiff первый открылъ на ухѣ кролика попеременное суженіе и расширеніе всѣхъ его сосудовъ. То же явленіе можно прекрасно наблюдать на крыльяхъ летучей мыши, даже отдѣленныхъ отъ тѣла (Schiff, Luchsinger). Зоологи даютъ названіе *прибавочныхъ сердецъ* нѣкоторымъ периферическимъ венамъ, пульсаци которыхъ совершаются особенно энергично, напр. хвостовое сердце угря.

Капилляры. То признають, то отрицають существованіе нервовъ, заведующихъ сокращеніемъ капилляровъ; даже вообще относительно способности капилляровъ къ активному сокращенію во мнѣніяхъ существуетъ разногласіе.

Néger признаетъ существованіе особыхъ центростремительныхъ *сосудочувствительныхъ нервовъ*, принадлежащихъ капиллярамъ или, по крайней мѣрѣ, мелкимъ сосудамъ, соединяющимъ артеріальные стволы съ венозными. Раздраженіе внутренней стѣнки этихъ сосудовъ азотнокислымъ серебромъ, никотиномъ и т. п. можетъ вызвать сосудодвигательные рефлексъ; v. Schroff, Stiénon, Jacques наблюдали аналогичные факты.

¹⁾ Изученіе иннерваци венъ затрудняется тѣмъ обстоятельствомъ, что рисованно съ опредѣленностію утверждать, есть ли наблюдаемое измѣненіе просвѣта данной вены результатъ прямого измѣненія въ ней самой, а не результатъ измѣненія происшедшаго въ артеріяхъ (пусть аорта закрыта). В. Великій видитъ выраженіе сосудодвигательной дѣятельности вены въ слѣдующемъ наблюдении: если на вену наложить въ нѣкоторомъ разстояніи двѣ лигатуры, и потомъ чрезъ извѣстное время ихъ снять, то участокъ, бывшій между лигатурами, остается первое время болѣе расширеннымъ, чѣмъ части вены выше и ниже лежація. Т. е. разница въ просвѣтѣ вены наблюдается тутъ при однихъ и тѣхъ же условіяхъ тока крови по ней. Эта разница должна быть объяснена, какъ результатъ паралича участка, находившагося между лигатурами.

ГЛАВА IV.

Д Ы Х А Н І Е ¹⁾.

Какъ сказано во введеніи, живое существо не можетъ ни уничтожить движенія, ни создать его изъ ничего. Оно не творитъ энергіи, которую проявляетъ, а заимствуетъ ее отъ пищевыхъ веществъ, получаемыхъ изъ внѣшняго міра. Жизнь всякой частицы живой матеріи связана съ непрерывнымъ рядомъ химическихъ реакцій *экзотермическихъ*, т. е. освобождающихъ теплоту (или энергію). Часть этой энергіи превращается въ механическую работу, часть въ теплоту, часть въ электричество и т. п.

У извѣстнаго числа низшихъ существъ, названныхъ Pasteur'омъ *анаэробными*, эти экзотермическія реакціи совершаются безо всякаго участія со стороны кислорода воздуха. Такъ пивныя дрожжи разлагаютъ глюкозу на алкоголь и CO_2 , организованный ферментъ молочнокислаго броженія превращаетъ сахаръ въ молочную кислоту и CO_2 , освобождая при этомъ теплоту или другую форму энергіи и вовсе не поглощая кислорода изъ воздуха.

Но у громаднѣйшаго большинства живыхъ существъ химическія явленія жизни аналогичны явленіямъ горѣнія: питательный матеріалъ, богатый С и Н, подвергается въ соприкосновеніи съ кислородомъ, заимствованнымъ изъ атмосферы, цѣлой серіи послѣдовательныхъ окисленій, приводящихъ въ концѣ концовъ къ образованію CO_2 , H_2O и нѣкоторыхъ другихъ продуктовъ, выводимыхъ затѣмъ наружу.

При этомъ газовомъ обмѣнѣ (поглощеніе кислорода и отдача CO_2) кровь является необходимой посредствующей средой между гистологическими элементами нашихъ тканей и внѣшнимъ міромъ. Въ крови черпаютъ наши клѣтки, наши живыя волокна нужный имъ кислородъ, и въ нее же выбрасываютъ выработанную ими углекислоту. Испорченная во время этого газообмѣна, сдѣлавшаяся венозной кровь должна быть обновлена чрезъ соприкосновеніе съ воздухомъ. Спеціальныи органъ, легкія (жабры у многихъ водныхъ животныхъ, воздухоносные сосуды — трахеи у насѣкомыхъ и *Muricoroda*) предназначенъ для вентилированія питательной жидкости. Венозная кровь, которую доставляетъ въ легкія легочная артерія, запасается здѣсь

¹⁾ Lavoisier, *Sur la respiration des animaux*, 1777; Vierordt, *Physiologie des Athmens*, 1845; Paul Bert, *Leçons sur la respiration*, 1870; E. Cyon, *Methodik*, 1876; Milne Edwards, *Leçons sur la physiologie*; N. Zuntz и Rosenthal, статьи: „*Blutgase*“ и „*Athembewegungen*“ въ *Handbuch der Physiologie* Hermann'a, Bd. IV, Th. II, 1882; Hoppe-Seyler, *Physiologische Chemie*, III, 1879.

кислородомъ и освобождается отъ избытка содержащейся въ ней углекислоты. Сдѣлавшись опять артеріальной, кровь возвращается черезъ аорту и ея развѣтвленія и распредѣляетъ свой запасъ кислорода по всѣмъ органамъ тѣла для поддержанія въ нихъ огня жизни. Въ то же время она собираетъ и уноситъ углекислоту, составляющую главный продуктъ органическаго горѣнія.

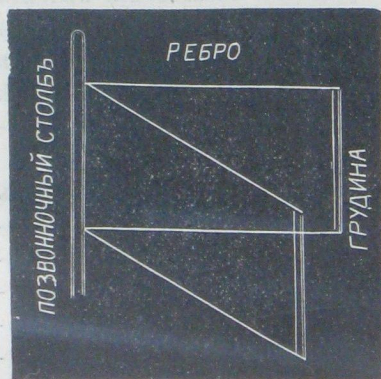
Глава о дыханіи заключаетъ въ себѣ изученіе газоваго обмѣна съ одной стороны между кровью и воздухомъ, съ другой между кровью и тканями.

Мы рассмотримъ послѣдовательно: механическія условія легочной вентилляціи, химическія явленія легочной вентилляціи, явленія дыханія тканей, а также различныя условія, измѣняющія въ ту или другую стороны напряженность тканеваго дыханія; затѣмъ иннервацию дыхательныхъ движеній и, наконецъ, вліяніе дыханія на кровообращеніе.

I. Механическія условія легочной вентилляціи ¹⁾.

Легочная вентилляція. Легочное кровообращеніе непрерывно приводитъ все новыя порціи крови въ соприкосновеніе съ воздухомъ легочныхъ пузырьковъ (альвеоль); легочная вентилляція имѣетъ задачей обновлять этотъ воздухъ и дать, слѣдовательно, крови возможность поглощать кислородъ и отдавать углекислоту, пары воды, а также нѣкоторое количество тепла. Вентилляція эта производится попеременною расширеніемъ и спаденіемъ грудной кѣтки; движеніями послѣдней воздухъ насыщается въ легкія и затѣмъ выводится наружу. Стало бытъ, всякое дыхательное движеніе состоитъ изъ двухъ актовъ, которымъ даютъ названія: *вдыханіе* и *выдыханіе*.

Вдыханіе. Во время вдыханія воздухъ насыщается въ легкія вслѣдствіе увеличенія емкости грудной полости. Такое увеличеніе происходитъ по всѣмъ діаметрамъ груди. Поперечный и передне-задній діаметры увеличиваются потому, что ребра, опущенныя и наклоненныя внизъ и впередъ по отношенію къ позвоночному столбу, во время вдыханія поднимаются и помѣщаются въ плоскостяхъ почти перпендикулярныхъ къ позвоночнику (фиг. 91). Въ то же время каждое ребро совершаетъ движеніе крученія вокругъ оси, проходящей черезъ его задній и передній концы, стремясь повернуть наружу и къверху свою выпуклость, обращенную первоначально книзу. Средняя выпуклая часть реберъ приподнимается вслѣдствіе этого и удаляется отъ оси тѣла; передніе концы реберъ въ то же время толкаютъ грудную кость впередъ и вверхъ (фиг. 91). Движенія костнаго скелета вызываются сокраще-



Фиг. 91. Схема подъягтя реберъ во время вдыханія.

¹⁾ Hutchinson, статья „Thorax“ въ *Cyclopaedia Todd'a*, 1852; Rosenthal, *die Athembewegungen*, 1862; Rosenthal, „Athembewegungen“ въ большой *Handbuch Hermann'a*, 1882; Duchenne, *Mouvements de la respiration*, 1866; Donders, *Zeitschr. f. rat. Med.*, N. F., III и IV, Vierordt, *Physiologie des Athmens*, 1845.

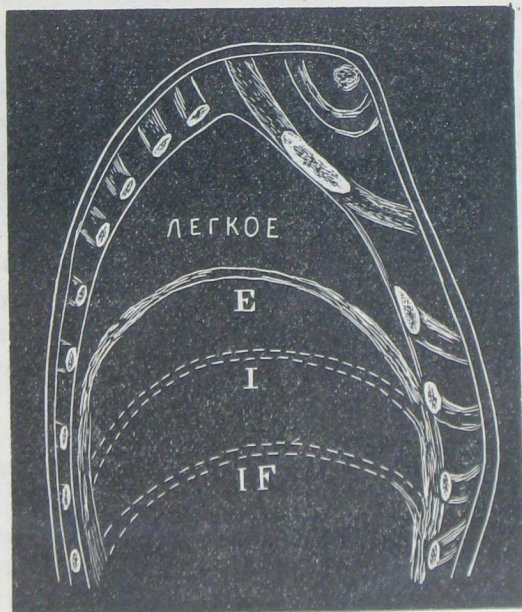
ніями слѣдующихъ мышцъ: *mm. scaleni*, иннервируемыхъ чрезъ *nn. rami musculares plexus cervicalis* и *brachialis*; *mm. levatores costarum longi et breves* (*rami posteriores nervorum dorsalium*), *mm. intercostales externi et intercartilaginei* ¹⁾ *nn. intercostales* (Hamberger, 1727) и *m. serratus posticus minor* (*nn. dorsales*).

Различные инструменты употреблялись для измѣренія увеличенія горизонтальныхъ діаметровъ (*торакометръ* Sibson'a 1858), или увеличенія окружности груди во время вдыханія (лента раздѣленная на части метра).

Циртометръ Woillez'a даетъ точное представленіе объ измѣненіяхъ формы периметра (окружности) груди во время вдыханія. Это—лента съ нанесенными на ней дѣленіями метра, составленная изъ ряда металлическихъ пластинокъ, сочлененныхъ между собою и позволяющихъ снять форму окружности груди и сохранить ее для перенесенія на бумагу.

Увеличеніе вертикальнаго діаметра является главнымъ образомъ результатомъ сокращенія діафрагмы, иннервируемой чрезъ *nervus phrenicus*. По Kropesker'у и Marckwald'у самое короткое вдыханіе, какое только возможно, соотвѣтствуетъ тетанусу діафрагмы, состоящему изъ слиянія по крайней мѣрѣ четырехъ простыхъ сокращеній (отдѣленныхъ другъ отъ друга на $\frac{1}{20}$ секунды приблизительно) и отвѣчающему четыремъ импульсамъ, исходящимъ изъ дыхательнаго центра.

Непосредственно передъ моментомъ вдыханія расслабленная діафрагма образуетъ сводъ, выпуклый въ сторону грудной полости: на фиг. 92, въ Е, указано такое положеніе свода діафрагмы. Въ этотъ моментъ полость живота распространяется значительно на счетъ грудной полости, въ вогнутости діафрагмы помѣщается часть брюшныхъ органовъ: печень, желудокъ, кишки. Когда затѣмъ діафрагма сокращается при вдыханіи, то сводъ ея стремится къ уплощенію. Имѣя неподвижную точку опоры въ мѣстахъ своего прикрѣпленія къ ребрамъ и позвоночнику, она своими средними частями толкаетъ внизъ и въ то же время сдавливаетъ брюшные органы, расположенные въ ея вогнутости. Этимъ она, конечно, вызываетъ увеличеніе давленія въ сторону брюшной полости. Мягкія брюшныя стѣнки въ большей или меньшей степени уступаютъ и выпячиваются впередъ.



Фиг. 92.—Вертикальный переднезадній разрѣзъ груди и кѣтки, показывающій положеніе діафрагмы при усиленномъ выдыханіи Е, вдыханіи I и усиленномъ вдыханіи IF, (по Rosenthal'ю).

Въ грудной полости, наоборотъ, получается уменьшеніе давленія: діафрагма, сокращаясь, опускается и образуетъ за собой пустоту. Грудную кѣтку, благодаря ея крѣпости, прочности и неподатливости къ сдавливанію,

¹⁾ Мы оставляемъ въ сторонѣ незаконченный споръ о роли межреберныхъ мышцъ при дыханіи.

можно приравнять къ цилиндру насоса, въ которомъ діафрагма играетъ роль поршня. Легочная ткань растягивается такимъ образомъ пассивно, вслѣдствіе присасыванія діафрагмы (Galien), и внѣшній воздухъ устремляется въ легкія черезъ ноздри, носоглоточное пространство, гортань, трахею и бронхи. Рис. 92. представляетъ дыхательныя перемѣщенія діафрагмы, но въ значительно преувеличенныхъ размѣрахъ.

По Hultkrantz'у дыхательное перемѣщеніе части діафрагмы, сосѣдней съ cardia желудка, никогда не превышаетъ у человѣка 1—2 сантиметровъ.

Сокращеніе діафрагмы ведетъ также и къ поднятію нижнихъ реберъ. Въ этомъ случаѣ діафрагма фиксируетъ въ большей или меньшей степени свою точку опоры (центральной сухожильной частью) на брюшныхъ внутренностяхъ и тянетъ кверху свою периферію, къ которой прикрѣпляются нижнія ребра. Brücke принимаетъ, что брюшныя органы, сжимаемые діафрагмой, стремятся перемѣститься въ бока и толкаютъ нижнія ребра наружу, помогая такимъ образомъ расширенію периметра нижнихъ частей грудной кѣтки. Haller дѣйствительно доказалъ, что если у живого животнаго удалить брюшныя внутренности, то нижнія ребра при каждомъ вдыханіи вытягиваются сокращающейся діафрагмой внутрь. Duchenne de Boulogne (1866) пришелъ къ аналогичнымъ выводамъ.

Весьма легко можно измѣрить силу устремляющагося при вдыханіи воздуха, если посредствомъ бокового отверстія сообщить трахею съ манометромъ. При вдыханіи наблюдается отрицательное давленіе около 3 мм. ртути, а при выдыханіи положительное давленіе въ 2 мм. ртути. На человѣкѣ можно получить аналогичныя данныя, если герметически соединить трубку манометра съ одной ноздрей и дышать черезъ другую. Закрывая ротъ и свободную ноздрю, можно сильнымъ форсированнымъ вдыханіемъ произвести на манометрѣ отрицательное давленіе въ 30 — 74 мм. ртути, тогда какъ усиленное выдыханіе при тѣхъ же условіяхъ подымаетъ ртуть на 62 — 100 мм. (Donders) и даже до 250 мм. (Valentin 1847).

Вспомогательныя движенія лица и гортани. У многихъ видовъ животныхъ, и отчасти у человѣка, при каждомъ вдыханіи наблюдается расширеніе отверстій ноздрей вслѣдствіе сокращенія мышцъ, расширяющихъ и поднимающихъ крылья носа (иннервируются чрезъ n. facialis). Во время выдыханія ноздри спадаются.

Гортань можетъ слегка опускаться вслѣдствіе сокращенія mm. sternohyoidei и sterno-thyreoidei, (иннервируются нисходящей вѣтвью n. hypoglossi), а также вслѣдствіе того, что ее тянутъ трахея и бронхи въ тотъ моментъ, когда легкія расширяются актомъ вдыханія (Rosenthal). Гортанная щель при каждомъ вдыханіи слегка расширяется при помощи mm.: crico-arytenoidei posteriores и thyreo-arytenoidei (иннерв. вѣтвью n. laryngei inferioris изъ n. vagus) (Czermak).

Затрудненное, форсированное вдыханіе. При одышкѣ (dysnoë) вдыханіе совершается съ участіемъ гораздо большаго числа мышцъ ¹⁾, приходящихъ на помощь обычнымъ инспираторнымъ мышцамъ; начинаютъ дѣйствовать mm. sternocleido-mastoidei (иннервируемые ramus externus n. accessorii), m. trapezius (r. externus n. accessorii и rr. musculares plexus cervicalis), m. pectoralis minor (nn. thoracici anteriores), m. serratus posticus superior (n. dorsalis scapulae), mm.

¹⁾ Traube, Beitr. Hft. 2; Rosenthal, „Athembewegungen“, 1862.

rhomboidei и mm. extensores columnae vertebralis (rami posteriores nervorum dorsalis) и выше упомянутые уже мышцы лица и гортани. При крайнихъ степеняхъ одышки могутъ принять участіе въ актѣ вдыханія еще и другія мышцы.

Выдыханіе. Спокойное выдыханіе совершается у человѣка пассивно, безъ всякаго участія мышечныхъ силъ, исключительно только въ силу тяжести и эластичности органовъ. Ребра и грудная кость, не поддерживаемыя болѣе переставшими дѣйствовать вдыхательными мышцами, опускаются. Масса брюшныхъ внутренностей, наполненныхъ отчасти газомъ, сдвинутыхъ и опустившихся при вдыханіи, снова расширяется, толкаетъ кверху расслабленную діафрагму и размѣщается въ ея вогнутости.

Само легкое, растянутое во время вдыханія, теперь въ силу своей эластической реакціи спадается и выгоняетъ часть содержащагося въ немъ воздуха. Такимъ образомъ за нимъ образуется пустота, и діафрагма въ свою очередь начинаетъ присасываться, точно слѣдуя за поднятіемъ спадающагося легкаго.

Пассивное полное выдыханіе представляетъ, слѣдовательно, состояніе покоя для грудной клѣтки; умершее животное находится въ состояніи выдыханія. Однако у человѣка и млекопитающихъ выдыханіе не достигаетъ обыкновенно той степени глубины, которая бы отвѣчала полному расслабленію вдыхательныхъ мышцъ, потому что слѣдующій вдыхательный актъ наступаетъ слишкомъ быстро и прерываетъ актъ выдыханія еще передъ концемъ его. Вдыхательныя мышцы никогда не расслабляются вполне. Онѣ находятся какъ бы въ состояніи постоянного полусокращенія, усиливаемаго до степени полного сокращенія при каждомъ актѣ вдыханія.

Затрудненное, форсированное выдыханіе. При одышкѣ (dyspnœ) выдыханіе становится активнымъ. Слѣдующія мышцы стремятся тогда уменьшить объемъ грудной клѣтки: мышцы брюшныхъ стѣнокъ (иннервируемыя чрезъ rami musculares e plexu lumbali), m. triangularis sterni (nn. intercostales), m. serratus posticus et inferior (rami externi nervorum dorsalis), m. quadratus lumborum (rami musculares e plexu lumbali), mm. intercostales interni—насколько они расположены между костными частями реберъ—(nervi intercostales) и др.

Движенія легкаго. Во время вдыханія увеличиваются всѣ размѣры легкаго. Въ этомъ легко убѣдиться и на живомъ человѣкѣ, перкутируя (выстукивая) грудную клѣтку при помощи пальцевъ, или молоточка и плессиметра (пластинка изъ слоновой кости или гуттаперчи). Грудная стѣнка даетъ ясный звукъ повсюду, гдѣ она непосредственно соприкасается съ легочной тканью, наполненной воздухомъ. На уровнѣ плотныхъ органовъ, какъ печень и сердце, звукъ становится не столь яснымъ, заглушается, дѣлается похожимъ на звукъ, получаемый при перкуссіи бедра (звукъ бедра). Во время вдыханія ясный звукъ на правомъ легкомъ распространяется гораздо болѣе книзу и маскируетъ на нѣкоторомъ участкѣ тупой звукъ, соотвѣтствующій печени. Правое легкое, доходящее въ концѣ выдыханія (спереди по вертикальной линіи, проходящей черезъ сосокъ) до края шестого ребра, при глубокомъ вдыханіи спускается до 7 ребра. Точно также, съ лѣвой стороны тупой звукъ, соотвѣтствующій сердцу, уменьшается во время вдыханія: это значитъ, что отрѣзокъ лѣваго легкаго располагается между сердцемъ и передней грудной стѣнкой. И чѣмъ вдыханіе глубже, тѣмъ рѣзче становится явленіе.

Везикулярный шумъ и бронхиальное дыханіе. Вхожденіе

воздуха въ легочныя альвеолы и быстрое ихъ расширеніе сопровождается нѣжнымъ шумомъ, называемымъ *везикулярнымъ шумомъ*. Его легко уловить (при всякомъ вдыханіи), прикладывая ухо прямо, или при посредствѣ стетоскопа, къ грудной стѣнкѣ спокойно дышащаго человѣка (аускультация).

Прикладывая ухо къ гортани или къ трахее на шеѣ или сзади между лопатками, на уровнѣ четвертаго спинного позвонка, къ мѣсту расхожденія бронховъ, можно слышать (при вдыханіи и выдыханіи) особенный шумъ—*бронхіальное дыханіе*. На другихъ мѣстахъ грудной поверхности, кромѣ только что указанныхъ, его нельзя слышать, потому что губчатая масса легкихъ, располагаясь между ухомъ и бронхами, мѣшаетъ бронхіальному шуму достигать уха: дѣйствительно, этотъ звукъ проводится только черезъ плотныя среды (или же вдоль трубокъ, наполненныхъ воздухомъ, каковы трахея и бронхи).

Нормальные дыхательные шумы измѣняются при нѣкоторыхъ заболѣваніяхъ легкихъ и бронховъ, отсюда ясна громадная важность аускультации для клиники.

Эластичность легочной ткани и плевральное пространство ¹⁾. Легкое въ силу своей эластичности и спадаемости постоянно стремится занять значительно меньшій объемъ, чѣмъ каковой оно занимаетъ въ грудной полости: поэтому оно производитъ настоящее присасывательное дѣйствіе на плевральную полость, находящуюся за нимъ. Оно стремится отдѣлить легочный (висцеральный) листокъ плевры отъ паріетальнаго; а такъ какъ плевральное пространство замкнуто отовсюду и для воздуха не проницаемо, то легкое и не можетъ спастись; отсюда возникаетъ въ плевральной полости наклонность къ образованію пустоты, отрицательное давленіе, достигающее наибольшаго напряженія къ концу вдыханія, когда грудная клѣтка наиболѣе расширена, и легочная ткань растянута до *maximum'a*. Во время выдыханія отрицательное давленіе въ плевральномъ пространствѣ уменьшается по мѣрѣ того какъ легкое возвращается къ своему естественному [нерастянutoму] объему; но оно сохраняетъ свою отрицательную величину, даже когда выдыханіе совершается вполне: въ этотъ моментъ легкое все-таки имѣетъ еще „не естественную“ форму, оно все-таки находится еще въ состояніи нѣкотораго растяженія, зависящаго отъ присасывающей силы плевральнаго пространства. Такое состояніе легкаго на трупѣ можно доказать слѣдующимъ опытомъ: соединяютъ герметически съ трахеей трупа манометръ изъ стеклянной трубки въ формѣ буквы U, содержащій налитую въ оба колѣна воду или ртуть; затѣмъ съ каждаго бока трупа дѣлаютъ разрѣзъ по межреберному промежутку, чтобы привести плевральное пространство въ сообщеніе съ наружнымъ воздухомъ. Воздухъ со свистомъ устремляется въ грудную клѣтку, и легкія, свободно повинаясь только силѣ своей эластичности, спадаются и сжимаютъ содержащійся въ нихъ воздухъ ²⁾ Ртуть подымается въ открытой вѣтви манометра и останавливается на высотѣ около 5 мм. Стало бытъ эластичность легочной ткани на трупѣ измѣряется столбомъ ртути въ 5 мм. высоты. Это служитъ вмѣстѣ съ тѣмъ выраженіемъ отрицательнаго давленія, имѣвшагося благода-

¹⁾ Carson, *Philos. Transactions*, I, p. 42, 1820; Donders, *Zeitschr. f. rat. Med.* N. F., III.

²⁾ На живомъ проникающія раны груди вызываютъ такое же вхожденіе воздуха въ плевральныя полости и даютъ возможность легкому спадаться въ силу его эластичности. Если рана достаточно широка и зіяетъ, то легочная вентиляция

ря эластичности легочной ткани въ плевральной полости на трупѣ передъ тѣмъ, какъ было установлено сообщеніе ея съ внѣшнимъ воздухомъ. Убѣдиться въ этомъ можно, введя манометръ прямо въ плевральное пространство трупа и принявъ предварительно предосторожности противъ проникновенія туда наружнаго воздуха.

Отрицательное давленіе въ грудной (плевральной) полости у человѣка достигаетъ вѣроятно 10—15 мм. ртути при спокойномъ и до 30 мм. при форсированномъ вдыханіи. Разница въ величинѣ давленія въ плевральномъ пространствѣ при вдыханіи и выдыханіи у человѣка, дышащаго обыкновеннымъ, спокойнымъ образомъ, должна равняться поѣтому 4—8 мм. ртути. И пока гортанная щель остается открытою, отрицательное давленіе въ плевральной полости не исчезаетъ совсѣмъ даже во время выдыханія, введеннаго до возможныхъ границъ.

Отрицательное давленіе въ грудной клѣткѣ достигаетъ громадной величины при такъ называемомъ опытѣ Müller'a, состоящемъ въ томъ, что послѣ сильнаго выдыханія закрываютъ гортанную щель и затѣмъ расширяютъ грудную клѣтку, какъ бы производя усиленное вдыханіе. Развивающееся такимъ образомъ отрицательное давленіе въ легкихъ присоединяется къ нормальной величинѣ отрицательнаго давленія въ полости плевры; оно можетъ сдѣлаться столь большимъ, что растянутыя присасывающей силой предсердія будутъ болѣе не въ состояніи изливать свою кровь въ желудочки. Кровяная волна, развиваемая лѣвымъ желудочкомъ сильно ослабѣваетъ, и пульсъ можетъ даже прекратиться совершенно. Въ результатъ получаемъ общую анемію въ системѣ большого круга и гиперэмію въ системѣ легочнаго кровообращенія.

Давленіе въ полости плевры, наоборотъ, можетъ пріобрѣсти значительную положительную величину при слѣдующемъ опытѣ, часто неправильно называемомъ опытомъ Valsalva. Сдѣлавъ глубокое вдыханіе и набравъ возможно большее количество воздуха въ грудь, закрываютъ гортанную щель и стараются сжать этотъ воздухъ, энергически сокращая всѣ выдыхательныя мышцы. Этимъ способомъ получаютъ громадный излишекъ положительнаго давленія въ легкихъ, напр. 250 мм. ртути по Valentin'y (1847). Давленіе въ полости плевры должно имѣть тогда ту же величину + 250 мм., уменьшенную на величину, соответствующую эластичности легочной ткани (отъ—10 до—15 мм.). Въ этихъ условіяхъ венозная кровь не въ состояніи болѣе проникнуть въ грудную полость; она скопляется въ венахъ большого круга. Легкія освобождаются отъ крови, сердце начинаетъ вскорѣ биться почти пустымъ, пульсъ исчезаетъ или дѣлается неощутимымъ. Эти опыты не безопасны.

У плода, еще не дышавшаго и находящагося въ маткѣ, легкія представляются массивною мягкою тканью, безъ замѣтной эластичности. Стѣнки грудной клѣтки представляются спавшимися: если ихъ проколоть, то вхожденія воздуха въ плевральную полость не наблюдается; отрицательнаго давленія въ плевральной полости еще не существуетъ. Bernstein (1878) предполагалъ, что эластическое напряженіе легкихъ и «плевральная пустота» образуются сразу въ моментъ рожденія какъ результатъ перваго дыхательнаго движенія дитяти. Негманн повидимому

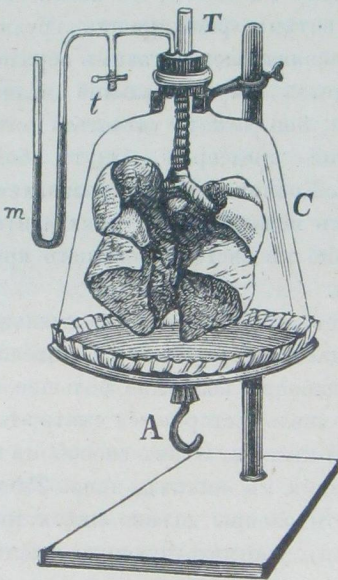
болѣе не имѣетъ мѣста. При такихъ условіяхъ дыхательныя движенія грудной клѣтки производятъ только вхожденіе и выходеніе внѣшняго воздуха въ полость плевры черезъ рану. Необходимо, въ этомъ случаѣ, удалить высасываніемъ воздухъ, вошедшій въ полость плевры, и возстановивъ такимъ образомъ плевральное пространство, герметически закрыть рану.

доказалъ, что у самыхъ юныхъ младенцевъ внутригрудное давленіе не есть отрицательное ¹⁾. Новыя изслѣдованія должны будуть рѣшить, въ какомъ возрастѣ развивается эластичность [эластическое напряженіе] легочной ткани, обуславливающая присасывательную силу плевральной полости.

Отрицательное давленіе въ плевральной полости существуетъ повидимому у всѣхъ взрослыхъ млекопитающихъ; его нѣтъ ни у птицъ, ни у большинства другихъ летающихъ позвоночныхъ.

Легочная ткань у живого животного отнюдь не абсолютно непроницаема. По Ewald'у и Kober't'у (1883) достаточно у собаки повысить давленіе внутрилегочнаго воздуха до 35 мм. ртутн, чтобы наблюдать проникновеніе его въ полость плевры, въ легочные сосуды и сердце. Подобные случаи происходятъ иногда при искусственномъ дыханіи, примѣняемомъ энергично.

Схема легочной вентиляціи. Схема на фиг. 93 воспроизводитъ съ достаточной точностью нѣкоторыя изъ механическихъ условій вдыханія и выдыханія. Стекланный колоколъ *C* пред-



Фиг. 93.—Схема легочной вентиляціи.

ставляетъ грудную клѣтку. Нижнее его отверстіе (основаніе) закрыто каучуковой діафрагмой. Последнюю можно при помощи придѣланнаго снизу крючка *A* оттягивать книзу и производить такимъ образомъ въ колоколѣ относительную пустоту. Пробка, закрывающая колоколъ сверху, имѣетъ два отверстія для прохожденія двухъ стеклянныхъ трубокъ. Одна изъ этихъ трубокъ *T*, открытая снаружи, соединяется съ трахеей подвѣшенныхъ въ колоколѣ легкихъ кролика (или маленькой собаки). Другая трубка *m* соединена съ манометромъ, показывающимъ давленіе въ плевральной полости схемы. Въ началѣ опыта это давленіе дѣлаютъ отрицательнымъ, высасывая воздухъ черезъ трубку *t*, которую затѣмъ закрываютъ. Подъ влияніемъ высасыванія легкое болѣе или менѣе расширяется, а діафрагма выгибается внутрь колокола. Затѣмъ подражаютъ дыхательнымъ движеніямъ, оттягивая діафрагму книзу за крючекъ *A* (вдыханіе) и предоставляя ей вслѣдъ за этимъ возвратиться къ прежнему положенію (выдыханіе).

Искусственное дыханіе. Изъ всего предыдущаго ясно, что легкія играютъ чисто пассивную роль въ попеременныхъ своихъ передвиженіяхъ при расширеніи и спаденіи (Galien). Измѣненія ихъ объема вызываются измѣненіями емкости грудной клѣтки. Но какъ только грудная полость ши-

¹⁾ Легкія у нихъ еще не растянуты за предѣлы ихъ естественнаго объема. Если вскрыть у дѣтей, умершихъ въ теченіи первой недѣли по рожденіи, полость плевры, то легкія не спадаются, а продолжаютъ выполнять грудную клѣтку. При дальнѣйшемъ ростѣ, эта последняя увеличивается быстрѣе въ объемѣ, чѣмъ легкія; рядомъ съ этимъ приходитъ въ дѣйствіе эластическое напряженіе легкихъ, и вмѣстѣ съ нимъ образуется отрицательное давленіе въ плевральной полости.

роко вскрывается отнятіемъ грудной кости (предварительно необходимо перевязать *aa. mammae internae* на высотѣ 2 или 3-го межребернаго промежутка, немного отступя отъ края грудины), дыхательныя движенія діафрагмы и реберъ не оказываютъ болѣе никакого вліянія на легкія, которыя спадаются вслѣдъ за вскрытіемъ. Воздухъ не обновляется въ нихъ болѣе и животное быстро погибаетъ отъ удушенія. Смерть отъ удушенія наступаетъ равнымъ образомъ и у тѣхъ животныхъ, у которыхъ парализованы дыхательныя мышцы при помощи *curare*, или отъ поврежденія нервныхъ центровъ (разрушенія дыхательныхъ центровъ, перерѣзки спинного мозга въ верхней шейной части). Чтобы сохранить теперь жизнь животного, необходимо устроить искусственную вентиляцію легкихъ при помощи раздувального мѣха. Vésale (1555) первый примѣнилъ искусственное дыханіе съ цѣлю наблюденія движеній сердца у животныхъ, которымъ онъ вскрывалъ грудную клѣтку. Legallois (1812) окончательно ввелъ этотъ методъ въ фізіологическую технику. Для большинства опытовъ съ искусственнымъ дыханіемъ достаточенъ совершенно простой аппаратъ: небольшой раздувательный мѣхъ, который соединяется при помощи каучуковой трубки съ канюлей, укрѣпленной въ трахеѣ животного. При каждомъ вдуваніи извѣстное количество воздуха проникаетъ въ легкія и растягиваетъ ихъ. Вогнанный воздухъ въ промежуткѣ между двумя вдуваніями выходитъ черезъ маленькое отверстіе сбоку канюли. Отверстіе это играетъ въ то же время роль предохранительнаго клапана при вдуваніяхъ: оно предупреждаетъ слишкомъ сильное растягиваніе легочной ткани.

Если искусственное дыханіе примѣняютъ на животномъ съ нескрытой грудной полостью, то нужно стараться избѣгать задержки обратнаго выхода для воздуха, что всегда наступитъ, если ограничиться только простыми вдуваніями. Выведеніе вогнаннаго воздуха не предоставляютъ исключительно эластичности легкихъ и грудной клѣтки, а помогаютъ этому акту, подвергая дыхательныя пути животного настоящему высасыванію въ промежуткахъ между вдыханіями: трахею при помощи особаго приспособленія соединяютъ попеременно то съ трубкой, накачивающей воздухъ, то съ высасывающимъ водянымъ насосомъ (Ewald, 1883).

Впрочемъ для производства искусственнаго дыханія построено большое число аппаратовъ (Ludwig, Hering, Süß, Lehmann и др.).

Искусственное дыханіе равнымъ образомъ можетъ служить средствомъ возвращенія къ жизни животныхъ или людей, которымъ угрожаетъ асфиксія (новорожденные въ состояніи обмиранія). Въ послѣднемъ случаѣ вмѣсто раздувального мѣха, о которомъ мы говорили выше, прибѣгаютъ къ различнымъ приѣмамъ, чтобы попеременно сжимать и расширять грудь, напр.: вдуваніе воздуха изо рта въ ротъ; перемежающееся ритмическое сжиманіе груди; подниманіе[рукъ у субъекта, положеннаго на спину попеременно со сжиманіемъ груди; качаніе всего тѣла вокругъ оси, проходящей черезъ оба плеча (методъ B. Schultze, 1865) и т. д. Laborde рекомендуетъ потягивать за языкъ соотвѣтственно ритму дыханія.

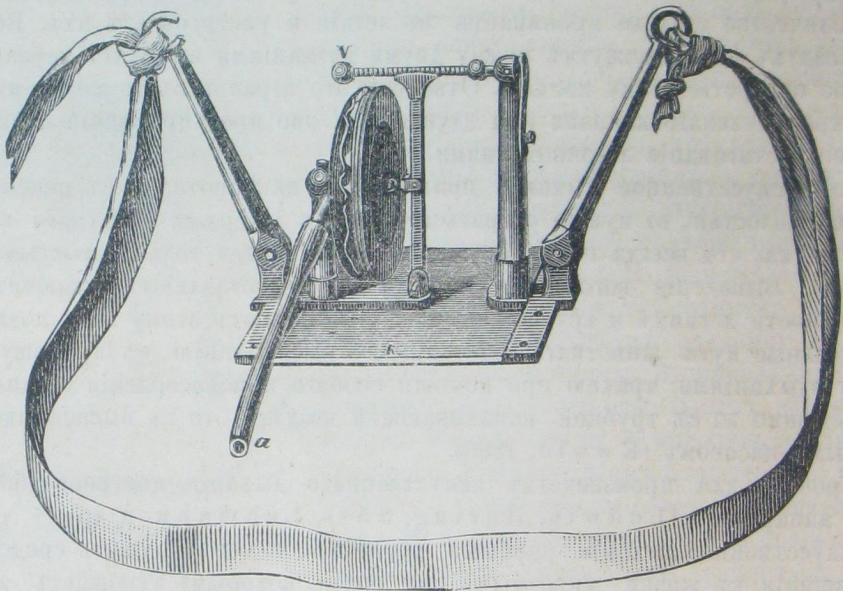
Очевидно, что искусственное дыханіе ничуть не поможетъ, разъ остановилось кровообращеніе и нервныя центры потеряли свою возбудимость. Судить о послѣднемъ можно лучше всего по состоянію зрачка. Во время асфиксии зрачекъ сильно расширенъ; напротивъ, позже, когда нервная возбудимость уже совсѣмъ исчезла, онъ представляется сокращеннымъ (Rosenthal 1864).

Записываніе дыхательныхъ движеній. Физиологи, начиная съ Vierordt'a (1855), придумали большое число аппаратовъ и приѣмовъ для записыванія дыхательныхъ движеній:

1°. Большое число приборовъ служитъ для записыванія движеній грудной клѣтки: приборы Vierordt'a (1855); пневмографы Marey'a (1865 и 1868), Paul Bert'a (1870), Knoll'a, Fick'a (1872); различные кардиографы; стетометръ Bourdon Sanders'on'a (1873); двойной стетографъ Riegel'a (1873). Перемѣщенія діафрагмы также могутъ быть записаны у кролика при помощи френографа Rosenthal'a (1862) или двойного рычага Kropesker'a и Marckwald'a (1879). Hultkrantz'у удалось на человѣкѣ (1890) получить графическое изображеніе перемѣщеній діафрагмы при помощи аппарата, вводимого черезъ пищеводъ въ желудокъ.¹⁾

2°. Другіе приборы передаютъ пишущему рычагу измѣненія внутригрудного давленія: пищеводный зондъ, соединенный съ пишущемъ барабаномъ (Luciani, Ceradini, 1878); пишущіе манометры, соединяемые съ полостью плевры или перикардія (Adamkiewicz и Jacobson, 1873).

3°. Наконецъ, существуютъ различные приѣмы графическаго изображенія



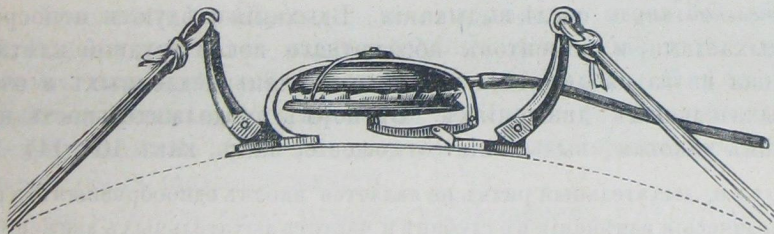
Фиг. 94.—Пневмографъ Marey'a, прикрѣпляемый на человѣкѣ вокругъ груди при помощи нерастѣжимаго пояса, привязаннаго къ двумъ расходящимся вѣтвямъ. Въ моментъ расширенія грудного ящика, вѣтви эти раздвигаются еще болѣе, благодаря изгибанію лежащей между ними стальной пластинки R, дѣйствующей, какъ пружина. Расхожденіе вѣтвей ведетъ при посредствѣ стержня V къ оттягиванію перепояки барабана; измѣненія въ давленіи воздуха въ этомъ барабанѣ передаются черезъ трубку a барабанчику съ записывающимъ рычагомъ.

¹⁾ Теперь дыхательныя перемѣщенія діафрагмы у человѣка могутъ быть сдѣланы видимыми для глаза при помощи лучей Roentgen'a. Если пропустить эти лучи чрезъ грудную клѣтку, то легкія ихъ почти не задерживаютъ, между тѣмъ какъ діафрагма и сердце задерживаютъ ихъ значительно; поэтому, поставивъ на пути этихъ лучей послѣ прохожденія чрезъ тѣло флюоресцирующій подъ вліяніемъ ихъ экранъ, можно ясно наблюдать на немъ перемѣщеніе тѣни, бросаемою діафрагмой, равно какъ и пульсирующимъ сердцемъ.

перемѣщеній массъ воздуха по дыхательнымъ путямъ: аппараты Hering'a, записывающіе измѣненія объема всего животнаго; записывающій спирометръ R a n u m 'a; спирографъ B e r n s t e i n 'a; аэроплетизмографъ G a d 'a (1879), записывающій объемы воздуха вдыхаемаго и выдыхаемаго; записываніе измѣненій давленія въ опредѣленномъ объемѣ воздуха, которымъ животное дышитъ при посредствѣ трубки (Hering, Paul Bert, 1870).

Первая категорія пневмографовъ. Всякій кардіографъ, всякій эластическій мѣшокъ, наполненный воздухомъ, приложенный къ грудной клѣткѣ посредствомъ пояса и соединенный съ рычажнымъ барабаномъ, можетъ служить пневмографомъ и начертить кривую увеличенія периметра груди при ея движеніяхъ. Рис. 62, стр. 136, представляетъ въ *A* пневмографъ K o l l 'я. Единственный недостатокъ такого способа записыванія кривой состоитъ въ томъ, что кривая поднимается при всякомъ выдыханіи и опускается при вдыханіи, т. е. какъ разъ обратное съ кривой манометрической. Но этому легко помочь, повернувъ рычажный барабанчикъ такимъ образомъ, чтобы рычагъ находился подъ перепонкою барабана, а не надъ нею. Въ пневмографѣ M a g e y 'я (рис. 94 и 95) воздушная полость, на которую дѣйствуетъ расширяющаяся грудная клѣтка, расположена такимъ образомъ, что она уменьшается во время выдыханія и расправляется во время вдыханія. Движенія, передаваемые записывающему барабану, вычерчиваются въ видѣ кривой, удобосравнимой съ кривой, записываемой манометромъ.

Вторая категорія пневмографовъ. Рис. 36, на стр. 111, представляетъ гибкій пищеводный зондъ, оканчивающійся эластическимъ пузыремъ въ видѣ груши *a* и соединенный съ записывающимъ барабаномъ *t*. Амбула *a* вводится въ пищеводъ



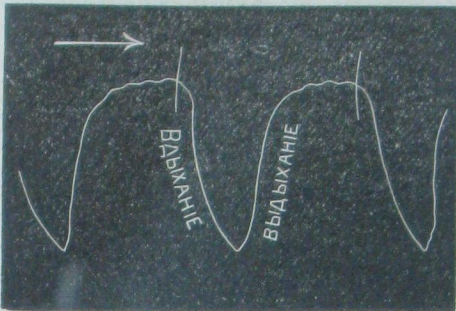
Фиг. 95. Пневмографъ M a g e y 'я (другая модель).

черезъ рану въ области шеи и останавливается по сосѣдству съ сердцемъ, такъ что и сердечныя пульсаціи болѣе или менѣе отмѣчаются также на кривой. Колебанія отрицательнаго давленія въ полости плевры передаются черезъ посредство стѣнокъ пищевода воздуху, заключенному въ ампулу *a* ¹⁾.

Третья категорія пневмографовъ. Пріемъ, которымъ я чаще всего пользовался, состоитъ въ томъ, чтобы записать при помощи барабана съ рычагомъ

¹⁾ Въ эластической грушѣ *a* нѣтъ никакой существенной надобности. Пищеводъ настолько широкъ и растяжимъ, что въ него можно ввести достаточно толстую стеклянную трубку, открытую на нижнемъ и концѣ, соединенную верхнимъ концемъ при посредствѣ каучуковой трубки съ пишущимъ барабаномъ: чрезъ такую трубку колебанія давленія въ пищеводѣ будутъ передаваться пишущему барабану даже лучше. Самый способъ записыванія можно сдѣлать настолько чувствительнымъ, какъ того желаютъ; въ то же время онъ совершенно точно передаетъ дыхательныя измѣненія, какъ это видно по смыслу дѣла.

измѣненія давленія въ замкнутомъ объемѣ воздуха, которымъ животное дышитъ черезъ соответственно приспособленный намордникъ, или черезъ трахеальную канюлю (опытъ описанъ у Paul Bert'a, *Respiration*, 1870). Рис. 35 на стр. 110, представляетъ кролика, дышащаго воздухомъ большого сосуда *B*, съ



Фиг. 96.—Кривая дыхательныхъ движеній, записанная на человѣкѣ при помощи пневмографа

Магеу'я.

которымъ соединенъ пишущій барабанъ *t*. При каждомъ вдыханіи воздухъ въ сосудѣ разрѣзается, и это уменьшеніе давленія выражается опусканіемъ рычага, который чертитъ кривую на цилиндрѣ *A*.

Дыхательный ритмъ. Какой бы способъ записи ни былъ избранъ, полученные результаты остаются тѣми же, и графическія кривыя представляются очень сходными. Рис. 96 можетъ служить примѣромъ: *вдыханіе* начинается довольно внезапно, затѣмъ ускоряется и къ концу слегка замедляется; *выдыханіе* начинается довольно рѣзко, затѣмъ ускоряется и оканчивается постепенно и медленно. Кривая конца выдыханія приближается къ горизонтальной. При спокойномъ, нормальномъ дыханіи нѣтъ собственно истинной *дыхательной паузы* послѣ выдыханія. Вдыханія слѣдуютъ непосредственно за выдыханіями, и моментовъ абсолютнаго покоя грудной клѣтки нѣтъ. Дыхательная пауза наблюдается только при очень медленныхъ и очень глубокихъ дыхательныхъ движеніяхъ. Въ нормѣ продолжительность вдыханія короче, чѣмъ таковая выдыханія (отношеніе, напр., какъ 10 : 14).

По *Mosso*, дыхательный ритмъ не является вполне однообразнымъ, а представляетъ періодическія измѣненія въ глубинѣ и частотѣ дыхательныхъ движеній. Это то, что *Mosso* обозначаетъ словомъ *періодическое дыханіе*. Формы періодическаго дыханія, рѣзче выраженныя и состоящія изъ серіи дыхательныхъ движеній, смѣняющихся настоящею остановкою дыханія, (что аналогично феномену, извѣстному у клиницистовъ подъ именемъ *Cheyne-Stokes'овскаго* дыханія) наблюдаются: у животныхъ, подвергающихся зимней спячкѣ, во время ихъ зимняго сна (*Luciani, Fano, Mosso, Delsaux, Bongers*); у черепахи въ нормальномъ состояніи (*Fano*); у лягушки послѣ перевязки сосудовъ, питающихъ головной мозгъ (*Luchsinger*) или послѣ замѣны крови физиологическимъ растворомъ *NaCl* (*Martius*), или при отравленіи мускариномъ или дигиталиномъ (*Langendorff*)¹⁾; у млекопитающихъ послѣ впрыскиванія сильныхъ дозъ морфія (*Fillehne*); у кролика послѣ поперечной перерѣзки мозга непосредственно впереди дыхательныхъ центровъ (*Marckwald*) и т. д.

¹⁾ У лягушки и нормальный ритмъ дыханія тоже является чередующимся. Въ однихъ дыхательныхъ движеніяхъ у нея преобладаетъ вдыханіе надъ выдыханіемъ, вслѣдствіе чего легкія за это время постепенно раздуваются; въ другихъ—происходитъ обратное, въ третьихъ—вдыханіе и выдыханіе равны другъ другу. Наконецъ, рядомъ съ истинными дыхательными движеніями, у нея чередуются

Частота дыхательныхъ движеній. У взрослого человѣка, по Quetelet, насчитывается около 16 дыхательныхъ движеній въ минуту (12 по Vierordt'y, 20 по Hutchinson'y), причемъ въ среднемъ одно дыхательное движеніе приходится на 4 сердечныя сокращенія. Большая часть вліяній, ускоряющихъ частоту сердечныхъ сокращеній (мышечная работа, пищевареніе, повышение температуры, волненія, лихорадка и т. п.) учащаютъ и дыхательныя движенія, такъ однако, что отношеніе между четырьмя сердечными сокращеніями и однимъ дыхательнымъ движеніемъ остается приблизительно безъ измѣненія. Суточная періодичность обоихъ явленій почти одна и та же (Vierordt, 1845).

Вотъ какую, по Quetelet ¹⁾, является частота дыхательныхъ движеній для различныхъ возрастовъ

Возрастъ.	Дыханій въ минуту.	Возрастъ.	Дыханій въ минуту
0	44	20—25	18.7
5 лѣтъ	26	25—30	16
15—20	20	30—50	18,1

Типъ дыханія. У мужчинъ и дѣтей вдыхательное расширеніе грудной клѣтки происходитъ главнѣйшимъ образомъ насчетъ движенія діафрагмы внизъ, при чемъ она отталкиваетъ брюшныя органы и увеличиваетъ вертикальный діаметръ груди. Поднятіе реберъ играетъ второстепенную роль; животъ во время вдыханія выпячивается, при выдыханіи возвращается въ прежнее положеніе. Это *брюшной типъ* Hutchinson'a, встрѣчающійся также у многихъ млекопитающихъ (кроликъ, кошка, лошадь).

У женщинъ передвиженія діафрагмы и передней стѣнки живота незначительны. Увеличеніе размѣровъ груди совершается главнымъ образомъ въ діаметрахъ поперечномъ и передне-заднемъ, вслѣдствіе поднятія первыхъ реберъ: *типъ верхне-реберный* Hutchinson'a. Beau и Maissiat (1842) приписываютъ преобладаніе у женщинъ ребернаго типа различнымъ побочнымъ обстоятельствамъ (ношеніе корсета, частыя беременности), измѣняющимъ дыхательныя движенія живота.

При *нижне-реберномъ типѣ* дыханія, наблюдаемомъ у нѣкоторыхъ мужчинъ и мальчиковъ, дѣятельность діафрагмы мало замѣтна. Нижнія ребра ясно поднимаются, а верхняя часть грудной клѣтки остается неподвижной.

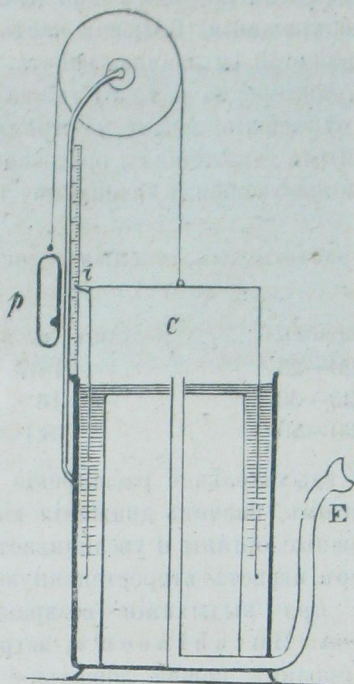
Полезное дѣйствіе дыхательныхъ движеній. *Спирометръ.* Спирометръ Hutchinson'a (1846), представленный схематично на рис. 97, можетъ служить для измѣренія полезнаго дѣйствія дыхательныхъ движеній, т. е. измѣренія того количества воздуха, которое входитъ и выходитъ изъ дыхательныхъ путей при каждомъ дыхательномъ движеніи. Это количество *дыхательнаго воздуха* равно приблизительно 500 куб. см., или половинѣ литра. Спирометръ состоитъ изъ вымѣреннаго резервуара С, плавающего въ сосудѣ, наполненномъ водою, и уравновѣшеннаго противовѣсомъ р. Резервуаръ С имѣетъ указатель і, который указываетъ на градуированной шкалѣ объемъ содержащагося въ аппаратѣ газа. Мундштукъ Е соединенъ съ внутрен-

ногда поверхностныя дыхательныя движенія, ведущія только къ обновленію воздуха въ ротовой полости, но не въ полости легкихъ (Введенскій, *Pflüger's Archiv* 1881).

Н. В.

¹⁾ Quetelet, *Sur l'homme*, etc., 1835.

ностью градуированнаго резервуара и даёт возможность вдуть воздухъ въ аппаратъ, или высасывать его оттуда.¹⁾



Фиг. 97. — Схема спирометра. С — градуированный колоколь; р — противовѣсъ, i — указатель; Е — мундштукъ.



Фиг. 98. — Емкость легкихъ, обнимающая собою:

I. — дыхательный воздухъ, обнимаемый при покойномъ нормальномъ дыханіи;

II — дополнительный воздухъ;

III — резервный воздухъ;

IV — остаточной воздухъ;

Жизненная емкость. Спирометръ можетъ служить также для измѣренія того, что Hutchinson²⁾ назвалъ жизненной емкостью, т. е. наибольшаго количества воздуха, какое человекъ можетъ выдохнуть, сдѣлавъ предварительно возможно глубокое вдыханіе. Жизненная емкость достигаетъ въ среднемъ 3770 куб. см. (въ Англіи) у взрослого мужчины средняго роста; у нѣмцевъ она опредѣлена только 3300 куб. см. Измѣняется она соотвѣтственно росту: она меньше у женщинъ и у людей маленькаго роста; при помощи продолжительнаго мышечнаго упражненія она значительно увеличивается (Mayer). Измѣреніе жизненной емкости представляетъ большой клиническій интересъ при нѣкоторыхъ заболѣваніяхъ легкихъ.

Жизненная емкость заключаетъ въ себѣ: 1) 500 куб. см. *дыхательнаго воздуха*, отвѣчающаго нормальному вдыханію; 2) около 1670 куб. см. воздуха, вдохнутаго сверхъ того количества, которое вводится обыкновенно при нормальномъ дыханіи, и называемаго *дополнительнымъ воздухомъ*; 3) около 1600 куб. см. воздуха, выдохнутаго сверхъ того количества, которое выводится нормальнымъ выдыханіемъ, и называемаго *резервнымъ (запаснымъ) воздухомъ*. После самаго глубокаго, какое только возможно, выдыханія легкие содержатъ

¹⁾ Теперь устраиваютъ (Richet) также спирометры по образцу газовыхъ часовъ (безъ жидкости), что дѣлаетъ ихъ болѣе удобными для переноски и въ то же время менѣе наглядными для демонстраціи.

²⁾ Hutchinson, Med.-chir. Transact., XXIX, p. 137, 1846.

еще довольно большое количество воздуха, такъ какъ оно не можетъ вполне опорожниться. Это количество называется *остаточнымъ воздухомъ* и принимается равнымъ почти половинѣ величины жизненной емкости, т. е. 1880 куб. см. (H. Davy, Gréhan 1864, Waldenburg, Neurauer, Gad 1879).¹⁾ Общая емкость легкихъ, состоящая изъ остаточнаго воздуха (1880 куб. см.) и жизненной емкости (3770 куб. см. = дыхательный воздухъ + дополнительный + резервный) равняется, стало быть, 5650 кб. см. въ среднемъ.

Обновленіе легочнаго воздуха. При каждомъ вдыханіи 500 кб. см. чистаго воздуха поступають въ легкія. Изъ этихъ 500 кб. см. около 330 кб. см. остаются въ легкихъ и смѣшиваются путемъ диффузіи съ испорченнымъ воздухомъ, содержащимся тамъ; 170 кб. см., наоборотъ, не остановившись въ легкихъ, выбрасываются наружу при послѣдующемъ выдыханіи вмѣстѣ съ 330 кб. см. испорченнаго воздуха. Первые порціи - выдыхаемаго воздуха и не проникли даже вовсе въ легкія.²⁾ Цифры эти получены Gréhan't'омъ (1864). Дѣлають одно вдыханіе изъ сосуда, содержащаго чистый водородъ, такимъ образомъ вводятъ 500 кб. см. этого газа въ легкія; при послѣдующемъ выдыханіи находятъ 170 куб. см. водорода, смѣшаннаго съ 330 кб. см. воздуха. Затѣмъ начинаютъ дышать воздухомъ; три послѣдующихъ выдыханія содержатъ относительно: 80,5; 41,0 и 40,8 кб. см. водорода³⁾.

Коэффициентомъ легочной вентилляціи Gréhan't называетъ цифру, получающую дѣленіемъ количества свѣжаго воздуха, вводимаго при каждомъ вдыханіи (330 куб. см.), на количество испорченнаго воздуха, содержавшагося въ легкихъ передъ этимъ вдыханіемъ (резервный или запасный воздухъ + остаточный воздухъ). Цифра эта приблизительно равна 0,1; т. е. при каждомъ вдыханіи масса испорченнаго воздуха въ легкихъ смѣшивается съ $\frac{1}{10}$ своего объема чистаго воздуха. Составъ воздуха альвеолъ измѣняется сравнительно очень мало при каждой новой дыхательной фазѣ, и можно сказать, что

¹⁾ Для опредѣленія остаточнаго воздуха спирометры очевидно непригодны. Для этого должны служить окольные способы. Наиболее простымъ изъ нихъ является способъ Gréhan't'a. Испытуемый дѣлаетъ самое глубокое выдыханіе и затѣмъ, зажавъ плотно ноздри, начинаетъ дышать чрезъ мундштукъ изъ сосуда, наполненнаго водородомъ. Какъ видно изъ дальнѣйшаго, для этого достаточно сдѣлать 8 дыханій, чтобы опытъ былъ конченъ: остаточный воздухъ смѣшается равномерно съ водородомъ, бывшимъ въ сосудѣ, и теперь надо только изслѣдовать процентный составъ смѣси газовъ въ этомъ послѣднемъ, чтобы отсюда простымъ вычисленіемъ опредѣлить количество воздуха, остававшагося въ легкихъ послѣ самаго глубокаго выдыханія. (Gréhan't, Journal de l'anat. et de la physiol. 1864 p. 523).

Способы послѣдующихъ изслѣдователей отличаются отъ этого по внѣшнему приему, но близки къ нему по принципу.

Н. В.

²⁾ Надо имѣть въ виду, что трахея, бронхи и ихъ болѣе мелкія вѣтви не участвуютъ въ дыхательномъ обмѣнѣ; этотъ послѣдній имѣетъ мѣсто только въ легочныхъ пузырькахъ.

Н. В.

³⁾ Этимъ путемъ можно доказать, что послѣ 6 — 10 дыханій въ легкихъ не остается и слѣдовъ водорода. Другими словами, можно съ точностію сказать, что чрезъ это число дыханій весь воздухъ нацѣло обновляется въ легкихъ.

Н. В.

кровь, циркулирующая черезъ легкія, находится въ соприкосновеніи съ газовой смѣсью почти постояннаго состава.

Измѣненныя дыхательныя движенія. Дыхательныя движенія могутъ внезапно измѣняться подѣ вліаніемъ воли, разнаго рода волненій или чисто рефлекторно. Я ограничусь только указаніемъ съ одной стороны на измѣненныя дыхательныя движенія, приближающіяся къ акту вдыханія какъ: рыданіе, вздохи, икота, зѣвота, обнюхивательныя движенія, присасываніе содержимаго носовой полости и т. п.; а съ другой стороны на приближающіяся къ акту выдыханія: кашель, чиханье, смѣхъ и т. п.

Усиліе. Всякому напряженію, т. е. всякому энергическому мышечному акту, предшествуетъ глубокое вдыханіе съ послѣдующимъ замыканіемъ гортанной щели и сокращеніемъ выдыхательныхъ мышцъ. Масса воздуха, запертая въ грудной клѣткѣ, служитъ для укрѣпленія ея, для приданія ей желаемой стойкости, необходимой для того, чтобы она могла служить точкой опоры для мышцъ живота и конечностей. При усилии, какъ и въ опытѣ *Valsalva* (форсированное выдыханіе при закрытой голосовой щели), внутригрудное давленіе приобретаетъ положительную величину; венозная кровь болѣе не присасывается въ полость груди: она собирается въ венахъ, и послѣднія набухаютъ

III. Химическія явленія легочной вентиляціи.

Вдыхаемый воздухъ. Атмосферный воздухъ, проникающій въ легкія во время вдыханія, содержитъ въ сухомъ состояніи (по объему): 20,95 кислорода, 79,02 азота и 0,03 ангидрида угольной кислоты на сто (23,015% кислорода и 76,985% азота по вѣсу, *Bunsen*). Кромѣ того воздухъ содержитъ водяные пары въ очень различной пропорціи, соотвѣтственно гигрометрическому состоянію атмосферы и температурѣ.

Одинъ кубическій метръ воздуха, насыщеннаго водяными парами при температурѣ 0°, содержитъ 5,4 грамма воды (давленіе пара = 5 мм. ртути). При 10° одинъ куб. метръ содержитъ 9,7 граммовъ воды (давленіе пара = 9,5 мм. Hg.); при 20°, 17,1 граммовъ воды (давленіе пара = 17,4 мм. Hg.); при 30° — 29,4 грамма, и при 37° — 42,2 грамма воды.

Кромѣ этого, какъ составныя части болѣе или менѣе постоянныя во вдыхаемомъ воздухѣ встрѣчаются: азотистокислый амміакъ, азотная кислота, озонъ и т. д.; кромѣ того различныя пылевые частицы, въ числѣ ихъ организованные зародыши.

Анализъ атмосфернаго воздуха. — Количественное опредѣленіе кислорода и азота производится по методу *Bunsen*'а ¹⁾. Въ эвдіометръ вводятъ точно отмѣренный объемъ воздуха, высушеннаго предварительно посредствомъ ѣдкаго кали, стало быть, свободнаго отъ CO_2 (барометрическое давленіе и температура должны быть извѣстны). Къ нему прибавляютъ отмѣренный объемъ чистаго водорода и при помощи электрической искры вызываютъ взрывъ въ газовой смѣси. Третью объема, исчезнушаго вслѣдствіе взрыва (2 объема H + 1 объемъ O = 2 объемамъ водянаго пара, который сгущается въ воду), выражаетъ количество кислорода

¹⁾ *Bunsen*, *Méthodes gazométriques*; *J. Geppert*, *Die Gasanalyse*, 1835; *Hempel*, *Gasanalytische Methoden*.

(предполагается воздухъ опять сухимъ). Зная количество кислорода, количество азота высчитываютъ по разности.—Содержаніе кислорода можно опредѣлить также поглощая его фосфоромъ въ бюреткахъ и пипеткахъ Нетрел'я (см. рис. 99 и 100). Методъ поглощенія кислорода растворомъ пирогаллола въ ѣдкомъ кали менѣе точенъ.

Для открытія слѣдовъ кислорода въ какой-либо газовой смѣси Норре-Сейлеръ пользуется растворомъ возстановленнаго гемоглобина, изслѣдуя его спектроскопически. Присутствіе кислорода узнается по появленію двухъ чертъ поглощенія, соответствующихъ оксигемоглобину.

Количественное опредѣленіе CO_2 . Количество CO_2 въ атмосферномъ воздухѣ слишкомъ незначительно, чтобы его можно было опредѣлять обыкновенными газометрическими приѣмами. Приходится имѣть дѣло съ очень значительными массами воздуха (10—15 литровъ) и поглощать CO_2 ѣдкимъ баритомъ или ѣдкимъ кали. Разница въ титрѣ или въ вѣсѣ щелочнаго раствора укажетъ на количество CO_2 . Берутъ большую вымѣренную бутылъ и наполняютъ ее изслѣдуемымъ воздухомъ; затѣмъ приливаютъ отмѣренный объемъ титрованнаго раствора ѣдкаго барита, герметически закрываютъ бутылъ пробкой и нѣсколько разъ встряхиваютъ ее. Ёдкій баритъ превращается тогда въ углекислый барій, который и выпадаетъ въ видѣ бѣлаго осадка; остающійся сдѣлавшійся болѣе слабымъ растворъ ѣдкаго барита собирается (чтобы его не потерять нисколько, бутылъ обмывается небольшимъ количествомъ дистиллированной воды) и фильтратъ снова титруется, и разница въ титрѣ указываетъ на количество поглощенной CO_2 . Титрованіе раствора ѣдкаго барита производится съ большою точностью при помощи титрованнаго же раствора щавелевой кислоты. Растворъ щавелевой кислоты приливаютъ изъ градуированной бюретки сначала небольшими порціями, затѣмъ капля за каплей, къ извѣстному объему раствора ѣдкаго барита, пока послѣдній не будетъ совершенно усредненъ (нейтрализованъ); конецъ нейтрализаціи наступаетъ тогда, когда растворъ ѣдкаго барита не окрашиваетъ болѣе желтой куркумовой бумажки въ черный цвѣтъ. Растворъ щавелевой кислоты составленъ такимъ образомъ, что объемъ его соответствуетъ равному объему углекислоты (литръ содержитъ 5,6431 грамма чистой и сухой щавелевой кислоты). Если напр., 10 кб. см. раствора ѣдкаго барита требуютъ для нейтрализаціи 30 кб. см. раствора щавелевой кислоты, то точно столько же (30) кб. см. ангидрида угольной кислоты понадобится для достиженія той же цѣли ¹⁾.

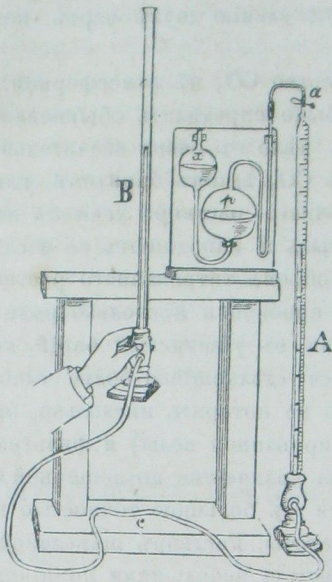
Количественное опредѣленіе воды. При помощи аспиратора проводятъ извѣстный объемъ воздуха по U—образнымъ трубкамъ или другимъ поглотительнымъ аппаратамъ, содержащимъ вещества жадно поглощающія влагу (сѣрная кислота, фосфорный ангидридъ и т. п.) Приборы взвѣшиваются передъ опытомъ и послѣ; увеличеніе вѣса показываетъ количество поглощенной воды.

Анализъ атмосфернаго воздуха и воздуха выдыхаемаго при помощи бюретокъ и пипетокъ Нетрел'я.

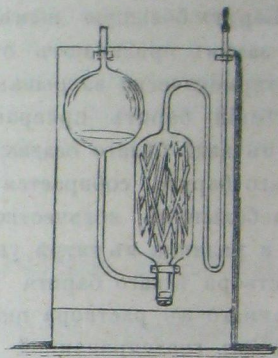
Бюретка А (рис. 99), служащая для отмѣриванія газа, внизу соединяется при помощи каучуковой трубки С съ подвижнымъ резервуаромъ В, заключающимъ воду. Верхній суженный конецъ бюретки А имѣетъ насаженную короткую каучуковую трубочку съ зажимомъ а, играющимъ роль крана. Этотъ суженный конецъ

¹⁾ Если предпочитаютъ опредѣлять количество CO_2 по вѣсу, вмѣсто опредѣленія по объему, то пользуются растворомъ щавелевой кислоты, содержащимъ 2,8636 грамма кислоты на литръ. 1 кб. см. такого раствора соответствуетъ 1 миллиграмму CO_2 . Такимъ именно растворомъ пользовался v. Pettenkofer.

а можетъ быть сообщаемъ съ сосудомъ, содержащимъ изслѣдуемый газъ, часть котораго такимъ образомъ можетъ быть переведена въ бюретку А. Когда объемъ газа отмѣренъ, конецъ бюретки а соединяють сначала съ пипеткой рх (рис. 99), содержащей растворъ ѣдкаго кали для поглощенія CO_2 , а затѣмъ съ пипеткой изображенной на рис. 100, наполненной палочками фосфора (на половину погруженными въ воду) для поглощенія кислорода. При каждой изъ этихъ операций при-



Фиг. 99.—Бюретка Несселя, соединенная сверху съ пипеткой, содержащей ѣдкое кали для поглощенія CO_2 .



Фиг. 100.—Пипетка съ палочками фосфора для поглощенія кислорода.

поднимають трубку В и прогоняють газъ изъ А въ пипетку съ соотвѣтственнымъ реактивомъ, а потомъ, опуская В, переводятъ газъ обратно въ А для измѣренія. Разница въ объемахъ соотвѣтствуетъ каждый разъ количеству газа, поглощеннаго пипеткой.

Всѣ эти измѣренія газа дѣлаются при обыкновенномъ барометрическомъ давленіи; закрывъ а, опускають В, пока жидкость въ А и В не остановится точно на одномъ уровнѣ. Въ А поддерживають постоянную температуру, окружая его стеклянной трубкой, въ которой циркулируетъ вода постоянной температуры. На рис. 99 такой трубки не представлено.

Выдыхаемый воздухъ.—Выдыхаемый воздухъ, за время пребыванія въ легкихъ, подвергся слѣдующимъ важнымъ измѣненіямъ:

1. Участвуя въ легочномъ дыханіи, онъ уступилъ часть своего кислорода крови легочныхъ капилляровъ. Выдыхаемый воздухъ содержитъ въ среднемъ (по объему): 16,033% кислорода вмѣсто 20,95%, т. е. почти на 5% меньше (точно на 4,782%), чѣмъ вдыхаемый атмосферный воздухъ (Vierordt).

2. Въ легкихъ онъ обогатился значительнымъ количествомъ углекислоты: онъ содержитъ ея около 4,38% (3,3 до 5,5% по Vierordt), т. е. количество въ сто разъ большее, чѣмъ вдыхаемый воздухъ.

Объемъ выдыхаемой CO_2 нѣсколько меньше объема поглощеннаго кислорода. Поглощенный кислородъ не весь появляется обратно въ формѣ CO_2 (Lavoisier).

Отношеніе $\frac{\text{объемъ CO}_2}{\text{объемъ O}_2}$ называется „дыхательнымъ отношеніемъ“ (смотри ниже: вліяніе качества пищи на величину дыхательнаго отношенія).

3. Выдыхаемый воздухъ содержитъ, можетъ быть, ничтожный избытокъ азота, образующагося въ тѣлѣ и происходящаго безъ сомнѣнія отъ распаденія бѣлковыхъ тѣлъ (Regnault и Reiset, 1849; Seegen и Nowak, 1875).

4. Онъ почти насыщенъ водяными парами, поглощенными во время прохожденія по дыхательнымъ путямъ.

5. Онъ содержитъ слѣды водорода, болотнаго газа (CH_4), амміака (NH_3) ¹⁾. Летучій органическій ядъ, описанный различными изслѣдователями въ выдыхаемомъ воздухѣ, не могъ быть открытъ въ немъ изслѣдованіями Негманса, Dastre'a и другихъ.

6. Температура его приближается къ температурѣ тѣла; въ среднемъ она достигаетъ $+35^\circ$ и $+36^\circ$; въ холодное время немного ниже.

7. Онъ освобождается отчасти отъ зародышей и пылевыхъ частицъ, содержащихся во вдыхаемомъ воздухѣ; послѣднія осѣдаютъ на влажныхъ стѣнкахъ дыхательныхъ путей.

Слизистая оболочка дыхательныхъ путей выстлана мерцательнымъ эпителиемъ. Рѣснички мерцательнаго эпителія движутся всегда по направленію къ поздырямъ; онѣ обезпечиваютъ медленное и постоянное передвиженіе слизи и пылевыхъ частицъ, осѣвшихъ на стѣнкахъ бронховъ, трахеи и гортани, и выведеніе ихъ за тѣмъ наружу. Однако часть пыли проникаетъ всетаки внутрь тканей и застреваетъ въ бровхіальныхъ железахъ. Вотъ какимъ образомъ объясняется появляющееся съ возрастомъ синеvато-черное окрашиваніе легочной ткани и бронхіальныхъ железъ, зависящее отъ отложенія главнымъ образомъ частицъ угля.

Объемъ выдыхаемаго воздуха въ томъ видѣ, въ какомъ онъ выводится изъ дыхательныхъ путей, превосходитъ объемъ вдыхаемаго воздуха вслѣдствіе расширенія, обусловленнаго повышеніемъ его температуры (1000 объемовъ воздуха при 0° соотвѣтствуютъ 1365 объемамъ при 100°) и насыщенія водяными парами. Если привести его къ степени влажности и къ температурѣ, свойственнымъ обыкновенному атмосферному воздуху, то наблюдается какъ разъ обратное, т. е. легкое уменьшеніе объема выдыхаемаго воздуха, зависящее отъ того, что объемъ поглощеннаго кислорода превосходитъ всегда объемъ выдыхаемой CO_2 (Lavoisier, 1777).

Составъ выдыхаемаго воздуха измѣняется въ широкихъ предѣлахъ. При одномъ и томъ же выдыханіи, первыя порціи состоятъ изъ воздуха, едва измѣненнаго; послѣднія, которыя выдѣляются изъ глубокихъ частей дыхательнаго аппарата, содержатъ наибольшее количество CO_2 и меньше кислорода.

Чѣмъ медленнѣе и глубже дыхательныя движенія, тѣмъ выдыхаемый воздухъ богаче CO_2 и бѣднѣе O.

¹⁾ Органическія вещества неизвѣстной природы, гнилостнаго запаха и ядовитаго свойства, выдѣляющіяся въ мѣстахъ, гдѣ скопляется большое число людей или животныхъ въ ограниченномъ, тѣсномъ помѣщеніи, повидимому не обязаны своимъ происхожденіемъ ни легочному дыханію, ни кожному, а только накожной грязи, загрязненному платью и т. п. Субъектъ тщательно вымытый и одѣтый въ совершенно чистое платье, можетъ безъ малѣйшаго неудобства оставаться долгое время даже въ очень тѣсномъ помѣщеніи, если только устранить возможность асфиксіи (Негманс, 1883).

Численное выражение дыхательнаго объёма.—Со времени Lavoisier ¹⁾ многие изслѣдователи изобрѣтали методы, чтобы получить численное выражение для величины химизма дыхательныхъ процессовъ за извѣстный промежутокъ времени и при различныхъ условіяхъ.

I. Методъ Andral'a и Gavarret, 1843; Vierordt'a, 1845; Speck'a, 1871 ²⁾ и др. Собираютъ извѣстное количество выдыхаемаго воздуха и анализируютъ его; находятъ, напримѣръ, что онъ держитъ на 4—5% кислорода меньше и на 4% CO₂ больше, чѣмъ вдыхаемый воздухъ. Всякое дыхательное движеніе у человѣка, заключаая 500 кб. см. воздуха, соотвѣтствуетъ, слѣдовательно, поглощенію 20—25 кб. см. кислорода и выведенію 20 кб. см. CO₂. Такъ какъ въ минуту происходитъ 16 дыхательныхъ движеній, то получимъ: въ минуту 320—400 кб. см. O и 320 кб. см. CO₂; въ часъ 19—24 литровъ O и 19 литровъ CO₂; а въ 24 часа 456—576 литровъ кислорода и 456 литровъ CO₂, т. е. взрослый человѣкъ въ 24 часа поглощаетъ немного болѣе кубическаго $\frac{1}{2}$ метра кислорода и отдаётъ немного менѣе кубическаго $\frac{1}{2}$ метра CO₂. Цифры Vierordt'a таковы: CO₂—900 граммъ = 455,500 кб. см.; H₂O—330 граммовъ; O—744 грамма = 516,500 кб. см.

II. Методъ Hanriot и Ch. Richet, 1886 ³⁾. Животное дышетъ наружнымъ воздухомъ, при посредствѣ соотвѣтственно устроеннаго намордника или трахеальной канюли, черезъ двѣ промывныя стеклянки (клапаны Müller'a), предназначенныя для раздѣленія вдыхаемаго воздуха отъ выдыхаемаго. Объёмъ вдыхаемаго воздуха A (освобожденнаго отъ CO₂ и насыщеннаго водяными парами) измѣряется въ газомѣрителѣ (газовыхъ часахъ). Точно также и объёмъ выдыхаемаго воздуха (насыщеннаго водяными парами) измѣряется сначала при содержаніи углекислоты (объёмъ B) и потомъ послѣ поглощенія ея (объёмъ C).

Объёмъ B—C отвѣчаетъ CO₂, образовавшейся вслѣдствіе дыханія животнаго; объёмъ A—C соотвѣтствуетъ поглощенному кислороду.

Слабая сторона этого очень изящнаго и весьма легкаго на практикѣ метода заключается, по моему мнѣнію, въ слѣдующемъ: 1) трудно достигнуть точнаго измѣренія газовыми часами, 2) трудно удержать массу газа во время измѣренія при одной и той же температурѣ и одинаковой степени влажности.

III. Методъ Scharling'a или Pettenkofer'a, 1862 ⁴⁾. Человѣка, или опытное животное, помѣщаютъ въ комнатку съ металлическими стѣнками, снабженную дверью и окнами, съ постоянно возобновляемымъ воздухомъ для вентиляціи. Токъ воздуха производится насосомъ, дѣйствующимъ, какъ аспираторъ, и расположеннымъ въ направленіи A (см. рис. 101).

Большіе газовые часы измѣряютъ количество воздуха, проходящаго черезъ весь снарядъ. Часть B этого воздуха, измѣненнаго дыханіемъ испытуемаго субъекта, высасывается при помощи маленькаго аспиратора, измѣряется маленькими газовыми часами и проводится черезъ приборы, наполненные сѣрной кислотой, съ цѣлью поглотить воду и черезъ трубочку съ растворомъ ѣдкаго барита Ba (HO)₂ для поглощенія CO₂. Прибыль въ вѣсѣ

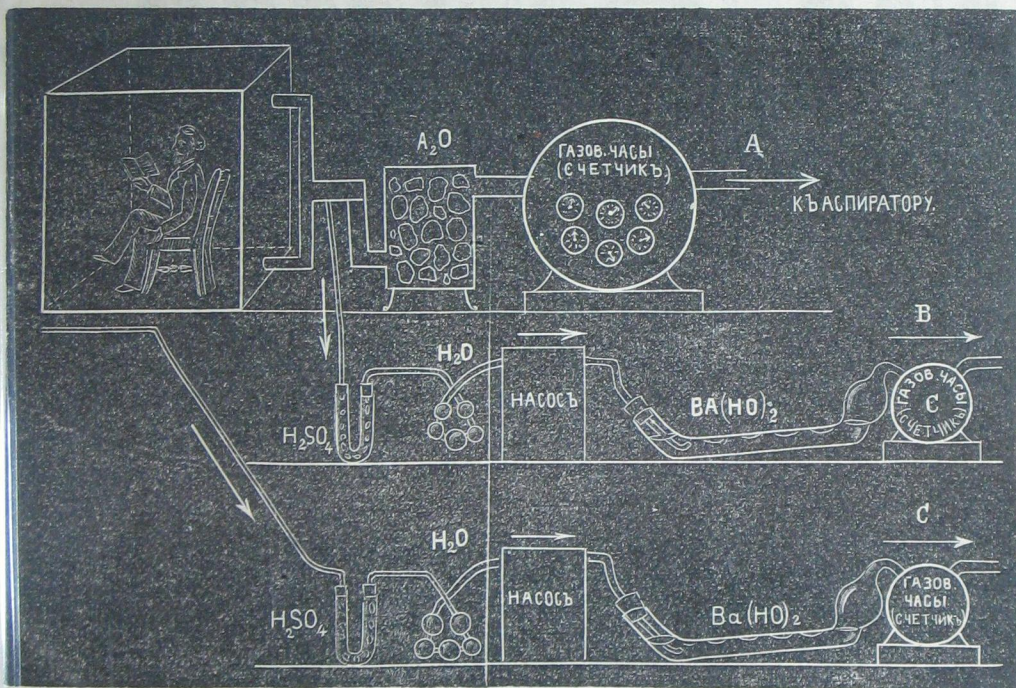
¹⁾ Lavoisier. *Exp. sur la respir. Mém. Acad. sc.*, 1777.

²⁾ Andral и Gavarret, *Ann. de chim. et de phys.* III sér., t. VIII. 1843; Vierordt, *Physiologie des Athmens*, 1845; Speck, *Untersuchungen*, 1871.

³⁾ Hanriot и Ch. Richet, *C. R. Soc. Biologie*. Déc., 1886.

⁴⁾ v. Pettenkofer, *Ann. der Chemie u. Pharm.*, 1862, Suppl. Bd. II, p. 1.

прибора съ сѣрной кислотой выражаетъ количество воды, содержащейся въ воздухѣ въ видѣ пара; уменьшеніе титра раствора ѣдкаго барита отвѣчаетъ количеству CO_2 . Параллельно съ этимъ въ вѣтви С производится анализъ нѣкотораго количества воздуха, взятаго снаружи до вхожденія его въ аппаратъ. Сравненіе цифръ анализовъ В и С даетъ количество воды и углекислоты, выдѣленныхъ испытуемымъ субъектомъ. И такъ какъ извѣстенъ весь объемъ воздуха А, которымъ дышалъ испытуемый субъектъ за все время опыта, то простое помноженіе непосредственно даетъ полныя цифры для воды и углекислоты, выдѣленныхъ имъ за то же время.

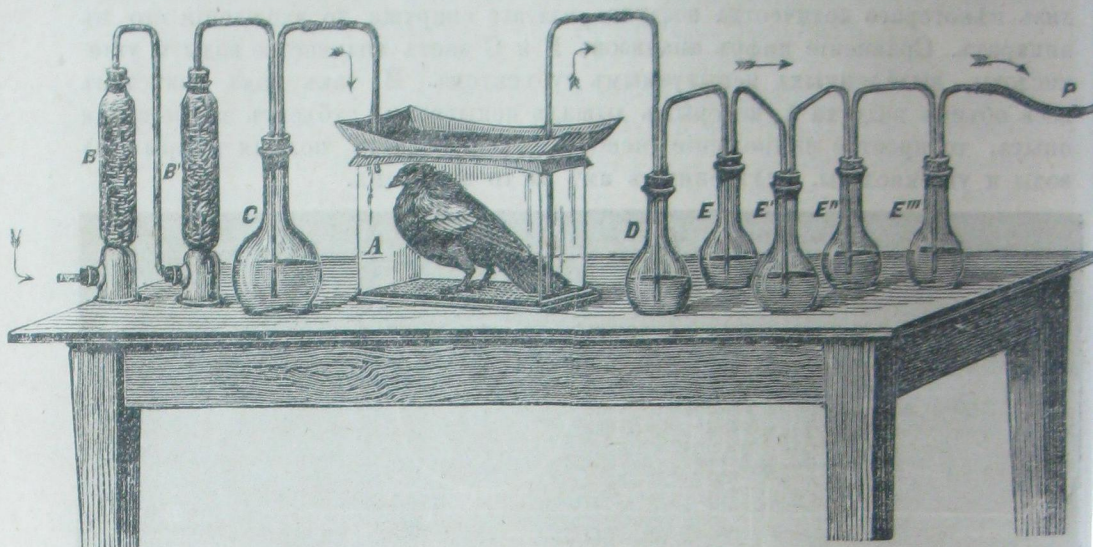


Фиг. 101.—Схема большого дыхательного аппарата Pettenkofer'a. А—главный токъ воздуха, не анализируемаго, а только измѣряемаго въ газовыхъ часахъ; В—вѣтвь анализируемаго воздуха, взятая отъ главнаго тока, проходящаго черезъ опытную камеру; С—токъ анализируемаго воздуха, взятаго изъ наружнаго воздуха передъ вхожденіемъ его въ опытную камеру.

Аппаратъ Pettenkofer'a даетъ возможность длить опытъ любой промежутокъ времени, причемъ испытуемый дышетъ воздухомъ, постоянно обновляемымъ. Описанному методу можно сдѣлать два упрека: 1) для анализа берется только весьма небольшая часть воздуха, служившаго для дыханія. Вслѣдствіе этого всѣ полученныя цифры приходится помножать на очень большой множитель: небольшая ошибка въ опредѣленіи количества CO_2 и воды можетъ такимъ образомъ приобрести громадное значеніе; 2) количество поглощеннаго кислорода опредѣляется не прямымъ путемъ. Оно опредѣляется по разности вѣса между ingesta (пища и питье) и суммой excreta (CO_2 , H_2O , моча, фекальныя массы и т. п.), принимая, конечно, что вѣсъ испытуемаго за это время не измѣнялся. Всѣ ошибки, сдѣланныя въ опредѣленіи другихъ величинъ, отражаются на цифрѣ кислорода, которая безспорно является самой важной во всѣхъ опытахъ надъ дыханіемъ¹⁾.

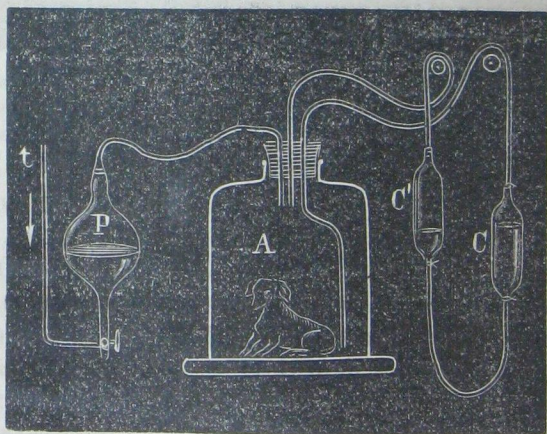
¹⁾ У насъ въ Россіи большое число изслѣдованій произведено съ приборомъ Пашутина. Въ немъ опредѣляется все количество выдѣляемой CO_2 ; опыты могутъ длиться долго («Врачъ», 1886).

Если имѣютъ дѣло съ животными маленькими, выделяющими сравнительно мало CO_2 , то причины первой ошибки возможно избѣжать, анализируя весь воздухъ, проходящій черезъ аппаратъ (аппараты Delsaux, Corin'a



Фиг. 102.—Аппаратъ для опредѣленія количества углекислоты выделяемой голубемъ. Аспираторъ, помѣщенный вѣдѣ фигуры за P, обусловливаетъ токъ воздуха, какъ показано стрѣлками. Воздухъ, прежде чѣмъ войти въ камеру A, освобождается отъ CO_2 въ сосудахъ съ кусочками ѣдкаго кали B, B' и въ колбѣ съ растворомъ ѣдкаго барита C; CO_2 , выделяемая животнымъ, задерживается въ колбахъ E, E', E'', E''' съ растворомъ ѣдкаго барита; D содержитъ воду (по Corin и Van Beneden'y, Arch. Biologie, 1886)

и Van Beneden'a, Arloing'a и др.). Рис. 102 представляетъ образецъ такого аппарата для количественнаго опредѣленія углекислоты выделяемой голубемъ.



Фиг. 103.—Схема дыхательнаго аппарата Regnault и Reiset. Животное дышетъ въ атмосферѣ замкнутого пространства подѣ колоколомъ A; сосуды съ растворомъ ѣдкаго кали C и C' насыщаютъ воздухъ изъ колокола и прогоняютъ его обратно, отнявъ CO_2 ; приемникъ P наполненъ кислородомъ, поступающимъ взаменъ поглощеннаго животнымъ.

IV. Методъ Lavoisier, 1777—или Regnault и Reiset, 1849 ¹⁾ Человѣкъ или животное, дышетъ въ атмосферѣ замкнутого пространства;

¹⁾ Regnault et Reiset, Ann. de chim. et de phys. III-e sér, t. XXVI, 1849.

составъ атмосферы поддерживается неизмѣннымъ, такъ какъ CO_2 удаляется по мѣрѣ ея накопленія, а исчезнувшій кислородъ замѣщается новымъ. Рис. 103 схематически изображаетъ первоначальный аппаратъ Regnault и Reiset. Животное находится въ колоколѣ А. Образующаяся CO_2 поглощается въ сосудахъ С и С' съ жидкимъ кали, которые поочередно то поднимаются, то опускаются, при помощи особаго двигателя. Такъ какъ они находятся въ сообщеніи съ внутренностью колокола А, то при каждомъ движеніи они высасываютъ часть воздуха и затѣмъ выталкиваютъ его обратно ¹⁾).

Количество образовавшейся углекислоты опредѣляется взвѣшиваніемъ раствора ждкого кали въ подвижныхъ сосудахъ С и С' до и послѣ опыта. Потребленный животнымъ кислородъ замѣщается кислородомъ изъ резервуара Р, служащаго также для измѣренія его количества.

Методъ Regnault и Reiset даетъ очень точные результаты. Единственный дѣлаемый ему упрекъ состоитъ въ томъ, что по истеченіи нѣкотораго времени животное не находится болѣе въ условіяхъ нормальныхъ: воздухъ, которымъ оно дышитъ, приобретаетъ гнилостный запахъ (см. примѣч. на стр. 197). Seegen и Nowak ²⁾ устранили это неудобство, приспособивъ металлическія трубочки, накаливаемыя до красна, на пути воздуха между колоколами А и сосудахъ С и С'. Такимъ образомъ летучія органическія вещества сжигаются и не вліяютъ на животное своимъ накопленіемъ. Большое число опытовъ было произведено съ этимъ аппаратомъ или съ аппаратами построенными по тому же принципу (Ludwig и его ученики, Pflüger, Zuntz, Horre-Seyler, Paul Bert, d'Arsonval и др.). Jolyet и Regnard, измѣнивъ приборъ соотвѣтственнымъ образомъ, примѣнили его къ изученію дыханія и водныхъ животныхъ.

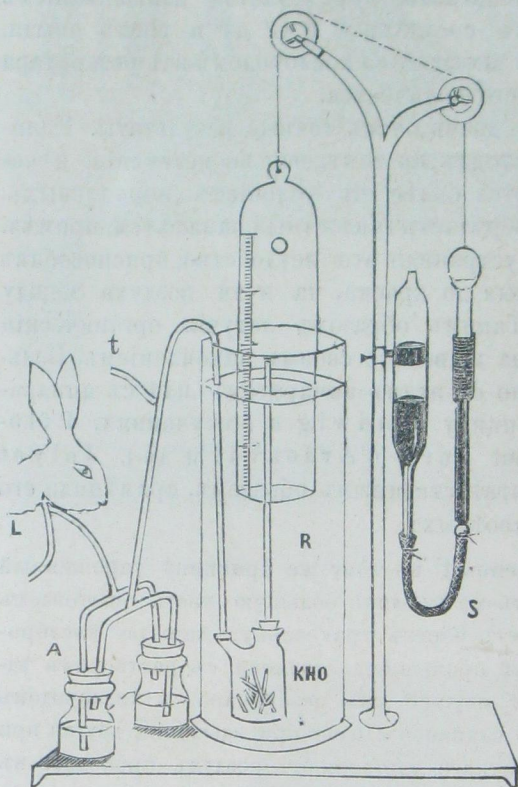
На рис. 104 представленъ построенный по тому же принципу упрощенный приборъ, съ которымъ можно повторить на кроликѣ большую часть опытовъ съ легочнымъ дыханіемъ. Животное дышитъ черезъ трахеальную канюлю кислородомъ градуированнаго колокола О. Двѣ промывныя стеклянки съ растворомъ ждкого кали поставлены на пути трубки, идущей изъ резервуара съ кислородомъ къ животному. Стеклянки играютъ роль клапановъ: одна при вдыханіи, другая при выдыханіи. Дыхательныя движенія животнаго заставляютъ воздухъ проходить въ видѣ пузырьковъ черезъ растворы ждкого кали; такъ какъ CO_2 по мѣрѣ выдѣленія здѣсь поглощается, то уменьшеніе объема газа въ колоколѣ къ концу опыта точно отвѣчаетъ количеству потребленнаго животнымъ кислорода. Количество его получается простымъ отсчитываніемъ на колоколѣ по уровню воды. Колоколъ О вмѣщаетъ около литра, онъ плаваетъ въ сосудѣ съ растворомъ хлористаго кальція R (въ которомъ кислородъ и азотъ почти нерастворимы). При помощи сифоннаго ртутнаго противовѣса онъ автоматически уравнивается для всевозможныхъ положеній: по мѣрѣ того, какъ колоколъ погружается въ пріемникъ R, онъ те-

¹⁾ Какъ видно, сосуды С и С' сообщаются между собою; въ то время, какъ одинъ изъ нихъ опускается внизъ, другой идетъ вверхъ. Слѣдовательно, первый изъ нихъ наполняется за это время растворомъ и выталкиваетъ изъ своей верхней части воздухъ въ камеру А, другой за это время освобождается отъ жидкости и присасываетъ воздухъ изъ камеры А. При послѣдующемъ обратномъ движеніи каждый изъ этихъ сосудовъ продѣлаетъ обратное.

²⁾ Seegen и Nowak, *Pflüger's Archiv.*, XIX.

рять часть своего вѣса, равную вѣсу вытѣсненной жидкости. Но и противовѣсъ дѣлается легче въ той же пропорціи вслѣдствіе выходения части ртути.

Только что описанный аппаратъ можетъ служить также для записыванія количества потребляемаго кислорода; достаточно для этого укрѣпить пишущій рычагъ на противовѣсъ, и онъ будетъ вычерчивать на цилиндрѣ пишущаго прибора кривую движеній резервуара *O*. Тотъ же рычагъ отмѣчаетъ и время: онъ составляетъ часть электрическаго сигнала, приводимаго въ дѣйствіе часами чрезъ секунду или другой какой либо промежутокъ времени.



Фиг. 104. — Оксигенографъ. — Дыхательный аппаратъ для кролика. Животное дышетъ (черезъ промывныя стѣянки съ растворомъ ѣдкаго кали, изображенныя въ *A*, и черезъ стѣянку съ кусочками сухого ѣдкаго кали *KHO*) кислородомъ, содержащимся въ градуированномъ колоколѣ *O*. Колоколъ *O* автоматически уравнивается во всякомъ положеніи сифоннымъ противовѣсомъ *S* (по Léon Fredericq, *Revue scient.* 1880; *Bull. Acad. Méd. Belg.* 1886).

На рис. 105 представленъ подобный аппаратъ для опытовъ надъ человѣкомъ. Испытуемый дышетъ посредствомъ металлическаго мундштука и широкой каучуковой трубки (при плотно закрытыхъ ноздряхъ) кислородомъ, содержащимся въ подвижномъ градуированномъ колоколѣ, погруженномъ въ резервуаръ съ растворомъ хлористаго кальція. На пути между резервуаромъ съ кислородомъ и ртомъ испытуемаго поставлены два ящика *a* и *b*, наполненные смѣсью ѣдкой извести и ѣдкаго натра, съ цѣлью поглощенія CO_2 . Уменьшеніе объема, претерпѣваемое количествомъ потребленнаго кислорода; количество выдыхаемой углекислоты не измѣняется. Опытъ можно длить отъ 1 до 2 часовъ безъ всякаго стѣсненія для испытуемаго субъекта. Рис. 106 объясняетъ подробности конструкціи ящика для поглощенія (придуманнаго Schwann'омъ, 1868): дыхательный воздухъ проходитъ по длинному извивающемуся каналу, проложенному въ массѣ изъ смѣси ѣдкой извести съ ѣдкимъ натромъ.

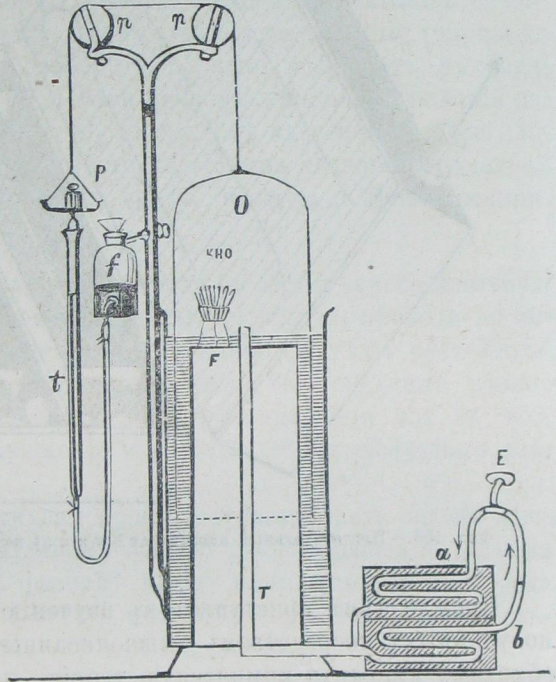
Важное дыханіе. — Если помѣстить животное въ дыхательный аппаратъ Regnault и Reiset, но опытъ расположить такъ, чтобы легочное дыханіе совершалось внѣ аппарата на счетъ наружнаго воздуха, то можно

опредѣлить количество кислорода, поглощенного поверхностью кожи, и количество выдѣленной ею за то же время углекислоты. Aubert (1872) при помощи такого приѣма нашелъ, что кожное дыханіе у теплокровныхъ животныхъ составляетъ только очень незначительную часть ($\frac{1}{225}$) легочнаго дыханія.

У лягушки же и животныхъ холоднокровныхъ дѣло стоитъ вовсе не такъ: у нихъ кожное дыханіе можетъ удовлетворить потребностямъ организма и вполне замѣнить отсутствующее легочное дыханіе (лягушки съ вырѣзанными легкими (Spallanzani 1803, Fubini 1878, Klug 1884).

Фиг. 105.—Дыхательный аппаратъ для опытовъ надъ человѣкомъ. *E*—металлическій мундштукъ; *a* и *b*—поглотительные ящики, наполненные ѣдкой известью и ѣдкимъ натромъ; *a*—путь для выдыхаемаго воздуха; *b*—путь для вдыхаемаго; *F*—резервуаръ съ двойными стѣнками, вмѣщающій насыщенный растворъ хлористаго кальція; *T*—трубка, идущая отъ поглотительныхъ ящиковъ къ колоколу съ кислородомъ *O*. Шнуръ, на которомъ подвѣшенъ колоколъ *O*, перекинутъ черезъ блоки *p p* и соединяется съ автоматически дѣйствующимъ противовѣсомъ *P*; *t*—трубка соединенная при посредствѣ сифона съ флакономъ *f*, содержащимъ ртуть;

KNO—кусочки ѣдкаго кали.

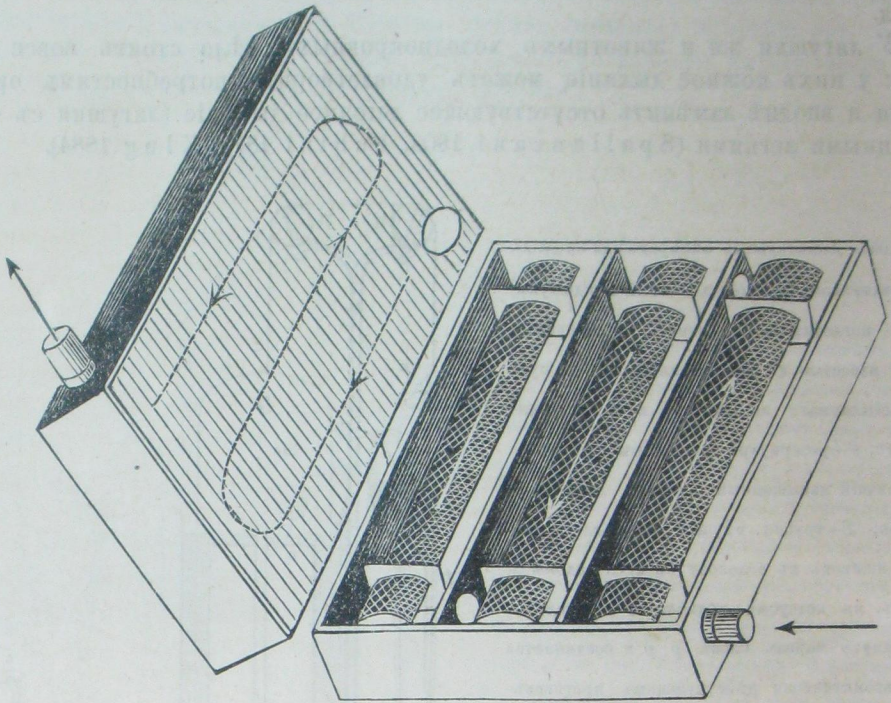


Лакированіе кожи.—Кролики, у которыхъ сбрита шерсть и кожа покрыта лакомъ или клейстеромъ, быстро погибаютъ при явленіяхъ значительнаго паденія температуры.

Смерть приписывается подавленію выдѣлительныхъ функцій кожи и обусловленной этимъ задержкѣ вредныхъ продуктовъ въ тѣлѣ (*perspirabile retentum*). Очень возможно, что кролики съ лакированной кожей умираютъ отъ охлажденія вслѣдствіе лишенія ихъ теплаго мѣха и паралитического расширенія кожныхъ сосудовъ (раздражающее дѣйствіе лака или крахмального клейстера). Достаточно закутать ихъ въ вату или помѣстить въ пространство съ высокой температурой, чтобы сохранить ихъ живыми (Latschenberger, 1868). Впрочемъ собака и человѣкъ превосходно переносятъ лакировку кожи. Senator (1877) безбоязненно покрывалъ почти всю поверхность тѣла нѣсколькими своимъ пациентамъ гибкимъ эластическимъ коллодіемъ или смолой. Такая непроницаемая лакировка переносилась въ теченіе нѣсколькихъ дней безъ малѣйшаго неудобства.

Точно также понятіемъ о *perspirabile retentum* врачи объясняютъ смерть человѣка, наступающую отъ ожоги, хотя и не идущей въ глубину, но захватывающей на значительномъ протяженіи наружные покровы. Причина

смерти отъ ожоги кожи еще плохо выяснена (Hoppe-Seyler, Tarpeiner 1880), но нѣтъ, кажется, достаточнаго основанія относить ее на счетъ потери нормальныхъ выдѣлительныхъ путей для вредныхъ продуктовъ, образующихся въ организмѣ.



Фиг. 106.—Поглотительный ящик (Schwann) изъ прибора, представленнаго на фиг. 105.

Прежде чѣмъ приступить къ изученію и разборкѣ цифровыхъ данныхъ, полученныхъ посредствомъ вышеописанныхъ дыхательныхъ аппаратовъ, необходимо изложить химическую теорію дыханія.

III. Химическая теорія дыханія ¹⁾.

Легочное дыханіе.—Газовый обмѣнъ въ легкихъ происходитъ между воздухомъ альвеолъ съ одной стороны и кровью легочныхъ капилляровъ съ другой, сквозь тончайшую перепончатую стѣнку.

Общая поверхность легочныхъ пузырьковъ высчитана въ 100 кв. метровъ слишкомъ; принимая, что капилляры занимаютъ три четверти этой поверхности, получимъ поверхность въ 75 кв. метровъ для кровяной плоскости, находящейся въ почти непосредственномъ соприкосновеніи съ воздухомъ, безпрестанно обновляющимся. Толщина этой кровяной площади въ среднемъ равна 0,008 мм. (это

¹⁾ Paul Bert, *Pression barométrique*; Donders, *Die Respiration als Dissociationsprocess*. Pflüger's Archiv., V; Hoppe-Seyler, *Physiol. Chemie*; Zuntz, *Blutgase* въ *Handbuch der Physiologie*, Hermann'a, 1882; Работы Pflüger'a и его учениковъ въ Pflüger's Archiv.

есть діаметръ легочныхъ капилляровъ) и общая масса ея равняется $\frac{1}{2}$ литра крови.

Spehl нашелъ, что легкія кролика во время вдыханія содержатъ $\frac{1}{15}$ часть всей массы крови; во время же выдыханія только $\frac{1}{18}$ той же массы. Цифры эти, повидимому, слишкомъ низки.

Въ легкихъ поверхность соприкосновенія крови съ воздухомъ достигаетъ колоссальнаго развитія, представляя въ высшей степени благоприятное условіе для газоваго обмѣна и быстрого установленія равновѣсія въ напряженіи газовъ крови и альвеолярнаго воздуха. Кислородъ и углекислота содержатся въ крови отчасти просто въ растворѣ, отчасти образуютъ нестойкія соединенія, которыя тотчасъ диссоціируютъ, какъ только напряженіе (парціальное давленіе) газа уменьшается; и наоборотъ, обратно вступаютъ въ соединеніе при увеличеніи напряженія газа. Весь секретъ легочнаго дыханія состоитъ въ разницѣ напряженій CO_2 и O_2 въ воздухѣ альвеолъ и крови легочныхъ капилляровъ; благоприятнымъ обстоятельствомъ является громадная поверхность соприкосновенія этихъ двухъ средъ, воздуха и крови (оспаривается В о h г'омъ)¹⁾.

Кислородъ.—Венозная кровь, поступающая въ легкія черезъ легочную артерію, быстро поглощаетъ большое количество кислорода, проходя по легочнымъ капиллярамъ. Такое поглощеніе обусловливается тѣмъ обстоятельствомъ, что напряженіе кислорода въ венозной крови (въ среднемъ равное 2,9% атмосфернаго давленія) гораздо ниже, чѣмъ напряженіе его въ воздухѣ легочныхъ альвеолъ (гдѣ напряженіе его около 18% атмосфернаго давленія, для собаки).

Причина, по которой артеріальная кровь уступаетъ часть своего кислорода тканямъ, проходя по капиллярамъ общаго кровообращенія, должна быть отыскиваема точно также въ разницѣ между напряженіемъ кислорода въ артеріальной крови (напряженіе = 14% атмосферн. давленія) и его напряженіемъ въ тканяхъ (напряженіе = 0 или близко къ 0).

Можно слѣдующимъ образомъ представить себѣ распредѣленіе напряженія кислорода въ различныхъ мѣстахъ организма у собаки:

внѣшній воздухъ.	возд. альвеолъ.	артеріал. кровь.	ткани.
(20,95% атм. давленія) >	(18% атм. д.) >	(14% атм. д.) >	(давленіе близкое къ 0).

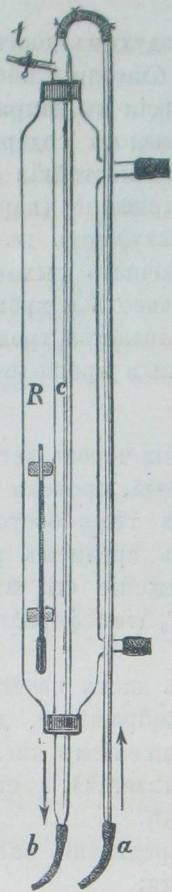
Въ силу законовъ диффузіи кислородъ долженъ переходить изъ мѣстъ болѣе высокаго напряженія въ мѣста болѣе низкаго напряженія.

Напряженіе или парціальное давленіе кислорода въ воздухѣ (при среднемъ барометрическомъ давленіи въ 760 мм.) прямо выводится изъ процентнаго состава воздуха. Во вдыхаемомъ воздухѣ, содержащемъ 20,9% кислорода, это напряженіе равно 20,9% атмосфернаго давленія (около 150 мм. ртути). Въ воздухѣ легочныхъ

¹⁾ Поверхность дыхательныхъ путей (легкія и бронхи) способна поглощать не только газы, но также воду и различныя вещества въ растворѣ. Desault случайно впрыснулъ бульонъ въ легкія, думая что вводитъ его въ пищеводъ; больной, однако нисколько не пострадалъ отъ этого. Colin черезъ трахею вводилъ лошади въ легкія 21 литръ воды по 1 литру черезъ каждыя 10 минутъ; въ концѣ опыта животное было убито; легкія его, тотчасъ изслѣдованныя, не содержали вовсе жидкости.

альвеоль кислорода немного меньше; напряженіе его здѣсь нѣсколько ниже, чѣмъ 20,9% атмосфернаго давленія.

Напряженіе кислорода въ крови должно быть высчитано опытнымъ путемъ. Для этой цѣли мнѣ служила стеклянная трубка (С на рис. 107), наполненная га-



Фиг. 107. — Аэротометръ автора. Пептонизированная кровь изъ какой-либо артеріи животнаго (напр. саготис) входитъ черезъ трубку *a*, течетъ по внутренней поверхности трубки *c*, стремясь при помощи диффузіи уравнивать свое хъ газовъ съ напряженіемъ газовъ, содержащихся въ *c* и затѣмъ черезъ трубку *b* возвращается въ какую-нибудь вену животнаго (напр. *v. jugularis*). Трубка *c* окружена стекляннымъ цилиндромъ *d*, содержащъ теплую воду температуры тѣла.

зовой смѣсью извѣстнаго состава (какъ въ аэротометръ Pflüger'a); по стѣнкамъ ея протекала кровь, напряженіе газовъ которой мы желали опредѣлить. Кровь берется прямо изъ сонной артеріи животнаго и поступаетъ въ аэротометръ сверху; черезъ нижній конецъ аэротометра она возвращается въ *v. jugularem*. Кровь предохраняется отъ свертыванія предварительнымъ впрыскиваніемъ пропептона, съ цѣлью имѣть возможность продолжать опытъ достаточно долго (часъ и болѣе), дабы быть увѣреннымъ, что напряженіе газовъ крови и газовъ аэротометра уравнилось. Положимъ напр., что аэротометръ передъ началомъ опыта содержалъ 10% кислорода, 5% углекислоты и остальное — азотъ. Черезъ часъ находимъ 14% кислорода, 2,8% CO_2 и остальное — азотъ. Изъ этого заключаемъ, что напряженіе кислорода равно 14% атмосфернаго давленія, а напряженіе CO_2 — 2,8% атм. давленія. Во время опыта трубка аэротометра должна быть окружена стекляннымъ цилиндромъ (муфтой) съ теплой водой температуры тѣла (+ 39°).

Законы диффузіи требуютъ, чтобы воздухъ легочныхъ альвеоль уступалъ свой кислородъ крови, пока не наступитъ равновѣсіе въ напряженіи газовъ. Стало бытъ, если бы возвращающаяся изъ легкихъ артеріальная кровь была насыщена кислородомъ, то напряженіе кислорода въ ней должно бы было быть равнымъ напряженію его въ воздухѣ альвеоль, т. е. около 18% атмосферн. давленія. Цифры, найденныя съ аэротометромъ (12 до 15% атм. давл.), оказываются ниже предполагаемой величины и указываютъ на то, что въ легкихъ не достигается полного уравниванія напряженія. Гемоглобинъ артеріальной крови находится несомнѣнно болѣею своею частью въ состояніи оксигемоглобина (такъ какъ достаточно напряженія кислорода около 4% атм. давл. по Holmgren'y (1863), Worm Müller'y (1870) и Hüfner'y (1882), чтобы вполне насытить весь гемоглобинъ кислородомъ. Otto нашелъ 13 — 14

граммовъ оксигемоглобина и 1 граммъ возстановленнаго гемоглобина въ 100 граммахъ крови изъ art. cruralis собаки. Pflüger¹⁾, Paul Bert, Gréhanт нашли, что абсолютное количество кислорода безпрестанно мѣняется въ артеріальной крови одного и того же животнаго: оно значительно разнится при двухъ послѣдовательныхъ кровопусканіяхъ, и это доказываетъ, что степень насыщенія крови кислородомъ измѣняется въ очень широкихъ предѣлахъ.

¹⁾ Pflüger, *Pflüger's Archiv*, I, p. 70, 1868.

Углекислота. — Углекислота содержится въ крови (какъ въ плазмѣ, такъ и въ шарикахъ) частью въ простомъ раствореніи, частью слабо химически связанной. Соединенія ея (углекислый натръ и другія мало извѣстныя соединенія?) очень непостоянны и легко диссоціируютъ подъ вліяніемъ уменьшенія напряженія CO_2 въ тотъ моментъ, когда венозная кровь достигаетъ легкихъ. Толчки, сообщаемые правымъ желудочкомъ крови, прогоняемой въ легочной артерію, значительно способствуютъ освобожденію CO_2 , которое совершается въ легочныхъ альвеолахъ (v. Fleischl, 1887).

Извѣстно, что *двууглекислый натръ* разлагается на *углекислый натръ* и CO_2 , какъ только напряженіе CO_2 спустится ниже извѣстнаго предѣла; но и углекислый натръ въ свою очередь разлагается въ присутствіи нѣкоторыхъ веществъ, играющихъ роль слабыхъ кислотъ (вещества альбуминоидныя и въ особенности оксигемоглобинъ) при условіи достаточно малой степени напряженія CO_2 . При выкачиваніи газовъ изъ крови помощью ртутнаго насоса достаточно совокупнаго дѣйствія пустоты и высокой температуры, чтобы, въ присутствіи гемоглобина, всѣ соединенія CO_2 въ крови совершенно разложились и CO_2 такимъ образомъ могла быть цѣликомъ извлечена. Даже больше: если въ пріемникъ ртутнаго насоса къ крови, изъ которой выкачаны всѣ газы, прибавить углекислаго натра, то и послѣдній разложится и дастъ большое количество CO_2 въ соприкосновеніи съ гемоглобиномъ крови. Наоборотъ, если увеличивать напряженіе CO_2 въ атмосферѣ, находящейся въ соприкосновеніи съ кровью, то послѣдняя поглощаетъ большія количества газа (частью растворяя его, частью образуя соединенія). Подъ вліяніемъ свободнаго тока CO_2 (напряженіемъ равнаго атмосферному давленію) кровь поглощаетъ около $2\frac{1}{2}$ своихъ объемовъ CO_2 , тогда какъ вода при тѣхъ же условіяхъ поглощаетъ только 1 объемъ ея.

Напряженіе углекислоты въ венозной крови, доставляемой въ легкія, найдено равнымъ отъ 3,81% до 5,4% атм. давл. (опыты съ аэронометромъ произведены Wolffberg'омъ, Nussbaum'омъ и Strassburg'омъ¹⁾; тогда какъ во вдыхаемомъ воздухѣ (который содержитъ отъ 3 до 6 десяти-тысячныхъ % CO_2) напряженіе ея почти равно 0. Согласно опытамъ съ аэронометромъ, надо принять, что въ легкихъ устанавливается полное равновѣсіе въ напряженіи между CO_2 воздуха легочныхъ альвеолъ и CO_2 крови [въ тотъ моментъ, когда она должна оттечь изъ легкаго]. И дѣйствительно, у собаки напряженіе CO_2 въ воздухѣ, возвращающемся изъ легкихъ (послѣднія порціи выдыхаемаго воздуха), и въ крови, получаемой изъ легкихъ (артеріальная кровь), явно одно и то же. Выдыхаемый воздухъ имѣетъ у собаки въ среднемъ 2,8% CO_2 (напряженіе = 2,8% атм. давл.), артеріальная кровь представляетъ то же самое напряженіе CO_2 , равное 2,8% атм. давленія.

Если изолировать одну дольку легкаго при помощи полаго зонда, устроеннаго такимъ образомъ, что онъ на время закупорить одну небольшую бронху, то въ этой части легкаго прекратится возобновленіе воздуха. Анализируя этотъ ограниченный воздухъ, находятъ, что онъ представляетъ то же напряженіе CO_2 , что и венозная кровь, т. е. отъ 3,81% до 5,4% атм. давленія. Такимъ образомъ по-

¹⁾ Wolffberg, *Pflüger's Archiv*, VI, 1872; Strassburg, *Pflüger's Archiv*, VI, 1872; Nussbaum, *Pflüger's Archiv*, VII.—Bohr оспариваетъ эти цифры. Венозная кровь представляетъ послѣ вырыскиванія пропентона, напряженіе CO_2 значительно болѣе высокое (8% атм. давл., чѣмъ обыкновенная (Grandis, 1892).

лучается полное равновѣсіе въ напряженіи этого газа въ воздухѣ альвеолъ и крови. (Wolffberg и Nussbaum, 1872). ¹⁾

Во время самопроизвольнаго свертыванія крови, щелочность ея быстро уменьшается (Zuntz); въ результатѣ получается значительное повышеніе напряженія CO_2 , достигающее 8% атмосфер. давленія (Strassburg).

Поглощеніе CO_2 , образовавшейся въ тканяхъ, кровью капилляровъ общаго кровообращенія, отдача ея на поверхности легкихъ и выдѣленіе въ наружную атмосферу, объясняются также законами диффузіи газовъ, въ силу которыхъ CO_2 переходитъ изъ мѣстъ большаго напряженія въ мѣста меньшаго напряженія ²⁾. Напряженіе CO_2 у собаки приблизительно можетъ быть представлено слѣдующими цифрами:

т к а н и.	венозная кровь.	возд. альвеолъ.	наружн. возд.
(5 до 9% атм. давл.)	> (3,81 до 5,4% атм. д.)	> (2,8% атм. д.)	> (0,03% атм. д.)

Дыханіе тканевое. — Газовый обмѣнъ, происходящій въ крови во время теченія ея по капиллярамъ общаго кровообращенія, является какъ разъ противоположнымъ тому, какимъ онъ былъ въ легкихъ. Кровь, дѣлаясь венозною, теряетъ часть своего кислорода и поглощаетъ извѣстное количество CO_2 . Гдѣ же происходятъ тѣ химическіе процессы, которые производятъ углекислоту и потребляютъ кислородъ? Нѣсколько [десятковъ] лѣтъ тому назадъ полагали, что явленія окисленія, имѣющія мѣсто въ нашемъ тѣлѣ, происходятъ въ крови, а именно внутри капилляровъ. Внимательное изученіе этого вопроса привело вмѣстѣ съ Pflüger'омъ большинство физиологовъ нашего времени къ заключенію, что очагъ органическаго сгоранія находится внѣ капилляровъ, въ живыхъ клѣткахъ, составляющихъ вещество нашихъ органовъ. Газовый осмосъ происходитъ между кровью капилляровъ общаго кровообращенія съ одной стороны и живыми гистологическими элементами съ другой, черезъ тонкую стѣнку капилляровъ (при посредствѣ межтканевой лимфы). Причиной этого газоваго обмѣна служить здѣсь все та же разница въ напряженіи CO_2 и O. Напряженіе кислорода артеріальной крови въ моментъ

¹⁾ Интересна попытка Съченова (Pflüger's Archiv, 1881) опредѣлить путемъ теоретическихъ выкладокъ составъ альвеолярнаго воздуха (который долженъ быть постояннымъ, стр. 193) при *нормальномъ* дыханіи. По этимъ даннымъ газовый составъ представляется въ такомъ видѣ: O—14%, CO_2 —5% и N—81%.
Н. В.

²⁾ Въ послѣднее время Chr. Bohr приводитъ факты, которые противорѣчатъ въ самой основѣ изложенной (физической) теоріи газоваго обмѣна въ легкихъ. По его даннымъ, въ нѣкоторыхъ опытахъ напряженіе кислорода въ артеріальной крови оказывается *выше*, чѣмъ въ легочномъ воздухѣ, а напряженіе CO_2 въ венозной крови можетъ быть *ниже*, чѣмъ въ альвеолярномъ воздухѣ. (Онъ находитъ, что содержаніе и напряженіе газовъ въ крови подвергается нормально еще болѣе широкимъ колебаніямъ, чѣмъ это указывали уже до него другіе изслѣдователи—стр. 101 и 206). Въ виду фактовъ такого рода Bohr приведенъ къ предположенію, что сама легочная ткань принимаетъ *активное* участіе въ нормальномъ обмѣнѣ газовъ въ легкихъ, что ея клѣточные образованія должны производить по отношенію къ газамъ дѣятельность аналогичную той, которая производится клѣточными элементами, участвующими въ процессахъ всасыванія или выдѣленія жидкихъ и твердыхъ веществъ (срав. стр. 12).

вступленія ея въ капилляры относительно высоко (до 15% атм. давл.). Въ живыхъ тканяхъ, наоборотъ, напряженіе кислорода низко, а напряженіе CO_2 очень высоко: по законамъ диффузіи кровяной токъ отдаетъ свой кислородъ тканямъ и получаетъ отъ нихъ часть CO_2 .

Какъ только напряженіе кислорода, вслѣдствіе поглощенія его тканями, падаетъ въ кровяной плазмѣ до 3 — 4% атм. давл., начинается разлагаться (диссоциировать) оксигемоглобинъ. Такимъ образомъ разложеніемъ оксигемоглобина возобновляется запасъ кислорода плазмы, по мѣрѣ поглощенія послѣдняго тканями.

Pflüger и Strassburg ¹⁾ показали, что въ живыхъ тканяхъ напряженіе кислорода очень низко или равно 0, а напряженіе CO_2 относительно высоко; такіе результаты они получили, анализируя нѣсколько жидкостей (желчь, мочу, слюну и т. п.), образующихся, такъ сказать, въ нѣдрахъ самихъ тканей.

Желчь, моча, лимфа вовсе, повидимому, не содержатъ кислорода (Hörre-Seyler 1877). Слюна содержитъ только слѣды его (Pflüger 1869, Hörre-Seyler 1877).

А вотъ цифры, найденныя для CO_2 :

желчь	50	мм. ртути,	или 6,6%	атм. давл.
моча.	68	" "	9%	"
лимфа	33,4 до 37,2	" "	4,4—4,9%	"
жидкость въ <i>sacum peritoneum</i> . }	58,5	" "	" 7,8%	"
кишечная стѣнка.				
перитонеальная полость. . . . }				

Правда, въ лимфѣ изъ *ductus thoracicus* напряженіе CO_2 не выше 33 — 37 мм. ртути, т. е. 4,4 — 4,9% атмосфернаго давленія. Такое напряженіе CO_2 ниже цифръ, получаемыхъ иногда для венозной крови, но оно во всякомъ случаѣ выше, чѣмъ напряженіе CO_2 въ артеріальной крови. Лимфа, во время своего длиннаго и очень медленнаго пути, часто безъ сомнѣнія приходитъ въ соприкосновеніе съ кровью артеріальной, которой и уступаетъ часть своей CO_2 ; этимъ и можно объяснить, почему напряженіе CO_2 въ лимфѣ бываетъ иногда ниже, чѣмъ въ венозной крови (Hammarsten).

Большое число фактовъ служитъ подтвержденіемъ тому, что кровь, сохраняемая при температурѣ тѣла, но удаленная изъ тканей, не является мѣстомъ особенно энергическихъ процессовъ окисленія. Кислородъ, содержащійся въ ней, исчезаетъ сравнительно медленно. Легко окисляемыя вещества (глюкоза, мочекислый натръ), прибавленныя къ ней, не сгораютъ и могутъ быть открыты въ неизмѣненномъ видѣ по истеченіи довольно долгаго времени (Hörre-Seyler).

Наоборотъ, живыя ткани ²⁾, даже удаленныя изъ тѣла, непрерывно поглощаютъ кислородъ и образуютъ CO_2 (Spallanzani, 1800, Paul Bert, 1870; Regnard, 1879; Quinquaud, 1890). Если повѣсить куски мышицы или другихъ тканей въ крови или растворѣ оксигемоглобина, то видно, какъ оксигемоглобинъ возстановляется (одна полока поглощенія въ спектроскопѣ) въ частяхъ жидкости, окружающей непосредственно эти куски (Hörre-Seyler).

¹⁾ Strassburg, *Pflüger's Archiv*, 1872, VI, p. 65.

²⁾ Ehrlich доказалъ существованіе возстановляющихъ веществъ въ большинствѣ тканей по тому обезцвѣчиванію, которое они производятъ въ растворѣ алицарияновой синьки. См.: *Das Sauerstoffbedürfniss des Organismus*. Berlin, 1885.

Schmiedeberg показалъ, что бензиловый спиртъ и салициловый альдегидъ могутъ быть смѣшаны съ артеріальной кровью, не окисляясь замѣтно, между тѣмъ какъ, если заставить циркулировать кровь, содержащую одно изъ этихъ веществъ, черезъ изолированные органы только что убитыхъ животныхъ (почку или легкія), то, благодаря окисленію, образуются значительныя количества бензойной или салициловой кислоты¹⁾. Jacquet (1892) подтвердилъ то же и затѣмъ показалъ, что окисленіе въ тканяхъ происходитъ подъ вліяніемъ растворимыхъ ферментовъ.

Очень простой и изящный опытъ, которымъ мы обязаны Vierordt'у, даетъ намъ возможность опредѣлить скорость, съ которой артеріальная кровь у человѣка отдаетъ весь свой кислородъ соприкасающимся живымъ тканямъ. При помощи карманнаго спектроскопа наблюдаютъ розовую мякоть пальца, освѣщеннаго лучами солнца; не трудно замѣтить двѣ полосы поглощенія, отвѣчающія оксигемоглобину крови, циркулирующему въ палецѣ. Затѣмъ посредствомъ каучуковой лигатуры сжимаютъ палецъ у основанія съ цѣлью прекратить мѣстное кровообращеніе; тогда констатируютъ, что достаточно крови остается въ соприкосновеніи съ тканями пальца 2—2½ минуты, чтобы исчезъ весь кислородъ гемоглобина. По истеченіи этого времени замѣчаютъ только одну полосу поглощенія, отвѣчающую возстановленному гемоглобину.

Скорость и энергія, съ которыми артеріальная кровь превращается въ наше тѣло въ венозную, зависятъ прежде всего отъ степени дѣятельности живыхъ элементовъ, среди которыхъ циркулируетъ кровь. Высшей степени интенсивности окислительныя явленія достигаютъ повидимому въ мышцахъ. Кровь, возвращающаяся черезъ вену изъ тетанизированной мышцы, черна и не содержитъ въ себѣ кислорода. Покой мышцы (и особенно перерѣзка двигательнаго нерва, причемъ мышца вполне парализуется) непосредственно понижаетъ потребление кислорода и образованіе CO₂, какъ то показываетъ изслѣдованіе венозной крови. Железы и центральная нервная система суть также весьма важныя очаги горѣнія.

Венозная кровь, возвращающаяся изъ работающей железы (подчелюстная железа, почка), представляется очень красною т. е. содержитъ еще много кислорода. Зависитъ это отъ необычайнаго ускоренія кровяного тока въ сосудахъ железъ, находящихся въ дѣятельномъ состояніи. Потребленіе кислорода несомнѣнно увеличивается, но, распредѣляясь на громадное количество крови, протекающей черезъ железу, оно только немного измѣняетъ процентное содержаніе живительнаго газа.

Опыты Oertman'a (1877)²⁾ показываютъ, что кровь не абсолютно необходима для процессовъ окисленія въ тканяхъ. Oertmanъ замѣнилъ у лягушки всю кровь искусственной сывороткой изъ воды и изъ поваренной соли. Лягушки такія („солевые“) продолжали жить, и химическіе процессы дыханія совершались въ нихъ почти такъ-же дѣятельно, какъ и передъ отнятіемъ крови³⁾.

¹⁾ *Arch. f. exp. Pathol.*, 1876, VI, p. 233; 1881, XIV, pp. 288 и 379.

²⁾ *Pflüger's Archiv*, XV, 1877.

³⁾ По отношенію къ этому опыту надо добавить: лягушки помѣщались въ атмосферу чистаго кислорода; потребленіе кислорода и продукція углекислоты были близки къ нормальнымъ лишь въ теченіе первыхъ десяти-двадцати часовъ.

Такія лягушки живутъ 1—2 дня всего.

Толкованіе опыта должно быть обставлено многими вопросами. Громадное парціальное давленіе кислорода не даетъ ли уже объясненія значительной части

Поглощенный тканями кислородъ не потребляется непременно сейчасъ. Онъ, повидимому, временно вступаетъ въ соединенія, неразлагающіяся въ пустотѣ, и остается въ запасѣ до момента, когда онъ окончательно будетъ потребленъ. Ткани, лишенные доставки кислорода, въ состояніи всетаки жить нѣкоторое время на счетъ этого запаса. Лягушки живутъ нѣсколько часовъ, выделяя углекислоту, въ атмосферѣ совершенно лишенной кислорода (Pflüger 1875). Икроножная мышца лягушки продолжаетъ сокращаться и производить CO_2 въ пустотѣ, или атмосферѣ азота, водорода и т. п. Engelmann показалъ, что присутствіе кислорода составляетъ необходимое условіе для движенія мерцательныхъ волосковъ, но что продолжительность сопряженія ихъ съ этимъ газомъ можетъ быть очень коротка, и тѣмъ не менѣе движеніе ихъ поддерживается затѣмъ очень долгое время (до $\frac{1}{2}$ часа, напр.), хотя бы мерцательныя клѣточки и были помѣщены въ азотъ или другой инертный газъ. У теплокровныхъ животныхъ этотъ запасъ кислорода быстро истощается: они не могутъ долго оставаться лишенными воздуха и чрезъ нѣсколько минутъ находятся въ величайшей опасности задохнуться¹⁾.

Дыхательное отношеніе.—*Дыхательнымъ отношеніемъ* называютъ отношеніе объема выдыхаемой CO_2 къ объему поглощеннаго за то же время

самаго факта? Не заслуживаетъ ли самаго внимательнаго изслѣдованія содержимое кровеносныхъ сосудовъ въ концѣ первыхъ 10—20 часовъ опыта? Въдѣ процессы кроветворенія (образованія новыхъ форменныхъ элементовъ крови) могутъ, можетъ быть, въ исключительныхъ обстоятельствахъ совершаться очень быстро на счетъ матеріала, оставшагося въ железахъ. Наконецъ—и это объясняло бы опять значительную часть факта—не находятся ли лягушки первое время опыта въ состояніи необычайнаго возбужденія? Въ самомъ дѣлѣ, у холоднокровныхъ имѣетъ громадную важность по отношенію къ интенсивности дыхательнаго обмѣна то обстоятельство, находится ли данное животное въ состояніи вялаго покоя или, наоборотъ, обнаруживаетъ большую подвижность и общее оживленіе. Принявъ во вниманіе это послѣднее обстоятельство, не слѣдовало бы удивляться, если бы лягушка первое время опыта CO_2 выделила даже больше, чѣмъ въ нормальныхъ условіяхъ.

Вѣроятно въ связи съ этимъ послѣднимъ обстоятельствомъ находится и то сравнительно значительное образованіе CO_2 , которое представляютъ лягушки въ опытѣ Pflüger'a, приводимомъ вслѣдъ за симъ, когда онъ помѣщалъ ихъ въ атмосферу, лишенную совершенно кислорода. Лягушки въ этихъ условіяхъ обнаруживаютъ сначала необычайное возбужденіе и усиленныя дыхательныя движенія (совершенно безполезныя въ томъ, что касается кислорода).

Н. В.

¹⁾ Какъ видно, процессы, совершающіеся въ организмѣ при участіи кислорода, нельзя точно отождествлять съ горѣніемъ. Также и образованіе въ немъ углекислоты не есть результатъ простого и прямого окисленія. Кислородъ, поступившій въ кровь и затѣмъ поглощенный тканевыми элементами, остается въ послѣднихъ въ видѣ какихъ-то сложныхъ соединеній и только позднѣе, путемъ *расщепленія* этихъ послѣднихъ, при актахъ жизнедѣятельности клѣтокъ, освобождается углекислота. Поэтому поглощеніе тканями (а слѣдовательно и цѣлымъ организмомъ) кислорода и образованіе углекислоты могутъ идти далеко не равномерно за известное время: можетъ преобладать временно то первый процессъ, то второй. Это можно усмотрѣть и изъ послѣдующихъ параграфовъ.

Н. В.

кислорода: это отношение $\left(\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}\right)$ вообще меньше единицы; значить не весь потребленный организмом кислород выдѣляется въ видѣ CO_2 въ выдыхаемомъ воздухѣ. Часть кислорода идетъ на другіе процессы окисленія, дающіе въ результатѣ, напр., воду.

Изученіе дыхательнаго отношенія привело къ тому интересному выводу, что большая часть пищевыхъ веществъ, измѣненныхъ процессами пищеваренія и введенныхъ въ наше тѣло, остаются въ немъ только непродолжительное время и быстро разрушаются. Въ нашемъ тѣлѣ сгораетъ прежде всего матерьялъ, поступающій въ него изъ пищеварительнаго канала. Доказывается это тѣмъ, что величина дыхательнаго отношенія сильно измѣняется съ природой пищевыхъ веществъ, находясь всегда въ зависимости отъ ихъ химическаго состава. Крахмалъ, жиръ, бѣлокъ, окислясь въ организмѣ, потребляютъ такіа же количества кислорода, какъ и при сжиганіи на воздухѣ. При исключительномъ питаніи крахмалистыми веществами (углеводами) дыхательное отношеніе $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ становится $= 1$, или по крайней мѣрѣ приближается къ единицѣ. И въ самомъ дѣлѣ, углеводы (крахмалъ $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$, глюкоза $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ и т. п.) сами содержатъ довольно кислорода, чтобы весь содержащійся въ нихъ водородъ окислить въ воду. Достаточно доставить имъ только кислородъ, необходимый для сгорания C въ CO_2 . Точно также при сжиганіи крахмала на воздухѣ, объемъ потребленнаго O_2 въ точности соответствуетъ объему образовавшейся CO_2 . Отношеніе въ данномъ случаѣ $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ равняется тоже 1. Жиры (стеаринъ $\text{C}_{57}\text{H}_{110}\text{O}_6$, пальмитинъ $\text{C}_{31}\text{H}_{98}\text{O}_6$, олеинъ $\text{C}_{57}\text{H}_{104}\text{O}_6$) содержатъ мало кислорода и много водорода; оттого для нихъ отношеніе горѣнія (или дыханія) значительно меньше единицы ($= 0,55$).

Дыхательное отношеніе, равное 0,86, соответствуетъ смѣшанной пищѣ. Пища исключительно жировая понижаетъ его до 0,62. Дыхательное отношеніе у животныхъ травоядныхъ и плотоядныхъ представляетъ, стало быть, совершенно различныя величины. У животнаго (даже травояднаго), подвергнутаго полному голоданію и живущему, слѣдовательно, на счетъ вещества своихъ тканей, т. е. сжигающаго бѣлокъ и жиръ, величина дыхательнаго отношенія приближается къ величинѣ его у животныхъ, питающихся мясомъ: 0,76.

Усиленная мышечная работа значительно увеличиваетъ цифры O_2 и CO_2 , но въ большей степени цифру CO_2 , что, конечно, вліяетъ на величину дыхательнаго отношенія: величина его приближается тогда къ единицѣ, какъ при питаніи углеводами (разложеніе гликогена въ мышцахъ).

IV. Вліянія, измѣняющія величину дыхательнаго обмѣна.

Видъ животнаго.—У птицъ и млекопитающихъ температура тѣла высока и поддерживается на этомъ уровнѣ постоянно. У всѣхъ такихъ животныхъ, называемыхъ теплокровными, часть потребляемаго кислорода идетъ на согрѣваніе организма. Оттого процессы органическаго горѣнія и химическія реакціи дыханія совершаются у нихъ весьма энергично; между тѣмъ какъ у холоднокровныхъ животныхъ процессы поглощенія кислорода и отдачи CO_2 отличаются слабою интенсивностью. Одни только насѣкомыя составляютъ исключеніе; соответственно

вѣсу они поглощаютъ столько же кислорода, сколько и мелкія млекопитающія. По G. Bunge, кишечные паразиты (*Ascaris mystax* у кошки) въ теченіи нѣсколькихъ дней могутъ оставаться живыми въ растворѣ хлористаго натра, совершенно лишенномъ кислорода и содержащемъ кромѣ того свѣжеосажденный гидратъ закиси желѣза (слѣдовательно, въ растворахъ свободныхъ отъ кислорода).

Количества кислорода, потребляемые въ часъ на килограммъ вѣса животнаго.

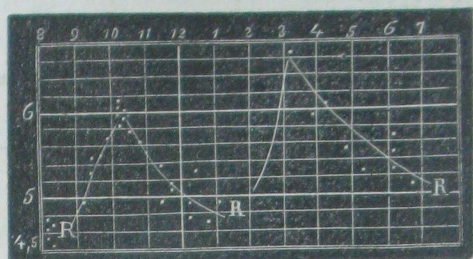
ВИДЪ ЖИВОТНАГО.	Кислородъ при 0° и 760 милл. въ куб. сантим.	АВТОРЪ.	ВИДЪ ЖИВОТНАГО.	Кислородъ при 0° и 760 милл. въ куб. сантим.	АВТОРЪ.
Человѣкъ . . .	са. 300	Vierordt.	Ящерица . . .	134	Regnault и Reiset.
Кроликъ . . .	687	Pfлюger.	Угорь	48	Jolyet и Regnard (1877).
Собака	900	Regnault и Reiset.	Скаты	47	J. и R.
Теленокъ, свинья, баранъ.	300—350	Reiset.	Крабъ	107	J. и R.
Морская свинья	1100	Colasanti	Ракъ	38	J. и R.
Цыпленокъ . .	750—1000	R. и R.	Майскій жукъ.	700	R. и R.
Маленькія пѣвчія птички . .	9000—10000	R. и R.	Шелковичный червь	600—800	R. и R.
Воробей . . .	6710	R. и R.	Устрица	13,5	J. и R.
Сурокъ во время зимней спячки	30	R. и R.	Дождевой червь	70,8	R. и R.
Лягушка . . .	44—73	R. и R.	Пьявка	22	J. и R.
			Морская звѣзда	32	J. и R.

Ростъ, возрастъ, полъ. — Между теплокровными животными самыя маленькія сжигаютъ относительно наибольшее количество С и Н для сохраненія постоянной своей температуры—ибо тепловыя потери у нихъ громадны (поверхность охлажденія у нихъ сравнительно больше). Если большія млекопитающія потребляютъ 0,4—0,5 граммовъ кислорода въ часъ на килограммъ вѣса, то у маленькихъ птичекъ (пѣвчихъ) цифра эта достигаетъ 10—14 граммовъ въ часъ на килограммъ вѣса животнаго. Зябликъ въ три или четыре дня потребляетъ на согрѣваніе себя количество кислорода, равное вѣсу его тѣла, между тѣмъ какъ человѣку и большимъ млекопитающимъ нужно 100—150 дней, чтобы вѣсъ потребленнаго кислорода сталъ равенъ вѣсу ихъ тѣла. У ребенка дыханіе болѣе дѣятельно, чѣмъ у взрослого, если принять во вниманіе разницу въ вѣсѣ (Schärling). У женщины химическіе процессы дыханія повидимому менѣе дѣятельны, чѣмъ у мужчины (Andral и Gavarret).

Какъ показаль Ch. Richet, существуетъ строгая пропорціональность между величиной кожного покрова, или поверхностью охлажденія теплокровнаго животнаго и интенсивностью дыхательнаго обмѣна, или химическихъ процессовъ теплообразованія. При прочихъ равныхъ условіяхъ, выработка CO₂ пропорціональна величинѣ кожной поверхности (0,0027 грамма въ часъ на 1 кв. сантиметръ).

Пищевареніе.—Перевариваніе пищи сопровождается замѣтнымъ увеличеніемъ потребленія кислорода и повышеннымъ выдѣленіемъ CO₂. Послѣ каждаго приѣма пищи въ организмъ наступаетъ по истинѣ расточительное потребленіе горючаго матеріала, и развивается избытокъ тепла (безъ сомнѣнія, въ пищевари-

тельныхъ железахъ), что проявляется повышеніемъ внутренней температуры и расширеніемъ сосудовъ кожи. Кривая фиг. 108 даетъ представленіе объ измѣненіяхъ въ теченіи дня количества потребляемаго кислорода: она выведена изъ



Фиг. 108.—Кривая обозначает количество кислорода въ литрахъ (4,5, 5 и 6 литровъ), потребляемаго въ теченіе 15 минутъ въ разные часы дня (отъ 8 ч. утра до 8 ч. вечера) R, R, R, приемы пищи. (Léon Fredericq, Arch. Biologie, 1882).

цѣлаго ряда опытовъ, произведенныхъ авторомъ въ различные часы дня. Приемы пищи производились въ 8½, 1½ и 7½ часовъ и обозначены на рисункѣ буквой R. Кривая показываетъ число литровъ кислорода, потребляемаго субъектомъ, вѣсящимъ 80 кило, въ теченіи 15-ти минутъ.

Во время голоданія, напротивъ, потребление кислорода совершается въ меньшемъ количествѣ и идетъ постепенно уменьшаясь. Вліяніе качества пищевыхъ веществъ на величину дыхательнаго отношенія мы разобрали выше.

Мышечная работа.—Принятіе пищи и мускульная работа составляютъ двѣ главные причины измѣненія дыхательныхъ процессовъ за сутки. Усиленное мышечное упражненіе тотчасъ увеличиваетъ въ значительной степени, въ два, три и даже нѣсколько разъ, потребление кислорода и производство углекислоты, и въ то же время величина дыхательнаго отношенія приближается къ единицѣ. Увеличеніе цифры кислорода наблюдается затѣмъ еще въ продолженіе нѣсколькихъ минутъ и въ періодъ отдыха, слѣдующаго за мышечными успѣхами (Davy 1850, Speck 1863, Scharling, Smith).

Сонъ.—Во время сна потребление кислорода уменьшается вслѣдствіе отдыха мышцъ, остановки или ослабленія дѣятельности мозга, отсутствія раздраженія чувствительныхъ нервовъ, особенно n. optici. Уменьшается почти на ¼ по Scharling'y ¹).

Свѣтъ.—Многочисленные опыты, произведенные надъ лягушками и собаками, доказываютъ возбуждающее вліяніе свѣта на химическіе процессы дыханія. Въ темнотѣ эти животныя поглощаютъ значительно меньше кислорода, чѣмъ на свѣту (Moleschott, Pflüger и v. Platen).

¹) У теплокровныхъ животныхъ, впадающихъ въ зимнюю спячку, дыхательный обмѣнъ за время ея понижается очень сильно: по Valentin'у выдѣленіе CO₂ падаетъ до 1/75, а принятіе O до 1/41 по сравненію съ бодрственнымъ состояніемъ животнаго. Въ нѣкоторыхъ опытахъ Regnault и Reise дыхательное отношеніе на суркѣ падало до 0,399. Вслѣдствіе того, что выдѣленіе CO₂ падаетъ значительно, чѣмъ поступленіе O, за время спячки вѣсь тѣла животнаго можетъ даже увеличиться.

Въ глубокой спячкѣ дыхательныя движенія совсѣмъ останавливаются. Сердце сокращается рѣже противъ нормы. Толчки, сообщаемые имъ воздушной полости легкихъ, составляютъ единственное механическое условіе для обмѣна въ легкихъ воздуха. Затѣмъ помимо этого воздухъ обновляется въ легкихъ путемъ диффузіи.

О температурѣ тѣла животнаго за это время и проч. въ гл. „Животная теплота.“

Температура.—Вліяніе вѣшной температуры очень различно, смотря по тому, имѣемъ ли мы дѣло съ животными холоднокровными или теплокровными. У животныхъ *холоднокровныхъ* (лягушки) количество углекислоты, выделяемой при 0°, равно нулю или почти равно; по мѣрѣ того какъ вѣшняя температура повышается, количество выделяемой CO₂ также возрастаетъ, сначала медленно до 20°—25°, потомъ очень быстро (Spallanzani, Moleschott, Hugo Schulz).

У *теплокровныхъ животныхъ* точно такъ-же относятся къ температурѣ ткани, изолированныя отъ вліянія центральной нервной системы (Regnard 1879). У кроликовъ съ перерѣзаннымъ спиннымъ мозгомъ, или отравленныхъ кураре, интенсивность процессовъ тканеваго дыханія возрастаетъ также съ повышеніемъ вѣшной температуры и падаетъ съ ея пониженіемъ (Pflüger). Но у теплокровныхъ животныхъ съ неповрежденной нервной системой, у коихъ регулирование температуры совершается правильно, дѣйствіе вѣшняго холода, вліяя на чувствительные нервы кожи, является могучимъ раздражителемъ, усиливающимъ рефлекторно химическіе процессы тканеваго дыханія и увеличивающимъ потребление кислорода. Отъ приложенія снаружи холода у нихъ внутренняя температура не только не падаетъ, но можетъ даже слегка повыситься (Lavoisier, Hoppe-Seyler, Pflüger) (см. ниже въ гл. V, о регулированіи внутренней температуры).

Число и глубина дыхательныхъ движеній.—По Pflüger'у число и глубина дыхательныхъ движеній остаются безъ вліянія на химическіе процессы дыханія. Мѣрой кислорода, потребляемаго организмомъ, вовсе не является то количество кислорода или воздуха, которое проходитъ черезъ легкія за извѣстный промежутокъ времени, а только то количество его, которое нужно тканямъ. Другими словами, не дыхательныя движенія вліяютъ на потребление кислорода, а какъ разъ наоборотъ: нужды организма (количество потребляемаго тканями кислорода) опредѣляютъ ритмъ дыхательныхъ движеній.

Очевидно, что это справедливо только въ извѣстныхъ границахъ: если дыхательныя движенія будутъ очень рѣдки, очень поверхностны, то они не въ состояніи доставить организму необходимое количество кислорода, и потребление кислорода должно понизиться; но потребность дышать становится настолько властной, что продолжать опытъ нѣтъ никакой возможности.

Напряженіе кислорода ¹⁾.—*Уменьшеніе напряженія.* Атмосферный воздухъ содержитъ 21% кислорода или $\frac{1}{5}$ часть; поэтому при существующемъ атмосферномъ давленіи часть давленія, приходящаяся на долю кислорода, или его напряженіе = $\frac{1}{5}$ части всего атмосфернаго давленія, или $\frac{760}{5}$ мм. = 152 мм. Нг. Уменьшить это напряженіе можно двоякимъ образомъ: 1) уменьшая количество кислорода, но не уменьшая общаго давленія; 2) уменьшая послѣднее, но не измѣняя состава воздуха.

I. *Уменьшеніе количества кислорода безъ измѣненія давленія.* Если содержаніе кислорода въ воздухѣ при атмосферномъ давленіи падаетъ до 3%, то напряженіе этого газа равняется тогда 3% атмосфернаго давленія, или тому предѣлу напряженія, при которомъ наступаетъ почти полное распаденіе (диссоціація) оксигемоглобина. Въ легкихъ не происходитъ болѣе связыванія кислорода и дыханіе тканей за недостаткомъ кислорода прекращается. Высшія животныя быстро умираютъ въ такой атмосферѣ, но затрудненіе

¹⁾ Paul Bert, Pression barométrique; Friedländer и Hertter, Zeitschr. f. physiol. Chemie, III.

дыханія обнаруживается у нихъ уже въ атмосферѣ, содержащей 6, 8 и 10% кислорода. Въ самомъ дѣлѣ, по мѣрѣ того какъ напряженіе кислорода извнѣ понижается, уменьшается также быстрота поглощенія его кровью въ легкихъ, и легочное дыханіе не въ состояніи болѣе удовлетворить нуждамъ тканей. Тогда наблюдается уменьшеніе потребленія кислорода. Смерть можетъ наступить гораздо раньше, чѣмъ будетъ достигнуто предѣлъ въ 3% кислорода, въ особенности если животные производятъ мышечныя движенія. Все это можно наблюдать, помѣстивъ млекопитающее или птицу подъ колоколь, воздухъ подъ которымъ не обновлять. Недостатокъ кислорода убиваетъ ихъ болѣе или менѣе быстро, раньше чѣмъ количество его упадетъ до 3%. Безпозвоночныя животныя, у которыхъ дыханіе менѣе активно и происходитъ не при посредствѣ гемоглобина, гораздо лучше переносятъ пребываніе въ замкнутой атмосферѣ. Для большинства ихъ достаточно крайне слабого напряженія кислорода, чтобы поддерживать жизнь. Улитка (*Helix*), помѣщенная въ эвдиометръ, наполненный воздухомъ, успѣваетъ потребить въ немъ почти весь кислородъ (*Sprallanzani*).

II. Уменьшеніе давленія безъ измѣненія количественнаго отношенія кислорода. Чтобы уменьшить напряженіе кислорода до 3% атмосфер. давленія, нужно понизить давленіе воздуха до 15% атмосфер. давленія: $7,60 \text{ мм.} \times 15 = 114 \text{ мм.}$ Тогда напряженіе кислорода будетъ $7,60 \times 3 = 22,8 \text{ мм. ртутн.}$ Теплокровныя животныя, помѣщенные подъ колоколь воздушнаго насоса, умираютъ всегда раньше, чѣмъ достигается такой предѣлъ.

Если человѣкъ поднимается въ верхніе слои атмосферы на воздушномъ шарѣ, или восходя на высокія горы, то уже ниже 4000 метровъ высоты онъ испытываетъ своеобразное тягостное стѣсненіе, называемое „горною болѣзнью“ (при 4800 метрахъ, на вершинѣ Монблана, атмосферное давленіе составляетъ еще 418 мм. ртутн, и напряженіе кислорода = 11,58% атмосфер. давленія).

Горная болѣзнь вызывается недостаточнымъ окисленіемъ тканей (*Horre-Seyler, Paul Bert*): это тягостное ощущеніе исчезаетъ, какъ бы по волшебству, если отдохнуть нѣсколько мгновеній, причемъ организмъ потребляетъ меньше кислорода. Нужно подняться еще гораздо выше, чтобы это состояніе сдѣлалось серьезнымъ, тяжелымъ и чтобы оно стало угрожать жизни ¹⁾. *Sivel* и *Crocé-Spinelli* погибли 15 апрѣля 1875 года при поднятіи на воздушномъ шарѣ, при чемъ барометръ упалъ до 262 мм. Hg (8600 метровъ

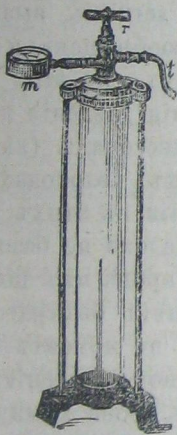
¹⁾ По абсорбціометрическимъ опытамъ *С ѣ ч е н о в а* (1880), серьезное затрудненіе дыханія должно наступать при пониженіи атмосфернаго давленія до $\frac{1}{3}$.

Хотя въ предѣлахъ между 25—760 мм. Hg. величина химической абсорбціи кислорода кровью (гемоглобиномъ) почти не измѣняется, но при низкихъ давленіяхъ кислородъ связывается гораздо медленнѣе; надо дольше встряхивать его въ опытахъ этого рода, чтобы произошло полное насыщеніе имъ крови.

Къ этому слѣдуетъ прибавить, что повышеніе температуры значительно уменьшаетъ химическую связь кислорода съ гемоглобиномъ. Между тѣмъ предѣльное напряженіе = 3% атмосфернаго, о которомъ говорится въ текстѣ, относится къ опытамъ, имѣющимъ мѣсто при обыкновенной комнатной температурѣ, а не температурѣ тѣла. Въ силу этого послѣдняго обстоятельства, независимо отъ предыдущаго (медленности насыщенія), затрудненіе дыханія и должно наступить гораздо раньше, чѣмъ разрѣженіе дойдетъ до указаннаго предѣла диссоціаціи.

высоты). Напряжение кислорода было 52 мм. Hg, т. е. немного меньше 7% атмосфер. давления. Их спутникъ, Gaston Tissandier, потерялъ сознание, но остался въ живыхъ. Можно переносить безнаказанно и гораздо большее падение барометрическаго давления, если дышать чистымъ кислородомъ—доказательство, что не механическое дѣйствіе атмосфернаго давления, а только уменьшеніе напряжения кислорода является здѣсь главнымъ факторомъ. Въ опытахъ Paul Bert'a воробей переносилъ давление 95 мм. ртути; онъ остался въ живыхъ, такъ какъ дышалъ почти чистымъ кислородомъ: при такомъ давленіи въ воздухѣ онъ погибъ бы тотчасъ ¹⁾).

Увеличеніе напряжения. Когда напряжение кислорода превышаетъ $3\frac{1}{2}$ атмосферы, то онъ дѣйствуетъ на все живое, какъ страшный ядъ, убивая и растенія, и животныхъ, и даже организованные ферменты. Для достиженія степени токсическаго напряжения должно или сжать кислородъ до $3\frac{1}{2}$ атмосферъ, или сжать воздухъ до 17 атмосферъ (Paul Bert) (см. рис. 109).



Фиг. 109. — Приемникъ изъ толстаго стекла, въ которомъ маленькое животное можно подвергнуть дѣйствію кислорода, сжатого до нѣсколькихъ атмосферъ давленія; *t*, трубка, доставляющая кислородъ изъ насоса; *t*, кранъ;

m, манометръ.



Напряжение углекислоты. — Когда напряжение CO_2 постепенно увеличивается и доходитъ до 3, 4 или 5% атмосфер. давления, то напряжение этого газа въ организмѣ также увеличивается до тѣхъ поръ, пока не установится новое динамическое равновѣсіе напряженій между воздухомъ альвеолъ и кровью легкихъ. Такой избытокъ углекислоты дѣйствуетъ, какъ возбуждатель, на центры продолговатаго мозга, вызывая диспноэ и увеличивая интенсивность тканеваго горѣнія. Цифра поглощаемаго кислорода увеличивается (Léon Fredericq 1882, d'Arsonval).

Углекислота угрожаетъ смертью (послѣ нѣсколькихъ часовъ дѣйствія) только въ томъ случаѣ, когда ея напряжение превыситъ 20% атмосфер. давления. Она дѣйствуетъ тогда, какъ наркотическій ядъ (W. Müller, Paul Bert) и значительно понижаетъ интенсивность дыхательныхъ процессовъ (Friedländer и Herter).

¹⁾ По Viault, млекопитающія, живущія на высокихъ плато южной Америки, имѣютъ красные кровяные шарики меньшихъ размѣровъ и въ большемъ числѣ, чѣмъ ихъ сородичи въ долинахъ. Благодаря этому дыхательная поверхность крови у нихъ больше. Regnard'у удалось вызвать у морскихъ свинокъ искусственно увеличенія количества красныхъ кровяныхъ шариковъ и уменьшеніе объема ихъ, выдерживая животныхъ въ продолженіе мѣсяца въ помѣщеніяхъ, гдѣ поддерживалось значительно пониженное барометрическое давленіе. Пребываніе на высокихъ горахъ глубоко измѣняетъ условія кроветворенія.

Смерть, наступающая у животныхъ, помѣщенныхъ въ замкнутый сосудъ, происходитъ отъ недостатка кислорода, когда напряженіе его падаетъ ниже границы, при которой жизнь еще можетъ продолжаться (3—4% атмосфер. давленія), и прежде чѣмъ накопившееся количество углекислоты могло бы стать смертельнымъ (Paul Bert, Строгановъ).

Напряженіе азота. — Измѣненія въ напряженіи азота повидимому не оказываютъ никакого вліянія на организмъ; газъ этотъ является совершенно индифферентнымъ элементомъ, растворяющимся въ крови и въ другихъ жидкостяхъ тѣла пропорціонально степени его напряженія. Однако присутствіе азота въ крови можетъ въ извѣстныхъ исключительныхъ случаяхъ сдѣлаться роковымъ для организма. Если животное подвергнуть быстрому уменьшенію атмосфернаго давленія, то азотъ, не будучи болѣе удерживаемъ въ крови въ растворѣ, выдѣляется изъ нея въ газообразномъ состояніи (Hörre-Seyler 1857, Paul Bert). Пузырьки азота, попадая въ капилляры головного или продолговатаго мозга, сердца, легкихъ, вызываютъ газовыя эмболии, ведущія къ мѣстному прекращенію кровообращенія и смерти, или по крайней мѣрѣ къ очень тяжелымъ припадкамъ. По этой именно причинѣ умираютъ животныя при быстромъ уменьшеніи давленія подъ колоколомъ воздушнаго насоса. Для работающихъ въ кессонахъ (ящики со сжатымъ воздухомъ), или въ подводныхъ водолазныхъ колоколахъ (при ловлѣ глубоководныхъ рыбъ) внезапный переходъ отъ высокаго давленія въ этихъ аппаратахъ къ обыкновенному давленію одной атмосферы далеко не безопасенъ; подъ вліяніемъ вдвое или втрое большаго давленія, кровь ихъ поглотила вдвое, или втрое большее количество азота. Для избѣжанія быстрого освобожденія этого газа изъ крови въ формѣ пузырьковъ, въ моментъ паденія давленія, должно возвращаться къ нормальному атмосферному давленію весьма постепенно. Кислородъ и углекислота, удерживаемые въ крови химическимъ сродствомъ, въ меньшей степени способны къ внезапному выдѣленію.

Иннервація дыхательныхъ движеній ¹⁾.

Дыхательные центры. — Дыхательныя мышцы иннервируются многочисленными нервами: *nervi intercostales* для межреберныхъ мышцъ; *nervi phrenici* ²⁾ для диафрагмы (особенно происходящія отъ 4-ой шейной пары); вѣтви отъ *plexus cervicalis* и *plexus brachialis* для лѣстничныхъ мышцъ *n. vagus* для мышцъ гортани; *n. hypoglossus* для наружныхъ мышцъ гортани; *n. facialis* для мышцъ ноздрей. Перерѣзка каждого изъ этихъ нервовъ парализуетъ соотвѣтствующія мышцы.

¹⁾ Flourens, *Rech. exp. sur les prop. et les fonct. du syst. nerveux*, 1842; Rosenthal, «*Die Athembewegungen*», 1862; *Bemerk. ü. d. Thätigkeit d. autom. Nervencentra*, 1875; статья: «*Athembewegungen*» въ *Handbuch* издан. Hermann'омъ, 1882; Max. Marckwald, *Zeit. f. Biologie*, XXIII, 1886.

²⁾ *Nervus phrenicus* не есть исключительно двигательный нервъ; онъ содержитъ и чувствительныя волокна, раздраженіемъ которыхъ вызывается рефлекторное повышеніе кровяного давленія и ускореніе сердечныхъ сокращеній (Ranizza, Schreiber 1883, Анрепъ и Цыбульскій, 1883, и др.).

Животное можетъ оставаться въ живыхъ послѣ перерѣзки nn. phrenicorum, и даже послѣ перерѣзки спинного мозга въ нижней шейной части.

Гармоническое соучастіе всѣхъ этихъ нервовъ и мышцъ въ ритмической преемственности дыхательныхъ движеній регулируется, повидимому, дѣятельностью нервныхъ центровъ, заложенныхъ въ продолговатомъ мозгу: *смычатое образованіе* подъ дномъ 4-го желудочка отъ *striae acusticae* до конца *calamus*. Существованіе дыхательныхъ центровъ доказано Legallois (1812) и подтверждено Floarens'омъ (1842), который назвалъ ихъ *жизненнымъ узломъ*, но принималъ площадь распространенія ихъ гораздо меньшей. Gierke (1873), тщательно изучая всю эту область величиною съ булавочную головку, соответствующую жизненному узлу Floarens'a, не могъ найти въ ней нервныхъ клѣтокъ ¹⁾.

Дыхательные центры являются парными, расположенными по обѣ стороны срединной линіи, причемъ правые завѣдываютъ дыхательными мышцами правой же половины тѣла, а лѣвые — лѣвой половины. Продольное разсѣченіе продолговатаго мозга точно по срединной линіи, такъ что центры правой и лѣвой сторонъ разъединяются, ничуть не нарушая дыхательныхъ движеній обѣихъ половинъ (Volkmann; Longet 1847; Schiff 1858), если только nn. vagi не были затронуты. При такихъ условіяхъ перерѣзка этихъ нервовъ, или раздраженіе одного изъ нихъ, тотчасъ вызываетъ несогласіе въ движеніяхъ мышцъ справа и слѣва (Langendorff 1879). Дыхательные центры продолговатаго мозга посылаютъ свои двигательные импульсы къ мышцамъ туловища по боковымъ столбамъ спинного мозга.

Дыхательныя мышцы дѣйствуютъ только до тѣхъ поръ, пока нервныя пути, связующіе ихъ съ дыхательными центрами, не затронуты. Перерѣзка спинного мозга въ средней части грудной области парализуетъ нервы и межреберныя мышцы, расположенныя ниже. Если разсѣкать спинной мозгъ слой за слоемъ все выше, приближаясь къ дыхательному центру, то видно, какъ послѣдовательно перестаютъ дѣйствовать реберныя мышцы (когда доходятъ до 7-го шейнаго позвонка), а далѣе останавливается и діафрагма (когда разрѣзъ приходится на 4-мъ шейномъ позвонкѣ, выше точки отхожденія nn. phrenicorum). Такимъ образомъ можно отдѣлить область жизненнаго узла отъ остальной нервной системы, расположенной позади, производя разрѣзъ мозга тотчасъ подъ нимъ, и не вызывая въ то же время остановки дыхательныхъ движеній лица. Если, напримѣръ, обезглавить кролика, произведя разрѣзъ точно позади перваго шейнаго позвонка, то на отдѣленной головѣ можно доказать существованіе дыхательныхъ движеній лица (расширеніе ноздрей = вдыханіе; спаденіе ихъ = выдыханіе). Движенія эти, понятно, продолжаются очень короткое время по причинѣ остановки кровообращенія.

¹⁾ Если поддерживать на кроликѣ искусственное дыханіе послѣ укола Floarens'a, то чрезъ нѣсколько минутъ животное начинаетъ дышать и самостоятельно; остается развѣ только нѣкоторая неправильность въ дыхательныхъ движеніяхъ. На лягушкѣ остановка дыханій проходитъ съ теченіемъ времени сама собою.

Все это (независимо отъ микроскопическихъ изслѣдованій въ этой области) ведетъ къ заключенію, что такимъ уколомъ не только не разрушается какой либо общій «жизненный узелъ», но и самъ дыхательный центръ. Вѣроятно, этотъ уколъ падаетъ на важный межцентральный пучекъ (см. ниже), слѣдствіемъ чего является сильное потрясеніе въ центральной иннервации, «шокъ», парализующее временно дѣятельность нервныхъ центровъ. Вызванной этимъ остановки дыханій достаточно на теплостроительныхъ, чтобы остановка эта перешла въ смерть животного.

Можно также сдѣлать опытъ, аналогичный предыдущему, удаляя послѣдовательно всѣ части нервной системы, расположенной впереди дыхательныхъ центровъ (производя удаление большихъ полушарій, мозжечка и т. д.). Дыхательныя движенія тѣмъ не менѣе продолжаютъ (за исключеніемъ лицевыхъ дыхательныхъ движеній въ случаѣ, если разрѣзъ затронулъ начало n. facialis).

Весьма обширныя пораженія центральной нервной системы не вліяютъ на дыхательныя движенія, пока не нарушена цѣлость продолговатаго мозга: это единственная часть центральной нервной системы, необходимая для правильнаго происхожденія дыхательныхъ движеній. Наоборотъ, разрушеніе жизненнаго узла влечетъ за собой немедленно остановку дыхательныхъ движеній. У птицъ и млекопитающихъ параличъ дыханія вызываетъ черезъ нѣсколько мгновеній остановку сердечныхъ сокращеній и смерть отъ задушенія. Холоднокровныя животныя, у которыхъ потребность въ кислородѣ менѣе интенсивна, гораздо дольше остаются въ живыхъ. Кожное дыханіе замѣняетъ у нихъ переставшую дѣйствовать легочную вентиляцію.

Не составляетъ особой трудности добраться у живого животнаго (кролика, собаки и т. п.) до дыхательныхъ центровъ и ихъ разрушить: достаточно ввести остріе (конецъ скальпеля или пріостреннаго стержня) въ затылокъ между затылочной костью и первымъ шейнымъ позвонкомъ и быстро вонзить его въ мозгъ ¹⁾. Этого достаточно, чтобы остановить дыханіе и убить животное путемъ асфиксіи. Такой пріемъ примѣняется на нѣкоторыхъ бойняхъ, гдѣ убойный скотъ умерщвляютъ перерѣзкой продолговатаго мозга. Быстрый, сильный ударъ, нанесенный правой рукой по затылку животному, подвѣшенному за заднія ноги, „le coup du lapin“, дѣйствуетъ безъ сомнѣнія точно такимъ же образомъ: онъ убиваетъ благодаря разрывамъ тканей въ продолговатомъ мозгу. Совершенно по той же причинѣ наступаетъ внезапная смерть во многихъ случаяхъ повѣшенія на висѣлицѣ.

Но можно прекратить дѣятельность дыхательныхъ центровъ и убить животное путемъ остановки дыханія и не прибѣгая къ кровавой операціи а именно мѣстнымъ приложеніемъ холода (ледъ и соль) на область продолговатаго мозга (Léon Fredericq 1883). +19° C. представляютъ по Ногватъу крайнюю границу низкой температуры, ниже которой дыхательные центры млекопитающихъ перестаютъ дѣйствовать. (Исключеніе составляютъ животныя, подвергающіяся зимней спячкѣ, у которыхъ дыхательные центры могутъ быть охлаждены до 0°, даже лѣтомъ). Мѣстное приложеніе коканна на обнаженный продолговатый мозгъ (ядъ парализующій нервныя центры) равнымъ образомъ останавливаетъ дыханіе (A d u c c o 1889).

Добавочные дыхательные центры.—Christiani (1880) открылъ въ боковой стѣнкѣ третьяго желудочка близъ его дна нервный центръ, раздраженіе котораго сопровождается актомъ вдыханія. Параллельно съ этимъ существуетъ, по нему, и центръ выдыханія возлѣ aquaeductus Silvii, въ веществѣ переднихъ бугорковъ четверохолмія, и еще другой центръ вдыханія расположенный болѣе кзади (существованіе его отмѣчено уже Martin'омъ и Booker'омъ, 1878). При посредствѣ этихъ центровъ раздраженіе зрительныхъ и слуховыхъ нервовъ можетъ измѣнять дыхательный ритмъ.

Brown-Séguar, Langendorff (1880) и Wertheimer принимаютъ,

¹⁾ Ср. предыдущее примѣчаніе.

существованіе нервныхъ центровъ вдыханія въ шейной части спинного мозга. Brown-Séquard отрицаетъ даже существованіе жизненнаго узла. По его мнѣнію въ продолговатомъ мозгу содержатся только задерживающіе центры для дыхательныхъ движеній. Остановка этихъ движеній послѣ укола или разрушенія продолговатаго мозга будетъ слѣдствіемъ не паралича центра, возбуждающаго дыханіе, а, напротивъ, слѣдствіемъ механическаго раздраженія центра, задерживающаго дыханіе¹⁾.

У насѣкомыхъ дыхательные центры распределены по всей длинѣ брюшной ганглиозной цѣпи. Части брюшка, отдѣленные отъ тѣла, могутъ обнаруживать автоматическія самостоятельныя дыхательныя движенія (Félix Plateau). У насѣкомыхъ вдыханіе совершается пассивно, а выдыханіе активно (Félix Plateau).

1) Чтобы объяснить эффектъ Florenс'овскаго укола вовсе нѣтъ надобности принимать существованіе въ продолговатомъ мозгу *особаго* центра, задерживающаго дыханіе. Такой эффектъ представляется вѣроятнымъ и при возбужденіи пучка волоконъ имѣющихъ отношеніе къ центру или центрамъ дыханія. Какъ уже замѣчено (стр. 219), микроскопическое изслѣдованіе говоритъ въ пользу этого толкованія (Gierke, Heidenhain). По Meynert'у пучекъ этотъ состоитъ въ нѣкоторой его части изъ волоконъ образующихъ корешки trigemini, vagi, accessorii и glossopharyngei. Въ то же время онъ соединенъ волокнами съ пучкомъ другой стороны и заключаетъ волокна, тянущіяся до шейнаго утолщенія спинного мозга. Слѣдовательно, есть основаніе принимать его связь не только съ центрами продолговатаго мозга, но и со *спинномозговыми дыхательными центрами*.

Изъ этихъ послѣднихъ берутъ начало двигательные нервы дыхательнаго аппарата. Центры эти способны въ слабой степени вызывать и ритмическія сокращенія иннервируемыхъ ими дыхательныхъ мышцъ. Это можно наблюдать на молодыхъ кроликахъ, по отдѣленіи продолговатаго мозга, въ особенности если имъ ввести еще нѣкоторую дозу стрихнина—алкалоида, повышающаго раздражительность нервныхъ центровъ (Rokitansky, Schroff, Langendorff). Дѣятельность этихъ центровъ можетъ быть вызвана и рефлекторнымъ путемъ (Wertheimer).

Эти центры могутъ быть названы *мѣстными* т. е. имѣющими каждый ближайшее отношеніе къ той мышцѣ, въ связи съ которой онъ находится; напротивъ, центръ, находящійся въ продолговатомъ мозгу, можетъ быть названъ *главнымъ*: онъ, повидимому, гораздо легче возбуждается самъ, и при цѣлости его мѣстные центры спинного мозга приводятся въ ту правильную, послѣдовательную и сочетанную дѣятельность, которая характеризуетъ нормальный ритмъ дыханія.

Въ новѣйшее время были произведены изслѣдованія съ цѣлью опредѣлить точнѣе мѣсто главнаго центра дыханія (такъ какъ пунктъ, указанный Florenс'омъ, теряетъ значеніе центра послѣ изслѣдованій Gierke). Миславскій (1885) путемъ частичныхъ перерѣзокъ продолговатаго мозга и затѣмъ путемъ микроскопическаго изысканія приходитъ къ заключенію, что дѣйствительный центръ дыханія долженъ быть помѣщенъ въ парной группѣ клѣтокъ, лежащихъ съ той и другой стороны отъ срединной линіи близъ мѣста рожденія подъязычнаго нерва. Holm на основаніи патолого-анатомическихъ данныхъ склоненъ признать за дыхательный центръ ядра, служація мѣстомъ происхожденія чувствующихъ волоконъ блуждающаго нерва. Gad (1893) считаетъ, напротивъ, дыхательный центръ разбросаннымъ по нервнымъ клѣткамъ входящимъ въ formatio reticularis lateralis, т. е. на продолженіи боковыхъ столбовъ спинного мозга въ продолговатомъ.

Автоматизмъ дыхательныхъ центровъ. — Участіе воли не необходимо для правильнаго функціонированія дыхательныхъ центровъ. Правда, мы по желанію можемъ измѣнять ритмъ этихъ движеній, ускорять ихъ, замедлять, даже прекращать на нѣкоторое время. Съ другой стороны, дыхательный ритмъ часто измѣняется болѣе или менѣе безсознательно, вслѣдствіе психическихъ вліяній: страха, радости, вниманія и т. д. Тѣмъ не менѣе достовѣрно, что дыхательныя движенія независимы отъ воли, потому что они не прекращаются во время сна, подѣ наркозомъ, или у животныхъ, которымъ вырѣзаны оба полушарія.

Въ виду всего, что было сказано выше, дѣятельность дыхательныхъ центровъ не можетъ также считаться и рефлекторною. Нельзя разсматривать дѣятельность ихъ только, какъ слѣдствіе раздраженій чувствующихъ нервовъ, ибо можно изолировать область дыхательныхъ центровъ отъ остальной нервной системы, и все-таки дѣятельность ихъ не перестаетъ проявляться. Rosenthal наблюдалъ дыхательныя движенія діафрагмы у кролика, продолжавшіяся послѣ удаленія обоихъ большихъ полушарій, послѣ перерѣзки спинного мозга въ нижней шейной области и перерѣзки всѣхъ заднихъ чувствующихъ корешковъ шейныхъ нервовъ. (Это оспаривалось Marcwald'омъ для кролика и Екат. Шипиловой для лягушки).

Возбужденіе, вызывающее дѣятельность дыхательныхъ центровъ, не сообщается имъ, слѣдовательно, по центростремительнымъ нервамъ путемъ рефлекторнымъ. Отдѣленные отъ всѣхъ почти чувствующихъ нервовъ тѣла, центры эти продолжаютъ функціонировать: въ самихъ себѣ, или въ непосредственномъ сосѣдствѣ, они находятъ возбудителя, приводящаго ихъ въ дѣйствіе. Дѣятельность ихъ принадлежитъ къ категоріи тѣхъ нервныхъ актовъ, которымъ Johann Müller далъ названіе *автоматическихъ*.

Нормальный возбудитель дыхательныхъ центровъ. — Какова же причина, вызывающая автоматическую дѣятельность дыхательныхъ центровъ въ моментъ появленія дитяти на свѣтъ и поддерживающая ее въ продолженіи всей жизни? Прекрасные опыты Rosenthal'я (1862) показали, что существуетъ тѣсное соотношеніе между степенью дѣятельности дыхательныхъ центровъ и химическимъ составомъ крови, омывающей продолговатый мозгъ. Стимуль, подѣ вліяніемъ котораго дѣйствуютъ дыхательные центры, долженъ быть отыскиваемъ въ степени венозности омывающей ихъ крови. Согласно работамъ Dohmen'a и Pflüger'a (1865), дѣло идетъ одновременно и о недостаткѣ кислорода и объ избыткѣ CO_2 : чѣмъ болѣе кровь бѣдна кислородомъ и богата CO_2 , тѣмъ сильнѣе она возбуждаетъ продолговатый мозгъ и тѣмъ чаще и глубже становятся дыхательныя движенія. Благодаря такому замѣчательному механизму, дыхательный центръ въ каждый моментъ согласуетъ энергію легочной вентиляціи съ потребностями организма.

Слѣдующій опытъ даетъ, мнѣ кажется, теоріи Rosenthal'я новое и пзщное доказательство. Я беру двухъ собакъ, или двухъ очень большихъ кроликовъ А и В, которымъ предварительно перевязываю аа. vertebrales и затѣмъ отпрепаровываю аа. carotides. Въ послѣднія вставляю канюли и устраиваю обмѣнъ крови каротидъ между обоими животными, — получаю такъ сказать перекрестное головное кровообращеніе. Сонныя артеріи кролика А посылаютъ свою кровь въ голову кролика В; и въ то же время голова кролика А получаетъ кровь изъ тѣла кролика В. Если теперь я заставляю кролика А дышать газовой смѣсью бѣдной кислородомъ, или если

зажму ему трахею, то у кролика В, голова которого получает асфиктическую кровь кролика А, появится одышка, или асфиктическія судороги, между тѣмъ какъ кроликъ А скорѣе будетъ представлять наклонность къ арпёе. Есть, стало быть, прямое соотношеніе между составомъ крови, циркулирующей въ головѣ, и активностью дыхательнаго механизма.

По Bernstein'у, недостатокъ кислорода болѣе специально возбуждаетъ центры вдыханія, а избытокъ CO_2 производитъ стимулирующее дѣйствіе на центры выдыханія (оспаривается Gado'омъ)¹⁾.

Дыхательные центры непосредственно возбуждаются электричествомъ (Kropescker и Markswald 1879). Мѣстное дѣйствіе холода подавляетъ ихъ дѣятельность (Léon Fredericq 1883); наоборотъ, повышение температуры дѣйствуетъ на нихъ возбуждающимъ образомъ (Ackerman, Goldstein, Ch. Richet).

Диспноэ.—Всякая причина, стремящаяся повысить степень *венозности* крови (избытокъ CO_2 и недостатокъ О), омывающей продолговатый мозгъ, вызываетъ живое возбужденіе дыхательныхъ центровъ, проявляющееся усиленіемъ легочной вентиляціи. Какъ извѣстно, дыханіе ускоряется и въ особенности становится глубже послѣ ѣды, а также послѣ произведенной мышечной работы. Въ обоихъ случаяхъ въ крови увеличивается потребление кислорода и накопленіе углекислоты.

Если кровь становится очень венозной (какъ при многихъ легочныхъ заболѣваніяхъ, препятствующихъ газовому обмѣну въ легкихъ, или при дыханіи въ атмосферѣ очень бѣдной кислородомъ, или слишкомъ богатой CO_2), то дыхательныя движенія увеличиваются въ отношеніи глубины вдыханія и въ то же время учащаются; затѣмъ они становятся судорожными, сопровождаясь болѣе или менѣе выраженнымъ ощущеніемъ страха: *диспноэ* или *затрудненное дыханіе* ²⁾.

Повышая искусственно температуру крови, омывающей продолговатый мозгъ (помѣщаютъ обѣ каротиды въ желобки, заключающіе внутри полость, по которой протекаетъ нагрѣтая вода), вызываютъ очень замѣтное ускореніе

1) Чтобы выяснитъ въ отдѣльности, какъ дѣйствуетъ на дыхательный центръ недостатокъ кислорода и накопленіе углекислоты, поступаютъ слѣдующимъ образомъ: въ первомъ случаѣ въ дыхательную трубку животнаго постоянно притекаетъ струя индифферентнаго газа, которая уноситъ углекислоту, но не доставляетъ нисколько кислорода; во второмъ случаѣ заставляютъ животное дышать смѣсью, которая представляетъ всегда достаточное содержаніе кислорода и виѣсть съ тѣмъ тотъ или другой значительный процентъ углекислоты.

Если содержаніе CO_2 повышать постепенно, то животныя могутъ дышать нѣкоторое время, не обнаруживая затрудненій дыханія, и при 15 — 20% этого газа (d'Arsonval).

Н. В.

2) По Gerpert'у и Zuntz'у (1886) dysпноэ можетъ наступитъ послѣ усиленнаго мышечнаго напряженія безъ особаго накопленія CO_2 , или недостатка кислорода въ крови. Оно происходитъ тогда отъ накопленія въ крови какого то продукта (ближе не изученнаго) органическаго окисленія, иного, чѣмъ CO_2 .

Диспноэ отъ недостатка кислорода оказываетъ замѣтное вліяніе на общее питаніе: наблюдаютъ повышенное распаденіе бѣлковъ, откуда увеличеніе количества мочевины въ мочѣ. Существуетъ одновременно и *интергликемія*, т. е. повышение количества сахара, вырабатываемаго печенью и поставляемаго въ кровь.

дыхательныхъ движеній (см. ниже, въ главѣ о животной теплотѣ, параграфъ относительно борьбы организма противъ повышенія его температуры). Точно также вызываютъ легко у кролика приступъ диспноэ, могущій перейти въ общія судороги (Kusymaui и Tenner), мгновенно прекращая токъ крови въ aa. carotides и aa. vertebrales: кровь, не возобновляясь болѣе въ продолговатомъ мозгу, становится тотчасъ венозною. Диспноэтическое дыханіе, наступающее послѣ кровоизліяній, объясняется тѣмъ же.

Если усилимъ воли задерживать дыхательныя движенія, то CO_2 , продолжая вырабатываться, накапливается въ крови, въ то же время кислородъ быстро убываетъ; кровь становится все болѣе и болѣе венозною, и раздраженіе, производимое ею на дыхательные центры, быстро возрастаетъ, достигая вскорѣ такой силы, что воля не въ состояніи болѣе тормозить ихъ дѣятельность: наступаетъ непреодолимая потребность къ возобновленію дыхательныхъ движеній.

Асфиксія.—Если препятствіе для легочной вентиляціи продолжаетъ существовать, если, напримѣръ, произвести закрытіе трахеи, то диспноэ переходитъ въ асфиксію, въ нѣсколько минутъ кончающуюся смертію. Дыхательныя движенія становятся судорожными, принимаютъ характеръ настоящихъ приступовъ выдыханія, въ которыхъ принимаютъ участіе почти всѣ мышцы тѣла.

Въ первой стадіи асфиксіи (стадія судорогъ) сосуды кожи (Dastre и Morat) и мозга (Roy и Sherrington 1890) расширены, сосуды кишекъ и внутренностей сильно сужены (повышеніе артеріальнаго давленія, Ludwig и Thiry); сердцебіенія замедлены вслѣдствіе раздраженія n. vagi (Traube); замѣчаютъ также обильное отдѣленіе слюны и усиленный потъ; зрачекъ расширенъ. Раздраженіе дыхательныхъ центровъ венозною кровью распространяется также и на нѣкоторыя другія группы нервныхъ влѣткъ (центры сосудодвигательные, центры, замедляющіе сердечную дѣятельность, потовые, слюноотдѣлительные и т. д.).

Стадія судорогъ быстро переходитъ въ стадію паралича, которая начинается продолжительной остановкой дыханія (Högyes, S. Mayer). Животное теряетъ сознаніе и лежитъ распростертымъ неподвижно; слюноотдѣленіе и потоотдѣленіе прекращаются; кровяное давленіе быстро падаетъ; наступаетъ сжатіе сосудовъ кожи и расширеніе сосудовъ кишечника (S. Fredericq); зрачекъ сокращенъ. Время отъ времени появляются отдѣльныя рѣдкія дыхательныя движенія, становящіяся все болѣе слабыми, пока не наступитъ смерть. Сердечныя сокращенія очень учащены и продолжаются еще нѣкоторое время послѣ послѣдняго дыхательнаго движенія.

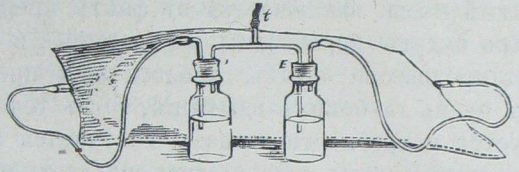
Кровь животныхъ, погибшихъ отъ задушенія, богата (A. Schmidt) восстанавливающими веществами (содержащимися по Н. А. фонъ Асеньеву преимущественно въ красныхъ кровяныхъ шарикахъ)¹⁾. Въ ней находятся только слѣды кислорода; по Zuntz'у, количество CO_2 (49,5% по объему) немногимъ больше, чѣмъ въ нормальной венозной крови (45,3% по объему).

Симптомы асфиксіи отъ зажатія трахеи точно такіе же, какъ и происходящіе отъ отнятія кислорода (кролика заставляють дышать чистымъ водо-

¹⁾ Замѣчательно, что лимфа задушенныхъ животныхъ не заключаетъ восстанавливающихъ веществъ (Чирьевъ 1874).

родомъ при помощи аппарата на рис. 104. Промывныя стеклянки содержатъ растворъ ѣдкаго кали для поглощенія CO_2). Но они значительно разнятся отъ симптомовъ при отравленіи CO_2 (заставляютъ животное дышать смѣсью CO_2 и O при помощи аппарата на фиг. 110). Находясь въ большой дозѣ, CO_2 вызываетъ быстропреходящій періодъ возбужденія, за которымъ слѣдуетъ спокойный сонъ, сопровождающійся анестезіей и могущій продолжаться нѣсколько часовъ.

Фиг. 110.—Каучуковый мѣшокъ, наполненный смѣсью CO_2 и кислорода, которою дышитъ кроликъ при посредствѣ трубки t черезъ двѣ промывныя стеклянки E и I , содержащія воду. Рдыханіе совершается черезъ стеклянку I ; выдыханіе черезъ стеклянку E .



Способность сопротивляться асфиксіи при погруженіи въ воду весьма неодинакова у различныхъ животныхъ. Погруженія на 3 — 5 минутъ въ общемъ достаточно, чтобы убить большинство изъ млекопитающихъ и птицъ. Лучшій способъ возвратитъ къ жизни только что удушеннаго человѣка есть по Laborde'у способъ потягиванія за языкъ, подражая ритму дыханія.

Ныряющія животныя (китообразныя, тюлень, выдра, утка и т. п.) переносятъ довольно долго лишеніе легочнаго дыханія. Это происходитъ оттого, что у нихъ запасъ кислорода, содержащагося въ крови, гораздо болѣе значителенъ, чѣмъ у воздушныхъ животныхъ. Общее количество крови, содержащейся въ тѣлѣ утки, значительно больше, чѣмъ у курицы того же вѣса, сверхъ того кровь утки на много богаче гемоглобиномъ (Paul Bert 1870).

Весьма большая сопротивляемость асфиксіи при погруженіи въ воду у нѣкоторыхъ новорожденныхъ млекопитающихъ животныхъ ($\frac{1}{2}$ —1 ч. для молодыхъ кошекъ по Buffon'у) имѣетъ другую причину, а именно значительную медленность газоваго обмѣна въ тканяхъ: запасъ кислорода въ ихъ крови истощается крайне медленно.

Съ точки зрѣнія дѣйствія на организмъ, мы можемъ, согласно съ Негмапомъ, расположить газы въ слѣдующемъ порядкѣ:

1) *Индифферентные газы*, которые безъ всякаго неудобства могутъ замѣстить азотъ воздуха: N , H , CH_4 . Вдыхаемые въ чистомъ видѣ, одни, эти газы вызываютъ асфиксію вследствие лишенія кислорода.

2) *Ядовитые, раздражающіе недыхательные газы*, вызывающіе рефлекторно, спазматическое закрытіе гортанной щели: Cl , HCl , HF , NO_2 , SO_2 , NO , COCl_2 , BCl_3 , BF_3 , SiF_4 , NH_3 и продукты замѣщенія его.

3) *Ядовитые газы, мало раздражающіе*: CO_2 , CO , N_2O , H_2S , PH_3 , AsH_3 , SbH_3 , NCH , C_2N_2 , свѣтильный газъ, пары сѣроуглерода, хлороформа, эфира и т. п.

Апноэ.—Если кровь, омывающая продолговатый мозгъ, оказывается сильно артеріальной, очень богатой кислородомъ, то физиологическій возбудитель дыхательныхъ центровъ отсутствуетъ, и послѣдніе приостанавливаютъ свою дѣятельность,—животное перестаетъ дышать (Rosenthal 1862; Pflüger 1868). Такое состояніе приостановки дыханія—*апноэ*,—въ которомъ животное не производитъ болѣе дыхательныхъ движеній, легко получить у собаки и кролика ¹⁾. Достаточно въ теченіе нѣсколькихъ мгновеній примѣнять искус-

¹⁾ Не должно смѣшивать дѣйствительное апноэ (арнаеа вега), происходящее отъ пресыщенія артеріальной крови кислородомъ, съ приостановкой дыхательныхъ основы физиологии.

ственное дыханіе, стараюсь энергически вентилировать легких, чтобы насытить кровь кислородомъ. Если теперь прекратить искусственное вдунаніе, то животное не тотчасъ начинаетъ дышать, оно можетъ оставаться въ состояніи апноэ въ теченіе нѣсколькихъ секундъ и до $\frac{1}{2}$ минуты. Но вскорѣ кровь сама по себѣ достигаетъ нормальной степени венозности, и дыхательныя движенія появляются. Доказательство того, что приостановка дыханія обязана, отчасти, по крайней мѣрѣ, дѣйствію крови богатой кислородомъ на продолговатый мозгъ, заключается въ фактѣ прекращенія апноэ тотчасъ же, какъ только будутъ перевязаны aa. carotides и aa. vertebrales. Можно и на чловѣкѣ произвести опытъ, аналогичный предыдущему. Если сдѣлать цѣлый рядъ очень глубокихъ вдыханій, то въ теченіе нѣсколькихъ секундъ не чувствуется потребности дышать, получается состояніе апноэ. Эта теорія апноэ въ послѣдніе годы подвергалась сильнымъ нападкамъ (Hörre-Seuylet, Hetter, Mosso, Marckwald и др.).

Во время апноэ абсолютное количество кислорода, составляющее прибавокъ къ крови, не особенно значительно, 0,1—0,9% объема по Ewald'y; но напряженіе этого газа можетъ быть повышеннымъ.

Раздражая во время апноэ nn. vagi, мы не получаемъ никакого дыхательнаго эффекта. Состояніе апноэ получается легко только при ненарушенной цѣлости блуждающихъ нервовъ, и это заставляетъ предполагать, что механическое раздраженіе окончаній этихъ нервовъ, вслѣдствіе растяженія легкихъ вдунаніями, способствуетъ путемъ рефлекса приостановкѣ дыхательныхъ движеній (apnaea spuria).

Причины первого дыхательнаго движенія.—Зародышъ, содержащійся еще въ маткѣ, находится въ состояніи апноэ (Rosenthal). Плацентарное кровообращеніе снабжаетъ его кровь кислородомъ и предупреждаетъ накопленіе CO_2 . Кромѣ того у зародыша потребленіе кислорода сведено до minimum'a.

Какъ бы находясь цѣликомъ въ теплой ваннѣ, онъ не нуждается въ согрѣваніи своего организма; его пищеварительныя железы и мышцы находятся въ почти абсолютномъ покоѣ; единственный органъ, обнаруживающій свою дѣятельность, это сердце (Pflüger). Измѣненіе артеріальной крови въ венозную у зародыша едва замѣтно; кровь пупочныхъ артерій почти такъ же красна, какъ и кровь вены, возвращающаяся отъ плаценты (Zweifel, Zuntz).

Но какъ только дитя появляется на свѣтъ, условія кровообращенія и дыхательная потребность вдругъ измѣняются. Съ одной стороны материнское кровообращеніе плаценты приостанавливается болѣе или менѣе: этотъ резервуаръ кислорода дѣлается недоступнымъ для крови дитяти; съ другой стороны внезапное дѣйствіе внѣшняго холода на кожу вызываетъ рядъ мышечныхъ движеній. Потребленіе кислорода вдругъ въ сильной степени увеличивается, а возобновленіе его не имѣетъ еще мѣста. Эти новыя условія безъ сомнѣнія достаточны для объясненія прекращенія внутриматочнаго апноэ въ моментъ рожденія (Schwartz 1858)¹⁾. Есть масса достовѣрныхъ на-

движеній вслѣдствіе раздраженія n. vagi (apnaea spuria). Апноэ, получаемое вслѣдствіе усиленной легочной вентиляціи, есть явленіе смѣшаннаго происхожденія: частью оно обязано пресыщенію крови кислородомъ, частью возбужденію задерживающихся волоконъ (Gad, Knoll и др.).

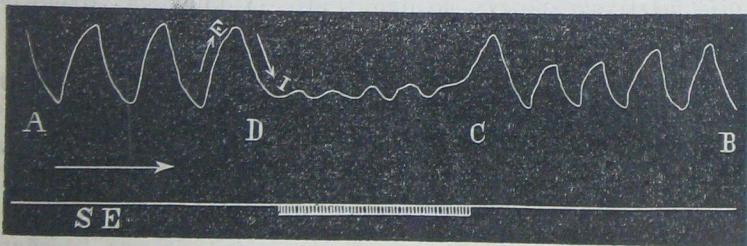
¹⁾ Schwartz, *Die vorzeitigen Athembewegungen*, Leipzig 1858.

блюдений надъ зародышами, находящимися еще въ своихъ оболочкахъ и достаточно защищенными отъ холода, у которыхъ прекращенія плацентарнаго кровообращенія было достаточно, чтобы вызвать дыхательныя движенія. Недавнiе опыты Engström'a (1890) подтвердили справедливость этого факта на зародышахъ морской свинки и кролика.

Дѣйствіе холода на чувствительные нервы кожи дитяти вліяетъ безъ сомнѣнія рефлекторно на дыхательный центръ и усиливаетъ его возбудимость.

Preyer (1880) наблюдалъ, что путемъ рефлекса можно вызвать дыхательныя движенія у зародышей морскихъ свинокъ, заключенныхъ еще въ ихъ оболочкахъ, если раздражать кожные нервы надрѣзами или впрыскиваніемъ раздражающихъ веществъ въ околоплодную жидкость.

Вліяніе периферическихъ нервовъ на дыхательные центры.—Дыхательные центры въ самихъ себѣ и въ химическомъ составѣ омывающей ихъ крови находятъ условія, необходимыя для ихъ ритмической дѣятельности. Но, хотя участіе периферическихъ чувствительныхъ нервовъ и не необходимо для возникновенія дыхательныхъ движеній, однако раздраженіе ихъ можетъ измѣнять характеръ дѣятельности дыхательныхъ центровъ и сильно вліять на ритмъ дыхательныхъ движеній. Изъ всѣхъ такихъ нервовъ самымъ важнымъ является *n. vagus*, воздѣйствіе котораго изучалось весьма часто.



Фиг. 111.—Обычная картина при электрическомъ раздраженіи центрального конца *n. vagi*. Преобладаніе вдыхательнаго типа. Кривая дыханія снята съ кролика при помощи аппарата, изображеннаго на фиг. 35, стр. 110. Линія внизу SE начерчена электромагнитомъ, рычажокъ котораго приводится въ движеніе тѣмъ же токомъ, которымъ раздражается центральный конецъ *n. vagi*. Отъ A до D спокойное дыханіе животнаго; отъ D до C возбуждается *n. vagus* и получается вдыхательный эффектъ. Діафрагма производитъ рядъ вдыханій съ весьма короткими интервалами; при C раздраженіе прекращено.

Раздраженіе *n. vagi*.—Traube (1874)¹⁾ и Rosenthal показали что, если перерѣзать *n. vagus* въ области шеи и раздражать индукціоннымъ токомъ его центральный конецъ, остающійся въ связи съ продолговатымъ, мозгомъ²⁾, то получается возбужденіе центровъ вдыханія. Наступаетъ ускореніе вдыхательныхъ движеній, а если раздраженіе достаточно сильно, то и настоящее тетаническое сокращеніе діафрагмы (см. фиг. 111).

¹⁾ Traube, *Beiträge z. exp. Pathol. u. Physiol.*, II; Rosenthal, *Athembewegungen*.

²⁾ Раздраженіе периферическаго отрѣзка *n. vagi* вызываетъ (независимо отъ дѣйствія его на сердце и брюшныя внутренности) сокращеніе гладкой мускулатуры бронховъ; получается незначительное уменьшеніе объема бронхо-легочной массы (Longet 1842, Schiff и др.).—Paul Bert (1870), Bokai (1880), Bradford и Dean (1889), Sandmann (1890) получили кривыя уменьшенія объема легкихъ, соединяя трахею прямо съ рычажнымъ барабаникомъ. (См. Beer, *Arch. für Physiologie* 1892, p. 101). По Graham Brown и Roy (1885)

Вдыхательныя волокна n. vagi, раздраженіе которыхъ вызываетъ рефлекторнымъ путемъ такой тетанусъ или рядъ сокращеній діафрагмы, происходятъ изъ легкаго. Эти центростремительныя волокна приходятъ въ состояніе возбужденія и начинаютъ нормально дѣйствовать всякій разъ, когда легкое сильно спадается, какъ это бываетъ въ концѣ каждаго выдыханія. Слѣдовательно спаденіе легкаго путемъ рефлекса вызываетъ вдыханіе ¹⁾. Если произвести полное спаденіе легкаго (Hering и Breuer 1868), открывая доступъ для внѣшняго воздуха въ полость плевры черезъ проникающую рану грудной стѣнки, или широко вскрывая грудную полость, то за спаденіемъ легкихъ слѣдуютъ настоящіе приступы дыхательнаго спазма и судорожныхъ сокращеній діафрагмы. Такая картина получается только при цѣлости *nn. vagorum*.

Но на ряду съ этими дыхательными волокнами *n. vagus* содержитъ другія (менѣе сильныя или менѣе численныя), дѣйствіе которыхъ діаметрально противоположно дѣйствию предыдущихъ, а именно *выдыхательныя волокна*. Раздраженіе ихъ вызываетъ путемъ рефлекса остановку въ фазѣ пассивнаго выдыханія и даже активное выдыханіе. При опытахъ съ искусственнымъ раздраженіемъ *n. vagi* дѣйствіе этихъ волоконъ маскируется дѣйствиемъ предыдущихъ. Однако иногда и электрическое раздраженіе вызываетъ не вдыхательный тетанусъ, а остановку движеній діафрагмы и реберъ, остановку въ состояніи выдыханія ²⁾. Дѣйствіе хлоралъ-гидрата даетъ возможность, ослабивъ вліяніе дыхательныхъ волоконъ *n. vagi*, усилить и обнаружить вліяніе выдыхательныхъ волоконъ его. У кролика, отравленнаго зна-

раздраженіе периферическаго конца одного только *n. vagi* обуславливало сокращеніе бронховъ обоихъ легкихъ. Раздраженіе центрального конца *n. vagi* давало путемъ рефлекса то расслабленіе, то сокращеніе гладкой мускулатуры бронховъ. Radclyffe-Hall (1861) принимаетъ, что гладкія мышцы бронховъ сокращаются при каждомъ выдыханіи.

[Наоборотъ Nicaise (1889) находитъ, что бронхи при покойномъ дыханіи не измѣняютъ своего просвѣта; они находятся постоянно въ состояніи тоническаго сокращенія.

При усиленномъ вдыханіи происходитъ суженіе и укороченіе дыхательныхъ путей, при усиленномъ выдыханіи—расширеніе и удлинненіе ихъ. Эффектъ выдыхательный достигается, по автору, только вліяніемъ воздушнаго давленія, а не есть прямой результатъ иннерваціи.—Н. В.].

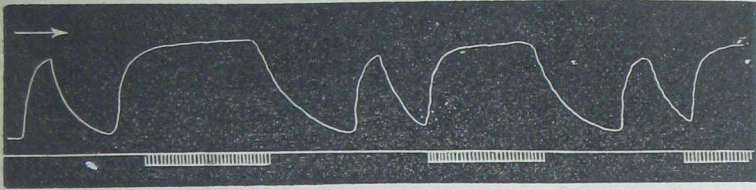
¹⁾ Hering и Breuer, *Sitzungsber. d. Wiener Acad.*, LVII, 1868.

²⁾ По Введенскому (1881) эффекты кратковременной тетанизации *n. vagi* различаются смотря по тому, примѣняется ли раздраженіе въ началѣ вдыханія или выдыханія. Въ первомъ случаѣ наблюдается рефлекторный эффектъ выдыханія (уменьшеніе глубины вдыханія); во второмъ случаѣ эффектъ вдыханія. Это согласуется съ теоріей Бубнова и Heidenhain'a, по которой нервныя центры подавляются въ своей дѣятельности, если раздраженіе центростремительныхъ нервовъ падаетъ на нихъ во время ихъ дѣятельности, и напротивъ то же раздраженіе ихъ возбуждаетъ, если оно наступаетъ въ періодъ покоя.

[Послѣдняя теорія едва ли можетъ считаться установленной; см. физиол. нервныхъ центровъ.

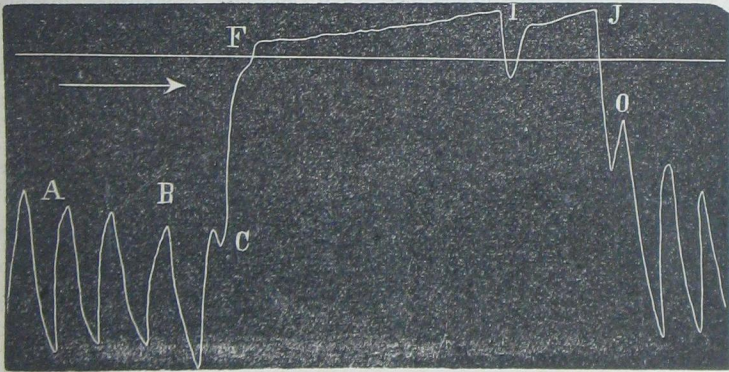
Эффекты кратковременной тетанизации блуждающаго нерва не слѣдуетъ считать столь простыми, какъ это здѣсь представлено; ср. работы Boruttau (1895) и Lewandowsky (1896).—Н. В.].

чптельной дозой хлораль-гидрата, раздраженіе центрального конца *n. vagi* неизмѣнно сопровождается остановкой дыханія въ состояніи выдыханія, какъ показываетъ фиг. 112 (Léon Fredericq, Wagner). — Hering и



Фиг. 112.—Кроликъ наркотизированъ хлораль-гидратомъ. Раздраженіе *n. vagi* электричествомъ. Остановка дыханія въ стадіи выдыханія. Кривая снята помощью аппарата на фиг. 35, стр. 110. (Léon Fredericq. *Bull. Acad. Belg.*, 1879).

Breuer уже доказали инымъ способомъ, что *nn. vagi* содержатъ и выдыхательныя центrostремительныя волокна. Волокна эти раздражаются всякій разъ, какъ легкое окажется механически растянутымъ, будь то во время вдыханія, или при искусственномъ вдуваніи: въ такомъ случаѣ раздраженіе ихъ ведетъ рефлекторнымъ путемъ къ остановкѣ дыханія въ фазѣ выдыханія, какъ показано на фиг. 113.



Фиг. 113.—Вдыханіе прервано и наступаетъ продолжительное выдыханіе вслѣдствіе растяженія легкиѣхъ относительно способа записыванія кривой смотри фиг. 35). Отъ A до B дыханіе нормальное; при C, одно вдуваніе; при F закрываютъ просвѣтъ трахеи, чтобы держать легкое растянутымъ; отъ F до I выдыханіе; въ I первое вдыханіе; при O открываютъ снова трубку, отходящую отъ трахеальной канюли (L. F. *Bull. Ac. Belg.*, 1879).

Простымъ механическимъ воздѣйствіемъ на легкое можно, слѣдовательно, заставить дѣйствовать то вдыхательныя волокна *n. vagi*, то выдыхательныя. Все это наблюдается на кроликѣ при искусственномъ дыханіи, при условіи, что *nn. vagi* цѣлы. На каждое вдуваніе животное отвѣчаетъ выдыханіемъ, что доказывается спаденіемъ ноздрей; а при каждомъ спаденіи легкого, ноздри, соотвѣтственно вдыханію, расширяются. Животное принаравливаетъ свое дыханіе къ ритму вдуваній, но только оно производитъ дыхательныя движенія въ обратномъ смыслѣ. Цѣлость блуждающихъ нервовъ для успѣшности этого опыта такъ же необходима, какъ и при предыдущихъ опытахъ ¹⁾.

¹⁾ Толкованіе, по которому вдыханіе вызываетъ возбужденіе волоконъ *vagi*, опредѣляющихъ рефлекторно выдыханіе, а выдыханіе стимулируетъ волокна, дѣйствующія на центръ вдыханія, дано Герингомъ и Брейеромъ; оно получило названіе *теоріи саморегулированія* дыхательныхъ движеній.

Однако такой взглядъ на иннервацию дыханія не можетъ считаться обще-

Между вѣтвями блуждающаго нерва *n. laryngeus superior* (между прочимъ чувствительный нервъ для слизистой оболочки гортани) отличается громаднымъ количествомъ содержащихся въ немъ выдыхательныхъ волоконъ. Общеизвѣстно, что соприкосновеніе инородныхъ тѣлъ со слизистой оболочкой гортани вызываетъ рефлекторнымъ путемъ приступы кашля, т. е. сильнѣйшія выдыхательныя движенія. Точно такъ же дѣйствуетъ раздраженіе нервныхъ окончаній *vagi* и его вѣтвей въ гортани, трахей и бронхахъ (Nothnagel, Kohns, Kandarazki).

Впрочемъ всѣ периферическіе чувствительные нервы могутъ дѣйствовать болѣе или менѣе сходно съ *n. vagus* (P. Bert 1869, Arloing и Tripiet 1872). Ихъ раздраженіе часто служить точкой отправленія для рефлекторнаго вдыханія и рѣже для рефлекторнаго выдыханія. Между выдыхательными

признаннымъ и безспорнымъ. Прежде всего слѣдуетъ обратить вниманіе на то, что спокойное выдыханіе признается актомъ пассивнымъ; слѣдов. надо скорѣе представлять себѣ дѣло такъ, что волокна блуждающаго нерва, возбуждающіяся актомъ вдыханія или растяженія легкихъ, ведутъ къ заторможенію глубины дыхательнаго движенія, т. е. другими словами, они производятъ отрицательное вліяніе на центръ вдыханія, а не положительное на центръ выдыханія. Съ такимъ взглядомъ согласуется совершенно картина, представляемая животнымъ послѣ перерѣзки или охлажденія обоихъ стволовъ этого нерва: вдыханіе получаетъ тогда необычайную продолжительность и глубину, выдыханіе происходитъ быстро и бурно (см. слѣдующій параграфъ). Такой взглядъ на значеніе блуждающаго нерва, какъ нерва, урѣзывающаго глубину вдыханія на извѣстной нормѣ и предохраняющаго центръ вдыханія отъ истощенія на произведеніе бесполезно глубокихъ вдыханій и развивался многими изслѣдователями (Gad, Lewandowsky и др.)

Затѣмъ противъ толкованія Геринга и Брѣйера говоритъ слѣдующее обстоятельство: нельзя допустить, чтобы эффекты *механическаго* возбужденія волоконъ нерва растяженіемъ или спаденіемъ могли исчезать такъ быстро, какъ того требуетъ эта теорія, т. е. отъ одной дыхательной фазы къ другой. Какъ показали мои опыты (1881), самое короткое раздраженіе блуждающаго нерва прерывистымъ токомъ можетъ вызвать уже измѣненіе не только въ одномъ дыхательномъ движеніи, а въ цѣломъ рядѣ, дѣлая ихъ болѣе частыми и менѣе глубокими. Поэтому мои изслѣдованія привели меня къ заключенію, что этотъ нервъ не возбуждается особо при каждой дыхательной фазѣ, а что эффекты растяженія его окончаній въ легкихъ суммируются въ ряду дыханій и держатъ его постоянно въ извѣстной степени *тоническаго* возбужденія. Эта мысль была поддержана потомъ Loevy (1888).

Смотря такъ на дѣло, слѣдуетъ ожидать со стороны легочныхъ вѣтвей *vagi* какихъ либо однородныхъ вліяній на дыхательный центръ. Эти вліянія и могутъ именно быть такими, какъ это указываетъ изложенная выше точка зрѣнія: нормально — урѣзываніе глубины вдыханія, а при сильной степени раздраженія — остановка дыхательнаго снаряда въ фазѣ пассивнаго выдыханія.

Какъ же объяснить тогда тотъ безспорный фактъ, что при извѣстныхъ условіяхъ раздраженія *vagi* можно получить остановку въ фазѣ вдыханія — инспираторный тетанусъ? Но этотъ фактъ не былъ установленъ до сихъ поръ для случая раздраженія *легочныхъ* вѣтвей блуждающаго нерва. Когда же рѣчь идетъ объ раздраженіи нерва на шеѣ, то не надо забывать во 1-хъ, что въ стволѣ его заключено много другихъ центростремительныхъ волоконъ, и во 2-хъ, что мышцы дыхательнаго снаряда служатъ не только для цѣлей дыханія, но и для произве-

нервами нужно упомянуть *n. opticus* и *n. acusticus* (Christiani). Въ три тѣхъ тройничнаго нерва, отъ которыхъ зависитъ чувствительность слизистой оболочки носовыхъ полостей, особенно богаты выдыхательными центроостремительными волокнами (Schiff, Christiani и др.). Соприкосновение воды съ этой слизистой оболочкой составляетъ для нервныхъ окончаній ея одно изъ самыхъ дѣйствительныхъ и естественныхъ раздраженій: достаточно полить тонкой струйкой воды на отверстія ноздрей у кролика (который дышетъ черезъ трахеальную канюлю), чтобы увидѣть, что дыханіе останавливается на пассивномъ выдыханіи секундъ на 10—15—20. Такое же раздраженіе у утки вызываетъ остановку дыханія въ стадіи выдыханія, продолжающуюся даже болѣе 10 минутъ (Léon Fredericq 1883). Защитительная роль этихъ дыхательныхъ рефлексовъ ясна: они препятствуютъ прониканію воды и инородныхъ тѣлъ въ воздушные пути и вызываютъ выбрасываніе тѣхъ веществъ, которые туда попали. Соприкосновение воды съ кожей живота или груди вызывало также рефлекторную остановку дыханія въ стадіи выдыханія (Falc 1869). Окропленіе спины и затылка холодной водой сопровождается у большинства лицъ выдыхательнымъ рефлексомъ.

Между центроостремительными нервами, раздраженіе которыхъ вызываетъ рефлекторное выдыханіе, можно еще назвать *n. laryngeus superior* (Rosenthal), *n. laryngeus inferior* (Burckart, Knoll и др.), *n. glosso-pharyngeus* (Marckwald), брюшныя окончанія *n. vagi* (Knoll), нѣкоторыя внутрисердечныя окончанія *n. vagi* (чувствительные нервы эндокардіи) (François Franck), *n. splanchnicus* (Budge, Graham), *n. olfactorius* (Гуревичъ) и вообще нервы чувства боли. Наконецъ по Hamburgerу (1891) *n. sympathicus magnus* содержитъ, особенно у телят, волокна и выдыхательныя и выдыхательныя ¹⁾).

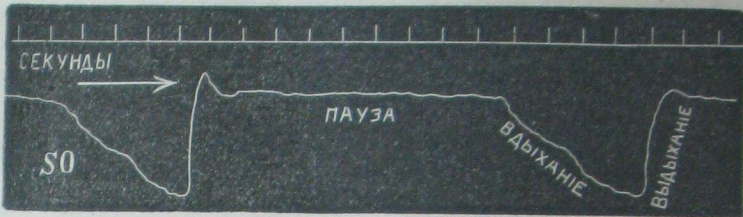
деніи ряда другихъ движеній, какъ рефлекторныхъ, такъ и произвольныхъ (стр. 194). Нѣкоторыя изъ нихъ, какъ напр. плачь, всхлипываніе, представляютъ большую аналогію въ отношеніи состоянія діафрагмы и проч. съ тѣмъ, что наблюдается и при раздраженіи этого нерва на шеѣ. — Rosenthal обращалъ всегда большое вниманіе на то, что для полученія инспираторныхъ эффектовъ не слѣдуетъ наркотизировать животныхъ. Но это обстоятельство можетъ говорить какъ разъ и противъ его точки зрѣнія. Если на наркотизированномъ животномъ не получаютъ остановки въ фазѣ вдыханія, а все въ фазѣ выдыханія, то это можетъ представляться именно слѣдствіемъ притупленія болевыхъ ощущеній животного, а не измѣненіемъ сущности дыхательной иннерваціи.

Что касается той стороны дѣла, что послѣ перерѣзки обоихъ блуждающихъ нервовъ вдунаніе воздуха въ легкія и высасываніе его изъ нихъ не оказываетъ того вліянія на вызовъ дыхательныхъ движеній, которое они обнаруживаетъ при цѣлости этихъ нервовъ, то это можетъ быть истолковано и независимо отъ теоріи Геринга и Брѣйера: дыхательный центръ, лишившись своего естественнаго регулятора, умѣряющаго его дѣятельность, истощается сильно къ концу каждаго вдыханія, онъ и возбуждается сильно къ началу каждаго новаго вдыханія, начинающагося послѣ значительной паузы; поэтому не удивительно, что онъ реагируетъ теперь мало чувствительнымъ образомъ на такія вліянія, какъ механическія измѣненія объема грудной кѣтки. Въ нормальной реакціи на эти измѣненія, при нормальной чувствительности дыхательныхъ центровъ, могутъ играть роль и другіе чувствующіе нервы, помимо блуждающаго. См. ниже.

Н. В.

¹⁾ При изученіи движеній дыхательнаго снаряда обращается почти исклю-

Перерѣзка nn. vagorum.—Перерѣзка обоихъ блуждающихъ нервовъ совсѣмъ измѣняетъ дыхательный ритмъ (Руфій изъ Ефеса, Галіенъ, Legallois 1812). Дыхательныя движенія становятся болѣе медленными и болѣе продолжительными; за продолжительнымъ, очень глубокимъ вдыханіемъ наступаетъ короткое активное выдыханіе, а затѣмъ продолжительная пауза (фиг. 114). Дыхательныя мышцы утомляются очень сильно, совсѣмъ не въ



Фиг. 114.—СО—кривая дыханія, записанная на собакѣ послѣ перерѣзки обоихъ блуждающихъ нервовъ, при помощи зонда, введеннаго въ пищеводъ. Время обозначено въ секундахъ. Léon Fredericq, Arch. Biol., 1882.

соотвѣтствіи съ производимымъ ими полезнымъ дѣйствіемъ (интензивность легочной вентилляціи). Gad (1880) сильно охлаждалъ оба блуждающіе нерва, помѣщая ихъ на охлажденную до низкой температуры металлическую крючкообразную держалку: онъ исключалъ такимъ образомъ дѣятельность этихъ нервовъ, избѣгая въ то же время раздраженія ихъ, неразлучнаго съ ихъ перерѣзкой; послѣдствія отъ охлажденія мало разнятся отъ эффектовъ, наблюдаемыхъ послѣ перерѣзки.

чительное вниманіе на мышцы грудной области и говорится только объ ихъ иннерваціи. Между тѣмъ въ верхней части дыхательныхъ путей, такъ же постоянно и такъ же ритмически, дѣйствуетъ цѣлый рядъ мышцъ, дѣятельность которыхъ должна находиться въ тѣсномъ отношеніи къ иннерваціи всего механизма. Кромѣ мышцъ, измѣняющихъ просвѣтъ ноздрей, постоянно участвуютъ въ дыхательныхъ движеніяхъ извѣстныя мышцы, прикрѣпляющіяся къ os hyoideum и къ гортани, равно какъ и мышцы, измѣняющія величину дыхательной щели. У низшихъ позвоночныхъ, какъ у лягушекъ, гдѣ нѣтъ твердой грудной клѣтки и діафрагмы, эти мышцы играютъ громадную роль даже въ наполненіи легкихъ воздухомъ (въ актѣ вдыханія). Но и у млекопитающихъ онѣ тоже сокращаются, хотя сокращенія нѣкоторыхъ изъ нихъ незамѣтны глазу при покойномъ дыханіи (Garland и Grossman). Мнѣ кажется, изученіе послѣдовательности въ сокращеніи всѣхъ этихъ мышцъ могло бы пролить много свѣта на все ученіе объ иннерваціи дыханія. Есть основаніе предполагать, что существуетъ извѣстная преемственность между возбужденіями отъ однихъ частей дыхательнаго снаряда къ другимъ, нѣчто въ родѣ того, что извѣстно для акта глотанія. Возможно, что нормальный дыхательный ритмъ является слѣдствіемъ цѣлаго замкнутаго цикла рефлекторныхъ возбужденій отъ однихъ частей аппарата къ другимъ, что здѣсь существуетъ саморегулированіе дыханія, но въ болѣе обширномъ смыслѣ, чѣмъ это принято Герингомъ и Брѣйеромъ (со стороны легочныхъ вѣтвей vagi). Этими я не хочу отрицать совсѣмъ автоматизма дыхательнаго центра, но онъ вѣроятно не приходитъ въ дѣйствіе при обыкновенной венозности крови и цѣлости чувствующихъ нервовъ. Не надо забывать, что всякій чувствующій нервъ способенъ повліять на дыхательный центръ, а при повысившейся венозности крови чувствительность этого центра къ такимъ вліяніямъ повышается еще.

Исключеніемъ вліянія центростремительныхъ волоконъ блуждающаго нерва объясняется до извѣстной степени глубина дыхательныхъ движеній, наблюдаемая послѣ перерѣзки обоихъ этихъ нервовъ. Пока блуждающіе нервы не тронуты, всякое вдыханіе, достигшее извѣстной степени глубины, неизбѣжно прерывается, такъ какъ растяженіе легочной ткани вызываетъ раздраженіе выдыхательныхъ волоконъ блуждающаго нерва. Точно также и выдыханіе не можетъ зайти очень далеко, ибо спаденіе легкаго вызываетъ вдыханіе.

Перерѣзка обоихъ блуждающихъ нервовъ на шеѣ (одновременно, или черезъ большій или меньшій промежутокъ времени) вызываетъ въ легкихъ воспаленіе, быстро ведущее къ смерти. Исходной точкой такого воспаленія (бронхо-пнеймоніи) является попаданіе инородныхъ тѣлъ въ трахею и бронхи, вслѣдствіе паралича пищевода и гортани (Traube). Но воспаленіе легкихъ не развивается, если одинъ изъ блуждающихъ нервовъ (лѣвый) перерѣзать ниже мѣста отхожденія п. *recurrentis* (Genzmer 1885). При этомъ гортань сохраняетъ свою чувствительность и противоѣдѣствуетъ попаданію въ нее инородныхъ тѣлъ. Операция тѣмъ не менѣе смертельна: животныя обнаруживаютъ затрудненіе глотанія и желудочнаго пищеваренія. Причина смерти еще не выяснена.

Животныя переживаютъ перерѣзку блуждающихъ нервовъ только въ томъ случаѣ, если перерѣзка произведена ниже мѣста отхожденія легочныхъ вѣточекъ: или въ грудной полости (Krehl 1892), или подъ діафрагмой (Schiff, Münzel 1887, Jürgens); оспаривается Arthaud и Butte. По Krehl'ю смерть зависитъ отъ перерѣзки нервныхъ волоконъ, направляющихся къ брюшнымъ внутренностямъ и отходящихъ отъ ствола блуждающаго нерва выше *hylus* легкаго ¹⁾.

Перерѣзка возвратныхъ нервовъ.—*N. recurrens* или *laryngeus inferior* есть нервъ голоса (Cl. Bernard). Перерѣзка его парализуетъ всѣ мышцы гортани, за исключеніемъ *m. crico-tyreoidei* (иннервируемаго чрезъ п. *laryngers superior*), и производитъ полную *афонию*. Гортанная щель болѣе не закрывается ни при актѣ глотанія, ни при попыткахъ къ натуживанію; она не расширяется болѣе при вдыханіи, а остается суженною, вслѣдствіе

¹⁾ Въ числѣ разстройствъ, вызываемыхъ перерѣзкой блуждающаго нерва на шеѣ, играетъ также большую роль параличъ нижней части пищевода: вслѣдствіе этого обстоятельства пища здѣсь застреваетъ и скопляется въ большомъ количествѣ; а такъ какъ вмѣстѣ съ тѣмъ часто происходятъ срыганія въ ротовую полость (*regurgitatio*), то пища можетъ случайно попасть и въ дыхательную трубку, хотя бы чувствительность гортани и закрываніе ея надгортанникомъ не были разстроены (при цѣлости верхнегортанныхъ нервовъ). Въ виду этого Herzen (1894), перерѣзавъ на собакѣ второй блуждающій нервъ 2—3 недѣли спустя послѣ перерѣзки перваго, кормить животное черезъ желудочный свищъ (т. е. прямымъ введеніемъ пищи въ желудокъ). При этомъ условіи животное переживаетъ двухстороннюю ваготомію; позднѣе, при тщательномъ уходѣ, его можно кормить и чрезъ ротъ. Къ указаннымъ условіямъ Павловъ присоединилъ еще пищеводную фистулу; т. е. у него собака не только получаетъ пищу прямо въ желудокъ, но и все попавшее случайно въ ротовую полость должна выбрасывать наружу. Животное отлично переноситъ перерѣзку обоихъ нервовъ, но кормленіе его все время производится искусственно (перерѣзка обоихъ нервовъ тоже раздѣляется, конечно, значительнымъ промежуткомъ времени).

чего является затрудненіе дыханія (dyspnœ). Legallois и Longet показали, что у молодыхъ животныхъ, гортань которыхъ мягка и не можетъ удержать гортанную щель зіяющей, перерѣзка возвратныхъ нервовъ тотчасъ ведетъ къ смерти: мягкія части въ окружности гортанной щели, увлеченныя струей воздуха, при вдыханіи, загибаются внутрь и образуютъ пробку; наступаетъ смерть отъ задушенія (асфиксія).

VI. Вліяніе дыханія на кровообращеніе.

Венозное кровообращеніе. — Мы уже изложили, какую роль играютъ эластичность легочной ткани и отрицательное давленіе грудной полости (см. стр. 151 и 184) въ венозномъ кровообращеніи, а также и опасности вступленія воздуха въ вены. Явленія при натуживаніи разобраны нами на стр. 194.

Сердечное кровообращеніе. — Вдыханіе благоприятствуетъ діастолѣ предсердій и представляетъ небольшое препятствіе для систолы предсердій и желудочковъ. Такое дѣйствіе вдыханія достигаетъ преувеличенныхъ размѣровъ въ такъ называемомъ опытѣ Müller'a, гдѣ оно можетъ довести до остановки сердца. Выдыханіе, напротивъ, благоприятствуетъ систолѣ предсердій и желудочковъ и слегка мѣшаетъ діастолѣ предсердій. Препятствіе это, чрезмѣрно усилившись, можетъ также повлечь за собой остановку сердца (см. стр. 185).

Легочное кровообращеніе. — Во время вдыханія увеличивается емкость легочныхъ сосудовъ и черезъ легкія проходитъ весьма большое количество крови, какъ показали опыты Jager'a, и въ особенности опыты Héger'a и Sprehl'a съ опредѣленіемъ количествъ крови въ легкихъ кролика, захваченныхъ лигатурой на живомъ животномъ то въ положеніи вдыханія, то въ положеніи выдыханія.

Артеріальное кровообращеніе. — Большія артеріи грудной полости находятся подъ вліяніемъ дыхательныхъ измѣненій давленія въ плевральныхъ полостяхъ. Во время вдыханія давленіе въ артеріяхъ должно, значить, падать, во время выдыханія повышаться. Это и наблюдается въ дѣйствительности, если записывать одновременно у кролика (и у большинства млекопитающихъ и птицъ) артеріальное давленіе и давленіе въ плевральныхъ полостяхъ.

Но на пониженіе давленія при вдыханіи вліяютъ еще и другія причины. Мы видѣли, что во время выдыханія возвратное венозное кровообращеніе менѣе активно; правое сердце прогоняетъ менѣе крови въ легкое, чѣмъ во время вдыханія. Сверхъ того и само легочное кровообращеніе представляетъ большее препятствіе теченію крови. Эти обстоятельства, долженствующія уменьшить доставку къ сердцу крови и понизить давленіе, требуютъ извѣстнаго времени для распространенія своего дѣйствія на лѣвое сердце и аорту, такъ что замедленіе грудного кровообращенія вслѣдствіе выдыханія и обусловливаемое этимъ пониженіе кровяного давленія совпадаютъ съ моментомъ слѣдующаго вдыханія, присоединяясь къ прямому механическому дѣйствію присасывательной силы грудной кѣтки. Точно также ускореніе грудного кровообращенія вслѣдствіе вдыханія въ дѣйствительности приноситъ пользу слѣдующему выдыханію и содѣйствуетъ повышенію давленія. Вотъ что происходитъ у животныхъ, у которыхъ дыхательныя движенія смѣняются быстро.

Но если дыханіе достаточно медленно, то артеріальное давленіе, понизившееся при началѣ вдыханія (отчасти вслѣдствіе предыдущаго выдыханія) можетъ подняться, такъ какъ эффектъ самаго вдыханія будетъ имѣть время проявиться. Соответственно съ этимъ и при выдыханіи давленіе можетъ понизиться къ концу фазы. Кромѣ того выступаетъ здѣсь еще и третій факторъ, но дѣйствующій противоположно предыдущимъ: сдавливаніе брюшныхъ внутренностей и заключающихся здѣсь артерій вслѣдствіе движенія внизъ діафрагмы должно, напротивъ, стремиться, поднять артеріальное давленіе во время вдыханія; однако этотъ эффектъ въ общемъ слишкомъ слабъ, чтобы уравнивать вышеуказанныя вліянія.

Что касается кролика, то факторы, стремящіеся измѣнить артеріальное давленіе во время фазы вдыханія, слѣдующіе:

А. Факторъ, вліяющій во время вдыханія на давленіе понижающимъ образомъ, слѣдовательно со знакомъ отрицательнымъ (—): *механическое дѣйствіе присасывательной силы грудной клетки*. — А.

В. Факторъ, вліяющій на давленіе при вдыханіи сначала понижающимъ образомъ, затѣмъ повышающимъ (слѣдовательно, значеніе сначала —, затѣмъ +): *измѣненія въ кровообращеніи грудной полости и легкихъ*. + В.

С. Факторъ, вліяющій на давленіе во время вдыханія повышающимъ образомъ, съ положительнымъ значеніемъ (+): *сдавливаніе брюшныхъ внутренностей дѣйствіемъ опускающейся діафрагмы*. + С.

Сумма этихъ трехъ факторовъ во время короткаго или средней продолжительности вдыханія отрицательная: $-A - B + C = -S$: давленіе понижается.

Къ концу вдыханія нѣсколько болѣе продолжительнаго давленіе повышается; уравненіе тогда принимаетъ видъ: $-A + B + C = +S$.

У большинства животныхъ дыхательныя измѣненія артеріальнаго давленія представляются такими же, какъ у кролика, и объясняются очевидно совершенно подобнымъ образомъ (Legros и Griffé, 1883).

У собаки (и свиньи) дѣло осложняется двумя другими факторами, а именно:

• Д. *Значительное ускореніе сердечныхъ сокращеній во время вдыханія*, происходящее вслѣдствіе вліянія дыхательнаго центра на лежащій по сосѣдству задерживающій центръ сердца.

При каждомъ вдыханіи задерживающій центръ ослабляетъ свое тонически замедляющее дѣйствіе, вслѣдствіе чего получается ускореніе сердечныхъ сокращеній. — Во время выдыханія задерживающій центръ усиливаетъ свою дѣятельность, отчего получается замедленіе и даже остановка сердца. Здѣсь дѣло не заключается въ рефлекторномъ дѣйствіи этого центра, при чемъ началомъ рефлекса могло бы служить возбужденіе сердца или легкихъ во время вдыханія: у собаки съ широко вскрытой грудной полостью, у которой легкія остаются спавшими, и другіе грудные органы также изъятые изъ прямого механическаго воздѣйствія дыхательныхъ движеній, тѣмъ не менѣе наблюдается ускореніе сердечнаго ритма во время вдыханія и замедленіе его во время выдыханія.

Вдыхательное ускореніе сердечнаго ритма у собаки и свиньи не маскируетъ дѣйствія факторовъ, стремящихся понизить артеріальное давленіе, но, наоборотъ, даже значительно повышаетъ это давленіе, какъ показываетъ фиг. 73. Мы видимъ также полное несоотвѣтствіе между дыхательными измѣненіями внутригрудного давленія и дыхательными измѣненіями артеріальнаго

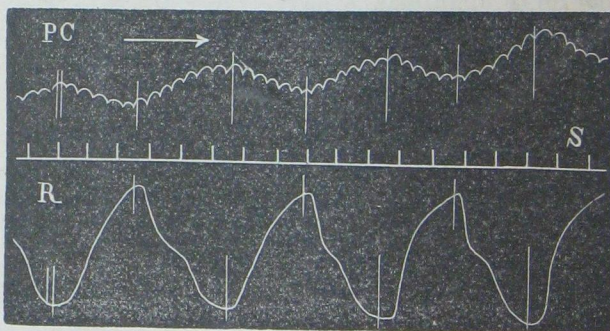
давленія. Факторъ D съ положительнымъ знакомъ (+) имѣетъ здѣсь преобладающее значеніе.

Но достаточно уничтожить дыхательную неравномѣрность сердечнаго ритма, парализовавъ сердечныя окончанія блуждающаго нерва (дѣйствіемъ атропина), или какъ это естественно происходитъ при параличѣ самого регуляторнаго центра (лихорадка, обильное кровопусканіе),— тотчасъ же исчезаетъ несоотвѣтствіе между измѣненіями артеріальнаго давленія и измѣненіями внутригрудного давленія (Léon Frédericq, 1882). Тогда получаются такія же условія, какъ у кролика: давленіе понижается во время вдыханія и повышается во время выдыханія (оно, однако, понижается въ концѣ выдыханія, если послѣднее продолжится настолько долго, что образуется пауза).

У кролика не наблюдаютъ ни слѣда такой дыхательной неравномѣрности въ сердечномъ ритмѣ. У человѣка ее находятъ, но въ несравненно менѣе выраженной степени, чѣмъ у собаки.

Е. Центръ сосудодвигательныхъ нервовъ представляетъ, какъ и умѣряющій центръ для сердечной дѣятельности, ритмъ изохронный съ ритмомъ дыхательныхъ центровъ. При каждомъ выдыханіи всѣ маленькіе сосуды суживаются, отчего кровяное давленіе стремится повыситься; при каждомъ вдыханіи они расширяются и давленіе понижается (устранить всѣ другія причины, могущія вліять измѣняющимъ образомъ на артеріальное давленіе: вскрыть широко грудную и брюшную полости и перерѣзать блуждающіе нервы).

Эти колебанія называются *периодами* или кривыми Traube - Hering'a. На кроликѣ ихъ не наблюдаютъ. Факторъ Е представляетъ отрицательную величину во время вдыханія, и дѣйствіе его составляетъ прибавку къ дѣйствію присасывательной силы грудной кѣтки (см. фиг. 115).



Фиг. 115.—Періоды Траубе--Геринга. Вліяніе дыхательныхъ движеній (пнеймографъ Knoll'a прикрѣпляютъ къ остатку грудной стѣнки) на кровяное давленіе у морфинизированной собаки, грудь и животъ которой широко вскрыты и оба блуждающіе нерва перерѣзаны. Искусственное дыханіе приостановлено. Дыхательныя движенія животнаго не оказываютъ большаго вліянія ни на сердце, ни на легкія. PC, давленіе въ каротидахъ; S, кривая, отмѣчаемая секундными часами; R кривая дыханія.

Въ итогѣ, вліянія, дѣйствующія у собаки во время вдыханія на кровяное давленіе, суть слѣдующія: 1,—А, уменьшеніе давленія вслѣдствіе присасывательной силы грудной кѣтки; 2,—В, а потомъ +В, уменьшеніе давленія, а затѣмъ увеличеніе, вслѣдствіе измѣненія условій грудного кровообращенія; 3,—С, увеличеніе давленія вслѣдствіе сдавленія брюшныхъ внутренностей диафрагмой; 4,—D, увеличеніе давленія вслѣдствіе ускоренія сердечныхъ сокращеній; 5,—Е, уменьшеніе давленія, заключающее причину въ самихъ сосудодвигателяхъ (кривыя Traube - Hering'a). Сумма этихъ факторовъ у собаки положительна и выражается повышеніемъ артеріальнаго давленія во время вдыханія: $-A + B + C + D - E = +S$.

ГЛАВА V.

ЖИВОТНАЯ ТЕПЛОТА ¹⁾.

Животныя холонокровныя и теплокровныя. У всѣхъ живыхъ существъ жизненныя явленія связаны съ химическими процессами, освобождающими теплоту. Поэтому слѣдуетъ ожидать (оставивъ въ сторонѣ исключительныя условія), что внутренняя температура должна быть постоянно выше, чѣмъ температура окружающей среды. Въ этомъ отношеніи между животными наблюдаются значительныя различія.

У животныхъ, называемыхъ *холонокровными* (всѣ безпозвоночныя, рыбы, гады и пресмыкающіяся), химическія реакціи, служащія источникомъ теплопроизводства, достигаютъ обыкновенно только слабой степени интенсивности (см. гл. Дыханіе, стр. 213 и 215). Поэтому ихъ собственная температура превосходитъ лишь на нѣсколько градусовъ или даже только десятыхъ градуса температуру окружающей среды ²⁾: соприкосновеніе съ ними производитъ на насъ ощущеніе холода. Сверхъ того ихъ собственная температура измѣняется во всякое время съ температурой окружающей среды, отсюда наименованіе ихъ *животными съ переменной температурой* (*poikilothermata*), которое далъ имъ Bergmann.

Летающія наѣкомыя являются, до нѣкоторой степени, исключеніемъ изъ этого правила. Химическіе процессы окисленія у нихъ чрезвычайно активны: дыханіе наѣкомыхъ, въ этомъ отношеніи, подобно дыханію млекопитающихъ. (Regnault и Reiset, Pott). Эти животныя производятъ, слѣдовательно, большое количество теплоты, но они быстро ее теряютъ, вслѣдствіе ихъ малаго роста и большой поверхности лучеиспусканія ихъ тѣла. Необходимо соединить ихъ въ большомъ числѣ, чтобы составить себѣ вѣрное понятіе о громадномъ количествѣ производимой ими теплоты. Не разъ замѣчали, что въ ульяхъ пчелъ температура превосходила $+40^{\circ}$, тогда какъ температура каждаго изъ этихъ наѣкомыхъ, взятаго отдѣльно и теряющаго черезъ лучеиспусканіе, мало отличается отъ температуры воздуха.

Удавъ (python) превращается въ извѣстной степени въ теплокровное животное въ теченіе періода насиживанія. Одинъ экземпляръ, свернувшійся на высиживаемыхъ имъ яицахъ, представлялъ температуру въ $+41,5^{\circ}$, тогда какъ температура воздуха равнялась всего $+22^{\circ}$. (Valenciennes).

¹⁾ Claude Bernard, *Leçons sur la chaleur animale*; Rosenthal, *Thierische Wärme*; Charles Richet, *Chaleur animale*, 1889.

²⁾ Gavarret, *De la chaleur produite par les êtres vivants*, 1855. p. 123.

У теплокровныхъ животныхъ, птицъ и млекопитающихъ, интенсивность химическихъ реакцій окисленія всегда значительна: поэтому ихъ температура замѣтно превышаетъ температуру той среды, въ которой они обыкновенно живутъ. У птицъ внутренняя температура превышаетъ $+40^{\circ}$, а у нѣкоторыхъ видовъ ихъ она достигаетъ даже $+43^{\circ}$. У млекопитающихъ, кромѣ человека, она равняется въ среднемъ $+39,5^{\circ}$. У человека температура превышаетъ немного $+37^{\circ}$.

Слѣдующая таблица, заимствованная у Charles Richet, указываетъ среднюю температуру (in recto) нѣкоторыхъ млекопитающихъ и птицъ.

Собака	$39,^{\circ}25$	Свинья (кровь)	$39,^{\circ}7$
Кроликъ	$39,^{\circ}50$	Лисица	$39,^{\circ}2$
Морская свинка	$39,^{\circ}20$	Обезьяна	$38,^{\circ}1$
Овца	$39,^{\circ}05$	Лапчатогогя пластинчатоклювыя	$42,^{\circ}2$
Лошадь	$39,^{\circ}00$	Куриныя и голубиныя	$42,^{\circ}5$
Быкъ	$39,^{\circ}70$	Другія птицы	$42,^{\circ}0$
Теленокъ	$39,^{\circ}50$		

Кромѣ того у теплокровныхъ животныхъ устанавливается замѣчательное равновѣсіе между расходомъ и приходомъ тепла, такъ что температура всегда остается постоянной у одного и того же вида, каковы бы ни были измѣненія вѣншей среды. Извѣстно, что температура полости рта у человека была принята Fahrenheit'омъ за постоянную точку (100°) при устройствѣ его термометра. Отсюда получилось названіе животныхъ съ постоянной температурой (*homiothermata*, Bergmann). Благодаря этому свойству, которое дѣлаетъ ихъ похожими на камеру съ опредѣленной регулируемой температурой, теплокровныя животныя искусственно создаютъ вокругъ своихъ органовъ температуру теплицы, какъ бы непрерывное лѣто, и пользуются почти неограниченной независимостью отъ термическихъ условій вѣншей среды.

Способность регулированія температуры представляется неодинаково совершенной у различныхъ видовъ животныхъ. У животныхъ, подверженныхъ зимней спячкѣ, сурка и бураго медвѣдя, эта способность проявляется только въ извѣстныхъ предѣлахъ и только въ теченіе теплаго времени; зимою такія животныя превращаются въ *animalia poikilothermata*: ихъ собственная температура понижается и подчиняется тогда колебаніямъ вѣншей температуры.

Такъ какъ у холоднокровныхъ животныхъ температура нервныхъ центровъ, мышцъ и проч. постоянно мѣняется вмѣстѣ съ температурой окружающаго воздуха или воды, то отправленіе этихъ органовъ всецѣло находится въ зависимости отъ вѣншняго тепла или холода. Зимой эти животныя оцѣпѣваютъ; они вполнѣ обладаютъ жизнью только въ теченіе теплаго времени. Напротивъ, животныя съ постоянной и высокой температурой обладаютъ во всякое время извѣстнымъ количествомъ энергіи и дѣятельности, которое обезпечиваетъ имъ первенство въ борьбѣ за существованіе.

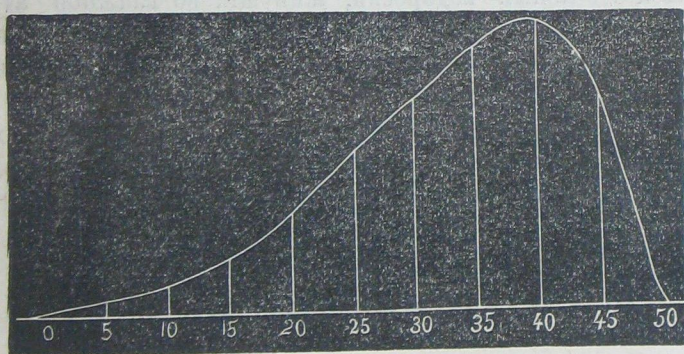
Вліяніе температуры.—Интензивность жизненныхъ явленій возрастаетъ и уменьшается съ температурой протоплазмы¹⁾, какъ это легко за-

¹⁾ Вліяніе, оказываемое теплотой на величину молекулярнаго обмѣна у живыхъ существъ, можетъ быть сопоставлено съ тѣмъ фактомъ, что и ходу химическихъ реакцій обыкновенно способствуетъ повышеніе температуры.

мѣтить, подвергая амебу или лейкоцитовъ то дѣйствию холода, то дѣйствию тепла. При 0° дѣятельность протоплазмы сводится почти къ нулю. Въ протоплазмѣ нельзя замѣтить никакихъ движеній.

Замораживаніе еще болѣе останавливаетъ всякое проявленіе жизни, но не влечетъ за собой непремѣнной смерти.

Если морозъ губитъ большое число растений и животныхъ, то это зависитъ, безъ сомнѣнія, во многихъ случаяхъ отъ механическихъ поврежденій, производимыхъ ледяными иглами, которыя образуются въ ихъ тканяхъ²⁾. Впрочемъ, существуютъ и такіе организмы, которые противостоятъ холоду и которые снова возвращаются къ жизни, когда ихъ оттаиваютъ (протоплазма многихъ клѣтокъ растений, амебы, жабы, гусеницы и т. д.). Мышцы лягушки, превращенныя въ ледяную массу отъ дѣйствія сильнаго холода, снова получаютъ способность сокращаться, какъ только онѣ оттаютъ. Куриныя яйца могутъ быть вполне заморожены, но все же не теряютъ свойства развиваться затѣмъ подъ вліяніемъ тепла. По изслѣдованіямъ Pictet и Yung'a, нѣкоторые микробы въ состояніи выдерживать холодъ въ -130° . Тѣмъ же свойствомъ отличается по Yung'у одно животное и съ относительно высокой организаціей, именно садовая улитка (*Helix pomatia*).



Фиг. 116. — Общая кривая, представляющая вліяніе тепла на двигательныя проявленія клѣтки. Цифры указываютъ температуру по столбическому термометру. Параллельныя ординаты своей относительной высотой выражаютъ двигательную дѣятельность клѣтокъ при различныхъ температурахъ. (по Charles Richet, *les Nerfs et les Muscles*).

По мѣрѣ повышенія температуры амебы или лейкоцита, можно видѣть, какъ пробуждается ихъ жизненная дѣятельность и ускоряется движеніе ихъ протоплазмы. Жизнедѣятельность ихъ быстро повышается, начиная отъ $+15^{\circ}$ до $+20^{\circ}$, и достигаетъ maximum'a между 35° и $+40^{\circ}$. Какъ только температура значительно превыситъ этотъ послѣдній предѣлъ $+40^{\circ}$, жизнь протоплазмы подвергается большой опасности, а температура отъ $+45^{\circ}$ до $+50^{\circ}$ считается смертельной для всякой живой ткани животного. Протоплазма лейкоцита втягиваетъ въ такомъ случаѣ обратно свои псевдоподіи, свертывается въ клубочекъ и остается неподвижной (тепловое ооченіе). Если температура не превышала $+40^{\circ}$ и не дѣйствовала слишкомъ долго, то эта

²⁾ Нѣкоторыя клѣтки теплокровныхъ животныхъ (дыхательныя центры), по-видимому, крайне чувствительны къ дѣйствию охлажденія, даже умѣреннаго. Онѣ перестаютъ функционировать, когда ихъ температура понижается до $+19^{\circ}$. (Хорватъ).

тепловая окоченѣлость можетъ пройти, когда температура понизится на нѣсколько градусовъ.

Кривая фиг. 116, представляющая по Charles Richet усиленіе и ослабленіе движеній протоплазмы въ зависимости отъ температурныхъ измѣненій, имѣетъ большое значеніе, потому что многія фізіологическія явленія отличаются аналогичной кривой.

Впрочемъ, верхній предѣлъ температуры, совмѣстной еще съ жизнью, варьируетъ отъ одной зоологической группы къ другой. Птицы умираютъ, когда ихъ внутренняя температура приближается къ $+50^{\circ}$; лягушка не выносить температуры выше $+35^{\circ}$; большинство морскихъ беспозвоночныхъ животныхъ умираетъ уже при $+30^{\circ}$; большая часть морскихъ рыбъ умираетъ при $+24^{\circ}$ (Charles Richet), а температура въ $+23^{\circ}$ является роковымъ предѣломъ для рѣчного рака.

Первы въ общемъ лучше выдерживаютъ повышеніе температуры, чѣмъ мышечная ткань. Достаточно погрузить мышцу лягушки въ воду, нагрѣтую отъ $+35^{\circ}$ до 40° , чтобы убить мышечныя волокна, тогда какъ заключенныя въ мышцѣ нервные волокна сохраняютъ еще свои фізіологическія свойства.

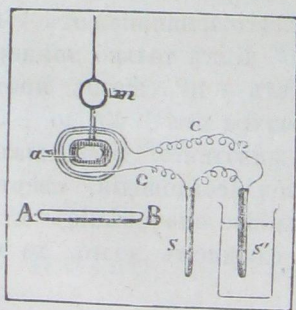
Протоплазма многихъ растений является гораздо менѣ чувствительной къ дѣйствію относительно высокихъ температуръ. Норре-Сейлер встрѣчалъ на островѣ Искіи зеленыя водоросли, живущія во влажной атмосферѣ, въ которой термометръ показывалъ $+64,07^{\circ}$. Для находящихся въ водѣ водорослей этотъ этотъ авторъ допускаетъ $+55^{\circ}$, какъ высшій предѣлъ совмѣстный еще съ жизнью.

Смерть подъ вліяніемъ теплоты зависитъ, вѣроятно, отъ химическихъ причинъ. Жизнь протоплазмы находится въ зависимости отъ дѣлости бѣловыхъ веществъ, а эти послѣднія свертываются при относительно не высокихъ температурахъ.

I. Термометрія.

Измѣреніе температуры.—Для измѣренія температуры человѣка и животныхъ употребляются слѣдующіе приборы.

1. Обыкновенный *термометръ* (Gallilei 1592-1597; Sanctorius 1626), ртутный или спиртовой, максимальный, метастатическій и др. Скала должна быть раздѣлена, по крайней мѣрѣ, на десятыя доли градуса. Термометръ можетъ служить у человѣка только для измѣренія температуръ поверхностныхъ.



Фиг. 117. — Схема термо-электрическаго прибора.— S, S' — термо-электрическія иглы; CC' проволоки соединяющія иглы со спиралью изъ толстой проволоки; a магнитъ тангенсъ-буссоли; m зеркало; AB вспомогательный магнитъ Н а й у.

частей тѣла (напр. подмышечная-ямка), а также легко доступныхъ полостей (ротъ, rectum, vagina), или температуры только что выпущенной мочи (Oertmann). Cl. Bernard, Colin, Heidenhain пользовались термометрами, въ формѣ

чрезвычайно тонкой и длинной трубки, для изслѣдованія у животныхъ температуры глубокихъ частей, именно температуры крови въ крупныхъ сосудахъ, въ полости сердца и въ печени.

Кронескер и Мейер (1878) устроили маленькіе *максимальные* термометры, заключенные въ очень маленькую металлическую капсулу и предназначенные для проглатыванія ихъ цѣликомъ животными, съ цѣлю опыта. Такіе термометры проходятъ черезъ весь пищеварительный каналъ и выходятъ вмѣстѣ съ экскрементами. Другіе, еще меньшіе термометры, вводятся въ сосуды и увлекаются затѣмъ болѣе или менѣе далеко кровью¹⁾.

2. *Термо-электрическій приборъ*, основанный на слѣдующемъ принципѣ: [если имѣютъ двѣ пары пластинокъ, устроенныхъ такъ, что каждая пара (S и S' на фиг. 117) состоитъ изъ двухъ разнородныхъ металловъ (напр. нейзильбера и желѣза), спаянныхъ другъ съ другомъ на одномъ концѣ, а затѣмъ соединить эти двѣ пары другъ съ другомъ и съ гальванометромъ такимъ образомъ, чтобы образовалась замкнутая цѣпь ($SS'CC'$ на фиг. 117), то въ этой цѣпи появляется всякій разъ электрическій токъ, какъ только одинъ изъ спаевъ получить температуру болѣе высокую или болѣе низкую, чѣмъ другой]. Для температуръ, незначительно отличающихся другъ отъ друга (каковы температуры сравниваемыхъ живыхъ тканей), электровозбудительная сила, а слѣдовательно и сила тока, будутъ пропорціональны разницѣ температуры обоихъ спаевъ SS' . Если одинъ изъ спаевъ S помѣстить въ воду извѣстной и постоянной температуры (напр. $+38^{\circ}$), то другой спай S' будетъ служить показателемъ температуры тѣхъ органовъ, съ которыми онъ будетъ приведенъ въ соприкосновеніе. Достаточно для этого измѣрить силу развивающагося при такихъ условіяхъ электрическаго тока. Этимъ спаямъ придаютъ тонкую нитевидную форму (иглы Dutrochet со спаемъ на концѣ, иглы Becquerel'a съ боковымъ спаемъ; термо-электрическіе зонды d'Arsonval'a), что позволяетъ вводить ихъ въ толщу мышцъ, печени, мозга и т. д. или въ полость сердца и большихъ сосудовъ, съ цѣлю изслѣдовать температуру этихъ органовъ.

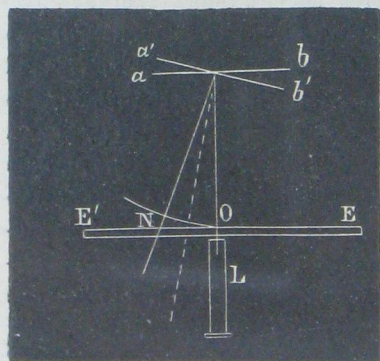
Сила тока, развивающагося въ цѣпи, измѣряется посредствомъ тангенсъ-буссоли (буссоль Wiedemann'a, видоизмѣненная du Bois-Reymond'омъ). Въ цѣпь термо-электрическихъ иглъ включаютъ спираль изъ толстой металлической проволоки; спираль укрѣпляютъ на буссоли въ сосѣдствѣ съ магнитомъ (магнитъ имѣетъ форму подвижнаго кольца a , подвѣшеннаго на шелковинкѣ, фиг. 117). Всякій разъ какъ токъ проходитъ черезъ спираль, магнитъ a отклоняется отъ положенія равновѣсія, занимаемаго имъ въ магнитномъ меридіанѣ. Сила тока (служащая мѣрой разницы температуры) пропорціональна тангенсу угла отклоненія φ , при условіи, что это отклоненіе будетъ очень малымъ. Магнитъ a соединенъ съ маленькимъ зеркаломъ m , точно слѣдующимъ за всѣми его движеніями. Зрительная

¹⁾ Такой термометръ состоитъ изъ грушевиднаго стекляннаго шарика съ узкимъ отверстіемъ на концѣ груши. Прежде употребленія въ дѣло онъ наполняется ртутью; когда онъ попадетъ въ тѣло животного и получить болѣе высокую температуру, часть ртути выльется изъ него. Чтобы узнать, какую максимальную температуру онъ имѣлъ при этомъ, его нагрѣваютъ, по извлеченіи изъ тѣла животного, въ водяной ваннѣ рядомъ съ нормальнымъ термометромъ: поднятіе ртути до уровня вытечнаго отверстія укажетъ температуру, которой онъ достигалъ въ тѣлѣ. Въ сущности это — вытечный термометръ Dulong'a и Petit.

труба L (фиг. 118), снабженная градуированной шкалой EE', дает возможность непосредственно отсчитывать, вследствие отражения въ зеркаль *m*, величину тангенса угла отклонения φ , или върѣе величину тангенса двойного угла 2φ ¹⁾. [При малыхъ углахъ отклонения магнита тангенсы двойныхъ угловъ могутъ быть, безъ чувствительной погрѣшности, приняты за пропорціональные тангенсамъ ординарныхъ угловъ].

Толстый намагниченный брусь АВ (неподвижный вспомогательный магнитъ На й у) помещенъ въ магнитномъ меридианѣ (южный полюсъ его направленъ къ сѣверу), съ цѣлью уменьшить вліяніе земного магнетизма на магнитъ *ab* и сдѣлать, слѣдовательно, этотъ магнитъ *астатическимъ* и болѣе чувствительнымъ къ дѣйствию электрическаго тока, проходящаго черезъ спираль. Сверхъ того магнитъ *ab* является *аперіодическимъ*: когда онъ отклоняется подѣ вліяніемъ электрическаго тока, проходящаго черезъ катушку, то онъ принимаетъ новое положеніе равновѣсія по первому разу, не производя предварительныхъ колебаній около этого положенія. Магнитъ *ab* подвѣшенъ на шелковинкѣ такъ, что онъ совершаетъ свои движенія въ узкой полости, образованной внутри кольцевидной мѣдной массы (не представленной на фиг. 117): при каждомъ движеніи магнита въ этой мѣдной массѣ развивается, вследствие индукціи, электрическій токъ, который, дѣйствуя въ свою очередь на *ab*, стремится остановить его движеніе. Это походитъ на то, какъ если бы магнитъ двигался въ какой нибудь вязкой средѣ: скорость движеній

1) Пусть *ab* (фиг. 118) будетъ такое положеніе зеркала, когда оба спая S и S' имѣютъ одну и ту же температуру въ $+38^\circ$. Градуированная шкала EE' помещена параллельно, а зрительная труба перпендикулярно къ зеркалу *ab*, такъ что средняя часть этой шкалы (обозначенная O), будучи отражена въ зеркаль *ab* изобразится въ фокусѣ зрительной трубы L и въ глазу наблюдателя. Помѣстимъ спай S' въ среду, температура которой на одинъ градусъ превышаетъ температуру спая S; въ спирали появится токъ извѣстной силы, пропорціональной разницѣ температуръ; токъ, который отклонитъ магнитъ такимъ образомъ, что зер-



Фиг. 118. — Схема, объясняющая способ отсчитыванія на разстояніи отклоненія магнита на тангенсъ-буссоли. Приборъ представленъ какъ бы видимымъ сверху.

NB.—На фиг. упущена буква *c*, которая должна обозначать точку перекреста линій *ab* и *a'b'*.

кало приметъ положеніе *a'b'*, составляющее съ прежнимъ его положеніемъ *ab* уголъ $\angle aca' = \varphi$. Теперь дѣленіе N градуированной шкалы, будучи отражено въ зеркаль *a'b'*, даетъ изображеніе въ фокусѣ трубы L. Какъ видно тотчасъ, уголъ $\angle NcO$, для котораго ON будетъ тангенсомъ, равняется двойному углу отклоненія $\angle aca'$. Разстояніе ON, отсчитываемое на шкалѣ при посредствѣ зрительной трубы, равно, слѣдовательно, тангенсу угла 2φ . Если величина ON соотвѣтствуетъ разницѣ температуры въ 1°C ., то каждая часть ON, соотвѣтствующая подраздѣленію на 50, 100, 1000 и т. д. частей, будетъ соотвѣтствовать разницѣ температуръ въ $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{1000}$ градуса.

его такимъ образомъ замедляется и будетъ недостаточной для того, чтобы заставить его перейти за предѣлы его новаго положенія равновѣсія. Присутствіе намагнитченной полосы АВ точно также способствуетъ аперіодичности магнита.

Примѣненіе термо-электрическаго способа имѣетъ двѣ слѣдующія значительныя выгоды: 1) быстрота показаній, 2) чувствительность, такъ сказать, безпредѣльная. *Helmholtz* могъ измѣрить разницу температуры въ $\frac{1}{4000}$ часть градуса.

Къ сожалѣнію, конструкція этого прибора сложна и способъ употребленія его довольно затруднителенъ, когда дѣло идетъ объ абсолютномъ опредѣленіи температуры. Сверхъ того термо-электрическія иглы только въ исключительныхъ случаяхъ могутъ быть введены въ органы человѣка (опыты *Besquere* l'я). Примѣненіе ихъ, требующее болѣе или менѣе тяжелыхъ насилій, ограничивается поэтому исключительно опытами на животныхъ.

Недавно стали употреблять въ физиологіи, для измѣренія температуры, *термометры съ сопротивленіемъ*, имѣющіе форму металлической рѣшетки, черезъ которую заставляютъ проходить электрическій токъ. Сопротивленіе такой металлической рѣшетки измѣняется въ зависимости отъ температуры (*Stewart* 1890).

Температурная топографія тѣла.—Внутренніе органы постоянно производятъ теплоту и однако температура тѣла остается всегда приблизительно одной и той же. Это обусловливается тѣмъ, что чрезъ поверхность тѣла, путемъ лучеиспусканія и соприкосновенія, происходитъ значительная потеря тепла. Внѣшняя среда, въ которой мы живемъ, имѣетъ температуру обыкновенно значительно ниже температуры нашего тѣла. Поверхностно лежащія части должны, слѣдовательно, охлаждаться, и охлаждаться тѣмъ значительнѣе, чѣмъ ниже будетъ внѣшняя температура. Такимъ образомъ температура кожи является менѣе высокой и очень измѣнчивой. *John Davy* нашелъ слѣдующія цифры для температуры кожи:

Подошва	32, ⁹ 26 С.	Подколѣнная ямка . . .	35, ⁰ 00 С.
Ахиллесово сухожиліе .	33, ⁸ 85 С.	Бедро	34, ⁴ 40 С.
Голень (спереди)	33, ⁰ 05 С.	Паховой сгибъ	35, ⁸ 80 С.
Икра	33, ⁸ 85 С.	Подложечная область .	34, ⁴ 40 С.

Напротивъ, внутренніе органы представляютъ приблизительно одну и ту же температуру, хотя производство тепла крайне неодинаково въ различныхъ тканяхъ; химическія реакціи, служащія основой теплопроизводства, совершаются главнымъ образомъ въ мышцахъ, железахъ и нервныхъ центрахъ. (См. физиологію мышцъ, пищеваренія и центральной нервной системы). Эти органы, будучи настоящими очагами тепла, въ то же время очень мало подвержены, вслѣдствіе ихъ глубокаго положенія, охлаждающимъ вліяніямъ. Кости, хрящи, связки, вообще соединительная ткань, производятъ очень мало тепла и нагрѣваются вслѣдствіе соприкосновенія съ кровью. Кровообращеніе равномерно распредѣляетъ между всѣми органами теплоту, произведенную въ нѣкоторыхъ изъ нихъ, и стремится выравнять температуру внутреннихъ органовъ.

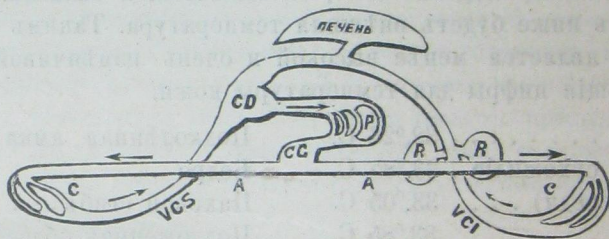
Средняя суточная температура въ прямой кишкѣ человѣка равняется 37,⁹13 (*Jäger* 1881), 37,⁹35 (*Wunderlich* 1866) или 37,⁸ (*Jürgensen* 1868). Средняя температура ротовой полости нѣсколько ниже, также какъ и температура мочи (на 0,²—0,³). Клинически температуру измѣряютъ по большей части въ подмышечной ямкѣ, которую до извѣстной степени можно разсматривать, какъ естественную полость тѣла (рука при этомъ тѣсно прижимается къ груди). Средняя температура равняется здѣсь, по *Davy* у, 36,⁹49;

по Liebermeister'y— $36,^{\circ}89$. По Wunderlich'y она колеблется от $36,^{\circ}5$ до $37^{\circ},25$ (Смотр. дальше суточную кривую температуры у человека).

Besquerel, Dutrochet, Cl. Bernard, Rosenthal, d' Arsonval и др. употребляли термо-электрические иглы и зонды для измерения температуръ глубокихъ частей у собаки, барана и др. Вотъ нѣкоторыя цифры.

Кровь праваго желудочка ¹⁾	$38,^{\circ}8$	Cl. Bernard.
„ лѣваго „ „ „ „	$38,^{\circ}6$	
„ аорты	$38,^{\circ}7$	Опыты на собакахъ.
„ печеночныхъ венъ	$39,^{\circ}7$	

Cl. Bernard и d' Arsonval ²⁾ произвели, при помощи термо-электрическихъ зондовъ, рядъ интересныхъ опредѣленій температуры крови въ большихъ сосудахъ у собаки. Одинъ изъ зондовъ (изъ мельхіора и желѣза, спаянныхъ между собой и покрытыхъ непроницаемымъ лакомъ) вдвигается черезъ *arteria cruralis* вплоть до аорты и закрѣпляется въ такомъ положеніи. Артеріальная кровь представляла тутъ среду съ постоянной температурой, служащей исходной точкой для сравненія температуръ, указываемыхъ другимъ зондомъ. Этотъ послѣдній, введенный черезъ *vena cruralis*, проталкивается постепенно впередъ, такъ чтобы концевой спай его прошелъ чрезъ *vena iliaca*, затѣмъ чрезъ все протяженіе *venae cavae inf.* и достигъ праваго предсердія. Въ нѣкоторыхъ опытахъ этотъ венозный зондъ проходилъ даже дальше праваго предсердія и проникалъ въ *vena cava sup.*, а отсюда въ *vena jugularis*. На фиг. 119 представлены графически результаты этихъ



Фиг. 119.—Графическое изображение температуры крови въ 6-ти сосудахъ собаки. Горизонтальный сосудъ AA представляетъ аорту, температура которой постоянна. Въ части, нарисованной сверху этой горизонтальной трубки (RR—почки; печень; CD—правое сердце; P—легкое), имѣютъ болѣе высокую температуру, чѣмъ аорта. Части, лежащія внизу отъ этой горизонтальной [VCS,—*vena cava superior*, VCI,—*vena cava inferior*], имѣютъ менѣе высокую температуру. CC, лѣвое сердце [по Cl. Bernard'y].

опытовъ. Большой горизонтальный сосудъ представляетъ аорту и отходящія отъ нея большіе сосуды, въ которыхъ температура не измѣняется въ зависимости отъ мѣста. Сосуды, гдѣ температура ниже, чѣмъ въ аортѣ, нарисованы внизу ея, тѣ же сосуды, гдѣ температура выше, изображены сверху ³⁾.

¹⁾ Malgaigne, Berger, Magendie, Cl. Bernard, G. v. Liebig, Fick и др. нашли, что кровь праваго сердца теплѣ крови лѣваго; по Colin'y, Jacobson'y, Körner'y и Heidenhain'y, болѣе высокую температуру представляетъ то правый желудочекъ, то лѣвый (но чаще послѣдній).

²⁾ Claude Bernard, *Leçons de physiologie opératoire*, 1880.

³⁾ Въ последнее время Savazani (1895) съ помощью очень чувствительныхъ термометровъ (показывавшихъ сотыя доли градуса) подтвердилъ указанія Cl. Bernard'a относительно печени. Температура ея постоянно выше на 2—6 десятыхъ градуса температуры артеріальной крови; это самый теплый органъ въ тѣлѣ. Въ исключительныхъ случаяхъ другіе органы (rectum, головной мозгъ) мо-

Измѣненія внутренней температуры подѣ влияніемъ холода.—Человѣкъ, хорошо одѣтый и имѣющій достаточное питаніе, вполне можетъ бороться съ холодомъ и зимой, и во время пребыванія въ полярныхъ странахъ. При такихъ условіяхъ не наблюдается ни малѣйшаго пониженія его внутренней температуры, въ сравненіи съ той, какая имѣется у человѣка въ умѣренномъ климатѣ. Слѣдующій опытъ показываетъ, какое большое противодѣйствіе охлажденію представляютъ глубокія части: *Vesquelet* и *Breschet*, измѣряя температуру центральной части двуглавой мышцы (посредствомъ термо-электрическихъ иголь) у человѣка, рука котораго въ теченіе цѣлаго часа была погружена въ воду со льдомъ, нашли, что охлажденіе, которому подверглась за это время мышечная ткань, соответствовало всего $0^{\circ},2\text{ C}$.

Но способность бороться противъ холода имѣетъ свои границы. Если потрузить кролика въ холодную воду, то можно постепенно понизить его температуру до $18^{\circ}-20^{\circ}$,—предѣлъ, за которымъ смерть является неизбѣжной. Сначала происходитъ остановка сердца, а вскорѣ за этимъ прекращается и дыханіе (*Ansiaux* 1889). Смерть, наступающая вслѣдъ за покрываніемъ поверхности кожи непроницаемой смазкой или лакомъ, зависитъ, вѣроятно, отъ интенсивнаго охлажденія, происходящаго при этихъ условіяхъ. (Смотр. стр. 203) ¹⁾

гуть быть теплѣе ея, но это наблюдается лишь при общемъ паденіи температуры и зависитъ отъ неодинаковой быстроты охлажденія сравниваемыхъ органовъ.

Тотъ же авторъ производилъ наблюденія и надъ удаленной изъ тѣла печенью, въ условіяхъ искусственнаго кровообращенія. Оттекавшая чрезъ вена сава кровь была всегда теплѣе крови, протекавшей по вена porta. Но если прогонять чрезъ печень физиологическій растворъ ($0,7\%$) поваренной соли, то развитія теплоты не наблюдается. Не наблюдается его также, когда печень подвергается дѣйствию хлораля; напротивъ нѣкоторые другіе яды (кокаинъ, опій, кураре) не парализовали теплообразовательной функціи печени.

Н. В.

¹⁾ Между тѣмъ какъ соприкосновеніе кожи съ сильно охлажденными металлами производятъ родъ ожога, только медленнѣе и злокачественнѣе протекающаго, не такъ дѣйствуетъ воздушная среда и при крайней степени охлажденія.

R. Pictet (1893) помѣщала собаку въ воздушное пространство, охлажденное до -92° . Были приняты мѣры противъ соприкосновенія животнаго съ металлами. Тотчасъ же ускоряются дыханіе и пульсъ. Температура повышается на $\frac{1}{2}^{\circ}$, появляется сильный аппетитъ, хотя животное было хорошо накормлено. Чрезъ 40 мин. внутренняя температура колеблется около 37° , хотя ноги уже очень холодны. Чрезъ 1 ч. 40 мин. температура падаетъ на $\frac{1}{2}^{\circ}$. Чрезъ 2 ч. быстрое паденіе температуры, и скоро наступаетъ смѣръть.

Авторъ помѣщала свою руку въ ящикъ съ температурой -105° : совершенно своеобразное ощущеніе, покраснѣніе, боль.

Рыбы замораживались цѣликомъ до -15° , лягушки до -28° , многоножки до -50° , улитки до -120° и бактеріи до -200° ; медленное оттаиваніе возвращало ихъ къ жизни.

Яйца птицъ не теряютъ способности къ высживанію только при охлажденіи до -1° ; яйца лягушки развивались еще и послѣ охлажденія до -60° .

Доказано, что начавшееся уже развитіе куриного яйца можно остановить на время безъ всякаго вреда постепеннымъ пониженіемъ температуры, напр. до $+25^{\circ}$, или даже до $+5^{\circ}$. Особенно это относится къ первымъ 36 часамъ развитія; потому способность развивающагося яйца переносить остановку въ развитіи значительно убываетъ (*Kästner*).

Н. В.

Дѣйствіе вѣншнаго тепла.—Лѣтніе жары, пребываніе въ жаркихъ странахъ очень незначительно могутъ повышать внутреннюю температуру человѣка (Davy 1850). Когда эта послѣдняя повысится на нѣсколько десятыхъ градуса или до одного градуса выше обычной нормальной, то значительно увеличивается потеря тепла черезъ лучеиспусканіе и въ особенности черезъ испареніе воды съ поверхности кожи и легкихъ; въ результатъ очень скоро устанавливается новое состояніе равновѣсія внутренней температуры тѣла и эта послѣдняя не будетъ уже болѣе повышаться. Человѣкъ способенъ выдерживать, въ теченіе многихъ часовъ, вѣншнюю температуру, на нѣсколько градусовъ превышающую его собственную температуру: Blagden пробылъ въ теченіи 8 и 15 минутъ въ камерѣ съ сухимъ воздухомъ, нагрѣтой въ одномъ случаѣ до $+127^{\circ}$, а въ другомъ до $+111^{\circ}$, и внутренняя температура его не повысилась замѣтнымъ образомъ. Испареніе съ поверхности кожи и легкихъ является въ такомъ случаѣ главнымъ средствомъ, которое организмъ пускаетъ въ ходъ для борьбы съ высокими температурами. Если препятствовать такому испаренію (влажная баня), то внутренняя температура быстро поднимется. Находили температуру, превышающую $+40^{\circ}$ и даже $+41^{\circ}$ послѣ паровой ванны (Jürgensen и Bartels).

Повышеніе внутренней температуры на $5-6^{\circ}$ считается смертельнымъ для вѣхъ теплокровныхъ животныхъ. Человѣкъ и млекопитающіе умираютъ, когда ихъ температура переходитъ за $44^{\circ}-45^{\circ}$ (опыты на животныхъ, помѣщенныхъ въ нагрѣтыя бани; смерть отъ солнечнаго удара жнецовъ или солдатъ во время похода); птицы, нормальная температура которыхъ равняется уже $41^{\circ}-43^{\circ}$, умираютъ, когда температура ихъ достигаетъ приблизительно $+48^{\circ}$. Жаръ дѣйствуетъ парализующимъ образомъ на мышцы, въ особенности на сердечную мышцу (Claude Bernard)¹⁾.

Если искусственное повышеніе температуры не доводить до степени, сопровождающейся смертельнымъ исходомъ, то наблюдается жировое перерожденіе сердца, печени, почекъ и мышцъ (Litten).

Мышечная работа.—Мышцы производятъ замѣтное количество теплоты даже тогда, когда онѣ находятся въ покое.

Процессы внутритканевого горѣнія происходятъ въ нихъ очень дѣятельно. Въ этомъ отношеніи существуетъ большая разница между мышцей въ покое и парализованной мышцей, нервъ которой перерѣзанъ (Cl. Bernard): вторая поглощаетъ гораздо меньше кислорода и производитъ меньше теплоты, чѣмъ первая. Но въ особенности большое количество теплоты мышцы производятъ во время сокращенія. Всякій энергичный мышечный трудъ, даже въ теченіе короткаго времени, повышаетъ внутреннюю температуру на нѣсколько десятыхъ градуса (Davy). Это повышеніе можетъ достигать 1° , иногда даже 2° .

Значительное повышеніе внутренней температуры при заболѣваніи тетанусомъ (доходящее, по Wunderlich'у, до $+44^{\circ},75$) должно, вѣроятно, стоять въ зави-

¹⁾ Richet (1894) сопоставилъ указанія изъ литературы, что бываютъ случаи переживанія людьми $45-46^{\circ}$ внутренней температуры.

Интересно, что у животныхъ постепеннымъ дѣйствіемъ высокихъ температуръ можно вызвать нѣкоторое приспособленіе къ перенесенію и необыкновенныхъ градусовъ теплоты. Если держать только-что образующихся головастиковъ лягушки въ теченіи 4 недѣль при 25° , то тепловое ооченіе у нихъ наступаетъ лишь при $43^{\circ},5$ (обыкновенно при $40^{\circ},3$). Devenport и Castle (1895).

симости отъ мышечныхъ сокращеній, характеризующихъ это болѣзненное состояніе. Leyden и Charles Richet удачно воспроизвели у собаки аналогичныя повышенія внутренней температуры ($45^{\circ},7$, Charles Richet), вызывая посредствомъ электрическаго раздраженія мозга общія мышечныя сокращенія.

Питаніе.—Во время пищеваренія печень и другія пищеварительныя железы являются мѣстомъ энергичнаго теплообразованія. Cl. Bernard, измѣряя температуру крови въ сосудахъ печени у собаки натошакъ и во время работы пищеварительнаго аппарата, нашелъ слѣдующія цифры: кровь въ печеночныхъ венахъ у собаки, голодавшей въ теченіе 4-хъ дней, имѣла температуру $+38^{\circ},4$; въ началѣ пищеваренія $+39^{\circ},5$; при полномъ ходѣ пищеваренія $+41^{\circ},3$. (Смѣтр Дыханіе, стр. 213).

Натошакъ температура непрерывно понижается. При смерти отъ истощенія она можетъ понизиться до $25^{\circ}-30^{\circ}$ (Bidder и Schmidt, Chossat).

Умственная дѣятельность.—Умственная работа повышаетъ мѣстную температуру мозга (Schiff, Lombard) и можетъ вліять подобнымъ же образомъ на общую температуру тѣла (Davy, Speck, Rumpf, Gley).

Лихорадка. Яды.—Лихорадка есть болѣзненное состояніе, характеризующееся по большей части увеличеніемъ теплопроизводства и нарушеніемъ регулированія температуры, такъ что послѣдняя всегда превосходитъ нормы ¹⁾. Температура въ $+40^{\circ}$ означаетъ уже сильную лихорадку. Жизнь больного находится въ опасности, когда внутренняя температура стоитъ выше $44^{\circ}-42^{\circ}$ въ теченіе нѣсколькихъ дней.

Алкоголь, анестезирующія средства, никотинъ, дигиталинъ, кураре производятъ пониженіе внутренней температуры.

Кураре и анестезирующія вещества дѣйствуютъ безъ сомнѣнія, уменьшая теплопроизводство; алкоголь не уменьшаетъ производства тепла (Henrijean), но увеличиваетъ потерю его, ускоряя кровообращеніе въ кожѣ (Bouvier, Godfrin, Rosenthal и др.). Несомнѣнно, что никотинъ дѣйствуетъ подобнымъ же образомъ (Чешихинъ, 1866).

Стрихнинъ и кокаинъ (вещества, вызывающія судороги) повышаютъ внутреннюю температуру.

Возрастъ, полъ, раса.—Въ моментъ рожденія температура ребенка ($+37^{\circ},8$) превышаетъ на $0^{\circ},3$ температуру влагалища матери (Roger, Andral). Новорожденный быстро затѣмъ охлаждается (приблизительно на $0^{\circ},9$; его температура снова возвращается къ нормѣ только черезъ нѣсколько часовъ ($+37^{\circ},45$ по v. Bärensprung'у, 1851). У дѣтей температура выше (на нѣсколько десятыхъ градуса) и болѣе измѣнчива, чѣмъ у взрослыхъ. Пониженіе температуры достигаетъ приблизительно до $0^{\circ},2$ къ періоду половой зрѣлости и такое же паденіе, на $0^{\circ},2$ завершается къ пятидесятому году жизни. Начиная съ шестидесяти лѣтъ, температура слегка повышается. Повышеніе у стариковъ внутренней температуры зависитъ, безъ сомнѣнія, отъ уменьшенія потерь тепла вслѣдствіе ограниченія кожного кровообращенія. Подмышечная температура часто оказывается у стариковъ очень низкой, хотя внутренняя температура *in recto* оказывается нормальной (Charcot 1869).

Полъ, повидимому, не имѣетъ вліянія на внутреннюю температуру. Однако было замѣчено незначительное повышеніе температуры ($0^{\circ},3$) у женщинъ во вре-

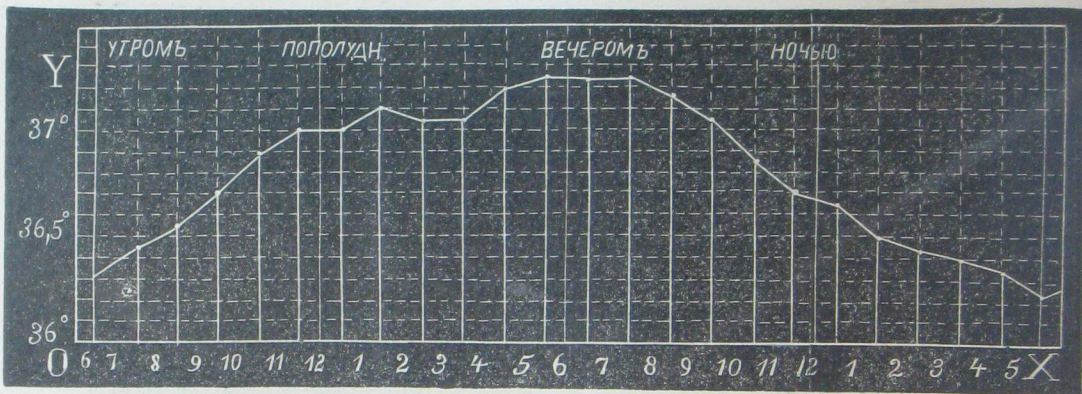
¹⁾ Dittmar Finckler, Pflüger's Archiv, XXIX, стр. 98. Lilienfeld, Archiv. f. Physiologie, 1882, стр. 115.

мя періода менструації (Wunderlich) или передь менструаціей (Riehl 1885). Повышеніе температуры, наблюдаемое во время родовъ, зависитъ отъ мышечныхъ сокращеній матки и другихъ мышцъ). Послѣ родовъ, если не произошло инфекции, температура не повышается.

Вліяніе расы также незначительно. Въ общемъ оно маскируется вліяніемъ климата. Однако, по Jousset, европеецъ, акклиматизировавшійся въ жаркихъ странахъ, имѣетъ температуру нѣсколько ниже ($37^{\circ},5-37^{\circ},7$), чѣмъ негритянская, а въ особенности азиатская раса ($37^{\circ},7-37^{\circ},8$).

Послѣ смерти температура тѣла постепенно понижается, пока не сравняется съ температурой окружающей среды. Однако иногда наблюдается, непосредственно послѣ смерти, кратковременное повышеніе внутренней температуры. Это приписывается отчасти образованію тепла вслѣдствіе трупнаго ооченія, отчасти прекращенію потерь тепла (остановки кровообращенія), тогда какъ экзотермическія реакціи еще продолжаютъ въ тѣлѣ нѣкоторое время послѣ смерти (Heidenhain).

Суточные колебанія.—По Davy (1844)¹⁾, Jürgensen'у (1873), Wunderlich'у и др., внутренняя температура человѣка представляетъ весьма характерную суточную періодичность. (Смотр. фиг. 120). Въ теченіе всего утр



Фиг. 120. — Кривая, изображающая суточные колебанія подмышечной температуры человѣка.

температура быстро повышается вплоть до $10\frac{1}{2}$ —1 ч. дня, затѣмъ она на нѣкоторое время остается постоянной, слегка повышаясь и понижаясь. Вслѣдъ затѣмъ она начинаетъ медленно повышаться вплоть до 4—6 часовъ вечера. Въ это время она достигаетъ своего maximum'a, на которомъ и удерживается въ продолженіи 2—3 часовъ. Вечеромъ температура начинаетъ падать, и такое паденіе продолжается вплоть до утра. Разница между ночнымъ minimum'омъ и вечернимъ maximum'омъ можетъ быть болѣе одного градуса.

Пищеварительная, мышечная и умственная дѣятельность днемъ, чередуясь съ неприятіемъ пищи, съ отдыхомъ и сномъ ночью, объясняетъ до нѣкоторой сте-

¹⁾ Davy, *Philosophical transactions*, 1844. Wunderlich, *Eigenwärme*. По Jürgensen'у (*Die Körperwärme des gesunden Menschen*, Leipzig, 1873), средняя температура тѣла за періодъ въ 24 часа является у взрослого человѣка постоянной и типической величиной ($+37^{\circ},2$). Это постоянство средней суточной температуры можетъ зависеть только оттого, что каждое случайное повышеніе температуры сопровождается самопроизвольно компенсирующимъ паденіемъ ея. Точно также всякое искусственное пониженіе температуры влечетъ за собой послѣдовательное согрѣваніе.

пени эту периодичность. Однако покой въ постели безъ принятія пищи, уменьшая вообще колебанія кривой нормальной суточной температуры, не уничтожаетъ ихъ вполне. Быть можетъ организмъ сохраняетъ въ такомъ случаѣ эту ритмичность въ силу привычки. У рабочихъ, которымъ приходится работать по большей части ночью, суточная кривая внутренней температуры будетъ совершенно иная, согласно изслѣдованіямъ Krüger'a и Дебчинскаго. Maximum температуры наблюдается утромъ и minimum—вечеромъ.

II. Калориметрія. ¹⁾

Методы прямого опредѣленія. Калориметры.—Первые калориметрическія изслѣдованія произведены Crawford'омъ (1779), Lavoisier и Laplace'омъ (1780) при помощи ледяного калориметра: морская свинка въ опытѣ, длившемся 10 часовъ, выдѣлила количество теплоты, достаточное для растаянія 13 унцій льда.

Калориметры Lavoisier, Crawford'a, Dulong'a, Despretz, Senator'a и др. представляютъ изъ себя очень сложные и недостаточно точные аппараты; годны они для опытовъ только съ маленькими животными. Вотъ почему до послѣднихъ лѣтъ методы прямыхъ калориметрическихъ опредѣленій были почти совершенно заброшены физиологами.

Только нѣсколько лѣтъ тому назадъ d'Arsonval построилъ значительно усовершенствованные калориметрическіе аппараты, въ которыхъ количества теплоты поглощаемой калориметромъ записываются автоматически. ²⁾

Тотъ же физиологъ построилъ и болѣе простые аппараты, *воздушные калориметры*. На фиг. 121 представленъ одинъ изъ нихъ, пригодный для изслѣдованій на кроликѣ.

Калориметрическій пріемникъ (камера А на фиг. 121) имѣетъ форму цилиндрическаго металлическаго ящика съ двойными стѣнками, ограничивающими два пространства: первое, составляющее внутренность калориметра, куда помещаютъ животное, на которомъ желаютъ опредѣлить интенсивность теплообразованія; второе, кольцообразное, заключающееся между обѣими стѣнками, герметически замкнутое и содержащее воздухъ.

Обѣ части кольцообразнаго пространства (вторая отъ крышки пріемника) соединены трубкой Т съ манометромъ М, столбикъ котораго имѣетъ задачей показывать температуру пространства А. При каждомъ повышеніи температуры на 1°C. манометрической столбикъ поднимается на 5 сантиметровъ (петрорейный манометръ).

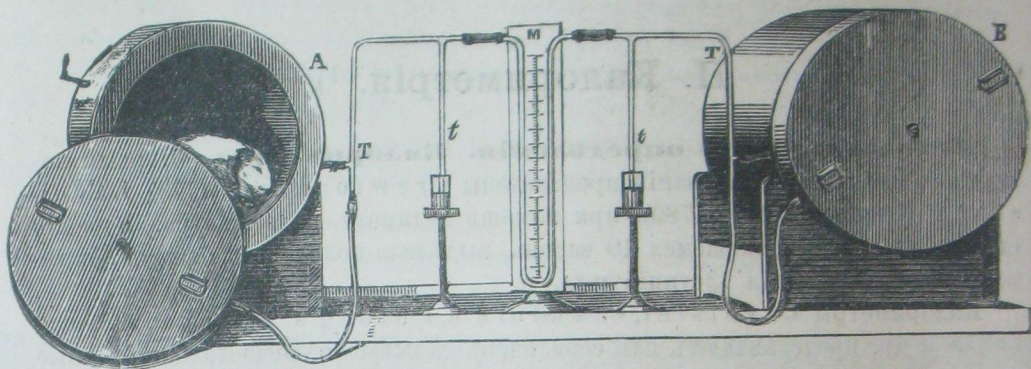
Если бы для измѣренія степени нагрѣванія А, замѣчаетъ d'Arsonval, пользовались манометромъ, другое кольцо котораго открыто, то необходимо

¹⁾ Калориметрическія измѣренія Leyden'a и Winternitz'a относились только къ теплотѣ, выдѣляемой въ данный промежутокъ времени одной какой-либо частью тѣла, напр. ногой и даже еще меньшей поверхностью. Изслѣдованія Scharling'a, Vogel'a, Hign'a произведены съ несовершенными приборами. Scharling опредѣлилъ количество теплоты, выдѣляемое взрослымъ человекомъ, въ 132, Vogel въ 100 калорій въ часъ, что дастъ въ 24 часа 3168 2400 калорій.

²⁾ Journal de l'Anat. et de la Physiol 1886 стр. 113.

было бы тщательно слѣдить за барометрическими и термометрическими колебаніями въ окружающей средѣ все время опыта. Чтобы сразу исключить объ эти поправки, вторую вѣтвь манометра соединяють со вторымъ приемникомъ В, совершенно сходнымъ съ первымъ А.

При такомъ приспособленіи манометръ будетъ постоянно показывать разницу температуръ калориметра и окружающей среды, т. е. именно то, что подлежитъ измѣренію.



Фиг. 121. Воздушный калориметръ—компенсаторъ d'Arsonval'я, слегка видоизмѣненный. А, калориметръ открытъ; В, калориметръ-компенсаторъ закрытъ; D, термометръ, показывающій температуру калориметрическаго пространства; t, трубочки, погруженныя въ стаканчики со ртутью; Т, трубки, соединяющія манометръ М съ кольцевымъ пространствомъ самого калориметра и его крышки.

Дѣйствительно, помѣстимъ источникъ тепла, напр. кролика, въ аппаратъ и подождемъ, когда установится новое равновѣсіе температуръ,—манометрическій столбикъ не будетъ болѣе повышаться. Теперь аппаратъ теряетъ путемъ лученспусканія во внѣшнюю атмосферу столько тепла, сколько онъ получаетъ отъ кролика. По закону Ньютона количество тепла, теряемого лученспусканіемъ (или вырабатываемого кроликомъ, какъ въ нашемъ случаѣ) въ извѣстный промежутокъ времени, пропорціонально разности температуръ объекта и окружающей среды (для разностей не превышающихъ 30°). Высота, на которой останавливается столбикъ манометра, пропорціональна этой разности температуръ и, слѣдовательно, пропорціональна также силѣ теплообразовательнаго источника, помѣщеннаго въ калориметръ. Для того, чтобы аппаратъ этотъ могъ функционировать вполне, какъ калориметръ, т. е. давать показанія, выраженные въ калоріяхъ, его необходимо предварительно градуировать. Такая эмпирическая градуировка совершается очень просто: въ аппаратъ помѣщаютъ какой-либо постоянный источникъ тепла извѣстной силы (напр. платиновую проволоку, накаливаемую электрическимъ токомъ) и ждутъ, пока манометрическій столбикъ остановится на неизмѣнномъ уровнѣ, который и отмѣчается. Такая градуировка производится одинъ разъ на всегда, и потомъ простой отчетъ по манометру непосредственно дастъ цифру теплоты, вырабатываемой животнымъ.

Одновременно съ d'Arsonval'емъ Ch. Richet¹⁾ описалъ тоже очень близкій къ этому воздушный калориметръ. Калориметры Rosenthal'я и Rubner'а точно также мало отличаются отъ описаннаго d'Arsonval'емъ²⁾.

¹⁾ d'Arsonval, *Travaux du labor. de Marey*; IV, и C. R. Soc. Biologie 1884; Ch. Richet, *Arch. de Physiologie* 1885, V и 1886, VI.

²⁾ Цыбульскій (1894) предложилъ микрокалориметръ, съ помощью котораго можно опредѣлять миллионныя доли тепловой единицы. Приборъ былъ при-

Методы непрямого опредѣленія.—Вмѣсто прямого опредѣленія количества вырабатываемой теплокровнымъ животнымъ теплоты, эту величину можно вычислить по количеству сгорѣвшихъ въ организмѣ пищевыхъ веществъ. Въ основаніе нашего вычисленія примемъ нормальную пищевую порцію человѣка по Ранке, что составитъ для однихъ сутокъ: 100 грамм. бѣлковъ, 100 грамм. жира и 240 грамм. крахмала. Предположимъ, что жиръ и крахмаль сгораютъ совершенно до образованія CO_2 и H_2O , а бѣлокъ, сгорая, образуетъ въ количествѣ $\frac{1}{3}$ своего вѣса мочевины. Frankland нашелъ при сжиганіи веществъ въ кислородѣ слѣдующія количества получающихся тепловыхъ единицъ:

для 1 килограмм. жира	9069 калорій
„ 1 „ крахмала	3936 „
„ 1 „ бѣлковъ	4998 „
„ 1 „ мочевины	2206 „

Бѣлокъ, сгорающій до мочевины, долженъ дать $4998 - \frac{2201}{3} = 4263$ калорій¹⁾. Слѣдовательно:

100 грамм. бѣлка дадутъ	426,300 калорій.
100 грамм. жира „	906,900 „
240 грамм. крахмала „	944,640 „
Всего	<hr/> 2272,040 „

Цифра 2272 калорій (большихъ) соотвѣтствуетъ работѣ приблизительно въ 1 миллионъ килограммометровъ.

Эти 2272 калорій представляютъ валовую цифру образованія тепла въ нашемъ тѣлѣ. Не должно забывать, что значительная часть пищи въ моментъ введенія ея въ тѣло имѣетъ низкую температуру, также какъ и весь вдыхаемый воздухъ. Часть вырабатываемого тепла идетъ, стало быть, на нагреваніе пищи и вдыхаемаго воздуха, другая часть поглощается при испареніи воды съ поверхности кожи и легкихъ. Наконецъ, если тѣло производить какую-либо внѣшнюю работу, то послѣдняя также поглощаетъ извѣстную часть теплоты. Теплота, оставшаяся неизрасходованною на вышеприведенныя нужды, идетъ на согрѣваніе организма; а такъ какъ температура тѣла остается постоянной, то тѣло и должно терять ее чрезъ лученіе и испусканіе

мѣненъ для опредѣленія количества тепла, развивающагося въ сокращающейся икроножной мышцѣ лягушки.

Н. В.

¹⁾ Всѣ числа калорій, найденныя Frankland'омъ, оказываются очень низкими по v. Rechenberg'у (1879—1880) и Данилевскому (1881). Вотъ нѣкоторыя изъ цифръ Данилевскаго: бѣлокъ (5700 до 6000, жиръ 9462 до 10039, крахмаль 4470, мочевины 2500. Число калорій при сжиганіи пептона (4900) значительно меньше (на 16 до 18%), чѣмъ при сжиганіи бѣлка 5700—6000).

[Для приблизительныхъ валовыхъ разцѣнокъ количества тепла, образующагося въ организмѣ на счетъ главныхъ составныхъ частей пищи, удобны круглыя цифры Rubner'а.

1 гр. бѣлка, окисляясь въ тѣлѣ (до мочевины), даетъ	4100 калорій.
1 „ жира „ „ „ „ „ „	9300 „
1 „ углеводовъ „ „ „ „ „ „	4100 „

Н. В.]

или теплопроводность. Последнюю только часть мы и можем измѣрять въ калориметрѣ.

Взрослый человекъ производитъ 2272 калоріи въ сутки, т. е. немного меньше 100 калорій въ часъ, или количество теплоты достаточное для того, чтобы въ $\frac{1}{2}$ часа согрѣть собственное тѣло на 1° C.¹⁾ Если бы эта теплота все накоплялась въ тѣлѣ, то черезъ $1\frac{1}{2}$ сутокъ температура его поднялась бы до точки кипѣнія воды. А такъ какъ температура тѣла остается всегда постоянною, то ясно, что организмъ точно столько теряетъ теплоты, сколько и производитъ ея.

Helmholtz слѣдующимъ образомъ распредѣляетъ потери теплоты:

2,6% виробляемого тепла йдуть на согрівання води і їжі.

2,6%	"	"	"	"	"	ВДЫХАЕМОГО ВОЗДУХА.
------	---	---	---	---	---	---------------------

14,7% „ „ поглощаются испареніемъ воды съ поверхности легкихъ.

80,1% " " теряются кожей чрез лучеиспускание, теплопроводность и испарение воды.

Всѣ эти цифры относятся къ взрослому человѣку, у котораго установилось уже состояніе равновѣсія въ питаніи: расходъ пищевыхъ матеріаловъ точно покрывается приходомъ. У организма, находящагося въ періодѣ роста, вѣсъ тѣла можетъ увеличиваться во время опыта, химическій составъ можетъ также измѣняться: поэтому и нельзя было бы точно вычислить количества теплоты, образующейся здѣсь, исходя изъ числа калорій, доставляемыхъ сгораніемъ принятой пищи, или изъ количества кислорода и CO_2 , участвующихъ въ дыханіи.

Развивающееся куриное яйцо поглощает кислородъ и производит CO_2 , правда, въ незначительныхъ количествахъ (Schwahn); однако по новѣйшимъ калориметрическимъ изслѣдованіямъ въ періодъ насиживания существуетъ поглощеніе тепла, а вовсе не выдѣленіе его (Moitessier, d'Arsonval). Стало бытъ развитіе зародыша сопровождается химическими реакціями, по большей части эндотермическими, т. е. поглощающими тепло.

Образованіе тепла.—Количество вырабатываемой теплословнымъ животнымъ теплоты колеблется въ широкихъ предѣлахъ, смотря по виду животнаго, его возрасту, росту и полу. Въ общемъ количество тепла, отдаваемого калориметру, пропорціонально величинѣ кожной поверхности животнаго (Senator, Rubner, Ch. Richet и др.). Если принять во вниманіе разницу въ вѣсѣ, то маленькія животныя производятъ больше тепла, чѣмъ большія. Вотъ нѣсколько цифръ, указывающихъ количество калорій, вырабатываемыхъ въ килограммо-часъ:

Воробьи 36 калорій Ch. Richet.

Морскія свинки (150

грамм. в % су) . . . 12,5 „ „ „

Голуби (300 грамм).	10,5	»	»	»
---------------------	------	---	---	---

Морская свинка . . . 6—9 , d'Arsonval, Ansiaux.

Кроликъ (300 грамм.) 8 * Ch. Richet.

Кошка	7,6	*	d'Arsonval.
-----------------	-----	-------------	-------------

Молодая собака . . . 6,44 » Dulong, Helmholtz.

¹⁾ Удельная теплота большей части тканей тела ниже, чем воды (R o s e n t h a l). Вот несколько цифр: удельн. теплота крови—1,20; молока—0,992; мышц—0,741; жира—0,712; кости—0,71 до 0,3.

Голубь	6	»	G. Corin и A. van Beneden.
Взрослый кролик	4	»	Ch. Richet, L. Fredericq.
Ребенокъ (7 килогр.)	4	»	Ch. Richet, Langlois.
Собака (3 килогр.)	3,7	»	Rubner.
Собака (6,5 килогр.)	2,8	»	Rubner.
Взрослая собака (6,5 килогр.)	2,5	»	Senator.
Человѣкъ	1,5—2	»	вычислено нѣсколькими авторами.
(1 калорія=количеству теплоты, которое необходимо для повышенія на 1° С. температуры 1 килограмма воды (при +4°).			

Работа пищеваренія, мышечная работа, состояніе бодрствованія, дѣйствіе холода на кожу, повышеніе внутренней температуры, горячія или очень холодныя ванны и т. д., словомъ различныя вліянія, усиливающія потребленіе кислорода, въ то же самое время дѣйствуютъ повышающимъ образомъ и на теплообразование¹⁾. Стало уже ходячей истиной, что единственный источникъ животной теплоты заключается въ химическихъ процессахъ, происходящихъ въ нашемъ тѣлѣ.

Теплота и работа.—Когда наше тѣло производитъ какую-нибудь внѣшнюю механическую работу, то энергія, представляемая этой работой, беретъ свое начало въ энергіи (выражаемой въ калоріяхъ) сгоранія извѣстныхъ веществъ въ нашемъ тѣлѣ. Опыты Zuntz'a, Lehmann'a и Hagemann'a, произведенные надъ лошадью, и опыты Katzenstein'a, Gärtner'a и др., сдѣланные на человѣкѣ, показали, что живой двигатель утилизируетъ до 35% энергіи сгорающихъ въ организмѣ пищевыхъ веществъ, проявляя таковую часть въ видѣ внѣшней работы. Это отношеніе—35% во много разъ выше отношенія полезнаго дѣйствія лучшихъ паровыхъ машинъ. Въ паровыхъ машинахъ едва $\frac{1}{8}$ часть тепла, отдаваемого водѣ пароваго котла, можетъ быть теоретически превращена во внѣшнюю механическую работу, на практикѣ же едва только $\frac{1}{12}$ часть утилизируется въ видѣ внѣшней работы (при самыхъ благопріятныхъ условіяхъ).

Не слѣдуетъ однако разсматривать какъ бесполезный отбросъ ту теплоту, которая образуется при мышечныхъ сокращеніяхъ у теплокровныхъ животныхъ, ибо она играетъ тоже свою полезную роль въ организмѣ. Только благодаря высокой и постоянной температурѣ тѣла наши нервныя центры, нервы и мышцы сохраняютъ извѣстную живость своихъ функцій.

III. Регулированіе температуры.

Изучимъ теперь тѣ средства, которыми располагаетъ организмъ теплокровныхъ животныхъ для поддержанія постоянства внутренней температуры вопреки внѣшнимъ или внутреннимъ причинамъ охлажденія и нагрѣванія. Нормальной и пріятной считаемъ мы температуру между +15° и +20°, предполагая человѣка одѣтымъ, животное покрытымъ его природнымъ мѣхомъ.

¹⁾ По опытамъ Лихачева (1893) на человѣкѣ съ калориметромъ Пашутина образование тепла и отдача его измѣняются при суточныхъ колебаніяхъ не вполне параллельно другъ съ другомъ. Состояніе бодрствованія имѣетъ болѣе рѣшающее, а принятіе пищи менѣе сильное вліяніе, чѣмъ это указано въ текстѣ (срав. стр. 249 и 213).

При такой степени вѣшняго тепла аппараты, регулирующіе температуру животнаго, не имѣютъ необходимости функционировать, ибо организмъ тогда теряетъ какъ разъ столько теплоты, сколько вырабатываетъ ея. Но какъ только вѣшняя температура замѣтно повышается, или понижается, дѣло тотчасъ становится инымъ: постоянству внутренней температуры угрожала бы опасность, если бы регуляторные аппараты не приходили въ дѣйствіе въ смыслѣ, обратномъ причинанъ, ведущимъ къ повышенію или пониженію температуры тѣла.

Сознательная борьба противъ холода.—Когда вѣшняя температура значительно понижается, какъ то бываетъ зимой въ нашихъ широтахъ и особенно въ странахъ сѣверныхъ, человѣкъ прибѣгаетъ къ разнообразнымъ искусственнымъ приѣмамъ для сохраненія своей внутренней температуры: онъ одѣвается въ толстыя ткани изъ шерсти, въ мѣха, словомъ въ дурные проводники тепла; свои жилища онъ искусственно согрѣваетъ. Онъ уменьшаетъ такимъ образомъ по возможности тепловыя потери своего тѣла чрезъ лучеиспусканіе и путемъ соприкосновенія. Въ то же время онъ усиливаетъ внутреннее теплопроизводство путемъ болѣе или менѣе энергичной мышечной работы, а главнымъ образомъ черезъ введеніе пищи въ большемъ количествѣ и болѣе богатой жирами. Лапландцы и эскимосы съ наслажденіемъ пьютъ рыбій жиръ и растопленное сало, между тѣмъ какъ умѣренность въ пищѣ южныхъ народовъ вошла въ пословицу.

Безсознательная борьба противъ холода.—Наряду со средствами болѣе или менѣе преднамѣренными, организмъ обладаетъ еще другими средствами, пускаемыми въ ходъ безсознательно для того, чтобы противостоять быстрымъ измѣненіямъ вѣшной температуры. Дѣйствіе вѣшняго холода вызываетъ: 1) усиленіе химическихъ процессовъ внутритканевого горѣнія и, слѣдовательно, увеличеніе производства внутренней теплоты; 2) сокращеніе кожныхъ сосудовъ, значительное замедленіе кожного кровообращенія, отчего уменьшаются тепловыя потери и лучеиспусканіемъ, и путемъ соприкосновенія съ вѣшними предметами.

Усиленіе образованія тепла.—Crawford, Lavoisier и Seguin показали, что химическіе процессы дыханія становятся интенсивнѣе при пониженіи вѣшной температуры. Этотъ важный фактъ подтвержденъ затѣмъ многочисленными экспериментаторами (Delaroche, Vierordt, Letellier, C. Ludwig и Sanders-Ezn, Liebermeister, Hoppe-Seyler, Kernig, Gildemeister, L. Lehmann, Speck, Pflüger, Röhrig и Zuntz, Colasanti, Dittmar, Finkler, Carl герц. Баварскій, Voit, d'Arsonval). Вотъ два примѣра изъ моихъ собственныхъ изслѣдованій: при вѣшной температурѣ отъ $+15^{\circ}$ до $+20^{\circ}$, утромъ натошакъ, я поглощалъ около 4,5 литр. кислорода въ $\frac{1}{4}$ часа. Когда же я оставался совѣмъ раздѣтый при вѣшной температурѣ въ $+10^{\circ}$, то потребление кислорода повышалось до 5,5 и даже 6 литровъ за $\frac{1}{4}$ часа (измѣренія дѣлались помощью аппарата на фиг. 104 стр. 202).

Кролики поглощаютъ около 670 куб. сант. кислорода въ часъ на килограммъ вѣса при температурѣ въ $+15^{\circ}$. Если впрыснуть ихъ холодной водой, выбривъ предварительно часть спины, то интенсивность дыхательныхъ процессовъ усиливается значительно и на довольно продолжительное время: потребление кислорода повышается до 1000 куб. сант. въ часъ на килограммъ вѣса животнаго (измѣреніе съ аппаратомъ на фиг. 104 стр. 202). Ludwig,

Pflüger и ихъ ученики опубликовали цифровыя данныя множества аналогичныхъ опытовъ, произведенныхъ надъ кроликами и морскими свинками. Общій результатъ таковъ, что потребление кислорода увеличивается при пониженіи вѣншей температуры (но только въ предѣлахъ, въ которыхъ внутренняя температура животнаго можетъ оставаться неизмѣнной).

Холодъ не оказываетъ такого стимулирующаго вліянія на окислительные процессы, когда онъ дѣйствуетъ непосредственно на внутренніе органы, или ткани, являющіяся, такъ сказать, очагами горѣнія. Внутреннее охлажденіе тѣла, производимое черезъ легкія (вдыханіе воздуха черезъ сильно охлаждаемую металлическую трубку) или чрезъ желудокъ (введеніе кусочковъ льда, промываніе желудка у собаки чрезъ желудочную фистулу струей холодной воды), въ результатѣ даетъ не увеличеніе, а уменьшеніе химическихъ процессовъ дыханія. Такое уменьшеніе составляетъ правило всякій разъ какъ понижается внутренняя температура (Ludwig и Sanders—Ezn). Дѣйствительно, ткани нашего тѣла потребляютъ тѣмъ болѣе кислорода, чѣмъ выше ихъ температура (Spallanzani, Valentin, Paul Bert, Regnard). Въ этомъ отношеніи онѣ относятся такъ же какъ ткани животныхъ холоднокровныхъ съ измѣнчивой температурой ¹⁾. Только при участіи нервной системы путемъ рефлекса, вѣншній холодъ, дѣйствуя на чувствительные нервы кожи, вызываетъ усиленіе процессовъ внутреннего сгоранія (Pflüger). Это усиленіе пропорціонально субъективному ощущенію холода.

Нервный центръ, играющій главную роль въ этомъ дѣлѣ, расположенъ вѣроятно, на границѣ варолиева моста и продолговатаго мозга. Онъ продолжается, можетъ быть, и въ corpora striata. Разрушеніе этого центра, или перерѣзка продолговатаго мозга уничтожаетъ регуляцію и значительно ослабляетъ интенсивность органическаго горѣнія (Pflüger). Наоборотъ, за прямымъ раздраженіемъ, посредствомъ укола, этой части нервной системы слѣдуетъ повышеніе температуры (Чешихинъ, Heidenhain) и усиленіе процессовъ теплообразованія (Léon Fredericq).

Двигательные нервы мышцъ составляютъ, вѣроятно, тотъ нервный центробѣжный путь, при посредствѣ котораго этотъ центръ дѣйствуетъ (Pflüger). Мышцы въ силу своей значительной массы и живаго дыхательнаго обмѣна должны быть разсматриваемы какъ главные очаги животной теплоты. Имѣются прямые доказательства, что нервная система производитъ постоянное, тонически возбуждающее, дѣйствіе на окислительные процессы, происходящіе въ мышцахъ даже внѣ періода сокращенія. Дыханіе въ мышцѣ, двигательный нервъ которой перерѣзанъ, значительно слабѣе, чѣмъ въ мышцѣ по-

¹⁾ Пониженіе вѣншей температуры усиливаетъ интенсивность химическихъ процессовъ дыханія у теплокровныхъ животныхъ и, наоборотъ, уменьшаетъ силу этихъ процессовъ у холоднокровныхъ животныхъ. Такое различное дѣйствіе холода на эти двѣ группы животныхъ происходитъ вовсе не отъ разницы въ свойствахъ вырабатывающихъ тепло тканей. Органы и живыя ткани теплокровныхъ животныхъ, будучи изолированными или только изъятыми изъ подъ вліянія центральной нервной системы, относятся совершенно такъ же, какъ ткани холоднокровныхъ животныхъ: дыханіе ихъ увеличивается или уменьшается въ силѣ соответственно повышенію или пониженію вѣншей температуры (см. кривую на фиг. 116 стр. 239). Механизмъ, являющійся у животныхъ съ постоянной температурой противовѣсомъ этому свойству тканей, заложенъ въ центральной нервной системѣ.

коющейся, но находящейся въ связи со своимъ нервнымъ центромъ; это доказывается изслѣдованіемъ газовъ крови (Cl. Bernard).

Чувство извѣстной напряженности въ мышцахъ конечностей подѣ влияніемъ вѣшняго холода стоитъ несомнѣнно въ связи съ химическими процессами, въ нихъ происходящими. Если ощущение холода усиливается, то напряженность переходитъ въ истинное сокращеніе мышцъ, въ дрожь съ чувствомъ озноба (Pflüger) ¹⁾.

По Сb. Richet (1884) поверхностныя поврежденія большихъ полушарій (у кролика) могутъ повести къ быстрому повышенію температуры въ прямой кишкѣ (напр. съ $+39,6^{\circ}$ до $+41^{\circ}$ или $+42^{\circ}$) и къ усиленному теплообразованію. Ott (1884), Ed. Agonzo и J. Sachs (1885) наблюдали повышеніе температуры и усиленіе химическихъ процессовъ дыханія вслѣдъ за тѣмъ, какъ разрушались *corpora striata* (у кролика), *septum lucidum* или *pedunculi ad cerebrum*. По даннымъ этихъ авторовъ, поврежденія мозговой коры не оказывали никакого вліянія на температуру тѣла.

G. Corin и A. Van Beneden (1886) показали, что снесеніе большихъ полушарій не вліяетъ на температуру у голубя, ни по отношенію къ суточнымъ колебаніямъ, ни по отношенію къ регуляціи температуры. ²⁾

¹⁾ Pflüger, *Ueber Wärme und Oxydation der lebendigen Materie*, Pflüger's Archiv, X.

²⁾ T a n g l (1895) на лошади наблюдалъ сильное повышеніе температуры ($2-3^{\circ}$) послѣ укола въ переднюю часть *thalami optici*. Но толковать ли вмѣстѣ съ авторомъ подобные эффекты какъ результатъ возбужденія «тепловаго центра», или вмѣстѣ съ нѣкоторыми другими (Чешихинъ, Ott и Wood) какъ результатъ устраненія *умяряющихъ*, тормозящихъ вліяній со стороны извѣстныхъ частей центральной нервной системы на образованіе тепла въ тѣлѣ—это остается вопросомъ.

Изъ новѣйшихъ попытокъ подойти къ рѣшенію относящихся сюда вопросовъ является оригинальною попытка Raphael Dubois (1893). Онъ воспользовался свойствомъ животныхъ, впадающихъ въ зимнюю спячку (сурокъ), развивать по пробужденію тепло такъ быстро, что температура ихъ тѣла въ 3—4 часа можетъ подняться на $20^{\circ}-30^{\circ}$. Такое дѣйствіе можно вызвать уже однимъ короткимъ, но сильнымъ раздраженіемъ. Какъ видно, происходитъ громадное и быстрое развитіе тепла (удѣльная теплота всего тѣла не много меньше таковой для воды). Авторъ приходитъ на основаніи разнообразныхъ опытовъ къ заключенію, что главную роль въ такомъ образованіи тепла играетъ *печень*. Путемъ послѣдовательныхъ перерѣзокъ центральной нервной системы на разной высотѣ, экстирпаціи различныхъ гангліевъ получается выводъ, что центръ согрѣванія надо отнести къ корѣ большихъ полушарій, и что путями проведенія импульсовъ служатъ нижніе шейные и верхніе грудные узлы, nn. *sympatici* въ области груди и *splanchnici* правой стороны. Наоборотъ, тѣ же опыты убѣждаютъ, что мышечная система не играетъ при этомъ никакой существенной роли (выпаденіе мышечнаго тонуса послѣ разрушенія спиннаго мозга въ нижней половинѣ не измѣняетъ чувствительно дѣла какъ на этомъ животномъ, такъ и на кроликѣ). Дальше путемъ термоэлектрическихъ изслѣдованій тотъ же авторъ доказываетъ, что печень идетъ всегда впереди другихъ органовъ въ согрѣваніи. Послѣ перевязки полой вены ниже печени согрѣваніе сурка идетъ обычнымъ ходомъ, между тѣмъ перевязка печеночной или воротной вены совершенно мѣняетъ дѣло. По этому автору, въ произведеніи зимней спячки играетъ большую роль откочевываніе воды изъ печени и мышцъ въ пищеварительный каналъ и перитонеальную полость; при пробужденіи

Бессознательная борьба против холода чрезъ уменьшеніе тепловыхъ потерь. — Дѣйствіемъ холода вызывается блѣдность, анемія покрововъ; кожное кровообращеніе ослаблено; количество охлаждающей на периферіи крови становится меньше: температура кожи падаетъ, и количество теряемой ею теплоты путемъ лучеиспусканія и путемъ проведенія значительно уменьшается. Кожа, и особенно жировая клѣтчатка, являются тогда настоящимъ защитительнымъ экраномъ, дурнымъ проводникомъ тепла, между внѣшнимъ холодомъ и массой крови, отхлынувшей во внутренніе органы.

И въ данномъ случаѣ холодъ вызываетъ къ дѣйствію регулирующий аппаратъ тоже путемъ рефлекса. Холодъ раздражаетъ чувствительные нервы кожи; послѣдніе передаютъ раздраженіе сосудосуживающимъ центрамъ, которые и вызываютъ реакцію, стимулируя суженіе сосудовъ въ области дѣйствія холода (см. сосудодвигательные нервы). Если погрузить руку или ногу въ холодную воду, то сосудосуживающій рефлексъ распространяется также и на симметричный органъ: другая рука или нога принимаетъ участіе въ сжатіи сосудовъ, а также и въ пониженіи температуры наружныхъ покрововъ, которое является его слѣдствіемъ. Холодъ можетъ производить также и непосредственное возбуждающее дѣйствіе на сосуды кожи, изолированные отъ нервныхъ связей; но въ то же время извѣстно, что холодъ не можетъ возбуждать прямо сосудосуживающихъ нервныхъ центровъ.

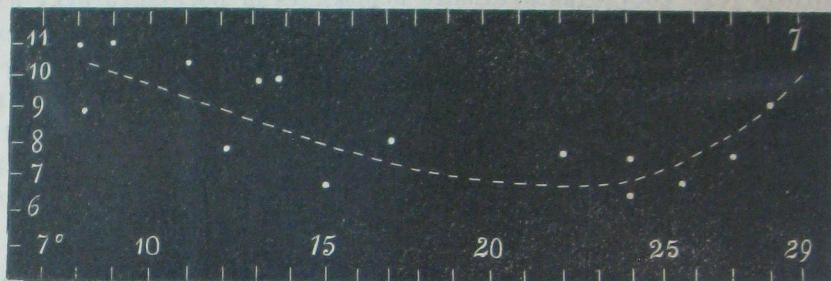
Бессознательная борьба противъ причинъ, ведущихъ къ повышенію температуры тѣла. — Причины охлажденія лежатъ всегда внѣ организма и прежде всего дѣйствуютъ обыкновенно на кожу, вызывая рефлекторно усиленіе процессовъ теплообразованія и уменьшая тепловыя потери. Причины противоположнаго рода дѣйствуютъ совершенно иначе: обыкновенно онѣ лежатъ внутри самаго тѣла. Въ самомъ дѣлѣ, внѣшняя температура рѣдко подымается выше $+38^{\circ}$, которые обычны для внутреннихъ органовъ. Организму часто грозитъ опасность поднятія внутренней температуры въ силу усиленной продукціи тепла, какъ въ случаяхъ усиленныхъ мышечныхъ движеній, такъ и при перевариваніи обильныхъ пріемовъ пищи. Кромѣ того, какъ только температура воздуха подымается значительно выше $+25^{\circ}$ (лѣтомъ въ теплыхъ краяхъ), внутренняя температура человѣка (одѣтаго) стремится повыситься и обыкновенно стоитъ выше нормы на нѣсколько десятыхъ градуса (J. D a v y); въ этомъ случаѣ получается слѣдовательно накопленіе вырабатываемой въ тѣлѣ теплоты, которая не успѣваетъ удаляться по мѣрѣ своего образованія. Большинство физиологовъ принимаетъ, что организмъ теплокровныхъ животныхъ борется противъ причинъ, ведущихъ къ повышенію его температуры: 1) ограничивая внутреннее производство теплоты (уменьшаетъ потребление кислорода и продукція CO_2), 2) увеличивая тепловыя потери (расширеніемъ кожныхъ сосудовъ, испареніемъ воды съ кожной и легочной поверхностей).

Я показалъ, основываясь на цифрахъ изъ моихъ собственныхъ наблюденій, а также пользуясь цифрами изъ изслѣдованій Voigt'a и Page'a, что происходитъ обратное. Онъ утверждаетъ, что ему удавалось вызывать „искусственное холоднокрое“ на собакахъ при помощи Экковской фистулы (прямое соединеніе воротной вены съ нижней полой).

Въ томъ, что касается роли печени въ образованіи тепла, заключенія эти сходятся съ позднѣйшими опытами S a v a z z a n i (примѣч. стр. 244).

Н. В.

человѣкъ совершенно лишень способности безсознательно измѣнять термогенезъ (въ смыслѣ, обозначенномъ выше подъ 1) въ своей борьбѣ противъ тепла ¹⁾. Если внѣшняя температура подымается и начинаетъ превышать $+20^{\circ}$ — $+25^{\circ}$, то количество углерода, сгорающаго въ организмѣ не только не уменьшается, а напротивъ даже увеличивается: это усиленіе окислительныхъ процессовъ суммируется съ другими причинами и угрожаетъ постоянству внутренней температуры. Для борьбы противъ тепла организму остается одно только второе средство, состоящее въ увеличеніи тепловыхъ потерь лучеиспусканіемъ и испареніемъ. Калориметрическія изслѣдованія Rosenthal'я и Ansiaux (1889) привели ихъ къ такому же заключенію. Кривая образованія тепла въ зависимости отъ внѣшней температуры показываетъ minimum продукціи около $+20^{\circ}$ (см. фиг. 122).



Фиг. 122.—Кривая, выражающая въ калоріяхъ теплопроизводство по отношенію къ килограммо-часу у морской свинки при различныхъ внѣшнихъ температурахъ отъ $+8^{\circ}$ до $+29^{\circ}$. 15 опытовъ. (Ansiaux Arch. Biol. XI, 1889).

Ускореніе кожного кровообращенія.—Всѣ причины, стремящіяся повысить температуру тѣла, всегда вызываютъ общее расширеніе сосудовъ кожи. Вслѣдствіе этого громадное количество крови притекаетъ къ поверхности тѣла, охлаждается въ соприкосновеніи съ воздухомъ (температура котораго въ громадномъ большинствѣ случаевъ ниже температуры тѣла) и, затѣмъ возвращаясь, охлаждаетъ глубокія части тѣла.

Расширеніе сосудовъ, наступающее при этихъ условіяхъ, гораздо значительнѣе, чѣмъ расширеніе при параличѣ сосудосуживающихъ нервовъ; на основаніи этого нужно допустить возбужденіе сосудо-расширителей. Какова же природа этого возбужденія? Есть-ли это рефлекторный актъ, начинающійся периферическимъ раздраженіемъ чувствительныхъ нервовъ кожи, или, быть можетъ, теплота дѣйствуетъ прямо на нервныя центры при посредствѣ нагрѣтой выше нормальнаго крови?

Вѣроятнѣе всего, что дѣйствіе тепла—сложное, и что дѣятельность сосудорасширяющихъ центровъ—отчасти рефлекторная, частью же автоматическая. Имѣется большое количество фактовъ, доказывающихъ, что достаточно повысить внутреннюю температуру тѣла, чтобы вызвать энергическое расширеніе кожныхъ сосудовъ, какова бы ни была температура кожи. Принятіе теплой пищи или питья, пищеварительная работа, мышечныя упражненія, вдыханіе нагрѣтаго воздуха являются внутренними причинами нагрѣванія, которыя, хотя и не дѣйствуютъ непосредственно на нервы кожи, тѣмъ не менѣе вызываютъ покраснѣніе ея. Luchsinger производилъ попе-

¹⁾ Voit, *Zeitschr. f. Biologie*, XIV, cmp. 57; Page, *Journal of Physiology*, II, cmp. 228; Léon Fredericq, *Arch. de Biologie*, 1882.

речное сѣченіе спиннаго мозга у молодой кошки съ цѣлью изолировать въ первомъ отношеніи заднюю часть тѣла отъ передней и перерѣзалъ также всѣ чувствительные корешки заднихъ столбовъ. При такихъ условіяхъ заднія лапки, потерявшія всякую чувствительность, показывали тѣмъ не менѣе крайнее расширеніе сосудовъ всякій разъ, какъ кровь животнаго подвергалась сильному согрѣванію.

Отдѣленіе (секреція) пота. — Benjamin Franklin и Blagden доказали громадную важность испаренія пота съ поверхности тѣла, какъ средства для его охлажденія. Вода, удаляющаяся путемъ испаренія съ поверхности тѣла, поглощаетъ при переходѣ въ газообразное состояніе дѣйствительно значительное количество тепла. Одинъ граммъ жидкой воды при $+38^{\circ}$, средней температурѣ крови, поглощаетъ при испареніи около 580 малыхъ калорій, т. е. такое количество тепла, какое требуется для повышенія на 1°C . 580 граммовъ воды (при $+4^{\circ}$). Испаренія 10 граммовъ воды было бы поэтому достаточно, чтобы понизить болѣе, чѣмъ на 1° температуру собаки вѣсомъ въ 5800 граммовъ, или чтобы уравновѣсить калорифическій эффектъ, стремящійся поднять ея температуру болѣе, чѣмъ на 1° (удѣльная теплота живыхъ тканей въ общемъ ниже удѣльной теплоты воды).

Blagden помѣстилъ въ сушильный шкафъ, нагрѣваемый до $+113^{\circ}$, два сосуда съ водой. Въ одномъ изъ нихъ слой налитого поверхъ воды масла препятствовалъ испаренію: вода въ этомъ сосудѣ закипѣла тогда, когда температура въ другомъ сосудѣ стояла только на $+60^{\circ}$. Delaroché и Berger (1806—1810) мы обязаны еще болѣе интереснымъ опытомъ. Кроликъ и *alcarazza* (пористый сосудъ, служащій для охлажденія воды испареніемъ), наполненная водой при $+38^{\circ}$, были помѣщены въ пространство, температура котораго колебалась отъ $+60^{\circ}$ до $+67^{\circ}$. Когда кроликъ умеръ, оказалось, что и онъ, и *alcarazza* потеряли испареніемъ почти одинаковое количество воды. Температура кролика была на $2,5$ выше, чѣмъ температура *alcarazza*.

По мѣрѣ повышенія внутренней температуры увеличивается выдѣленіе пота, а также и испареніе его. Достигаемое этимъ путемъ охлажденіе даетъ возможность человѣку жить, по крайней мѣрѣ нѣкоторое время, въ средѣ (сухой воздухъ) съ температурой, превосходящей температуру тѣла.

Для покрытія такихъ потерь жидкости организмъ вводитъ черезъ ротъ большое количество питья: обильный потъ сгущаетъ кровь и вызываетъ живое чувство жажды. Внѣшняя температура опредѣляетъ такимъ образомъ количества выпиваемой воды, поступающей взамѣнъ той, которая удаляется путемъ испаренія съ поверхности кожи.

O. Löw (1878) жилъ въ долинѣ Colorado, въ Калифорніи, въ самые жаркіе мѣсяцы года при средней температурѣ въ $+34,2$, достигавшей иногда до $+47^{\circ}$ и 48° . Во время самыхъ жаркихъ дней температура тѣла была только на $0,5—0,6$ выше обычнаго для нея уровня. Послѣ поѣздки верхомъ, продолжавшейся 8 часовъ при $+48^{\circ}$ на воздухѣ, температура тѣла увеличилась на $1,2$. Вся вода, вводимая имъ въ организмъ въ видѣ питья, выдѣлялась кожею. Съ мочей выдѣлялось ея только около $7,8\%$. При покоѣ было совершенно достаточно $1\frac{1}{2}—2$ литра для транспираціи, но за день, въ теченіи котораго производилась работа, при чемъ организмъ долженъ былъ бороться и съ внутренними причинами согрѣванія, потребление воды повышалось до 3 и 4 литровъ.

Мы знаемъ теперь, благодаря прекраснымъ изслѣдованіямъ Luchsinger'a ¹⁾, подтвержденнымъ Адамкевичемъ, Vulpian'омъ, Навроцкимъ и др., что потоотдѣлительныя железы въ отношеніи секретіи всецѣло зависятъ отъ центральной нервной системы. Если у кошки перерѣзать *nervus ischiadicus*, то прекращается отдѣленіе пота въ соответствующей лапкѣ; искусственное раздраженіе периферическаго конца перерѣзаннаго нерва вызываетъ, напротивъ, обильное отдѣленіе пота. Опытъ съ раздраженіемъ сѣдалищнаго нерва удается и на ампутированной ногѣ еще спустя полчаса, хотя кровообращеніе уже прекратилось вслѣдствіе операціи. Адамкевичу удалось подтвердить нѣкоторые изъ добытыхъ результатовъ также и на человѣкѣ; онъ раздражалъ на предплечіи черезъ кожу *nervus medianus* и вызывалъ обильную секретію пота на ладонной поверхности руки. Точно также раздраженіе *nervi tibialis* вызываетъ потѣніе на подошвѣ ноги; при раздраженіи *n. facialis* выступаютъ капли пота на лбу, носу, щекахъ и губахъ.

Luchsinger показалъ, что нервныя центры, заведующіе потоотдѣленіемъ на концахъ лапъ у кошки, расположены въ спинномъ мозгу, и что заставить ихъ дѣйствовать можно или прямо повышая ихъ температуру, или повышая температуру омывающей ихъ крови. Можно перерѣзать всѣ задніе корешки безъ всякаго ущерба для дѣятельности этихъ центровъ. Извѣстно, впрочемъ, что всѣ причины, которыя стремятся поднять температуру тѣла, будь то внутреннія (мышечная дѣятельность, пищевареніе, принятіе теплаго питья или пищи, вдыханіе согрѣтаго воздуха), или наружныя (высокая внѣшняя температура воздуха, теплая одежды), вызываютъ всегда болѣе или менѣе обильное потѣніе.

Аппаратъ на фиг. 123 можетъ служить для очень интереснаго въ этомъ отношеніи опыта: это металлическая трубка *T*, оканчивающаяся наконечникомъ *E*, черезъ который дышетъ испытуемый. Горѣлка *L* служитъ для нагрѣванія вдыхаемаго воздуха до желаемой степени. Производя энергическое нагрѣваніе вдыхаемаго воздуха помощью этого прибора, очень скоро достигаютъ повышенія черезъ посредство легкихъ внутренней температуры тѣла на нѣсколько десятыхъ градуса; благодаря послѣднему вызываютъ общее расширеніе сосудовъ кожи, сопровождаемое чрезвычайно обильнымъ потѣніемъ. Опытъ лучше всего удается на субъектѣ, остающемся совершенно голымъ при относительно низкой температурѣ (+15°). Въ этомъ случаѣ кожныя нервы никоимъ образомъ не могутъ дать рефлекса, такъ какъ кожа въ началѣ опыта холодна. Поэтому надо заключить, что теплота вызываетъ усиленіе потоотдѣленія путемъ повышенія температуры крови (и черезъ это вызовомъ къ усиленной дѣятельности потоотдѣлительныхъ нервныхъ центровъ) ²⁾.

Но дѣятельность потоотдѣлительныхъ нервныхъ центровъ можетъ быть вызвана также и рефлекторнымъ путемъ, вслѣдствіе дѣйствія тепла на периферическіе нервы. Для доказательства приведу слѣдующій опытъ Адамкевича, про-

¹⁾ Goltz, *Pflüger's Archiv*, XI, стр. 71; Luchsinger и M-ele Kendall, *ibid.*, XIII, стр. 212; Luchsinger, *ibid.*, XIV, стр. 369; XVI, стр. 545; XVIII, стр. 478 и 483; XXII, стр. 15 и 126; статья „*Schweissabsonderung*“ въ Hermann, *Handbuch der Physiologie*, V, 8, 1880; Vulpian, *Comptes rendus* LXXXVI, LXXXVII, LXXXIX; Adamkiewicz, *Die Secretion des Schweisses*, Berlin, 1878.

²⁾ Венозность крови дѣйствуетъ также какъ возбудитель на потоотдѣлительныя центры: начинающаяся асфиксія вызываетъ потѣніе всего тѣла. Потъ во время агоніи имѣетъ, очевидно, ту же причину.

изведенный на человекъ. На бедро легко потѣющаго субъекта помѣщаютъ металлическій сосудъ, содержащій воду, нагрѣтую по крайней мѣрѣ до $+40^{\circ}$. Немного спустя, подошва ноги покрывается капельками пота, который вскорѣ смачиваетъ ее всю; въ то же время появляется сильное наполненіе кожныхъ сосудовъ нижней конечности. Если замѣнить нагрѣтую воду холодной или льдомъ, то секретія тотчасъ же прекращается. Любопытный фактъ заключается еще въ томъ, что рефлекторныя явленія, слѣдующія за приложеніемъ тепла, не ограничиваются тою стороною, на которой раздражаются чувствительные нервы; ихъ наблюдаютъ и на соответственныхъ мѣстахъ другой стороны тѣла: дѣйствіе обнаруживается, значить, симметрично и билатерально.

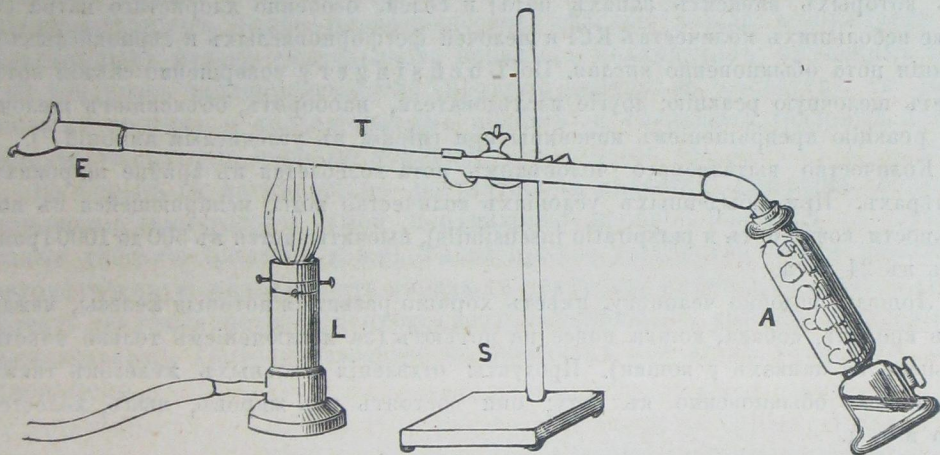


Рис. 123.—Трубка для согрѣванія вдыхаемаго воздуха. Е—амбушюра (пріемникъ для рта); Т—латунная трубка, нагрѣваемая горѣлкой L; А—приборъ съ влажными кусками пемзы для насыщенія воздуха влагой (Léon Fredericq, Arch. Biologie, 1887).

По Luchsinger'у, Адамкевичу, Vulpian'у спинной мозгъ содержитъ цѣлый рядъ потоотдѣлительныхъ центровъ, размѣщенныхъ по его длинѣ и заставляющихъ каждый потоотдѣленіемъ на опредѣленной и симметрической области тѣла. Всѣ эти многочисленные нервные механизмы подчинены главному, заложенному въ продолговатомъ мозгу. Наконецъ, этотъ послѣдній несомнѣнно подчиненъ вліянію вышележащихъ частей нервной системы, т. е. психическихъ центровъ большихъ полушарій головного мозга. Извѣстно, что душевныя движенія угнетающаго характера, страхъ, сильная тоска, обуславливаютъ появленіе такъ называемаго холоднаго пота, не сопровождающагося развитіемъ тепловыхъ явленій.

Атропинъ прекращаетъ потоотдѣленіе; мускаринъ и пилокарпинъ возбуждаютъ его. При этомъ дѣло идетъ о прямомъ воздѣйствіи на железы или на периферическіе нервные аппараты¹⁾.

¹⁾ Доказано, что вещества вызывающія сильное потоотдѣленіе (прежде всего пилокарпинъ, мускаринъ, никотинъ, физостигминъ), дѣйствуютъ не только путемъ прямого вліянія на периферическіе аппараты, но также и чрезъ посредство центральной нервной системы. Первое доказывается наблюденіемъ отдѣленія пота въ железахъ, разобщенныхъ отъ нервныхъ центровъ перерѣзкой нерва. Второе—появленіемъ пота въ частяхъ тѣла, предохраненныхъ отъ вліянія отравленной крови. (См. статью Luchsinger'a въ «Руководствѣ физиологіи», изд. Германномъ).

Секреція пота сопровождается развитіемъ электричества: по Тарханову (1889) всякое раздраженіе чувствующихъ органовъ (дѣйствіе свѣта на глазъ, холода или щекотанія на кожу, болевое раздраженіе), всякое волевое движеніе, всякая психическая дѣятельность сопровождается измѣненіями въ дѣятельности потоотдѣлительныхъ железъ, выражающимися въ измѣненіяхъ электрическаго *statu quo* кожи, особенно кожи рукъ.

Химическій составъ пота очень мало извѣстенъ. Состоитъ онъ почти исключительно изъ воды, содержащей въ растворѣ небольшое количество твердыхъ веществъ ($\frac{1}{2}\%$ до 1%) и между ними незначительныя количества мочевины (0,044 *pro mille* по Favre'у, 1,55 *pro mille* по Funke) ¹⁾, жирныхъ летучихъ кислотъ (отъ которыхъ зависитъ запахъ пота) и солей, особенно хлористаго натра (а также небольшихъ количествъ KCl и щелочей фосфорнокислыхъ и сѣрнокислыхъ). Реакція пота обыкновенно кислая. По Luchsinger'у совершенно свѣжій потъ имѣетъ щелочную реакцію; другіе изслѣдователи, наоборотъ, объясняютъ щелочную реакцію превращеніемъ мочевины при гніеніи въ углекислый аммоній ²⁾.

Количество выделяемаго человѣкомъ пота колеблется въ крайне широкихъ размѣрахъ. При обыденныхъ условіяхъ количество воды, испаряющейся съ поверхности кожи (потъ и *perspiratio insensibilis*), высчитывается въ 500 до 1000 граммовъ въ 24 часа.

Лошадь, подобно человѣку, имѣетъ хорошо развитыя потовыя железы, между тѣмъ кроликъ, собака, кошка вовсе не потѣютъ (за исключеніемъ только мякоти пальцевъ на лапкахъ у кошки). Продукты отдѣленія сальныхъ железокъ также примѣшаны обыкновенно къ поту; они состоятъ изъ жировъ, мылъ, холестерина и т. д.

Ускореніе дыханія.—Ackerman, затѣмъ Goldstein и Ch. Richet обратили вниманіе на ускореніе дыханія (*polypnée thermique* по Ch. Richet), происходящее вслѣдствіе поднятія температуры. Здѣсь имѣемъ прямое воздѣйствіе теплоты на нервныя центры, заведующіе дыхательными движеніями. Ускореніе легочной вентиляціи способствуетъ охлажденію организма отчасти путемъ соприкосновенія съ вѣшнимъ воздухомъ, который относительно холоднѣе, а главнымъ образомъ посредствомъ испаренія громаднаго количества воды съ постоянно влажной поверхности дыхательнаго аппарата.

¹⁾ При холерѣ потъ такъ богатъ мочевиной, что послѣдняя можетъ выкристаллизовываться на поверхности кожи.

²⁾ По Аргутинскому на долю мочевины падаетъ 68—75% всего выделяемаго кожей азота.

Вѣроятно, количество азотистыхъ веществъ, удаляемыхъ изъ тѣла этимъ путемъ, значительно болѣе, чѣмъ принято думать. При высокой температурѣ и значительной мышечной работѣ, по Grainger'у, съ потомъ организмъ можетъ выделять до 12% всего азота.

Замѣчательно, что потъ, какъ и моча, заключаетъ сѣрную кислоту не только въ видѣ сульфатовъ, но также и въ видѣ эфировъ, именно въ сочетаніи съ феноломъ и скатоксиломъ (Kast 1887). О значеніи такихъ соединеній см. ученіе о мочѣ.

Въ потъ могутъ переходить и чуждыя для организма вещества (іодъ, мышьякъ, ртуть, хининъ и т. под.). При діабетѣ въ немъ можетъ появиться и сахаръ.

При извѣстныхъ условіяхъ чрезъ потовыя железы могутъ выходить красные кровяные шарики („кровавый потъ“).

Н. В.

Ch. Richet доказалъ недавно на собакѣ громадное значеніе легочной вентиляціи въ борьбѣ организма противъ чрезмѣрнаго нагрѣванія. Собака, дышавшая совершенно свободно, могла безнаказанно переносить самое интенсивное нагрѣваніе лучами солнца, безъ замѣтнаго повышенія внутренней температуры; между тѣмъ какъ относительно ничтожнаго препятствія для вхожденія воздуха въ легкія (чуть посильнѣе стянутый намордникъ) достаточно для того, чтобы нарушить равновѣсіе температуры и, при тѣхъ же условіяхъ, повысить послѣднюю на нѣсколько десятыхъ градуса.

Заключение ¹⁾. Воздѣйствіе холода на чувствительные нервы кожи является регуляторомъ или стимуломъ въ безсознательной борьбѣ организма съ охлажденіемъ. Такое периферическое дѣйствіе холода возбуждаетъ рефлекторнымъ путемъ дѣятельность нервныхъ механизмовъ, имѣющихъ задачей усиливать теплопроизводство (нервные центры по сосѣдству съ Варолиевымъ мостомъ и продолговатымъ мозгомъ) и уменьшать тепловые потери (сосудосуживающіе нервные центры).

Въ борьбѣ съ нагрѣваніемъ регуляторомъ является главнымъ образомъ повышение температуры самой центральной нервной системы (и отчасти также дѣйствіе тепла на кожу). Такое прямое воздѣйствіе тепла вызываетъ автоматическую дѣятельность нервныхъ центровъ, имѣющихъ задачей увеличивать тепловые потери (центры сосудорасширяющіе, потоотдѣлительные и дыхательные). Теплопроизводство въ организмѣ при этомъ увеличено, а не уменьшено.

ЛІТЕРАТУРА

¹⁾ Léon Fredericq *Infl. syst. nerv. sur la reg. de temp.* Arch. Biologie, 1882.

ГЛАВА VI.

ПИЩЕВАРЕНИЕ ¹⁾.

Пищевареніе имѣетъ цѣлю восполнять потери, постоянно испытываемыя организмомъ, и доставлять матеріалы для его роста. Питательныя вещества, будучи введены въ пищеварительный каналъ, претерпѣваютъ здѣсь глубокія измѣненія въ ихъ физическомъ и химическомъ составѣ. Они перерабатываются и разжижаются дѣйствіемъ пищеварительныхъ соковъ и въ результатѣ становятся способными къ всасыванію въ млечный сокъ (хилусъ) и кровь. Кровь затѣмъ должна распредѣлить ихъ по всѣмъ органамъ соотвѣтственно нуждамъ cadaго; излишекъ разрушается (*consomption de luxe*) или отлагается въ запасъ въ извѣстныхъ мѣстахъ (жировая ткань, печень и пр.).

Мы послѣдовательно изучимъ пищевыя вещества и послѣдствія, вызываемыя лишеніемъ ихъ, химическія явленія пищеваренія (дѣйствіе слюны, желудочнаго сока, желчи, панкреатическаго сока и кишечнаго сока на пищу), механическія явленія пищеваренія и, наконецъ, всасываніе продуктовъ пищеваренія.

I. Пищевыя вещества.

Пищевая порція. — Взрослый человѣкъ теряетъ ежедневно 2000—3000 грамм. воды (моча, испражненія, испареніе чрезъ кожу и при дыханіи), 30—35 грамм. неорганическихъ солей (моча, испражненія, потъ и т. п.), около 300 грамм. углерода (CO_2 выдыхаемаго воздуха, испражненія, мочевины въ мочѣ и т. д.) и около 20 грамм. азота (мочевина, мочева кислота въ мочѣ и пр.).

Чтобы покрыть эти траты, пищевая порція должна содержать: 1) воду

¹⁾ Tiedemann и Gmelin, *Die Verdauung* 1826—1827; Bidder и Schmidt, *Die Verdauungssäfte*; Cl. Bernard, *Leçons sur les propr. physiol.*, 1859; Schiff, *Leçons sur la physiologie de la digestion*; Hoppe-Seyler, *Physiologische Chemie*, 1878; C. A. Ewald, *Die Lehre von der Verdauung*, 1876; Heidenhain, *Absonderungsvorgänge* и Maly, *Verdauungssäfte* въ *Handbuch Hermann'a* 1880, V. Bd., I; см. также руководства по физиологической химіи Lehmann'a, Kühne, Gautier, Wurtz'a, Robin'a и проч.

[Изъ новѣйшихъ слѣдуетъ указать на обстоятельныя трактаты по пищеваренію въ руководствахъ физиологической химіи Hammarsten'a (3-е нѣмецкое изд. 1895) и Halliburton'a (англійск. и нѣмецк. перев. 1894.—H. B.)]

(отъ 2 до 3 литровъ), 2) неорганическія соли (30—35 грамм.), 3) бѣлковыя вещества, 4) жиры или углеводы.

Опытомъ дознано, что бѣлковыя вещества должно соединять съ безъазотистою пищею. Организмъ человѣка, равно какъ и травоядныхъ животныхъ, не способенъ жить исключительно бѣлками, безъ прибавленія жира или крахмалистыхъ веществъ. Принимаютъ, что рациональная пища (для человѣка) должна содержать $3\frac{1}{2}$ — $4\frac{1}{2}$ части жировъ, или углеводовъ, на 1 часть азотистыхъ веществъ. Для травоядныхъ животныхъ достаточно 1 части азотистой пищи на 8—9 частей безъазотистой. Взрослый человѣкъ въ среднемъ долженъ потреблять ежедневно по Moleschott'у ¹⁾: 130 грамм. бѣлка, 84 грамм. жира и 404 грамм. крахмала, заключающихъ вмѣстѣ въ круглыхъ цифрахъ: 300 грамм. С, 40 грамм. Н, 20 грамм. N и 200 грамм. О ²⁾. Цифры пищевой порціи по Rettenkofer'у и Voit'у мало разнятся отъ предыдущихъ: бѣлка 137 грамм., жира 72 грам., крахмалистыхъ веществъ 352 гр. Если человѣкъ работаетъ, то порцію нужно увеличить. Крахмалистыя вещества (или точнѣе углеводы вообще) и жиры могутъ быть замѣняемы одни другими, причемъ 17 частей крахмала соотвѣтствуютъ 10 частямъ жира ³⁾.

Пища животнаго происхожденія содержитъ обыкновенно избытокъ бѣковыхъ тѣлъ и очень мало безъазотистыхъ веществъ; растительная пища представляетъ обратныя отношенія: излишекъ крахмала и недостатокъ бѣлка. Одно только молоко (и до извѣстной степени яйца) составляетъ совершеннѣйшую пищу, т. е. содержитъ воду, соли, азотистыя и безъазотистыя вещества въ количествахъ, отвѣчающихъ нуждамъ организма.

[Составъ и качество пищевыхъ веществъ ⁴⁾. — Для бо-
лѣе полного и нагляднаго представленія о составѣ пищи того или другого
рода служить слѣдующая таблица, составленная по König'у (фиг. 124). По
ней тотчасъ можно видѣть процентное содержаніе въ извѣстномъ пищевомъ
веществѣ азотистыхъ частей, жировъ, углеводовъ, клѣтчатки, воды и золы.

Какъ видно, нѣкоторые растительныя вещества (бобы, горохъ) содержатъ сравнительно много азотистыхъ частей (прежде всего бѣловыхъ),

¹⁾ Moleschott, *Physiologie d. Nahrungsmittel*, 1859; A. Gautier, статья *Nutrition* въ *Dictionnaire de Chimie Wurtz'a*.

²⁾ Глицеринъ, органическія кислоты, алкоголь, принятые въ умѣренной дозѣ, являются истинными питательными веществами, сходными съ жирами или крахмаломъ. Приправы (перецъ, горчица, гвоздика, корица и т. п.), чай, кофе, даже бульонъ, не заключающій жира, не суть питательныя вещества. Они дѣйствуютъ только своимъ пріятнымъ вкусомъ, возбуждая пищеварительныя органы или нервную систему.

³⁾ Теперь болѣе соотвѣтствующими дѣлу надо считать, вмѣстѣ съ Rubner'омъ, цифры: 100 гр. жира въ жизненной экономіи соотвѣтствуютъ 230 гр. крахмала и 50 винограднаго сахара.

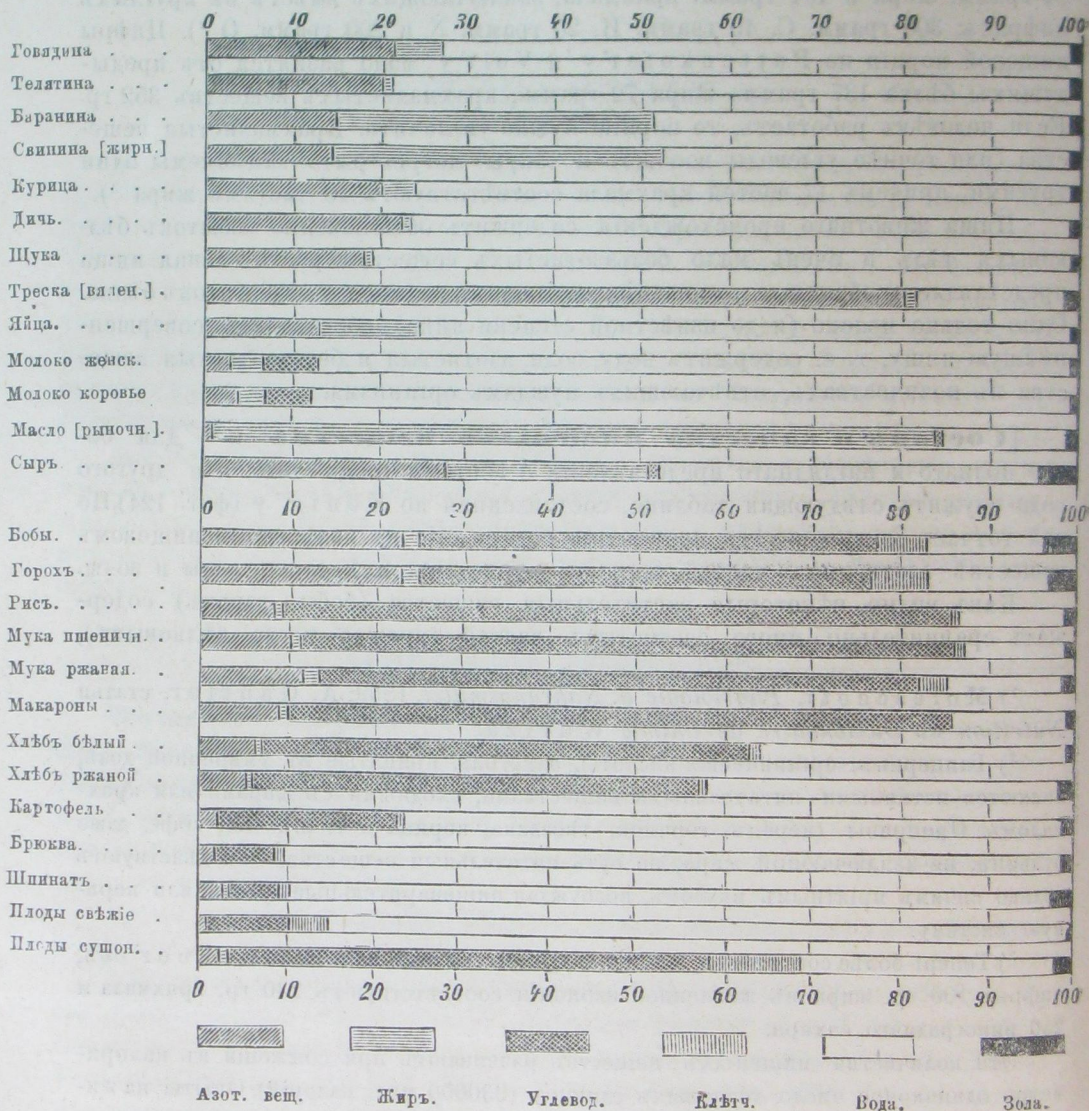
Эти количества пищевыхъ веществъ развиваютъ при сожженіи въ калориметрѣ одинаковое число тепловыхъ единицъ (930000 мал. калорій). Опыты на животныхъ показываютъ, что приблизительно столько же они развиваютъ тепла при окисленіи и въ животномъ организмѣ. Поэтому такія вещества въ указанныхъ отношеніяхъ называются *изодинамическими пищевыми веществами*.

Н. В.

⁴⁾ Этотъ параграфъ—дополненіе къ рускому изданію. Фиг. 124 замѣняетъ цифровую таблицу оригинала.

Н. В.

однако растительный бѣлокъ труднѣе переваривается и усваивается. Вслѣдствіе этого и полезный эффектъ его, измѣряемый количествомъ тепловыхъ единицъ, развивающихся въ тѣлѣ послѣ введенія 1 гр. („теплота физиологическаго сожженія“), оказывается меньше. Въ круглыхъ числахъ 1 гр. животнаго бѣлка, окисляясь въ организмѣ до стадіи мочевины, даетъ 4,230 мал. едін., то же количество растительнаго бѣлка и до той же стадіи окисленія производитъ 3,960. Если человекъ при смѣшанной пищѣ принимаетъ 60% бѣлковъ перваго рода и 40% второго, то и можно въ среднемъ теплоту физиологическаго сожженія (примѣч. стр. 251) для 1 гр. бѣлка принять за 4,100 мал. калорій (Rubner).



Фиг. 124.

Но что растительный бѣлокъ способенъ покрывать всѣ азотистыя потери организма—это было доказано строго выполненнымъ опытомъ на человѣкѣ, когда въ теченіи извѣстнаго времени съ пищей вводились бѣлки исключительно растительнаго происхожденія, именно въ видѣ гороха (Ворошиловъ 1871).

Сильное преобладаніе растительной пищи однако неудобно еще и въ слѣдующемъ отношеніи: вмѣстѣ съ нею вводится въ пищеварительный каналъ много клѣтчатки.

Послѣдняя человѣкомъ, какъ и плотоядными, или не усваивается совсѣмъ, или, если усваивается по нѣкоторымъ авторамъ (Weiske, Книримъ 1884), то только въ видѣ нѣжной клѣтчатки и въ небольшихъ количествахъ (у жвачныхъ исчезаетъ изъ пищеварительнаго канала 60—70% ея). Поэтому поступленіе ея въ большомъ количествѣ съ пищей должно разсматриваться какъ бесполезный и обременительный для пищеварительныхъ органовъ баластъ. Тѣмъ не менѣе и полное исключеніе целлюлозы изъ пищи тоже является, повидимому, нежелательнымъ. Присутствуя въ небольшомъ количествѣ, она, какъ механическій раздражитель, выгодно усиливаетъ перистальтическія движенія кишокъ и слѣдовательно способствуетъ этимъ передвиженію перевариваемой и подвергающейся всасыванію массы по длинѣ пищеварительнаго тракта. Съ другой стороны эта масса отъ присутствія ея получаетъ болѣе рыхлую консистенцію, легче пропитывается соками и менѣе прилипаетъ къ стѣнкамъ кишокъ (Книримъ).

Къ другимъ невыгоднымъ сторонамъ значительнаго преобладанія растительной пищи причисляются и еще двѣ слѣдующія. При тѣхъ броженіяхъ, которыя происходятъ въ кишечномъ каналѣ подъ вліяніемъ микроорганизмовъ (см. ниже), образуется на счетъ растительныхъ матеріаловъ много органическихъ кислотъ, что тоже можетъ сдѣлаться вреднымъ раздражителемъ для его стѣнокъ. Затѣмъ—что важнѣе—въ большей части пищевыхъ веществъ растительнаго происхожденія заключается сравнительно не такъ много бѣлковыхъ веществъ (не говоря объ ихъ болѣе трудной усвояемости), какъ въ животной пищѣ. Поэтому, при исключительномъ питаніи такой пищей, пришлось бы переваривать бесполезно большое количество углеводовъ, чтобы вмѣстѣ съ ними извлечь изъ пищи и потребное для организма количество бѣлковъ. Такъ напр., чтобы получить организму за сутки необходимые для него 100 гр. бѣлка изъ картофеля, надо было бы ввести его въ видѣ пищи болѣе 7 кило. «Англійскіе статистики даютъ указанія въ самомъ дѣлѣ, что ирландскіе рабочіе, которые питаются преимущественно картофелемъ, потребляютъ его за сутки среднимъ числомъ 4—6½ кило на человѣка» ¹⁾. И это является въ данныхъ условіяхъ абсолютною необходимостью, потому что иначе организмъ не можетъ пополнять своихъ ежедневныхъ потерь въ отношеніи къ азотистымъ веществамъ.

Такимъ образомъ для человѣка, какъ всеяднаго по природѣ, наиболѣе цѣлесообразной является смѣшанная пища.

Раціональныя основы для того, въ какихъ отношеніяхъ должны находиться въ пищѣ три главные составныя части (бѣлки, жиры и углеводы), даются детальнымъ изученіемъ обмѣна веществъ въ организмѣ за болѣе или менѣе значительное время (см. ниже). Но человѣкъ всеневнымъ жизненнымъ опытомъ выработалъ для себя уже довольно цѣлесообразныя пищевыя смѣси. Такъ къ мясу, богатому бѣлками и заключающему извѣстное количество жира, прибавляютъ картофель—богатый углеводами; или его ѣдятъ съ салатомъ и т. п., такъ какъ введеніе вмѣстѣ съ нимъ въ пищеварительный каналъ нѣкотораго количества целлюлозы является тоже цѣлесообразнымъ. Хлѣбъ, богатый бѣлками и углеводами, ѣдятъ съ масломъ или саломъ. И т. д.

¹⁾ Bunge, *Physiologische Chemie*, лекція V.

Смысль кухонной обработки пищи и заключается отчасти въ томъ, чтобы устроить такіа подходящіа смѣси пищевыхъ веществъ.

Съ другой стороны смыслъ этой обработки заключается въ томъ, что бы сдѣлать пищу болѣе доступной дѣйствию пищеварительныхъ соковъ (раздробленіе пищевыхъ массъ; кипяченіе ихъ, при чемъ оболочки растительныхъ кѣтокъ лопаются, крахмалъ разбухаетъ въ клейстеръ; нагрѣваніе муки, превращенной въ тѣсто, до 200° , чтобы вслѣдствіе улетучиванія изъ послѣдняго CO_2 и алкоголя, образовавшихся отъ прибавки дрожжей, получился рыхлый хлѣбъ и т. д.) или съ другой стороны сдѣлать ее болѣе вкусной. Последнее достигается или прибавкой пряностей (перецъ, корица и т. п., тоже въ извѣстномъ смыслѣ и поваренная соль), или процессомъ самаго приготовленія пищи, какъ напр., когда при поджариваніи говядины или рыбы образуются, въ особенности на поверхности, вещества, пріятно дѣйствующія на обоняніе и вкусъ. А это рефлекторно возбуждаетъ дѣятельность пищеварительнаго аппарата.

При вареніи мяса всѣ бѣлки, въ томъ числѣ и растворимый въ холодной водѣ альбуминъ, свертываются; въ чистый отваръ переходятъ клеевыя и экстрактивные вещества (креатинъ, креатининъ, молочная и инозиновая кислоты), соли и вмѣстѣ съ тѣмъ немного жира. Поэтому сильно вываренное мясо является безвкуснымъ, но въ немъ остаются всѣ бѣлки за исключеніемъ всплывшаго въ видѣ пѣны альбумина; въ отварѣ („бульонъ“) совсѣмъ нѣтъ бѣлковъ и мало другихъ питательныхъ веществъ, но ему принадлежитъ возбуждающее дѣйствіе по отношенію къ пищеварительнымъ процессамъ, а калийныя соли имѣютъ еще извѣстное дѣйствіе на сердце.

Хотя ржаная мука является болѣе богатой азотистыми веществами, чѣмъ пшеничная (фиг. 124), но черный хлѣбъ представляетъ менѣе выгодный составъ, чѣмъ бѣлый; объясняется это менѣе совершеннымъ приготовленіемъ чернаго хлѣба (въ немъ болѣе воды).

Изъ пищевыхъ веществъ подробнѣе здѣсь разсматриваются только молоко и яйца, какъ такого рода вещества, изъ которыхъ каждое не только заключаетъ всѣ составныя части, необходимыя для поддержанія жизни, но въ состояніи доставить все требуемое для развитія и роста цѣлаго организма, какъ это видно на кормленіи молокомъ у млекопитающихъ и на образованіи въ яйцѣ вполне сформированнаго цыпленка].

Молоко.—Коровье молоко есть непрозрачная, бѣлая жидкость, пріятнаго сладкаго вкуса, своеобразнаго запаха, нейтральной (амфотерной) реакціи. Оно представляетъ *эмульсію*, состоящую изъ сыворотки слегка желтоватаго цвѣта, множества (отъ 3 до 12 милліоновъ въ куб. сант.) взвѣшенныхъ микроскопическихъ (діаметръ ихъ = 0,00014—0,0063 мм.) шариковъ желтаго жира (масла) и очень небольшого количества кѣлочныхъ элементовъ. Сыворотка содержитъ незначительное количество растворенныхъ солей (хлористые калий и натрій, слѣды ихъ сѣрнокислыхъ и углекислыхъ солей, фосфорнокислый кальцій), казеинъ, альбуминъ, глобулинъ (König) и молочный сахаръ. 1000 частей молока содержатъ:

	Коровье молоко (König)			Женское молоко (въ среднемъ).	Козье молоко.
	цѣльное	снятое	сливки		
Казеина	28,8	34,1	31,1	20	{ 25,3 1,26
Альбумина и глобулина	5,3				
Масла	36,5	7,4	267,5	35	43,4
Сахара	48,1	47,5	35,2	60	37,8

	Коровье молоко (König)			Женское молоко (въ среднемъ).	Козье молоко.
	цѣльное	снятое	сливки		
Солей	7,1	7,4	6,1	3	6,5
Твердаго остатка . .	125,8	—	—	120	135,2
Воды	874,2	906,6	655,1	880	868,5

Плотность (удѣльный вѣсъ) хорошаго коровьяго молока, измѣряемая ареометромъ (лактоденсиметромъ, градуированнымъ отъ 1015 до 1040), равна 1029 до 1033 (цифры взяты изъ химическихъ анализовъ Норре-Сейлер'а). Оставленное стоять въ узкомъ цилиндрѣ, молоко вскорѣ даетъ на своей поверхности слой сливокъ (масло + немного казеина), занимающій 10—14% всей высоты. Удѣльный вѣсъ снятого молока отъ 1032 до 1036. Фальсификація, состоящая въ разбавленіи молока водой, уменьшаетъ цифру плотности.

Масло.—Молоко отдаетъ эфиру свой жиръ только послѣ предварительной обработки его щелочью или кислотой (растворяющими бѣлковыя тѣла). Это заставляло предполагать, что каждый жировой шарикъ окруженъ защитительной бѣлковой оболочкой (*membrane haptogène* по Ascherson'у). Но такой взглядъ въ настоящее время оставленъ. Однако весьма вѣроятно, что въ молокѣ жировой шарикъ, въ силу частичнаго притяженія, окружается защитительнымъ слоемъ изъ частичекъ казеина, который и препятствуетъ сливанію шариковъ другъ съ другомъ и дѣйствию такихъ растворителей, какъ эфиръ (Quincke).

Если молоко подвергнуть продолжительному взбалтыванію, то шарики жира слипаются и образуютъ масло. Масло содержитъ по Vоigt'у: 7,9% воды, 9% бѣлковыхъ веществъ и 92,1% жира, расплавляющагося при +30°. Масло есть смѣсь нѣсколькихъ глицеридовъ, главнымъ образомъ олеиновой, пальминовой и стеариновой кислотъ, и побочно (около 7%) содержитъ глицериды кислотъ масляной, капроновой и т. п. Масло горькнетъ на воздухѣ: часть жира разлагается на жирныя кислоты и глицеринъ; глицеринъ же даетъ акролеинъ и муравьиную кислоту.

Казеинъ.—(C—53,0; H—7,0; N—15,7; S—0,8; P—0,85; O—22,65%). $\alpha D = -80^\circ$ въ нейтральномъ растворѣ (Норре-Сейлер). Нуклео-альбуминъ, почти нерастворимъ въ водѣ и слабыхъ солевыхъ растворахъ, соединяется на подобіе кислотъ со щелочами, образуя растворимыя въ водѣ соединенія; разлагаетъ гелекислый кальцій съ выдѣленіемъ CO_2 и образованіемъ растворимыхъ соединений богатыхъ кальціемъ. Если растворить казеинъ въ известковой водѣ и нейтрализовать растворъ разведенной фосфорной кислотой, то осадка не образуется, казеинъ и фосфорнокислый кальцій останутся взвѣшенными въ жидкости, образуя опалесцирующій псевдо-растворъ. Въ такомъ именно состояніи и находится казеинъ въ молокѣ. Растворы казеина не свертываются при кипяченіи, а покрываются только пленочкой изъ казеина.

Казеинъ осаждается изъ молока (предварительно разбавленнаго) при введеніи самаго малаго количества кислоты, или насыщеніемъ NaCl (который не осаждаетъ ни альбумина, ни глобулина), или $MgSO_4$ (которая осаждаетъ глобулинъ, но не альбуминъ). Алкоголь также осаждаетъ казеинъ.

Казеинъ свертывается и превращается въ *параказеинъ* или сыръ сычужнымъ ферментомъ (такъ назыв. Lab-ferment, заключающійся въ первомъ желудкѣ телянка), подъ условіемъ, чтобы жидкость содержала достаточное ко-

личество солей извести. Въ то же время образуется повидимому небольшое количество вещества, аналогичнаго пропентону ¹⁾.

Приготовление и очищение казеина основываются на осаждении его посредством очень разведенной уксусной кислоты и раствореніи затѣм осадка въ незначительномъ количествѣ раствора ѣдкаго натра. Операцию повторяютъ нѣсколько разъ и промываютъ осадокъ алкоголемъ и эфиромъ.

Лактальбуминъ и лактоглобулинъ (Sebelien) находится въ молокѣ въ небольшихъ количествахъ. Приготавливаютъ ихъ, какъ альбуминъ и глобулинъ сыворотки крови, изъ молока, освобожденнаго предварительно отъ казеина осажденіемъ (посредствомъ NaCl).

Молочный сахаръ или лактоза.— $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$. Истинный сахаръ, легко разлагающійся (съ принятіемъ частицы воды) на декстрозу и галактозу. Ромбическіе кристаллы, слабо сладкаго вкуса, растворимые въ 6 частяхъ холодной и въ 2,5 частяхъ кипящей воды, правовращающіе ($\alpha_D = 52^\circ,5$), восстанавливающіе окись мѣди въ щелочномъ растворѣ (10 куб. сант. фелингова раствора = 0,067 грамм. лактозы). Для полученія молочнаго сахара кипятятъ молоко, оставшееся послѣ осажденія казеина, чтобы свернуть альбуминъ и глобулинъ, и остатокъ выпариваютъ до незначительнаго объема. Тогда сахаръ выкристаллизовывается. Такой способъ употребляется въ технику въ швейцарскихъ сыроварняхъ, откуда молочный сахаръ поступаетъ въ торговлю.

Нестерилизованное молоко вскорѣ подвергается *кислому броженію*. Молочный сахаръ превращается въ молочную кислоту (+алкоголь + CO_2 и т. д.) подъ вліяніемъ организованныхъ ферментовъ. Какъ только жидкость достигаетъ извѣстной степени кислотности, казеинъ осѣдаетъ, увлекая съ собою масло: молоко скисаетъ. Такое осаждение существенно разнится отъ свертыванія, вызываемаго сычужомъ. Последнее происходитъ безъ измѣненія реакціи молока.

Алкогольное броженіе молочнаго сахара происходитъ не подъ вліяніемъ пивныхъ дрожжей, а отъ дѣйствія другихъ грибовъ (*Schizomycetes*), и даетъ тогда алкогольные напитки, извѣстные подъ названіемъ *кумиса* (кобылье молоко) и *кефира* (коровье молоко).

Женское молоко имѣетъ довольно различный составъ, смотря по тѣлосложенію, возрасту, образу жизни и пищѣ кормилицы, а также времени, протекающему послѣ родовъ. Въ общемъ оно бѣднѣе бѣлковыми веществами (2%) и солями (содержитъ въ 5 разъ меньше фосфорнокислаго кальція, чѣмъ коровье молоко), зато богаче сахаромъ (6%) и лецитиномъ, чѣмъ коровье молоко.

Казеинъ женскаго молока труднѣе осаждается кислотами, солями и пр. Отъ сычужнаго фермента онъ свертывается не компактными массами, какъ коровье молоко, а хлопьями, которые желудочный сокъ легче пропитываетъ и растворяетъ, чѣмъ казеинъ коровьяго молока. Коровье молоко, хотя бы разбавленное водой и съ прибавкой сахара, не соотвѣтствуетъ, строго говоря,

¹⁾ Сычужный ферментъ, или еще иначе *химозинъ*, обнаруживаетъ свое дѣйствіе на казеинъ и въ отсутствіи известковыхъ солей, но тогда образовавшійся параказеинъ остается въ растворѣ.

Если въ последнемъ разрушить теперь ферментъ кипяченіемъ, то параказеинъ все-таки выпадетъ отъ прибавленія известковыхъ солей. (Срав. паралелизмъ со свертываніемъ крови, стр. 63).

женскому молоку, какъ пища для грудного младенца. Основываясь на этихъ различіяхъ, принимаютъ, что существуетъ нѣсколько видовъ казеина.

Анализъ коровьяго молока.—20 куб. сант. молока разбавляютъ 380 куб. сант. дистиллированной воды; прибавляютъ по каплямъ слабую уксусную кислоту до образованія хлопчатого осадка; затѣмъ пропускаютъ въ жидкость струю CO_2 въ продолженіе $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ часа и оставляютъ на нѣсколько часовъ до полного осажденія казеина и масла. Осадокъ переносятъ на взвѣшенный фильтръ, промываютъ спиртомъ и обрабатываютъ эфиромъ для растворенія масла. Всѣй остатка на фильтрѣ даетъ цифру казеина; всѣй вещества, раствореннаго въ эфирѣ, даетъ цифру масла. Фильтратъ содержитъ альбуминъ и молочный сахаръ (кроме того немного казеина и пептона); альбуминъ опредѣляютъ кипяченіемъ и взвѣшиваніемъ осѣвшихъ свертковъ. Фильтратъ послѣ удаленія альбумина можетъ служить для опредѣленія молочнаго сахара посредствомъ жидкости Фелинга, по способу, практикуемому при опредѣленіи сахара у диабетиковъ: 20 куб. сант. фелинговой жидкости соответствуютъ 0,134 грамм. молочнаго сахара. Такой способъ анализа не применимъ однако къ женскому молоку, казеинъ котораго осаждается не вполне разведеніемъ и обработкой уксусной кислотой и CO_2 (Biedert).

Анализъ женскаго молока.—Осадить 20 куб. сант. молока 80 куб. сант. крѣпкаго спирта, промыть осадокъ спиртомъ и эфиромъ и взвѣсить (всѣй равенъ количеству альбумина+казеина); изслѣдованіе эфирнаго раствора дастъ всѣй масла. Сахаръ можетъ быть опредѣленъ въ промывныхъ жидкостяхъ. MgSO_4 вполне осаждаетъ изъ молока казеинъ [и глобулики], въ растворѣ альбуминъ; это свойство позволяетъ отдѣлить альбуминъ отъ казеина въ женскомъ молокѣ.

Опредѣленіе жира отдѣльно.—Взбалтываютъ молоко съ ѣдкимъ натромъ и эфиромъ; жиръ растворяется въ эфирѣ, эфиръ отгоняютъ и остатокъ взвѣшиваютъ. Другіе способы опредѣленія жира даны Marchand'омъ, Soxhlet'омъ и др.

Опредѣленіе жира оптическимъ методомъ.—(Donné, Vogel). Пробуютъ, сколько куб. сант. молока нужно прибавить къ 100 куб. сант. воды, чтобы получить смѣсь, слой которой, толщиною въ 5 мм., не позволяетъ ясно различать пламя стеариновой свѣчи.

4,5 куб. сант. молока соотвѣт. 5,38°/о жира.	7,0 куб. см. молока соотвѣт. 3,54°/о жира,
5,0 " " " " 4,87 "	7,5 " " " " 3,32 "
5,5 " " " " 4,45 "	8,0 " " " " 3,13 "
6,0 " " " " 4,09 "	8,5 " " " " 2,96 "
6,5 " " " " 3,80 "	9,0 " " " " 2,80 "

Яйца.—Куриное яйцо всѣитъ 45—60 грамм., и на 1 часть скорлупы приходится 5 частей бѣлка и $2\frac{1}{2}$ части желтка (vitellus). На 1 часть высушенной скорлупы приходится въ твердомъ остаткѣ 0,8 частей для бѣлка и 1,2 частей для желтка.

Бѣлокъ содержитъ около 86°/о воды и 14°/о твердаго остатка (13°/о альбумина, 0,134°/о глобулина, незначительныя количества глюкозы, жира, красящаго вещества и т. п. и 0,6°/о солей).

Желтокъ содержитъ 48°/о воды и 52°/о твердаго остатка: 14°/о вителлина и 1,5°/о нуклеина, способныхъ растворяться въ 10°/о—растворѣ NaCl ; 1,75°/о холестерина и 30°/о жировъ, лецитина и желтаго пигмента (вещества, растворяющіяся въ эфирѣ), слѣды глюкозы и пр. и 0,96°/о солей.

Голодь и жажда.—Голодь и жажда побуждаютъ насъ вновь принимать пищу и питье. Это суть общія ощущенія; хотя мы склонны локализи-

ровать ихъ въ пищеварительномъ трактѣ, но намъ не удастся приурочить ихъ исключительно къ нѣкоторымъ органамъ или специальнымъ нервамъ. Главная причина появленія ихъ лежитъ, безъ сомнѣнія, въ наступившемъ обѣднѣніи состава крови вслѣдствіе постоянно происходящихъ тратъ организма.

Ощущеніе жажды (общее ощущеніе томленія, сопровождающееся чувствомъ сухости въ зѣвѣ и глоткѣ) наступаетъ всякій разъ, какъ только уменьшается количество циркулирующей въ тѣлѣ крови (при кровотеченияхъ, сильныхъ поносахъ, обильныхъ потахъ и т. д.), или же увеличивается относительное содержаніе солей въ крови (отсюда невозможность утолить жажду морской водой или солевыми растворами). Причиной жажды можетъ быть также мѣстное высыханіе слизистой оболочки мягкаго неба и глотки если дышать напр. черезъ ротъ очень сухимъ воздухомъ, или говорить продолжительное время.

Мѣстное приложеніе холодной воды на слизистую оболочку рта и глотки уменьшаетъ мѣстное ощущеніе сухости, но не уничтожаетъ совершенно жажды. Собаки съ открытой фистулой пищевода (или желудка), которымъ долго не давали воды, пьютъ ее затѣмъ, такъ сказать, безконечно, не утоляя жажды, ибо вода по мѣрѣ проглатыванія вытекаетъ наружу. Точно также и перерѣзка нервовъ мягкаго неба и глотки (nn. glossopharyngeus, vagus и lingualis, Longet, Schiff) не уничтожаетъ жажды. Жажду можно утолить, впрыскивая воду въ вены, трахею, прямую кишку и т. п., и до известной степени общими ваннами (всасываніе воды кожей?).

Чувство голода, какъ кажется, прежде всего зависитъ отъ пустоты желудка. Достаточно наполнить желудокъ какими нибудь инертными (непитательными) веществами, чтобы значительно ослабить чувство голода. Между тѣмъ перерѣзка нервовъ желудка не уничтожаетъ чувства голода (Sédillot). Чувства голода и жажды независимы, повидимому, отъ верхнихъ частей центральной нервной системы: наблюдались уроды безъ головного мозга, которые сосали грудь, доказывая такимъ образомъ, что они чувствуютъ потребность питаться.

Голоданіе ¹⁾. Продолжительное лишеніе пищи и питья можетъ тянуться довольно долго. Известно пари, выигранное американцемъ, докторомъ Тапперомъ: въ продолженіи 40 дней онъ не принималъ ничего кромѣ воды и затѣмъ совершенно оправился. Собаки умираютъ чрезъ 4—9 недѣль полнаго голоданія; маленькія млекопитающія и птички погибаютъ въ нѣсколько дней, равно какъ и молодыя млекопитающія. Холоднокровныя животныя переносятъ лишеніе пищи до года и больше; животныя, подвергающіяся зимней спячкѣ, проводятъ во время зимы нѣсколько мѣсяцевъ безъ ѣды.

Животное, лишенное пищи, принуждено жить на счетъ собственныхъ запасовъ: вѣсъ его, стало быть, безпрестанно уменьшается. Въ моментъ смерти вѣсъ падаетъ до $\frac{2}{10}$ — $\frac{4}{10}$ первоначальнаго у молодыхъ животныхъ, и до $\frac{4}{10}$ — $\frac{5}{10}$ у взрослыхъ млекопитающихъ (Chossat, Bidder и Schmidt, Voit). Потеря

¹⁾ Chossat, *Rech. exp. sur l' inanition*, 1843; Bidder и Schmidt, *die Verdauungssäfte* 1852; Voit, *Zeitschr. f. Biologie*, 1866, т. 11 стр. 307; Lepine, *ст. Inanition* изъ *Dict. de méd.* издан. Jaccoud.

[Лукьяновъ. *Zeitschr. f. physiol. Chemie.* XIII, 1889.
Luciani, *Das Hungern.* Нѣмец. изд. 1890].

ри въ вѣсѣ различныхъ тканей и органовъ¹⁾ распределяются въ слѣдующемъ порядкѣ у кошки, умершей отъ голода (Voit):

Жиръ	97,0%	Кишки, легкія, поджелудочная	
Селезенка	66,7 „	железа	17,0%
Печень	53,7 „	Кости	13,0 „
Мышцы	30,5 „	Центральная нервная система.	3,2 „
Кровь	27,0 „	Сердце	2,0 „

Выдѣленіе мочи быстро уменьшается въ первые два или три дня, затѣмъ уменьшеніе остается замѣтно пропорціональнымъ паденію вѣса тѣла (Bidder и Schmidt 1852). Абсолютное количество выдыхаемой CO_2 также уменьшается, но медленнѣе, чѣмъ паденіе вѣса тѣла. Внутренняя температура быстро понижается въ три послѣдніе дня; въ моментъ смерти она не выше $+25^\circ$ до $+30^\circ$; частота пульса и дыханія уменьшается. Животныя обнаруживаютъ подавленность и большую мышечную слабость. Моча дѣлается сильно кислою, выдѣляется въ незначительномъ количествѣ и характеризуется почти полнымъ исчезновеніемъ хлоридовъ. Кровь однако содержитъ ихъ еще въ значительномъ количествѣ: хлориды удерживаются несомнѣнно бѣлковыми веществами крови²⁾.

Минеральное голоданіе. Животныя, получающія пищу, лишенную солей, быстро истощаются и умираютъ въ продолженіе нѣсколькихъ недѣль съ симптомами слабости и паралича (Forster)³⁾.

II. Слюна.

Свойства.—Смѣшанная слюна или жидкость, увлажняющая стѣнки рта, представляетъ смѣсь продуктовъ секретіи собственно слюнныхъ железъ, слизистыхъ железъ и эпителія ротовой полости. Слюна человека есть про-

¹⁾ Приведемъ относительный вѣсъ различныхъ органовъ у человека по E. Bischoff'у и у кошки по Bidder'у и Schmidt'у.

	взросл. чел.	новорож- денный	кошка
Скелетъ	15,9%	17,7%	14,7%
Мышцы	41,8 „	29,9 „	45,0 „
Грудные органы	1,7 „	3,0 „	„
Брюшныя внутренности	7,2 „	11,5 „	печень . . . 4,8 „
Жиръ	18,2 „	} 20,0 „	38,0 „
Кожа	6,9 „		12,0 „
Мозгъ головной	1,9 „	15,8 „	„

²⁾ Если голодающему животному (голубь) не давать также и воды, то различныя органы не одинаково теряютъ воду съ одной стороны, твердыя составныя части съ другой. Одни органы упорно сохраняютъ прежнее отношеніе (сердечная мышца, почки, кровь, мозгъ и т. д.); другіе обнаруживаютъ относительное увеличеніе воды (мышцы и кости бедра); третьи, какъ селезенка, печень, поджелудочная железа, представляютъ обратное отношеніе (Дукьяновъ 1889).

Н. В.

³⁾ Вунге и Дунинъ приводятъ доказательство, что смерть животного въ этихъ случаяхъ надо приписать прежде всего недостатку оснований, служащихъ къ *нейтрализаци*и стѣрной кислоты—одного изъ продуктовъ распада въ организмѣ бѣлковъ. Если давать такимъ животнымъ изъ солей одинъ углекислый натръ, то они выживаютъ уже вдвое дольше; если же давать вмѣсто него поваренную соль, то соотвѣтственнаго этому вліянія не будетъ.

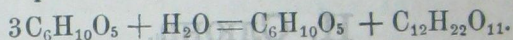
Н. В.

зрачная, безцвѣтная жидкость, безвкусная, очень водянистая, слегка тягучая, чуть-чуть мутная отъ присутствія небольшого числа эпителиальныхъ клѣтокъ и слюнныхъ тѣлецъ (кругловатая клѣтка съ заключающей ядро, протоплазмой), съ удѣльн. вѣсомъ отъ 1002 до 1006. Въ слюнкѣ содержится около 0,5% плотныхъ веществъ: хлористые и сѣрнокислые натрій и калий, углекислые и фосфорнокислые кальцій и магній, часто слѣды роданистаго калия (красное окрашиваніе отъ хлорнаго желѣза. Trevigianus 1814).

Іодъ, хлористыя соли и большая часть ядовъ, введенные въ организмъ животнаго, выдѣляются отчасти слюнными железами и могутъ быть открыты въ слюнкѣ.

Слюна содержитъ всегда въ значительномъ количествѣ муцинъ, обыкновенно слѣды бѣлка, почти всегда (у человѣка и кролика, но не у собаки или лошади) діастатическій ферментъ *птиалинъ*,—название, прилагавшееся прежде къ различнымъ веществамъ, извлекаемымъ изъ слюны. Присутствію этого фермента человѣческая слюна обязана свойствомъ довольно быстро превращать въ сахаръ отваренный крахмалъ (медленно сырой) и гликогенъ (Leuchs 1831).

Птиалинъ отличается отъ растительнаго діастаза нѣкоторыми особенностями: температура, которой соотвѣтствуетъ maximum силы дѣйствія, для перваго будетъ отъ $+37^{\circ}$ до $+40^{\circ}$, для втораго отъ $+54^{\circ}$ до $+63^{\circ}$. Птиалинъ превращаетъ крахмалъ (или гликогенъ) въ декстринъ и мальтозу¹⁾:



Крахмалъ Декстринъ Мальтоза

Декстринъ и мальтоза превращаются затѣмъ въ глюкозу (?)²⁾.

Легко доказать способность человѣческой слюны превращать крахмалъ въ сахаръ. Если смѣшать слюну съ небольшимъ количествомъ крахмального клейстера, то спустя немного времени можно констатировать присутствіе сахара въ жидкости посредствомъ соотвѣтственныхъ реакцій. Въ то же время крахмалъ исчезаетъ изъ раствора. Отсутствіе синяго окрашиванія отъ іода, на которое указывали, какъ на доказательство исчезновенія крахмала, не имѣетъ никакого значенія съ тѣхъ поръ, какъ стало извѣстно, что присутствіе слюны мѣшаетъ іоду дѣйствовать на крахмалъ и даже разлагаетъ образовавшееся соединеніе его съ іодомъ. Крахмальный клейстеръ, посинѣвшій отъ іода, быстро обезцвѣчивается, если держать его во рту, хотя онъ и содержитъ еще много крахмала. Водные растворы

1) Крахмалъ сначала превращается въ растворимый крахмалъ, еще окрашивающійся отъ іода въ синий цвѣтъ, затѣмъ въ мальтозу (около 50%) и въ двѣ разновидности декстрина (также около 50%): эритродекстринъ, окрашивающійся отъ іода въ красный цвѣтъ, и ахроодекстринъ, не окрашивающійся отъ іода вовсе.

Мальтоза ($C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$) представляетъ истинный сахаръ; она способна къ броженію, восстанавливаетъ окись мѣди въ щелочномъ растворѣ и сильно вращаетъ вправо.

2) Кромѣ птиалина или слюннаго діастаза, превращающаго крахмалъ и гликогенъ въ мальтозу, теперь найденъ (Röhmman, Hamburger) въ слюнкѣ ферментъ, превращающій мальтозу въ виноградный сахаръ и отличный отъ инвертина. Этотъ ферментъ, *мюказъ*, находится здѣсь, правда, въ ничтожномъ количествѣ. Онъ встрѣчается также въ панкреатическомъ и кишечномъ сокахъ. О нахожденіи его въ крови и лимфѣ см. дальше, процессы кроветворенія. Н. В.

гликогена отъ прибавленія слюны становятся мало по малу прозрачными и теряютъ совершенно свою опалесценцію, по мѣрѣ того какъ гликогенъ превращается въ декстрины и сахаръ.

Реакція, служащая для открытія глюкозы въ органическихъ жидкостяхъ, въ частности въ мочѣ диабетиковъ: 1) *Реакція Trommer'a.* Къ изслѣдуемой жидкости прибавляютъ немного раствора ѣдкаго натра и каплю раствора сѣрнокислой мѣди. Образовавшійся гидратъ окиси мѣди вновь растворяется, окрашивая растворъ въ красивый голубой цвѣтъ; если смѣсь нагрѣвать, то глюкоза возстановляетъ получившееся мѣдное соединеніе до закиси мѣди, образующей красный осадокъ; въ то же время жидкость обезцвѣчивается. Эта и слѣдующая реакціи свойственны также мальтозѣ.

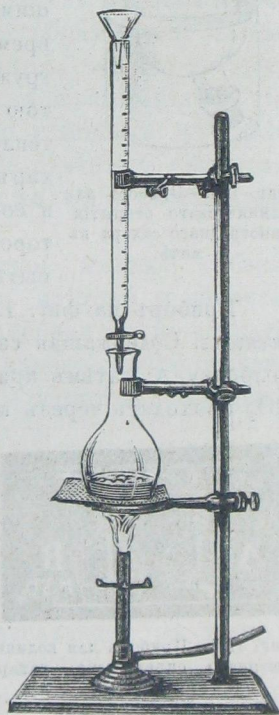
Жидкость Fehling'a ²⁾ служитъ для количественнаго опредѣленія глюкозы. Какъ и при реакціи Trommer'a, эта жидкость обезцвѣчивается, осажая красную закись мѣди, если кипятить ее съ растворами глюкозы. Количество мѣди рассчитано такимъ образомъ, что 1 кб. см. сине-голубой жидкости вполне обезцвѣчивается 5-ю mgr. глюкозы (видъ сахара у диабетиковъ). Въ маленькую колбу вливаютъ 10 кб. см. Фелинговой жидкости и разбавляютъ 3-мя объемами воды. Изслѣдуемая жидкость, предварительно разбавленная, наливается въ градуированную бюретку, откуда по каплямъ спускается въ колбу (при постоянномъ подогреваніи), пока синяя жидкость не обезцвѣтится совсѣмъ. Израсходованное количество содержащей сахаръ жидкости, отсчитанное по дѣленіямъ бюретки, будетъ содержать 5 сантиграммовъ глюкозы (см. фиг. 125).

2) *Реакція Böttger'a.* Взятую для изслѣдованія жидкость кипятятъ съ нѣкоторымъ количествомъ раствора ѣдкаго натра или кали и незначительнымъ количествомъ (на кончикѣ ножа) основной азотнокислой соли висмута (*bismuthi subnitrici*). Глюкоза при кипяченіи возстановляетъ окись висмута, и получается черный осадокъ.

Эта реакція, а равно и Trommer'овская, общи всѣмъ возстановляющимъ тѣламъ. Fehling'ова жидкость возстановляется также гликуроновой кислотой, мочевою и т. п., что можетъ подать поводъ къ ошибкѣ при химическомъ изслѣдованіи мочи на содержаніе глюкозы (сахара).

3) *Испытаніе подкисл. кали.* Нагрѣваютъ жидкость до кипѣнія, прибавивъ предварительно раствора ѣдкаго кали. Жидкость окрашивается въ желтый или бурый цвѣтъ, соотвѣтственно содержанію сахара въ жидкости.

4) *Испытаніе фенилгидразиномъ.* Къ изслѣдуемой жидкости прибавляютъ щепотку укуснокислаго натра и немного раствора хлористоводороднаго фенилгидразина. Нагрѣваютъ до $+100^{\circ}$ (на водяной банѣ) въ продолженіе часа. Присутствіе

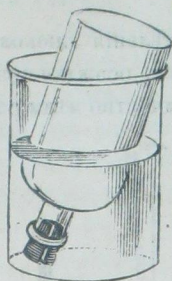


Фиг. 125 — Опредѣленіе глюкозы посредствомъ Fehling'овой жидкости.

²⁾ *Приготовленіе Fehling'овой жидкости.* Растворить 34,65 грамм. сѣрнокислой мѣди въ 160 кб. см. воды; затѣмъ растворить отдѣльно 173 грамм. двойной виннокислой соли калия и натрія въ 600—700 кб. см. раствора ѣдкаго натра уд. вѣса 1,12; смѣшать оба раствора и смѣсь разбавить до литра.

глюкозы обнаружится образованіемъ красивыхъ желтыхъ, блестящихъ кристалловъ фенилглюкозазона, лежащихъ одиночно или сгруппированныхъ въ звѣзды (точка плавленія $+204^{\circ}$). Гликуроновая кислота при тѣхъ же условіяхъ даетъ бурый аморфный осадокъ съ точкой плавленія $+150^{\circ}$.

5) *Испытаніе посредствомъ броженія.* Къ испытуемой жидкости прибавляютъ немного пивныхъ дрожжей (предварительно промытыхъ въ водѣ). Если есть глюкоза, то скоро начинается броженіе, жидкость сильно пѣнится и распространяетъ спиртовый запахъ. Это самый вѣрный пріемъ для открытія сахара въ диабетической мочѣ (если нѣтъ подѣ рукой поляриметра). Каждый врачъ можетъ произ-



Фиг. 126.—Приборъ для клиническаго открытія винограднаго сахара въ мочѣ.

вести это испытаніе безъ всякихъ реактивовъ и химической посуды. Помѣщаютъ мочу и дрожжи въ стеклянку изъ подѣ лекарствъ и заполняютъ ее до верху. Затыкаютъ стеклянку пробкой, имѣющей сбоку продольный каналъ (сдѣланный посредствомъ перочиннаго ножа двумя продольными соединяющимися надрѣзами) для предупрежденія разрыва склянки во время броженія. Стеклянку опрокидываютъ шейкой внизъ и погружаютъ въ обыкновенный (чайный) стаканъ, наполненный тою же мочей (см. фиг. 126). Стаканъ затѣмъ ставятъ въ тепломъ мѣстѣ (на солнцѣ или близъ печки). Если есть сахаръ, то вскорѣ начнется броженіе: пузырьки CO_2 поднимаются и собираются вверху у дна стеклянки, которая спустя нѣкоторое время оказывается вся наполненной газомъ, а жидкость вытѣсняется изъ нея черезъ отверстіе, устроенное въ пробкѣ.

Приборъ на фиг. 127 служитъ для количественнаго опредѣленія сахара броженіемъ. Содержащая сахаръ жидкость послѣ прибавленія дрожжей вливается въ колбочку А; затѣмъ приборъ взвѣшивается. Скоро начинается броженіе; пузырьки CO_2 проходятъ черезъ колбочку В (наполненную сѣрной кислотой для удержанія



Фиг. 127.—Приборъ для количественнаго опредѣленія сахара броженіемъ.

воды, увлеченной струей CO_2). По окончаніи броженія снова взвѣшиваютъ приборъ; потеря въ вѣсѣ показываетъ количество образовавшейся CO_2 ; количество же послѣдней пропорціонально количеству содержащагося въ жидкости сахара.

6) *Опредѣленіе посредствомъ поляриметра.* Вращательная способность диабетическаго сахара (декстрозы) равна $\alpha_D = +53^{\circ}$. Поэтому легко опредѣлить количество этого вещества оптически, если имѣемъ въ своемъ

распоряженіи извѣстное количество жидкости прозрачной и мало окрашенной. Въ случаѣ надобности ее обезцвѣчиваютъ уксуснокислымъ свинцомъ. Относительно подробностей обращенія съ приборомъ см. стр. 40, фиг. 6.

По Vulpian'у, подкожное впрыскиваніе нормальной слюны вызываетъ тяжелыя разстройства, могущія окончиться смертію. Ядовитость слюны обусловливается несомнѣнно присутствіемъ низшихъ организмовъ, легко въ ней размножающихся.

— *Газы слюны.* 100 объемныхъ частей слюны (gl. submaxillaris собаки) содержатъ по Pflüger'у: кислорода 0,6 объема; азота 0,8 об.; углекислоты растворенной 22,5; CO_2 химически связанной 42,5 объема. Слюна изъ околоушной железы человѣка содержитъ на 100 объемовъ: кислорода 0,84—1,46 об.; азота 2,37—3,77 об.; CO_2 растворенной 2,31—4,65 об.; CO_2 связанной 40,17—62,47 об. Количество выделяемой человѣкомъ слюны за 24 часа вычислялось неодинаково (отъ $\frac{1}{2}$ до 2 литровъ).

Роль слюны.—Пищеварительное значеніе слюны равно нулю у тѣхъ животныхъ, у которыхъ она не содержитъ птіалина (плотоядные, собаки), и у другихъ животныхъ во всякомъ случаѣ значеніе ея весьма небольшое, по причинѣ краткости дѣйствія слюны на пищу. Механическое значеніе ея при глотаніи гораздо важнѣе: она увлажняетъ сухую пищу, образуя мягкую массу, *пищевой комокъ* (bolus), который легко проскальзываетъ черезъ зѣвъ, глотку и пищеводъ въ моментъ глотанія. Слюнные железы отсутствуютъ у китообразныхъ и рыбъ, пища которыхъ не требуетъ увлажненія. Впрочемъ, вылученіе слюнныхъ железъ у собаки не сопровождается никакими серьезными неудобствами: оперированныя животныя восполняютъ недостающую слюну лаканіемъ воды во время приѣма пищи (С. Fehr 1862). Известковые соли слюны защищаютъ, вѣроятно, зубы отъ разъѣдающаго дѣйствія кислотъ, содержащихся въ пищѣ и напиткахъ. --

Отдѣленіе слюны.—Самой ткани слюнныхъ железъ приписывалось прежде второстепенное и чисто пассивное значеніе въ образованіи слюны. Слюнные железы рассматривались какъ простые фильтры, черезъ которые трансудировала часть элементовъ кровяной плазмы для образованія слюны. На этомъ основаніи самое важное значеніе придавали условіямъ мѣстнаго кровообращенія въ сосудахъ железъ: кровяное давленіе считалось главнымъ агентомъ слюноотдѣленія, силой, которая продавливала жидкость сквозь поры сосудистыхъ и железистыхъ стѣнокъ.

Прекрасныя работы Ludwiga надъ подчелюстной железой собаки выяснили главную преобладающую роль железистыхъ клѣтокъ и нервной системы въ отдѣленіи слюны. Въ подчелюстной железе собаки можно вызвать обильное отдѣленіе слюны, возбуждая периферическій конецъ chordae tympani (Ludwig 1851)¹⁾. Если въ Вартоновъ протокъ ввести предварительно канюлю, то можно собрать довольно большое количество слюны²⁾.

Въ то же время сосуды железы чрезвычайно расширяются и пульсація артерій переходитъ въ вены, которыя тоже начинаютъ биться (Cl. Bernard). Хотя железа во время дѣятельности потребляетъ больше кислорода, чѣмъ во время покоя, однако венозная кровь, возвращающаяся изъ нея, оказывается богаче кислородомъ и болѣе яркаго цвѣта. Это объясняется наступившимъ усиленіемъ кровообращенія въ железу; количество протекающей въ железу крови увеличивается въ три или четыре раза противъ нормы.

Нервные волокна chordae tympani, вызывающія отдѣленіе слюны, явля-

¹⁾ Ludwig, *Mittheil. der Zürich. naturforsch. Gesellschaft*, 1851; *Zeitsch. f. rat. Med.*, N. F. I. стр. 259, 1851; Cl. Bernard, *Gaz. med. de Paris*, 31 oct. 1857, стр. 696; *Leçons sur les prop. des liquides etc.*, II, 1855; *Leçons s. la phys. du syst. nerveux*, II, 1857. Schiff, *Leçons sur la physiologie de la digestion I.*

²⁾ Наиболѣе обильное отдѣленіе слюны получается, когда на барабанную струну падаетъ 30—50 индукціонныхъ ударовъ въ секунду. По мѣрѣ того, какъ железа утомляется, нужно прикладывать къ нерву электрическія раздраженія все болѣе и болѣе рѣдкія, чтобы имѣть maximum возможнаго отдѣленія. Напротивъ раздраженія, значительно болѣе частыя, вызвавъ въ самомъ началѣ нѣкоторое отдѣленіе, потомъ быстро перестаютъ оказывать какое-либо видимое дѣйствіе. Есть указанія на то, что такія частыя раздраженія производятъ тормозящее вліяніе на секреторную дѣятельность железы—явленіе, параллельное съ тѣмъ, какое наблюдается на мышцѣ при раздраженіи ея нерва быстро слѣдующими одинъ за другимъ электрическими толчками (Введенскій, 1892).

ются независимыми отъ сосудорасширяющихъ волоконъ ¹⁾). Помощью атропина парализуютъ первыя, не затрогивая послѣднихъ; электрическое раздраженіе *chordae tympani* вызываетъ тогда покраснѣніе железы, но не сопровождается никакимъ отдѣльнымъ эффектомъ (Keuschel, Heidenhain). Съ другой стороны перевязка сосудовъ железы не мѣшаетъ наступленію отдѣленія слюны при раздраженіи *chordae tympani*. Опытъ удается даже на отдѣленной отъ туловища головѣ, гдѣ кровообращеніе, конечно, совершенно отсутствуетъ: въ этомъ случаѣ возможно въ продолженіе болѣе получаса получать отдѣленіе слюны при раздраженіи *chordae tympani* (Ludwig).

Если въ Вартоновъ протокъ впрыснуть разведенной слюны съ прибавкой хинина, то наблюдается чрезмѣрное расширеніе сосудовъ железы безъ наступленія отдѣленія. Слюна, напротивъ, будетъ отдѣляться, какъ только начать раздражать *chordam tympani*.

Сила, съ которой слюна выталкивается въ Вартоновъ протокъ, гораздо выше кровяного давленія въ сосудахъ железы. Соединяя Вартоновъ протокъ прямо съ манометромъ, Ludwig наблюдалъ, что столбъ ртути, поднимаемый отдѣляющейся слюной, доходилъ до 20 сант. высоты. Железа во время отдѣленія сильно нагрѣвается. Ludwig доказалъ, что температура отдѣляющейся слюны можетъ болѣе, чѣмъ на градусъ, превышать температуру крови, протекающей по артеріямъ железы ²⁾.

Наконецъ Heidenhain прямымъ путемъ доказалъ активное участіе железистыхъ клѣтокъ въ процессѣ слюноотдѣленія ³⁾. Извѣстно, что слюнные железы принадлежатъ къ типу гроздовидныхъ железъ Johann Müller'a, т. е. представляютъ рядъ маленькихъ пузырьковъ, открывающихся въ общіе протоки. Каждый маленькій пузырекъ или мѣшечекъ (*acinus*) образованъ *membrana propria* (оболочкой, въ которой находится сѣтъ клѣтокъ съ вѣтвящимися отростками), высланной снаружки отдѣлительными клѣтками. Кровеносные капилляры, образующіе богатую сѣтъ вокругъ каждого пузырька, не примыкаютъ къ нему непосредственно, а отдѣляются отъ *membrana propria* лимфатическими пространствами.

Heidenhain различаетъ два типа слюнныхъ железъ: *бѣловыя* (иначе серозныя) и *слизистыя*. Въ железахъ *бѣловыхъ* (т. е. доставляющихъ продуктъ, содержащій бѣлокъ, но не муцинъ напр. *glandula parotis*), дольки (*acini*) содержатъ одинъ только родъ клѣтокъ. Клѣтки эти, округлыя или многоугольныя, плотно заполнены зернистымъ, темнаго цвѣта веществомъ (протоплазмой, окрашивающейся карминомъ), взвѣшеннымъ въ свѣтломъ веществѣ. Во время покоя железы, свѣтлое вещество увеличивается на счетъ темнаго. Это накапливающееся свѣтлое вещество является, повидимому, непосредственнымъ предшественнымъ

¹⁾ Нервные секреторныя волокна прободаютъ *membranam propriam* железистыхъ мѣшечковъ и оканчиваются свободно между железистыми клѣтками (Ramon у Cajal).

²⁾ Недавно появилось одно изслѣдованіе (Bayliss и Hill), которое рѣшительно отрицаетъ развитіе теплоты при дѣятельности слюнной железы; однако это едва ли основательно.

Слѣдуетъ замѣтить, что Heidenhain наблюдалъ прежде развитіе теплоты въ железахъ и при раздраженіи симпатическаго нерва. Кровеносные сосуды железы въ этомъ случаѣ приходятъ въ состояніе суженія. Н. В.

³⁾ Heidenhain, *Stud. des physiol. Instituts zu Breslau*, 1868; *Die Speicheldrüsen* въ *Handbuch der Physiologie* Hermann'a. V, I, 1880.

продуктомъ, изъ котораго образуются затѣмъ продукты отдѣленія; какъ только начинается отдѣленіе, свѣтлое вещество преобразуется въ продуктъ отдѣленія и уменьшется въ количествѣ по мѣрѣ образованія отдѣлений. Въ то же время зернистая протоплазма восстанавливается.

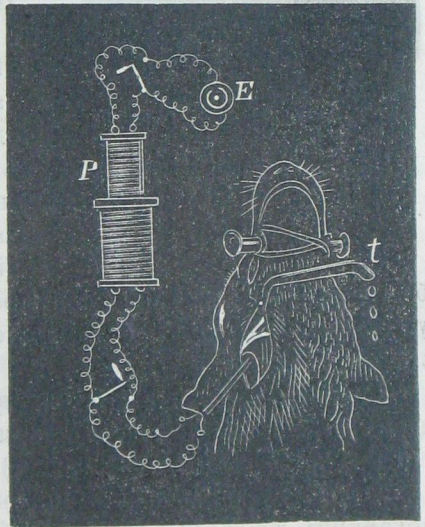
Въ железахъ, *отдѣляющихъ слюзу* (т. е. доставляющихъ продуктъ, содержащій муцинъ, — железы подчелюстные, подъязычныя и подглазничныя у собаки, слизистыя железы полости рта и слизистыхъ оболочекъ пищеварительныхъ и дыхательныхъ органовъ), имѣются двоякаго рода клѣтки: секреторныя клѣтки, отдѣляющія непрерывнымъ слоемъ внутреннюю поверхность *membranae propriae*, отличающіяся значительными размѣрами, содержатъ ядро, окруженное небольшимъ количествомъ зернистой протоплазмы и имѣютъ нитевидный отростокъ, приложенный къ *membranam propriam*. Остальная часть каждой клѣтки образована свѣтлымъ веществомъ (*муцигеннымъ*), заключающимъ вещество аналогичное муцину, не окрашивается ни карминомъ, ни гематоксилиномъ, осаждается отъ уксусной кислоты и не измѣняется отъ минеральныхъ кислотъ.

Это свѣтлое вещество пронизывается сѣтью протоплазматическихъ нитей, находящихся въ соединеніи со скопленіемъ протоплазмы вокругъ ядра.

Муцигенное вещество образуется и накапливается въ железахъ въ промежуткахъ между періодами отдѣленія. Во время акта отдѣленія оно превращается въ муцинъ, окрашивающійся гематоксилиномъ. Муцинъ этотъ поступаетъ въ выдѣлительные протоки, вслѣдствіе чего количество свѣтлаго вещества уменьшается; быть можетъ, сами клѣтки даже нацѣло разрушаются. Второго рода клѣтки (краевыя клѣтки) образуютъ отъ мѣста къ мѣсту маленькія скопленія (*полумунія Giapuzzi*), лежащія между слоемъ железистыхъ клѣтокъ и *membrana propria*. Эти маленькія зернистыя клѣтки служатъ несомнѣнно для замѣщенія клѣтокъ перваго рода по мѣрѣ ихъ разрушенія.

Во время отдѣленія, слюнные железы теряютъ въ вѣстъ: количество плотныхъ частей уменьшается, тогда какъ количество воды возрастаетъ.

Вліяніе нервной системы.—Подчелюстная железа получаетъ cerebro-спинальныя нервныя волокна отъ n. facialis при посредствѣ *chordae tympani*, и симпатическія волокна, происходящія отъ шейной части ствола n. sympathici и сопровождающія артерію железы. Мы видѣли, что раздраженіе *chordae tympani* вызываетъ въ подчелюстной железахъ обильное слюноотдѣленіе. Опытъ легко повторить на собакѣ. Сбоку отъ срединной линіи подъ нижней челюстью дѣлаютъ продольный разрѣзъ передняго брюшка m. digastrici. Затѣмъ осторожно перерѣзаютъ волокна m. mylo-hyoidei; отодвигая m. digastricum кнаружи, находятъ n. lingualis и по соотвѣству съ нимъ выводные протоки подчелюстной и подъязычной железъ. N. lingualis, ductus Whartonianus и *chorda tympani* образуютъ легко находимый треугольникъ (см. фиг. 129).



Фиг. 128. — Схемы опыта съ подчелюстной железой собаки. Голова животного видна снизу. Область правой подчелюстной железы обнажена продольнымъ разрѣзомъ; стеклянная канюля *t* укрѣплена въ Вартоновомъ протокѣ. *E* — элементъ производящій гальваническій токъ; *P* — санный аппаратъ du Bois-Reymond'a; *e* — электроды, приложенные къ *chorda tympani*.

Въ Вартоновъ протокъ ввизываютъ канюлю; *chorda tympani* помещается на электроды (см. фиг. 128).

Chorda tympani вызываетъ обыкновенно слюноотдѣленіе въ подчелюстной железнѣ рефлекторнымъ путемъ. Рефлексъ начинается съ раздраженія окончаній нервовъ вкуса веществами, вызывающими вкусовые ощущенія (уксусъ, эфиръ на языкъ), или съ раздраженія чувствительныхъ нервовъ ротовой полости механическими средствами (присутствіе посторонняго тѣла во рту, движеніе челюстей при жеваніи).



Фиг. 129. — Область для опыта надъ подчелюстной железой у собаки (пакъ на фиг. 128). *L* — *n. lingualis*; *c. t.* — *chorda tympani*; *Ce* — *glandula submaxillaris*; *c. e.* — выводной протокъ; *t* — стеклянная канюля, вставленная въ Вартоновъ протокъ.

Раздраженія *n. olfactorii* (запахомъ пищи), окончаній *n. vagi* въ желудкѣ (перець въ желудкѣ) могутъ также повести къ рефлекторному слюноотеченію. Раздраженіе центральнаго конца *n. ischiadici* могло бы давать тотъ же эффектъ, по Овсянникову и Чирьеву.

Нервный центръ слюноотдѣленія расположенъ въ продолговатомъ мозгу (*C. Bernard*, *Eckhard* и *Loeb*, *Grützner* и *Chlarsowski*). Дѣятельность его можетъ вызываться и подъ влияніемъ психическихъ центровъ большихъ полушарій: вида кушаній, или даже воспоминанія о хорошемъ обѣдѣ, бываетъ достаточно, чтобы появились „слюнки во рту“. Поврежденіе мозговой коры въ сосѣдствѣ поперечной

борозды [*sulcus cruciatus*] или прямое раздраженіе ея часто сопровождаются у собаки обильнымъ слюноотеченіемъ (*Eulenburg*, *Landois*, *Bochefontaine*).

Слюноотдѣлительный центръ въ продолговатомъ мозгу можетъ быть возбуждаемъ прямо электричествомъ, или значительной венозностью омывающей его крови (асфиктическая слюна), или нѣкоторыми ядами (пилокарпинъ).

Атропинъ, никотинъ и датуринъ парализуютъ секреторныя волокна, пилокарпинъ же, наоборотъ, возбуждаетъ ихъ.

Подчелюстная слюна, полученная раздраженіемъ *chordae tympani*, обильна, прозрачна, водяниста, бѣдна плотными веществами. Раздраженіе ствола *n. sympathici* вызываетъ, напротивъ, отдѣленіе слюны въ маломъ количествѣ, клейкой, мутной, богатой плотными веществами. Сосуды железы въ то же время суживаются. Нормальная слюна походитъ болѣе на слюну, получаемую при раздраженіи *chordae tympani*. Послѣ перерѣзки *chordae tympani* и ствола симпатическаго нерва железа парализуется и не отдѣляетъ болѣе слюны. Однако спустя нѣкоторое время начинается умѣренное и постоянное слюноотеченіе, носящее названіе паралитической слюны¹⁾.

Околоушная железа получаетъ черепные нервные волокна изъ *n. glossopharyngeus* черезъ *ramus Jacobsonii*. Затѣмъ секреторныя волокна проходятъ по *n. petrosus superficialis minor* (*Cl. Bernard*, *Schiff*, *Навроцкій*)

¹⁾ Послѣ перерѣзки *n. lingualis* выше отхожденія барабанной струны можно вызвать отдѣленіе слюны раздраженіемъ языка. Такое отдѣленіе слѣдуетъ разсматривать какъ рефлексъ, происходящій при посредствѣ *gangl. submaxillare*. Фактъ найденъ *Cl. Bernard*’омъ, но толковался не согласно разными исследователями. Теперь его первоначальное значеніе установлено до несомнѣнности опытами *Wertheimer*’а въ *Lille* (1890) Н. В.

примыкаютъ къ *ganglion oticum*, отсюда вступаютъ въ *ramus auriculo-temporalis n. trigemini* и вмѣстѣ съ нимъ проникаютъ въ околоушную железу. Раздраженіе этихъ нервныхъ волоконъ вызываетъ отдѣленіе водянистой слюны, бѣдной плотными составными частями. Симпатическія волокна для *gl. parotis* получаютъ изъ *plexus*, окружающаго а. *carotis externa*. Раздраженіе ихъ не вызываетъ никакого отдѣленія. Одновременное раздраженіе тѣхъ и другихъ нервовъ вызываетъ обильное отдѣленіе слюны, богатой плотными составными частями.

Верхняя *glandula molaris* у собаки (*gl. Nuck'a*) начинаетъ функционировать при раздраженіи *n. buccalis* (Heidenhain). Этотъ нервъ не принадлежитъ собственно къ тройничному нерву (также какъ и секреторные нервы железъ губъ и щекъ), но происходитъ отъ *n. glossopharyngeus*, какъ и нервы околоушной железы (Vulpian 1885). Секреторныя волокна идутъ изъ *ramus Jacobsonii*, направляются къ *ganglion oticum* и оттуда переходятъ въ *n. buccalis*; волокна же, направляющіяся къ *gl. parotis*, присоединяются къ *n. temporalis superficialis*, или къ *auriculo-temporalis* (Vulpian). Железы листовидныхъ сосочковъ основанія языка у кролика приводятся въ дѣятельность и гиперемиируются при раздраженіи *n. glossopharyngei* (Gad)¹⁾.

Heidenhain принимаетъ, что нервы, идущіе къ слюннымъ железамъ, содержатъ волокна двоякаго рода (кромѣ волоконъ сосудорасширяющихъ и сосудосуживающихъ): 1) *секреторныя волокна*, заведующія транссудаціей кровяной плазмы въ лимфатическія пространства и оттуда въ ткань железы. Эти волокна, управляющія выдѣленіемъ наружу отдѣляемой жидкости, повидимому преобладаютъ въ вѣтвяхъ *n. facialis*. 2) *Трофическія волокна*, заведующія химическими реакціями, которыя имѣютъ мѣсто въ железистыхъ клѣткахъ, и выработкой органическихъ веществъ въ железахъ, но не стоящія ни въ какомъ отношеніи къ выведенію этихъ продуктовъ. Такія волокна кажутся преобладающими въ вѣточкахъ, отходящихъ отъ симпатическаго ствола и направляющихся къ подчелюстной железахъ. Въ симпатическихъ вѣтвяхъ, идущихъ къ околоушной железахъ, находятся повидимому одни только такія волокна²⁾.

¹⁾ Сосудорасширительный эффектъ одинъ получается послѣ отравленія атропиномъ, тогда какъ послѣ перевязки каротидъ получается одинъ отдѣлительный эффектъ.

²⁾ Къ такому толкованію приводятъ Heidenhain'a между прочимъ факты такого рода.

Околоушная железа при раздраженіи симпатическаго нерва не даетъ никакого отдѣленія, при раздраженіи черепного нерва даетъ слюну съ содержаніемъ 0,5% органическихъ составныхъ частей. Если же раздражать одновременно оба нерва, то отдѣляется слюна съ содержаніемъ 2% органическихъ веществъ.

Если долго поддерживать умѣренное раздраженіе барабанной струны, то чрезъ извѣстное время подчелюстная железа начинаетъ выдѣлять слюну все болѣе и болѣе бѣдную органическими веществами; между тѣмъ содержаніе въ ней солей продолжаетъ оставаться еще неизмѣннымъ. Если теперь значительно усилить раздраженіе нерва, то отдѣленіе жидкости увеличится, но въ то же время процентъ органическихъ частей понизится.

Такое же усиленіе раздраженія на не утомленной железахъ, повышая отдѣленіе слюны, повышаетъ и процентное содержаніе въ ней органическихъ веществъ; содержаніе же солей можетъ остаться прежнимъ.

Электрическія явленія, сопутствующія слюноотдѣленію, будутъ разсмотрѣны въ главѣ объ электрофизиологіи.

W. Vignal (1887) описалъ въ жидкостяхъ ротовой полости 19 видовъ микроорганизмовъ. Нѣкоторые изъ этихъ организмовъ растворяютъ вареный бѣлокъ, фибринъ, клейковину, казеинъ; другіе свертываютъ молоко; третьи переводятъ въ жидкое состояніе крахмалъ, превращаютъ лактозу въ молочную кислоту, или глюкозу въ CO_2 и спиртъ, или инвертируютъ тростниковый сахаръ и т. д. Всѣ эти микроорганизмы выносятъ дѣйствіе желчи или панкреатическаго сока; нѣкоторые противостоятъ дѣйствію и желудочнаго сока. Наконецъ, шесть видовъ проходятъ черезъ всю пищеварительную трубку и въ изобиліи встрѣчаются въ испражненіяхъ. Нѣтъ ничего невѣроятнаго въ томъ, что эти микроорганизмы играютъ у высшихъ животныхъ извѣстную роль въ перевариваніи пищевыхъ веществъ.

Желудочный сокъ.

Оперативные приемы—*Нормальный сокъ*. Первые попытки полученія желудочнаго сока начинаются съ Réaumur'a (1752) и Spallanzani (1780). Эти изслѣдователи давали проглатывать птицамъ маленькія губочки, привязанныя на ниткѣ, и затѣмъ извлекали ихъ, когда онѣ пропитывались желудочнымъ сокомъ. Выжатая изъ губочекъ жидкость быстро растворяла мясо.—Американскій врачъ Beaumont (1825—33) имѣлъ возможность изучать свойства желудочнаго сока на человѣкѣ: у одного канадскаго охотника, по имени St Martin, случайно образовалась желудочная фистула вслѣдствіе выстрѣла, попавшаго въ область epigastrium ¹⁾. Другіе аналогичные этому случаи были наблюдаемы C. Schmidt'омъ (1853), Kretschy (1877), Uffelmann'омъ (1880), Ch. Richet и недавно A. Herzen'омъ ²⁾.

Blondlot (1843) ³⁾ первый возымѣлъ мысль произвести искусственно такое поврежденіе у собаки ⁴⁾; послѣ Blondlot приѣмъ для произведенія желудочной фистулы былъ усовершенствованъ Bardeleben'омъ, Bidder'омъ и Schmidt'омъ, Cl. Bernard'омъ, Holmgren'омъ, Ranum'омъ, Dastre'омъ и др. Дѣлаютъ (у собаки) по бѣлой линіи продольный разрѣзъ внизъ отъ processus xiphoides; раздѣляютъ брюшныя стѣнки до peritoneum и вскрываютъ его на желобоватомъ зондѣ. Въ рану притягиваютъ помощью пальца и пинцета ту часть желудка, гдѣ хотятъ сдѣлать фистулу, и прикрѣпляютъ ее циркулярнымъ швомъ къ брюшнымъ стѣнкамъ; въ этой части при-

Какъ видно, содержаніе сравниваемыхъ составныхъ частей въ слюнь измѣняется далеко неодинаково при разнообразныхъ условіяхъ. Это и заставляетъ думать, что одной стороною отдѣленія завѣдуютъ одни нервныя волокна, другой стороною—нервныя волокна другаго функциональнаго значенія. Н. В.

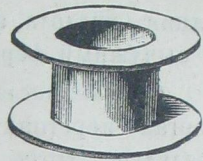
¹⁾ Beaumont. *Exper. and observ. on the gastric juice*, 1834.

²⁾ Ch. Richet, *Du suc gastrique, etc.* Paris, 1878; A. Herzen, *La digestion stomacale*, 1886.

³⁾ Blondlot, *Traité anal. de la digestion, etc.* Paris, 1843, стр. 202.

⁴⁾ Первый устроилъ искусственную фистулу на собакѣ Басовъ въ Москвѣ въ 1842 году. Онъ пришивалъ часть желудка къ надрѣзу въ брюшной стѣнкѣ. Вскрытый затѣмъ желудокъ закрывался просто кускомъ пробки.

крѣпленнаго такимъ образомъ желудка дѣлають разрѣзы и вводятъ канюлю (фиг. 130), которую прикрѣпляютъ новыми швами. Достаточно теперь открыть канюлю и раздражать слизистую оболочку желудка механически, или возбуждающими веществами (алкоголь, перецъ, щелочные растворы и т. п.), чтобы вызвать болѣе или менѣе обильное отдѣленіе и собрать нормальный сокъ. Если хотять устранить смѣшеніе желудочнаго сока со слюной, то должно хорошо перевязать пищеводъ, или выводные протоки слюнныхъ железъ [или же устроить въ добавку еще фистулу въ пищеводъ (Павловъ)].



Фиг. 130.—Канюля С. Вегнагдъ для устройства желудочной фистулы.

Искусственный сокъ. Пищеварительный ферментъ, отъ котораго зависитъ дѣйствіе желудочнаго сока, *пепсинъ* (или предварительная его форма *пропепсинъ*), всегда находится въ большомъ количествѣ въ железахъ слизистой оболочки желудка. Его можно извлечь оттуда разнообразными приемами и приготовить искусственный желудочный сокъ (Eberle 1834, Schwann 1836¹⁾). Норре-Сейлеръ совѣтуетъ, отдѣливъ слизистую оболочку свиного желудка, разрѣзать ее на маленькіе кусочки и оставить на 24 часа въ литрѣ воды, подкисленной прибавленіемъ 4—6 кб. см. дымящейся HCl. Такимъ образомъ получаютъ жидкость, обладающую сильными пищеварительными свойствами, но очень нечистую. Wittich уплотнялъ слизистую оболочку спиртомъ, высушивалъ ее и превращалъ въ порошокъ; просѣянный порошокъ обрабатывался глицериномъ, который растворяетъ пепсинъ. Нѣсколько капель этой глицериновой вытяжки, прибавленные къ подкисленной HCl водѣ, даютъ жидкость, обладающую очень сильными пищеварительными свойствами. Для этой же цѣли можно пользоваться и продажнымъ пепсиномъ.

Свойства желудочнаго сока.—Желудочный сокъ млекопитающихъ и птицъ есть жидкость безцвѣтная, или слегка желтоватая, прозрачная, слегка тягучая отъ примѣси муцина, сильно кислая, не загнивающая на воздухѣ. Слѣдующая таблица показываетъ результаты нѣсколькихъ анализовъ желудочнаго сока, произведенныхъ С. Schmidt'омъ²⁾:

	Женщина.	Собака.	Овца.
Вода.	994,404	973,062	986,143
Органическія вещества	3,195	17,127	4,055
HCl	0,200	3,050	1,234
CaCl ₂	0,061	0,624	0,114
NaCl	1,465	2,507	4,309
KCl	0,550	1,125	1,518
NH ₄ Cl	—	0,468	0,473
Ca ₃ (PO ₄) ₂	0,125	1,729	1,182
Mg ₃ (PO ₄) ₂		0,2 ^o 6	1,577
FePO ₄		0,082	0,331

¹⁾ Schwann, *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, 1836, стр. 90; *Pogg. Ann.*, XXXVIII, стр. 358.

²⁾ Bidder и Schmidt. *Verdauungssäfte*, Leipzig, 1852; *Ann. Chem. Pharm.* LXXIX. См. также Cahn и von Mering. *Deuts. Arch. f. Klin. Med.* 1886, Hayem, *Suc gastrique*.

Цифра 0,2 pro mille для соляной кислоты, данная C. Schmidt'омъ для желудочнаго сока человека, конечно, очень мала. Ch. Richet принимает 1,7 pro mille за среднюю кислотность во время пищеваренія и 1,1 pro mille натошакъ. A. Herzен нашелъ у одного субъекта съ желудочной фистулой среднюю кислотность равную 1,8—1,9 pro mille.

Самыми главными составными частями желудочнаго сока являются соляная кислота, а между органическими веществами пепсинъ (Schwann) и сычужный ферментъ или *Lab-ferment* (Hammarsten, A. Schmidt).

Соляная кислота. Prout получилъ соляную кислоту въ 1824 году, подвергая перегонкѣ желудочный сокъ, и призналъ ее за нормальную кислоту желудка. Этотъ выводъ былъ оспариваемъ съ различныхъ сторонъ. Lehmann и Lassaigne приписывали кислотность желудочнаго сока молочной кислотѣ. Cl. Bernard показалъ, что смѣсь хлористыхъ металловъ съ молочной кислотой можетъ при перегонкѣ дать соляную кислоту. Еще и теперь нѣкоторые физиологи отказываются признать, что кислотность желудочнаго сока обуславливается соляной кислотой, хотя всѣ сомнѣнія на этотъ счетъ разрѣшены уже давно въ прекрасныхъ изслѣдованіяхъ C. Schmidt'a, откуда мы привели выше нѣсколько цифръ. C. Schmidt показалъ цѣлымъ рядомъ количественныхъ опредѣленій хлора, металловъ и кислоты, что желудочный сокъ содержитъ гораздо больше хлора, чѣмъ сколько его нужно для полнаго насыщенія всѣхъ основаній, и что этотъ избытокъ хлора, если предположить, что онъ находится въ состояніи HCl, вполне соответствуетъ количеству свободной кислоты, опредѣляемой титрованіемъ.

Для доказательства присутствія HCl въ желудочномъ сокѣ существуетъ и нѣсколько другихъ реактивовъ:

Метиль-виолетъ сибѣтъ (затѣмъ зеленѣтъ) отъ HCl, но не отъ молочной кислоты; желудочный сокъ даетъ именно такую реакцію (v. d. Velden, Maly 1880). Если смѣшать водный растворъ молочной кислоты съ эфиромъ, то значительная часть ея переходитъ въ эфирный растворъ; минеральныя кислоты, напротивъ, едва растворимы въ эфирѣ; желудочный сокъ относится въ данномъ случаѣ совершенно какъ минеральная кислота: онъ не уступаетъ почти ничего эфиру (Ch. Richet 1877). Ch. Richet допускаетъ, что соляная кислота желудочнаго сока находится въ соединеніи съ пепсиномъ и лецитиномъ.

Клиницисты пользуются нѣсколькими реакціями для открытія HCl въ жидкостяхъ отъ промыванія желудка. Упомянемъ: *испытаніе посредствомъ флороглюцина и ванилина* (Singer). Желудочный сокъ смѣшиваютъ съ равнымъ объемомъ раствора, содержащаго 2 грамма флороглюцина и 1 граммъ ванилина на 100 кб. см. спирта; жидкость выпариваютъ въ часовомъ стеклышкѣ на водяной банѣ, не доводя до кипѣнія; остается красное пятно, указывающее на присутствіе минеральной кислоты (HCl). Та же проба, повторенная съ молочной кислотой, даетъ отрицательный результатъ.

Испытаніе посредствомъ тропеолина 00. 5 кб. см. желудочнаго сока смѣшиваются съ нѣсколькими каплями алкогольнаго раствора тропеолина: получается розовое окрашиваніе, доказывающее присутствіе минеральной кислоты.

Соляная кислота есть, стало быть, нормальная кислота желудочнаго сока. Небольшія количества молочной кислоты, встрѣчающіяся вмѣстѣ съ HCl, происходятъ, повидимому, вслѣдствіе процессовъ броженія въ желудкѣ сахаристыхъ или крахмалистыхъ веществъ пищи.

Наиболѣе подходящее количество HCl для пищеварительнаго дѣйствія

пепсина на бѣлковыя вещества, по Brücke, будетъ 0,86—0,88 грамм. HCl на литръ. При опытахъ съ искусственнымъ пищевареніемъ можно замѣнить HCl другими кислотами: кислоты азотная, молочная, фосфорная почти такъ же дѣятельны, какъ и HCl. Кислоты сѣрная, уксусная, щавелевая и винная гораздо менѣе пригодны.

Соляная кислота играетъ также роль могучаго antisepticum, препятствуя развитію въ желудкѣ микроорганизмовъ и убивая тѣхъ, которые попадаютъ туда вмѣстѣ съ слюной и пищей. Извѣстно, что желудочный сокъ, равно какъ и всѣ вообще органическія вещества, обработанныя соляной кислотой, могутъ быть сохраняемы долго, не загнивая (Spallanzani 1784).

У многихъ моллюсковъ слюна оказывается весьма кислую, но не обнаруживаетъ никакого пищеварительнаго дѣйствія. У *Dolium galea* Troschel (1854) нашли свыше 3% сѣрной кислоты.

Пепсинъ. Schwanн назвалъ пепсиномъ ферментъ, сообщающій кислому желудочному соку способность растворять фибринъ и сваренный бѣлокъ; онъ далъ и пріемъ для полученія пепсина. Пріемъ этотъ позднѣе былъ значительно усовершенствованъ, но, несмотря на многочисленныя попытки въ этомъ направленіи, до сихъ поръ не удалось получить совершенно чистый препаратъ пепсина. Для изолированія пепсина старались воспользоваться способностью его механически увлекаться осадками (осадкомъ фосфорнокислаго кальція при дѣйствіи фосфорной кислоты на известь; холестериномъ осаждающимся изъ раствора въ эфиръ; коллодіумомъ), образующимися въ его растворахъ (Brücke), свойствомъ не диффундировать сквозь перепонку діализатора (v. Wittich 1872, Hammarsten 1873), растворимостью въ глицеринѣ (v. Wittich) или въ водѣ съ послѣдующимъ осажденіемъ спиртомъ и т. д. (См. общее о ферментахъ, стр. 48). Продажный пепсинъ получаютъ вымачиваніемъ слизистой оболочки желудка въ разведенной соляной кислотѣ и затѣмъ насыщеніемъ NaCl; тогда образуется осадокъ бѣловыхъ веществъ, увлекающій извѣстное количество пепсина. Этотъ осадокъ, потомъ всплывающій, собирается и высушивается. Онъ богатъ пропептономъ.

Бруннеровы железы двѣнадцатиперстной кишки также выделяютъ пепсинъ.

Сычужный ферментъ ¹⁾. Желудочный сокъ содержитъ ферментъ, который Hammarsten назвалъ *Lab-ферментомъ*. Онъ имѣетъ свойство осаждать казеинъ молока въ нейтральномъ, щелочномъ или кисломъ растворѣ (съ содержаніемъ солей кальція) и превращать его въ нерастворимый продуктъ. Свойство это утилизируется съ незапамятныхъ временъ при приготовленіи сыра. Отъ присутствія сычужнаго фермента (въ сычугѣ) и зависитъ способность телячьяго желудка свертывать молоко. Казеинъ, осажденный сычужнымъ ферментомъ (т. е. сыръ), измѣненъ химически и отличается, слѣдовательно, отъ осадка, произведеннаго въ молоко кислотами и представляющаго чистый казеинъ.

Ферментъ молочнокислаго или маслянокислаго броженія. Желудочный сокъ почти всегда содержитъ организованные ферменты, которые могутъ превращать сахаръ въ молочную кислоту (вибріоны молочнокислаго броженія? ²⁾).

¹⁾ Hammarsten, *Jahresb. der Thierchemie*, II, 1872, стр. 118; A. Schmidt, *ibid.*, IV, стр. 155.

²⁾ Новое изслѣдованіе (Boas, 1894) отрицаетъ рѣшительно образованіе молочной кислоты въ желудкѣ изъ углеводовъ какъ въ нормальныхъ условіяхъ, такъ

Дѣйствіе желудочнаго сока на пищевыя вещества.

Пепсинъ въ кислотѣ растворѣ имѣетъ способность превращать бѣлковыя вещества (сырой или сваренный яичный бѣлокъ, сырой или сваренный фибринъ) сначала въ *синтонины* или кислый бѣлокъ (*parapeptonъ* Meissner'a), затѣмъ въ *пропептоны* (*Schmidt-Mülheim* 1879) или *альбумозу* (*Kühne*), и наконецъ въ *пептоны* ¹⁾. При всякомъ искусственномъ пищевареніи существуетъ поэтому сначала періодъ, когда жидкость становится богатой синтонами. Синтонины удерживаются въ растворѣ, благодаря кислотѣ: достаточно нейтрализовать жидкость, чтобы получить обильный осадокъ синтонина. Образующійся затѣмъ *пропептонъ* представляетъ альбуминоидное вещество, очень близкое къ синтону, отъ котораго онъ отличается особенно своею растворимостью въ нейтральныхъ солевыхъ растворахъ. Отъ щелочи одной капли CuSO_4 онъ окрашивается въ розовый цвѣтъ (біуретовая или пептоновая реакція). Изъ своихъ растворовъ онъ осаждается желѣзисто-синеродистымъ кали (въ кислотѣ растворѣ), азотной кислотой на холоду, сѣрнокислымъ аммоніемъ и т. п., каковыя реакціи ясно отличаютъ его отъ пептона. Сѣрно-кислый аммоній можетъ служить для совершеннаго разведенія пропептона отъ пептона (*Kühne* и *Wenz* 1885) ²⁾.

Пептонъ. Вещество горькое, безцвѣтное, аморфное, лѣвовращающее, по процентному составу близко стоящее къ бѣлку, изъ котораго онъ происходитъ подъ дѣйствіемъ фермента; очень растворимое въ водѣ; растворы при выпариваніи покрываются пленкой; нейтральные растворы почти не диффундируютъ, но становятся способными къ диффузіи при подкисленіи; не даютъ осадка ни при кипяченіи, ни отъ желѣзисто-синеродистаго кали въ кислотѣ растворѣ, ни отъ азотной кислоты, ни отъ нейтральныхъ солей въ присутствіи уксусной кислоты, но осаждаются легко концентрированнымъ спиртомъ. Растворъ пептона даетъ Миллонову и ксантопротеиновую реакціи; при смѣшеніи съ ѣдкимъ кали или натромъ отъ прибавленія капли сѣрно-кислой мѣди окрашивается на холоду въ красивый розовый цвѣтъ (біуретовая реакція). Пептонъ вступаетъ въ соединенія со многими металлами или окисями ихъ.

Полученіе пропептона и пептона. Подвергаютъ фибринъ или чистый бѣлокъ дѣйствію возможно чистаго пепсина въ кислотѣ растворѣ, поддерживаютъ искус- и при недостаткѣ въ немъ соляной кислоты. Постояннымъ допускается присутствіе молочной кислоты только при раковыхъ образованіяхъ въ желудкѣ.

Н. В.

¹⁾ Превращеніе бѣлка въ пептонъ получается также при дѣйствіи другихъ агентовъ, кромѣ пепсина: напр. кипяченіемъ съ кислотами, дѣйствіемъ перегрѣтой воды, озона и т. д.

Большая часть препаратовъ продажнаго *пептона* состоитъ главнымъ образомъ изъ *пропептона* и содержитъ очень незначительное количество пептона въ собственномъ смыслѣ.

Папаинъ (ферментъ, извлекаемый изъ сока растенія *Carica papaya*) обладаетъ пищеварительными свойствами, аналогичными свойствамъ пепсина. Онъ дѣйствуетъ въ растворахъ: нейтральномъ, щелочномъ или слегка кислотѣ.

²⁾ *Kühne* принимаетъ существованіе нѣсколькихъ видовъ пептоновъ и пропептоновъ или альбумозъ. Желудочное пищевареніе, по нему, разлагаетъ частицу бѣлка и даетъ два параллельныхъ ряда продуктовъ, заключающіе каждый одну или двѣ альбумозы и заканчивающіеся каждый образованіемъ отдѣльной разновидности пептона (гемипептонъ и антипептонъ).

ственное пищеварение въ продолжение нѣсколькихъ дней при $+40^{\circ}$, прибавивъ незначительное количество салициловой кислоты. Нейтрализуютъ и фильтруютъ. Фильтратъ насыщаютъ сѣрнокислымъ аммоніемъ, который осаждаетъ пропептонъ. Пропептонъ собирается, очищается діализомъ и наконецъ осаждается алкоголемъ.

Къ фильтрату, изъ котораго осажденъ пропептонъ, прибавляется двойной объемъ алкоголя для осажденія большей части сѣрнокислаго аммонія. Небольшое количество этой соли, остающееся еще въ растворѣ, осаждается баритомъ (вскипятить). Послѣ нейтрализаціи H_2SO_4 растворъ выпариваютъ до густоты сиропа и по каплямъ выливаютъ въ большое количество алкоголя (способъ Grosjean'a). Можно также отдѣлить пептонъ отъ металловъ, съ которыми онъ связанъ, подкисляя жидкость HCl и діализируя. Наконецъ, растворъ пептона осаждается спиртомъ въ видѣ бѣлаго порошка. Превращеніе бѣлка въ пептонъ часто разсматривалось, какъ процессъ гидратаціи бѣлка (Hermann).

Условія температуры, при которыхъ происходитъ перевариваніе бѣлка пепсиномъ въ кисломъ растворѣ, аналогичны условіямъ всякаго иного ферментативнаго дѣйствія: (maximum дѣятельности при $+40^{\circ}$, незначительная дѣятельность при $+10^{\circ}$, остановка ея при 0° —у животныхъ теплокровныхъ; maximum при $+20^{\circ}$, ясное дѣйствіе при 0° у животныхъ холонокровныхъ, по Fick'у и Murisier 1873); такъ же необходимо и присутствіе щелочныхъ или другихъ солей и т. п.

Иодистый и бромистый калий оказываютъ самое неблагоприятное вліяніе на переваривающую дѣятельность пепсина (Putzeys). Такъ же дѣйствуетъ хлораль (Fiumi и Favrat), хининъ (Favrat), хлористый натръ въ большихъ дозахъ (Legesche) и пр. Напротивъ мышьяковистый ангидридъ и синильная кислота не вліяютъ замѣтно; такъ же относятся карболовая и салициловая кислоты въ малыхъ дозахъ. Всѣ эти вещества парализуютъ, напротивъ, дѣйствіе организованныхъ ферментовъ. Желчь повидимому не оказываетъ никакого неблагоприятнаго дѣйствія на желудочное пищевареніе (Dastre).

Пепсинъ въ кисломъ растворѣ перевариваетъ всѣ истинно бѣлковыя вещества какъ въ сыромъ видѣ, такъ и свернутыя нагрѣваніемъ. Бѣлковая часть гемоглобина растворяется, гематинъ не измѣняется. Клеевыя вещества и клейдающія ткани (сухожилія) становятся подъ вліяніемъ желудочнаго сока растворимыми, способными къ диффузіи и теряютъ свойство застывать въ желе. Получающійся клеевой пептонъ изученъ мало. Хрящи также растворяются. Клейдающее вещество костей поддается дѣйствію желудочнаго сока гораздо скорѣй, чѣмъ костныя соли кальція, отчего и получается изъѣденный видъ обломковъ костей, подвергнутыхъ дѣйствію желудочнаго сока. Эластическая ткань поддается дѣйствію сока весьма медленно. Муцинъ (слизь) и роговая ткань не измѣняются вовсе, равно какъ и хитинъ (хитиновый панцирь членистыхъ), нуклеинъ, жиръ, смолы, крахмалъ, gummi arabicum и т. п. Тростниковый сахаръ не инвертируется.

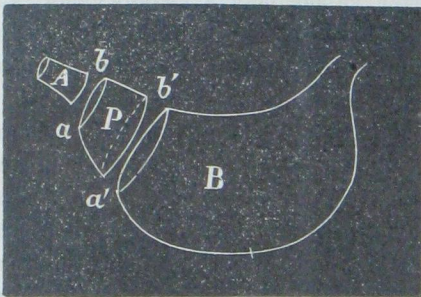
Пепсинъ находятъ въ стѣнкахъ желудка телячьяго зародыша уже въ раннихъ періодахъ его развитія (3-й мѣсяць). У молодыхъ щенятъ, напротивъ, пепсинъ появляется только спустя нѣсколько дней послѣ рожденія (Hammarsten). Идентичные, или аналогичные пепсину, ферменты весьма распространены въ животномъ царствѣ (Felix Plateau, Krukenberg) и встрѣчаются даже у нѣкоторыхъ растений.

Образованіе соляной кислоты и пепсина въ железахъ желудка.—Железы желудка представляются простыми или вѣтвящимися трубочками, стоящими перпендикулярно къ протяженію слизистой оболочки; на поверхность послѣдней онѣ открываются шейкой, въ которую продолжается эпителий выстилающій стѣнку желудка. Каждая изъ этихъ трубочекъ выложена внутри

железистыми клетками и заключена снаружи въ лимфатическое пространство, окруженное сетью кровеносныхъ капилляровъ. Въ желудкѣ различаютъ двѣ разновидности железъ: железы пилорической части желудка съ одной стороны, и съ другой железы дна желудка и остальной части (Wassmann 1839). Железы дна желудка содержатъ двоякаго рода железнистыя клетки (Heidenhain 1870, Rollet 1870): 1) свѣтлыя, мелко-зернистыя клѣточки, образующія вокругъ узкаго просвѣта железы непрерывный слой (*главныя клѣтки Heidenhain'a, аденоморфныя клѣтки Rollett'a*); 2) крупно-зернистыя клѣтки, чернѣющія отъ осмѣвой кислоты и сильно окрашивающіяся синимъ или чернымъ анилиномъ, не образующія сплошнаго слоя, а встрѣчающіяся тамъ и сямъ между слоемъ главныхъ клѣтокъ и *membrana propria* (*обкладочныя клѣтки Heidenhain'a, деноморфныя клѣтки Rollett'a*).

Железы выходной части (предъ pylorus) имѣютъ клѣтки одного только рода, представляющія, по Ebstein'у и Heidenhain'у, весьма большую аналогію съ главными клѣтками дна желудка (взглядъ этотъ оспаривается другими). По Heidenhain'у, соляная кислота и пепсинъ вырабатываются различными морфологическими элементами: главныя клѣтки и аналогичныя имъ железнистыя клѣтки выхода желудка вырабатываютъ пепсинъ, а соляная кислота есть продуктъ дѣятельности обкладочныхъ клѣтокъ. Доказательства, на которыхъ онъ основывается состоятъ въ слѣдующемъ:

1) Железы пилорической области, клѣтки которыхъ представляются весьма сходными съ главными клѣтками, отдѣляютъ продуктъ, содержащій пепсинъ и во все не содержащій соляной кислоты (оспаривалось Contejean'омъ 1892).



Фиг. 131. — Схема операции фистулы выходной части желудка.

Чтобы собрать отдѣльно сокъ выходной части желудка, производятъ пилорическую фистулу (Klemensiewicz 1875, Heidenhain 1878). Двумя круговыми разрезами по линіямъ *ab* и *a'b'* отдѣляютъ выходную часть *P* отъ желудка (см. фиг. 131). Наложениемъ швовъ соединяютъ затѣмъ желудокъ *B* съ началомъ двенадцатиперстной кишки *A*; часть *P* нѣсколькими швами превращаютъ въ мѣшокъ съ однимъ небольшимъ отверстіемъ, которое и прикрѣпляется къ краямъ брюшной

раны. Спустя нѣсколько дней изъ этой пилорической фистулы можно получать желудочный сокъ щелочной реакціи, но весьма богатый пепсиномъ. Кроме того сама слизистая оболочка выходной части содержитъ пепсинъ (даже послѣ повторныхъ промываній: настаивая ее въ очень разведенной HCl , можно приготовить искусственный сокъ съ ясными пищеварительными свойствами).

Соляная кислота доставляется исключительно железами, содержащими обкладочныя клѣтки (желудочный сокъ, получаемый изъ фистулы изолированнаго дна желудка).

Не разъ дѣлались попытки доказать прямо присутствіе соляной кислоты внутри желудочныхъ железъ, но всегда получались отрицательные результаты. Cl. Bernard¹⁾ вприскивалъ въ вены собаки сначала растворъ молочнокислаго железа, потомъ растворъ железисто-синеродистаго кація. При взаимодействіи этихъ двухъ солей въ кисломъ растворѣ образуется берлинская лазурь. Животное умерщвля-

¹⁾ Cl. Bernard, *Lecons sur... les liquides de l'organisme*, 1859.

лось по истеченіи трехъ четвертей часа: поверхность слизистой оболочки желудка оказывалась покрытой довольно обильнымъ слоемъ синяго осадка, тогда какъ внутри желѣзъ не найденъ было и слѣдовъ синевы. Однако Вгѣске удалось въ нѣсколькихъ случаяхъ доказать помощью лакмусовой бумажки присутствіе кислоты внутри желѣзистыхъ трубокъ желудка курицы. Очень возможно впрочемъ, что кислота выдѣляется наружу по мѣрѣ ея образованія, и что въ обкладочныхъ клѣткахъ она никогда не накапливается въ количествѣ достаточномъ для того, чтобы замаскировать щелочность протоплазмы этихъ клѣтокъ и сообщить имъ кислую реакцію. Отсутствіе секреторнаго продукта въ желѣзистыхъ клѣткахъ не можетъ никоимъ образомъ служить доказательствомъ того, что онъ не образуется въ нихъ. Не видимъ ли мы того же въ печени: печеночныя клѣтки вырабатываютъ желчь, но намъ не удается доказать присутствія главныхъ характерныхъ составныхъ частей желчи внутри печеночныхъ клѣтокъ.

2) При разсматриваніи подъ микроскопомъ (на нагрѣвательномъ столикѣ) нѣсколькихъ желѣзокъ дна желудка, только что изолированныхъ и обработанныхъ каплею разведенной HCl , замѣтно какъ быстро растворяются главные клѣтки, за исключеніемъ ядеръ и небольшого зернистаго остатка. Очевидно, что дѣйствіе при этихъ условіяхъ проявляется прежде всего въ частяхъ наиболѣе богатыхъ пепсиномъ. Обкладочныя клѣтки просвѣтляются и набухаютъ, но долго противостоятъ растворенію.

3) Глубокая часть слизистой оболочки (на уровнѣ дна желѣзокъ) богаче главными клѣтками и при настаиваніи съ разведенной соляной кислотой даетъ искусственный сокъ, обладающій болѣе сильными пищеварительными свойствами по сравненію съ сокомъ, получаемымъ изъ другихъ частей слизистой оболочки.

4) Периодическія колебанія въ содержаніи пепсина въ слизистой оболочкѣ желудка точно совпадаютъ съ характерными измѣненіями микроскопическаго вида главныхъ клѣтокъ. Натощакъ главные клѣтки представляются большими, богатыми свѣтлымъ веществомъ и относительно бѣдными зернистой протоплазмой. Слизистая оболочка желудка въ это время содержитъ наибольшее количество пепсина (или пепсиногеннаго вещества): приготовленный изъ нея искусственный сокъ обладаетъ maximum'омъ пищеварительной силы. Heidenhain полагаетъ, что во время покоя желѣзы свѣтлое пепсиногенное вещество образуется на счетъ альбуминоидныхъ зеренъ протоплазмы и накапливается въ желѣзѣ. Когда же начинается пищевареніе, пепсинъ этотъ выдѣляется въ желудокъ; въ то же время регенерація протоплазмы и превращеніе ея въ пепсиногенное вещество продолжаютъ, но желѣзы больше выдѣляютъ пепсина, чѣмъ вырабатываютъ его, такъ что слизистая оболочка постепенно бѣднѣетъ пепсиномъ, особенно въ первые часы пищеваренія. Количество свѣтлаго вещества въ главныхъ клѣткахъ уменьшается и спустя нѣсколько часовъ онѣ получаютъ совсѣмъ зернистый видъ.

5) По Sewall'у у зародыша овцы обкладочныя клѣтки развиваются первыми, главные же появляются гораздо позже (у зародыша длиною въ 7 дюймовъ). Пепсинъ появляется одновременно съ развитіемъ главныхъ клѣтокъ (по Contejean'у это случайное совпаденіе).

6) У лягушки желѣзы желудка содержатъ только обкладочныя клѣтки; здѣсь и выдѣляется только соляная кислота безъ пепсина (оспаривается Contejean'омъ 1892): между тѣмъ желѣзы пищевада, у которыхъ клѣточки представляютъ извѣстную аналогію съ главными клѣтками Heidenhain'a, отдѣляютъ пепсинъ безъ соляной кислоты (Swiesicki).

Пепсинъ, какъ мы видѣли, образуется, повидимому, на счетъ бѣлковыхъ тѣлъ въ главныхъ клѣткахъ и накапливается въ послѣднихъ въ промежуткѣ основныя физиологии.

между періодами пищеваренія. Возможно, что большая часть пепсина находится въ нихъ въ видѣ такъ называемаго *пепсиогеннаго вещества* (Ebstein и Grützner 1874) или *пропепсина* (Schiff). NaCl и особенно HCl легко разлагаютъ это соединеніе, освобождая пепсинъ. Дѣйствительно глицеринъ, въ которомъ пепсинъ очень растворимъ, извлекаетъ его только въ незначительномъ количествѣ изъ свѣжихъ кусковъ слизистой оболочки желудка. Напротивъ, если слизистую оболочку желудка предварительно обработать растворомъ NaCl, а еще лучше HCl, то она отдаетъ глицерину большія количества пепсина. Точно также чистая вода извлекаетъ изъ слизистой оболочки желудка очень мало пепсина; между тѣмъ какъ вода съ содержаніемъ соли, а особенно вода подкисленная, послѣ настаиванія въ ней слизистой оболочки желудка, обладаетъ большою пищеварительною силой. A. Gautier принимаетъ двѣ разновидности пропепсина, одну растворимую, другую нерастворимую.

Schiff полагаетъ, что тотчасъ послѣ обильнаго пищеваренія желудокъ неспособенъ начать снова переваривать и что стѣнки его не содержатъ болѣе пепсина въ собственномъ смыслѣ. Въ этотъ моментъ введеніе пептона, декстрина, бульона (*пептогенныхъ веществъ Schiff'a*) и т. п. въ желудокъ или въ толстую кишку, или же прямое впрыскиваніе этихъ веществъ въ вены, въ подкожную клетчатку, снова ведетъ къ накопленію пепсина въ желудочныхъ железахъ и возвращаетъ желудку способность переваривать бѣлки. Но если пептонныя вещества вводятся въ тонкія кишки, или въ лимфатическую систему, то они остаются безъ всякаго вліянія на пищевареніе.

A. Herzen, подтвердившій эти факты опытами надъ человѣкомъ съ желудочной фистулой, думаетъ, что роль пептогенныхъ веществъ состоитъ въ томъ, чтобы способствовать превращенію пропепсина въ пепсинъ.

Для сравнительнаго опредѣленія пищеварительной силы нѣсколькихъ образцовъ искусственнаго пищеварительнаго сока или кислыхъ растворовъ пепсина, пользуются различными способами: 1) способъ Brücke ¹⁾. Къ сравниваемымъ жидкостямъ прибавляютъ извѣстные количества 0,1% раствора HCl такъ, чтобы получился рядъ смѣсей возрастающей степени разведенія. Въ каждую изъ нихъ кладутъ по кусочку фибрина и замѣчаютъ время необходимое для полного растворенія его. Смѣси, въ которыхъ фибринъ растворяется въ одинаковое время, содержатъ одинаковыя количества пепсина. Достаточно знать степень разведенія, чтобы судить, каково было относительное содержаніе пепсина въ первично - взятыхъ для сравненія жидкостяхъ; 2) способъ Grünhagen'a (1872). Онъ состоитъ въ измѣреніи объемовъ жидкости, образовавшихся отъ растворенія одинаковыхъ количествъ фибрина (подвергнутаго предварительному разбуханію въ 2% HCl) подъ вліяніемъ различныхъ растворовъ пепсина; 3) колориметрической способъ Grützner'a состоитъ въ томъ, что берутъ фибринъ, окрашенный карминомъ, и судятъ о количествѣ фибрина, растворившагося за данный промежутокъ времени въ пищеварительной жидкости, по степени окраски жидкости въ красный цвѣтъ.

Соляная кислота желудочнаго сока образуется, несомнѣнно, на счетъ хлоридовъ крови: щелочи возвращаются обратно въ кровь. Vence-Jones доказалъ, что моча становится менѣ кислою и даже переходитъ въ щелочную во время работы пищеваренія. Исключеніе хлоридовъ изъ пищи ведетъ

¹⁾ Brücke, *Wiener Sitzungsberichte*, XXXVII, стр. 139, 1859.

спустя нѣкоторое время къ прекращенію образованія соляной кислоты въ желудкѣ (Voit 1869). Съ другой стороны, доказано существованіе іодистоводородной и азотной кислотъ въ желудкѣ, послѣ введенія въ сосудистую систему животнаго значительныхъ количествъ іодистыхъ или азотнокислыхъ солей (Külz 1887, Contejean 1892) ¹⁾.

Возможно, что разложеніе хлоридовъ совершается при посредствѣ молочной кислоты, которая образуется сначала. По van den Velden'у первыя порціи желудочнаго сока содержать только молочную кислоту и не содержать соляной. Кромѣ того Maly доказалъ возможность разложенія хлоридовъ посредствомъ молочной кислоты: на дно цилиндрическаго сосуда онъ наливалъ смѣсь растворовъ хлористаго натра и молочной кислоты, а сверху осторожно, чтобы не смѣшавъ, приливалъ слой дистиллированной воды. Спустя нѣкоторое время въ верхнемъ слоѣ оказывалось незначительное количество диффундировавшей туда соляной кислоты. Maly (1877) допускаетъ также возможность существованія въ крови свободной соляной кислоты. NaCl, дѣйствуя на Na_2HPO_4 и NaH_2PO_4 , содержащіяся въ крови, могъ бы образовать нѣкоторые малые количества HCl; а такъ какъ HCl чрезвычайно легко диффундируетъ, то она легко проходила бы какъ сквозь сосудистыя, такъ и сквозь железистыя стѣнки. Железистыя клѣтки въ такомъ случаѣ должны направлять кислоту въ сторону выводнаго протока, а NaHO отталкивать обратно въ лимфу или кровь.

Отдѣленіе желудочнаго сока.—Отдѣленіе желудочнаго сока совершается періодически. У собаки натошакъ, когда желудокъ пустъ, оно прекращается совершенно. На поверхности слизистой оболочки желудка находится тогда лишь незначительный слой щелочной слизи. Если раздражать слизистую оболочку механически: стеклянной палочкой, бородкой пера и т. п., то можно вызвать отдѣленіе желудочнаго сока, но только на мѣстахъ непосредственнаго раздраженія. Введеніе въ желудокъ пищи или веществъ раздражающихъ, такихъ какъ алкоголь, эфиръ, разведенные растворы NaCl или щелочей, вызываетъ, напротивъ, общее выдѣленіе желудочнаго сока, распространяющееся и на части желудка, совершенно отдѣленные отъ остальной массы его, какъ это бываетъ въ случаѣ фистулы для одного какого нибудь отдѣльнаго участка желудка. Послѣ принятія же пищи, отдѣленіе въ изолированной, образующей мѣшеччатую фистулу, части желудка наступаетъ нѣсколько позже. Кажется, отдѣленіе здѣсь вызывается лишь послѣ начала всасыванія продуктовъ пищеваренія въ остальныхъ частяхъ желудка ²⁾. Когда

¹⁾ Ненцкій и Шумова-Симановская находили на собакахъ, что послѣ введенія бромистыхъ и іодистыхъ щелочей соляная кислота замѣщается отчасти HBr и HJ. Последнее происходитъ впрочемъ въ очень малой степени.

Н. В.

²⁾ То же подтверждено и тѣмъ же путемъ Хижинымъ (1895). Устраивая фистулу изъ изолированной части желудка по методу Klemensiewicz и Heidenhain'a, онъ принималъ всѣ мѣры къ сохраненію нервныхъ связей этого участка, т. е. къ сохраненію его нормальной иннервации. Свойства сока, отдѣляющагося въ такомъ изолированномъ мѣстѣ, измѣняются въ зависимости отъ рода пищи введенной въ желудокъ. Такъ, онъ отдѣляется болѣе обильно и болѣе кислымъ при мясной пищѣ; но переваривающая его способность и продолжительность его отдѣленія значительно послѣ введенія въ желудокъ хлѣба. Молоко дѣйствуетъ вообще слабѣе на всѣ свойства отдѣляющагося сока. Изъ отдѣльныхъ химическихъ тѣлъ.

отдѣленіе началось, слизистая оболочка сильно краснѣетъ, сосуды расширяются, кровообращеніе ускоряется, кровь, возвращающаяся по венамъ, принимаетъ болѣе яркую окраску и въ венахъ можетъ появиться ясная пульсация. Складки слизистой оболочки эрегированы; на поверхности оболочки замѣтны блестящія капельки желудочнаго сока, соединяющіяся въ маленькія струйки.

До сихъ поръ не удалось выдѣлить секреторныхъ нервовъ пепсинныхъ железъ, играющихъ роль, аналогичную роли *chordae tympani* при слюноотдѣленіи. Перерѣзка блуждающихъ нервовъ (на уровнѣ діафрагмы), nn. *splanchnicorum*, удаленіе *plexus coeliaci*¹⁾ и т. п. не прекращаютъ отдѣленія желудочнаго сока (Shiff, — оспаривается Arthaud и Butte по отношенію къ перерѣзкѣ nn. *vagorum*). Прямое раздраженіе этихъ нервовъ не оказываетъ большого вліянія на отдѣленіе желудочнаго сока. Центры, завѣдующіе желудочной секреціей, должны помѣщаться безъ сомнѣнія въ многочисленныхъ нервныхъ узлахъ, заложенныхъ въ толщѣ желудочной стѣнки.

Слѣдующіе факты говорятъ однако за то, что на дѣятельность этихъ центровъ оказываетъ вліяніе центральная нервная система черезъ посредство блуждающихъ нервовъ:

Bidder и Schmidt утверждаютъ, что одного вида пищевыхъ веществъ достаточно, чтобы у собаки натошакъ вызвать отдѣленіе желудочнаго сока (слюнные протоки перевязаны, чтобы исключить раздражающее дѣйствіе щелочной слюны на слизистую оболочку желудка). Ch. Richet производилъ аналогичныя наблюденія надъ больнымъ Marcellin R., которому хирургъ Verpeuil сдѣлалъ операцію желудочной фистулы въ виду закрытія (облитераціи) пищевода. Всякій разъ когда больной начиналъ жевать вкусовые вещества (сахаръ, лимонъ), черезъ фистулу спустя нѣкоторое время начинало вытекать обильное количество кислаго желудочнаго сока. Павловъ показалъ на собакѣ, что каждое глотательное движеніе путемъ рефлекса усиливаетъ отдѣленіе желудочнаго сока: перерѣзка блуждающихъ нервовъ уничтожаетъ этотъ рефлексъ.

Количество сока, отдѣляемаго желудкомъ человѣка въ 24 часа, опредѣлялось весьма различно. Предложенныя цифры колеблются между 200 граммовъ и нѣсколькими кило. Высыкиваніе пилокарпина въ кровь вызываетъ обильное отдѣленіе желудочнаго сока.

Продолжительность желудочнаго пищеваренія равняется 5 часамъ для средняго пріема пищи.

Внутренняя поверхность желудка человѣка чувствительна къ температурнымъ вліяніямъ (H. Quincke 1889). Тактильная чувствительность довольно развита въ области привратника (Contejean 1892).

слѣдуетъ приписать, по автору, возбуждающее дѣйствіе на отдѣленіе желудочнаго сока будто-бы только пептону (немного водѣ) и никакимъ другимъ составнымъ веществамъ пищи. Последнее едва-ли вѣрно, такъ какъ это находится въ противорѣчій съ извѣстными фактами.

Н. В.

¹⁾ См. Schiff, *Leçons sur la physiol. de la digestion*, 1867. Павловъ и Е. Шумова-Симановская (1889) описали опыты, стремящіяся доказать, что nn. *vagi* суть истинные секреторные нервы желудочнаго сока.

Lustig (1889) показалъ, что удаленіе *plexus coeliaci* вызываетъ ацетонурію и что эта послѣдняя сама уже служитъ причиной развитія тяжелыхъ симптомовъ: нефрита, альбуминуріи, комы, обнаруживающихся вслѣдъ за операціей.

Образованіе желудочной слизи.—Внутренняя поверхность желудка всегда покрыта известнымъ количествомъ слизи, которая въ особенномъ изобиліи появляется во время пищеваренія. Слизь эта выделяется цилиндрическимъ эпителиемъ поверхности желудка. Протоплазматическое содержимое эпителиальныхъ клѣтокъ подвергается слизистому перерожденію, распространяющемуся постепенно съ основанія или свободной поверхности клѣтки къ ея вершинѣ, лежащей въ глубинѣ ткани; дѣло кончается тѣмъ, что клѣтка цѣликомъ вовлекается въ этотъ процессъ и остатки ея выпираются наружу; замѣщеніе распавшихся такимъ образомъ клѣтокъ происходитъ путемъ пролифераціи маленькихъ округлыхъ клѣтокъ, лежащихъ подъ эпителиемъ.

Почему желудокъ не перевариваетъ самъ себя? — Если убить животное во время пищеваренія и трупъ сохранить при температурѣ тѣла ($+35^{\circ}$ — $+40^{\circ}$), не допуская его охлажденія, то, вскрывъ черезъ нѣсколько часовъ животъ, находятъ, что желудочныя стѣнки и значительная часть прилежащихъ органовъ совершенно растворились отъ дѣйствія желудочнаго сока.

Какъ же объяснить то, что при жизни желудокъ, который можетъ быть разсматриваемъ какъ сосудъ, сдѣланный изъ бѣлковыхъ веществъ, не переваривается самъ, не растворяется отъ дѣйствія желудочнаго сока? Придавалось значеніе тому, что слизь, и особенно выстилающій внутреннюю поверхность желудка эпителий, болѣе или менѣе защищаютъ подлежащія ткани отъ смачиванія соляной кислотой (Schiff). Однако стѣнка, даже лишенная одѣвающего ее слоя слизи и эпителия, противостоитъ еще растворяющему дѣйствию желудочнаго сока. Вмѣстѣ съ Рау (1863) вообще принимаютъ, что небольшія количества кислоты, проникающія путемъ диффузіи въ ткани, лежащія подъ эпителиемъ, нейтрализуются по мѣрѣ ихъ поступленія существующими тамъ щелочными жидкостями. Поверхность желудка представляетъ, дѣйствительно, крайне богатую сѣтъ капилляровъ, по которой протекаетъ громадное количество щелочной крови. Если у собаки съ желудочной фистулой отшнуровать посредствомъ лигатуры часть задней стѣнки желудка, такъ чтобы здѣсь прекратилось кровообращеніе, то эта часть вполне растворится. Лапка живой лягушки, введенная черезъ канюлю въ желудокъ собаки съ желудочной фистулой, подвергается перевариванію и растворяется, ибо количество циркулирующей въ лапкѣ крови недостаточно для нейтрализаціи кислаго желудочнаго сока (Cl. Bernard). Подобно этому Viola и Gaspardi (1889) вводили черезъ фистулу селезенку собаки, оставленную въ соединеніи съ питающими ее сосудами. Селезенка можетъ оставаться такимъ образомъ нѣсколько часовъ въ соприкосновеніи съ желудочнымъ сокомъ и не подвергается перевариванію при условіи цѣлости въ ней кровообращенія.

Можно также поставить вопросъ, почему кишечная стѣнка не растворяется панкреатическимъ сокомъ. Тѣ доводы, которыми удовлетворяются, когда дѣло идетъ о желудкѣ, неприменимы къ кишечнику. По моему мнѣнію, кровообращеніе въ указанныхъ опытахъ дѣйствуетъ путемъ поддержанія въ тканяхъ желудка и кишечника состоянія нормальнаго питанія. Гистологическіе элементы поверхности пищеварительнаго тракта вовсе не безразлично всасываютъ растворы всякихъ веществъ, приходящихъ съ ними въ соприкосновеніе; пока ткани живы и хорошо питаются, онѣ производятъ настоящій выборъ между веществами, воспринимая одни и отбрасывая другія. Можно принять, что пищеварительные ферменты принадлежатъ къ послѣдней категоріи и не проникаютъ вовсе внутрь эпителиальныхъ клѣтокъ.

Удаленіе желудка.—Полное удаленіе желудка и затѣмъ прямое сшиваніе частей cardia и pylorus вполне удаются на собакахъ (Czerny, Kaiser).

Ogata (1883) примѣнилъ иной способъ для исключенія желудочнаго пищеваренія. По примѣру Tarreiner'a и Анрепа, онъ запыралъ отверстіе выхода желудка помощью резинового полаго замыкателя, пользуясь для этой манипуляціи желудочной фистулой, и вводилъ пищу прямо въ тощую кишку (минуя желудокъ) при посредствѣ канюли, укрѣпленной въ замыкатель. Исключительно кишечное перевариваніе пищи совершается гораздо быстрѣе и происходитъ совершеннѣе, чѣмъ нормальное желудочно-кишечное пищевареніе.

Желчь ¹⁾.

Оперативныя пріемы.—Желчь можно получить изъ желчнаго пузыря на трущѣ. Но, по примѣру Sch w a n n'a ²⁾, можно на собакѣ (кроликъ и морская свинка плохо переносятъ операцію) произвести операцію желчной фистулы. Дѣлаютъ продольный разрѣзъ подъ мечевиднымъ отросткомъ прямо по срединной линіи или немного правѣе, но параллельно ей; въ рану притягиваютъ дно желчнаго пузыря и здѣсь укрѣпляютъ нѣсколькими швами, затѣмъ вскрываютъ пузырь и вставляютъ канюлю. Можно также резецировать часть ductus choledochus, чтобы быть увѣреннымъ, что желчь не попадетъ болѣе въ кишки. Dastre недавно указалъ способъ произведенія постоянной фистулы желчнаго пузыря у собаки, который позволяетъ сохранять животное въ полномъ здоровьи и легко собирать ежедневно всю желчь.

Свойства.—Желчь есть жидкость, сильно окрашенная въ бурый цвѣтъ у человѣка и плотоядныхъ животныхъ (въ спектроскопѣ полоса поглощенія между D и E), и въ зеленовато-бурый или зеленый у травоядныхъ, прозрачная, тянущаяся въ нити (по причинѣ слизи, примѣшивающейся въ желчномъ пузырьѣ), мускуснаго запаха, горькаго вкуса со сладкимъ отзвонкомъ. Реакція ея щелочная. Она содержитъ значительное количество плотныхъ веществъ (12 до 15% у человѣка) и имѣетъ довольно высокій удѣльн. вѣсъ: 1020 до 1040. Во время пребыванія въ желчномъ пузырьѣ, желчь воспринимаетъ слизь и сгущается, такъ какъ часть воды изъ нея всасывается стѣнками пузыря. Составныя части желчи, кромѣ воды, суть: слизь (1% у человѣка), небольшое количество діастатическаго фермента, желчнокислыя соли (7,5% у человѣка), желчные пигменты въ незначительномъ количествѣ, холестеринъ (до 2%), лецитинъ, жиры, жирныя мыла, мочевины. Изъ солей находятъ: хлористый натрій, фосфорнокислыя желѣзо, кальцій и магній, часто также слѣды мѣди и другихъ металловъ.

Желчь не свертывается при нагреваніи, ибо она не содержитъ бѣлковыхъ тѣлъ; спиртъ и уксусная кислота осаждаютъ изъ нея слизь. Минеральныя кислоты осаждаютъ желчныя кислоты (гликохолевую). Оставленная на воздухѣ желчь, поглощая кислородъ, зеленѣетъ, а затѣмъ спустя нѣсколько дней загниваетъ.

Характерными веществами для желчи являются соли желчныхъ кислотъ и желчные пигменты. Помимо желчи, въ организмѣ ихъ находили только въ исключительныхъ случаяхъ (желчныя кислоты въ надпочечныхъ железахъ; желчные пигменты въ кровяныхъ экстравахъ, въ желтыхъ тѣлахъ яичниковъ, въ плацентѣ собаки).

¹⁾ Roger, *Physiol. norm. et pathol. du foie*, 1892.

²⁾ Sch w a n n, *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, 1844, стр. 127.

Желчные кислоты.—Бычачья желчь обязана своей горечью смѣси гликохолево-и таурохолево-кислаго натрія (Strecker) ¹⁾. Гликохолевая кислота образуется изъ сочетанія гликоколя ($\text{CO}_2\text{H}-\text{CH}_2\text{NH}_2$, амидоуксусной кислоты) и холяловой кислоты; таурохолевая кислота сочетаніемъ таурина ($\text{SO}_3\text{H}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{NH}_2$ —амидоэтилсульфоновая кислота) съ тою же холяловою кислотою.—Онѣ вращаютъ плоскость поляризаціи вправо.—Соединенія эти распадаются съ образованіемъ холяловой кислоты (осѣдающей въ видѣ смолоподобной массы) при кипяченіи съ минеральными кислотами или фѣкимъ баритомъ. Формула холяловой кислоты изъ бычачьей желчи есть $\text{C}_{24} \text{H}_{40} \text{O}_5$,— для человѣческой желчи $\text{C}_{18} \text{H}_{28} \text{O}_4$; раціональная формула ея неизвѣстна. Кислоты эти и ихъ соли даютъ очень характерную цвѣтную реакцію: если прибавить къ нимъ немного тростниковаго сахару и сѣрной кислоты и нагрѣвать не выше $+70^\circ$ (охлаждая въ случаѣ надобности), то получается великолѣпное пурпурное окрашиваніе (реакція Петтенкофера). Образующееся вещество краснаго цвѣта даетъ характерный спектр поглощенія: одна полоса поглощенія вблизи Е и другая вблизи F ²⁾.

Желчные кислоты и ихъ соли ядовиты (сердечные яды). Точно также ядовиты и билирубинъ. Ядовитой дозой бычачьей желчи для кролика являются 4—6 куб. сант. на килограммъ вѣса (въ 9 разъ болѣе ядовита, чѣмъ моча, Bouchard).

Полученіе желчныхъ кислотъ.—Бычачья желчь, выпаренная до консистенціи сиропа, обрабатывается спиртомъ, который растворяетъ соли желчныхъ кислотъ. Спиртовой растворъ выпаривается до незначительнаго объема и осаждается избыткомъ эфира; осадокъ желчныхъ солей въ видѣ смолистой массы, сохраняемой подъ эфиромъ, вскорѣ кристаллизуется въ длинныхъ шелковистыхъ иглахъ (кристаллизованная желчь Platner'a). Кристаллы затѣмъ снова растворяютъ въ водѣ, прибавляютъ немного эфира и разлагаютъ сѣрной кислотой; получается кристаллическій осадокъ гликохолевой кислоты, такъ какъ она мало растворима въ водѣ. Таурохолевая кислота остается въ растворѣ ³⁾.

Гликохолевую кислоту можно также получить по слѣдующему способу: къ 100 куб. сант. бычачьей желчи прибавляютъ 5 куб. сант. эфира и приливаютъ соляную кислоту: образуется обильная молочнаго цвѣта муть, превращающаяся въ тѣстоватую массу изъ маленькихъ кристаллическихъ иголь. Декантируя эфиръ кристаллы собираютъ на фильтръ и очищаютъ ихъ повторной кристаллизаціей въ присутствіи эфира.

Strecker и Gundlach открыли въ свиной желчи двѣ аналогичныя кислоты, образованныя соединеніемъ таурина и гликоколя съ гіохоляловою кислотой

¹⁾ Strecker, *Liebig's Annalen*, 1848 и 1849; Bayer, *Zeit. f. physiol. Chem.*, 1879.

²⁾ Желчь плотоядныхъ содержитъ только таурохолевую кислоту; желчь всеядныхъ заключаетъ ее въ преобладающемъ количествѣ, содержа также и гликохолевую.

Н. В.

³⁾ Въ той или другой фазѣ манипуляцій прибавляютъ къ воднымъ растворамъ животный уголь, чтобы обезцвѣтить ихъ отъ желчныхъ пигментовъ.

Изъ смѣси той и другой кислотъ растворъ свинцоваго сахара осаждаетъ только гликохолевую кислоту; изъ фильтрата уксуснокислый свинецъ и амміакъ заставляютъ выпасть таурохолевую кислоту.

Н. В.

(формула ея $C_{25}H_{40}O_4$). Наконецъ гусиная желчь содержитъ кислоту, образованную соединеніемъ таурина съ хенохолаловой кислотой— $C_{27}H_{44}O_4$.

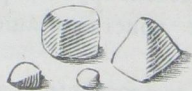
Дислизинъ ($C_{24}H_{36}O_3$) есть ангидридъ холаловой кислоты, получаемый дѣйствіемъ соляной кислоты на холаловую кислоту.

Желчные пигменты.—Желчь большинства позвоночныхъ содержитъ два пигмента: одинъ желто-бурого цвѣта, *билирубинъ*, и другой зеленый, *биливердинъ*. Окраска желчи мѣняется смотря по преобладанію того или другого изъ этихъ красящихъ веществъ. Билирубинъ можетъ быть извлеченъ изъ собачьей или человѣческой желчи посредствомъ хлороформа, въ которомъ онъ отлично растворяется; однако такимъ образомъ его можно получить только въ крайне незначительномъ количествѣ. Выгоднѣе извлекать его изъ желчныхъ камней ¹⁾ человѣка или еще лучше быка, въ которыхъ онъ часто содержится въ громадныхъ количествахъ; растертые въ порошокъ камни извлекаются эфиромъ, растворяющимъ холестеринъ; въ нерастворившемся остаткѣ содержится соединеніе извести съ билирубиномъ, которое разлагаютъ слабой соляной кислотой: известь растворяется, а билирубинъ остается; его обрабатываютъ хлороформомъ, въ которомъ онъ растворяется и изъ котораго выкристаллизовывается въ видѣ маленькихъ оранжевыхъ ромбоздровъ. Билирубинъ нерастворимъ въ водѣ, алкогольѣ, эфирѣ, кислотахъ и т. д., но растворяется въ щелочныхъ растворахъ. Растворы билирубина (въ ѣдкомъ натрѣ) бурого цвѣта, оставленные на воздухѣ, окисляются и переходятъ въ растворы *биливердина* (растворимаго въ алкогольѣ). Биливердинъ можно также извлечь изъ плаценты собаки, гдѣ онъ содержится въ большихъ количествахъ. По Städel'er'y (1863) и Maly (1868) билирубинъ имѣетъ формулу $C_{32}H_{36}N_4O_6$, а биливердинъ $C_{32}H_{36}N_4O_3$.

Билицианинъ, билипурпуринъ, билипразинъ, билигуминъ и уробилинъ были находимы то въ желчныхъ камняхъ, то въ желчи.

Месоніумъ, т. е. содержимое кишечника, опорожняемое ребенкомъ вскорѣ послѣ рожденія, чрезвычайно богато желчными пигментами, такъ какъ отдѣленіе желчи

¹⁾ Желчные камни представляются плотными, обыкновенно многоугольными (отъ взаимнаго давленія) образованіями, встрѣчающимися часто въ большомъ количествѣ въ желчномъ пузырьѣ; они главнымъ образомъ состоятъ изъ холестерина и соединенія извести съ билирубиномъ.



Фиг. 132. Желчные камни
человѣка.

Холестеринъ $C_{25}H_{42}O + H_2O$ [а по Obermüller'y $C_{27}H_{45}OH$] представляетъ большія ромбическія пластинки, нерастворимыя въ водѣ, растворяющіяся въ горячемъ алкогольѣ, въ эфирѣ, въ хлороформѣ и т. п. При кипяченіи въ присутствіи раствора ѣдкаго натра не измѣняется, что даетъ возможность легко отдѣлить его отъ жировъ и лецитина (также растворимыхъ въ эфирѣ). Холестеринъ, обработанный концентрированной H_2SO_4 , превращается въ красную массу, измѣняющую цвѣтъ отъ прибавленія воды; при дѣйствіи концентрированной H_2SO_4 и небольшого количества іода холестеринъ окрашивается въ фіолетовый цвѣтъ, затѣмъ въ синій, зеленый и красный (микрохимическая реакція).

Холестеринъ есть одноатомный алкоголь, дающій съ жирными кислотами сложные эфиры. Эти сложные эфиры обладаютъ физическими свойствами, аналогичными глицеридамъ; ихъ называютъ *холестерилинами*, *ланוליнами* или жирами холестерина; они встрѣчаются въ жировой смазкѣ и кожныхъ выдѣленіяхъ млекопитающихъ и птицъ.

у зародыша происходить весьма дѣятельно: плотныя части этой желчи скопляются въ кишкахъ за время внутриматочной жизни.

Реакція Gmelin'a. Если къ желчи или раствору желчныхъ пигментовъ осторожно прибавить азотной кислоты, содержащей слѣды азотистой (на тарелкѣ или въ цилиндрическомъ сосудѣ), то въ точкахъ соприкосновенія двухъ жидкостей образуется рядъ колець, окрашенныхъ послѣдовательно въ слѣдующіе цвѣта: зеленый, синій, фіолетовый, пурпурный, бурый, желтый. При этой реакціи билирубинъ, окисляясь, даетъ биливердинъ и рядъ окрашенныхъ веществъ, изъ которыхъ вещество наиболѣе окисленное—желтаго цвѣта.

Отношеніе красящихъ веществъ желчи къ гемоглобину. Мы видѣли (стр. 77), что гематинъ, происходящій изъ гемоглобина, идентиченъ съ билирубиномъ (Virchow, Valentin, Jaffe). Съ другой стороны, гемоглобинъ, или лучше гематинъ, превращается при реакціяхъ возстановленія въ гидробилирубинъ (или уробилинъ), буроватаго цвѣта вещество, не содержащее желѣза и получающееся также при дѣйствіи возстановителей, или при гніеніи изъ желчныхъ пигментовъ. Итакъ существуетъ прямое химическое родство между гемоглобиномъ и желчными пигментами; по всей вѣроятности, билирубинъ и биливердинъ происходятъ въ печени изъ гемоглобина красныхъ шариковъ.

Всякій разъ какъ кровь содержитъ свободный гемоглобинъ въ состояніи растворенія (впрыскиваніе въ кровеносные сосуды воды или желчныхъ солей по К ü h n e, или раствореннаго гемоглобина по Т а р х а н о в у), замѣчаютъ появленіе желчныхъ пигментовъ въ мочѣ. Если впрыскиваніе сдѣлать собакамъ, имѣющей желчную фистулу, то находятъ увеличеніе количества билирубина въ желчи. Мышьяковистый водородъ, толуилендіаминъ также обладаютъ свойствомъ растворять въ изобилии кровавые шарики и вызывать желтуху. Производя опыты на птицахъ, Minkowski и Naunyn нашли, что послѣ удаленія печени желтуха перестаетъ увеличиваться, и кровь не содержитъ больше пигмента.

Дѣйствіе желчи на пищевыя вещества.—Желчь содержитъ обыкновенно весьма небольшое количество діастатическаго фермента. Пищеварительное дѣйствіе этого фермента по сравненію съ ферментомъ панкреатическаго сока или слюны незначительно; впрочемъ и многія другія жидкости и ткани организма содержатъ также слѣды діастатическаго фермента (J. Jacobson, v. Wittich).

Желчь вовсе не дѣйствуетъ на пищевыя вещества бѣлковой натуры, но она осаждаетъ продукты перевариванія этихъ веществъ въ желудкѣ ¹⁾. Въ моментъ перехода кислой пищевой кашицы изъ желудка въ двѣнадцатиперстную кишку наступаетъ дѣйствіе желчи; соли желчныхъ кислотъ осаждаютъ синтонинъ, пропептонъ и пептонъ; пепсинъ увлекается механически и пепсинное пищевареніе тотчасъ прекращается. Образовавшійся мелкозернистый осадокъ можетъ содержать также небольшое количество желчной кислоты, разложившейся отъ дѣйствія HCl желудочнаго сока. Щелочная желчь стремится нейтрализовать (хотя и не вполне) кислый желудочный сокъ. Осажденіе пепсина и нейтрализація HCl несомнѣнно полезны въ томъ отношеніи,

¹⁾ Onodi и Dastre устраивали фистулу такого рода, что желчь изъ желчоваго пузыря поступала въ желудокъ; или же они сами вводили желчь въ желудокъ чрезъ обыкновенную желудочную фистулу: не замѣчалось отъ этого никакаго вреда для желудочнаго пищеваренія.

что препятствуютъ желудочному соку разрушать ферменты панкреатическаго сока.

Желчь вовсе не содержитъ фермента, дѣйствующаго на жиры, но она играетъ, кажется, извѣстную роль при всасываніи жировъ, какъ показываютъ слѣдующія ея свойства: на жиры она дѣйствуетъ слегка растворяющимъ образомъ (свойство, которымъ пользуются въ живописи и при выводѣ пятенъ). Прямое эмульгирующее дѣйствіе ея слабо: смѣсь желчи и масла, взболтанныхъ вмѣстѣ, довольно скоро раздѣляется снова на слой желчи и слой плавающего сверху масла. Но соли желчныхъ кислотъ способны разлагаться жирными кислотами, образуя щелочныя мыла и желчныя кислоты; реакція эта наступаетъ тотчасъ, какъ только желчь придетъ въ соприкосновеніе съ жиромъ, содержащимъ свободныя кислоты (прогорѣлый жиръ, жиръ обработанный панкреатическимъ сокомъ). А щелочныя мыла обладаютъ сильными эмульгирующими свойствами: въ ихъ присутствіи жиръ легко раздѣляется на микроскопическія капельки, которыя остаются взвѣшенными въ жидкости и не обнаруживаютъ никакого стремленія сливаться обратно въ большія капли; въ то же время извѣстно, что эмульгированіе жира является главнымъ условіемъ для всасыванія его поверхностью кишечника. G a d показали, что прогорѣлое масло, содержащее жирныя кислоты (тресковый жиръ), эмульгируется прямо въ соприкосновеніи со щелочнымъ растворомъ (соды), безъ взбалтыванія или смѣшиванія жидкостей.

Желчь не можетъ считаться настоящей пищеварительной жидкостью, такъ какъ она не содержитъ пищеварительныхъ ферментовъ; на ряду съ весьма мало извѣстной ролью, которую она играетъ въ пищевареніи, вѣроятно, на ея долю падаетъ еще другая функція: у зародыша, начиная съ третьяго мѣсяца внутриутробной жизни, она отдѣляется въ большомъ изобиліи, — въ то время, стало быть, когда не можетъ быть еще и вопроса о пищевареніи; между тѣмъ слюна, желудочный и панкреатическій сокъ появляются только послѣ рожденія младенца на свѣтъ.

S c h w a n n первый старался разрѣшить вопросъ о фізіологической роли желчи, прекращая поступленіе желчи въ кишечникъ посредствомъ перевязки ductus choledochus и заставляя образующуюся желчь вытекать черезъ фистулу желчнаго пузыря. Оперированныя такимъ образомъ собаки погибали спустя немного дней. B l o n d l o t и другіе экспериментаторы были болѣе счастливы и имъ удавалось сохранять животное съ желчной фистулой болѣе продолжительное время; такія животныя были необыкновенно прожорливы и выжидали только получая вдвое или втрое большую порцію пищи: такая прожорливость объясняется до извѣстной степени громадными потерями плотныхъ частей, вырабатываемыхъ организмомъ и выдѣляющихся ежедневно вмѣстѣ съ желчью наружу изъ фистулы. Но и кишечное пищевареніе также измѣняется у нихъ: въ самомъ дѣлѣ, желчныя соли суть могучіе возбудители перистальтическихъ движеній кишечника. При отсутствіи желчи, пища долго застаивается въ кишечникѣ и тамъ сильно загниваетъ: вотъ почему фекальныя массы собаки съ желчной фистулой такъ вонючи. Быть можетъ, животныя, подвергшіяся такой операціи, отравляются въ концѣ концовъ этими продуктами гніенія, всосавшимися изъ кишечника. Въ нормальномъ состояніи, желчь препятствуетъ гніенію, дѣйствуя съ одной стороны антисептически (L i n d b e r g e r 1884), а съ другой стороны, возбуждая движенія кишечника, желчь ускоряетъ передвиженіе пищи по кишечному тракту и сокращаетъ продолжительность пребыванія ея въ кишкахъ.

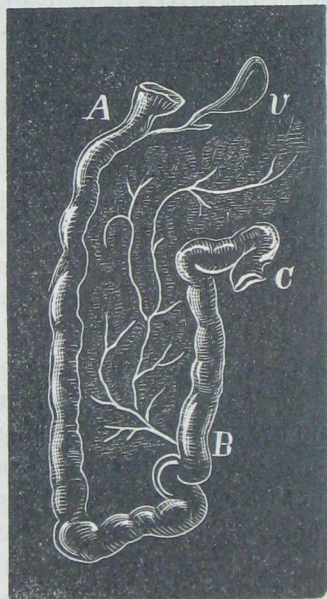
Прежде приписывали одной только желчи способность переваривать жиры. Основывали такое положеніе преимущественно на томъ фактѣ, что при желтухѣ отъ задержанія желчи жиры не перевариваются: они выдѣляются неизмѣненными въ мало или почти вовсе не окрашенныхъ испраженіяхъ больныхъ желтухою. Въ настоящее время, благодаря прекраснымъ изслѣдованіямъ Cl. Bernard'a, произведеннымъ надъ панкреатической железой кролика, стало извѣстно, что главная роль въ перевариваніи жировъ принадлежитъ панкреатическому соку. У кролика желчный протокъ открывается въ двѣнадцатиперстную кишку тотчасъ возлѣ желудка, а протокъ панкреатической железы по крайней мѣрѣ на 20 сантиметровъ дальше. Если ввести кролику жиръ per os, то можно убѣдиться, что въ той части кишки (AB фиг. 133), гдѣ онъ соприкасался съ одной только желчью, онъ не всасывается. Наполненные жиромъ млечные сосуды (молочнаго вида) начинаютъ встрѣчаться только съ того мѣста, въ которомъ открывается въ кишку протокъ панкреатической железы (BC фиг. 133).

Въ большинствѣ случаевъ желтухи дѣло идетъ о кишечномъ катаррѣ съ набуханіемъ слизистой оболочки, продолжающемся и въ желчные протоки, что ведетъ къ закрытію просвѣта послѣднихъ. Болѣе чѣмъ вѣроятно, что въ такихъ случаяхъ существуетъ также катарральное набуханіе слизистой оболочки и въ протокъ панкреатической железы. Этимъ легко объясняется отсутствіе перевариванія жировъ при желтухѣ.—Собаки съ желчной фистулой перевариваютъ очень плохо плотные и труднѣ плавящіеся жиры, тогда какъ изъ свиного жира, весьма легко плавящагося, всасывается у нихъ двѣ трети, по J. M u n k'у (1891). Жирныя кислоты всасываются очень хорошо.

На основаніи недавнихъ изслѣдованій (Dastre 1887), перевариваніе жировъ въ кишкахъ совершается при совмѣстномъ дѣйствіи желчи и панкреатического сока. Dastre резецировалъ у собаки желчный протокъ и затѣмъ заставлялъ его срастаться съ среднею частью тонкой кишки, направляя прямо сюда желчь. У оперированныхъ такимъ образомъ животныхъ хилоносные сосуды принимали молочно-бѣлый цвѣтъ вслѣдъ за приѣмомъ пищи, богатой жирами, только ниже мѣста новаго отверстія для стока желчи. Одно то, стало быть, панкреатического сока для перевариванія жировъ тоже недостаточно.

Желчеотдѣленіе.—Характерныя вещества желчи: желчные соли и пигменты, вырабатываются печеночными клѣтками изъ матеріала, почерпнутаго изъ крови. Выше мы видѣли, что пигменты, по всей вѣроятности, происходятъ изъ гемоглобина крови.

Печеночныя клѣтки, разсѣединенныя механически и промытыя въ физиологическомъ растворѣ, не содержатъ вовсе гликогена, но много солей желчныхъ кислотъ и желтый пигментъ, являющійся безъ сомнѣнія предшественникомъ билирубина. Онѣ способны при простомъ соприкосновеніи разрушать



Фиг. 133. Поджелудочная железа кролика. Ductus choledochus открывается въ A по соседству съ выходомъ желудка; протокъ панкреатической железы открывается въ кишку при B; V — желчный пузырь.

и обезцвѣчивать растворъ гемоглобина, но только въ присутствіи гликогена или глюкозы. Глюкоза и гемоглобинъ расходуются, а на ихъ мѣсто появляется желто-бурый пигментъ (предшественникъ билирубина?) и желчныя кислоты.

Кашеобразная масса, приготовленная изъ печеночныхъ клѣтокъ, также способна вырабатывать желчныя кислоты насчетъ разведенной кровяной сыворотки и гликогена или глюкозы (опыты Alex. Schmidt'a и его учениковъ).

Доказательствомъ положенія, что печень есть мѣсто выработки желчныхъ кислотъ и пигментовъ, является то обстоятельство, что послѣ удаленія этого органа (опытъ удается на лягушкахъ) не происходитъ больше накопленія въ крови характерныхъ веществъ желчи.

Если же, наоборотъ, ограничиться только перевязкой желчныхъ путей, для воспрепятствованія стоку желчи въ кишечникъ, то желчь продолжаетъ образовываться и ея составныя части всасываются и накаплиются въ организмѣ. Такой же процессъ происходитъ патологически при желтухѣ.

Полагаютъ, что часть желчныхъ ингредіентовъ всасывается изъ кишечника венозными капиллярами, возвращается опять въ печень черезъ *vena porta* и вновь отдѣляется въ видѣ желчи; такимъ образомъ получается настоящій круговоротъ желчи черезъ кишечникъ, *vena porta* и печень. Дѣйствительно, если принять за 1 килограммъ количество желчи, отдѣляемой взрослымъ въ 24 часа, то въ ней должно содержаться 75 грамм. желчныхъ солей ¹⁾: нельзя допустить, чтобы печень вырабатывала ежедневно все новыя порціи въ такомъ большомъ количествѣ. Норре-Seuлер доказалъ прямыми изслѣдованіями, что гликоколь и тауринъ не переходятъ въ испражненія, равно какъ и $\frac{7}{8}$ холатовой кислоты, такъ что едва только $\frac{1}{8}$ часть ея можно найти въ экскрементахъ, остальная же часть безъ сомнѣнія всасывается обратно и циркулируетъ постоянно изъ кишечника въ печень и изъ печени въ кишечникъ. Wertheimer показалъ, что желчь барана (легко узнаваемая въ спектроскопѣ), будучи вырсынута въ кишечникъ собаки, всасывается и, немного времени спустя, можетъ быть открыта въ желчи, отдѣляемой печенью собаки. Schiff наблюдалъ аналогичное на морской свинкѣ (желчь которой не даетъ реакціи Pettenkofer'a). Что касается холестерина, то онъ, кажется, просто выдѣляется печенью, то есть черпается изъ крови и поступаетъ въ желчь.

Желчь образуется главнымъ образомъ на счетъ веществъ, доставляемыхъ черезъ *v. porta* (оспаривается Oré, Frerichs'омъ, Kottmeyer'омъ и др.). Перевязка *a. hepaticae* остается безъ всякаго вліянія на секретію желчи. О полной перевязкѣ самой *v. portae* нельзя и думать: животныя умираютъ черезъ весьма короткое время, при чемъ вся кровь у нихъ собирается въ систему *v. portae* и кровообращеніе прекращается. Но возможно перевязать

¹⁾ Количество желчи, отдѣляемое за сутки человѣкомъ, опредѣляется въ 500—650 куб. сант. (J. Ranke, v. Wittich), т. е. около 15 грам. желчи на килограммъ вѣса тѣла. Bidder и Schmidt нашли слѣдующія цифры: собака—20 грамм.; кошка—15 грамм.; баранъ—25 грамм.; кроликъ—137 грамм.; морская свинка—175 грамм. желчи на килограммъ вѣса животного (въ 24 часа). Приведемъ еще нѣсколько цифръ Colin'a, отвѣчающихъ количеству желчи, отдѣляемой въ 24 часа: лошадь—6 килограмм.; быкъ—2,64 килограм.; баранъ—0,34 килограмм.

[Интересно, что чѣмъ меньше животное (въ особенности у травоядныхъ), тѣмъ значительнѣе въ отношеніи вѣса тѣла отдѣленіе желчи. Срав. выше цифры.—

которую либо венозную вѣтвь, идущую отъ *v. porta* къ отдѣльному участку печени: тогда замѣчаютъ значительное уменьшеніе количества отдѣляемой желчи (*Schiff, Cohnheim, Litten*) ¹⁾.

Если соединить манометръ, заключающій воду или желчь, съ желчными путями у морской свинки, то замѣтно, какъ столбикъ жидкости постепенно подымается подъ вліяніемъ толкающей силы новыхъ порцій отдѣляющейся желчи; когда давленіе достигнетъ 200 мм. воды, столбикъ перестаетъ повышаться, желчь начинаетъ тогда снова всасываться по мѣрѣ образованія (*Friedländer и Barisch*). Это давленіе въ 200 мм.—довольно высокое, если сравнивать его съ давленіемъ крови въ воротной венѣ, исчисляемымъ всего въ 50—100 мм. воды.

Отдѣленіе желчи происходитъ, кажется, постоянно. Она накапливается въ желчномъ пузырьѣ въ промежуткахъ между принятіемъ пищи и обильно стекаетъ въ кишечникъ, какъ только кислая пищевая кашица поступаетъ въ кишки. Переходъ ея изъ желчнаго пузыря въ кишечникъ вызывается, кажется, нервною рефлекторною дѣятельностью, возбуждающею соприкосновеніемъ кислотъ съ кишечнымъ отверстіемъ желчнаго протока: желчный пузырь сокращается и въ то же время расслабляется его отверстіе ²⁾.

За каждымъ пріемомъ пищи слѣдуетъ быстрое увеличеніе количества отдѣляющейся желчи и измѣненіе вида печеночныхъ клѣтокъ (*Heidenhain и Kaiser*). Впрыскиваніе различныхъ лекарственныхъ веществъ въ двѣнадцатиперстную кишку (желчь, салициловокислый натръ, ипекакуана, подофиллинъ и т. п.) вызываетъ такой же эффектъ, по *Rutherford'у* и *Vignal'ю Prévost и Binet* и др.

До сихъ поръ не удалось доказать прямого вліянія нервной системы на отдѣленіе желчи. Раздраженіе спинного мозга или *n. splanchnici* вызываетъ сокращеніе желчныхъ путей, вслѣдствіе чего и происходитъ усиленное, хотя

¹⁾ Однако, по опытамъ *Asp'a*, послѣ закрытія какой-либо одной вѣтви воротной вены, отдѣленіе желчи въ соответственномъ участкѣ печени все-таки продолжается, но оно крайне падаетъ. Во всякомъ случаѣ, отдѣленіе возможно, стало быть, насчетъ крови и одной печеночной артеріи.

Что касается до паденія отдѣленія, то по этому поводу надо замѣтить, что вообще отдѣленіе желчи стоитъ количественно въ большой зависимости отъ количества крови, притекающей къ печени; между тѣмъ давленіе крови въ печеночныхъ капиллярахъ дѣйствуетъ только косвенно, именно въ связи съ притокомъ большей или меньшей массы крови (*Heidenhain*).

Н. В.

²⁾ Есть указаніе на то, что существуетъ два максимума отдѣленія желчи: первый падаетъ на 3—5 часовъ послѣ принятія пищи, второй—на 13—15 часовъ, а иногда и на 9.

Пища, богатая бѣлками, ведетъ къ усиленному отдѣленію желчи и вмѣстѣ съ тѣмъ къ повышенному содержанію въ ней плотныхъ частей; еще сильнѣе въ томъ же смыслѣ дѣйствуетъ пища, состоящая исключительно изъ жира (*Rosenberg*). Однако по болѣе новымъ изслѣдованіямъ (*Baghega 1895*) жиры все-таки нѣсколько уступаютъ въ этомъ отношеніи бѣлкамъ. Въ зависимости отъ рода пищи перемѣщается и максимумъ поступленія желчи: онъ наступаетъ всего скорѣе послѣ принятія углеводовъ (1—2 часа), всего позже послѣ принятія пищи, состоящей изъ жира (6—9 часовъ).

Совсѣмъ отдѣленіе желчи не прекращается и при полномъ голоданіи животнаго.

Н. В.

и кратковременное поступление скопившейся желчи (J. Munk). Затѣмъ вскорѣ токъ желчи уменьшается въ зависимости, безъ сомнѣнія, отъ суженія сосудовъ (Heidenhain, J. Munk). Когда подвергаются раздраженію *guttur sigmoidens* (Bochefontaine), *p. cruralis*, *p. ischiadicus* и т. д., то наблюдаются также колебанія въ истеченіи желчи, обязанныя вѣроятно тоже сосудодвигательнымъ дѣйствіямъ.

Роль печени въ питаніи будетъ изучена въ VII главѣ (усвоеніе и распаденіе).

V. Панкреатическій сокъ.

Панкреатическая фистула. — Для собиранія панкреатическаго сока, устраиваютъ (у собаки) фистулу (Cl. Bernard; операція была произведена уже въ 1684 году Regnier de Graaf'омъ). Операція заключается въ томъ, что послѣ вскрытія брюшныхъ стѣнокъ подводятъ Вирсунгіевъ протокъ къ ранѣ и въ него вставляютъ канюлю, которую затѣмъ прикрѣпляютъ къ краямъ раны. Въ первые часы послѣ операціи можно получать почти нормальный панкреатическій сокъ, обладающій энергическими пищеварительными свойствами (такъ называемыя временныя фистулы).

При постоянныхъ фистулахъ часто случается, что ткань панкреатической железы измѣняется и отдѣляемая жидкость не представляетъ болѣе пищеварительныхъ свойствъ. Heidenhain предложилъ изолировать часть двѣнадцатиперстной кишки, въ которую открывается *ductus Wirsungianus*, и устроить въ ней кишечную фистулу. Такая постоянная фистула даетъ, какъ кажется, неизмѣненный панкреатическій сокъ.

Свойства панкреатическаго сока. — Панкреатическій сокъ собаки есть жидкость безцвѣтная, вязкая, щелочная, богатая плотными веществами (до 8 и 10% по Cl. Bernard'у), высокаго удѣльн. вѣса (1030), способная къ самопроизвольному свертыванію, застывающая при охлажденіи до 0° и вновь становящаяся жидкой при отогрѣваніи, свертывающаяся подобно яичному бѣлку отъ жара. Натуральный панкреатическій сокъ (такъ же какъ и настой железы) обнаруживаетъ сильное стремленіе загнить: черезъ нѣсколько часовъ онъ оказывается уже наполненнымъ міриадами вибрионовъ, бактерій и издаетъ гнилостный запахъ.

Панкреатическій сокъ замѣчателенъ по присутствію въ немъ трехъ пищеварительныхъ ферментовъ: ферментъ діастатическій (Valentin), ферментъ, центонизирующій бѣлки (Corvisart 1857) и ферментъ, омыляющій жиры (Cl. Bernard). Данилевскій (1872) и Пашутинъ (1873) старались отдѣлить эти ферменты другъ отъ друга. Мы не станемъ описывать здѣсь довольно сложныхъ пріемовъ, которыми они пользовались.

1. *Діастатическій ферментъ* ничѣмъ не отличается отъ фермента слюны; онъ только болѣе дѣятеленъ и болѣе обиленъ. Онъ уже содержится въ тканн поджелудочной железы, откуда можетъ быть извлеченъ глицериномъ или водой.

2. *Омыляющій ферментъ*, [или точнѣе, расщепляющій жиры ферментъ] открытый Cl. Bernard'омъ, обладаетъ свойствомъ расщеплять жиры (процессомъ гидратаціи) на глицеринъ и жирныя кислоты: послѣднія, соединяясь со щелочами, образуютъ мыла. Этотъ ферментъ очень измѣнчивъ, особенно въ соприкосновеніи съ кислотами. Его присутствіе легко доказать въ самой

ткани железы: синяя реактивная бумажка, пропитанная прованским маслом (нейтральной реакціи) и приложенная на вырѣзанный изъ железы кусочекъ ткани, даетъ красное окрашиваніе на мѣстахъ соприкосновенія съ железистыми клѣтками, вслѣдствіе образованія жирныхъ кислотъ и глицерина. Присутствіе мыль, какъ результата расщепленія жировъ, придаетъ панкреатическому соку энергическія эмульгирующія свойства ¹⁾. Достаточно взболтать масло съ панкреатическимъ сокомъ (или настоемъ ткани железы), чтобы получить молочнаго вида жидкость, представляющую настоящую стойкую эмульсію, т. е. масло, раздѣленное на чрезвычайно мелкіе шарики, взвѣшенные въ жидкости и не соединяющіеся болѣе въ масляный слой.

3. Ферментъ превращающій бѣлки въ пептоны (Corvisart 1857) названъ К ü h n e (1867) *трипсиномъ* (панкреатинъ другихъ авторовъ). Лучше всего дѣйствуетъ онъ въ щелочномъ растворѣ, гораздо слабѣе въ нейтральномъ или чуть кисломъ растворѣ. Панкреатическій сокъ, содержащій болѣе 0,5 pro mille HCl, не дѣйствуетъ на фибринъ и альбуминъ. Равнымъ образомъ и настой железы быстро начинаетъ переваривать фибринъ только послѣ прибавленія къ нему щелочнаго раствора (соды 1%). Фибринъ не разбухаетъ какъ въ желудочномъ сокѣ, а распадается на маленькіе кусочки, которые далѣе подъ вліяніемъ сока распадаются на еще меньшіе и подъ конецъ образуютъ все болѣе и болѣе мелкій порошокъ. Вареный бѣлокъ относится точно такъ же. Когда пищевареніе оканчивается, въ жидкости находятъ громадное количество пептоновъ (узнаваемыхъ по розовому окрашиванію жидкости отъ ѣдкаго натра и сѣрнокислой мѣди на холоду), но значительная часть бѣлковъ измѣняется, какъ кажется, еще глубже и распадается на лейцинъ (4%), тирозинъ (10%) и др. Находятъ также слѣды аспарагиновой кислоты, гипоксантина и вещество, окрашивающееся въ розовый цвѣтъ хлорной или бромной водой (тирозинъ?). Панкреатическій пептонъ не идентиченъ съ пептономъ, образующимся въ желудкѣ (K ü h n e).

Спустя нѣкоторое время такое типическое панкреатическое пищевареніе осложняется процессами гніенія, обязанными развитію мириадъ низшихъ организмовъ, зародыши которыхъ всегда существуютъ въ кишечникѣ и даже въ ткани самой поджелудочной железы. Гніенію можно препятствовать употребленіемъ антисептическихъ средствъ (тимола, салициловой кислоты въ растворѣ 2 pro mille, 5%-ной борной кислоты по Herzen'y), которыя останавливаютъ развитіе микроорганизмовъ, не мѣшая дѣйствию растворимыхъ ферментовъ. Такъ какъ этихъ антисептическихъ веществъ не существуетъ вовсе въ кишечникѣ живого животнаго, то панкреатическое пищевареніе переходитъ всегда болѣе или менѣе въ настоящее гніеніе; часть бѣлка разлагается подъ вліяніемъ анаэробныхъ микроскопическихъ существъ и даетъ

¹⁾ G a d (1878) показалъ, что одного соприкосновенія прогорѣлаго масла (т. е. содержащаго жирныя кислоты, готовые служить для образованія мыла) со щелочнымъ растворомъ (ѣдкій натръ) достаточно для образованія масляной эмульсіи, безъ всякаго механическаго вмѣшательства (напр. взбалтыванія). Напротивъ, нейтральное масло можно взбалтывать долгое время съ такимъ же растворомъ ѣдкаго натра и не получить стойкой эмульсіи.

Но достаточно, чтобы омылилась самая незначительная часть жира, какъ тотчасъ эмульгируется вся масса жира, т. е. превращается въ форму, удобную для всасыванія. Эмульсія, образованная помощью панкреатическаго сока, получается въ высшей степени нѣжной.

смѣсь продуктовъ окисленія и возстановленія: кислоты угольная, уксусная, масляная, валерьяновая; амміакъ, лейцинъ, фенолъ, индолъ; горючіе газы: H_2S , CH_4 , H_2 (Nencki 1873). Микробы, быть можетъ, даже играютъ извѣстную роль въ кишечномъ пищевареніи.

Индолъ ($\text{C}_8\text{H}_7\text{N}$) есть характеристичный продуктъ гніенія бѣлковъ. Онъ получается въ формѣ шелковистыхъ блестокъ (листочковъ), плавящихся при $+52^\circ$, растворяющихся въ кипящей водѣ и не растворимыхъ въ холодной. Индолъ узнается по своему пронзительному каловому запаху и по нѣсколькимъ цвѣтнымъ реакціямъ, изъ которыхъ я приведу лишь реакцію полученія краснаго осадка при дѣйстви азотной кислоты, содержащей азотистую, на его водные растворы. Часть образующагося индола въ кишкахъ переходить въ каловыя массы и сообщаетъ имъ характерный запахъ. Другая часть всасывается, поступаетъ въ тѣло и выводится мочей въ формѣ ароматическихъ соединений, главнымъ образомъ въ формѣ индикана.

Трипсинъ и зимогенъ.—Трипсинъ, какъ таковой, не находится въ ткани железы; онъ существуетъ тамъ въ видѣ вещества, названнаго Heidenhain'омъ зимогеномъ (ζύμη—ферментъ, закваска). Зимогенъ самъ по себѣ не обладаетъ вовсе пищеварительными свойствами, но онъ легко превращается въ ферментъ, приходя въ соприкосновеніе съ воздухомъ, кислородомъ, губчатой платиной, разведенными кислотами (но не щелочами). Возстановители (соприкосновеніе съ дрожжами) дѣйствуютъ, повидимому, въ обратномъ направленіи, превращая ферментъ въ зимогенъ. Зимогенъ, такъ же какъ и самъ ферментъ, растворимъ въ водѣ и глицеринѣ: этимъ объясняется, почему водныя или глицериновыя настойки изъ свѣжей железы не обладаютъ пищеварительнымъ дѣйствіемъ, между тѣмъ какъ тѣ же экстракты, постоявъ на воздухѣ 24 часа, или приготовленные изъ железы, пролежавшей на воздухѣ одинъ, два дня, оказываются богатыми трипсиномъ. По Heidenhain'у поджелудочная железа запасается зимогеномъ въ промежуткѣ между періодами пищеваренія. Во время пищеваренія зимогенъ превращается въ трипсинъ, который стекаетъ вмѣстѣ съ отдѣляющимся сокомъ; но образованіе зимогена не прекращается и во время секреторной дѣятельности железы.

Schiff и Herzen старались найти связь между панкреатическимъ пищевареніемъ и функціей селезенки. Поджелудочная железа у животнаго, лишенная селезенки, теряетъ свои пищеварительныя свойства; между тѣмъ какъ поджелудочная железа, взятая отъ собаки натошакъ и, по мнѣнію авторовъ, не содержащая въ себѣ фермента, пріобрѣтала способность переваривать бѣлки, когда ее измельчали съ кусочкомъ селезенки, взятой отъ животнаго, убитаго на 6-мъ или 7-мъ часу пищеваренія.

Herzen полагаетъ, что зимогенъ въ живой поджелудочной железнѣ преобразуется въ трипсинъ подъ вліяніемъ фермента, [который образуется въ селезенкѣ¹⁾].

Отдѣленіе панкреатическаго сока.—Отдѣленіе панкреатическаго сока у кролика происходитъ непрерывно. У собаки оно совершается періодически: прекращаясь совсѣмъ натошакъ, оно начинается спустя немного времени послѣ введенія въ желудокъ пищи, быстро достигаетъ своего maximum'a, затѣмъ постепенно, въ продолженіе нѣсколькихъ часовъ, уменьшается и даетъ второй maximumъ на 9-мъ, 11-мъ часу послѣ пріема пищи. Секречія сопровождается измѣненіями въ кровообращеніи, подобными тѣмъ,

¹⁾ *Revue scientifique*, 25 nov. 1882; *Pflüger's Archiv*, XXX, 1883.

какія происходятъ въ слюнныхъ железахъ и железахъ желудка: расширеніемъ сосудовъ, венной пульсацией, яркостью венозной крови. Достаточно самого незначительнаго препятствія, чтобы помѣшать отдѣляющемуся соку стекать въ кишечникъ; тогда онъ всасывается стѣнками панкреатическихъ канальцевъ и инфильтрируетъ ткань железы. А. Henri и P. Wollheim (1877) нашли, что maximum давленія (измѣряемаго манометромъ, введеннымъ въ Вирсунгіевъ протокъ) не превосходитъ 225 мм. воды. Эта цифра близка къ maximum'у давленія, подъ которымъ желчь можетъ еще стекать въ кишечникъ ¹⁾.

Вліяніе нервной системы на секрецію поджелудочной железы несомнѣнно, но еще весьма темно. Какъ же иначе объяснить, если не дѣйствіемъ перваго рефлекса, что секреція и расширеніе сосудовъ железы слѣдуютъ за введеніемъ пищи въ желудокъ (Bidder и Schmidt). Однако перерѣзка спиннаго мозга или нервовъ железы не останавливаетъ секреціи (Bernstein 1869); между тѣмъ электрическое раздраженіе продолговатаго мозга возбуждаетъ ее (Landeau 1863).

Существованіе нервовъ, задерживающихъ секрецію, должно быть признано, повидимому, въ виду слѣдующихъ наблюденій: секреція моментально прекращается во время рвоты (Weinmann, Cl. Bernard) и при раздраженіи центральнаго конца n. vagi (Bernstein), если нервы поджелудочной железы не нарушены.

Атропинъ прекращаетъ (Павловъ 1878), пилокарпинъ возбуждаетъ секрецію (Heidenhain) ²⁾.

¹⁾ Есть указаніе на то, что переваривающая способность и составъ поджелудочнаго сока измѣняются въ зависимости отъ того, какая пища дается животному (Васильевъ 1893, Кудревецкій 1894). Напр., при мясной пищѣ увеличивается триптическое дѣйствіе, при молочной съ хлѣбомъ—діастатическое. Точно также родъ пищи вліяетъ, повидимому, и на скорость наступленія maximumа въ отдѣленіи сока. Т. е. здѣсь находятъ нѣчто аналогичное тому, что указывалось раньше по поводу отдѣленія желчи (стр. 301). Однако вопросы, представляющіеся здѣсь, гораздо сложнѣе, а наблюдаемые явленія обнаруживаютъ значительныя колебанія.

II. В.

²⁾ Въ послѣднее время иннервация этой железы изучалась ближе въ лабораторіяхъ Павлова и затѣмъ Mogat. Самые позднѣйшіе результаты представлены въ диссертации Попельскаго (1896).

Блуждающій нервъ заключаетъ несомнѣнно секреторныя волокна для поджелудочной железы. Они направляются къ ней по стѣнкѣ желудка и затѣмъ чрезъ привратникъ. Электрическое раздраженіе ихъ даетъ ясное отдѣленіе сока; этотъ сокъ особенно богатъ плотными частями, когда раздражается свѣжеперерѣзанный нервъ. Въ этихъ случаяхъ сокъ отдѣляется совсѣмъ густымъ.

Въ области привратника надо допустить еще существованіе мѣстнаго нервнаго центра. Рефлекторному дѣйствію этого центра слѣдуетъ приписать то обильное отдѣленіе панкреатическаго сока, которое наступаетъ вслѣдъ за вливаніемъ (Gottlieb, Долинскій) въ двѣнадцатиперстную кишку кислоты, горчичнаго масла и т. п.; ибо такое отдѣленіе наступаетъ и послѣ перерѣзки обоихъ блуждающихъ и обоихъ симпатическихъ нервовъ, наступаетъ и послѣ перерѣзки желудка выше привратника (срав. подчелюст. железу, стр. 280).

Существованіе въ блуждающемъ нервѣ особыхъ тормозящихъ волоконъ можетъ быть доказано, какъ кажется, въ видѣ анатомически обособленныхъ вѣтвей.

Микроскопическія измѣненія при секретіи изучали Кѣйне и Леа, Heidenhain. Строепіе поджелудочной железы значительно отличается отъ строепія слюнныхъ железъ. Трубочатыя дольки поджелудочной железы выстланы непрерывнымъ слоемъ клѣтокъ, представляющихъ лучистую исчерченность, перпендикулярную къ мембранѣ propria. Каждая клѣтка имѣетъ наружную лучистую зону, прилегающую къ мембранѣ propria и образованную гліиновымъ веществомъ, сильно окрашивающимся карминомъ, содержитъ затѣмъ угловатое ядро и далѣе внутреннюю зону, обращенную къ просвѣту железы, богатую зернышками и слабо окрашивающуюся карминомъ. Зернистая зона содержитъ зимогенъ; эта часть клѣтки образуется и растетъ на счетъ свѣтлой зоны главнымъ образомъ во время покоя железы.

Неполное удаленіе железы [Schiff], перевязка Wirsung'ова протока (Павловъ 1878) или закупорка его инъекціонной массой переносятся млекопитающими довольно хорошо, хотя жиры (за исключеніемъ жира молока) не всасываются болѣе въ кишкахъ. У голубей, наоборотъ, перевязка протока панкреатической железы влечетъ за собой тяжелыя разстройства питанія (Langendorff 1879); животные вскорѣ гибнутъ отъ голода ¹⁾.

Внутренняя секретія поджелудочной железы.—Полное удаленіе поджелудочной железы ведетъ всегда къ гипергликеміи и глікозуріи у собаки (v. Mering). Но достаточно оставить въ полости живота животного, или даже внѣ ея (панкреатическая железа, привитая подъ кожу), кусочекъ железы, и глікозурія не появится вовсе (v. Mering, Hédou 1892). Глікозурія наступаетъ лишь послѣ удаленія железы до послѣдняго кусочка.

Кромѣ пищеварительной функціи, поджелудочная железа оказываетъ еще значительное вліяніе на состояніе общаго питанія, вѣроятно, при посредствѣ еще не изслѣдованныхъ и не опредѣленныхъ ближе веществъ, которыя она вырабатываетъ и выводитъ прямо въ кровь (внутренняя секретія), тогда какъ панкреатическій сокъ (секретія наружу) выводится въ кишечникъ. Chauveau полагаетъ, что поджелудочная железа непрерывно, въ теченіе всей жизни, оказываетъ тоническое задерживающее дѣйствіе на гипотетическіе нервныя центры, въ зависимости отъ которыхъ находится гликемическая функція (образованіе глюкозы) печени. Гликемическая функція печени [по этой гипотезѣ] усиливается вслѣдствіе прекращенія задерживающаго вліянія, производимаго продуктомъ внутренней секретіи поджелудоч-

По вступленіи его въ брюшную полость „всегда можно выдѣлить нервы, дѣйствующие только задерживающимъ образомъ и (другіе) только возбуждающимъ образомъ на поджелудочную железу“ (Попельскій).

Можно считать доказаннымъ участіе и симпатическаго нерва въ отдѣленіи панкреатическаго сока (Кудревецкій, Morat).

Н. В.

¹⁾ Поразительно новѣйшее указаніе Harley (1895). Въ то время какъ на нормальныхъ собакахъ чрезъ 18 часовъ послѣ принятія пищи 86% жира уже всосалось изъ кишечнаго канала, на животныхъ съ вылущенной железой жиръ не только не всасывался, но даже оказывался нѣсколько увеличеннымъ въ своемъ количествѣ. Этому можно дать такое только объясненіе, что стѣнка кишки при этомъ сама выдѣляетъ нѣкоторую часть жира. У оперированныхъ такимъ образомъ животныхъ жиръ долѣе остается и въ желудкѣ.

Н. В.

ной железы; должно наступить поэтому усиленное образование сахара въ печени и гипергликемія ¹⁾).

Lépine высказалъ другую теорію для объясненія гипергликеміи и гликозурии, наступающихъ послѣ полного удаленія поджелудочной железы. Въ нормальномъ состояніи, распаденіе глюкозы въ крови производится при посредствѣ гликолитическаго фермента, а этотъ послѣдній поставляется постоянно въ кровь поджелудочной железой. Удаленіе железы и гликолитическаго фермента должно вести тотчасъ къ гипергликеміи вслѣдствіе накопленія сахара, образующагося въ печени въ нормальномъ количествѣ.

Arthus опровергаетъ эту теорію: гликолитическій ферментъ, изученный Lépine'омъ, не предсуществуетъ въ циркулирующей крови, а образуется въ моментъ ея свертыванія; стало быть, такъ же какъ и фибринъ, онъ есть продуктъ посмертный.

VI. Кишечный сокъ.

Кишечная фистула.—Кишечный сокъ можетъ быть полученъ изъ такъ называемой фистулы Thiry (1864). Отдѣляютъ одну кишечную петлю отъ остальныхъ кишекъ посредствомъ двухъ круговыхъ разрывовъ, стараясь сохранить сосудистыя и нервныя связи отдѣляемаго куска кишки; одинъ конецъ петли дѣлаютъ слѣпымъ, накладывая швы; другой конецъ, укрѣпленный въ брюшной ранѣ, служитъ для собиранія сока. Концы укороченнаго такой вырѣзкой кишечника соединяются швами для восстановленія непрерывности кишечника. Можно также, по примѣру Vella (1881), оба отверстія отдѣленной кишечной петли укрѣпить въ брюшной ранѣ.

Свойства.—Получаемая такимъ образомъ жидкость бѣдна органическими веществами (1,5%) и содержитъ около 0,9% солей, преимущественно углекислаго натра (Thiry 1864, Quinske 1868, Demant 1879); реакція ея щелочная. Она, повидимому, не оказываетъ никакого дѣйствія на жиры и бѣлки и обладаетъ развѣ только незначительною способностью превращать крахмалъ въ сахаръ. Однако въ нѣкоторыхъ случаяхъ кишечный сокъ можетъ, какъ кажется, играть важную роль въ пищевареніи: Busch имѣлъ случай наблюдать женщину съ фистулой двѣнадцатиперстной кишки; ее можно было питать, вводя пищу прямо въ фистулу, причемъ пищеварительныя жидкости желудка и поджелудочной железы не имѣли къ пищѣ никакого доступа; перевариваніе пищевыхъ веществъ было полное, какъ доказывали анализы экскрементовъ. Общее состояніе было хорошее и свидѣтельствовало о нормальномъ питаніи организма.

Не разъ уже было отмѣчено присутствіе въ кишечникѣ инвертирующаго фермента, т. е. расщепляющаго тростниковый сахаръ на декстрозу и левулозу ²⁾. Говорилось также и о ферментѣ, превращающемъ целлюлозу въ глюкозу. Извѣстно, что у животныхъ травоядныхъ большая часть клѣтчатки,

¹⁾ Въ пользу этой гипотезы говоритъ и слѣдующій новый фактъ: Montcorgi находитъ, что настои панкреатической железы задерживаютъ образование сахара въ печени. Образование сахара въ послѣдней послѣ смерти можно приписать именно выпаденію вліянія на нее секрета панкреатической железы.

²⁾ О нахожденіи здѣсь глюкозы см. стр. 274 примѣч. 2.

содержащейся въ растительной пищѣ, исчезаетъ во время прохожденія пищи по тонкимъ кишкамъ и не попадаетъ въ экскременты. Часть этой клѣтчатки подвергается въ кишечникѣ подѣ влияніемъ микроорганизмовъ броженію, превращающему ее въ CO_2 и CH_4 . Вотъ откуда, по крайней мѣрѣ отчасти, могли бы происходить газы кишечника, горючіе и богатые CO_2 (Левъ Поповъ).

Перерѣзка мезентеріальныхъ нервовъ вызываетъ продолженіе нѣсколькихъ часовъ очень обильную *паралитическую секрецію* кишечнаго сока, лишеннаго пищеварительныхъ ферментовъ, но содержащаго хлопья слизистыхъ тѣлецъ. Животныя могутъ потерять черезъ поверхность кишекъ количество жидкости, превосходящее даже предполагаемую массу ихъ крови, и умираютъ при явленіяхъ, аналогичныхъ явленіямъ при холерѣ (Budge 1860, Armand Moreau 1868, Radziejewski 1870, Hana 1886).

Секреція кишечнаго сока совершается періодически. Начинаясь съ поступленіемъ пищи, она достигаетъ своего maximum'a къ концу 6-го или 7-го часа. Ее можно также вызвать у животнаго натошакъ механическими, электрическими или химическими раздраженіями. Впрыскиваніе желудочнаго сока или желчи въ кишки остается безъ вліянія на секрецію.

VII. Движенія пищеварительной трубки.

Движенія пищеварительной трубки имѣютъ цѣлю привести пищевыя вещества въ извѣстную достаточную степень размельченія, обезпечить соприкосновеніе ихъ съ пищеварительными соками, облегчить всасываніе переваренныхъ продуктовъ, передвигать эти вещества отъ рта до ануса и не утилизованный остатокъ вывести, наконецъ, изъ организма.

Жеваніе.—Движенія нижней челюсти производятся мышцами: *masseteres*, *temporales*, *pterygoidei interni et externi*, *digastrici*, *mylo-hyoidei* (ихъ иннервируетъ n. maxillaris inferior), *genio-hyoidei*, *omo—*, *sterno—*, *thyreo-hyoidei* и *sterno-thyreoidei* (ихъ иннервируетъ n. hypoglossus); движенія ея комбинируются съ движеніями губъ, щекъ (n. facialis) и языка (n. hypoglossus), чтобы послѣдовательно раздробить различныя части пищи, пропитать ихъ слюною и образовать пищевой комокъ (*bolus*), удобный для проглатыванія.

У грудныхъ дѣтей сосаніе молока происходитъ посредствомъ оттягиванія языка назадъ, на подобіе поршня, въ замкнутой со всѣхъ сторонъ ротовой полости (D o n d e r s): получается отрицательное давленіе въ 2—4 мм. ртутн, заставляющее молоко выпрыскиваться въ ротъ младенца. Дыханіе вовсе не участвуетъ въ актѣ сосанія.

Глотаніе.—Глотаніе или актъ, посредствомъ котораго пищевой комокъ заглатывается и проходитъ изъ полости рта въ желудокъ, раздѣлено Магендіе на 3 стадіи, правильно слѣдующія другъ за другомъ:

1-ая стадія. Пищевой комокъ прижимается языкомъ къ небной занавѣскѣ и проталкивается спереди назадъ черезъ зѣвъ до глотки. Воля участвуетъ только въ самомъ началѣ этого перваго акта глотанія; другія движенія суть рефлекторныя, координирующіяся въ центральной нервной системѣ безъ всякаго участія воли ¹⁾.

¹⁾ Начало глотанія составляетъ поочередное прижиманіе къ *твердому нёбу* кончика, спинки и корня языка. Это — актъ, лежащій въ предѣлахъ сознанія и

2-я стадія. Пищевой комокъ проходитъ глотку подь вліяніемъ сокращенія констрикторовъ глотки, среднего и нижняго, которые проталкивають его въ одинъ только открытый путь, именно въ пищеводъ. Глотка идетъ, такъ сказать, на встрѣчу пищевому комку: она приподымается также какъ и гортань (сокращаются заднія дужки, *mm. stylo-pharyngei, constrictores* и *subhyoidei*).

Обратному движенію пищи въ ротъ мѣшаетъ активное приподнятіе основанія языка, который плотно прикладывается къ (переднимъ) дужкамъ небной занавѣски (*mm. palato-glossi, stylo-glossi et mylo-hyoidei*). Закрытіе заднихъ носовыхъ отверстій обезпечено, благодаря активному поднятію свободной части небной занавѣски (*mm. retro-staphylini*), которая располагается горизонтально, при чемъ свободный край ея прикладывается къ задней стѣнкѣ глотки. Последняя тоже приподымается въ видѣ валика (*m. constrictor superior*) на встрѣчу небной занавѣскѣ и вмѣстѣ съ нею плотно закрываетъ носоглоточное пространство (*Passavant*). Что касается отверстія гортани, то оно закрывается надгортанникомъ, который, приподымаясь вмѣстѣ съ гортанью, прижимается къ основанію языка (*mm. genio-hyoidei, mylo-hyoidei*, переднее брюшко *m. digastrici*, *mm. hyo-thyreoidei*). Голосовая щель точно также закрывается во время акта глотанія вслѣдствіе сокращенія нижняго констриктора глотки, волокна котораго сближаютъ задніе края двухъ половинъ щитовиднаго хряща и прижимаютъ такимъ образомъ края этой щели одинъ къ другому. Внутреннія мышцы гортани, кажется, не участвуютъ въ этомъ закрываніи (*Longet*).

Глотаніе сопровождается раскрытіемъ *tubae Eustachiae* (сокр. *m. peristaphylinus externus*). Воздухъ, сжатый въ глоточномъ пространствѣ, передаетъ давленіе до средняго уха и внезапно выпячиваетъ барабанную перепонку кнаружи (хлопающій шумъ).

3-я стадія. Пищевой комокъ проходитъ по пищеводу подь вліяніемъ сокращенія мускулистыхъ стѣнокъ его, сокращенія очень энергичнаго, распространяющагося на подобіе волны все далѣе и далѣе до желудка.

Mosso при изслѣдованіяхъ на собакахъ видѣлъ, что глотаніе происходило даже тогда, когда *bolus* (округленный кусочекъ дерева), который онъ заставлялъ проглатывать, удерживался противовѣсомъ почти въ полкилограмма.

По *Kronecker*'у и *Meltzer*'у (1880)¹⁾, пищевая масса, жидкая или совсѣмъ мягкая, проходитъ изъ ротовой полости до желудка не въ три приѣма и не подь вліяніемъ послѣдовательныхъ сокращеній мышцъ глотки и пищевода, какъ думали до сихъ поръ. Движеніе такой массы гораздо проще и

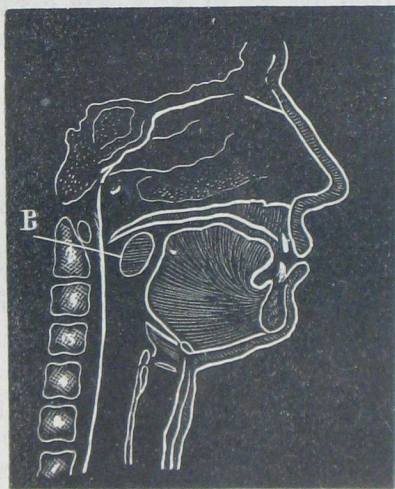


Рис. 134.—Положеніе пищевого комка *B* въ началѣ 2-ой стадіи акта глотанія (по *Maissiat*).

воли; но въ большинствѣ случаевъ и онъ совершается, повидимому, рефлекторнымъ путемъ вслѣдъ за достаточнымъ пережевываніемъ и увлажненіемъ пищевого комка.

Н. В.

¹⁾ *Kronecker* и *Meltzer*, *Archiv. f. Physiologie*, 1883. *Suppl.* стр. 328; *Kronecker*, *Die Schluckbewegung*, 1884.

совершается сразу, въ одинъ приемъ. Bolus проталкивается языкомъ изъ рта въ глотку: въ этотъ моментъ сокращаются *mm. mylo-hyoidei* и *hyo-glossi* и притягиваютъ основаніе языка назадъ и внизъ къ надгортаннику, вслѣдствіе чего является быстрое суженіе верхнеглоточнаго пространства, энергическое сжатіе находящагося тамъ воздуха и, благодаря послѣднему, быстрое выталкиваніе пищевой массы. Эта послѣдняя сразу проходитъ всю длину пищевода и останавливается только передъ закрытымъ входомъ въ желудокъ (передъ *cardia*). Глотокъ воды достигаетъ такимъ образомъ до конца пищевода менѣе, чѣмъ въ $\frac{1}{10}$ секунды.

За такимъ выталкивающимъ бросательнымъ движеніемъ (*глотаніе въ собственномъ смыслѣ*) наступаютъ медленные и послѣдовательныя сокращенія мышцъ глотки и пищевода (*глотаніе вторичное или перистальтическое*), какъ бы имѣющія цѣлю очистить проходъ, собрать забытыя крошки и присоединить ихъ къ bolus'у остановившемуся у *cardia*. Вторичное глотаніе совершается въ 4 приема: 1) сокращеніе сжимателей глотки, 2) сокращеніе перваго участка пищевода (съ поперечно-полосатыми волокнами), 3) сокращеніе смѣшаннаго участка пищевода (съ поперечно-полосатыми и гладкими мышечными волокнами), 4) сокращеніе гладкихъ мышцъ или послѣдней части пищевода. Движеніе это очень медленное; время, потребное для первыхъ восьми см. пути, равно отъ 1" до 1,5"; для слѣдующихъ восьми—отъ 3" до 3,5"; и наконецъ, для остальныхъ участковъ пищевода—отъ 5,5" до 7".

У большинства лицъ *cardia* остается замкнутой до тѣхъ поръ, пока ея не достигнетъ идущее сверху перистальтическое сокращеніе: только тогда bolus получаетъ возможность проникнуть въ желудокъ. У нѣкоторыхъ же субъектовъ, напротивъ, *cardia*, открывается тотчасъ, какъ только bolus выталкивается въ пищеводъ, и закрывается двѣ секунды спустя (см. стр. 311, глотательные шумы).

Мышцы языка иннервируетъ *n. hypoglossus*; мышцы глотки—*n. glossopharyngeus*, *n. vagus* и *n. sympathicus* (*plexus pharyngeus*). Кромѣ того, *n. trigeminus* даетъ двигательныя волокна для *m. mylohyoideus* и *m. tensor veli palatini* (иннервируемаго также и *n. vago*).

Мышцы пищевода иннервируются вѣтвями отъ *n. vagus* и *n. recurrens*. Перерѣзка блуждающихъ нервовъ поэтому парализуетъ пищеводъ. Однако нижняя часть его представляетъ послѣ этой перерѣзки, или послѣ перерѣзки *n.n. glossopharyngeorum* состояніе постоянного сокращенія въ продолженіе нѣсколькихъ дней (*Cl. Bernard*).

Актъ глотанія, включая сюда и перистальтическое движеніе, которымъ онъ заканчивается, состоитъ изъ ряда рефлекторныхъ движеній, послѣдовательный порядокъ которыхъ регулируется центральной нервной системой (продолговатый мозгъ), какъ доказываютъ опыты *Mosso*: такъ что ни перевязка, ни перерѣзка, ни даже удаленіе части пищевода никоимъ образомъ не мѣшаютъ распространенію волнообразнаго глотательнаго движенія, если только нервныя связи каждой части пищевода съ центральной нервной системой сохранены.

Начальный толчекъ для глотательнаго движенія долженъ быть отыскиваемъ, по *Schiffy*, въ раздраженіи чувствительныхъ нервовъ основанія языка (*n. glossopharyngeus*) и небной занавѣски (*n. trigeminus*). Электрическое раздраженіе *n. laryngei superioris* (иногда также *n. recurrentis*) вызываетъ равнымъ образомъ, путемъ рефлекса, глотательныя движенія, всегда сопровождающіяся дыхательными движеніями (*Arloing, Steiner*). Впрочемъ, вся-

кое нормальное глотаніе сопровождается дыхательнымъ движеніемъ. Есть и другіе факты, которые указываютъ, повидимому, на прямую функціональную связь между центрами глотанія и дыханія.

Раздраженіе центрального конца п. glossopharyngei препятствуетъ совершенію глотательнаго движенія.

Мы видѣли, что за каждымъ глотательнымъ движеніемъ слѣдуетъ перистальтическая волна: когда же глотательныя движенія слѣдуютъ другъ за другомъ, съ короткими промежутками, то перистальтическія движенія прекращаются. Только послѣ послѣдняго глотательнаго движенія можно наблюдать всего одну такую перистальтическую волну: здѣсь также сказывается, стало быть, задерживающее дѣйствіе новаго глотательнаго движенія на перистальтическую волну, которая должна была родиться, какъ мы выше видѣли, отъ предшествующаго глотательнаго движенія.

Всякое глотательное движеніе сопровождается у человѣка, по Meltzer'у, паденіемъ кровяного давленія и преходящимъ ускореніемъ сердечныхъ сокращеній, за которымъ слѣдуетъ незначительное ихъ замедленіе; потребность дышать кажется также пониженной. У собаки, Wertheimer и Meyer (1890) констатировали преходящее замедленіе сердечнаго ритма.

Наконецъ, будто бы, достаточно совершить рядъ глотательныхъ движеній даже пустыхъ (проглатывая свою слюну), чтобы прекратить эрекцію penis или успокоить маточныя боли

Глотательные шумы.—Согласно изслѣдованіямъ Lenker'a (1879), Kronesker'a и Meltzer'a (1883) ¹⁾, подтвержденнымъ затѣмъ и другими изслѣдователями, а особенно E. Destrée'емъ (1887), у большинства индивидуумовъ, спустя 6"—7" послѣ начала глотанія, слышится болѣе или менѣе ясно протяжный шумъ, какъ будто воздухъ или жидкость проталкиваются черезъ отверстіе въ формѣ сфинктера. Этотъ шумъ *протискиванія*, которому Meltzer далъ названіе *Durchpressgeräusch*, обязанъ прохожденію жидкости или пищевого комка черезъ расширенную cardia желудка.

Кромѣ этого шума протискиванія у нѣкоторыхъ лицъ слышится еще шумъ *брызганія* (*Durchspritzgeräusch*), который наблюдается тотчасъ почти послѣ начала глотанія. Этотъ шумъ производится быстрымъ прохожденіемъ жидкости или пищевого комка, вытолкнутыхъ сокращеніемъ м. mylohyoideorum, черезъ пищеводъ до желудка черезъ ненормально широко раскрытую cardia, какъ это имѣетъ мѣсто у нѣкоторыхъ субъектовъ.

Движенія желудка.—Движенія желудочныхъ стѣнокъ внѣ періода пищеваренія ничтожны. При пищевареніи они имѣютъ цѣлью перемѣшивать перевариваемую пищу и приводить всѣ малѣйшія частицы ея въ соприкосновеніе съ желудочнымъ сокомъ. По наблюденіямъ Beaumont'a на канальцѣ St-Ange, пища вызываетъ часто циркулярное движеніе, начинающееся у cardia, пробѣгающее по дну желудка, большой кривизнѣ и возвращающееся по малой кривизнѣ. Когда пища превратится въ мягкую массу или *пищевую кашичу* (химусъ), сфинктеръ привратника желудка расслабляется и пропускаетъ ее маленькими порціями, какъ это констатировано непосредственно Busch'емъ (1858) у женщины, имѣвшей широкую фистулу двѣнадцатиперстной кишки, вслѣдствіе удара рогами въ животъ. Продолжительность пребыванія пищи въ желудкѣ весьма различна: отъ 3 до 10 часовъ.

¹⁾ Meltzer, *Centr. f. d. med. Wiss.*, 1883, n°1.

[Жидкія и несвертывающіяся части пищи начинаютъ, вѣроятно, гораздо скорѣе оставлять желудокъ небольшими порціями. Напротивъ вещества, труднѣе переходящія въ ту форму измельченія и консистенціи, какую представляетъ химусъ (напоминаетъ гороховый супъ средней густоты), должны оставаться дольше въ желудкѣ].

Центральная нервная система имѣетъ, несомнѣнно, вліяніе на движенія желудка. Раздраженіе периферическаго конца *p. vagi* вызываетъ ихъ, или же усиливаетъ, если они уже существовали. Schiffy (1862) и Adrian'y удалось также вызвать движенія желудочныхъ стѣнокъ, раздражая стволъ симпатическаго нерва, или *plexus coeliacus*. Однако перерѣзка *p. vagi* не останавливаетъ движеній желудка; развѣ только немного ослабляетъ ихъ. Кромѣ того, по Hofmeister'y и Schut z'y, желудокъ, вырѣзанный и сохраняемый при $+37^{\circ}$ во влажной камерѣ, обнаруживаетъ періодическія движенія правильного типа, направленные къ передвиженію содержимаго отъ *cardia* къ *pylorus*. Нервные узлы сплетеній заложенныхъ въ стѣнкѣ желудка являются безъ сомнѣнія ближайшими центрами для движеній желудка ¹⁾.

У нѣкоторыхъ лицъ существуетъ отбрасываніе пищи въ ротовую полость, аналогичное отрыганію жвачки и извѣстное подъ именемъ *merysismus*.

Рвота.—Рвота есть актъ, при которомъ пищевыя вещества, содержащіяся въ желудкѣ, вмѣсто того, чтобы слѣдовать по предназначенному имъ пути въ кишечникъ, внезапно выбрасываются наружу черезъ *cardia*, пищеводъ, глотку, ротъ, а иногда и носъ. Рвотѣ предшествуетъ обильное слюноотдѣленіе. Производится она энергическимъ сокращеніемъ мышцъ брюшнаго пресса и діафрагмы, которыя сильно сдавливаютъ животъ и содержимое желудка (*Magendie*), и, наоборотъ, расширяютъ грудную полость. Стѣнки самого желудка при этомъ сокращаются, а входное отверстіе его расширяется активно (вслѣдствіе сокращенія продольныхъ волоконъ, спускающихся съ пищевода, Schiff) и открываетъ путь для проталкиваемаго кверху содержимаго желудка. Быть можетъ, мышцы пищевода также принимаютъ въ этомъ участіе. Въ моментъ прохожденія извергаемыхъ массъ черезъ глотку въ ротъ, носовыя полости прикрываются нѣбной занавѣской, языкъ оттягивается книзу и прижимаетъ надгортанникъ къ отверстію гортани, голосовая щель закрывается.

Мышцы, участвующія въ актѣ рвоты, иннервируются волокнами отъ различныхъ нервовъ; но неизвѣстно, координируются ли идущіе по нимъ тогда двига-

¹⁾ Гангліи стѣнокъ желудка, равно какъ и гангліи, заложенные во входной и выходной частяхъ желудка, съ ихъ автоматической дѣятельностью, напоминающей дѣятельность сердечныхъ узловъ, были предметомъ подробныхъ изслѣдованій Опенховскаго (1888). Онъ изучалъ также детально связь этихъ гангліевъ съ центральной нервной системой. Такъ, по его даннымъ, въ *sulcus cruciatus* коры большихъ полушарій долженъ находиться центръ двигательный для выходной области и тормозящій (непостоянный) для входной области. Явленія, вызываемыя раздраженіемъ этой области, сходны съ явлениями, наблюдаемыми при прямомъ раздраженіи периферическаго конца самого блуждающаго нерва. Задняя пара четыреххолмія содержитъ двигательные центры для *cardia*, для стѣнки собственно желудка и для *pars pylorica* и тормозящій центръ для *pylorus*. Таковой же для послѣдняго находится еще въ оливахъ. Затѣмъ даются подробныя указанія и для хода различныхъ волоконъ съ одной стороны въ стволахъ блуждающаго и симпатическаго нервовъ, съ другой стороны въ спинномъ мозгу.

тельные импульсы однимъ только нервнымъ центромъ. Нѣкоторые физиологи отождествляютъ рвотные центры съ дыхательными. Во множествѣ случаевъ рвота вызывается рефлекторнымъ путемъ, вслѣдствіе раздраженія нѣбной занавѣски, глотки, желудка, или кишокъ. Прямое вліяніе головного мозга на центры рвоты явствуетъ изъ тѣхъ патологическихъ случаевъ, когда болѣзни или раненія мозга сопровождались рвотой. Рвота можетъ наступать также послѣ различнаго рода психическихъ волненій или вліяній (описаніе или видъ тошнотворныхъ предметовъ). Нѣкоторые вещества (рвотный камень, сѣрнокислый цинкъ, ипекакуана и пр.), введенныя въ желудокъ, или впрыснутыя прямо въ кровь, тотчасъ вызываютъ рвоту; быть можетъ они дѣйствуютъ одновременно и на центры рвоты и на нервныя окончанія въ пищеварительныхъ путяхъ. Magendie наблюдалъ рвотныя движенія послѣ впрыскиванія въ вены рвотнаго камня у собаки, у которой былъ вырѣзанъ желудокъ и замѣненъ свинымъ пузыремъ, наполненнымъ теплою водою и соединеннымъ съ пищеводомъ.

По Mellinger'y (1880), всѣ позвоночныя легко отвѣчаютъ рвотой на впрыскиваніе рвотнаго камня за исключеніемъ зимнихъ лягушекъ, курицы и однокопытныхъ (лошадь, осель). У птицъ рвота происходитъ изъ зоба, а не изъ желудка.

Отрыганіе жвачки.—Пасущееся жвачное животное срываетъ траву помощью языка и верхней челюсти, проглатываетъ ее, не пережевывая, и накопляетъ въ извѣстныхъ отдѣлахъ своего сложнаго желудка (*рукавъ и рубецъ*). Затѣмъ животное удаляется въ какое-либо спокойное мѣсто, чтобы на досугъ подергнуть различныя части своей травяной пищи окончательному пережевыванію и смѣшенію со слюною; потомъ снова проглатываетъ пережеванное, и пищевой комокъ на этотъ разъ попадаетъ уже въ другія отдѣленія желудка, служащія для перевариванія пищи (*книжка и сычу*). Восхожденіе веществъ, содержащихся въ рукавѣ, обратно въ ротъ представляетъ нѣкоторую аналогію съ актомъ рвоты; отличается отъ послѣдней тѣмъ, что пищеводъ закрывается послѣ прохожденія всякаго пищевого комка.

Отрыганіе жвачки есть актъ рефлекторный, происходящій при всякомъ механическомъ, или электрическомъ раздраженіи рукава. Послѣдствительно совершаются тогда восхожденіе пищевыхъ веществъ, затѣмъ пережевываніе ихъ, смѣшеніе со слюною и снова проглатываніе; это происходитъ даже въ томъ случаѣ, если пищеводъ будетъ перерѣзанъ поперекъ (Luchsinger).

Движенія кишокъ.—Если широкимъ разрѣзомъ вскрыть животъ собаки, или кролика, то масса кишечныхъ петель представится производящею медленныя движенія, напоминающія движенія червей. По длинѣ кишечника происходятъ круговыя сокращенія, медленно распространяющіяся дальше и дальше, на подобіе волны, по направленію къ апексу: *перистальтическое сокращеніе*. Нормально, перистальтическія сокращенія начинаются отъ pylorus желудка и движутся въ направленіи къ valvula Bauhinii. По Busch'y направленіе движенія можетъ измѣняться и дѣлаться антиперистальтическимъ. Если постараться защитить кишки отъ охлажденія, высыханія и измятія, то перистальтическія движенія будутъ все-же происходить, но гораздо медленнѣе и менѣе энергично (Sanders, van Braam-Houckgeest). По Funari (1882), твердый кусокъ, введенный въ одинъ конецъ кишечной петли, изолированной по способу Thiry-Vella, передвигается въ ней съ крайнею медленностію, проходя только одинъ сантиметръ въ 55 минутъ.

Движенія кишокъ находятся въ зависимости отъ первыхъ центровъ, расположенныхъ въ самой стѣнкѣ кишечника (plexus myentericus): движенія про-

должаются еще нѣкоторое время и на массѣ кишекъ, вынутыхъ изъ тѣла и совершенно отдѣленныхъ отъ центральной нервной системы. Но на нихъ можетъ также оказывать вліяніе и центральная нервная система: такъ раздраженіе *n. vagi* (а также, кажется, мозговой коры, мозжечка, продолговатаго и спинного мозга) усиливаетъ перистальтическія движенія. *N. splanchnicus* играетъ, напротивъ, роль задерживающаго нерва (*Pflüger*).

По *Is. Otto* (1885), зрительные бугры и ножки большого мозга производятъ задерживающія вліянія на рефлексы съ кишечника.

По *Ehrmann'y* (1885), двигательнымъ нервомъ для продольныхъ волоконъ тонкихъ кишекъ служить *n. sympathicus*, а задерживающимъ нервомъ *n. vagus*. Круговыя волокна иннервируются въ совершенно обратномъ смыслѣ: приходятъ въ движеніе при раздраженіи *n. vagi* и парализуются при раздраженіи *n. sympathici*. Такимъ образомъ каждая система мышечныхъ волоконъ, сокращаясь, производитъ наибольшую сумму полезнаго дѣйствія, такъ какъ центральныя вліянія, приводящія въ дѣятельное состояніе соотвѣтственные волокна, дѣйствуютъ одновременно съ этимъ задерживающимъ образомъ на сократительные элементы антагонистовъ.

Перистальтическія движенія кромѣ того могутъ быть вызваны или усилены: 1) всѣми раздражителями, дѣйствующими мѣстно на кишечникъ: электрическое раздраженіе, сдвливаніе, охлажденіе, соприкосновеніе съ концентрированными солевыми растворами, и т. д.;

2) всѣми причинами, вліяющими на усиленіе венозности крови, циркулирующей въ кишечникѣ: общая асфиксія, закупорка аорты (*Schiff*), перевязка мезентеріальныхъ артерій (*Brown-Séquard*);

3) никотиномъ, мускариномъ, кофенномъ, эзеринномъ и многими слабительными. Морфій и белладона вызываютъ противоположный эффектъ. По *Nothnagel*, *Pal* и *Berggrün*, опій возбуждаетъ, вѣроятно, центръ въ спинномъ мозгу, задерживающій движенія кишечника (1890).

Дефекація.—По мѣрѣ того какъ пищевыя вещества перемѣщаются по длинѣ кишечника, объемъ ихъ уменьшается вслѣдствіе всасыванія стѣнками частей, перешедшихъ въ растворимое состояніе подъ вліяніемъ процессовъ пищеваренія; остатки, достигая толстыхъ кишекъ, накаплиются мало помалу въ области *Sigmoidi*; продолжительное пребываніе ихъ здѣсь вызываетъ своеобразное ощущеніе неловкости, давящей тяжести, которое постепенно усиливается; потребность дефекаціи становится все болѣе и болѣе настоятельной и, наконецъ, наступаетъ изверженіе фекальныхъ массъ: круговыя мышцы задняго прохода, находящіяся обыкновенно въ состояніи тоническаго сокращенія, расслабляются; въ то же время экскременты выводятся наружу соединеннымъ дѣйствіемъ брюшного пресса и волоконъ толстой кишки.

Тонусъ анальнаго сфинктера зависитъ отъ нервнаго центра, лежащаго въ поясничной части спинного мозга (*centrum ano-spinale*—центръ *Masiusa*). Воздѣйствіе головнаго мозга на этотъ центръ очевидно: онъ до извѣстной степени подчиненъ волѣ и вліяніямъ душевныхъ движеній ¹⁾.

¹⁾ *Levator ani*, при расслабленномъ сфинктерѣ, долженъ тоже содѣйствовать испраженію, именно, приподниманіемъ мягкихъ частей дна тазовой области и, такъ сказать, надвиганіемъ заднепроходнаго отверстія на выталкиваемую внизъ каловую массу. При энергичномъ же сокращеніи сфинктера, напротивъ, онъ по-

По Fellner'y (1882), nn. erigentes посылают двигательные импульсы къ продольнымъ мышечнымъ волокнамъ прямой кишки и дѣйствуютъ какъ задерживающіе нервы на круговыя мышечныя волокна; волокна же plexus hypogastrici, происходящіе изъ ganglion mesentericum post., напротивъ, возбуждаютъ круговыя волокна прямой кишки и оказываютъ задерживающее дѣйствіе на продольные мышечные пучки. Двигательный нервъ каждой мышцы есть въ то же время задерживающій нервъ ея антагониста.

VIII. Всасываніе продуктовъ пищеваренія и всасываніе вообще.

Всасываніе въ желудкѣ и кишкахъ ¹⁾.—Всасываніе продуктовъ пищеваренія слизистой оболочкой кишечнаго канала было прежде рассматриваемо большинствомъ физиологовъ, какъ одно изъ простѣйшихъ явленій эндосмоса. Кишечная стѣнка приравнивалась пористой перепонкѣ діализатора; жидкіе продукты пищеваренія проходили черезъ эту инертную перепонку и поступали въ кровь и хилусъ въ силу физическихъ законовъ осмоса. Относительно самыхъ процессовъ пищеваренія держалось представленіе, что главною цѣлью ихъ было только превращать неспособныя къ диффузіи или нерастворимыя пищевыя вещества (бѣлокъ, крахмалъ) въ формы растворимыя и легко диффундирующія (пептонъ, глюкоза). Теперь извѣстно, что условія кишечнаго всасыванія гораздо сложнее, чѣмъ это предполагали 30—40 лѣтъ тому назадъ: законы эндосмоса оказались недостаточными для объясненія физиологическаго процесса.

Эпителиальный покровъ слизистой оболочки пищеварительнаго канала, который никоимъ образомъ нельзя сравнивать съ инертной перепонкой діализатора, играетъ, напротивъ, преобладающую и самую активную роль при всасываніи продуктовъ пищеваренія. Во многихъ случаяхъ токъ жидкости совершается въ направленіи обратномъ тому, по которому онъ долженъ былъ бы идти, слѣдуя только законамъ эндосмоса. Напримѣръ, когда въ діализаторѣ или эндосмометрѣ раздѣляютъ воду и алкоголь посредствомъ пористой перепонки, то главный осмотическій токъ направляется отъ воды къ алко-

могаетъ этому послѣднему: волокна этой двойной мышцы, сходящіяся книзу и перекрещивающіяся съ волокнами sphinct. extern., дѣйствуютъ тогда, какъ двойной шнурокъ, стягивающій кисетъ (H y r t l.).

M. sphincter ani ext. построенъ изъ поперечно-полосатыхъ волоконъ; расположенный выше его m. sphincter int. состоитъ изъ гладкихъ мышечныхъ волоконъ.

Послѣ вырѣзыванія наружнаго жома не теряется еще способность удерживать калъ, т. е. не наступаетъ непременно incontinentia alvi. Вѣроятно, тогда играетъ не малую роль sphincter tertius—мышечное кольцо, находящееся на границѣ между супраперитонеальной и инфраперитонеальной частью прямой кишки.

Н. В.

¹⁾ Относительно вопроса о всасываніи поверхностью желудка см.: T a r p p e i n e r, Zeits. f. Biol. 1880. ф. Анрепъ, Archiv für Physiol. 1881. Meade Smith, Archiv für Physiologie. 1884.

По Contejean'у нужно 35—40 минутъ времени для того, чтобы желѣзисто-синеродистый калий, введенный въ желудокъ (при загражденномъ pylorus), появился въ мочѣ.

голю. Когда же вводятъ алкоголь (разбавленный) въ кишку, то дѣло происходитъ совершенно иначе: алкоголь не только не притягиваетъ ни капли воды изъ крови въ кишечникъ, но, напротивъ, самъ цѣликомъ переходитъ изъ кишечника въ кровь.

[Изъ раствора, содержащаго въ равныхъ количествахъ виноградный сахаръ и глауберову соль, чрезъ извѣстное время первый совсѣмъ всасывается стѣнкою кишки, между тѣмъ какъ вторая остается въ значительной части еще не всосавшеюся, а въ то же время эта соль обладаетъ большею способностію къ диффузіи, чѣмъ сахаръ].

Альбуминъ, вещество не способное къ диффузіи, можетъ быть всасываемъ въ большей или меньшей степени поверхностью желудка, или тонкихъ кишекъ, не превращаясь вовсе въ пептонъ (Brücke, Busch). Bauer и Eichhorst наблюдали всасываніе бѣлка также слизистой оболочкой толстой кишки.

Всасываніе требуетъ полной физиологической цѣлости эпителиальныхъ клѣтокъ слизистой оболочки кишекъ: достаточно простаго раздраженія [перераздраженія] этихъ клѣтокъ (дѣйствіе многихъ слабительныхъ), чтобы всасываніе прекратилось; тогда направленіе осмотическаго тока мѣняется, онъ направленъ изъ крови въ кишечникъ и обусловливаетъ обильную серозную трансудацию.

[Виноградный, или тростниковый сахаръ всасывается лучше всего изъ кишки, когда онъ введенъ въ концентраціи 0,5%; съ возрастаніемъ концентраціи всасываніе ослабѣваетъ, а при 5% содержанія сахара совсѣмъ разстраивается. Изъ желудка же замѣтное всасываніе начинается только при этой послѣдней концентраціи, оно достигаетъ своего максимума при содержаніи въ растворѣ 20% приблизительно (Brandl)].

Всасываніе есть, стало бытъ, физиологическая функція протоплазмы эпителиальныхъ клѣтокъ кишечника; эти живые элементы ¹⁾ поглощаютъ изъ со-

1) Нѣкоторыя вещества не всасываются слизистой оболочкой ни желудка, ни кишекъ: ядъ бѣшенства, ядъ гадюки; другія же, какъ кураре, всасываются только весьма незначительно. Этимъ объясняется относительная безвредность этихъ веществъ при введеніи въ желудокъ. Напротивъ, вода, растворы солей и кристаллоидныхъ веществъ, попавъ въ кишечникъ, всасываются съ величайшей легкостью и спустя короткое время появляются въ крови; отсюда они часто переходятъ въ слюну, желчь и особенно въ мочу. [Однако по отношенію и къ этимъ веществамъ всасывающая способность кишечника можетъ быть сильно ослаблена тотчасъ же, если прибавить къ нимъ, по Heidenhain'у, немного фтористаго натрія]. И большинство слизистыхъ оболочекъ, а особенно слизистая оболочка дыхательныхъ путей и конъюктива глазного яблока и вѣкъ, всасываютъ также легко жидкія, или растворенныя вещества, приходяція въ соприкосновеніе съ ихъ поверхностью. Слизистая оболочка мочевого пузыря составляетъ исключеніе изъ общаго правила; она является почти непреодолимой преградой для всасыванія веществъ, содержащихся въ пузырь.

Всасываніе растворенныхъ веществъ, нелетучихъ, поверхностью неповрежденной кожи равно нулю, или только весьма незначительно; но растворимыя вещества, приходя въ соприкосновеніе съ кожей, лишенной эпидермиса, будучи впрыснуты въ подкожную клѣтчатку, быстро поступаютъ въ лимфу и въ кровь. Летучія вещества могутъ всасываться и черезъ неповрежденный эпидермисъ (іодъ, ртуть, терпентинное масло).

держимаго кишекъ, съ настоящимъ выборомъ, извѣстныя только вещества пищи, перешедшія въ растворимое состояніе. При этомъ роль эпителиальныхъ клѣтокъ не ограничивается простымъ перенесеніемъ этихъ веществъ въ подлежащіе лимфатическіе или кровеносные сосуды, онѣ подвергаютъ нѣкоторыя вещества настоящей переработкѣ. Протоплазма ихъ способна синтезировать жиръ изъ болѣе простыхъ веществъ: глицерина и жирныхъ кислотъ. Такъ, смѣсь мыла и глицерина, введенная въ кишечникъ, всасывается хилоносными сосудами въ видѣ капелекъ жира. J. Munk (1890) воспользовался случаемъ фистулы груднаго протока у одной женщины и произвелъ нѣсколько интересныхъ опытовъ относительно всасыванія жировъ; послѣ того какъ больная приняла 20 гр. спермацета (китоваго жира=пятиловый эфиръ пальмитиновой кислоты), хилусъ, вытекавшій изъ фистулы, содержалъ не пальмитиновый цетилъ, а трипальмитинъ; стало быть, спермацетъ омылился, и пальмитиновая кислота, соединившись съ глицериномъ, всосалась затѣмъ въ формѣ пальмитина. Такой же результатъ полученъ и съ амиловымъ эфиромъ оленовой кислоты, который, всасываясь поверхностью кишечника, превращается въ глицериновый эфиръ оленовой кислоты (триолеинъ). Тѣ же опыты были повторены и на собакѣ. Изолированная слизистая оболочка кишечника, мелко изрубленная и смѣшанная *in vitro* съ водой, мылами и глицериномъ, также производитъ синтезъ жира (C. A. Ewald, 1883).

Очень вѣроятно, что часть пептоновъ подобнымъ же образомъ превращается на мѣстѣ въ бѣлки дѣятельностью эпителиальнаго покрова желудка и кишекъ (Neumeister, Kronecker, и др.).

Спрашивается, поглощаются-ли различные продукты пищеваренія кровеносными капиллярами или лимфатическими сосудами. Чтобы отвѣтить на этотъ вопросъ, искали эти продукты и въ хилусѣ и въ крови *venae portae*. Хилусъ *ducti thoracici* всегда содержитъ небольшія количества глюкозы (Tiemann и Gmelin, 1826, и др.): но это количество не увеличивается послѣ приѣма пищи, богатой крахмалистыми веществами; съ другой стороны, перевязка груднаго протока не оказываетъ вліянія на всасываніе глюкозы изъ кишечника ¹⁾. Бѣлки, пептонъ, кажется, вовсе не всасываются этимъ путемъ. (Ludwig и Schmidt—Mülheim, 1877). Только жиръ встрѣчается въ громадныхъ количествахъ въ хилусѣ млечныхъ сосудовъ и груднаго протока въ формѣ весьма мелкихъ капелекъ; эта эмульсія молочнаго цвѣта производитъ одну изъ красивѣйшихъ нормальныхъ инъекцій: она совершенно наполняетъ сѣтъ хилоносныхъ сосудовъ, если принята пища богатая жиромъ. Подъ микроскопомъ можно прослѣдить (на кускѣ кишки, взятомъ отъ животнаго въ періодѣ полнаго пищеваренія) ряды жировыхъ зернышекъ, тянущіеся черезъ тѣло эпителиальныхъ клѣтокъ и другихъ элементовъ кишечныхъ ворсинокъ до центральнаго хилоноснаго сосуда. По Schäfer'y, Заваарыкин'у и др., переносъ жировыхъ шариковъ съ внутренней поверхности кишки въ млечные сосуды, лежащіе въ глубинѣ, совершается посредствомъ лейкоцитовъ или блуждающихъ клѣтокъ. Вѣроятно, впрочемъ, что часть жира или жирныхъ кислотъ, всасываемыхъ кишечникомъ, проникаетъ въ организмъ по другому пути (черезъ кровеносные сосуды?), а не по млечнымъ сосудамъ (Zawilski, 1876, V. Walther, 1890, O. Frank, 1892).

Прибавимъ, что жиры, плавящіеся при температурѣ тѣла, всасываются фликомъ (98° по Arnshink'y, 1890), между тѣмъ какъ неплавкіе жиры

¹⁾ von Mering. *Arch. f. Physiologie*, 1877.

въ значительной степени остаются не резорбированными и выдѣляются съ экскрементами.

Другія вещества, всасывающіяся въ кишечникъ (бѣлокъ, пептонъ, сахаръ, соли и т. п.), быть можетъ, первоначально поступаютъ въ начала млечныхъ сосудовъ: но во всякомъ случаѣ они не остаются въ лимфѣ, а скоро переходятъ въ венозную кровь, движущуюся отъ кишечника къ печени. Пептонъ, глюкоза, тростниковый сахаръ, впрыснутые въ кишки, поступаютъ такимъ образомъ въ *vena portae* и приносятся въ печень, гдѣ часть ихъ и отлагается ¹⁾.

При обыкновенныхъ условіяхъ, кишечное всасываніе должно быть очень оживленнымъ: пептонъ, глюкоза всасываются по мѣрѣ ихъ образованія и не имѣютъ времени накопиться въ кишечникъ. Въ немъ находятъ обыкновенно только самыя незначительныя количества этихъ веществъ. Но они не накаплиются вовсе и въ крови: послѣдняя быстро освобождается отъ нихъ; что дѣлается съ пептономъ, неизвѣстно ²⁾; что же касается глюкозы, то мы увидимъ, что она задерживается печенью и идетъ на образованіе гликогена.

1) Относительно пептоновъ поправка въ слѣдующемъ примѣчаніи.

Н. В.

2) Относительно судьбы пептоновъ извѣстно слѣдующее.

При болѣе точныхъ новѣйшихъ разысканіяхъ ихъ не находили ни въ крови, ни въ лимфѣ.

Кромѣ того важно обратить вниманіе на слѣдующее обстоятельство. Если искусственно вводятъ пептоны въ кровь или въ подкожную кѣтчатку, то они скоро появляются затѣмъ въ мочѣ и удаляются такимъ образомъ изъ организма. Между тѣмъ нормальная моча не заключаетъ пептоновъ. Это даетъ поводъ думать, что ихъ и нѣтъ въ крови за время процессовъ всасыванія.

Но, можетъ быть, они задерживаются и преобразуются печенью? И этого, повидимому, нѣтъ. Вводили намѣренно большія количества пептоновъ и альбумозъ въ желудокъ, и тѣмъ не менѣе не находили ихъ въ крови воротной вены. Съ другой стороны, если вводить пептоны прямо въ воротную вену, то они появляются обычнымъ образомъ въ мочѣ (Neumeister, 1889; Shore, 1890). Точно такимъ же образомъ доказывается, что и за селезенкой нельзя предполагать подобной роли.

Сопоставленіе всѣхъ этихъ данныхъ заставляеть думать, что уже въ стѣнкѣ кишечнаго канала пептоны испытываютъ превращеніе по мѣрѣ того, какъ всасываются. Въ самомъ дѣлѣ, въ пользу такого заключенія сильно говоритъ слѣдующее наблюденіе Ludwig'a и Salvioli (1880). Они вводили растворъ пептоновъ въ изолированный и завязанный по концамъ кусокъ кишки, поддерживая въ послѣднемъ искусственное кровообращеніе при посредствѣ дефибринированной крови. Изъ такого куска пептонъ исчезалъ; но въ то же время его не оказывалось и въ прогоняемой крови. То же слѣдуетъ и изъ позднѣйшихъ опытовъ Hofmeister'a. Онъ постоянно находилъ пептоны только въ предѣлахъ стѣнокъ желудка и кишки; но если эти стѣнки остаются живыми, то пептоны здѣсь быстро исчезаютъ. По мнѣнію этого автора, то громадное нашествіе лейкоцитовъ въ стѣнку кишечнаго канала, которое наблюдается за время пищеваренія (стр. 84), должно стоять въ интимномъ отношеніи къ процессамъ всасыванія и послѣдующаго превращенія пептоновъ. Hofmeister склоненъ отвести при этомъ лейкоцитамъ активную роль. По другимъ же авторамъ (Heidenhain, Shore) такую роль можно приписать и вообще эпителиальному слою кишечнаго канала.

По мѣрѣ перевариванія пищи въ кишечникѣ, годныя части ея мало по малу перерабатываются и всасываются, такъ что экскременты почти не содержатъ питательныхъ веществъ. По I. Munk'у въ экскрементахъ челоѣка находятъ бѣлковъ и вообще альбуминоидовъ: при питаніи бѣлками животнаго происхожденія (мясо, яйца, молоко)—отъ 2½ до 10%; при питаніи бѣлками бобовыхъ растений—15%; при бѣлкахъ, доставляемыхъ рисомъ, хлѣбомъ и картофелемъ—отъ 15 до 30%. Крахмалъ переваривается вполнѣ (едва 1% въ экскрементахъ) и жиръ почти вполнѣ (5% въ экскрементахъ). Если же пища очень богата жиромъ, то значительная часть его не усваивается. Нерастворимые остатки, дойдя до толстыхъ кишекъ, продолжаютъ еще обѣднѣвать водою; они все болѣе и болѣе сгущаются и къ моменту выведенія образуютъ плотныя массы, представляющія слѣпокъ внутренней поверхности кишекъ.

Толстыя кишки, впрочемъ, также какъ тонкія и желудокъ, способны всасывать продукты пищеваренія. Возможно, до извѣстной степени, питать больныхъ клистирами изъ пептона, винограднаго сахара, или же прямо изъ разболтанныхъ яицъ (C. A. Ewald 1887).

Общая продолжительность пищеваренія (т. е. время, протекающее отъ принятія пищи до выдѣленія соотвѣствующихъ ей экскрементовъ) значительно меньше 24 часовъ у плотоядныхъ животныхъ (Voit). У козъ и барановъ протекаетъ около недѣли, прежде чѣмъ отбросы извѣстной принятой пищи покинутъ организмъ (Stohmann и Weiske). У лошади Ellenberger и Hofmeister (1884) нашли, что продолжительность пребыванія пищи въ пищеварительномъ каналѣ была равна 3—4 днямъ, распредѣляясь слѣдующимъ образомъ: въ желудкѣ—12 часовъ; въ jejunum 6—12; въ coecum 24 часа; въ colon ventrale 24 часа; въ colon dorsale и rectum 24 часа и болѣе.

Экскременты.—Взрослый челоѣкъ въ 24 часа выдѣляетъ около 130 граммовъ влажныхъ экскрементовъ, содержащихъ 34 грамма твердаго остатка (около 5% твердаго остатка пищи—при смѣшанномъ питаніи). Экскременты менѣе обильны у плотоядныхъ, питающихся мясомъ, и ихъ почти нѣтъ у чешуйчатыхъ пресмыкающихся; у травоядныхъ, напротивъ, масса экскрементовъ всегда значительна (до 40% принятой пищи). Химическій составъ экскрементовъ различенъ, соотвѣственно принятой пищѣ; они содержатъ:

1. Непереваримые остатки пищи: роговая и эластическая ткань, рѣже соединительная, гематинъ, происходящій при разложеніи въ желудкѣ гемоглобина пищи, нуклеинъ, клѣтчатка и камеди растительнаго происхожденія, хлорофиллъ, красящія вещества плодовъ и т. д. Сюда же нужно включить небольшое количество пищевыхъ веществъ, ускользнувшихъ отъ перевариванія: бѣлки и жиры. Въ экскрементахъ всегда содержатся известковыя мыла.

II. Различные продукты превращенія и гніенія пищевыхъ веществъ: жирныя кислоты (уксусную, масляную, капроновую), экскретинъ (Marget,

Что касается окончательной судьбы всосавшихся пептоновъ, то считается общепризнаннымъ, что они превращаются опять въ бѣлки, т. е., что съ ними долженъ совершиться процессъ, обратный тому, который привелъ къ образованію ихъ подъ дѣйствіемъ протеолитическихъ ферментовъ. Этотъ обратный процессъ, и долженъ имѣть мѣсто въ стѣнѣ кишки, по мѣрѣ ихъ всасыванія.

1873), слѣды фенола, вещества отвратительнаго запаха, между которыми Brieger (1877) указалъ индолъ C, H, N и скатолъ C, H, N.

III. Остатки желчи и кишечной слизи, болѣе или менѣе измѣненные кишечнымъ гніеніемъ: эпителиальныя клѣтки, муцинъ (слизь), холестеринъ, уробилинъ (стеркобилинъ Masius'a и Vanlair'a, 1871), происходящій изъ желчныхъ пигментовъ, холаловая кислота изъ желчныхъ кислотъ, иногда немного гликохолевой кислоты (но никогда таурохолевой), по Horre-Seu-ler'y.

IV. Огромное количество микробовъ (20 миллионовъ въ дециграммѣ фекальной массы по W. Vignal, 1887).

Извѣстное окрашиваніе фекальныхъ массъ зависитъ отъ присутствія гематина, сѣрнистаго желѣза, уробилина и пр.

Herthann намелъ, что, если у собаки двумя разрѣзами изолировать одну петлю тонкой кишки, концами соединить вмѣстѣ, образуя изъ петли кольцо и не нарушая ея сосудистыхъ и нервныхъ связей, то такое кольцо спустя нѣсколько дней, или нѣсколько недѣль, окажется наполненнымъ настоящими фекальными веществами; эти фекальные вещества образовались, стало быть, безъ всякаго участія желчи, или пищи ¹⁾.

Mесоніумъ.—Химическій составъ первыхъ экскрементовъ новорожденныхъ (*месоніумъ*) доказываетъ, что въ кишечникѣ за время внутриутробной жизни процессы гніенія не имѣютъ мѣста (Horre-Seu-ler). Дѣйствительно, месоніумъ содержитъ большія количества неизмѣненныхъ желчныхъ пигментовъ и кислотъ, биливердинъ, билирубинъ, кислоты таурохолевую и гликохолевую. 100 частей *месоніумъ* содержатъ по Zweifel'ю; 79,78 воды и 20,22 твердаго остатка, изъ котораго 0,978 золы, 0,797, холестерина и 0,772 жировъ.

¹⁾ Авторъ приписываетъ ихъ происхожденіе бактеріальному гніенію отторгаемаго кишечнаго эпителия. Было бы желательно произвести опытъ въ условіяхъ строгой антисептики. Быть можетъ, стѣнка кишки служить сама мѣстомъ выдѣленія изъ крови продуктовъ жизненнаго отброса. Въ самомъ дѣлѣ, для нижней части кишечнаго канала это надо теперь уже допустить съ несомнѣнностію (стр. 86). На эту функціональную сторону дѣятельности его до сихъ поръ не обращаютъ достаточно вниманія.

ГЛАВА VII.

АССИМИЛЯЦІЯ И ДЕЗАССИМИЛЯЦІЯ ¹⁾.

Пищевыя вещества, взятые изъ внѣшняго міра и болѣе или менѣе измѣненные пищеварительными процессами, усваются (ассимилируются) организмомъ и входятъ въ составъ [жидкостей и] тканей тѣла; они доставляютъ организму матерьялъ необходимый для его нормальныхъ отправленій, роста, пополненія и возстановленія израсходованныхъ частей: *усвоеніе (ассимиляція)*. На ряду съ этой созидающей работой, въ организмѣ непрерывно совершаются другіе діаметрально противоположные процессы, ведущіе въ результатѣ къ постепенному распаденію и потребленію веществъ, изъ которыхъ организмъ построенъ: *распаденіе (дезассимиляція)*. Мы изучимъ по порядку роль жировъ, углеводовъ и бѣлковъ съ точки зрѣнія усвоенія и расходовапія въ организмѣ.

І. Жиры.

Свойства жировъ.—Жиры распространены во всѣхъ жидкостяхъ животнаго организма (за исключеніемъ мочи) въ состояніи растворенія или эмульсіи; также и во всѣхъ плотныхъ частяхъ тѣла (за исключеніемъ красныхъ кровяныхъ шариковъ и т. п.) въ видѣ скопленій жидкихъ или кристаллическихъ. Жиры находятъ также и въ растеніяхъ.

Это суть смѣси глицеридовъ т. е. сложныхъ эфировъ трехатомнаго алкоголя, глицерина $C_3H_5 (HO)_3$, и жирныхъ кислотъ, пальмитиновой $C_{16}H_{31}O.OH$, стеариновой $C_{18}H_{35}O.OH$, олеиновой $C_{18}H_{33}O.OH$, и др. ²⁾: пальмитинъ $C_3H_5 (OC_{16}H_{31}O)_3$, теаринъ $C_3H_5 (OC_{18}H_{35}O)_3$, олеинъ $C_3H_5 (OC_{18}H_{33}O)_3$, и т. д. Пальмитинъ и теаринъ—жиры твердые при обыкновенной температурѣ, но плавятся при температурахъ мало высокыхъ ($+45^\circ$ и $+63^\circ$); олеинъ жидокъ и при обыкновенной

¹⁾ См. главнымъ образомъ многочисленныя работы, вышедшія изъ Мюнхенской школы и печатающіяся уже нѣсколько лѣтъ въ: *Zeits. f. Biologie*. Voit далъ краткій обзоръ этихъ работъ въ *Handbuch der Physiologie* Hermann'a, томъ VI, I, 1881.

²⁾ По Langer'y (1881) человѣческій жиръ имѣетъ различный составъ у ребенка и взрослого: у ребенка: олеиновой кислоты 65,04, пальмитиновой 27,81, стеариновой 3,15%; у взрослого: олеиновой к. 86,21, пальмитиновой 7,83 и стеариновой 1,93%.

температурѣ. Онѣ растворяетъ пальмитинъ и стеаринъ: консистенція смѣси зависитъ отъ относительныхъ количествъ различныхъ глицеридовъ. Прованское масло содержитъ много олеина, бараний жиръ много стеарина. Чистые жиры безцвѣтны, просвѣчиваютъ, безъ запаха, безъ вкуса, жиры на ощупь (даютъ пятна на бумагѣ), легче воды, въ водѣ нерастворимы, немного растворимы въ жидкостяхъ щелочныхъ, или содержащихъ бѣлокъ, въ желчи, въ спиртѣ на холоду; очень растворимы въ кипящемъ спиртѣ, эфирѣ, хлороформѣ, летучихъ маслахъ. Растворимостью въ эфирѣ пользуются при извлеченіи и количественномъ опредѣленіи жира въ тканяхъ или жидкостяхъ организма. Смѣшанные съ коллоидными веществами и водой жиры даютъ эмульсію, т. е. распадаются на безчисленное множество маленькихъ микроскопическихъ капелекъ, отчего жидкость дѣлается непрозрачною и бѣлою, какъ молоко (оно представляетъ изъ себя естественную эмульсію).

Оставаясь на воздухѣ, жиры поглощаютъ кислородъ, болѣе или менѣе окрашиваются и частью разлагаются съ образованіемъ летучихъ жирныхъ кислотъ, акролеина (C_3H_4O —акриловый альдегидъ) и т. п. При нагреваніи, жиры даютъ акролеинъ, который легко узнать по острому непріятному запаху. Жиры разлагаются, т. е. распадаются на глицеринъ и жирныя кислоты, при дѣйствіи перегрѣтыхъ водяныхъ паровъ, при кипяченіи со щелочами, или съ окисью свинца, и т. д. Въ этихъ послѣднихъ случаяхъ образуются мыла, т. е. соли жирныхъ кислотъ. Соли свинца нерастворимы въ водѣ (пластырь). Одинъ только олеиновокислый свинецъ растворимъ въ эфирѣ, что даетъ возможность отдѣлить олеиновую кислоту отъ кислотъ стеариновой и пальмитиновой.

Происхожденіе жировъ въ тѣлѣ. Образованіе ихъ изъ жировъ пищи.—Мы видѣли, что жиръ принятой пищи эмульгируется и отчасти омыляется дѣйствіемъ панкреатическаго сока въ кишкахъ. Жировые шарики проникаютъ сквозь кишечный эпителий и достигаютъ до центральныхъ хилоносныхъ сосудовъ ворсинокъ; отсюда они переходятъ въ хилоносные сосуды большаго калибра и въ грудной протокъ, наполняя ихъ жидкостью молочнаго вида ¹⁾. Такая именно естественная инъекція, совершающаяся за время пищеваренія, и позволила A selli открыть млечные сосуды. Грудной протокъ изливаетъ млечный сокъ въ кровь, плазма которой въ теченіе нѣкотораго времени становится мутной отъ присутствія жировыхъ шариковъ. Но этотъ избытокъ жира весьма скоро исчезаетъ изъ крови и отлагается въ печени, жировой ткани и т. д., являясь тамъ запасомъ, изъ котораго организмъ могъ бы черпать впослѣдствіе.

Доказательство, что это такъ, что вводимый въ организмъ въ большомъ количествѣ жиръ не сгораетъ тотчасъ, заключается въ томъ фактѣ, что энергія тканевого дыханія (измѣряемая количествами поглощаемаго O_2 и выдыхаемой CO_2) не увеличивается параллельно съ прибавкою жира къ пищѣ; напротивъ, бѣлковыя вещества, а въ извѣстной степени и углеводы, принятыя въ видѣ пищи, по большей части быстро распадаются въ тѣлѣ. Pettep-

¹⁾ Согласно опытамъ, произведеннымъ на собакахъ Перевозниковымъ (1876) и на лягушкахъ А. Will'емъ (1876), введеніе въ пищеварительный каналъ мыла и глицерина вызываетъ синтезъ жира и появленіе его въ млечныхъ сосудахъ. Ворошиловъ (1871) и J. Munk (1879) наблюдали появленіе жира въ хилусѣ послѣ введенія въ пищеварительный каналъ однихъ только мыла безъ глицерина. J. Munk показалъ также, что, если въ кишечникъ вводится пальмитиновая кислота въ сочетаніи съ цетиловымъ спиртомъ (спермацетъ), то она окисляется всосавшеюся въ формѣ глицерида (трипальмитинъ). См. стр. 317.

Kofer и Voit кормили собакъ такимъ количествомъ мяса, что вѣсъ ихъ оставался постояннымъ (равновѣсіе въ обмѣнѣ). Прибавка 50—150 граммовъ жира къ ежедневной порціи мяса не увеличивала количества выдыхаемой CO_2 ; количество мочевины (служащее мѣриломъ распаденія бѣлковъ въ тѣлѣ) слегка уменьшилось въ мочѣ. Voit и Rettenkofer выводятъ изъ этого заключеніе, что только весьма незначительная часть распадавшагося прежде бѣлка сохраняется теперь благодаря сгоранію соотвѣтственнаго этому количества жира, но что главная, наибольшая часть вводимаго съ пищей жира отлагается въ тканяхъ животного; дѣйствительно, животное прибываетъ въ вѣсѣ. Часть жира пищи, значить, просто всасывается и отлагается въ извѣстныхъ органахъ, не подвергаясь никакимъ превращеніямъ. Противъ такого взгляда на дѣло возражали, что жиръ всякаго животного представляетъ характерный химическій составъ, который вовсе не мѣняется въ зависимости отъ жировъ пищи. Собачій жиръ содержитъ по Субботину: пальмитина 44,87%; стеарина 19,33%; олеина 35,90%. Субботинъ, подвергнувъ собаку голоданію въ теченіе нѣсколькихъ недѣль, пока не исчезнетъ весь ея жиръ, кормилъ ее затѣмъ пищей, богатой оленномъ и пальмитиномъ, но вовсе не содержащей стеарина (пальмовое масло). Новый жиръ, образовавшійся при этихъ условіяхъ, по составу приближался къ нормальнымъ жирамъ собаки и оказывался слишкомъ далеко стоящимъ отъ состава пальмоваго масла. Онъ содержалъ: пальмитина 50,8%; стеарина 9%; олеина 40%. Опыты Radziejewsk'аго приводятъ къ тому же заключенію, т. е. что составъ жировъ тѣла является независимымъ отъ состава жировъ, принимаемыхъ съ пищей.

Лебедевъ недавно (1882) показалъ, что такое заключеніе слишкомъ абсолютно и что составъ жира можно измѣнить, измѣняя жиры пищи. Двѣ собаки были подвергнуты 30-ти дневному голоданію: онѣ потеряли 40% своего вѣса, что соотвѣтствовало полному исчезанію жира изъ тѣла. Одна изъ ихъ затѣмъ въ продолженіе 3-хъ недѣль была откармливаема бараньимъ жиромъ съ небольшимъ количествомъ мяса; другая получала въ теченіе того же времени льняное масло и немного мяса. Обѣ были убиты: жиръ первой оказался плотнымъ и похожимъ на бараній; жиръ второй очень легко расплылся и далъ около одного килограмма масла, не твердѣющаго при 0° и очень похожаго на льняное масло.

Образованіе жира на счетъ крахмалистыхъ веществъ.—

Берется-ли жиръ нашего тѣла весь извнѣ уже въ формѣ готоваго жира, будучи заимствованъ прямо или косвенно изъ царства растительнаго, какъ думали въ первой половинѣ нашего столѣтія и какъ утверждали Prout (1827), Thomas (1841), Payen (1843) и Boussingault; или же вмѣстѣ съ Liebig'омъ (1843—1845) нужно допустить, что часть по крайней мѣрѣ жира можетъ образоваться въ тѣлѣ на счетъ бѣлковъ и крахмалистыхъ веществъ? Boussingault, придерживавшійся первоначально перваго мнѣнія, скоро присоединился ко взгляду Liebig'a. Онъ доказалъ, какъ и Persoz, что при откармливаніи гусей мясомъ количество содержащагося въ пищѣ жира значительно ниже количества жира, отлагающагося въ тѣлѣ животного. Анализы и опыты Rob. Thompson'a (1847) надъ образованіемъ молока у коровы, Lawes'a и Gilbert'a (1852) надъ образованіемъ жира у свиньи, Horreuter'a (1856) надъ собакой поставили вѣдъ сомнѣнія тотъ фактъ, что жиръ можетъ образоваться въ нашемъ тѣлѣ изъ другихъ пищевыхъ матерьяловъ, не только изъ жировъ пищи. Не можетъ быть, конечно, вопроса о синтезѣ жировъ прямо изъ CO_2 , H_2O и проч., каковой синтезъ совершается въ зеле-

ныхъ частяхъ растений или у низшихъ организмовъ. Но откуда же происходитъ новообразовавшийся жиръ, происходитъ-ли онъ изъ бѣлковъ, или крахмала пищи, или изъ обоихъ веществъ вмѣстѣ?

Долгое время физиологи, основываясь на опытахъ Voit'a и Pettenkofer'a, думали, что крахмалистые вещества неспособны превращаться въ жиры, и что жиръ нашего тѣла, не происходящій прямо изъ жира пищи, образуется весь на счетъ превращеній бѣлка; полагали, что углеводы благопріятствуютъ образованію и отложенію жира только косвеннымъ образомъ, сгорая вмѣсто бѣлка, а сбереженный бѣлокъ служить матерьяломъ для образованія жира.

Но въ послѣднее время опубликовано большое количество опытовъ съ откармливаніемъ скота, гусей и т. п., которые заставляютъ допустить образованіе жира на счетъ крахмала. Я приведу здѣсь одинъ изъ самыхъ наглядныхъ. Въ опытѣ Soxhlet'a (1881) молодая свинья за 82 дня съѣла количество риса, содержащее 11,314 килогр. бѣлка, 0,343 килогр. жира и 120,824 килогр. крахмала; за это время въ тканяхъ отложилось 22,180 килогр. жира. Изъ этихъ 22,180 килогр. только 0,343 килогр. т. е. 1,5% могло бы произойти изъ жира пищи; 3,685 килогр. т. е. 16,9% могло бы произойти изъ 7,169 килогр. бѣлка пищи (остальной принятый бѣлокъ пошелъ на образованіе мяса и отчасти распался); но 81,6% образовавшагося жира могли произойти только изъ крахмала. Впрочемъ самъ Voit наконецъ сталъ допускать возможность образованія жира изъ углеводовъ пищи.

Что же касается опытовъ съ количественнымъ анализомъ вводимыхъ матерьяловъ (*ingesta*) и выводимыхъ остатковъ (*excreta*), какъ они были произведены Voit'омъ и Pettenkofer'омъ и дали основаніе утверждать, что жиръ образуется только на счетъ бѣлка, то Pflüger недавно (1892) указалъ на ошибки или неточности въ постановкѣ ихъ, которыя отнимаютъ у нихъ всякое рѣшающее значеніе. Приводилось и множество другихъ фактовъ, доказывавшихъ возможность преобразованія бѣлка въ жиръ: жировое перерожденіе, образованіе жира въ трупахъ, созрѣваніе рокфорскаго сыра, и т. д. Pflüger показалъ, что всѣ они могутъ быть объяснены иначе.

Такимъ образомъ, жиръ тѣла, повидимому, имѣетъ двоякое происхожденіе: отчасти онъ происходитъ изъ жира пищи и отчасти изъ крахмалистыхъ веществъ; образованіе же его на счетъ бѣлка пищи сомнительно. Отложенія его, образовавшіяся въ органахъ, начинаютъ расходоваться только тогда, когда пища становится недостаточной для покрытія всѣхъ расходовъ организма.

II. Углеводы.

Крахмалъ $n(C_6H_{10}O_5)$ превращается процессами пищеваренія въ мальтозу и декстрины. Мальтоза, приходя въ соприкосновеніе съ кишечной стѣнкой, быстро превращается въ декстрозу (Philips, 1881). Эти вещества и всасываются главнымъ образомъ начальными путями *venae portae*: количество глюкозы въ крови воротной вены увеличивается во время пищеваренія (Cl. Bernard). Но этотъ избытокъ глюкозы исчезаетъ изъ крови за время прохожденія черезъ печень; въ венахъ, выходящихъ изъ печени, его не находятъ болѣе: онъ, стало быть, задерживается тканью печени. Глюкоза, мальтоза, декстрины, и т. п. въ печени превращаются въ вещество, изомерное растительному крахмалу, въ животный крахмалъ $C_6H_{10}O_5$, открытый одновре-

менно Hensen'омъ и Cl. Bernard'омъ; послѣдній назвалъ это вещество гликогеномъ ¹⁾

Гликогенъ или животный крахмалъ, $C_6H_{10}O_5$. [по Külz'у вѣроятно $6(C_6H_{10}O_5) + H_2O$]. Это бѣлый аморфный порошокъ безъ вкуса и запаха. Принадлежитъ къ числу коллоидныхъ тѣлъ, очень растворимъ въ водѣ и даетъ сильно опалесцирующій растворъ, вращаетъ вправо $[\alpha D = +211^\circ$ (Külz), или $+216.7^\circ$ (Böhm и Hoffmann)]; нерастворимъ въ спиртѣ. Гликогенъ весьма легко превращается въ декстринъ и мальтозу (и наконецъ въ глюкозу?) подъ вліяніемъ діастаза или другихъ аналогичныхъ ферментовъ; въ глюкозу превращается кипяченіемъ со слабой соляной кислотой и т. п. Гликогенъ растворяетъ осадокъ гидрата окиси мѣди, получившійся отъ бѣдкаго кали (прибавить къ раствору гликогена раствора бѣдкаго кали и каплю $CuSO_4$ = голубая жидкость), но не восстанавливаетъ мѣди при кипяченіи. Отъ іода окрашивается въ оранжево-красный цвѣтъ [блѣднѣющій при подогрѣваніи, восстанавливающійся при охлажденіи].

Полученіе. Берется печень только что убитаго, хорошо упитаннаго животного и разрѣзается на тонкія полоски; послѣднія вполаскиваются въ водѣ, дабы отмыть кровь, затѣмъ бросаются въ сосудъ съ кипящей водой. Этимъ способомъ разрушается діастатическій ферментъ, содержащійся въ печени; вынутые изъ кипящей воды кусочки печени размельчаются въ ступкѣ съ пескомъ и кипятятся съ водой, которая растворяетъ гликогенъ. Фильтруютъ; полученный фильтратъ молочнаго вида осаждаютъ спиртомъ. Въ осадкѣ будетъ гликогенъ въ смѣси съ клеевыми и другими посторонними веществами. Brücke ²⁾ отдѣляетъ эти вещества, осаждая ихъ водный растворъ, еще до обработки спиртомъ, по очередно растворомъ іодной ртути въ іодистомъ кали и соляной кислотой ³⁾.

Гликогенъ находится въ большомъ количествѣ (до 13—17%) въ печени всѣхъ позвоночныхъ, если они хорошо упитаны ⁴⁾, [это—послѣ принятія пищи очень богатой углеводами, обыкновенное же его содержаніе $1\frac{1}{2}$ —4%]. Мышцы и сердце также содержатъ его (1,0—0,3%), а равно бѣлые кровяные

¹⁾ Cl. Bernard, *Gaz. méd. de Paris* 1857, n° 13; *Compt. rend.* I, n° 26. *Gaz. hebdom.* 1857; Hensen, *Arch. f. pathol. Anat.* 1857 XI, стр. 395. См. о гликогенѣ статью *Assimilation und Glycogenie von Wittich'a* въ *Handbuch der Physiologie* Hermann'a, 1881, и E. Külz, *Pflüger's Archiv*, 1881, XXIV, стр. 1;

²⁾ Brücke, *Sitzungsber. d. Wiener Acad.*, 1871. Приготовленіе раствора іодной ртути въ іодистомъ кали: на растворъ іодистаго калия дѣйствуютъ растворомъ сулемы; осадокъ послѣ промывки снова растворяется до насыщенія въ кипящемъ растворѣ іодистаго калия. При охлажденіи раствора осѣдаетъ немного HgJ_2 .

³⁾ Теперь предложенъ (Huizinga, 1895) для полученія гликогена совершенно свободнаго отъ примѣси бѣлковъ слѣдующій способъ: печень растирается мелко съ пескомъ въ смѣси, составленной изъ одинаковыхъ количествъ концентрированного раствора сулемы и реагента Esbach'a (10 гр. пикриновой кислоты и 20 гр. лимонной кислоты на 1 литръ воды); потомъ оставляютъ стоять на холоду сутки. Перешедшій въ растворъ гликогенъ осаждается алкоголемъ и промывается смѣсью алкоголя и эфира.

Н. В.

⁴⁾ Печень животныхъ, подвергающихся зимней спячкѣ, содержитъ весьма значительныя количества его; то же слѣдуетъ сказать о животныхъ холоднокровныхъ, пойманныхъ зимой (15% въ печени рыбы линя, по v. Wittich).

шарики и всё клѣточки въ періодъ своего развитія (сосочки въ chorion зародыша, дѣтское мѣсто, органы зародыша). Ракушки (слизняки), устрицы, кишечные глисты содержатъ большое количество его (Cl. Bernard, Bizio); [найденъ и во многихъ грибахъ].

Гликогенная функція печени.—Физиологическое значеніе гликогена печени и мышцъ такое же, повидимому, какъ и значеніе жира: гликогенъ есть пищевой запасъ. При пищѣ богатой углеводами значительно усиливается напряженность внутритканевого дыханія вслѣдствіе окисленія глюкозы; однако часть послѣдней не сгораетъ, а отлагается въ видѣ гликогена въ печени и въ мышцахъ, представляя настоящіе склады горючаго матеріала, изъ которыхъ организмъ затѣмъ черпаетъ по мѣрѣ надобности.

По Cl. Bernard'у діастатическій ферментъ печени непрерывно превращаетъ небольшія количества гликогена въ глюкозу. Эта глюкоза поступаетъ въ кровь печеночныхъ венъ и разносится по разнымъ органамъ тѣла, особенно въ мышцы, гдѣ и сгораетъ, или же опять отлагается въ видѣ гликогена; Chauveau, дѣйствительно, доказалъ, что артеріальная кровь содержитъ всегда болѣе глюкозы, чѣмъ кровь венъ большого круга кровообращенія. Въ періодъ пищеваренія кровь воротной вены содержитъ только весьма малое количество винограднаго сахара, между тѣмъ въ крови венъ, идущихъ отъ печени находится его гораздо больше. Во время перевариванія богатой крахмаломъ пищи, кровь венъ кишечника и воротной вены оказывается очень богатою содержаніемъ глюкозы.

Противъ такой теоріи образованія глюкозы на счетъ гликогена Seegen сдѣлалъ слѣдующія возраженія: 1) діастатическій ферментъ превращаетъ гликогенъ въ мальтозу, а не въ декстрозу, между тѣмъ кровь печеночныхъ венъ содержитъ именно декстрозу, а не мальтозу; 2) кровь, возвращающаяся изъ печени всегда содержитъ больше сахара, чѣмъ кровь, притекающая къ ней; 3) количество сахара, образуемаго печенью, не зависитъ отъ количества сахара или углеводовъ, принимаемыхъ съ пищей. Seegen полагаетъ, что гликогенъ печени не принимаетъ никакого участія въ образованіи ею сахара, и что послѣдній образуется исключительно только изъ бѣлка и жира. [Не подтверждается позднѣйшими изслѣдованіями, въ частности Bial'емъ, 1894].

Воздержаніе отъ пищи, пребываніе въ холодной средѣ и особенно усиленная работа, продолжающаяся нѣсколько часовъ (также перевязка art. hepaticaе, перевязка желчнаго протока, перерѣзка блуждающихъ нервовъ на шеѣ, отравленіе мышьякомъ, фосфоромъ, кураре, стрихниномъ), уменьшаютъ запасъ гликогена въ печени и даже могутъ вести къ полному исчезновенію его. Если организму приходится жить на свои собственные средства, то первыми привлекаются къ расходованію запасы углеводовъ (также и запасы бѣлковъ); запасы жира затрогиваются позднѣе. Зато обильный пріемъ пищи, состоящей изъ углеводовъ (крахмала, тростниковаго сахара, молочнаго сахара, мальтозы, глюкозы, декстрина, инулина, и т. п.) въ нѣсколько часовъ возмѣщаетъ исчезнувшій гликогенъ. Глицеринъ и клеевыя вещества дѣйствуютъ, вѣроятно, такимъ же образомъ. Печень можетъ содержать огромныя количества гликогена, до 10 и 15% своего вѣса.

Гликогенъ заключенъ въ печеночныхъ клѣточкахъ въ видѣ комочковъ или зернышекъ, окрашивающихся отъ іода въ темно-бурый цвѣтъ.

Но гликогенъ можетъ имѣть и другое происхожденіе, помимо углеводовъ пищи; онъ можетъ получаться на счетъ превращенія бѣлковыхъ веществъ

(Cl. Bernard). Плотоядное животное, употребляющее въ пищу только бѣлки безъ слѣда гликогена, тѣмъ не менѣе образуетъ въ печени большое количество его (Cl. Bernard, v. Mering); фактъ оспаривался Чериновымъ, но онъ поставленъ внѣ сомнѣнія недавними опытами Күлза). Кромѣ того, въ извѣстныхъ случаяхъ диабета наблюдаютъ образованіе громаднаго количества сахара въ организмѣ челоуѣка, хотя углеводы самымъ тщательнымъ образомъ исключаются изъ пищи. Гликогенъ печени имѣетъ, стало быть, двойное происхожденіе: онъ можетъ образоваться и на счетъ углеводовъ и на счетъ бѣлковъ¹⁾.

[Теорія образованія гликогена²⁾—Образованіе гликогена въ печени, равно какъ и обратная метаморфоза съ нимъ—превращеніе въ виноградный сахаръ, представляютъ громадный теоретическій интересъ. Изъ всѣхъ разнообразныхъ химическихъ измѣненій, совершаемыхъ животной кѣткой съ сложными органическими веществами, быть можетъ, прежде всего поддается полному изученію и объясненію именно превращенія съ углеводами подъ вліяніемъ печеночной кѣтки. Настоящее положеніе вопроса еще далеко отъ этого; но во всякомъ случаѣ и то, что извѣстно, заслуживаетъ вниманія.

Теперь уже выяснилось достаточно, что образованіе гликогена въ печени не можетъ быть сведено къ простому сочетанію въ одну частицу его нѣсколькихъ частицъ глюкозы съ выдѣленіемъ воды, какое предположеніе высказывалось одно время (Anhydridtheorie Luchsinger'a). Въ самомъ дѣлѣ, теперь доказано несомнѣнно, что *образователями гликогена* могутъ быть вещества и не принадлежащія къ тому или другому виду сахара, какъ напр. бѣлки или клеевые вещества; съ другой стороны обращаетъ на себя вниманіе тотъ фактъ, что при образованіи гликогена на счетъ углеводовъ онъ получается всегда съ одними и тѣми же свойствами и притомъ правовращающимъ, случать ли для этого углеводы, вращающіе плоскость поляризаціи вправо или влево. Такъ леулоза для этого служить также, какъ и декстроза, вводитъ ли ее въ организмъ чрезъ пищеварительный каналъ, или впрыскивать ее подъ кожу. Правда относительно нѣкоторыхъ углеводовъ, какъ мальтоза и тростниковый сахаръ, утверждаютъ (Carl Voit), что они должны предварительно испытать въ пищеварительномъ каналѣ превращеніе въ виноградный сахаръ, что бы служить для образованія гликогена, а относительно другихъ, какъ молочный сахаръ и галактоза, высказано положеніе, что они не способны вообще превращаться въ тѣлѣ въ гликогенъ (C. Voit, 1892); однако по повѣрочнымъ опытамъ (Kausch и Socin, 1893) и это послѣднее ограниченіе оказывается сомнительнымъ. Поэтому, когда даже рѣчь идетъ объ образованіи печени гликогена только на счетъ углеводовъ, то и тогда нельзя сво-

¹⁾ Образованіе гликогена въ печени предполагаетъ ненарушимость артеріальнаго кровообращенія. Перевязка печеночной артеріи, производимая ниже отхожденія a. gastro-epiploicae dextrae, ведетъ быстро къ истощенію запасовъ углеводовъ въ печени: печеночныя кѣточки, лишеныя притока кислорода, становятся неспособными возстановлять запасы гликогена, и онъ потребляется совершенно (Slosse, Arthaud и Butte 1890).

²⁾ Этотъ и слѣдующій параграфы—дополненіе къ русскому изданію. Первый изъ нихъ одною частью замѣняетъ примѣчаніе къ предыдущему параграфу въ оригиналѣ.

дить все къ простой дегидратаци; для извѣстныхъ случаевъ и здѣсь необходимо допустить болѣе глубокія структурныя измѣненія съ частицами сахара.

Легко понять, какъ могло возникнуть теоретическое представленіе совершенно противоположное предыдущему. По этому представленію, гликогенъ, отлагающійся въ печени, всегда образуется на счетъ бѣлковъ; углеводы же должны содѣйствовать его образованію лишь косвенно, именно путемъ сбереженія съ одной стороны бѣлковъ, а съ другой стороны образующагося изъ нихъ гликогена отъ потребленія ихъ въ организмъ. И эта теорія сбереженія (Ersparnisstheorie, Weiss, Forster и др.) тоже не можетъ считаться объясняющею все дѣло. Въ самомъ дѣлѣ, въ опытахъ кормленія животныхъ пищей сравнительно бѣдной бѣлками и богатой углеводами, отлагается иногда такъ много гликогена, что весь онъ никоимъ образомъ не могъ бы получиться на счетъ распавшихся за это время бѣлковъ (Е. и С. Voit и др.); значительная часть его должна была произойти изъ углеводовъ пищи. Однако въ этой теоріи есть и нѣчто отвѣчающее дѣйствительности: это видно изъ фактовъ образованія гликогена въ печени животныхъ, которыя предварительно подвергались голоданію, а потомъ кормились или вывареннымъ и выжатымъ мясомъ (Naunyn, 1875), или фибриномъ (v. Mering, 1877), или чистымъ казеиномъ, сывороточнымъ альбуминомъ и проч. (Külz), т. е. пищей свободной отъ углеводовъ.

Итакъ гликогенъ можетъ образоваться и на счетъ бѣлковой частицы. Но какимъ процессомъ это происходитъ—объяснить это ничуть не легче, чѣмъ его происхожденіе отъ разнообразныхъ углеводовъ. Можно было бы полагать, что углеводное ядро находится уже готовымъ въ громадной частицѣ бѣлка и это ядро лишь отщепляется при образованіи гликогена. Но и это предположеніе мало отвѣчаетъ общему характеру химическихъ превращеній, каковыя можно предполагать здѣсь; скорѣе слѣдуетъ представлять себѣ (Pflüger), что гликогенъ является продуктомъ одного изъ тѣхъ синтетическихъ процессовъ, которые сопровождаютъ процессы расщепленія сложныхъ частицъ въ живой клѣткѣ и о которыхъ говорить можно пока только въ самой общей формѣ (сравн. примѣч. на стр. 6, также стр. 52).

Что образованіе гликогена не есть результатъ одного какого либо простаго химическаго превращенія слѣдуетъ думать еще въ виду слѣдующаго обстоятельства. Между веществами повышающими содержаніе гликогена въ печени называютъ виннокислый натрій, мочевины (Külz), углекислый аммоній, гликоколь (Röhmnn), т. е. такого рода вещества, которыя прямо никоимъ образомъ не могутъ служить для образованія гликогена; остается только думать, что такія вещества или стимулируютъ гликогенную работу печени надъ истинными образователями гликогена, или же ведутъ къ сбереженію въ ней гликогена отлагающагося обыкновенными способами.

То же можно думать и объ аналогичномъ съ этимъ значеніе нѣкоторыхъ narcotica и antipyretica. Въ данномъ отношеніи вліяніе ихъ прямо противоположно вліянію стрихнина, фосфора и т. под. (стр. 326).

Вліяніе нервной системы на превращенія углеводовъ въ печени.—О прямомъ вліяніи нервной системы на гликогенную дѣятельность печени, какъ и вообще на созидательные процессы въ организмѣ до сихъ поръ не извѣстно ничего положительнаго. Однако нѣкоторое вліяніе весьма вѣроятно. Его слѣдуетъ предположить въ виду того, что эта дѣятельность иногда измѣняется въ своей интенсивности не смотря на то, что условія кровообращенія въ печени и питаніе животнаго не представляютъ за данное

время никаких видимых изменений со своей стороны. Въ такомъ видѣ мнѣ представляется, напр. фактъ, найденный G ü r b e r (1894): онъ въ сравнительномъ рядѣ опытовъ всегда находилъ, что кролики зимою отлагаютъ въ печени почти въ три раза больше гликогена, чѣмъ лѣтомъ; между тѣмъ кормленіе ихъ велось одинаково и надо предположить, что расходованіе гликогена зимою было болѣе значительно, чѣмъ лѣтомъ. На общія соотношенія съ функциональными условіями всего организма указываетъ также и тотъ фактъ, что только-что родившіеся щенята заключаютъ въ печени гораздо больше гликогена, чѣмъ ихъ мать; эта послѣдняя въ періодѣ беременности заключаетъ въ печени, по сравненію съ обыкновеннымъ нормальнымъ животнымъ, меньше гликогена и въ то же время нѣсколько больше сахара, т. е. углевода растворимаго и способнаго къ перекочевыванію (B u t t e).

Гораздо больше извѣстно о вліяніи нервной системы на обратный процессъ—превращеніе гликогена въ сахаръ. До недавняго времени вліяніе это считалось только косвеннымъ, именно какъ результатъ изменений сосудодвигательной иннерваціи печени, и оцѣнивалось оно по количеству сахара, появляющагося въ мочѣ (о чемъ слѣд. параграфъ); теперь получены факты *прямаго* нервнаго воздѣйствія на такое превращеніе, и это стало возможно благодаря опредѣленію содержанія сахара или непосредственно въ печени, или въ оттекающей отъ нея крови. Такимъ способомъ наблюдалось образованіе сахара при раздраженіи периферическаго конца блуждающаго нерва (L e v e n e, B u t t e); по послѣднему автору содержаніе сахара въ оттекающей крови повышалось подъ вліяніемъ раздраженія иногда въ четыре раза противъ обыкновеннаго его содержанія; первый авторъ вызывалъ образованіе сахара и на голодающихъ животныхъ, гдѣ, слѣдовательно, нельзя даже предположить готовыхъ запасовъ гликогена. Наблюдалось также образованіе сахара при раздраженіи *plexus coeliaci* (C a v a z z a n i 1894). Все это заставляетъ названныхъ авторовъ, какъ и другихъ работавшихъ по этому вопросу (M o r a t и D u f o u r), признать *для сахарообразовательной функціи печени существованіе настоящихъ отдѣльныхъ нервовъ*, какъ таковые извѣстны, напр., для отдѣленія слюны.

Въ нѣкоторой связи съ этимъ находится вопросъ: представляетъ ли образованіе сахара въ печени результатъ дѣйствія неорганизованнаго діастатическаго фермента или его надо приписать дѣйствію живой протоплазмы? C l. B e r n a r d и вслѣдъ за нимъ многіе авторы (напр. A r t h u s и H u b e r, V i a l) принимали первое. Въ самомъ дѣлѣ, и въ крови, и въ печени послѣ смерти животнаго находятъ діастазъ; слѣдовательно превращеніе гликогена въ мальтозу можетъ совершаться этимъ путемъ (стр. 326); переходъ мальтозы въ виноградный сахаръ теперь можетъ быть объясняемъ дѣйствіемъ новаго фермента—глюказа (стр. 274, примѣч. 2). Однако противъ такого толкованія могутъ возникнуть и сомнѣнія. Гликогенъ находится отложеннымъ внутри печеночныхъ клѣтокъ; для проникновенія діастатическаго фермента сюда извнѣ должно затрачиваться извѣстное время. Не проще ли предположить, что живая клѣтка или сама въ потребныхъ случаяхъ развиваетъ внутри себя такой діастазъ, или что она совершаетъ въ нормальныхъ условіяхъ превращеніе гликогена въ сахаръ какимъ либо другимъ способомъ воздѣйствія? Поэтому неудивительно, что рядъ другихъ изслѣдователей (T i e g e l и S e e g e n, П а н о р м о в ѣ) считаютъ болѣе вѣроятнымъ второе рѣшеніе. Вопросъ представляется крайне тонкимъ. Напр., для рѣшенія его C a v a z z a n i въ послѣднее время сравнивалъ діастатическое дѣйствіе крови оттекающей отъ печени до раздраженія *plexus coeliaci* и за время его раздраженія. Между

тѣмъ какъ данное раздраженіе ведетъ, какъ сказано выше, къ значительному отдѣленію сахара печенью, оттекающая отъ нея кровь сама по себѣ во- все не обнаруживаетъ повышенной способности превращать крахмалъ въ сахаръ. Съ другой стороны, діастатическое дѣйствіе крови на гликогенъ оказывается очень медленнымъ въ соответственныхъ опытахъ, между тѣмъ печень подъ дѣйствіемъ указаннаго раздраженія способна очень быстро образовать сахаръ. Все это побуждаетъ послѣдняго автора высказаться тоже за участіе живой протоплазмы въ сахарообразовательныхъ процессахъ печени].

Діабетъ или гликозурия.—Послѣ смерти, гликогенъ печени довольно быстро превращается въ глюкозу: печеночная ткань и кровь содержатъ въ самомъ дѣлѣ небольшое количество діастатическаго фермента (факты отрицаемые See- gen'омъ). При жизни происходитъ тотъ же процессъ постоянно, но въ малыхъ размѣрахъ, по Cl. Bernard'у и Chauveau. Такое превращеніе усиливается въ значительной степени всякій разъ, какъ только сосуды печени парализуются или расширяются вслѣдствіе воздѣйствій на сосудодвигательные нервы печени (Cl. Bernard, Schiff); то же происходитъ подъ вліяніемъ нѣкоторыхъ отрав- леній (окисью углерода, сѣроуглеродомъ, амилнитритомъ, нитробензоломъ ¹⁾ и т. п.) а также послѣ удаленія поджелудочной железы (v. Mering и Minkowski). Усиленное образованіе глюкозы ведетъ къ накопленію ея въ крови и появленію въ мочѣ; дѣйствительно, хорошо извѣстно, что достаточно повысить содержаніе глюкозы въ крови (прямо впрыскивая въ вены, такъ чтобы кровь содержала ея по крайней мѣрѣ 0,3—0,5%), и уже наступаетъ гликозурия, или сахарный діабетъ. Скоропреходящій діабетъ можетъ получиться даже послѣ приѣма пищи весьма богатой глюкозой ²⁾.

Уколъ дна четвертаго желудочка на уровнѣ сосудодвигательнаго центра вызы- ваетъ появленіе сахара въ мочѣ при условіи, что печень содержитъ значительныя количества гликогена (Claude Bernard) ³⁾. Такимъ образомъ уколъ не вызо- веть гликозурии у животныхъ, подвергнутыхъ продолжительному голоданію, или усиленной мышечной работѣ, или когда подавлена функція печени (удаленіе печени у лягушки, Schiff, 1858; отравленіе мышьякомъ, Salkowski; закрытіе просвѣта воротной вены, Bock и Hoffmann, 1874). Фиг. 135 изображаетъ инструментъ, которымъ Cl. Bernard производилъ диабетическій уколъ. Въ чемъ же здѣсь дѣло? парализуются ли сосудоуживающіе нервы печени, или же, наобо- ротъ, возбуждаются сосудорасширители? Тотъ фактъ, что гликозурия послѣ укола является скоропреходящею и исчезаетъ черезъ нѣсколько часовъ, повидимому,

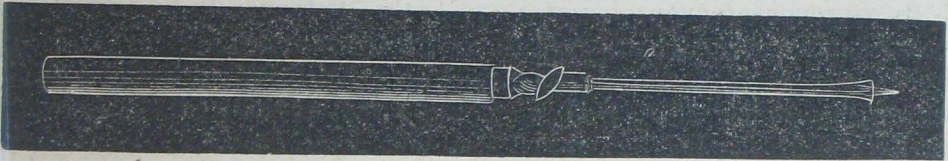
¹⁾ Морфій, кураре, хлороформъ, хлораль, бутылхлораль и т. п. вызываютъ появленіе въ мочѣ не глюкозы, какъ долгое время думали, а гликуроновой кислоты $C_6H_{10}O_7$, обладающей также возстановительными свойствами. Принятіе внутрь флоридзина вызываетъ настоящій діабетъ; въ этомъ случаѣ появленіе сахара въ мочѣ не зависитъ отъ гипергликеміи: количество содержащагося въ крови сахара не увеличивается (Minkowski). Флоридзиновый діабетъ представляется неза- висимымъ отъ состоянія печени: все дѣло сводится безъ сомнѣнія къ дѣйствию на почки.

²⁾ По Brücke моча и нормально содержитъ небольшія количества глюкозы (подтверждено Ивановымъ 1861, Bence-Jones, Tuchen 1862, Малы- гинымъ и Pavу 1878, оспаривается Friedländer'омъ 1865, Seegen 1872, Külz 1876).

³⁾ Cl. Bernard, *Leçons sur le système nerveux*, I.

говорить за вторую гипотезу. Когда гликозурия, вызванная первым уколомъ, исчезнетъ, то новый уколъ не способенъ вызвать новаго появленія сахара въ мочѣ; центръ, пришедшій въ раздраженіе при первомъ уколѣ, затѣмъ, повидимому, разрушается. Нервный путь, по которому уколъ дна четвертаго желудочка дѣйствуетъ на печень, заложенъ въ самомъ продолговатомъ мозгу, въ шейной части спинного, въ *rami communicantes* трехъ первыхъ паръ заднихъ корешковъ (*La font*) и въ *nn. splanchnici*.

Гликозурию можно наблюдать также при различныхъ поврежденіяхъ центральной нервной системы, или при раздраженіяхъ центростремительныхъ нервовъ. Въ этомъ отношеніи особенно важна роль *n. vagi*: раздраженіе центральнаго конца его на протяженіи пути между головою и легкими дѣйствуетъ на центръ въ продолговатомъ мозгу и вызываетъ гликозурию. Главнымъ образомъ участвуютъ въ этомъ вѣточки, происходящія изъ легкихъ (*Cl. Bernard*). Доказано также, что вдыханіе раздражающихъ паровъ можетъ обусловить гликозурию, и что такой эффектъ не получается, если перерѣзать оба блуждающихъ нерва на уровнѣ шеи.



Фиг. 135.

Chauche (1893) принимаетъ, что *гликемическая функція* печени (образованіе сахара и доставленіе его въ кровь печеночныхъ венъ) подчинена вліянію *задерживающаго центра*, расположеннаго въ продолговатомъ мозгу и дѣйствующаго на печень посредствомъ соединительныхъ вѣтвей 4-хъ первыхъ шейныхъ паръ, съ другой стороны вліянію *возбуждающаго центра*, лежащаго въ верхней шейной части спинного мозга и дѣйствующаго на печень черезъ посредство соединительныхъ вѣтвей первыхъ спинныхъ паръ. Такимъ образомъ объясняется *ипергликемія*, наступающая послѣ перерѣзки спинного мозга подъ продолговатымъ (устраненіе задерживающаго центра), и *ипогликемія*, наступающая послѣ перерѣзки спинного мозга ниже середины шейной области (устраненіе возбуждающаго центра). По этому взгляду, поджелудочная железа процессомъ внутренней секреціи поставляетъ въ кровь одинъ, или нѣсколько продуктовъ, дѣйствующихъ на нервные центры въ смыслѣ ограниченія образованія сахара въ печени. Послѣ удаленія поджелудочной железы и прекращенія задерживающаго дѣйствія выделяемыхъ ею продуктовъ и должно образованіе сахара въ печени сильно увеличиться, слѣдствіемъ чего будутъ гипергликемія и гликозурия ¹⁾.

¹⁾ Послѣ того, какъ теперь найдены нервы, вызывающіе образованіе сахара въ печени (см. пред. парагр.), ученіе о вліяніи нервной системы на происхожденіе гликозурии должны быть пересмотрѣно съ этой точки зрѣнія. Появленіе сахара въ мочѣ послѣ укола въ извѣстную часть продолговатаго мозга, при отравленіи трихвиномъ, окисью углерода и проч. можетъ быть толкуемо какъ результатъ нормальнаго возбужденія нервного аппарата, вызывающаго выработку сахара въ печени.

Но кромѣ того необходимо считаться и съ состояніями самой печени. Печеночныя клѣтки въ нѣкоторыхъ случаяхъ теряютъ, какъ кажется, способность превращать приносимый къ нимъ сахаръ въ гликогенъ. Такимъ образомъ всего нѣ-

Патологическій диабетъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ диабета у человека были наблюдаемы поврежденія дна четвертаго желудка. Въ другихъ случаяхъ при вскрытіи находили измѣненія только въ поджелудочной железѣ (стр. 306). У нѣкоторыхъ диабетиковъ, сахаръ тотчасъ исчезаетъ изъ мочи, какъ только исключаютъ изъ пищи всѣ углеводы.

Богатая углеводами пища.— Не очень давно думали, что глюкоза, декстринъ, образующіеся во время пищеваренія изъ пищи, тотчасъ сгораютъ или превращаются въ гликогенъ. А очень извѣстный фактъ, что пища, богатая углеводами, способствуетъ образованію жира, объяснялся какъ результатъ непрямого воздѣйствія углеводовъ (Voit). Углеводы могли бы сберегать бѣлокъ, который безъ этого подвергался бы потребленію, между тѣмъ благодаря углеводамъ, часть бѣлка можетъ идти теперь на образованіе жира. Однако, въ настоящее время твердо установлено, что значительная часть углеводовъ пищи (по крайней мѣрѣ у травоядныхъ) служитъ матеріаломъ для образованія жира.

Въ вышеприведенномъ опытѣ Soxhlet'a (1881) свинья, откармливаемая рисомъ, поглотила 120 килогр. углеводовъ. Изъ 22 килогр. жира, образовавшагося у ней за періодъ откармливанія, по крайней мѣрѣ 18 килогр., т. е. болѣе $\frac{8}{10}$ всего количества жира, должно было получиться изъ углеводовъ; остальная часть принятыхъ углеводовъ пошла на горѣніе. Дѣйствительно, каждому приему пищи богатой углеводами соотвѣтствуетъ громадное увеличеніе цифръ поглощаемого кислорода и выдѣляемой CO_2 . Дыхательное отношеніе приближается при такихъ условіяхъ къ единицѣ (какъ при сгораніи углеводовъ: указаніе на то, что именно разрушенію углеводовъ нужно приписать усиленіе процессовъ внутренняго дыханія).

Пища, состоящая исключительно изъ углеводовъ или жира, или обоихъ вмѣстѣ, неспособна поддерживать жизнь. Въ самомъ дѣлѣ, распаденіе бѣлковъ въ тѣлѣ и выведеніе азота мочей не останавливаются никогда; а такъ какъ выдѣленный азотъ не замѣщается при этихъ условіяхъ, то тѣло постепенно все обѣднѣваетъ бѣлками, пока не наступитъ смерть.

Прибавка углеводовъ въ пищевой порціи плотояднаго животнаго дѣй-

ствительно объясняетъ тѣ случаи диабета, въ которыхъ сахаръ тотчасъ же исчезаетъ изъ мочи, какъ только изъ пищи исключаются всѣ углеводы (сравнительно легкія формы диабета).

Встрѣчаются случаи, въ которыхъ страдаетъ, повидимому, только способность печеночныхъ кѣтокъ перерабатывать виноградный сахаръ; въ то же время эти кѣтки способны еще превращать въ гликогенъ левулозу (Minkowski, Külz).

Наконецъ, нѣкоторые случаи гликозурии могли бы происходить отъ того, что въ организмѣ вообще ослаблена способность окислять и сжигать углеводы; въ результатъ должно получиться тоже накопленіе сахара въ крови и слѣдов. появленіе его въ мочѣ. Въ самомъ дѣлѣ, надо признать, что почки обладаютъ способностью затруднять переходъ сахара изъ циркулирующей по нимъ крови въ мочу только до извѣстной степени. Въ обычныхъ условіяхъ кровь содержитъ его около 0,15%. Когда содержаніе сахара въ крови повышается до 0,3%, почки уже не въ состояніи задерживать поступленіе его въ мочу. Нѣкоторыя вещества, какъ флоридинъ понижаютъ еще больше эту способность почекъ. Поэтому диабету, появляющемуся послѣ введенія въ тѣло этого вещества, надо приписать совершенно особый смыслъ (срав. примѣч. 1 стр. 330).

ствуешь такъ же какъ и прибавка жира; она даетъ возможность уменьшить количество бѣлковъ въ пищѣ. Voit и Pettenkofer принимаютъ, что 175 частей углеводовъ равнозначны 100 частямъ жира. Стало быть, 175 частей углеводовъ могутъ защитить отъ сгоранія въ тѣлѣ 100 частей жира. ¹⁾

III. Бѣлковыя вещества.

Питательное значеніе пептоновъ. — Должны ли необходимо бѣлковыя вещества подвергаться въ пищеварительной трубкѣ превращенію въ пропептоны и пептоны, чтобы быть способными къ всасыванію и утилизованію организмомъ? Кажется, что нѣтъ, ибо стѣнки пищеварительнаго канала превосходно всасываютъ бѣлокъ неизмѣненнымъ; Voit и Bauer (1869) показали, что растворъ яичнаго бѣлка или синтонины, введенный живому животному въ кишечную петлю, предварительно вымытую и изолированную двумя лигатурами отъ остального кишечника, черезъ немного часовъ оказывается въ значительной степени всосавшимся. Аналогичные опыты были произведены надъ способностью слизистой оболочки толстыхъ кишекъ всасывать бѣлокъ (Eichhorst 1871, Czerny и Latschenberger 1874). Часть бѣлковъ пищи, вѣроятно, и всасывается въ неизмѣненномъ видѣ и идетъ прямо на увеличеніе запасовъ бѣлка въ организмѣ. ²⁾ Другая часть (болѣе значительная?) всасывается въ формѣ пропептона или пептона.

Но и пептонъ и пропептонъ, образующіеся въ кишечникѣ проникаютъ въ потокъ циркулирующихъ жидкостей какъ таковые только въ минимальныхъ количествахъ. Кровь животнаго въ періодѣ полного пищеваренія не содержитъ ихъ вовсе, или только самые незначительные слѣды (Schmidt-Mülheim, [Neumeister]). Наибольшая часть пептоновъ преобразовывается въ бѣлокъ на мѣстѣ, придя въ соприкосновеніе съ клѣточками эпителиальнаго покрова кишекъ. Этотъ вновь образованный бѣлокъ поступаетъ затѣмъ въ кровь. Hofmeister (1882, 1885) доказалъ непосредственно превращеніе пептона при соприкосновеніи со слизистой оболочкой желудка, взятаго отъ только-что убитаго животнаго; Salvioli (1880) получилъ тотъ же результатъ со слизистой оболочкой кишекъ; Kropescker и нѣкоторые изъ его учениковъ описали опыты, дѣлавшіе очень вѣроятнымъ образованіе бѣлка изъ пептона уже внутри желудка и кишекъ. Plósz, Györgyai (1874, 1875), Adamkiewicz (1877), Maly и друг. доказали, что можно питать собакъ, голубей и пр. пищей, не содержащей бѣлковъ, при условіи замѣны бѣлковъ пептонами (пропептонами). Пептонъ и пропептонъ, стало быть, могутъ замѣнить бѣлокъ въ пищѣ, и назначеніе этихъ веществъ лицамъ ослабленнымъ или страдающимъ плохимъ пищевареніемъ, является очень рачительнымъ.

¹⁾ См. поправку къ этимъ цифрамъ на стр. 265, примѣч. 3.

Н. В.

²⁾ И въ этомъ случаѣ бѣлки едва ли не подвергаются какому-либо измѣненію въ своихъ свойствахъ. Если напр. альбуминъ куринаго бѣлка введенъ искусственно въ кровеносные сосуды, то онъ скоро начинаетъ выдѣляться чрезъ почки, какъ постороннее вещество для крови. Между тѣмъ при указанныхъ условіяхъ всасыванія изъ пищеварительнаго канала ничего подобнаго не происходить.

Н. В.

Маленькія количества пептона, проникающія въ кровь во время пищеваренія, содержатся всецѣло въ бѣлыхъ шарикахъ; плазма не содержитъ его вовсе: въ мочу онъ также не переходитъ. Напротивъ, мы знаемъ, что пептонъ, впрыснутый прямо въ потокъ кровообращенія, быстро выдѣляется почками и въ крови остается весьма недолго. Введенный такимъ способомъ пептонъ (пропептонъ) дѣйствуетъ, какъ сильный ядъ: стадія возбужденія, потомъ глубокій наркозъ, громадное паденіе кровяного давленія, могущее повести къ смерти; потеря кровью способности свертываться (Schmidt-Mülheim, 1880; Hofmeister, 1881; Fano; Grosjean).

Методъ опредѣленія прихода и расхода бѣлковъ.— Bidder и Schmidt, Bischoff и Voit, Voit и Pettenkofer и друг. произвели множество работъ по опредѣленію роли, какую играютъ пищевыя вещества для организма человѣка и животныхъ.

Voit и Pettenkofer постепенно усовершенствовали методы изслѣдованія и достигли возможности точно опредѣлять химическій составъ *вводимыхъ и выдѣляемыхъ* веществъ (*ingesta* и *excreta*) у любого животнаго. Вотъ основанія для вычисленія въ томъ, что касается бѣлковъ: анализируютъ одинъ образчикъ пищи; отсюда можно вычислить вѣсъ бѣлка, или азота, вводимыхъ въ тѣло; затѣмъ опредѣляютъ количественно азотъ въ экскрементахъ: разница между количествами азота пищи и азота въ экскрементахъ отвѣчаетъ количеству азота, поглощенному пищеварительной поверхностью у животнаго (экскременты содержатъ также немного выдѣляемаго самимъ организмомъ азота). Опытами было установлено, что азотъ, происходящій отъ распада бѣлковъ въ тѣлѣ, почки цѣликомъ ¹⁾ появляется въ мочѣ въ видѣ мочевины, мочевой кислоты и т. д. Если количество азота, содержащагося въ мочѣ, будетъ меньше количества азота всосавшагося бѣлка, то это служить признакомъ, что сумма азотистыхъ веществъ въ тѣлѣ увеличивается; разница даетъ возможность вычислить вѣсъ вновь образовавшагося и отложившагося въ тѣлѣ бѣлка. Такое отложеніе бѣлка имѣетъ мѣсто, кажется, только во время роста организма; у взрослыхъ животныхъ обыкновенно устанавливается азотистое равновѣсіе (при достаточномъ питаніи), и количество распадающагося въ тѣлѣ бѣлка въ точности соотвѣтствуетъ количеству всосавшагося: азотъ цѣликомъ открывается въ мочѣ.

Количество сѣры, содержащееся въ пищѣ и въ *excreta*, также можетъ служить для контролированія судьбы бѣлка въ тѣлѣ; если получается недочетъ въ азотѣ, то параллельно долженъ существовать недочетъ и въ сѣрѣ (бѣлокъ содержитъ 16 частей N на 1 часть S) (Feder, Voit, E. Salkowski). Анализъ мочи указываетъ, стало быть, количество бѣлка, распавшагося въ тѣлѣ.

Анализъ дыхательнаго обмѣна животнаго, особенно количество выдыхаемой CO₂, можетъ до извѣстной степени служить мѣрой количества распавшагося въ тѣлѣ бѣлка. Весьма понятно, конечно, что весь углеродъ бѣлка долженъ выдѣлиться въ видѣ CO₂ съ выдыхаемымъ воздухомъ, если бѣлокъ совершенно разрушится. Но мы знаемъ, что бѣлковая частица можетъ рас-

¹⁾ Недочетъ азота въ *excreta*, допускаемый нѣкогда (Boussingault 1839—45; Valentin, 1842; Barral, 1849; Bischoff, 1853; Reiset, 1863; и друг.) въ настоящее время оспаривается. (Работы Bidder и Schmidt'a, 1852; Voit, 1857; Ranke, 1862; Peligot, 1863; Voit и Pettenkofer, 1863—80; Heneberg и Stohmann, 1860—71; и друг.).

щепляться и иначе, дать съ одной стороны азотистыя вещества, преобразующіяся окончательно въ мочевины и мочевую кислоту, а съ другой стороны гликогенъ и т. д. Если этотъ гликогенъ отложится въ тканяхъ, то получимъ недочетъ соотвѣтственнаго количества С въ выдыхаемой CO_2 .

Распаденіе бѣлковыхъ веществъ въ тѣлѣ.—Въ организмѣ постоянно происходитъ распаденіе нѣкотораго количества бѣловыхъ веществъ, что доказывается присутствіемъ въ мочѣ азотистыхъ веществъ. При голоданіи распаденіе бѣлка (измѣряемое количествомъ азота въ мочѣ сводится до minimum'a; minimum этотъ можетъ быть разсматриваемъ по Bidder и Schmidt какъ относительная постоянная величина; она соотвѣтствуетъ, по Voit, выдѣленію за сутки приблизительно $\frac{1}{100}$ части всего содержащагося въ тѣлѣ бѣлка. Этотъ типическій minimum распаденія бѣлка наблюдается и при пищѣ, состоящей исключительно изъ жира и углеводовъ (или смѣси обоихъ), безъ добавленія бѣлковъ.

Во всѣхъ случаяхъ, когда потери азота не возмѣщаются, недочетъ его увеличивается изо дня въ день, и животное обрекается на гибель, если продолжать опытъ. Чтобы сохранить жизнь, нужно устранять убываніе азота въ тѣлѣ, давая съ пищей такое количество бѣлка, которое въ состояніи покрыть точно траты. Однако, для достиженія такого результата, вовсе не достаточно ограничиваться доставленіемъ количества бѣлковъ, отвѣчающаго minimum'у распаденія ихъ въ тѣлѣ, о которомъ мы только что говорили, т. е. составляющему за 24 часа 1% всего азота тѣла). Въ самомъ дѣлѣ, распадъ бѣлка у животнаго, получающаго бѣлковую пищу, представляется измѣнчивымъ; онъ стоитъ въ тѣсной зависимости отъ количества бѣлка, воспринимаемаго съ пищей. Введеніе бѣлка въ тѣло увеличиваетъ рѣзко количество распадающагося въ немъ бѣлка (Lehmann). Слѣдующія цифры (за 24 часа) даютъ представленіе о такомъ, такъ сказать, не-экономномъ потребленіи его (*Luxusconsumptio* по Bidder и Schmidt), наступающемъ всякій разъ послѣ принятія богатой бѣлками пищи:

Собака (Lehmann)	Пища безъ азота . .	15,41 gr.	мочевины въ мочѣ.
	растительная . .	22,48 gr.	" "
	смѣшанная . .	32,50 gr.	" "
	животная . .	53,20 gr.	" "
Маленькая собака (Frerichs) при голоданіи . .		3 gr.	" "
	мясной пищѣ . .	29 gr.	" "
Собака (Bischoff и Voit), при голоданіи . .		12 gr.	" "
	при 2500 гр. мяса въ		
	пищѣ	184 gr.	" "

Увеличеніе количества мочевины въ мочѣ ¹⁾ обнаруживается уже часъ

¹⁾ Вотъ главные вліянія, повышающія цифру мочевины въ мочѣ: 1) пища богатая бѣлкомъ, пептономъ, или клеемъ; 2) принятіе внутрь лейцина, гликоколя, аспарагина, аспарагиновой кислоты, хлористоводороднаго аммонія, и т. д.; 3) принятіе большого количества воды или NaCl, 4) согласно недавнимъ изслѣдованіямъ опыты произведены на сельско-хозяйственной Hohenheim'ской станціи Wolffомъ, Funke, Kreuzhage, Kellner) мышечная работа значительно увеличиваетъ цифру мочевины въ мочѣ у животныхъ тощихъ и получающихъ недостаточное количество жировъ и углеводовъ въ своей пищевой порціи. У животныхъ сильныхъ и хорошо упитанныхъ мышечная работа не вліяетъ почти на образованіе

спустя послѣ приѣма бѣлковой пищи, достигаетъ своего maximum'a чрезъ 5—7 часовъ, затѣмъ постепенно уменьшается (Becher, 1856; Voit, 1857; Rappin, 1874; Falck, 1875).

Чтобы достигнуть азотистаго равновѣсія, надо, стало быть, животному давать кромѣ углеводовъ или жировъ еще нѣкоторое количество бѣлка, гораздо большее того, которое оно разрушаетъ при голоданіи (большее приблизительно въ $2\frac{1}{2}$ раза для плотояднаго). Если перейти это строго необходимое количество, увеличивая дачу бѣлка въ пищу, то параллельно увеличится и количество выделяющейся мочевины: азотистое равновѣсіе, стало быть, можетъ быть сохраняемо при измѣненіи количества азота въ пищу въ довольно широкихъ предѣлахъ. Въ одномъ опытѣ Voit'a большая собака, получая ежедневно по 2500 гр. мяса, увеличилась въ вѣсѣ съ первыхъ же дней; количество азота тѣла сначала возросло, но затѣмъ сдѣлалось постояннымъ, и расходъ сталъ равенъ приходу. Та же собака, получая только 480 гр. мяса, сначала потеряла часть азота своего тѣла; но въ то же время выдѣленіе мочевины стало постепенно уменьшаться и остановилось окончательно на цифрѣ, точно отвѣчающей распаденію 480 гр. мяса. Азотистое равновѣсіе наступило, значить, также хорошо при 480 гр., какъ и при 2500 гр. мяса въ ежедневной порціи.

Плотоядное животное можетъ жить при исключительно азотистой пищѣ, питаясь тощей говядиной, не содержащей ни слѣдовъ ни жира, ни углеводовъ; но тогда требуется весьма значительное количество бѣлковъ для прокормленія. Дѣйствительно, гликогенъ, необходимый для отиравленія мышцъ и другихъ органовъ, долженъ въ такомъ случаѣ образовываться всецѣло на счетъ бѣлковъ.

Прибавка жировъ или углеводовъ даетъ возможность значительно уменьшить количество бѣлковъ въ пищѣ, сохраняя азотистое равновѣсіе тѣла. Положимъ, что при смѣшанной пищѣ опредѣленъ уже minimum бѣлковыхъ веществъ, необходимый для поддержанія этого равновѣсія: тогда окажется, что это минимальное количество бѣлка можетъ быть уменьшено еще (но не изъято совершенно), если къ ежедневной пищевой порціи добавлять достаточное количество клея (желатины). Клей, значить, можетъ *отчасти* замѣнить бѣлокъ *пищи*.

Травоядное животное не въ состояніи жить при пищѣ исключительно азотистой: его пищеварительные соки не въ состояніи переваривать всего того количества бѣлковъ, какое необходимо тогда для его питанія: появляются изнурительные поносы, которые и принуждаютъ вернуться къ нормальному режиму.

Плотоядные же и всеядные не могутъ довольствоваться режимомъ травоядныхъ. Пищеварительный каналъ первыхъ не достаточно обширенъ; онъ не можетъ вмѣстить объемистой массы питательныхъ веществъ, потребныхъ для усвоенія тѣхъ количествъ бѣлка, жира и углеводовъ, какія соотвѣтствовали бы ихъ обыкновенной пищѣ. Кромѣ того, вѣроятно, плотояд-

мочевины; 5) пониженіе напряженія кислорода въ дыхательномъ воздухѣ уменьшаетъ цифры поглощеннаго кислорода и выдыхаемой CO_2 , но увеличиваетъ количество мочевины въ мочѣ; 6) послѣ кровотеченій или кровопусканій наблюдали усиленное потребленіе бѣлковыхъ веществъ въ тѣлѣ, обнаруживающееся увеличеніемъ азота въ мочѣ. Спиртъ, хининъ, быть можетъ морфій и дигиталинъ уменьшаютъ количество мочевины; кофе будто бы остается безъ вліянія.

ядных и всеядных не такъ хорошо могутъ утилизировать углеводы пищи, какъ это дѣлаютъ травоядные: имъ требуется пища относительно болѣе богатая бѣлками, чѣмъ это нужно для травоядныхъ ¹⁾.

Человѣкъ, разсматриваемый только со стороны зоологическаго родства и устройства зубовъ, долженъ быть причисленъ скорѣе къ плодояднымъ, чѣмъ къ плотояднымъ. Но опытъ показываетъ, что человѣкъ принаравливается одинаково хорошо и къ режиму чисто животному (эскимосы), и къ смѣшанной пищѣ (европейцы), и къ режиму исключительно растительному (японцы, индусы).

Избыточное потребление; циркулирующій бѣлокъ.—По Voit'y, часть бѣлка пищи идетъ на образованіе тканей нашего тѣла и болѣе или менѣе фиксируется (бѣлокъ органовъ, *тканевой бѣлокъ*); другая часть (*циркулирующій бѣлокъ*) находится въ видѣ менѣе стойкихъ сочетаній, легче подвергается распаденію. Эта послѣдняя часть потребляется по мѣрѣ необходимости и должна играть, значить, такую же роль, какъ гликогенъ и жиръ. Гораздо раньше, чѣмъ Voit изложилъ свои взгляды на бѣлокъ тканевой и циркулирующій, Bidder и Schmidt дали свою теорію, не лишнюю аналогіи съ теоріей Voit'a; ихъ взгляды извѣстны подъ именемъ *теоріи избыточнаго потребленія (Luxusconsumption)*. По Bidder и Schmidt'y бѣлокъ, составляющій нераздѣльную составную часть нашихъ тканей (бѣлокъ органовъ), подвергается правильному, типическому распаденію (доходящему въ 24 часа приблизительно до 1% общей суммы бѣлка въ тѣлѣ). Это единственный расходъ бѣлка, наблюдаемый у животныхъ голодающихъ или получающихъ въ пищу только жиры и углеводы. При полномъ голоданіи количество мочевины въ мочѣ измѣняется въ той же пропорціи, въ какой падаетъ мѣръ тѣла ²⁾. На этомъ Bidder и Schmidt строили главнымъ образомъ свое заключеніе, что минимальному распаденію бѣлка въ тѣлѣ слѣдуетъ отвести значеніе процесса постояннаго.

Введенный съ пищей бѣлокъ идетъ отчасти на замѣщеніе потребнаго бѣлка органовъ. Но большая часть его (отвѣчающая циркулирующему бѣлку

¹⁾ Въ пищѣ травоядныхъ за норму можно принять отношеніе азотистыхъ частей къ безазотистымъ какъ 1 : 8—9.

Указанное выше (стр. 267) механическое значеніе целлюлозы еще важнѣе для пищеварительныхъ процессовъ травоядныхъ и грызуновъ, чѣмъ человѣка.

Н. В.

²⁾ Въ моментъ смерти отъ голода мышцы и железы теряютъ 50% своего бѣлка: часть его можетъ быть разрушена на мѣстѣ; но другая часть, несомнѣнно, переходитъ въ растворимое состояніе и затѣмъ уносится далеко, чтобы питать другіе органы, какъ напр. сердце и центральную нервную систему. Дѣйствительно, сердце и мозгъ не перестаютъ функционировать до конца на счетъ пищи, взятой изъ остальныхъ частей тѣла, и не уменьшаются въ вѣсѣ, подобно другимъ органамъ.

Аналогичный примѣръ растворенія бѣлка однихъ органовъ и утилизациіи получающагося матерьяла другими органами имѣемъ на рейнской лососи (Miescher, 1880). Во время перехода изъ Сѣвернаго моря въ Рейнь лосось является хорошо упитанной и обладающей могучей мускулатурой. Затѣмъ въ продолженіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ она остается безъ пищи. Половые органы ея за этотъ періодъ голоданія развиваются чрезвычайно, и въ то же время мышцы значительно уменьшаются въ объемъ: вещество мышцъ, стало быть, отчасти растворяется и переносится въ половые органы.

Voit'a) остается въ тѣлѣ слишкомъ мало времени, чтобы организовать, она быстро распадается, расточается, повидимому, безъ всякой пользы для организма. Это Bidder и Schmidt и назвали *избыточнымъ потреблениемъ*: оно соотвѣтствуетъ распаду циркулирующаго бѣлка Voit'a. Во время первыхъ двухъ или трехъ дней голоданія животное производитъ еще довольно значительныя количества мочевины, происходящей въ большей своей части отъ распада остатковъ циркулирующаго бѣлка, имѣвшагося въ тѣлѣ. Когда этотъ запасъ истощается, выдѣленіе мочевины, берущей теперь начало только изъ распадающагося бѣлка тканей, быстро падаетъ до своего minimum'a и сохраняется таковымъ до самой смерти животнаго ¹⁾.

Роль кислорода.—Термины *сгораніе бѣлка, окисленіе питательныхъ веществъ*, которые мы часто употребляли, являются точными до извѣстной только степени. Правда, все сводится на химическія реакціи, дающія въ результатъ болѣе или менѣе полное окисленіе углерода, водорода и пр., заключенныхъ въ бѣлкѣ, жирахъ и углеводахъ, съ образованіемъ изъ нихъ H_2O , CO_2 и т. д. Но, конечно, было бы грубою ошибкою отождествлять фізіологическое явленіе съ прямымъ сгораніемъ углерода или водорода на воздухѣ. Бѣлокъ не сразу превращается въ CO_2 , H_2O , CON_2H_4 : онъ подвергается цѣлому ряду разложеній, при которыхъ его частица расщепляется на атомныя группы все болѣе и болѣе простаго состава, съ поглощеніемъ все большихъ и большихъ количествъ кислорода; CO_2 , H_2O , CON_2H_4 суть конечные члены этого ряда превращеній. Что касается бѣлка, то нельзя смотрѣть на образование мочевины какъ на процессъ прямого окисленія его дѣйствіемъ кислорода, какъ тѣла окисляющаго. До сихъ поръ не удалось превратить бѣлокъ въ мочевины, не смотря на примѣненіе даже самыхъ сильныхъ окислителей, каковы марганцовокислота кали, смѣсь сѣрной кислоты и перекиси марганца [опыты съ положительнымъ результатомъ, опубликованные Hofmeister'омъ (1896), см. слѣд. гл. мочеотдѣленіе]. Съ другой стороны, въ тѣлѣ находится цѣлый рядъ азотистыхъ веществъ: лейцинъ, тирозинъ, гликоколь и друг., которые представляютъ промежуточные продукты превращенія бѣлка въ мочевины. Въ самомъ дѣлѣ, извѣстно, что бѣлокъ легко разлагается при дѣйствіи кислотъ, щелочей или при гніеніи, образуя тѣ же продукты, лейцинъ, тирозинъ и друг. (см. стр. 38). Schultzen и Ненцкій ²⁾ дополнили картину, доказавъ, что лейцинъ, гликоколь и друг. превращаются въ нашемъ тѣлѣ въ мочевины; послѣ принятія внутрь лейцина и гликоколя весь азотъ, содержащійся въ нихъ, появляется въ мочѣ въ видѣ мочевины.

¹⁾ Ludwig и Чирьевъ (1874) показали, что кровь собаки, перелитая собакамъ же (т. е. выпрыснутая въ сосуды послѣдней) вовсе не увеличиваетъ выдѣленія азота; между тѣмъ та же кровь, введенная въ организмъ черезъ желудокъ, быстро переваривается, и весь азотъ ея, спустя немного времени, появляется въ мочѣ.

²⁾ Schultzen и Nencki, Zeitsch. f. Biologie, VIII, стр. 124, 1872.—Drechsel принимаетъ, что амидокислоты, происходящія при разложеніи бѣлковыхъ веществъ, сгораютъ въ тѣлѣ совершенно съ образованіемъ CO_2 и NH_3 ; послѣдніе соединяются и образуютъ карбаминовокислый аммоній $NH_2.CO.ONH_4$ а этотъ теряя H_2 и O (возстановленіе и окисленіе) превращается въ мочевины. Drechsel получалъ мочевины искусственнымъ путемъ, подвергая амміачную соль карбаминовой кислоты дѣйствію электрическаго тока безпрестанно мѣняющаго направленіе (попеременное дѣйствіе H_2 и O).

Сгораніе дерева, особенно при недостаточномъ притокѣ воздуха, имѣетъ болѣе сходства съ процессомъ фізіологическаго разрушенія бѣлка. Дерево не горитъ прямо: оно разлагается подѣ вліяніемъ жара на множество продуктовъ, которые сами, въ свою очередь, могутъ расщепляться на болѣе простыя атомныя группы и окисляться или даже возстановляться: на ряду съ CO_2 , H_2O , конечными продуктами окисленія могутъ находиться продукты возстановленія, особенно уголь. Въ тѣлѣ животныхъ точно также процессы возстановленія идутъ рука объ руку съ процессами окисленія.

Несмотря, однако, на такую аналогію, нельзя отождествлять распаденіе бѣлка съ горѣніемъ дерева. Въ послѣднемъ случаѣ сродство кислорода къ элементамъ дерева составляетъ главную причину химической реакціи и обусловливаетъ энергію горѣнія: горѣніе въ кислородѣ совершается несравненно энергичнѣе, чѣмъ на воздухѣ. Въ фізіологическомъ же превращеніи бѣлка, напротивъ, сродство кислорода къ углероду, водороду и пр. является, такъ сказать, только побочнымъ условіемъ явленія. Ни количество находящагося въ распоряженіи кислорода, ни напряженіе этого газа въ тканяхъ не вліяютъ на интензивность химическихъ процессовъ, имѣющихъ мѣсто въ организмѣ: количество выдѣляемыхъ CO_2 и H_2O не увеличивается, если животное станетъ дышать чистымъ кислородомъ вмѣсто воздуха. И наоборотъ, А. Fränkel (1876) констатироваль, что диспноэ, развившееся вслѣдствіе недостатка кислорода, не только не ослабляетъ органическаго разрушенія бѣлка, но всегда усиливаетъ его и что количество образующейся мочевины можетъ при этомъ удвоиться. И въ тѣлѣ первыми разрушаются вовсе не вещества, жадно относящіяся къ кислороду; пирогалловая кислота (Cl. Bernard, 1859), пирокатехинъ (Baumann и Herter 1877), фосфоръ (Hans Meyer 1881)—вещества въ высшей степени легко окисляющіяся—проходятъ черезъ организмъ, не связываясь съ кислородомъ, и не измѣненными появляются въ мочѣ. Затѣмъ, не видимъ ли мы, что принятіе бѣлковъ внутрь вызываетъ значительное усиленіе поглощенія кислорода и органическаго разрушенія, между тѣмъ какъ жиръ, имѣющій гораздо больше сродства къ кислороду, можетъ быть введенъ въ тѣло не производя значительнаго измѣненія въ такъ называемыхъ процессахъ фізіологическаго горѣнія? Кромѣ того, въ большинствѣ случаевъ поглощеніе кислорода и образованіе CO_2 суть процессы до извѣстной степени независимые одинъ отъ другого.

Жасquet¹⁾ изучаль недавно образованіе бензойной кислоты при окисленіи бензиловаго спирта въ организмѣ и образованіе салициловой кислоты при окисленіи ея альдегида. Окисленіе отъ соприкосновенія съ воздухомъ или съ артеріальной кровью вовсе не происходитъ или оно бываетъ только весьма незначительнымъ. Оно происходитъ весьма энергично при соприкосновеніи съ тканью легкихъ, почекъ, мышцъ и т. д., но не стоитъ однако непремѣнно въ связи съ жизнью и анатомической ненарушимостью гистологическихъ элементовъ.

Оно можетъ быть еще вызвано посредствомъ водной вытяжки изъ тканей, свернувшихся подѣ алкоголемъ; температура кипѣнія однако прекращаетъ процессы окисленія. Поэтому можно думать, что органическое окисленіе производится дѣйствіемъ растворимыхъ ферментовъ, вырабатываемыхъ живыми клѣтками.

Заключеніе.—Итакъ, бѣлокъ нашихъ тканей непрерывно расходуется;

¹⁾ Mémoires Soc. Biologie, 1892, стр. 56.

чтобы возмѣстить распадающійся азотистый матерьялъ, животное принуждено вводить довольно большія количества бѣлка, заимствуя его прямо или косвенно изъ царства растительнаго, ибо животный организмъ неспособенъ самъ построить заново сложную частицу бѣлка ¹⁾; онъ можетъ только сохранить ее нѣкоторое время въ своемъ тѣлѣ, затѣмъ перестроить или разрушить совсѣмъ.

Бѣлокъ пищи служить азотистымъ матерьяломъ, необходимымъ для роста растенія всего тѣла (ростъ молодыхъ животныхъ) или нѣкоторыхъ частей его (ростъ ногтей, волосъ и т. п. у взрослыхъ животныхъ); часть этого бѣлка идетъ на образованіе гликогена, быть можетъ жира и безъ сомнѣнія цѣлой массы другихъ веществъ; другая часть, очень значительная, прямо разрушается (*Luxusconsumption*).

IV. Роль печени и лимфоидныхъ органовъ въ питаніи.

Печень.—Всѣ органы принимаютъ участіе въ процессахъ усвоенія и распада, о которыхъ была рѣчь. Но нѣкоторые изъ органовъ, какъ печень, селезенка, играютъ повидимому особенную роль въ питаніи. Что касается печени, то мы уже видѣли, что этотъ органъ служитъ мѣстомъ образованія и отложенія гликогена: не менѣе важна, вѣроятно, роль ея и для выработки жира; печеночныя клѣточки являются одновременно наполненными и гликогеномъ, и жиромъ у хорошо питающихся животныхъ. Старались установить связь между секреціей желчи и этими явленіями питанія; бѣлковыя вещества могли бы, расщепляясь въ печени, давать съ одной стороны продукты безазотистые (жиръ, гликогенъ), а съ другой стороны желчныя кислоты, какъ продукты азотистые. Главное возраженіе, которое можно сдѣлать такому взгляду, состоитъ въ томъ, что секреція желчи и

²⁾ Однако опыты Weiske (1879—82) должны насъ сдѣлать очень осмотрительными въ дѣлѣ признанія неспособности производить синтезъ бѣлковыхъ веществъ, которую à priori приписываютъ животному организму. Бѣлокъ и клей пищи могли бы быть замѣнены у кролика, барана, козы аспарагиномъ. Weiske смотритъ на аспарагинъ, какъ на настоящее азотистое пищевое вещество, при посредствѣ котораго животный организмъ можетъ образовывать бѣлокъ и увеличивать количество азота въ тѣлѣ.

Аспарагинъ, $C_2H_3(NH_2) \begin{cases} COOH \\ CONH_2 \end{cases}$ является въ растительномъ организмѣ однимъ изъ главныхъ продуктовъ разложенія бѣлковыхъ веществъ: вещество это для растенія имѣетъ, стало быть, такое же значеніе, какъ мочевиная или мочева кислота для животнаго. Но въ то время какъ мочевиная и мочева кислота, сдѣлавшись безполезными для животнаго, должны быть выдѣлены наружу, аспарагинъ, получающійся изъ распада частицы бѣлка, можетъ непосредственно быть утилизированъ въ зеленыхъ частяхъ растенія и послужить матерьяломъ для построения новой частицы бѣлка. W. Pfeffer (1872) показалъ, что у бобовыхъ растеній аспарагинъ, образующійся и накапливающийся во время проростанія (онъ происходитъ при разрушеніи запаса бѣлка, потребляемаго во время проростанія) исчезаетъ окончательно, когда въ молодыхъ растеніяхъ появляется хлорофиллъ, и что исчезаніе аспарагина соответствуетъ образованію эквивалентнаго количества новаго бѣлка.

гликогенная функція печени не идутъ параллельно: одна можетъ быть очень дѣятельна, а другая относительно слаба.

Извѣстно, что печень является въ тѣлѣ однимъ изъ мѣстъ, гдѣ превращеніе азотистыхъ веществъ совершается наиболѣе оживленно. Въ печени находятъ большое число азотистыхъ веществъ, промежуточныхъ между бѣлкомъ и мочевиной: ксантинъ, гипоксантинъ, лейцинъ, мочева кислота, а также нѣкоторое количество мочевины, гораздо болѣе значительное, чѣмъ въ любомъ иномъ органѣ. Эту мочевины должно разсматривать, какъ образовавшуюся въ печени, а не профильтрованную изъ крови. Дѣйствительно органы, которые не вырабатываютъ ея, какъ мышцы, мозгъ, не содержатъ ея вовсе, или только неподдающіеся опредѣленію слѣды ¹⁾. Нѣкоторые физиологи имѣли даже желаніе локализовать въ печени всю выработку мочевины въ тѣлѣ: по этому взгляду, креатининъ, лейдинъ, тирозинъ, амміачныя соли и другія азотистыя вещества, происходящія отъ разрушенія бѣлковъ въ различныхъ другихъ органахъ, должны собираться въ печени и здѣсь оканчивать свой регрессивный метаморфозъ, окисляясь совершенно въ мочевины, H_2O , CO_2 . Мнѣніе это основывали на опытахъ съ искусственнымъ кровообращеніемъ въ изолированной печени: кровь, вводимая черезъ воротную вену, оттекала черезъ печеночную вену и оказывалась болѣе богатою мочевиной. Увеличеніе количества мочевины становилось еще болѣе замѣтнымъ, если къ выпрыскиваемой крови прибавляли какой либо амміачной соли (Schroeder, Roger). Частичное удаленіе печени ²⁾ у млекопитающихъ ведетъ къ уменьшенію количества мочевины въ мочѣ, но количество выдѣляемаго азота не понижается. Въ этомъ случаѣ наступаетъ неполное превращеніе выдѣляемаго азота; явленіе становится тѣмъ замѣтнѣе, чѣмъ полнѣе удаленіе органа (Мейстеръ) ³⁾. У птицъ удаленіе печени ведетъ къ значительному уменьшенію количества мочевои кислоты, выдѣляемой почками: мочева кислота замѣняется амміачными солями и молочной кислотой (Minkowski). Лягушка хорошо переноситъ полное удаленіе печени; Nebelthau констатировалъ, что послѣ такой операціи въ мочѣ не содержится болѣе мочевины.

Точно также опредѣлены измѣненія въ составѣ мочи при болѣзняхъ, которыя подавляютъ функцію печени. При острой желтой атрофіи печени мочевина въ значительной своей части отсутствуетъ въ мочѣ, замѣняясь лейциномъ и тирозиномъ; изъ этого выводятъ заключеніе, что лейцинъ и тирозинъ образуются въ другихъ органахъ, а не въ печени, но что печеночныя клѣточки превращаютъ эти вещества въ мочевины.

Мы видѣли, что продукты разложенія гемоглобина красныхъ шариковъ удаляются съ желчью подѣ видомъ пигментовъ и соединений, содержащихъ

¹⁾ Это замѣчаніе имѣетъ слишкомъ абсолютный характеръ. Такъ по изслѣдованіямъ Кауфманна (1893) въ свѣжей мышцѣ постоянно встрѣчается около 0,027—0,07% мочевины. А въ мышцахъ акулы, ската (животныхъ съ сравнительно медленнымъ обмѣномъ крови въ тканяхъ) она встрѣчается въ довольно большихъ количествахъ, какъ у аллигатора мочева кислота — физиологическій эквивалентъ мочевины для этого животнаго.

Н. В.

²⁾ Полное удаленіе печени млекопитающими не переносится.

³⁾ Новѣйшія данныя будутъ сообщены въ слѣдующей главѣ при изложеніи печенія о выдѣленіи мочевины.

Н. В.

въ своемъ составѣ желѣзо: на ряду съ этой функціей разрушенія форменныхъ элементовъ крови, печень, по мнѣнію нѣкоторыхъ физиологовъ, играетъ также роль органа кроветворенія.

Изъ всего вышесказаннаго вытекаетъ, что печень представляетъ громадную важность съ точки зрѣнія усвоенія и разрушенія и что выработка желчи связана самымъ тѣснымъ образомъ съ этими процессами питанія; однако, роль этого объемистаго органа представляется еще во многомъ невыясненною.

Добавимъ, что ткань печени имѣетъ слабую щелочную реакцію, но дѣлается кислую (отъ молочной кислоты) вскорѣ послѣ смерти: такое явленіе Płósz приписываетъ свертыванію бѣлковыхъ веществъ и приравниваетъ къ образованію міозина или фибрина. Быть можетъ, что *трупное окоченіе* печени обязано просто уплотненію жировъ подъ вліяніемъ пониженія температуры. Płósz и Halliburton нашли въ плазмѣ, полученной отжиманіемъ и промываніемъ печеночныхъ клѣтокъ при низкой температурѣ, нѣсколько глобулиновъ (свертывающихся соотвѣтственно при $+45^{\circ}$, $+56^{\circ}$ и 70°) и альбуминъ, свертывающійся отъ $+70^{\circ}$ до $+73^{\circ}$. Водная вытяжка печеночной ткани обладаетъ въ значительной степени ядовитыми свойствами, благодаря присутствію какихъ-то бѣлковыхъ веществъ.

Большинство вредныхъ для организма веществъ, металлическіе яды, алкалоиды (Héger 1873), птомаины (H. Roger 1887) задерживаются въ печени, если они всасываются изъ кишечника въ началѣ воротной вены. Такое свойство печеночной ткани, по H. Roger, стоитъ въ тѣсной связи съ богатствомъ ея гликогеномъ.

[Невольно возникаетъ вопросъ: что же дѣлается съ задерживаемыми и накапливающимися въ печени вредными веществами? Въ самомъ дѣлѣ, не могутъ же они накапливаться безконечно?

Насколько позволяютъ отвѣчать современныя свѣдѣнія относительно судьбы такихъ веществъ, можно сказать слѣдующее:

1) Нѣкоторыя изъ задержанныхъ веществъ перерабатываются печенью и становятся болѣе или менѣе безвредными для организма. Въ сущности уже въ такомъ положеніи находится сахаръ, поступающій въ большомъ количествѣ изъ пищеварительнаго канала и большое накопленіе котораго въ общей циркулирующей крови было бы бесполезно и даже вредно. — Углекислый и карбаминовокислый аммоній превращаются въ мочевины (стр. 338). Феноль приводится въ сочетаніе съ сѣрной кислотой и въ видѣ безвредныхъ соединений, имѣющихъ характеръ съ одной стороны эфировъ, съ другой стороны солей, поступаетъ въ общую циркуляцію, а затѣмъ удаляется изъ организма вмѣстѣ съ мочей, о чемъ и будетъ тогда подробнѣе рѣчь. Такой же синтезъ производитъ и вырѣзанная печень, если прогонять чрезъ нее кровь, къ которой прибавлены феноль и сѣрнокислый натръ (въ небольшихъ количествахъ; иначе результатъ будетъ отрицательный). Наконецъ то же самое можетъ производить еще кашица приготовленная изъ свѣжей печени (Kochs и Pflüger, 1880). Нѣчто аналогичное печень должна дѣлать и по отношенію ко многимъ алкалоидамъ: она или перерабатываетъ ихъ, или переводитъ въ связанное состояніе (Lautenbach, Roger, Bouchard).

2) Другія вещества накаплиются въ печени известное время, но затѣмъ быстро начинаютъ выдѣляться чрезъ почки, не подвергаясь въ ней какой-либо существенной переработкѣ. Такъ, углекислый литій, морфій и т. д., будучи впрыснуты въ вену, накапливаются чрезъ 1—2 часа въ большихъ количествахъ въ пе-

чени; но чрезъ 3—4 часа содержаніе ихъ здѣсь убываетъ, наибольшее накопленіе ихъ переходитъ къ почкамъ и мочѣ (Verhoogen).

3) Нѣкоторыя другія вещества, попадая въ печень, распредѣляются въ ней первое время диффузно; но потомъ образуются нерастворимые осадки и отложенія. Чрезъ извѣстное время послѣднія оказываются заключенными въ лейкоцитахъ, дѣятельностью которыхъ они выводятся въ концѣ концовъ въ нижнюю часть кишечнаго канала и смѣшиваются съ экскрементами. Таковой представляется судьба, напр. желѣзныхъ соединеній, впрыснутыхъ подъ кожу или въ сосуды (срав. стр. 86). То же вѣроятно имѣетъ мѣсто и по отношенію ко многимъ другимъ металламъ (мѣдь, свинецъ, ртуть). Прежде думали, что они выводятся вмѣстѣ съ желчью. Однако новѣйшія изслѣдованія не подтверждаютъ этого (содержаніе желѣза въ желчи по Hammarsten'у 0,0018—0,0044%). Но для нѣкоторыхъ веществъ возможенъ и этотъ путь выведенія. Такъ, филлоціановая кислота, впрыснутая въ видѣ соли въ вену, быстро появляется въ желчномъ пузырь. Но, по Gautier, эта растительная кислота имѣетъ много сходства въ свойствахъ съ билирубиномъ. То же самое происходитъ съ желчью барана, если ее впрыснуть въ вену собакъ. Эти вещества совсѣмъ не появляются въ почкахъ (Wertheimer). [Н. В.].

Ronfick (1889) показалъ, что у животныхъ можно удалить однимъ разомъ, или въ нѣсколько пріемовъ, до $\frac{3}{4}$ печени. Если операцію производить асептически, то она въ общемъ хорошо переносится. Потеря ткани скоро восполняется новообразованной печеночной тканью. [То же наблюдалъ Мейстеръ].

Селезенка.—Функція селезенки еще болѣе темна, чѣмъ печени. Въ этомъ органѣ также находятъ множество азотистыхъ веществъ, представляющихъ продукты обратнаго метаморфоза бѣлковыхъ тѣлъ: лейцинъ, тирозинъ, мочевую кислоту, ксантинъ, гипоксантинъ, тауринъ и пр. [также различныя жирныя кислоты, жиры, гликогенъ, инозитъ, холестеринъ].

Селезенка есть одно изъ главныхъ мѣстъ образованія лейкоцитовъ; кровь селезеночной вены является самою богатою лейкоцитами (стр. 79).

Селезенка (вмѣстѣ съ костнымъ мозгомъ) играетъ у взрослого главную роль въ образованіи красныхъ тѣлецъ крови. Въ ней иногда находятъ громадныя количества желѣза (1% въ селезенкѣ старыхъ лошадей); нѣкоторые фізіологи смотрятъ на селезенку какъ на складъ желѣза, идущаго на образованіе гемоглобина; другіе, напротивъ, такое богатство селезенки желѣзомъ рассматриваютъ какъ результатъ разрушенія гемоглобина.

[Образованіе красныхъ кровяныхъ тѣлецъ въ селезенкѣ взрослого животного слѣдуетъ считать до сихъ поръ недоказаннымъ, хотя и было много указаній въ этомъ смыслѣ. Въ русской литературѣ въ послѣднее время появились два обстоятельныя изслѣдованія, именно Лауденбаха (Кіевъ) и Полумординова (Казань). Первый находитъ, что у животныхъ, которымъ вырѣзана селезенка, замѣчается паденіе количества гемоглобина и красныхъ тѣлецъ; „измѣненія крови наступаютъ обыкновенно лишь нѣкоторое время спустя послѣ спленэктоміи и достигаютъ своего максимума въ теченіи третьяго или четвертаго мѣсяца послѣ операціи“.—Но вѣдь они могутъ быть и не прямымъ, а косвеннымъ результатомъ вылушенія селезенки. Въ самомъ дѣлѣ, второй авторъ находилъ, что, если животному съ удаленной селезенкой сдѣлать кровопусканіе, то восстановленіе содержанія крови со стороны гемоглобина происходитъ, правда, у него медленнѣе, чѣмъ у животнаго не оперированнаго послѣ такого же отнятія крови,

но еще медленнѣе происходитъ возстановленіе остальныхъ твердыхъ веществъ крови. Можно ли однако отсюда заключать, что селезенка служить и мѣстомъ образованія этихъ послѣднихъ?

Точно также и то обстоятельство, что послѣ впрыскиванія въ перитонеальную полость настоя селезенки повышается у животнаго содержаніе гемоглобина и красныхъ тѣлецъ (Зеленскій и В. Данилевскій), можетъ быть результатомъ воздѣйствія на другіе кроветворные органы и не говорить за прямое участіе селезенки въ образованіи красныхъ шариковъ крови.

Прямые доказательства могли бы быть получены, если бы было найдено, что отъ этого органа оттекаетъ съ кровью больше красныхъ форменныхъ элементовъ, чѣмъ ихъ притекаетъ къ нему. Однако указанія разныхъ авторовъ въ этомъ отношеніи или сомнительны или противорѣчивы (см. сопоставленія и критику самого приѣма у Полумордвинова).

Другимъ болѣе надежнымъ указаніемъ могло бы служить нахожденіе въ селезенкѣ красныхъ кровяныхъ шариковъ въ переходныхъ формахъ развитія (кѣтки, заключающія гемоглобинъ, но еще съ ядрами, у млекопитающихъ). На основаніи именно нахожденія такихъ формъ кѣтокъ въ красномъ костномъ мозгу у взрослыхъ, въ печени и селезенкѣ у зародыша, эти органы почти всеми признаются за мѣсто образованія красныхъ тѣлецъ. Но по отношенію къ селезенкѣ взрослого животнаго (даже если ему произведено предварительно кровопусканіе, чтобы возбудить усиленную дѣятельность органовъ кроветворенія) рядомъ съ положительными указаніями встрѣчается не мало отрицательныхъ. Иногда у одного и того же изслѣдователя положительныя находки чередуются отрицательными (Гоа, Емельяновъ, Лауденбахъ).

Рядъ изслѣдователей считаетъ селезенку мѣстомъ разрушенія красныхъ тѣлецъ (Kölliker, Ecker, А. Кузнецовъ и друг.) Основаніемъ для этого взгляда служитъ нахожденіе въ ней большихъ лимфоидныхъ кѣтокъ съ красными кровяными шариками внутри въ разныхъ стадіяхъ распаденія. Послѣдній авторъ наблюдалъ на нагрѣтомъ стеклѣ подъ микроскопомъ пожираніе амeboобразными кѣтками красныхъ тѣлецъ; сходныя кѣтки встрѣчаются и въ кровяныхъ экстравазатахъ. Красныя тѣльца постепенно распадаются въ нихъ, изъ гемоглобина образуются богатые желѣзомъ пигменты, чѣмъ и объясняется относительно большое содержаніе желѣза въ этомъ органѣ (въ сухой мякоти селезенки до 5% по Nasse). [Н. В.].

Горбачевскій (1889) показалъ, что кусочки селезенки, только что удаленной изъ тѣла, способны образовывать значительныя количества мочевоѣй кислоты, если привести ихъ въ соприкосновеніе со свѣжею кровью.

Объемъ селезенки весьма измѣнчивъ: органъ этотъ способенъ, расширяясь, вмѣстить значительныя количества крови; его часто поэтому рассматривали, какъ *diverticulum* по отношенію къ брюшному кровообращенію. Объемъ селезенки можетъ измѣняться пассивно при увеличеніи или уменьшеніи кровяного давленія; но онъ можетъ также измѣняться и активно, смотря по степени сокращенія гладкихъ мышечныхъ волоконъ, заложенныхъ въ ткани органа. Такое сокращеніе селезенки можетъ быть получено искусственно при прямомъ раздраженіи (у человѣка даже черезъ кожу—Боткинъ), при раздраженіи селезеночныхъ нервовъ, *plexus coeliaci*, *n. splanchnici sinistri*, спинного мозга, продолговатаго и т. д. (Тархановъ); оно происходитъ также рефлекторнымъ путемъ (раздраженіе центрального конца блуждающаго нерва или другихъ чувствительныхъ нервовъ).

Центръ нервовъ, производящихъ уменьшеніе объема селезенки распо-

женъ въ продолговатомъ мозгу и спинномъ до 4-го шейнаго позвонка; центръ этотъ возбуждается при асфиксiи автоматически. [Селезенка представляетъ нормально медленные ритмическія сокращенія, иногда совпадающія съ волнами Traube-Hering'a, иногда нѣтъ. Ритмическія колебанія въ объемѣ наблюдаются даже на вырѣзанной селезенкѣ, если поддерживать въ ней искусственное кровообращеніе (Schäfer и Moore, 1896)].

Селезенка увеличивается въ объемѣ во время пищеваренія, также при малярійной инфекціи, при тифозныхъ заболѣваніяхъ и т. д.

Удаленіе селезенки у животныхъ производилось много разъ (Schindeler, Mosler и др.) и изрѣдка у человѣка. Какъ кажется, исключеніе этого органа изъ экономіи организма не ведетъ ни къ какимъ очень значительнымъ разстройствомъ питанія: оперированныя животныя становятся только болѣе прожорливыми; иногда наблюдается у нихъ увеличеніе объема другихъ лимфоидныхъ органовъ: щитовидной железы, лимфатическихъ железъ. Изъ этого заключаютъ, что эти органы берутъ на себя функцію селезенки.

Masoin безуспѣшно дѣлалъ попытки получить врожденную атрофію селезенки, систематически удаляя этотъ органъ у нѣсколькихъ поколѣній морскихъ свинокъ и кроликовъ.

Регенерація селезенки наблюдалась какъ послѣ частичнаго, такъ и послѣ полнаго ея удаленія; при этомъ наблюдалось также иногда образованіе добавочныхъ маленькихъ селезеночекъ. Можетъ быть, селезенка и лимфоидные органы служатъ мѣстомъ скопленія запаса бѣлка, поступающаго во время пищеваренія и не потребляемаго непосредственно. По отношенію къ бѣлку селезенка играла бы въ такомъ случаѣ ту же роль, какую печень по отношенію къ гликогену и жирамъ. Чрезмѣрное уменьшеніе, претерпѣваемое этимъ органомъ во время голоданія, кажется, говорить въ пользу этой гипотезы.

Относительно вліянія селезенки на панкреатическое пищевареніе см. стр. 304.

Щитовидная железа. — Многіе авторы соединяютъ щитовидную железу, зобную железу (thymus), селезенку, надпочечники и пр. подъ общимъ названіемъ сосудистыхъ железъ. Единственное пока общее между этими органами—это недостаточность нашихъ свѣдѣній о каждомъ изъ нихъ.

Хирурги (Réverdin 1882, Kocher 1883) отмѣтили у человѣка, послѣ полнаго удаленія щитовидной железы, цѣлый рядъ болѣзненныхъ симптомовъ (нарушеніе питанія, остановку роста, обезцвѣчиваніе покрововъ, пухлость лица, вздутіе конечностей, прогрессирующую мышечную слабость, состояніе умственнаго отупѣнія, различныя нервныя разстройства), которымъ дали названіе *cachexia strumipriva*.

Съ другой стороны физиологи (Schiff, 1859 и 1884; Albertoni и Tizani; Роговичъ, Gleu и др.) показали, что операція эта почти всегда смертельна для собаки, кошки, обезьяны. Животныя гибнутъ спустя нѣсколько недѣль съ явленіями различнаго рода нервныхъ разстройствъ. Для волика, полная *Thyreoidectomy*, т. е. удаленіе щитовидной железы съ добавочными железами, также смертельна (Gleu). Голубь, кажется, лучше переноситъ операцію (Ewald и Rockwell 1890).

Щитовидная железа оказываетъ, стало быть, могучее вліяніе на состояніе общаго питанія, и specially на питаніе центральной нервной системы; природа этого вліянія, еще неизвѣстна.

Были предложены различныя гипотезы для объясненія причинъ смерти, слѣдующей за удаленіемъ щитовидной железы, а также относительно функ-

ціи этого органа. Schiff держится того мнѣнія, что щитовидная железа вырабатываетъ какое-то вещество, безусловно необходимое для питанія нервныхъ центровъ, и поставляетъ это вещество въ кровь путемъ внутренней секреціи. Но эта функція всетаки можетъ быть въ извѣстной степени замѣщена подѣ условіемъ, что удаленіе железы будетъ произведено не сразу, а, напримѣръ, одна доля послѣ другой экстирпируется съ промежуткомъ въ нѣсколько недѣль. Прививка щитовидной железы гдѣ-либо въ брюшную полость почти вполнѣ охраняетъ собакъ отъ послѣдствій двухсторонней тиреоидектоміи; впрыскиваніе вытяжки щитовидной железы собакамъ, на которыхъ произведено было полное удаленіе железы, улучшало тяжелые симптомы кахексіи или замедляло наступленіе ихъ (Gley). По Роговичу (1886) функція щитовидной железы должна состоять въ удаленіи или нейтрализаціи какихъ-то неизвѣстныхъ еще продуктовъ органическаго обмѣна, которые, накопляясь въ крови, дѣйствуютъ вреднымъ образомъ на центральную нервную систему.

Liebermeister (1864), Meuli (1884) и другіе приписываютъ щитовидной железнѣ регулирующую роль въ дѣлѣ снабженія кровью области головы и особенно мозга; какъ только вслѣдствіе горизонтальнаго положенія тѣла мозгу угрожаетъ приливъ крови, замѣчаютъ расширеніе сосудовъ железы, доставляющее крови сонныхъ артерій широкій побочный путь; въ результатѣ происходитъ пониженіе кровяного давленія въ системѣ артерій, питающихъ головной мозгъ. Кромѣ того щитовидная железа способна къ извѣстнаго рода эрекціи (набуханію), что позволяетъ ей прямо сдавливать сонныя артеріи.

[*Новѣйшія изслѣдованія надъ щитовидной железой* прибавили много новаго въ дѣлѣ ея изученія ¹⁾].

Но предварительно слѣдуетъ сдѣлать оговорку. На животныхъ къ очень частымъ явленіямъ послѣ экстирпаціи железы принадлежатъ epileptическія судороги (tetania thyreopriva); на людяхъ онѣ принадлежатъ къ рѣдкимъ явленіямъ, здѣсь преобладаютъ указанная выше трофическія разстройства. Но послѣднія наблюдаются и на животныхъ. Поэтому разница въ явленіяхъ между тѣми и другими не основная, какъ казалось одно время, а относительная.

Теперь можно считать установленнымъ, что въ крови животныхъ съ удаленной щитовидной железой дѣйствительно накопляются какія-то ядовитыя вещества и что накопленіе ихъ идетъ параллельно съ развитіемъ болѣзненныхъ явленій на животномъ. Если взять отъ такого животнаго кровь въ той стадіи, когда болѣзненные симптомы развились уже значительно, и впрыснуть другому животному, которому тиреоидектомія произведена недавно, то на этомъ послѣднемъ животномъ быстро развивается извѣстная картина разстройствъ, которыя при обыкновенномъ теченіи наступили бы гораздо позднѣе. Между тѣмъ та же кровь, будучи введена нормальному животному, не вызываетъ никакихъ особыхъ послѣдствій: очевидно у здороваго животнаго щитовидная железа въ состояніи оказать воздѣйствіе на ядовитыя вещества крови взятой отъ больнаго животнаго (Роговичъ, Gley). Съ другой стороны на самомъ оперированномъ животномъ наступившія разстройства могутъ быть ослаблены или устранены, если ему сдѣлать кровопусканіе и затѣмъ влить кровь отъ здороваго животнаго (Fano). Что ядовитыя вещества накопляются въ крови постепенно послѣ удаленія железы, это видно и по

¹⁾ Дополненіе къ русскому изданію.

свойствамъ мочи: послѣдняя параллельно съ развитіемъ разстройствъ животнаго приобѣтаетъ все болѣе и болѣе ядовитый характеръ (Laulanіe, Massoin)¹⁾. Затѣмъ, для дальнѣйшаго изученія важны были слѣдующія находки. Оказалось, что щитовидная железа оказываетъ благотворное вліяніе на животныхъ съ вылученной железой не только въ томъ случаѣ, когда произведена ея прививка на какой-либо другой части тѣла (это помогаетъ не долго, железа перерождается) или когда выпрыскиваются ея настои подъ кожу либо въ вену, но также и при условіи введенія ея чрезъ пищеварительный каналъ (въ свѣжемъ состояніи или въ видѣ порошка, табличекъ, высушенныхъ при низкой температурѣ). Слѣдовательно, дѣйствующія начала не разрушаются дѣйствіемъ пищеварительныхъ соковъ. Мало того: было найдено, что эти начала не разрушаются и температурами кипѣнія; слѣдовательно, они не принадлежать къ энзимамъ (Rods, Schäfer). Это обстоятельство дало возможность сдѣлать крупный и интересный шагъ въ химическомъ изученіи ея дѣйствующаго начала.

Попытки къ такому изученію дѣлались уже и раньше (Бубновъ, Vermeiren, Ноткинъ, S. Fraenkel, Drechsel); но только Вауманн и Роос успѣли ближе разобрать дѣло. Эти послѣдніе извлекли изъ щитовидной железы вещество, обладающее оригинальными свойствами: въ немъ заключается 9,3 процента іода въ очень прочномъ соединеніи съ органическимъ ядромъ (очень трудно разлагается щелочами; амальгама натрія отщепляетъ іодъ), почему это соединеніе названо *іодотириномъ* (иначе—тиро-іодиномъ, чего не слѣдуетъ смѣшивать съ тироидиномъ прежнихъ авторовъ и съ продажнымъ препаратомъ этого послѣдняго названія). Въ щитовидной железнѣ это вещество находится въ соединеніи главнѣйшимъ образомъ съ альбуминомъ, отчасти съ глобулиномъ; лишь незначительная часть его находится несвязанною²⁾.

Замѣчательно, что іодотиринъ при введеніи его въ организмъ обнаруживаетъ всѣ тѣ дѣйствія на животныхъ съ вылученной железой, какъ и сама

¹⁾ Ноткинъ сообщаетъ, что онъ выдѣлилъ изъ щитовидной железы альбуминоидъ, назв. имъ *тиреопротеидомъ*, обладающій сильными токсическими свойствами и вызывающій картину сходную съ *cachexia strumipriva*. Уже въ малыхъ количествахъ онъ дѣйствуетъ сильно на животныхъ лишенныхъ щитовидной железы. По мнѣнію автора, это вещество есть продуктъ обмѣна веществъ, скопляемый щитовидной железой и нейтрализуемый ея специфическимъ секретомъ.

²⁾ Для отщепленія іодотирина отъ бѣлковъ кипятятъ измельченную железу въ теченіи нѣсколькихъ часовъ съ сѣрной кислотой (1 : 10). Изъ раствора это вещество осаждается въ видѣ буроватаго осадка; послѣдній растворяется въ кипящемъ алкогольѣ (90%). Алкогольный растворъ выпаривается, остатокъ растирается съ молочнымъ сахаромъ, очищается отъ жировъ петролеинымъ эфиромъ. Для удаленія молочнаго сахара растворяютъ въ разбавленной натронной щелочи, отфильтровываютъ растворъ и подкисляютъ, причемъ іодотиринъ выпадаетъ въ видѣ хлопьевъ. Высушенный онъ представляетъ буроватый порошокъ, растворимый въ щелочахъ; въ строеніе его входитъ также фосфоръ (0,5%); при нагреваніи развивается запахъ пиридиновыхъ основаній.

Гораздо проще процедура полученія съ помощью искусственнаго желудочнаго сока. При дѣйствіи послѣдняго на железу въ теченіи 2 сутокъ при 40°, все почти переходитъ въ растворъ, тиро-іодинъ остается въ осадкѣ.

свѣжая железа или приготовленный изъ нея при низкихъ температурахъ препаратъ. На оперированной собакѣ не развивалось судорогъ, пока давали ей ежедневно 2 гр. іодотирина; стоило прекратить даваніе послѣдняго на нѣсколько дней, появлялись судороги; даваніе препарата опять устраняло эпилептические припадки и т. д. (Baumann и Goldmann). Тѣ же результаты были подтверждены и другими авторами (G. Hofmeister, Irsai, Hutchinson; противорѣчащія показанія Gotlieb, Ноткина встрѣтили сомнѣнія. Повидимому, одинаковое дѣйствіе съ препаратами самой железъ іодотиринъ имѣетъ и на обмѣнъ веществъ (Treupel).

Baumann тщательно искалъ послѣ этого іода во всѣхъ частяхъ организма; по нему, эта железа—единственный органъ, заключающій въ себѣ іодъ. Содержаніе послѣдняго въ ней измѣнчиво у животныхъ разныхъ видовъ и даже у разныхъ индивидовъ. Оно зависитъ между прочимъ отъ рода пищи. Такъ при кормленіи собаки одной говядиной оно падало до нуля; напротивъ, у другой собаки, которая кормилась железами thymus отъ молодыхъ животныхъ, оно доходило до 1,4 гр.; у третьей при кормленіи треской—до 1,6 гр. Щитовидная железа обладаетъ несомнѣнно способностью аккумулировать въ себѣ іодъ, когда онъ прикладывается даже наружно, напр., въ видѣ іодоформа.—Что касается человѣка, содержаніе іода въ железнѣ измѣняется между прочимъ въ зависимости отъ мѣстности. Въ мѣстностяхъ, гдѣ сильно распространѣнъ зобъ, его содержится въ железахъ мало и притомъ, чѣмъ больше сама железа, тѣмъ меньше его содержаніе; въ мѣстностяхъ, не страдающихъ отъ этого, его количество въ железнѣ около 3—4 mgr. Въ дѣтскомъ и юношескомъ возрастахъ іода абсолютно и относительно меньше, чѣмъ у взрослыхъ; въ старческомъ возрастѣ происходитъ опять значительная убыль вмѣстѣ съ перерожденіемъ железы.

Такимъ образомъ, эти послѣднія находки проливаютъ новый свѣтъ на функцію щитовидной железы. Она обладаетъ способностью скоплять въ себѣ іодъ и образовывать сложное органическое соединеніе, въ частицу котораго—естественнымъ образомъ и въ значительномъ количествѣ—входитъ этотъ элементъ, не причислявшійся прежде къ биогеннымъ (стр. 25). Образованное при участіи его соединеніе обладаетъ способностью парализовать дѣйствіе тѣхъ ядовитыхъ веществъ, которыя накаплиются такъ замѣтно (вѣроятно, отбросовъ жизненнаго обмѣна) въ крови животныхъ послѣ удаленія щитовидной железы. Но такимъ животнымъ надо давать іодотиринъ ежедневно. Повидимому, съ удаленіемъ щитовидной железы у животного теряется способность и аккумулировать въ себѣ іодъ.—Въ то же время изслѣдованія Baumann'a даютъ общій смыслъ цѣлому ряду фактовъ, наблюдавшихся на больныхъ зобомъ и слизистымъ отекомъ, а равно и практиковавшемуся прежде на нихъ леченію іодистыми препаратами. [Н. В.].

Роговичъ принимаетъ, что и *hypophysis cerebri* играетъ физиологическую роль, аналогичную щитовидной железнѣ. [Въ противоположность Baumann'у въ ней Schnitzler и K. Ewald нашли также іодъ. На этомъ основаніи можно тоже признать за ней нѣкоторую близость съ функціями щитовидной железы].

Лимфатическія железы, thymus и аденоидная ткань рассматриваются вмѣстѣ съ селезенкой какъ органы, вырабатывающіе лейкоциты. Лимфа, проходя чрезъ лимфатическіе узлы, обогащается лейкоцитами; съ другой стороны плотныя частицы, взвѣшенныя въ лимфѣ, задерживаются въ ткани

лимфатическихъ железъ. Такъ, благодаря именно этому обстоятельству въ бронхіальныхъ железахъ встрѣчаемъ угольную пыль, проникшую въ дыхательныя вѣтви вмѣстѣ съ токомъ вдыхаемаго воздуха и поглощенную съ поверхности слизистой оболочки бронховъ; или при татуировкѣ киноварью, послѣдняя переносится и отлагается въ лимфатическихъ железахъ, расположенныхъ въ верхнихъ частяхъ конечностей. Та же судьба постигаетъ и инфекціонныхъ зародышей, попавшихъ въ лимфу.

Лейкемія есть болѣзнь, характеризующаяся громаднымъ избыткомъ бѣлыхъ шариковъ въ крови и гипертрофіей органовъ, образующихъ бѣлые шарки: селезенки, лимфатическихъ железокъ и пр.

Роль надпочечниковъ совершенно неизвѣстна. По Brown-Séquard'у удаленіе ихъ вызываетъ накопленіе въ крови пигмента. Tizzoni (1889), Abelous и Langlois показали, что удаленіе надпочечниковъ было всегда смертельно для кролика и лягушки ¹⁾.

¹⁾ Надпочечныя железы были тоже въ послѣдніе годы предметомъ многочисленныхъ изслѣдованій. Въ виду немаловажныхъ противорѣчій ихъ, трудно свести къ общему результату. Относительно значенія ихъ въ организмѣ обрисовались въ главныя мнѣнія.

По одному изъ нихъ, эти железы разрушаютъ и дѣлаютъ безвредными образующіяся въ организмѣ (главнымъ образомъ, въ мышечной и нервной системахъ, какъ результатъ ихъ жизнедѣятельности) ядовитыя вещества. Когда онѣ вылучены, то животныя представляютъ болѣе легкую утомляемость, меньшую нервно-мышечную раздражительность, паденіе температуры и смерть при явленіяхъ паралича, напоминающихъ отравленіе посредствомъ кураре. Такія животныя гораздо хуже переносятъ и введеніе искусственныхъ ядовъ, какъ никотинъ, кропинъ, нейринъ или выпрыскиваніе крови отъ утомленныхъ нормальныхъ животныхъ (Langlois и Abelous, A. Dubois, Albanese, Carbone).

По другому мнѣнію, въ надпочечныхъ железахъ, именно въ корковой части ихъ, вырабатываются нормально вещества, которыя, поступая въ кровь, поддерживаютъ дѣятельность центровъ сосудодвигательныхъ и дыхательныхъ, центровъ регулирующихъ дѣятельность сердца (для тормозящихъ и ускоряющихъ нервовъ) и опредѣляющихъ мышечный тонусъ (Цыбульскій и Шимоновичъ, Schäfer и Oliver, 1895). Первый изъ этихъ авторовъ даже находитъ, что фиктивные явленія, характеризующія задушеніе, могутъ развиваться только отъ цѣлости надпочечныхъ железъ или при участіи экстрактовъ изъ нихъ. Въ противоположность этимъ авторамъ Gottlieb находитъ, что вытяжки изъ этихъ железъ оказываютъ прямое дѣйствіе на сердце (получается повышеніе кровяного давленія при самомъ глубокомъ наркозѣ; сердце, остановившееся подъ дѣйствіемъ моралгидрата минутой назадъ и болѣе, возбуждается снова къ дѣятельности). Опыты Hedl (1866) говорятъ въ томъ же смыслѣ, что вытяжки изъ железы развиваютъ свое дѣйствіе въ периферическихъ аппаратахъ: путемъ выпрыскиваній въ жгу онъ повышалъ кровяное давленіе до 90—160 мм. на собакахъ и кроликахъ, порымъ предварительно былъ перерѣзанъ продолговатый мозгъ и вылученъ съ спинной! Животныя оставались живыми еще въ продолженіи получаса.

Наконецъ, слѣдуетъ замѣтить, что эти железы снабжены обильно нервами и заключаютъ въ своемъ мозговомъ веществѣ многоотростковья нервныя кѣтки. Неказывалось не разъ, что разстройства, наступающія послѣ экстирпаціи, могутъ быть ближайшей причиной находящаяся въ связи съ ней разстройства иннерваціи. Теперь это мнѣніе поддерживаетъ de-Dominicis.

Добавленіе. Продукты органическаго разложенія бѣлковъ: свойства мочевины, мочевоѣ кислоты, креатинина, аллантоина и т. п. будутъ изучены въ VIII гл. Относительно креатина см. мышечную физиологію.

Гипоксантинъ. $C_5H_4N_4O$. Микроскопическіе кристаллы, образующіеся, по Коссею, при разложеніи нуклеиновъ.

Ксантинъ. $C_5H_4N_4O_2$. Бѣлый порошокъ, нерастворимый въ водѣ, растворяется въ NH_3 . При выпариваніи съ HNO_3 ксантинъ даетъ блестящій желтый осадокъ, окрашивающійся въ красный цвѣтъ отъ прибавленія $NaHO$, переходящій затѣмъ въ пурпурный при дальнѣйшемъ нагрѣваніи. Реакція эта принадлежитъ также гуанину. Ксантинъ можно получить искусственно при дѣйствіи азотной кислоты на гуанинъ. Самъ онъ можетъ служить матеріаломъ для синтетическаго полученія кофеина (триметилксантина) и теобромина (диметилксантина).

Лейцинъ. $C_6H_{13}NO_2$, амидо-капроновая кислота. Кристаллическія пластинки, или микроскопическіе шарики (см. фиг. 4 на стр. 39), мало растворимы въ водѣ, болѣе въ спиртѣ; нагрѣваемый сухимъ, лейцинъ при $+170^\circ$ возгоняется, образуя бѣлые пары съ запахомъ амиламинъ. Реакція Scherer'a: нагрѣваемый на платиновой пластинкѣ лейцинъ оставляетъ безцвѣтный остатокъ, который, будучи подогрѣтъ съ нѣсколькими каплями раствора ѣдкаго натра, окрашивается въ желтый или бурый цвѣтъ, затѣмъ превращается въ капельку маслянаго вида, перекатывающуюся по платиновой пластинкѣ, не смачивая ее.

Тирозинъ. $C_9H_{11}NO_3$ или $C_6H_4 \begin{cases} OH \\ C_2H_3 \end{cases} (NH_2)CO_2H$, оксифениламидо-пропионовая кислота. Пучки кристалловъ (см. фиг. 3 на стр. 39), мало растворимые въ водѣ, почти нерастворимые въ спиртѣ, растворяются съ содержаніемъ амміака. Тирозинъ даетъ реакцію Милона (см. стр. 43) Реакція Piria. Тирозинъ, растворяясь въ концентрированной сѣрной кислотѣ при нагрѣваніи, окрашиваетъ растворъ въ розовый цвѣтъ. Если усреднить нагрѣтый растворъ $BaCO_3$ послѣ разбавленія и профильтровать, то получается безцвѣтная жидкость нейтральной реакціи, которая съ слабымъ и нейтрализованнымъ растворомъ хлорнаго желѣза даетъ красивое фіолетовое окрашиваніе.

[Заключеніе ¹⁾. Всѣ такъ называемыя железы безъ выводнаго протока должны быть разсматриваемы какъ органы, такъ или иначе измѣняющіе составъ крови; результатъ ихъ дѣятельности выражается *внутренней секретіей*. Онѣ или поставляютъ прямо въ кровь нѣкоторыя химическія вещества и даже форменныя образованія, необходимыя для пополненія и поддержанія нормальнаго состава ея, или, наоборотъ, перерабатываютъ и разрушаютъ другія вещества (и форменныя образованія), вредныя или излишнія, накопленіе которыхъ также нарушало бы нормальный составъ крови. Поэтому всѣ такія железы (причисляя къ нимъ и костный мозгъ) такъ или иначе—нѣкоторыя еще совершенно неизвѣстнымъ образомъ—могутъ быть принимаемы за органы кроветворенія. Къ нимъ съ неменьшимъ правомъ должны быть причислены и нѣкоторыя железы, имѣющія выводной протокъ, но другими сторонами своей дѣятельности работающія тоже надъ составомъ крови. Таковы печень и поджелудочная железа.

Только благодаря непрерывной дѣятельности всѣхъ этихъ живыхъ лабораторій кровь сохраняетъ то изумительное постоянство состава, которое такъ характерно для нормальнаго животнаго. Въ самомъ дѣлѣ, количество и родъ бѣлковыхъ веществъ въ жидкой части крови, содержаніе въ ней сахара и

¹⁾ Дополненіе къ русскому изданію.

неорганическихъ веществъ подвержены только небольшимъ колебаніямъ, не смотря на значительныя колебанія въ составѣ пищевыхъ веществъ. То же самое имѣетъ мѣсто и по отношенію къ клѣточнымъ элементамъ крови; не смотря на постоянное новообразование и разрушеніе красныхъ и бѣлыхъ тѣлецъ крови валовое содержаніе ихъ остается обыкновенно неизмѣннымъ. Когда возникаютъ условія для уклоненія отъ нормы, то въ организмъ быстро принимаются компенсаторныя дѣйствія для приведенія крови къ ея обычному составу. Такъ, послѣ принятія пищи богатой жирами кровь становится на нѣкоторое время мутноватой отъ безчисленнаго множества поступившихъ въ нее жировыхъ шариковъ; но она скоро освобождается отъ нихъ и возвращается къ обычному составу. Умѣренныя потери крови восполняются здоровымъ животнымъ совершенно въ нѣскольکو дней.

Въ то время какъ сомнѣваться въ существованіи постоянного творенія и регулированія состава крови нѣтъ никакой возможности, характеръ тѣхъ процессовъ, которыми это достигается, остается еще крайне мало изученнымъ. Такія важныя сами по себѣ находки, какъ гликогенная функція печени или образованіе іодотирина въ щитовидной железнѣ, составляютъ лишь первые намеки на то, чего можно ожидать и требовать по отношенію къ изученію подобныхъ процессовъ. А затѣмъ слѣдуетъ еще имѣть въ виду, что процессы, лежащіе въ основѣ дѣятельности этихъ органовъ, такъ или иначе находятся въ зависимости отъ нервной системы и приводятся въ соотвѣтствіе съ измѣненіями, совершающимися въ другихъ частяхъ организма, какъ это начинаетъ выясняться только теперь и только по отношенію къ превращеніямъ углеводовъ въ печени.—[Н. В.].

ГЛАВА VIII.

МОЧЕОТДѢЛЕНІЕ.

Въ главѣ о дыханіи мы видѣли, что газообразные продукты органическаго метаморфоза выдѣляются легкими. Но конечные продукты превращенія бѣлковъ являются только отчасти въ газообразномъ видѣ: азотъ же получается въ видѣ твердаго остатка, именно въ видѣ мочевины, мочевой кислоты, креатинина и пр. То же и по отношенію къ сѣрѣ; она даетъ сѣрнокислыя соединенія. Лецитинъ, нуклеинъ и множество другихъ веществъ даютъ въ свою очередь азотистые, фосфористые и т. п. продукты разложенія. Наконецъ, съ пищей вводится довольно значительное количество солей, накопленіе которыхъ было бы не безопасно для организма. Выдѣленіе мочи почками и предназначено для выведенія огромнаго количества этихъ жидкихъ или твердыхъ веществъ, ставшихъ для организма бесполезными при процессахъ усвоенія и распада.

I. Моча.¹⁾

Общія свойства.—Нормальная моча человѣка представляетъ свѣтлую жидкость, лимонно-желтаго цвѣта, слегка флюоресцирующую, своеобразнаго запаха, соленатаго вкуса, ясно кислой реакціи, удѣльнаго вѣса въ среднемъ 1050—1020 (1003—1030).

Моча есть водный растворъ минеральныхъ и органическихъ веществъ, изъ которыхъ одни являются основаніями (натрій, калий, амміакъ, кальцій, магній, мочевины, креатининъ, ксантинъ), а другія кислотами (соляная, углекислота, фосфорная, свободная сѣрная и сѣрная связанная съ ароматическими спиртами [точнѣе: фенолами] и образующая съ ними сложные эфиры, мочевая, гиппуровая и нѣкоторыя другія ароматическія кислоты); ко всему этому прибавляются еще вещества красящія или хромогенныя, и немного слизи.

Основанія и кислоты мочи образуютъ соли: въ нормальной мочѣ сумма основаній (включая сюда и мочевины) въ общемъ соотвѣтствуетъ суммѣ кислотъ, такъ что моча не можетъ содержать свободной кислоты (моча не

¹⁾ См. особенно: Neubauer и Vogel. *Anleitung z. qualit. u. quantit. Analyse des Harns*. 1-я часть составл. Huppert'омъ.

[Залковскій и Лейбе. Ученіе о мочѣ. Русскій перев. 1884].

даетъ осадка отъ сѣрноватистокислаго натра, *Nipprert*; однако отношеніе оснований къ кислотамъ таково, что образуются кислыя соли, отъ присутствія которыхъ моча имѣетъ кислую реакцію.

Слѣдующія цифры показываютъ приблизительныя количества веществъ, выдѣляющихся съ мочей за 24 часа у взрослого человѣка:

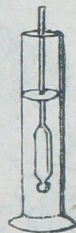
Вода	1.500.000 gr.	Фосфорная кислота	3.164 gr.
Твердый остатокъ	72.000 „	Хлоръ	7.000 „
Мочевина	33.180 „	Амміакъ	0.770 „
Мочевая кислота	0.555 „	Калій	2.500 „
Гиппуровая кислота	0.400 „	Натрій	11.090 „
Креатининъ	0.910 „	Кальцій	0.260 „
Пигменты и др. веществъ	10.000 „	Магній	0.207 „
Сѣрная кислота	2.012 „		

Кромѣ этихъ веществъ указываются, какъ постоянныя составныя части нормальной мочи въ весьма незначительныхъ количествахъ еще слѣдующія вещества: ксантинъ $C_5H_4N_4O_2$, аллантоинъ $C_4H_6N_4O_3$, оксалуговая кислота $C_3H_4N_2O_4$, (*Schupk*), гипоксантинъ $C_5H_4N_4O$ (*E. Salkowski*), слѣды креатина, щавелевой кислоты $C_2H_2O_4$, янтарной $C_4H_6O_4$, роданистоводородной кислоты $CNSH$, кремневой, азотной, азоти-стой, сѣрноватистой, перекиси водорода, желѣза.

Моча нормально содержитъ, кажется, небольшое количество пепсина (*Brücke* 1861). Свѣжепромытый фибринъ, помѣщенный на нѣсколько часовъ въ мочу, вбираетъ въ себя пепсинъ; если послѣ такого пропитыванія пепсиномъ погрузить его въ слабый растворъ соляной кислоты, нагрѣтый до $30-40^\circ$, то онъ быстро растворяется (*Grützner, W. Sahli*, 1885).

По *Mees*'у въ мочѣ содержитсяъ также птіалинъ (1885).

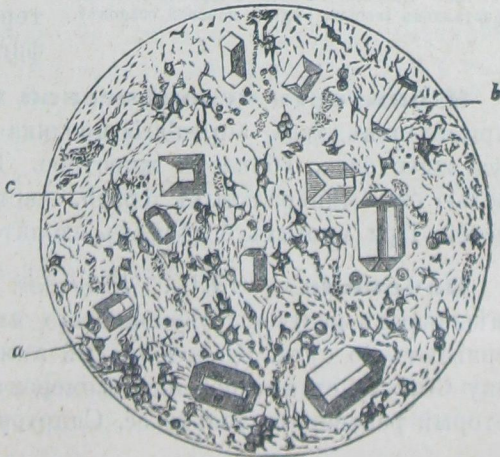
Что касается ненормальныхъ составныхъ частей, то моча можетъ содержать альбуминъ, параглобулинъ, пептонъ, различныя красящія вещества, особенно



Фиг. 136. Ареометръ для опредѣленія удѣльнаго вѣса мочи.

Фиг. 137.—Осадки отъ амміачнаго броженія

мочи подъ микроскопомъ: *a*, кислый моче-кислый амміакъ; *b*, фосфорнокислая амміач-магнѣзійная соль; *c*, микроорганизмы броженія.

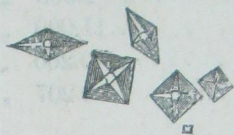


красящія вещества желчи и крови, различныя виды глюкозы, или сахара, летучія жирныя кислоты, жиръ, холестеринъ, тирозинъ, лейцинъ, цистинъ и т. д.

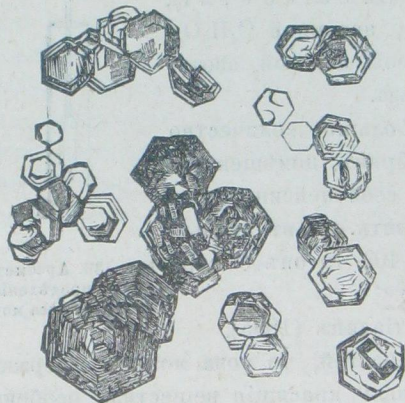
Мочевые камни чаще всего образованы фосфорнокислымъ и углекислымъ каль-циемъ, фосфорнокислою амміачно-магнѣзійною солью (рыхлые, неспособныя къ основныя физиологии.

горючіе камни, образующіеся въ щелочной мочѣ), затѣмъ щавелевокислымъ кальціемъ, мочевой кислотой, или мочекислыми солями (камни, образующіеся въ кислой мочѣ). Камни изъ цистина, а особенно ксантина, составляютъ большую рѣдкость.

Кислая реакція человѣческой мочи зависитъ главнымъ образомъ отъ присутствія кислаго фосфорнокислаго натра (Liebig). Кислотность мочи, собранной за 24 часа соотвѣтствуетъ 2—3 граммамъ щавелевой кислоты¹⁾. Она прежде всего зависитъ отъ рода пищи: у плотоядныхъ и всеядныхъ она кислая, у другихъ же животныхъ только при голоданіи; у травоядныхъ, питающихся нормально, она щелочная. Вскорѣ послѣ выпусканія моча иногда даетъ осадокъ кислыхъ мочекислыхъ солей или мочевой кислоты (разложеніе среднихъ уратовъ кислыми фосфатами, образованіе среднихъ фосфатовъ и кислыхъ уратовъ,—а не кислое броженіе, какъ долго думали. F. Hoffmann, Röhm ann). Подъ конецъ моча загниваетъ и получаетъ щелочную реакцію, вслѣдствіе наступленія амміачнаго броженія мочевины подъ вліяніемъ низшаго организма, открытаго Pasteur'омъ, *micrococcus ureae* Cohn'a, зародыши котораго распространены въ атмосферѣ, а иногда находятся уже въ мочѣ, заключенной еще въ пузырь (во многихъ случаяхъ катарра мочевого пузыря). Musculus'у удалось получить растворимый ферментъ, которому *micrococcus ureae* обязанъ своимъ дѣйствіемъ. Этотъ ферментъ быстро превращаетъ мочевины въ углекислый аммоній, слѣдствіемъ чего является амміачный запахъ, щелочная реакція и отложеніе кристалловъ фосфорнокислой амміакъ—магnezіи (а также мочекислаго амміака),—явленія характеризующія и загнившую мочу (см. фиг. 137)



Фиг. 133. — Щавелевокислый кальцій (изъ мочевого осадка).



Фиг. 139. — Цистинъ въ видѣ микроскопическихъ кристалловъ (весьма рѣдкій мочевого осадокъ).

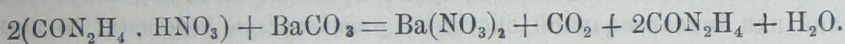
Ядовитость человѣческой мочи.—Человѣческая моча, будучи вырѣснута въ *vena auricularis* кролика въ количествѣ 50 кб. см. на 1 кило вѣса животнаго, убиваетъ животное. Токсическое дѣйствіе мочи зависитъ частью отъ минеральныхъ солей, частью отъ органическихъ составныхъ частей. При многихъ болѣзняхъ ядовитость мочи увеличивается.

Мочевина.— CON_2H_4 . *Полученіе:* 1. *синтетически* (Wöhler 1828). Смѣшиваютъ растворы сѣрнокислаго аммонія и ціановокислаго калия и выпариваютъ до суха. Ціановокислый аммоній NCO.NH_4 превращается въ мочевины CON_2H_4 , съ которой онъ изомеренъ. Последнюю извлекаютъ спиртомъ, который растворитъ только ее. Спиртовый растворъ при выпариваніи обра-

¹⁾ Во время пищеваренія реакція мочи менѣе кислая и можетъ перейти въ нейтральную или даже щелочную (Bence-Jones), особенно послѣ принятія пищи богатой NaCl (Max Gruber).

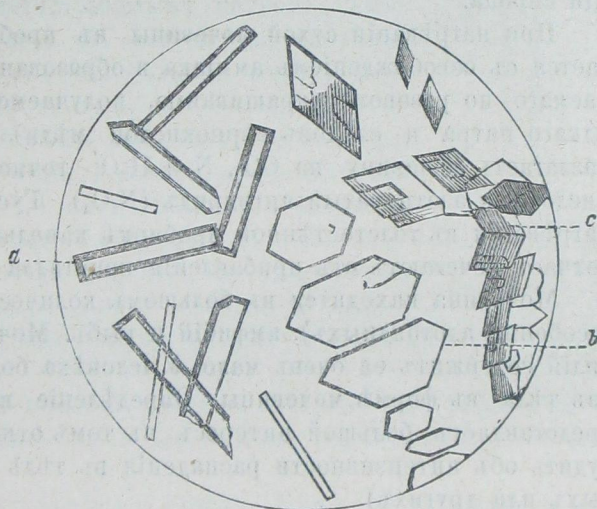
зуеть игольчатые кристаллы мочевины (ціановокислый калий получается при сплавлении ціанистаго калия съ окисью свинца).

2. *Извлеченіемъ изъ мочи.* Если моча достаточно богата мочевиной (какъ напр. у собаки, гдѣ она содержитъ до 10⁰/о), то достаточно ее выпарить до незначительнаго объема и обработать спиртомъ; мочевины легко растворима въ спиртѣ и изъ него хорошо выкристаллизовывается. Очищаютъ ее повторной кристаллизацией изъ спирта. Чаще, однако, выпаривъ мочу до консистенціи сиропа, осаждаютъ изъ нея мочевины азотной кислотой (свободной отъ красноватыхъ паровъ низшихъ окисловъ N) въ видѣ азотнокислой мочевины, съ предосторожностями для охлажденія смѣси. Кристаллическій осадокъ азотнокислой мочевины разлагается посредствомъ углекислаго барія:

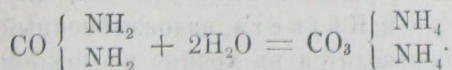


Затѣмъ высушиваютъ смѣсь и обрабатываютъ спиртомъ, который растворяетъ мочевины.

Фиг. 140, — а, микроскопическіе кристаллы мочевины; b, гексагональныя пластинки; c, ромбическія пластинки азотнокислой мочевины.

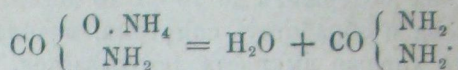


Свойства. Мочевины кристаллизуется въ видѣ длинныхъ безцвѣтныхъ призмъ (часто имѣющихъ центральный каналъ), очень растворимыхъ въ водѣ и спиртѣ, особенно въ кипящемъ спиртѣ, нерастворимыхъ въ эфирѣ, охлаждающе-горькаго вкуса. Мочевины обыкновенно разсматривается какъ амидъ угольной кислоты: $\text{CO} \begin{Bmatrix} \text{NH}_2 \\ \text{NH}_2 \end{Bmatrix}$. И въ самомъ дѣлѣ, она съ величайшею легкостью превращается (при кипяченіи съ водою, кислотами, щелочами; при амміачномъ броженіи мочи) въ углекислый аммоній.



Musculus на этой реакціи основалъ способъ открытія мочевины. Онъ собираетъ ферментъ амміачнаго броженія мочи, фильтруя ее черезъ шведскую фильтровальную бумагу; такая бумага, содержащая ферментъ, окрашивается куркумой въ желтый цвѣтъ; полоска приготовленной такимъ образомъ реактивной бумаги, будучи погружена въ растворъ мочевины, вызываетъ превращеніе послѣдней въ углекислый аммоній, отчего бумажка сильно бурфеть.

Съ другой стороны мочевины можно получить путемъ отнятія воды (дегидратация при нагреваніи) отъ амміачной соли карбаминовой кислоты (которая сама получается взаимодействіемъ сухихъ газовъ CO_2 и NH_3):



Мочевина образуетъ соединенія съ кислотами (аналогичныя амміачнымъ солямъ) и съ нѣкоторыми металлическими солями. Тѣ изъ соединеній, которыя отличаются своею нерастворимостью, могутъ служить для распознаванія мочевины: концентрированные растворы мочевины даютъ съ азотной кислотой осадокъ, состоящій изъ блестящихъ кристаллическихъ пластинокъ ромбической или гексагональной системы, *азотнокислой мочевины*; со щавелевой кислотой даютъ бѣлый осадокъ маленькихъ кристалловъ *щавелевокислой мочевины*; съ азотнокислой ртутью—бѣлый осадокъ и т. д. Соединеніе мочевины съ NaCl иногда самостоятельно выпадаетъ при сгущеніи мочи до консистенціи сиропа.

При нагреваніи сухой мочевины въ пробиркѣ она плавится и разлагается съ освобожденіемъ амміака и образованіемъ *біурета* $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_2$ (узнаваемого по розовому окрашиванію, получаемому отъ прибавленія раствора ѣдкаго натра и слѣдовъ сѣрнокислой мѣди). Бромноватистокислый натръ разлагаетъ мочевины на CO_2 , N и H_2O ; точно также дѣйствуютъ азотистая кислота и азотноватый ангидридъ (N_2O_4). Густые пары, получающіеся при нагреваніи въ толстостѣнной пробиркѣ капельки ртути съ азотной кислотой, тотчасъ исчезаютъ отъ прибавленія кристалла мочевины или ея раствора.

Мочевина находится въ большомъ количествѣ въ мочѣ млекопитающихъ (особенно плотоядныхъ), амфибій и рыбъ. Моча птицъ и чешуйчатыхъ рептилій содержитъ ея очень мало. У человѣка большая часть азота выдѣляется изъ тѣла въ формѣ мочевины. Опредѣленіе количества мочевины въ мочѣ представляетъ большой интересъ въ томъ отношеніи, что по нему можно судить объ интенсивности распаденія въ тѣлѣ азотистыхъ веществъ (бѣлковъ или другихъ).

Количественное опредѣленіе. Опредѣленіе мочевины въ мочѣ можно производить нѣсколькими способами. Мы приведемъ только самый точный изъ нихъ — способъ *Bunsen'a* — и опишемъ еще два другіе, наичаще употребляемые:

1. *Способъ Bunsen'a* состоитъ въ разложеніи мочевины при температурѣ $+ 200^\circ$ (въ запаянной трубкѣ) дѣйствіемъ амміачнаго раствора хлористаго барія. По окончаніи нагреванія взвѣшиваютъ образовавшійся осадокъ углекислаго барія и по нему вычисляютъ количество мочевины ¹⁾.

2. *Газометрическое опредѣленіе мочевины помощью бромноватистокислаго натра* (способъ *Knop'a* и *Hüfner'a*, видоизмѣненный [Бородинымъ и] *Уолпомъ*). Опытъ производится въ крайне несложномъ приборѣ (рис. 141): приборъ состоитъ изъ стеклянной трубки длиною въ 40 сантиметровъ, имѣющей въ верхней своей четверти кранъ, также изъ стекла, и раздѣленной вверхъ и внизъ отъ крана на кубическіе сантиметры и десятые части кубическаго сантиметра. Приборъ погружается въ ртутную ванну. Часть В

¹⁾ Способъ пригоденъ только при отсутствіи бѣлковъ и углеводовъ, которые развиваютъ въ тѣхъ же условіяхъ много CO_2 .

наполняется ртутью до крана, а въ А вливаютъ известное количество мочи, которое тутъ же измѣряется въ кубическихъ сантиметрахъ; открывъ кранъ *r*, мочу понемногу переводятъ въ часть В, причемъ ртуть соответственно понижается. Измѣрительную трубку А обмываютъ нѣкоторымъ количествомъ раствора ѣдкаго натра, разбавленнаго водой, и эту промывную жидкость присоединяютъ къ мочѣ. Затѣмъ прибавляютъ нѣкоторое количество раствора бромноватистокислаго натра (5 граммовъ брома и 30 граммовъ ѣдкаго натра на 125 граммовъ дистиллированной воды): моча тогда разлагается на CO_2 , которая поглощается ѣдкимъ натромъ, на $[\text{H}_2\text{O}]$ и на N , собирающійся вверху В. Чтобы лучше смѣшать реагирующія жидкости, приборъ вынимаютъ изъ ртути, предварительно закрывъ подъ ртутью пальцемъ нижнее отверстіе, и взбалтываютъ. Когда весь газъ соберется вверху, и жидкость обезцвѣтится, приборъ переносятъ въ сосудъ съ водой; щелочной растворъ съ бромноватистокислымъ натромъ, имѣя большій удѣльный вѣсъ, стекаетъ на дно сосуда; сравнивъ уровни воды въ приборѣ и сосудѣ, дѣлаютъ отчетъ газа. Каждый сантиграммъ мочевины даетъ 3,7 кб. см. азота при 0° и 760 мм. давленія. Чтобы избѣжать поправокъ на температуру, давленіе, и т. п., Увонъ предложилъ непосредственно повторять тотъ же опытъ съ 5 кб. см. титрованного раствора мочевины (заключающаго 0,1 грамма мочевины въ 5 кб. см.), прибавляя достаточное количество раствора бромированной щелочи. При этомъ второмъ опредѣленіи получаютъ цифру азота, близкую къ 37 кб. см.; при помощи ея уже и высчитываютъ цифру перваго опредѣленія.



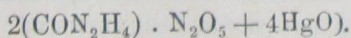
Фиг. 141. — Трубка Увонъ для объемнаго опредѣленія количества мочевины.

Собирающійся вверху подъ краномъ прибора азотъ не весь происходитъ изъ мочевины; часть мочевой кислоты и креатинина также разлагаются отъ бромированной щелочи.

3. *Титрованіе растворомъ азотнокислой ртути* (Liebig), основанное на осажденіи мочевины азотнокислою ртутью.

Приготавливаютъ ртутный растворъ такого титра, чтобы одинъ кубическій сантиметръ его осаждалъ какъ разъ 1 сантиграммъ мочевины (по Dragendorffу растворяютъ 96,855 грамм. сулемы въ водѣ, растворъ осаждаютъ ѣдкимъ натромъ или кали, осадокъ промываютъ, растворяютъ въ достаточномъ количествѣ азотной кислоты и разбавляютъ до полученія точно 1 литра раствора. Титръ провѣряютъ посредствомъ 2-хъ процентнаго раствора мочевины.

Ртутный растворъ наливается въ градуированную бюретку и маленькими порціями спускается въ стаканчикъ, заключающій уже 10 кб. см. мочи, пока не осядетъ вся мочеви́на (въ видѣ двойного соединенія):



Конецъ реакціи узнается слѣдующимъ образомъ: время отъ времени берутъ стеклянной палочкой капельку смѣси и спускаютъ ее на часовое стеклышко, въ которомъ находится растворъ соды: получается бѣлый осадокъ, пока есть еще въ испытуемой жидкости свободная мочеви́на; когда же образуется избытокъ азотнокислой ртути, то осадокъ становится желтымъ (основная

азотнокислая соль ртути). Прежде чѣмъ реакцію считать законченною, надо смѣсь усреднить растворомъ соды и опять приливать растворъ азотнокислой ртути, пока опять не появится желтое окрашиваніе. Каждый прилитый къ мочѣ кубическій сантиметръ ртутнаго раствора соотвѣтствуетъ 1 сантиграмму мочевины.

Прежде чѣмъ изслѣдовать мочу по этому способу, ее нужно освободить отъ фосфатовъ, которые также осаждаются азотнокислой ртутью. Для этого два объема мочи смѣшиваютъ съ однимъ объемомъ баритовой смѣси (состоящей изъ двухъ частей насыщеннаго раствора ѣдкаго барія и одной части насыщеннаго раствора азотнокислаго барія). Получившійся осадокъ отфильтровываютъ, берутъ 15 кб. см. жидкости (что должно отвѣчать 10-ти кб. см. мочи) и титруютъ ртутнымъ растворомъ.

Этотъ способъ даетъ наилучшіе результаты съ жидкостями, содержащими около 2% мочевины. При большемъ или меньшемъ содержаніи мочевины окончательная реакція появляется то слишкомъ рано, то слишкомъ поздно, чрезъ что вводится всегда болѣе или менѣе значительная ошибка. Другой источникъ ошибки состоитъ въ томъ, что первыя порціи ртутнаго раствора разлагаются NaCl, содержащимся въ мочѣ, съ образованіемъ сулемы и азотнокислаго натра, остающихся въ растворѣ. Поэтому, пока не разложится весь NaCl мочи, осадка мочевины не получается. Liebig нашелъ, что получающуюся при этомъ ошибку можно съ достаточной точностью исправлять, отнимая 1,5—2,5 куб. сант. отъ всего числа куб. сантиметровъ ртутнаго раствора, употребленнаго на осажденіе мочевины изъ 10 кб. сант. мочи¹⁾.

Мочевая кислота.— $C_5H_4N_4O_3$ —[раціон. формула на стр. 34]. *Полученіе.*—Достаточно прибавить къ человѣческой мочѣ нѣсколько капель соляной кислоты, чтобы разложить всѣ содержащіяся въ ней ураты (соли мочевой кислоты) и спустя 24—36 часовъ получить отложеніе кристалловъ мочевой кислоты на стѣнкахъ сосуда и на поверхности жидкости. Кристаллы эти всегда сильно окрашены красящимъ веществомъ мочи, отъ котораго ихъ почти невозможно освободить.

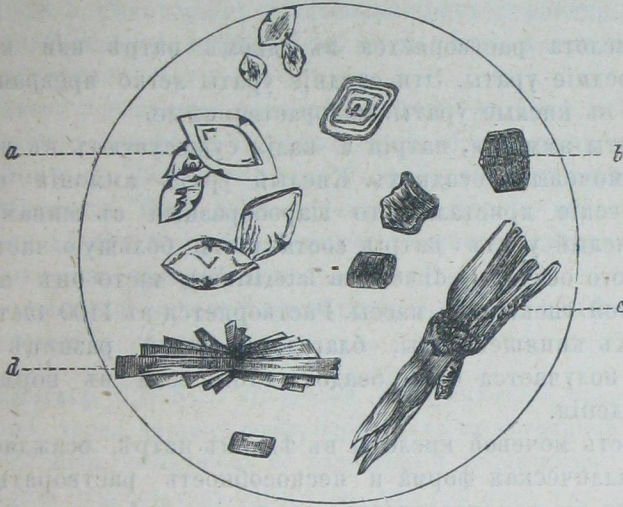
Для полученія большихъ количествъ чистой мочевой кислоты берутъ изверженія змѣй. Эти экскременты содержатъ очень мало остатковъ непереваренной пищи и образованы главнымъ образомъ мочей, которая у пресмыкающихся представляетъ бѣловатую кашицу, состоящую въ большей своей части изъ мочевой кислоты. Ихъ кипятятъ съ растворомъ ѣдкаго натра; образуется мочекислый натръ, который и переходитъ въ растворъ; растворъ обрабатываютъ соляной кислотой, которая разлагаетъ уратъ и осаждаетъ мочевую кислоту въ видѣ безцвѣтнаго кристаллическаго порошка.

Гуано обыкновенно содержитъ большія количества мочевой кислоты и также можетъ служить для полученія ея.

Свойства.—Мочевая кислота является въ видѣ микроскопическихъ кристалловъ, сильно преломляющихъ свѣтъ, окрашенныхъ въ буро-красный цвѣтъ, если они осажжены изъ мочи, безцвѣтныхъ въ чистомъ видѣ. Это

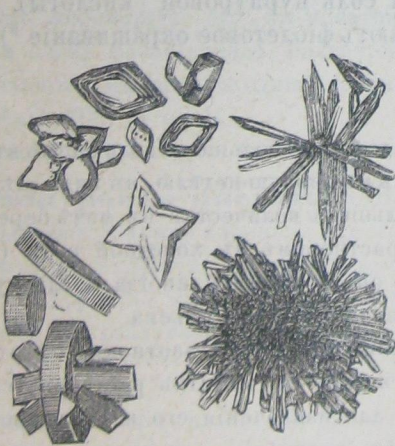
¹⁾ Riegler (1896) описалъ, какъ „простой, быстро выполнимый и точный способъ опредѣленія мочевины“ разложеніе ея Миллоновымъ реагентомъ (стр. 43). Мочевина при этомъ разлагается на CO_2 и N_2 , по объему которыхъ и вычисляется ея содержаніе.

суть таблички или ромбическія призмы, часто вросшія одна въ другую, съ углами тупыми и сильно закругленными; они часто бываютъ неполными и имѣютъ форму точильныхъ камней. Если кристаллы быстро осадить боль-



Фиг. 142.—Кристаллы мочевой кислоты, *a*—ромбодры въ формѣ точильнаго камня; *b*—группа кристалловъ въ формѣ боченка; *c*—кристаллы неправильно удлиненные; *d*—ромбодры, расположенные по радіусамъ.

шимъ количествомъ концентрированной кислоты, то они образуютъ четырехъ-угольные исчерченные призмы, часто сгруппированныя въ видѣ ступенекъ лѣстницы, при чемъ конечныя грани кажутся всаженными почти подъ пря-



Фиг. 143.—Микроскопическіе кристаллы мочевой кислоты.



Фиг. 144.—Микроскопическіе кристаллы мочевой кислоты.

мымъ угломъ въ боковыя грани. Эти кристаллы не имѣютъ ни запаха, ни вкуса, очень мало растворимы въ водѣ (для растворенія нужно 14000 частей холодной или 1800 частей кипящей воды), нерастворимы ни въ спиртѣ, ни въ эфирѣ, но довольно растворимы въ нагрѣтомъ глицеринѣ по Colasanti.

При нагрѣваніи мочевая кислота разлагается, образуя мочевины, циано-

вую кислоту, углекислый амміакъ, синильную кислоту и остатокъ угля. Окислители превращаютъ мочевую кислоту въ цѣлый рядъ производныхъ: аллоксанъ $C_4H_2N_2O_4$, мочевины CON_2H_4 , аллантиинъ $C_4H_6N_4O_3$ ¹⁾, кислоты парабановую $C_3H_2N_2O_3$, мезоксалоую $C_2H_2O_5$, щавелевую $C_2H_2O_4$, углекислоту и т. д.

Мочевая кислота растворяется въ ѣдкомъ натрѣ или кали, образуя растворимые средніе ураты. Эти средніе ураты легко превращаются (напр. отъ струи CO_2) въ кислые ураты, малорастворимые.

Кислые ураты аммонія, натрія и калия существуютъ въ мочѣ и могутъ находиться въ мочевыхъ осадкахъ. Кислый уратъ аммонія представляетъ то микроскопическіе кристаллы, то шарообразныя съ шипами массы (см. фиг. 137 а). Кислый уратъ натрія составляетъ большую часть кирпично-краснаго мочевого осадка (*sedimentum lateritium*); часто онъ аморфенъ, въ видѣ шероховатой спекшейся массы. Растворяется въ 1100 частяхъ холодной и въ 125 частяхъ кипящей воды; благодаря такой разницѣ въ степени растворимости, получается часто осадокъ этой соли въ нормальной мочѣ послѣ ея охлажденія.

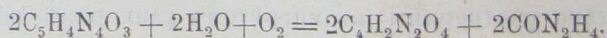
Растворимость мочевоы кислоты въ ѣдкомъ натрѣ, осаждаемость кислотами, ея кристаллическая форма и неспособность растворяться въ водѣ достаточно могли бы характеризовать ее; но мы имѣемъ кромѣ того нѣсколько прекрасныхъ цвѣтныхъ реакцій, между которыми на первомъ планѣ должно поставить такъ называемую *мурексидную пробу*. Вотъ въ чемъ она состоитъ: въ фарфоровой чашечкѣ слегка подогреваютъ немного изслѣдуемаго вещества съ нѣсколькими каплями азотной кислоты. Мочевая кислота растворяется, и при выпариваніи получается остатокъ сначала желтаго, затѣмъ краснаго цвѣта. Приливъ послѣ охлажденія капли двѣ разбавленнаго амміака, получимъ великолѣпное пурпурное окрашиваніе, извѣстное подъ именемъ *мурексиды* (амміачная соль пурпуровой кислоты). Ёдкіе кали и натрѣ при тѣхъ же условіяхъ даютъ фіолетовое окрашиваніе²⁾.

¹⁾ Аллантиинъ $C_4H_6N_4O_3$ существуетъ въ довольно большомъ количествѣ въ околоплодной жидкости и въ мочѣ новорожденныхъ въ первую недѣлю, въ видѣ слѣдовъ въ мочѣ взрослого человѣка и въ нѣсколько большемъ количествѣ въ мочѣ беременной женщины. Такъ какъ аллантиинъ мало растворимъ въ холодной водѣ (растворяется въ 160 частяхъ холодной воды), то онъ отлагается иногда послѣ простаго выпариванія мочи молодыхъ телятъ до незначительнаго объема.

Онъ образуетъ соединенія съ металлами, осаждается азотнокислой ртутью и азотнокислымъ серебромъ при осторожномъ (ибо въ избыткѣ растворяется) прибавленіи амміака; соединенія эти служатъ для извлеченія его изъ жидкостей, въ которыхъ онъ находится. Лучшій способъ полученія аллантиина состоитъ въ искусственномъ приготовленіи его окисленіемъ на холоду мочевоы кислоты марганцовокислымъ кали.

Щавелевокислый кальцій встрѣчается иногда въ мочѣ и мочевоомъ осадкѣ онъ является въ формѣ микроскопическихъ октаэдровъ (см. рис. 138).

²⁾ Окисленіе мочевоы кислоты посредствомъ азотной даетъ аллоксанъ и мочевины:



Если мочевую кислоту кипятить съ ѣдкимъ натромъ и сѣрнокислой мѣдью, то образуется бѣлый осадокъ урата мѣди. Можетъ осѣсть при этомъ также красная закись мѣди, если будетъ взятъ избытокъ сѣрнокислой мѣди.

Мочевая кислота существуетъ въ небольшихъ количествахъ въ мочѣ млекопитающихъ и нѣкоторыхъ безпозвоночныхъ (особенно у *seria officinalis*), и въ очень большихъ количествахъ въ мочѣ птицъ и пресмыкающихся, гдѣ она замѣняетъ мочевины.

Количественное опредѣленіе мочевой кислоты въ мочѣ человѣка не представляетъ большого интереса. Опредѣленный объемъ мочи осаждаютъ HCl и оставляютъ стоять на 36 часовъ; осадокъ собираютъ на взвѣшенный фильтръ и вновь взвѣшиваютъ. Такъ какъ мочевая кислота не абсолютно нерастворима, то нужно дѣлать поправку соотвѣтственно ея растворимости по количеству жидкости, изъ которой она осаждается.

Строеніе молекулы мочевой кислоты неизвѣстно: синтетически получена она только недавно ¹⁾.

Креатининъ $C_4H_7N_3O$. *Полученіе*. Если кипятить креатинъ съ разведенной HCl, то онъ, теряя частицу воды, переходитъ въ креатининъ. Чтобы извлечь креатининъ изъ мочи, осаждаютъ ее известью и хлористымъ кальціемъ, фильтруютъ и выпариваютъ, остатокъ обрабатываютъ спиртомъ и къ спиртовой вытяжкѣ прибавляютъ спиртовый растворъ хлористаго цинка. Образуется двойное хлористое соединеніе креатинина и цинка, которое затѣмъ можно очистить и разложить.

Свойства. Креатининъ образуетъ блестящіе призматическіе кристаллы, безцвѣтные, ясно выраженнаго щелочнаго вкуса, окрашиваетъ красную лакмусовую бумажку въ синій цвѣтъ, съ кислотами даетъ настоящіе соли. Онъ довольно растворимъ въ холодной водѣ, менѣе въ холодномъ спиртѣ и, напротивъ, очень хорошо растворимъ въ горячемъ спиртѣ.

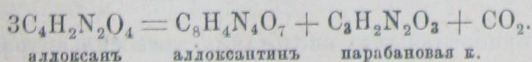
Креатининъ осаждается хлористымъ цинкомъ; щелочи (особенно при подогрѣваніи) переводятъ его въ креатинъ. Растворы креатинина съ нѣсколькими каплями очень разведеннаго раствора нитро-пруссиднаго натрія и ѣдкаго натра окрашиваются въ превосходный рубиново-красный цвѣтъ, переходящій затѣмъ въ желтый (Th. Weyl).

Креатининъ найденъ въ мочѣ млекопитающихъ, но не въ мочѣ птицъ.

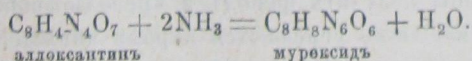
Гиппуровая кислота. $C_9H_9NO_3$ или $C_6H_5 \cdot CO - HN \cdot CHCO_2H$.

Полученіе. Свѣжая коровья или лошадиная моча кипятится съ известковымъ молокомъ, фильтруется, сгущается выпариваніемъ и осаждается HCl. Малорастворимая гиппуровая кислота отлагается въ большомъ количествѣ. Очищаютъ ее повторной кристаллизацией изъ воды.

При нагрѣваніи аллоксанъ распадается на аллоксантинъ, парабановую и угольную кислоты:



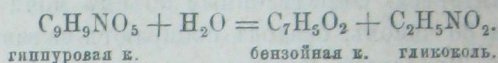
Аллоксантинъ, обработанный амміакомъ, даетъ мурексидъ:



¹⁾ Теперь она признана за діуретидъ тріокси-акриловой кислоты. Сравни.

Свойства. Призматическіе четырехугольные кристаллы съ двумя или четырьмя конечными гранями (походятъ иногда на кристаллы фосфорнокислой аміакъ-магнезій), при проходящемъ свѣтѣ молочнаго цвѣта, безъ запаха, слегка горьковатаго вкуса, мало растворимы въ холодной водѣ (1 : 600), хорошо растворяются въ кипящей водѣ или въ спиртѣ.

Гиппуровая кислота образована соединеніемъ *гликоля* и *бензойной кислоты*, какъ доказываетъ разложеніе ея при кипяченіи съ минеральными кислотами или щелочами, или же подѣйствию *micrococcus ureae*;



гиппуровая к.

бензойная к.

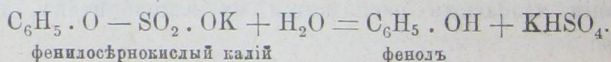
гликоколь.

Гиппуровая кислота даетъ нѣсколько характерныхъ реакцій; умеренно нагрѣваемая въ пробиркѣ, она превращается въ жидкость маслянистаго вида, а при охлажденіи становится снова кристаллическою. Если нагрѣвать сильнѣе, то масса окрашивается въ красный цвѣтъ, распространяется по стѣнкамъ пробирки и даетъ возгонъ бензойной кислоты, развивая сначала довольно пріятный запахъ, напоминающій запахъ сѣна, а затѣмъ синильной кислоты. Гиппуровая кислота, прокипяченная и выпаренная досуха съ азотной кислотой, даетъ остатокъ, который при дальнѣйшемъ нагрѣваніи развиваетъ сильный запахъ горькихъ миндалей (нитробензолъ). Эта реакція зависитъ отъ присутствія бензойной кислоты въ частицѣ гиппуровой кислоты (реакція *Lücke*). Наконецъ, соли гиппуровой кислоты даютъ съ хлорнымъ желѣзомъ коричневый осадокъ.

Ароматическія вещества мочи.—Человѣческая моча содержитъ по *Ваумаппу* небольшія количества (0,01 — 0,02 гр. на литръ) двухъ ароматическихъ кислотъ: *параоксифенилуксусной кислоты* $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$ или $\text{HO} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}_2 \cdot \text{CO}_2\text{H}$ и гомологичной ей *параоксифенилпропіоновой* $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_3$ или $\text{HO} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C}_2\text{H}_4 \cdot \text{CO}_2\text{H}$.

Кромѣ того въ мочѣ находятъ еще—и въ большемъ количествѣ—въ видѣ эфировъ сѣрной кислоты нѣкоторые фенолы, именно *обыкновенный фенолъ* $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{OH}$, *паракрезолъ* и *ортокрезолъ* $\text{CH}_3 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{OH}$, иногда и *пирокатехинъ* $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$ (*Булыгинскій*, *Норре-Seyler*, *Ваумапп* и др.). Въ человѣческой мочѣ содержится преимущественно *паракрезилострнная кислота*: $\text{CH}_3 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 - \text{OSO}_2 \cdot \text{OH}$, а также небольшое количество *фенилосѣрной кислоты*: $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{O} - \text{SO}_2 \cdot \text{OH}$ въ формѣ солей.

Фенолъ и *крезолъ* по свойствамъ своимъ представляются очень сходными; то же самое можно сказать и относительно образуемыхъ ими съ кислотой эфировъ и солей. Соли эти разлагаются, при продолжительномъ кипяченіи съ перегрѣтой водой, на сѣрнокислую соль съ одной стороны и на крезолъ или фенолъ съ другой:



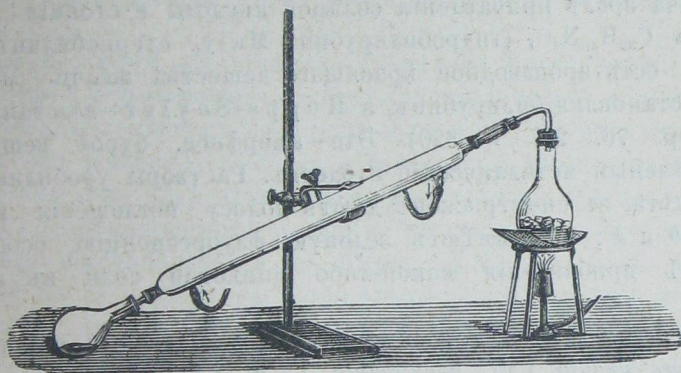
фенилосѣрнокислый калий

фенолъ

Кипяченіе съ минеральными кислотами, даже сильно разбавленными, производить такое разложеніе весьма быстро. Достаточно прокипятить мочу съ 5% сѣрной кислотой, чтобы получить фенолъ и крезолъ свободными (фиг. 145). А такъ какъ эти вещества легко увлекаются парами кипящей воды, то ихъ цѣлкомъ и можно получить, если собирать продукты перегонки подкисленной мочи. Присутствіе ихъ можно доказать помощью свойственныхъ имъ цвѣтныхъ реакцій: чернильно-синее окрашиваніе отъ прибавленія раствора (нейтральнаго) хлор-

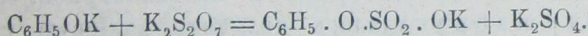
наго желѣза; желтый кристаллическій осадокъ трибромфенола или бромистаго трибромкрезола, $C_6H_2Br_3OH$, или $C_7H_4Br_3.OBr_3$, отъ прибавленія брома; реакція Миллона отъ реактива этого имени и т. д.

Феноль и крезоль образуютъ кристаллическія массы съ характернымъ запахомъ, остраго ѣдкаго вкуса, плавящіеся при низкой температурѣ ($38-40^\circ$ для фенола, $35-36^\circ$ для крезола), возгоняющіеся, феноль при $182-183^\circ$, крезоль



Фиг. 145. Перегонка лошадиной мочи съ сѣрной кислотой.

при $197-199^\circ$, весьма мало растворимыя въ холодной водѣ, болѣе въ теплой, смѣшивающіяся во всѣхъ пропорціяхъ со спиртомъ и эфиромъ. Въ нихъ Н ихъ воднаго остатка легко замѣщается металлами, давая такія соединенія, какъ C_6H_5OK фенолатъ калия, которыя при нагреваніи съ пироксѣрнистыми солями даютъ соли, аналогичныя фенилосѣрнымъ и крезилосѣрнымъ солямъ (B a u m a n n):



фенолатъ калия

фенилосѣрная соль калия

Пирокатехинъ $C_6H_4(OH)_2$ иногда встрѣчается въ человѣческой мочѣ или какъ таковой, или съ сочетаніи въ сѣрной кислотой. Пирокатехинъ кристаллизуется въ видѣ тетрагональныхъ призмъ, плавящихся при $102-104^\circ$, и затѣмъ возгоняющихся. Онъ растворимъ въ водѣ, спиртѣ и эфирѣ. Отъ хлорнаго желѣза окрашивается въ темно-зеленый цвѣтъ, а затѣмъ въ черный. Щелочные растворы его обладаютъ сильными восстанавливающими свойствами, даютъ красный осадокъ при кипяченіи съ жидкостью Fehling'a; поглощая кислородъ воздуха, они окрашиваются послѣдовательно въ зеленый, зеленовато-бурый, бурый и, наконецъ, черный цвѣта. Присутствію именно пирокатехина лошадиная моча обязана свойствомъ темнѣть на воздухѣ.

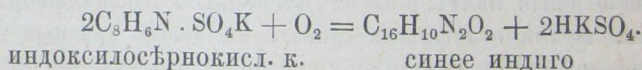
Красящія и хромогенныя вещества.—Природа и свойства красящихъ веществъ мочи еще неизвѣстны. Thudichum принимаетъ, что нормальная человѣческая моча содержитъ одно только красящее вещество желтаго цвѣта, которому онъ даетъ имя *урохрома*. Thudichum получаетъ урехромъ, осаждающій его уксуснокислымъ свинцомъ и разлагающій затѣмъ осадокъ. Другіе допускаютъ существованіе нѣсколькихъ красящихъ веществъ.

Моча иногда содержитъ *уробилинъ* (особенно часто при лихорадкѣ, страданіяхъ печени, и т. п., Jobbe, 1863) и почти всегда одно безцвѣтное вещество, которое легко переходитъ въ уробилинъ при дѣйствіи минераль-

ныхъ кислотъ. Дѣйствительно, если слабо окрашенную мочу совершенно лишить красящаго вещества (урохрома) посредствомъ осажденія основнымъ уксуснокислымъ свинцомъ, то въ отфильтрованной жидкости останется хромогенное вещество уробилина; окисляясь на воздухѣ при дѣйствіи минеральныхъ кислотъ, оно окрашиваетъ мочу въ темный цвѣтъ: послѣдняя тогда даетъ спектръ уробилина. Безъ сомнѣнія, такому разложенію хромогеннаго вещества уробилина обязанъ тотъ болѣе темный цвѣтъ, который получаетъ моча послѣ прибавленія соляной кислоты и стоянія на воздухѣ.

Уробилинъ $C_{32}H_{40}N_4O_7$ (гидробилирубинъ Maly, стеркобилинъ Masius'a и Vanlair'a) есть производное красящаго вещества желчи. Maly получилъ его, возстановляя билирубинъ, а Норре-Сейлеръ—возстановляя гематинъ (см. стр. 76, 297 и 320). Это—аморфное, бурое вещество, дающее иногда зеленый металлическій отблескъ. Растворы уробилина—красноватобураго цвѣта, въ спектроскопѣ даютъ полосу поглощенія въ зеленой части между *b* и *F*; они имѣютъ зеленую флуоресценцію, особенно ясно видную послѣ прибавленія какой-либо цинковой соли въ амміачномъ растворѣ.

Нормальная моча въ нѣкоторыхъ случаяхъ содержитъ синее красящее вещество, *синее индиго* или *индиготинъ* $C_{16}H_{10}N_2O_2$ (Hill Nassall 1853) и красное красящее вещество, красное индиго или *урродинъ* Heller'a. Вещества эти не существуютъ въ готовомъ видѣ въ мочѣ, а образуются изъ безцвѣтнаго хромогеннаго вещества—*индикана*, невѣрно считаемаго Schunck'омъ за вещество, идентичное съ индиканомъ индигоноснаго растенія. Ваушанн (1876) показалъ, что индиканъ мочи есть эфиръ, образованный изъ сѣрной кислоты и продукта окисленія индола, индоксила $C_8H_6N.OH$. Индиканъ мочи есть, стало быть, *индоксилосѣрная кислота* $C_8H_6N.O-SO_2.OH$, аналогичная кислотамъ фенилосѣрной и крезилосѣрной, о которыхъ мы уже говорили. Ваушанн'у удалось получить калиевую соль индоксилосѣрной кислоты изъ мочи собаки, которая ежедневно съ ѣдой получала по 3—5 граммовъ индола. Индоксилосѣрная кислота очень непостоянна, калийная же соль ея, напротивъ, довольно прочна. Индоксилосѣрноокислый калий $C_8H_6N.SO_4K$ образуетъ маленькія блестящія пластинки бѣлаго цвѣта, растворимыя въ водѣ, при дѣйствіи окислителей превращающіяся въ синее индиго:



Человѣческая моча содержитъ обыкновенно мало индикана (5—20 mgr. индиго за сутки). Но количество индиго доходить до 0,05—0,10 и даже 0,15 гр. за сутки въ случаѣ закупориванія (obstructio) въ тонкихъ кишкахъ или разлитого перитонита. Въ такихъ случаяхъ моча иногда окрашивается при загниваніи въ синій цвѣтъ и покрывается на поверхности пленочкой радужныхъ цвѣтовъ, въ которой констатировано присутствіе кристалловъ индиготина.

Присутствіе индиго обнаруживаютъ такимъ образомъ, что мочу смѣшиваютъ съ равнымъ объемомъ концентрированной соляной кислоты и прибавляютъ затѣмъ по каплямъ слабый растворъ хлорноватистокислаго натра. Нужно тщательно взбалтывать смѣсь послѣ прибавленія каждой капли раствора хлорноватистокислаго натра и еще тщательнѣе слѣдить за тѣмъ,

чтобы не прилить избытка его, такъ какъ избытокъ обезцвѣтитъ выдѣлившееся индиго. Выдѣленное синее индиго растворяется въ хлороформѣ, окрашивая его въ синій цвѣтъ. Если для опыта взять лошадиную или бычачью мочу, сгущенную выпариваніемъ, то количество получающагося по этому способу (даже безъ хлороформа) индиго будетъ гораздо больше. Индиго тогда осадеть въ видѣ синяго порошка, смѣшаннаго съ гипсуровой кислотой. Мочу фильтруютъ черезъ азбестовый фильтръ, промываютъ горячей водой для растворенія гипсуровой кислоты и въ остаткѣ получаютъ индиго.

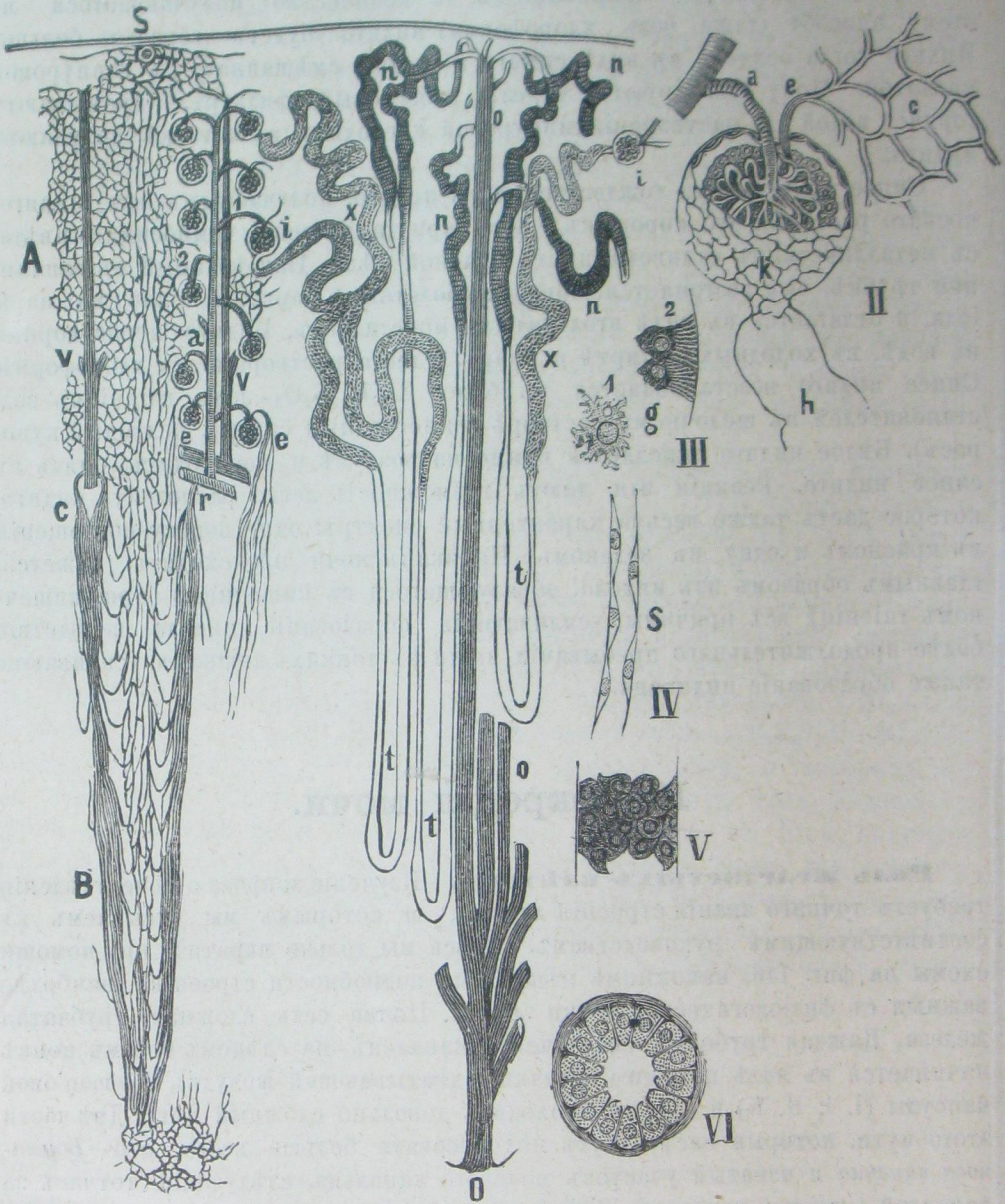
Синее индиго мочи тождественно съ индиго, получаемымъ изъ индигоноснаго растенія; это порошокъ, часто кристаллическій, темносиняго цвѣта, съ металлическимъ отливомъ цвѣта красной мѣди. Нагрѣваемый въ запаянной трубкѣ, онъ возгоняется, образуя фіолетовые пары, похожіе на пары іода, и отлагается въ видѣ игольчатыхъ кристалловъ. Индиго нерастворимо въ водѣ, въ холодныхъ спиртѣ и эфирѣ, слегка растворимо въ хлороформѣ. Синее индиго восстанавливается въ бѣлое $C_{16}H_{12}N_2O_2$ подѣ влияніемъ восстановителей въ щелочномъ растворѣ (виноградный сахаръ, желѣзный купоросъ). Бѣлое индиго окисляется прямо на воздухѣ и переходитъ опять въ синее индиго. Реакціи эти даютъ возможность легко распознать индиго, которое даетъ также весьма характерный спектръ: одну полосу поглощенія въ красномъ и одну въ зеленомъ. Индикантъ мочи происходитъ, кажется, главнымъ образомъ изъ индола, образующагося въ кишечникѣ (при кишечномъ гніеніи); всѣ причины, усиливающія образованіе индола вслѣдствіе болѣе продолжительнаго пребыванія пищи въ тонкихъ кишкахъ, усиливаютъ также образованіе индикана.

II. Секреція мочи.

Роль железнитыхъ клѣтокъ.—Изученіе вопроса о мочеотдѣленіи требуетъ точнаго знанія строенія почекъ, за которымъ мы отсылаемъ къ соотвѣтствующимъ руководствамъ. Здѣсь мы только вкратцѣ, при помощи схемы на фиг. 146, напомнимъ нѣкоторыя подробности строенія, наиболѣе важныя съ фізіологической точки зрѣнія. Почка есть сложная трубчатая железа. Каждая трубчатка или мочевой каналецъ на слѣпомъ своемъ концѣ начинается въ видѣ плюски (чашечки, охватывающей жолудь), Bowman'овой капсулы (I, i; H, K) и затѣмъ проходитъ довольно сложный путь. Двѣ части этого пути, которыя насъ будутъ интересовать больше всего, это—*Боуманова капсула* и извитый участокъ мочевыхъ канальцевъ, слѣдующій тотчасъ за капсулой (*извитой каналецъ*). Дѣйствительно, согласно наиболѣе принятой теоріи мочеотдѣленія, специфическіе продукты мочи выдѣляются эпителиемъ извитыхъ канальцевъ, вода же и значительное количество солей профильтровываются въ Боумановыхъ капсулахъ (Heidenhain)¹⁾. Боуманова капсула представляетъ собой ничто иное, какъ слѣпой конецъ мочевыхъ

¹⁾ C. Ludwig, *Wagner's Handwörterbuch d. Physiologie*, II, 1844; W. Bowman, *Philos. Transactions*, I, 1842; Heidenhain, *Absonderungsvorgänge* въ *Handbuch* изд. Hermann'омъ, V, I.

канальца, который какъ бы раздулся сначала въ видѣ мѣшечка, а затѣмъ дно этого мѣшечка вдвинулось вглубь его и образовало открытую кнаружи



Фиг. 146.—Схема строения почек (Landois, *Physiologie*). I) Сосуды и мочевые каналцы; А корковое вещество, и В мозговое вещество съ ихъ сѣтью капилляровъ; *a* arteria interlobularis, отдающая въ Боуманову капсулу *i* vas afferens 1; 2 vas efferens; *i*, *i* Боумановы капсулы, окружающія Мальпигиевы клубочки; *x* *x* извитые каналцы, выстланные палочковымъ эпителиемъ (III, 1 и 2); *t* *t* петли Henle; *n*, *o*, *o* конечные отдѣлы мочевыхъ каналцевъ до устья *O*, которое открывается въ лоханку.—II, Боуманова капсула, окружающая сосудистый клубочекъ; *a* vas afferens; *c* vas efferens, развѣтвляющійся тотчасъ въ капиллярную сѣть *c*; *h* наружная оболочка капсулы, продолжающаяся въ начало извитого каналца *h*;—III, Палочковый эпителий извитыхъ каналцевъ.—IV, V и VI—Эпителий выстилающій мочевые каналцы, начиная отъ петель Henle.

чашечку; внутренняя поверхность такого мѣшечка выстлана эпителиемъ изъ плоскихъ клѣточекъ, напоминающихъ собой индифферентныя клѣтки эндо-

телія. Полость же чашечки или наружная полость служить вмѣстилищемъ для *Мальпигіева клубочка* (glomerulus).

Каждый *Мальпигіевъ клубочекъ* (II) образуется маленькой артеріей или *приносящимъ сосудомъ* (vas afferens II, а), который распадается на нѣсколько сосудовъ, сплетающихся вмѣстѣ. Сосуды эти соединяются затѣмъ въ болѣе узкій, по сравненію съ приносящимъ, *относящій каналъ* (vas efferens II, е), который отводитъ кровь уже въ истинную капиллярную узкопетливую сѣть. Эта же капиллярная сѣть (II, с; I, А) окружаетъ извитые каналцы.

Механическія условія кровообращенія въ Мальпигіевыхъ клубочкахъ въ высшей степени благоприятны для фильтраціи жидкихъ составныхъ частей крови (Ludwig). Доставляющіе кровь сосуды, почечная артерія и ея вѣтви, коротки и относительно широки, такъ что высокое давленіе, существующее всегда въ брюшной части аорты, должно въ значительной части распространяться и до клубочковъ, тѣмъ болѣе, что vas efferens и слѣдующая за нимъ капиллярная сѣть имѣютъ очень узкій просвѣтъ и представляютъ большое препятствіе току крови. Кромѣ того, общая площадь сѣченія сосудовъ клубочка въ нѣсколько разъ превышаетъ площадь сѣченія приводящаго или отводящаго сосудовъ: въ результатъ этого получается значительное уменьшеніе скорости кровяного тока въ самихъ клубочкахъ.

Вотъ данныя, говоряція въ пользу обильной фильтраціи жидкихъ частей мочи въ Мальпигіевыхъ клубочкахъ и Боумановыхъ капсулахъ: 1—строеніе ихъ въ высокой степени благоприятствуетъ обильной трансудации жидкости: большая общая сосудистая поверхность въ клубочкѣ, высокое кровяное давленіе, незначительная толщина сосудистыхъ стѣнокъ. 2—количество отдѣляемой мочи измѣняется согласно съ измѣненіями кровяного давленія въ почечной артеріи: при повышеніи кровяного давленія отдѣленіе становится болѣе обильнымъ; оно понижается или даже совсѣмъ прекращается, когда давленіе падаетъ ниже извѣстной границы. А вѣдь Боумановы капсулы суть единственные части почекъ, въ которыхъ сосуды непосредственно участвуютъ въ измѣненіяхъ артеріальнаго давленія крови. 3—токъ жидкости, смывающій красящія вещества (синее индиго), выдѣленные эпителиемъ мочевыхъ каналцевъ, долженъ происходить изъ Боумановыхъ капсулъ, ибо если разрушить извѣстное число этихъ капсулъ, прижигая часть поверхности почекъ азотнокислымъ серебромъ, то синее красящее вещество, выдѣляемое соотвѣтствующими каналцами, остается на мѣстѣ и не переносится вовсе въ другія части мочевыхъ путей (Heidenhain). 4—у лягушки, выдѣленіе въ клубочкахъ происходитъ на счетъ крови почечной артеріи, тогда какъ капилляры извитыхъ каналцевъ получаютъ кровь чрезъ *воротную вену почекъ* [венная кровь, возвращающаяся изъ нижнихъ конечностей]. И вотъ здѣсь перевязка артеріи прекращаетъ мочеотдѣленіе.

Извитой каналецъ (I, х) выстланъ слоемъ эпителиальныхъ клѣтокъ особеннаго строенія (III, 1 и 2). Каждая клѣточка состоитъ изъ зернистой протоплазмы съ ядромъ; периферическая часть клѣтки пронизана «палочковидными» образованіями, располагающимися радіально по отношенію къ оси каналца. Этому эпителию приписывается главная роль въ выдѣленіи мочевины, мочевой кислоты и другихъ специфическихъ составныхъ частей мочи: 1—микроскопически констатировано присутствіе кристалловъ мочевой кислоты внутри этихъ железистыхъ клѣтокъ въ почкахъ птицъ; можно также искусственно вызвать появленіе зернышекъ уратовъ въ этихъ клѣткахъ

или, по крайней мѣрѣ, въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ ними у млекопитающихъ, если выпустить ураты въ кровь; 2—за перевязкой мочеточника у птицъ слѣдуетъ накопленіе мочевой кислоты и уратовъ въ крови, на поверхности слизистыхъ оболочекъ и внутри канальцевъ, но не въ Боумановыхъ капсулахъ; 3—индиго, выпущенное кролику въ сосуды, выдѣляется этимъ эпителиемъ, окрашивая его въ синій цвѣтъ; 4—перевязка почечной артеріи прекращаетъ, какъ мы видѣли, мочеотдѣленіе у лягушки: въ этомъ случаѣ выпрыскиваніе мочевины въ кровь возстановляетъ выдѣленіе мочевины въ канальцахъ. [Мочевина сама принадлежитъ къ мочегоннымъ, т. е. возбуждающимъ выдѣлительную дѣятельность почекъ веществамъ].

Эпителиальныя клѣтки канальцевъ должны обладать особымъ средствомъ къ мочевины, такъ какъ онѣ извлекаютъ ее изъ крови, въ которой она содержится въ весьма незначительномъ количествѣ (0,02%), и образуютъ жидкость, содержащую очень много мочевины (2% у человѣка и до 10% у собаки)¹).

Выдѣленіе мочевины и мочевой кислоты.—Мочевина и мочевая кислота образуются, повидимому, не въ почкахъ, а въ другихъ органахъ (въ печени и, можетъ быть, другихъ органахъ); въ почки эти вещества приносятся кровью почечныхъ артерій, здѣсь захватываются эпителиемъ извитыхъ канальцевъ и выводятся вонъ вмѣстѣ съ мочей. Большое количество выдѣляемой съ мочей мочевины (у человѣка 30 граммовъ въ сутки) стоитъ какъ будто въ противорѣчій съ очень незначительнымъ содержаніемъ ея въ крови (0,02%); но не должно забывать, что кровь постоянно возобновляется въ почкѣ и что громадная масса крови, протекающая черезъ этотъ органъ (нѣсколько сотъ килограммовъ въ сутки) могла бы дать еще большее количество мочевины²).

¹) Прибавимъ, что Мальпигіевы клубочки вырабатываютъ кислый продуктъ секретіи и служатъ путемъ выдѣленія введеннаго въ кровь кармина (оспаривается Ad. Schmidt'омъ 1891). Клѣточки же мочевыхъ канальцевъ съ палочковидною исчерченностью, выдѣляющія ураты, индиго и т. п., имѣютъ, напротивъ, щелочную реакцію.

У громаднаго большинства беспозвоночныхъ также различаютъ два подраздѣленія выдѣлительныхъ органовъ:

А. Железы съ кислымъ продуктомъ выдѣляютъ карминъ и соли. Примѣры: слѣпые концевые мѣшки усыковой железы рака, околосердечныя клѣтки насѣкомыхъ, коксальная железа скорпионовъ, околосердечныя железы пластинчатожаберныхъ, венозные сердца головоногихъ, часть сегментарныхъ органовъ червей и т. п.

В. Железы со щелочными элементами, выдѣляющія индиго и специфическія вещества мочи, мочевую кислоту, гуанинъ и т. п. Примѣры: мочевыя трубочки усыковой железы рака, Мальпигіевы трубочки насѣкомыхъ, органъ Vojanus'a у брюхоногихъ и пластинчатожаберныхъ моллюсковъ, венозные придатки головоногихъ и др.

См. Ковалевскій, *Biolog. Centralbl.*, 1889, стр. 33, 65, 127.

²) Tigerstedt (*Skandin. Arch. f. Physiol.*, 1892, IV, стр. 241) произвелъ на собакъ, при помощи счетчика Ludwig'a, измѣренія количества протекающей по art. renalis крови. Онъ нашелъ, что въ періодъ активнаго діуреза почка по-

Прямое доказательство тому, что по крайней мѣрѣ часть мочевины, выдѣляемой почками, берется изъ крови, даютъ намъ цифры сравнительнаго содержанія мочевины въ крови почечной артеріи и почечной вены. Проходя черезъ почку, кровь становится бѣднѣ мочевиной: количество мочевины въ крови почечной вены несравненно меньше (Picard, Gréhan). Если дѣятельность почекъ прекратить, то образованіе мочевины и мочевой кислоты не прекращается: удаленіе почки¹⁾ или наложеніе лигатуры на почечныя артеріи вызываетъ у собаки накопленіе мочевины въ крови и въ жидкостяхъ, выдѣляющихся въ желудкѣ, кишкахъ и т. п. (Prévost и Dumas 1823; Meissner, Voit, Gréhan); на животномъ быстро развиваются еще мало выясненные тяжелыя разстройства (уремія). При холерѣ дѣятельность почекъ почти совсѣмъ прекращается, мочевина выдѣляется тогда другими путями, особенно потомъ; мочевины этимъ путемъ выдѣляется иногда такъ много, что она выкристаллизовывается на поверхности кожи. Наконецъ, нѣкоторые болѣзненные процессы (острая желтая атрофія печени), которые прямо не затрагиваютъ почекъ, тѣмъ не менѣе могутъ уничтожить выработку мочевины въ тѣлѣ.

Введеніе ціануровой кислоты (Coppola), гликоколя (Salkowski), лейцина (Schultzen и Ненцкій), аспарагина (Книримъ), сарцина, аланина (Salkowski), углекислаго или молочнокислаго аммонія (Книримъ, Salkowski, Schmiedeberg) увеличиваетъ количество выдѣляемой почками мочевины. Salkowski доказалъ, что при такихъ опытахъ количество сѣрной кислоты въ мочѣ не увеличивается; этимъ доказывается, что приведенныя выше вещества не усиливаютъ распаденія бѣлковъ организма, а сами прямо превращаются въ мочевину.

По Drechsel'ю непосредственными предшественниками мочевины въ организмѣ являются амміачныя соединенія, напр., углекислый или карбаминовокислый аммоній. Оба эти вещества, подвергнутыя въ водномъ растворѣ дѣйствію переменныхъ электрическихъ токовъ, преобразуются въ мочевину. Амміачная соль карбаминовой кислоты и находится будто бы постоянно въ крови.

[Это теоретическое предположеніе получило недавно новыя подтвержденія; вмѣстѣ съ тѣмъ явились новыя указанія на то, что въ дѣлѣ образованія мочевины играетъ большую роль печень (стр. 341). Собаки, у которыхъ

лучаетъ въ одну минуту количество крови, равное ея вѣсу. Примѣняя эти данныя къ человѣку, получимъ, что въ одну минуту черезъ почку протекаетъ 336 кб. см. крови, что составитъ 500 литровъ крови въ 24 часа. Почка пропорціонально своему вѣсу получаетъ въ 10 разъ больше крови, чѣмъ остальные части тѣла.

¹⁾ Здѣсь разумѣется экстирпація обѣихъ почекъ. Если удалена (или патологически разрушена) одна только почка, то другая усиливаетъ свою дѣятельность и сама она увеличивается въ своемъ объемѣ.

Однако въ нормальныхъ условіяхъ обѣ почки работаютъ не совершенно параллельно; онѣ представляютъ чередованія другъ съ другомъ и въ степени наполненія ихъ кровью. По наблюденіямъ Wittich'a надъ выдѣленіемъ мочевой кислоты въ мочевыхъ канальцахъ птицъ, надо заключить, что отдѣльныя части одной и той же почки тоже чередуются въ своей дѣятельности.

кровь воротной вены направляется прямо въ нижнюю полую вену, въ обходъ печени (фистула Экка), представляютъ съ теченіемъ времени особенно при пищѣ богатой бѣлками, характерныя разстройства, очень сходныя съ тѣми, которыя вызываются выпрыскиваніемъ карбаминовыхъ солей въ кровь. Дѣйствительно, сличеніе крови разныхъ сосудовъ на содержаніе въ ней амміака или карбаминовой кислоты подтверждаетъ это предположеніе. Такъ, напр. послѣ принятія собакой значительнаго количества мяса было найдено въ 100 гр. крови слѣдующее содержаніе амміака, вычисленное въ миллиграммахъ: въ крови воротной вены 5,1; въ крови печеночной вены 1,4. Въ то же время артеріальная кровь въ среднемъ содержитъ 1,5 млгр. Какъ видно, кровь воротной вены, пройдя чрезъ печень, становится въ 3 слишкомъ раза бѣднѣе содержаніемъ NH_3 (Ненцкій, Павловъ и Залѣскій, 1892 и 1895 ¹⁾).

Тѣ же авторы въ ихъ общей работѣ изслѣдовали на содержаніе амміака также различные органы. Всего больше было найдено его въ слизистой оболочкѣ желудка и кишечника (46 и 31,2 млгр.); затѣмъ слѣдуютъ печень, почки, мышцы, селезенка (14,8).—При пищѣ, составленной изъ молока и хлѣба, всѣ цифры понижаются; онѣ еще больше понижаются послѣ 2 — 4 дней голоданія. Дальше авторы находятъ, что стѣнки желудка и кишечника развиваютъ *такое же большое* количество амміака (42 и 25 млгр.) и въ томъ случаѣ, когда эти органы вызваны къ дѣятельности безъ поступленія въ нихъ пищи; они принимаютъ даже, что „около половины всего количества амміака въ желудочныхъ венахъ обязано своимъ происхожденіемъ химическимъ превращеніямъ въ слизистой оболочкѣ желудка“. Наконецъ изъ средняго содержанія амміака въ крови, притекающей къ печени и оттекающей отъ нея, дѣлается расчетъ, сколько могло бы изъ этого источника образоваться здѣсь мочевины (у собаки въ 9½ килогр. за 10 часовъ 8,3 гр. мочевины) ²⁾. Съ этими послѣдними заключеніями едва ли можно согласиться. Во всякомъ случаѣ, ихъ нельзя брать за мѣру того, сколько и въ какихъ частяхъ организма могло бы образоваться продуктовъ регрессивнаго метаморфоза, завершающагося въ печени образованіемъ мочевины.

Не слѣдуетъ однако думать, что вся мочевина должна образоваться въ тѣлѣ непременно такимъ путемъ. Гораздо ближе стоящимъ ко всему разнообразію условій, представляемыхъ живымъ организмомъ, надо считать тотъ способъ образованія мочевины, который искусственно произведенъ въ самое послѣднее время Hofmeister'омъ ³⁾. Онъ нашелъ именно, что *образователями мочевины можетъ служить целый рядъ органическихъ веществъ, если ихъ подвергнуть окисленію (марганцовокисл. кали) при температурахъ не выше*

¹⁾ Архивъ біологич. наукъ, т. 2 и 4, Archiv für exper. Pathologie, Bd. 37 (1896).

²⁾ Впрочемъ подобныя расчисленія должны быть принимаемы съ большою осторожностію, такъ какъ перенесеніе результатовъ одного опыта на многіе часы можетъ дать цифры, уклоняющіяся отъ дѣйствительности очень сильно. Къ тому же и въ самомъ вычисленіи существуютъ погрѣшности: въ одинъ множитель (количество амміака) входитъ кровь приносимая къ печени обоими сосудами, въ другой же (количество крови) только кровь воротной вены; сверхъ того первый множитель подсчитанъ выше, чѣмъ слѣдуетъ изъ данныхъ. Н. В.

³⁾ Hofmeister Archiv f. exper. Pathologie, 1896, т. 37, стр. 426.

40° и въ водномъ амміачномъ растворѣ. И что неожиданно, въ этихъ условіяхъ окисленія, мочевины образуется не только на счетъ азотистыхъ веществъ, но даже безазотистыхъ (оксикислоты жирнаго ряда: глицеролевая, молочная, яблочная, винная; дву- и многоатомные спирты: глицеринъ, пирогаллолъ; ацетонъ). Последнее совершается, конечно, введеніемъ двухъ амидныхъ группъ NH_2 ; мочевины при этомъ образуется впрочемъ не много. Изъ азотистыхъ веществъ даютъ много мочевины синеродистыя и роданистныя соли, глицеринъ, аспарагинъ (вообще амидокислоты), бѣлокъ. Полученіе изъ послѣдняго мочевины заслуживаетъ тѣмъ болѣе вниманія, что прежнія попытки получить ее при искусственномъ разложеніи бѣлка или не давали ничего, или въ крайне малыхъ и сомнительныхъ количествахъ (стр. 38 и 338).—Наконецъ, извѣстныя вещества, при тѣхъ же условіяхъ не даютъ совсѣмъ мочевины, какъ напр., оксамидъ $(\text{CO} \cdot \text{NH}_2)_2$, ацетамидъ $\text{C}_2\text{H}_3\text{O} \cdot \text{NH}_2$, кислоты: муравьиная, масляная, угольная, щавелевая; виноградный сахаръ.

Какъ видно, образованіе мочевины происходитъ на счетъ окисленія опредѣленныхъ химическихъ группъ. Особенно важнымъ является здѣсь то обстоятельство, что тѣ азотистыя вещества, которыя при прохожденіи чрезъ животный организмъ ведутъ къ образованію мочевины, оказываются образователями мочевины и въ данныхъ искусственныхъ условіяхъ; наоборотъ, другія вещества (оксамидъ, ацетамидъ) одинаково не способны превращаться въ мочевины и здѣсь, и тамъ. Все это говоритъ за то, что найденныя Hofmeister'омъ условія образованія мочевины наиболѣе близко подходятъ къ тѣмъ, которыя имѣютъ мѣсто и въ животномъ тѣлѣ. При естественномъ ходѣ физиологическихъ превращеній часто возникаютъ условія для отщепленія амміака отъ азотистыхъ веществъ, какъ принятыхъ въ пищу, такъ и входящихъ въ составъ кѣлочныхъ элементовъ; попадая въ водную среду, амміакъ подъ дѣйствіемъ непрерывно происходящихъ здѣсь окислительныхъ процессовъ переводится въ безвредную мочевины. Такое представленіе о происхожденіи мочевины, въ противоположность указанной выше ангидридной теоріи получило названіе *теоріи окислительныхъ синтезовъ*. [Н. В.]

У птицъ мочева кислота, повидимому, вся образуется въ печени. Печеночная ткань у нихъ всегда относительно богата мочевою кислотой; содержаніе ея можетъ доходить до 1 pro mille (Meissner, Schroeder), тогда какъ кровь самое большое, если содержитъ ея 1 на 10,000. Если функція печени уничтожена посредствомъ перевязки печеночныхъ сосудовъ, моча почти совсѣмъ не содержитъ мочевою кислоты, но содержитъ много амміака и молочной кислоты (Minkowski). Напротивъ, удаленіе почекъ и перевязка сосудовъ почекъ не останавливаетъ образованія мочевою кислоты въ тѣлѣ (Meissner, Павлиновъ, v. Schroeder). Oppler и Zalesky, производя опыты на гусѣ, наблюдали послѣ простой перевязки мочеточниковъ бѣловатые отложенія, состоявшія изъ мочевою кислоты, на поверхности большинства внутреннихъ органовъ. Не выдѣляясь болѣе наружу, мочева кислота накапливается въ крови. У птицъ мочевина, глицеринъ, амміачныя соли, будучи введены въ организмъ, выдѣляются почками въ формѣ мочевою кислоты.

Образованіе гиппуровой кислоты.—Бензойная кислота, будучи введена въ тѣло, вступаетъ тамъ въ соединеніе съ глицероломъ, образуя гиппуровую кислоту, которая и появляется въ мочѣ (Wöhler). Въ противоположность тому, что мы выдѣлили для мочевины и мочевою кислоты, дѣл-

тельность почек не заключается только въ простомъ выдѣленіи гиппуровой кислоты, находящейся въ готовомъ видѣ въ крови; но почка сама является мѣстомъ, гдѣ происходитъ синтезъ гиппуровой кислоты (Schmiedeberg). Если чрезъ свѣже-вынутую почку устроить искусственный токъ крови, къ которой прибавлена будетъ бензойная кислота и гликоколь, то въ вытекающей черезъ вену крови находятъ гиппуровую кислоту. Кусочки почечной ткани, прибавленные къ той же крови, также способны произвести синтезъ гиппуровой кислоты.

Железистыя клѣточки извитыхъ канальцевъ играютъ, вѣроятно, при этомъ главную роль. Гликоколь, можетъ быть, получается отъ разложенія гликохолевой кислоты въ кишечникѣ; въ самомъ дѣлѣ, у травоядныхъ, моча которыхъ богата гиппуровой кислотой, въ желчи находится весьма много гликохолевой кислоты; между тѣмъ, у плотоядныхъ, желчь которыхъ не заключаетъ гликохолевой кислоты, не содержится въ мочѣ гиппуровой кислоты.

Почка, какъ фильтрующий аппаратъ.—Въ прежнее время на образованіе мочи въ почкахъ смотрѣли какъ на простой процессъ трансудациі (Теорія Ludwig'a, 1844). Противъ такого взгляда можно возразить, что химическій составъ мочи очень плохо согласуется съ гипотезой прямой фильтраціи изъ крови; количества мочевины, мочевої кислоты и т. п. въ мочѣ безконечно велики, сравнительно съ тѣми количествами, въ которыхъ они встрѣчаются въ крови; кромѣ того, нѣкоторые вещества, какъ гиппуровая кислота, образуются изъ своихъ составныхъ частей въ этомъ quasi-фильтрѣ. Наконецъ, дѣлая попытки получить искусственно трансудатъ изъ крови или кровяной сыворотки въ почкахъ (или въ какомъ-либо другомъ органѣ) собирали въ небольшомъ количествѣ жидкость, но она была богата бѣлкомъ и не имѣла ни малѣйшаго сходства съ мочей.

Вліяніе почечнаго кровообращенія.—Давленіе крови въ аортѣ. Отдѣленіе мочи уменьшается всякій разъ, какъ только понизится давленіе въ аортѣ; отдѣленіе совсѣмъ прекращается, если это давленіе падаетъ ниже 40—50 мм. ртуті (кровотеченія, перерѣзка продолговатаго мозга, шейной части спинного, раздраженіе периферическаго конца блуждающаго нерва и т. п.). Увеличивается же количество мочи всегда, какъ только повышается давленіе въ аортѣ (обильное переливаніе крови, перевязка аорты ниже отхожденія почечныхъ артерій или перевязка большихъ стволовъ, отходящихъ отъ аорты, дѣйствіе холода на кожу, и т. д.), при томъ условіи, что такое повышеніе давленія не зависитъ отъ сосудодвигательнаго эффекта, сопровождающагося также и суженіемъ сосудовъ почек (Ludwig и его ученики, Eckhard, Traube).

Спротивленіе въ артеріальномъ кровообращеніи почекъ. Мочеотдѣленіе становится болѣе обильнымъ, когда кровообращеніе въ почкахъ совершается весьма быстро, т. е. когда черезъ этотъ органъ проходитъ большое количество крови. Перерѣзка сосудистыхъ нервовъ почекъ (происходящихъ отъ п. splanchnicus), діабетическій уколъ вызываютъ поліурію, потому что эти операціи ведутъ къ мѣстному расширенію сосудовъ почекъ, не вызывая пониженія давленія въ аортѣ. Выдѣленіе уменьшается или прекращается всякій разъ, какъ наступаетъ затрудненіе въ артеріальномъ кровообращеніи, напримѣръ, въ случаѣ частичной или полной закупорки почечной артеріи,

при наступленіи сильнаго суженія просвѣта мелкихъ артерій почекъ вслѣдствіе раздраженія сосудодвигательныхъ нервовъ почекъ (прямое раздраженіе ствола п. splanchnici или прямо мозга электричествомъ; асфиктическое возбужденіе продолговатаго мозга при остановкѣ дыханія).

Сопrotивленіе въ венозномъ кровообращеніи почекъ. Перевязка или частичная закупорка почечной вены останавливаетъ или уменьшаетъ почечную секрецію (Н. Meyer, Fregichs). Въ этомъ случаѣ, хотя давленіе въ сосудахъ почекъ и увеличивается, однако, кровь не возобновляется въ достаточной степени. Сильное замедленіе почечнаго кровообращенія даетъ въ результатъ появленіе альбумина (и параглобулина) въ мочѣ. Эпителій клубочковъ считается вообще мѣстомъ быстрого органическаго распада; питаніе его тотчасъ страдаетъ, какъ только кровообращеніе останавливается или даже только замедляется; физическое состояніе его измѣняется и онъ болѣе не въ состояніи служить достаточной преградой для прохожденія бѣлка изъ крови. Впрочемъ, вопросъ объ альбуминуриі вызвалъ въ новѣйшее время большое число изслѣдованій, давшихъ нѣсколько противорѣчивыхъ теорій¹⁾. Яичный бѣлокъ, впрыснутый въ кровь, появляется въ мочѣ: этого не наблюдается при впрыскиваніи бѣлка кровяной сыворотки.

Онкографъ Rouy'a или почечный плетизмографъ (см. стр. 152) можетъ служить для изученія объемныхъ измѣненій почки въ естественномъ ея положеніи. Плетизмографическая кривая показываетъ сердечныя и дыхательныя колебанія въ зависимости отъ измѣненій въ артеріальномъ кровообращеніи. Она показываетъ уменьшеніе объема почки при возбужденіи пп. splanchnicorum, а также при асфиксiи (даже послѣ перерѣзки пп. splanchnicorum—указаніе на то, что почка получаетъ еще нервы и по другому пути)²⁾.

Вліяніе состава крови.—Ежедневный опытъ учитъ, что принятіе большого количества воды увеличиваетъ количество мочи: чѣмъ болѣе воды содержитъ кровь, тѣмъ изобильнѣе моча и тѣмъ она жиже. Секреціи кожная, почечная и кишечная могутъ взаимно восполнять одна другую по отношенію къ выведенію воды: сильная транспирація (потѣніе) можетъ остановить секрецію мочи; точно также при холерѣ кишечникъ становится единственнымъ путемъ выведенія жидкостей.

Большое количество веществъ дѣйствуетъ, какъ мочегонныя: алкоголь, глицеринъ, тростниковый сахаръ, кофеинъ, пилокарпинъ, хининъ, мочеви́на, мочеки́слыя соединенія, многія соли (KNO_3 , $NaNO_3$, $NaCl$), будучи впрыснуты въ кровь, возбуждаютъ секрецію почекъ въ весьма сильной степени, въ особенности, секрецію специфическаго эпителія извитыхъ канальцевъ. Мочегонное дѣйствіе большинства изъ этихъ веществъ обнаруживается также и на вырѣзанной почкѣ, черезъ которую производится искусственное обращеніе дефибринированной крови. Подъ вліяніемъ KNO_3 , количество жидкости, которая вытекаетъ при этихъ условіяхъ изъ мочеоточника и является съ содержаніемъ бѣлка (моча?), можетъ увеличиться въ 3—15 разъ (I. Munk 1886).

¹⁾ Senator, *Die Albuminurie im gesunden und kranken Zustand*, 1882.

²⁾ Последнее можетъ быть и слѣдствіемъ дѣйствія асфиктической крови прямо на периферическіе аппараты.

Почки играют роль регулятора для химического состава крови: съ мочей выводится избытокъ воды, солей и т. д., когда содержаніе ихъ превышаетъ известную норму. Черезъ почки выводится также большая часть веществъ вредныхъ или чуждыхъ организму, попадающихъ въ него вмѣстѣ съ пищей или впрыскиваемыхъ въ кровь. Многія изъ этихъ веществъ вступаютъ въ соединеніе съ кислородомъ за время прохожденія черезъ организмъ: тогда въ мочѣ появляются продукты ихъ окисленія. Бензолъ переходитъ въ фенолъ, пирокатехинъ или гидрохинонъ; мочеваѣ кислота—въ аллантоинъ; щелочныя соли кислотъ молочной, янтарной, яблочной, лимонной, винной превращаются въ углекислыя соли и способствуютъ уменьшенію кислотности мочи; гликоколь, аспарагинъ, лейцинъ даютъ мочевины.

Другія вещества соединяются въ организмѣ съ продуктами регрессивнаго метаморфоза. Бензойная кислота и большое число ароматическихъ веществъ даютъ гиппуровую кислоту, соединяясь съ гликоколемъ. Фенолъ, крезоль, толуоль, пирокатехинъ, нафталинъ, индолъ, скатоль и т. п. образуютъ съ сѣрной кислотой сложные эфиры (Baumann) и т. д.

Вліяніе нервной системы.—Нервы специфически секреторныя не открыты еще до сихъ поръ. Известны факты только непрямого вліянія нервной системы, черезъ посредство сосудодвигательныхъ нервовъ. Мы уже видѣли, что почечное выдѣленіе ускоряется при всѣхъ нервныхъ вліяніяхъ (диабетическій уколъ, перерѣзка сосудодвигательныхъ нервовъ), которыя вызываютъ мѣстное расширеніе почечныхъ сосудовъ, безъ одновременнаго уменьшенія общаго давленія крови; оно замедляется при раздраженіи сосудосуживающихъ нервовъ почекъ.

Перерѣзка нервовъ *plexus renalis* вызываетъ альбуминурию, еще не имѣющую объясненія (Krimer, Brachet, Müller и Reipers).

Интензивность мочеотдѣленія въ обѣихъ почкахъ можетъ быть весьма не одинакова; періоды дѣятельности одной изъ почекъ совпадаютъ съ періодами относительнаго покоя другой почки и *vice versa*.

III. Выведеніе мочи.

Моча проталкивается впередъ по мочевымъ канальцамъ дѣйствіемъ *vis a tergo*, вслѣдствіе отдѣленія все новыхъ порцій мочи; такимъ образомъ она достигаетъ до лоханки, а оттуда поступаетъ въ мочеточникъ. Каждая капля мочи, проникающая въ мочеточникъ, дѣйствуетъ какъ возбудитель, на слой гладкихъ мышечныхъ волоконъ мочеточника; образуется волна сокращенія, начинающаяся съ лоханки и передвигающаяся каплю мочи до пузыря со скоростью 20—30 мм. въ секунду (Engelmann 1869). Мочеточникъ не содержитъ ни волоконъ, ни нервныхъ клѣтокъ (по крайней мѣрѣ у кошки) такъ что распространеніе сокращенія обязано передачѣ возбужденія отъ отъ однихъ мышечныхъ элементовъ другимъ. Волны сокращенія слѣдуютъ другъ за другомъ съ промежуткомъ въ нѣсколько секундъ¹⁾.

¹⁾ Не только нервныя волокна, но и нервныя узлы на протяженіи мочеточниковъ найдены теперь у цѣлаго ряда животныхъ (А. Догель). То же найдено и у человека (П. Догель и Протопоповъ). Послѣдній авторъ находитъ,

Такія сокращенія можно наблюдать на мочеточникѣ кролика, вынутаго изъ тѣла. Достаточно, по Luchsinger и Соколову (1881), подвергнуть одинъ какой-либо сегментъ мочеточника дѣйствию физиологическаго раствора NaCl, впрыскивая его *подъ давленіемъ*, чтобы вызвать рядъ ритмическихъ сокращеній. Luchsinger сближаетъ это явленіе съ явленіемъ пульсацій, вызываемыхъ въ верхушкѣ желудочка (отдѣленной отъ ганглій) у лягушки, если пропускать въ нее *подъ давленіемъ* серозную жидкость. (См. стр. 161).

Моча собирается въ мочевомъ пузырьѣ и мало по малу растягиваетъ его стѣнки. Еще не пришли къ соглашенію относительно вопроса, сгущается ли или разжижается моча во время пребыванія въ пузырьѣ. А priori казалось-бы, что, вступая въ диффузионный обмѣнъ съ кровью, моча можетъ только разжижаться: однако, эпителий мочевого пузыря представляетъ весьма значительное препятствіе для всасыванія съ внутренней поверхности пузыря (Cl. Bernard, Fleischer и Brinkmann, Maass и Pinner). (См. Ashdown *Journ. of. Anat. a. Phys.* 1887, стр. 298).

Истеченію мочи препятствуетъ жомъ, частью эластическій, частью мышечный (тонусъ сфинктера мочевого пузыря), находящійся въ устьѣ пузыря.

Обратному току изъ пузыря въ мочеточники или изъ лоханки въ трубочки Bellini препятствуетъ анатомическое расположеніе частей (косое расположеніе устья мочеточниковъ по отношенію къ стѣнкѣ пузыря).

Выведеніе мочи, при актѣ мочеиспусканія, является отчасти мышечнымъ актомъ рефлекторнымъ. Постепенное растяженіе пузыря¹⁾ возбуждаетъ чувствительные нервы и вызываетъ рефлекторнымъ путемъ сокращеніе мышечныхъ волоконъ мочевого пузыря (*detrusor urinae*); сокращеніе ихъ приоткрываетъ простатическую часть мочеиспускательнаго канала или по крайней мѣрѣ выталкиваетъ туда нѣсколько капель мочи. Соприкосновеніе мочи съ очень чувствительной слизистой оболочкой этой части мочеиспускательнаго канала вызываетъ потребность къ выведенію мочи; если мы удерживаемся отъ этого, то энергическимъ сокращеніемъ сфинктера мы отталкиваемъ мочу назадъ въ мочевой пузырь; но если уступаемъ этой потребности, то сфинктеръ расслабляется, а стѣнки пузыря въ то же время энергично сокращаются и съ силою выбрасываютъ свое содержимое въ мочеиспускательный каналъ. Сокращеніе пузыря можно возспособлять и усиливать дѣйствию желудка пресса. Къ концу мочеиспусканія, со-

что движенія мочеточниковъ не зависятъ отъ поступленія мочи; онѣ вызывалъ ихъ или усиливалъ раздраженіемъ периферическаго конца п. splanchnici, придавливаніемъ нижней полой вены, начинающимся задушеніемъ животнаго и т. д.

Н. В.

¹⁾ Позывъ къ мочеиспусканію, по Mosso и Pelleciani (1881—82), зависитъ не отъ состоянія растяженія пузыря, но отъ степени давленія, испытываемаго его стѣнками. Оно появляется всякій разъ, когда внутреннее давленіе достигаетъ 18—20 сантиметровъ воды. Мышечная оболочка пузыря находится въ состояніи постоянного полусокращенія или *тонуса*, подобно тонусу сосудистыхъ стѣнокъ. Тонусъ мочевого пузыря (измѣряемый при помощи манометра, соединеннаго съ внутреннимъ пространствомъ органа) представляетъ періодическія колебанія, дыхательныя и другія, аналогичныя колебаніямъ сосудистаго тонуса. См. *Reale Acad. dei Lincei CCLXXIX*.

кращеніе мышечныхъ волоконъ самаго канала и *m. bulbo-cavernosi* обезпечиваютъ выведеніе послѣднихъ капель мочи.

Довольно сложный механизмъ моченспусканія находится въ зависимости отъ перваго центра, лежащаго въ поясничной части спинного мозга ([Budge], Golz)¹⁾.

¹⁾ Соковнинъ и Н. Ковалевскій (1877) нашли для мочевого пузыря *периферическій* рефлекторный центръ: онъ находится въ нижнемъ брюжечномъ узлѣ.

v. Zeissl доказываетъ теперь (1896), что мочевого пузыря сохраняетъ свою функциональную способность и послѣ перерѣзки всѣхъ подходящихъ къ нему нервовъ; въ немъ самомъ должны находиться автоматическіе нервные аппараты.

Чувствительные и двигательные нервы для мочевого пузыря были изслѣдованы подробно Навроцкимъ и его учениками (Нуссбаумъ, Скабичевскій). У кошки двигательными нервами для *detrusor* служатъ волокна, выходящіе чрезъ 2 и 3 передніе крестцовые корешки; двигательнымъ нервомъ со стороны симпатической системы служитъ подчревный нервъ. На собакахъ Zeissl, Courtade и Guyon находятъ, что двигательнымъ служитъ *n. erigens* (*n. sacralis*), а *n. hypogastricus* признается ими за двигательный для сфинктера мочевого пузыря. Однако Griffiths (1894) получилъ и отъ послѣдняго на собакахъ слабыя сокращенія мочевого пузыря; по нему, двигательный для сфинктера есть *n. pudendus*.

Раздраженіе почти всѣхъ чувствующихъ нервовъ—за исключеніемъ блуждающаго—вызываетъ рефлекторно опорожненіе мочевого пузыря. Необходимое условіе для этого—цѣлость головного мозга (Соковнинъ, Скабичевскій).

Такъ какъ въ нормальныхъ условіяхъ выведеніе мочи происходитъ сознательно—произвольнымъ путемъ, то заслуживаетъ особаго интереса вопросъ о центрахъ головного мозга. Здѣсь не существуетъ еще полного согласія между изслѣдователями. Опыты говорятъ, что корковый центръ для *m. detrusor vesicae urinariae* (на кошкѣ, собакѣ) надо признать въ близкомъ соседствѣ съ *sulcus cruciatus*: или въ глубинѣ этой борозды (Бехтеревъ и Миславскій, 1888); или впереди и кнаружи отъ нея (Vochefontaine, 1876), или въ извилинѣ прямо впереди этой борозды (Драгомановъ и Навроцкій 1896). Этотъ центръ соединяется волокнами съ подкорковымъ центромъ, находящимся въ зрительныхъ буграхъ.

ФРЕДЕРИКЪ и НЮЭЛЬ.

ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГІИ

ЧЕЛОВѢКА.

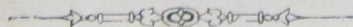
Переводъ съ 3-го французскаго изданія

ПОДЪ РЕДАКЦІЕЙ И СЪ ДОПОЛНЕНІЯМИ

Н. Е. ВВЕДЕНСКАГО.

Профессора С.-Петербургскаго Университета.

Томъ II.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

1899.

ФРЕДЕРИКА И НИКОЛА

ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ

РЕЦЕНЗИЯ

Дозволено цензурою. С.-Петербургъ, 17 января 1899 года.

Н. Е. ВРЕДЕНСКАГО

Томъ II

ПРЕДИСЛОВІЕ КО 2-МУ ТОМУ.

Къ этому тому русскаго перевода сдѣланы также разнообразныя дополненія. Главнѣйшія изъ нихъ относятся къ вопросамъ возбужденія и торможенія (стр. 403—406, 445, 533—537, 593—597). Мнѣ казалось, что эти вопросы допускаютъ въ настоящее время нѣкоторыя заслуживающія вниманія обобщенія. Насколько удачно это сдѣлано, предоставляю судить лицамъ компетентнымъ. Такъ какъ физиологія нервныхъ центровъ въ переводимомъ учебникѣ начинается прямо съ очень подробнаго анатомическаго описанія спинного мозга, то я почелъ полезнымъ сдѣлать предъ этимъ общее введеніе въ физиологію нервныхъ центровъ (стр. 496—506).

Въ видахъ ускоренія выхода настоящаго учебника переводъ ученія о зрѣніи редактированъ В. П. Курчинскимъ, профессоромъ Юрьевскаго университета.

Нѣкоторыя замѣчанія къ эмбриологической части послѣдней главы обязательно сообщены мнѣ моимъ товарищемъ проф. В. М. Шимкевичемъ.

Алфавитный указатель къ книгѣ составленъ моимъ ассистентомъ Н. Я. Кузнецовымъ.

Когда книга была уже напечатана, я нашелъ не лишнимъ сдѣлать къ ней еще нѣкоторыя добавленія, имѣющія цѣлью или восполнить замѣченные пробѣлы, или указать на вновь намѣченные вопросы (стр. 778 и слѣд.).

Въ общемъ, русское изданіе увеличилось, по сравненію съ оригиналомъ, на 10 печатныхъ листовъ; къ нему добавлено 16 новыхъ фигуръ.

Н. Введенскій.

СОДЕРЖАНІЕ П-го ТОМА.

ГЛАВА IX.—Общая мышечная физиологія . . .	377
I. Раздражители мышцы	380
Раздражители естественные и искусственные	380
Постоянный токъ, какъ раздражитель	381
Скрытое складываніе раздраженій	385
Раздраженіе индукціонными токами	390
Собственная раздражительность мышцы	390
Отравленіе посредствомъ кураре	391
Физиологическій эквивалентъ отравленія кураре. (<i>Дополненіе</i>)	392
II. Микроскопическія явленія мышечнаго сокращенія	393
Строеніе мышечнаго волокна въ покой и при сокращеніи	393
III. Механическія явленія сокращенной мышцы	394
Механическія свойства мышцъ	394
Анализъ мышечнаго вздрагиванія (одиночнаго сокращенія)	395
Изотоническія и изометрическія сокращенія	398
Стадія скрытаго раздраженія	399
Мышечная волна	400
Повторныя раздраженія мышцы	401
Столбнякъ (тетанусъ) мышцы	402
Наиболѣе выгодная частота и сила раздраженій для тетануса (<i>Дополненіе</i>)	403
Прерывистая натура тетануса	406
Трансформированные мышечные тоны. (<i>Дополненіе</i>)	407
Нормальное сокращеніе есть тетанусъ	408
Нормальное сокращеніе и естественный ритмъ импульсовъ (<i>Дополненіе</i>)	409
Степень укороченія, сила и работа мышцы	410
Отягощеніе какъ раздражитель. (<i>Дополненіе</i>)	412
IV. Тепловыя явленія мышечнаго сокращенія	415
Теплота, образующаяся при сокращеніи	415
Мышца какъ термическій двигатель	416
V. Электрическія явленія мышечнаго сокращенія	417
Собственный токъ мышцы. Отрицательное колебаніе. Токъ дѣйствія	417
Вторичное сокращеніе	420
VI. Химія мышцъ	421
Химическій составъ рубчатыхъ мышцъ	421
Трупное окоченіе	423
Горючій матеріалъ мышцы	424
Источники мышечной силы. (<i>Дополненіе</i>)	425

Мышечное утомленіе	426
Чувствительные нервы мышц	428
Питаніе мышц	429
VII. Прибавленіе	430
А. Гладкія мышцы. (<i>Дополненіе</i>)	430
В. Движеніе мерцательныхъ рѣсничекъ и протоплазмы	431

ГЛАВА X.—Общая нервная фізіологія 434

I. Раздражительность нерва	435
Раздражители нерва	435
Различіе въ раздражительности нервовъ чувствительныхъ и двигательныхъ	437
Специфическая энергія и адекватные раздражители нервовъ	439
Отношеніе между силою раздраженія и возбужденія	440
Мѣсто возникновенія возбужденія при дѣйствіи тока	440
Электротонъ фізіологическій	441
Законъ сокращеній	443
Волна возбужденія въ отношеніи къ другимъ возбужденіямъ (<i>Дополненіе</i>)	445
II. Проводимость нервовъ	446
Непрерывность и цѣлость нерва	446
Изолированное и двустороннее проведеніе возбужденій	447
Скорость проведенія возбужденій	448
Связь возбудимости и проводимости	451
III. Электрическія явленія	452
«Собственный» токъ нерва	452
Капиллярный электрометръ	453
Буссоль Видеманна	454
Неполяризующіеся электроды	456
Отрицательное колебаніе и токъ дѣйствія	456
Анализъ электрической волны возбужденія. (<i>Дополненіе</i>)	457
Электротонъ физическій	461
IV. Условія жизни нервной ткани	463
Химическій составъ	463
Вліяніе кровообращенія	463
Переживаніе, перерожденіе и возрожденіе нерва	465
Неутомляемость нерва	467
Прибавленіе: электрическія рыбы	467

ГЛАВА XI.—Спеціальная мышечная фізіологія 469

I. Механика скелета и локомоція	469
Сочлененія. Способы прикрѣпленія мышцъ	470
Стояніе, хожденіе, бѣганіе	475
Роль чувствительности. Волевые движенія	479
II. Голосъ и рѣчь	480
Остовъ гортани. Движенія голосовыхъ связокъ	481
Иннервация мышцъ гортанной щели	489
Рѣчь А. Гласныя. В. Согласныя	490

ГЛАВА XII.—Физиологія нервныхъ центровъ.	496
Общія свойства нервныхъ центровъ (<i>Дополненіе</i>)	496
I. Спинной мозгъ	506
Анатомическій обзоръ	506
Передніе и задніе корешки	511
Основные функціи спинного мозга	513
Проведеніе импульсовъ въ спинномъ мозгу	514
Рефлекторная дѣятельность спинного мозга	524
Иррадіація рефлекторныхъ импульсовъ	524
Измѣненія рефлекторной способности. Угнетеніе ея	528
Передача черезъ сѣрое вещество	530
Теорія спинно-мозговыхъ рефлексовъ	532
Взаимодѣйствія между рефлекторными центрами (<i>Дополненіе</i>)	533
Отдѣльные центры спинного мозга	537
Автоматизмъ спинного мозга. Тонусъ мышцъ	538
II. Продолговатый и средній мозгъ	542
Анатомическій обзоръ	542
Проведеніе импульсовъ сознательной жизни	545
Рефлекторные и автоматическіе центры	547
Координація движеній конечностей и туловища	553
Лягушка и птица безъ полушарій	554
Удаленіе полушарій у млекопитающихъ	557
Мозжечекъ	558
Варолиевъ мостъ. Мозговые ножки	562
Четверохолміе	564
Зрительные бугры	566
Рефлексы высшаго порядка въ продолговатомъ и среднемъ мозгу	568
III. Большія полушарія	569
Анатомическій обзоръ	569
Большія полушарія и психическія функціи	573
Центры коры	575
Психооптический центръ	576
Ходъ волоконъ отъ сѣтчатки къ центру	581
Центры психоакустическій, обонятельный, вкусовой	582
Двигательные центры коры	583
Топографія мозговой коры у обезьяны	588
Вліяніе коры на сосуды, образованіе тепла и пр.	590
Вопросы о природѣ центровъ коры	591
Тормозящая дѣйствія при раздраженіи мозговой коры. (<i>До- полненіе</i>)	593
Топографія коры большихъ полушарій у человѣка	596
Полосатое тѣло (хвостатое и чечевице-образное ядро)	600
Бѣлое вещество полушарій. Мозолистое тѣло	601
Большой мозгъ и интеллектъ	602
Афазія, аграфія, алексія	607
Сонъ и аналогичныя съ нимъ состоянія	611
Питаніе центральной нервной системы	613

ГЛАВА XIII.—Частная физиологія периферическихъ нервовъ 619

- А. Спинномозговые нервы 621
 Законъ для нихъ Ch. Bell'я 621
 Возвратная чувствительность 622
 Симпатическій нервъ 624
- В. Черепные нервы 626
 Обонятельный, зрительный, глазодвигательный. 626
 Блоковой, тройничный 627
 Отводящій глаза, лицевой 629
 Слуховой, языкоглоточный 630
 Блуждающій и прибавочный 631
 Подъязычный. 634

ГЛАВА XIV.—Органы чувствъ 635

- Введение 636
 Отношеніе ощущеній къ раздраженіямъ. Психофизическій законъ. 637
- Зрѣніе** 640
- А. Зрительныя ощущенія. 640
 Раздраженіе зрительнаго аппарата внѣшними агентами 640
 Качество свѣтовыхъ ощущеній. Смѣшеніе цвѣтовъ 641
 Теорія зрительныхъ ощущеній 647
 Цвѣтовая слѣпота Дальтонизмъ 649
 Способъ возникновенія зрительнаго возбужденія 652
 Послѣдовательныя изображенія или слѣды 653
 Явленіе одновременнаго свѣтового контраста 656
 Иррадіація 657
 Чувствительность сѣтчатки. Элементы возбудимые свѣтомъ 658
 Внутреннія явленія въ сѣтчаткѣ. Пурпуръ ея. 662
 Электрическія и нѣкоторые другія явленія въ сѣтчаткѣ 663
- В. Зрѣніе или зрительныя сужденія 664
 Діоптрика, теорія чечевиць 664
 Діоптрика глаза. 672
 Преломляющія поверхности и среды глаза 673
 Аккомодация глаза 674
 Механизмъ аккомодации. Рѣсничная мышца. 677
 Аккомодация и возрастъ. Пресбіопія 681
 Острота зрѣнія 682
 Поле зрѣнія. Слепое пятно 684
 Аномаліи рефракціи. Міопія и гиперметропія 688
 Астигматизмъ 693
 Эноптическія явленія. 697
 Офтальмоскопія 698
 Наружныя мышцы глаза и ихъ иннервация 701
 Зрѣніе въ собственномъ смыслѣ слова 705
 Бинокулярное зрѣніе. Тождественныя мѣста сѣтчатки. 705
 Прямое видѣніе обратныхъ изображеній 709
 Опредѣленіе двухъ и трехъ измѣреній 710

Монокулярное зрѣніе	716
Движеніе радужной оболочки. Питаніе и защитительные органы глаза	716
Слухъ	721
О физическихъ свойствахъ звука	721
Отраженіе и проведеніе звука	721
Графическое изображеніе звуковыхъ волнъ	*722
Резонансъ. Анализъ звуковъ	727
Ходъ звуковыхъ волнъ въ слуховомъ аппаратѣ	728
Ушная раковина. Наружный слуховой проходъ. Барабанная пе- репонка	729
Передача звука посредствомъ слуховыхъ косточекъ	729
Передача звука черезъ кости черепа. Евстахіева труба	732
Внутреннее ухо. Ходъ звуковыхъ волнъ въ немъ	733
Слуховыя ощущенія	737
Качества слуховыхъ ощущеній	738
Слуховыя сужденія	742
Сужденія о времени, пространствѣ, направленіи и разстояніи	743
Обоняніе	744
Вкусъ	745
Осязаніе	747
Чувство температуры	751
Чувство боли	752
Общая чувствительность	753
Мышечное чувство. Чувство равновѣсія тѣла	754
Ощущеніе двигательныхъ иннервацій	757

ГЛАВА XV.—Функціи размноженія 759

Различные виды размноженія	759
Половая зрѣлость у мужчины. Сперма	760
Половая зрѣлость у женщины. Менструація	761
Овуляція	762
Желтое тѣло. Менопауза	764
Эрекція полового члена. Совокупленіе	764
Импрегнація яйца. Оплодотвореніе его	766
Наслѣдственность. Помѣси. Дѣвственное зарожденіе	770
Беременность двойнями. Суперфетація	772
Опредѣленіе пола. Гермафродитизмъ	773
Роды, отдѣленіе молока и кормленіе грудью	775

Позднѣйшія добавленія	778
Превращенія лейкоцитовъ	778
Переживаніе послѣ вылученія спинного мозга	779
Симпатическіе узлы какъ нервныя центры	780
Связь полостей внутреннего уха	781
Животный свѣтъ	781

Алфавитный указатель	782
--------------------------------	-----

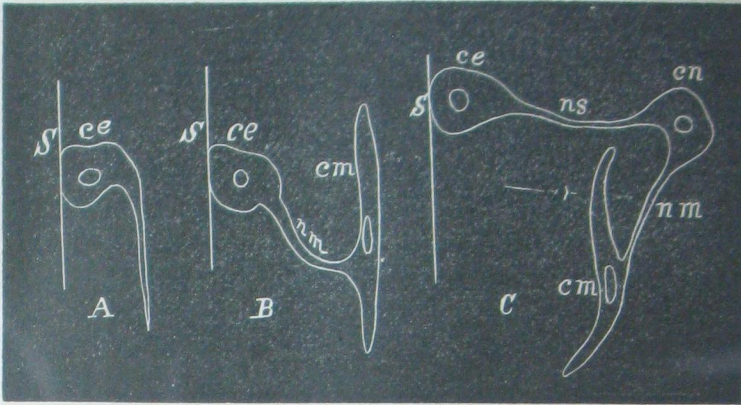
ГЛАВА IX.

ОБЩАЯ МЫШЕЧНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ¹⁾.

Животное подвергается впечатлѣніямъ со стороны внѣшнихъ дѣятелей и реагируетъ на нихъ: это совершается исключительно при посредствѣ нервной и мышечной системъ. Говоря вообще, если возникаетъ въ тѣлѣ животнаго какое-либо движеніе, то оно вызывается всегда какимъ-нибудь внѣшнимъ дѣтелемъ; но этотъ послѣдній дѣйствуетъ не прямо на мышечныя волокна: онъ возбуждаетъ на поверхности тѣла извѣстные первные элементы, отъ которыхъ возбужденіе распространяется дальше и доходить наконецъ до того или другого числа мышечныхъ волоконъ. Нервная и мышечная системы образуютъ съ физиологической точки зрѣнія одно цѣлое; то же подтверждается и съ точки зрѣнія *филогенетической* (т. е. съ точки зрѣнія послѣдовательной эволюціи, начиная съ первыхъ ступеней животной жизни). Каждая часть тѣла одноклѣточного животнаго является разомъ чувствительной, раздражительной и сократительной. У организма многоклѣточного вся поверхность тѣла сохраняетъ свою первичную чувствительность, но для обезпеченія точности и разнообразія движеній, производимыхъ тѣломъ, сократительность становится преимущественно удѣломъ извѣстныхъ клѣтокъ, называемыхъ мышечными. У извѣстныхъ видовъ гидры мышечное волокно образуетъ одно непрерывное цѣлое съ чувствительной клѣткой наружной поверхности тѣла (фиг. 147, А), у другихъ видовъ оно отдѣляется изъ нея (при В), оставаясь тѣмъ не менѣе связаннымъ съ ней и анатомически, и функціонально посредствомъ тонкой протоплазматической нити—перваго намека на нервное волокно (*nm*). Наконецъ въ стадіи еще болѣе значительной дифференцировки (при С), чувствительная эктодермическая клѣтка (*ce*) даетъ происхожденіе уже тремъ клѣткамъ, изъ которыхъ средняя *cn* (центральная нервная клѣтка) продолжаетъ оставаться посредствомъ одной протоплазматической нити (нервное волокно *ns*) въ связи съ клѣткой эктодермической (по отношенію къ нервной клѣткѣ это волокно будетъ центро-

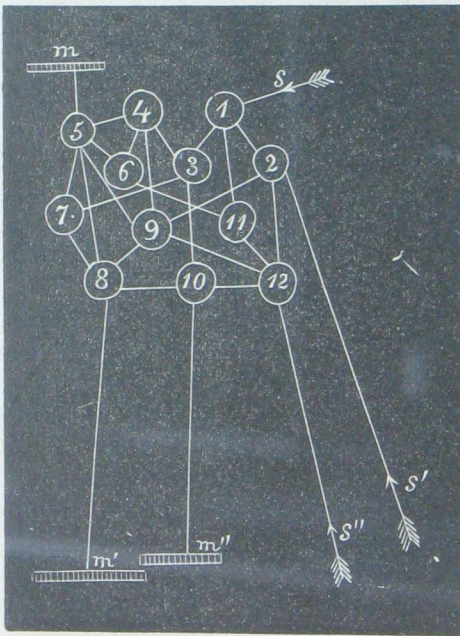
¹⁾ Ed. W E B E R, въ *Wagner's Handwörterbuch der Physiologie*, 1846—L. H E R M A N N, *Allgemeine Muskelphysik*, въ *Handbuch der Physiologie*, I, 1, 1879.—S C H I F F, *Lehrb. der Muskel-u. Nervenphysiologie*, 1858.—M A R E Y, *Du mouvement dans les fonctions de la vie*, 1868.—M I L N E E D W A R D S, *Leçons sur la physiologie*, IX, 1876.—E N. R I C H E T, *Physiol. gén. des muscles et des nerfs*, 1882.—R O S E N T H A L, *Les nerfs et les muscles*.—Статьи: *Muscles*, *Myographie* въ *Dictionnaire encyclopedique des sciences médicales*.

стремительным), а посредством другой (нервного волокна *nm*, центробежного) съ мышечнымъ волокномъ *cm*¹⁾. Эктодермическая клѣтка, будучи



Фиг. 147. Схема нервно-мышечнаго прибора у медузъ по Foster. *S* поверхность тѣла. *A* эктодермическая клѣтка (*ce*) съ мышечнымъ отросткомъ. *B* мышечная клѣтка (*cm*), соединенная съ эктодермической чувствительной клѣткой (*ce*) примитивнымъ двигательнымъ нервомъ (*nm*). *C* чувствительная клѣтка (*ce*), соединенная рудиментарнымъ центростремительнымъ волокномъ (*ns*) съ центральной нервной клѣткой *cn*, которая сама соединена центробежнымъ нервомъ (*nm*) съ мышечной клѣткой (*cm*).

вълѣдствіе своего поверхностнаго положенія элементомъ, подвергающимся обычно раздраженію, вызоветъ путемъ непрерывной связи также функціональ-



Фиг. 148. Схема нервной системы.

12-ью многополюсными клѣтками), можетъ распространиться, при посредствѣ нервныхъ клѣтокъ и интерцентральныхъ волоконъ, на какой угодно центробежный нервъ; оно можетъ дойти до любой изъ мышцъ или железъ. Извѣстная

ную дѣятельность и въ нервной клѣткѣ, и въ мышечной. Если мы теперь представимъ, что нервная клѣтка находится въ соединеніи еще съ одной или нѣсколькими сходными съ нею центральными нервными клѣтками, которые въ свою очередь связаны (фиг. 148),—по крайней мѣрѣ въ известной части—и съ периферическими чувствующими точками, и съ мышечными волокнами (или съ железистыми клѣтками), то намъ придется имѣть дѣло еще съ нервными волокнами «межцентральными», кромѣ волоконъ центральныхъ и центрифугальныхъ; въ этомъ случаѣ мы будемъ находиться предъ схемой нервной системы высшихъ животныхъ. Возбужденіе какой-либо одной чувствующей точки на периферіи (*s*, *s'*, *s''*), болѣе или менѣе удаленной отъ нервного центра (представленнаго здѣсь

¹⁾ Характеризованное такимъ образомъ все цѣлое—„нервно-мышечная клѣтка“ (Kleinenberg) принадлежитъ къ наружному зародышевому листу.

мышца (напр. *m'*) можетъ быть вызвана къ дѣятельности раздраженіемъ любой периферической чувствительной точки.

Сократительное вещество мышцъ происходитъ отъ протоплазмы эмбриональныхъ клѣтокъ: мышечное движеніе само есть не что иное, какъ усовершенствованная сократительность протоплазмы. Въ этой послѣдней сократительность совершается безразлично во всѣхъ направленіяхъ: движущіеся амеба, лейкоциты измѣняютъ каждый моментъ свою форму, не воспроизводя точно никогда одного и того же положенія; они представляютъ послѣдовательныя состоянія равновѣсія, измѣняющіяся, такъ сказать, до безконечности. Напротивъ, мышца, когда на нее дѣйствуетъ раздраженіе, сокращается, проходя всегда чрезъ рядъ фазъ тождественныхъ между собою. Она представляетъ только два состоянія равновѣсія: одно—соотвѣтствующее покою, удлиненному состоянію ея фибръ; другое—соотвѣтствующее возбужденію, когда молекулы сократительнаго вещества располагаются такимъ образомъ, что мышца становится короче и толще.

Итакъ, сокращаясь, мышца стремится сдѣлаться болѣе короткой (и толстой) и сблизить свои точки прикрѣпленія, находящіяся вообще на костяхъ. Рычаги, образованные изъ послѣднихъ, приводятся тогда въ движеніе и такимъ образомъ осуществляется функція мышечной ткани—производить механическія дѣйствія и совершать при извѣстныхъ условіяхъ внѣшнюю работу.

Механическій эффектъ мышечнаго сокращенія можетъ быть представляемъ, по E. d. Weber'у, слѣдующимъ образомъ: мышцы расположены въ тѣлѣ животнаго такимъ образомъ, что въ состояніи покоя онѣ вообще слегка растянуты между ихъ двумя точками прикрѣпленія; какъ только возникаетъ возбужденіе, мышца получаетъ другое молекулярное равновѣсіе, она стремится имѣть длину равную только трети той, какую она имѣла въ покоѣ. Смотри съ механической точки зрѣнія, это приблизительно то же, какъ если бы мышца, длина которой представляла бы въ нормѣ только треть противъ длины обычной, была насильственно растянута до этой послѣдней длины (т. е. свойственной ей въ состояніи покоя). Работа, которую слѣдовало бы употребить для произведенія такого растяженія, соотвѣтствовала бы *сократительной силѣ* возбужденной мышцы.

Различаютъ два вида мышцъ:

1) мышцы съ волокнами поперечно-исчерченными («рубчатые»), каковыя составляютъ мышцы скелета или мышцы *животной жизни* и подчинены вліянію воли (за исключеніемъ рубчатой мышцы сердца); 2) мышцы съ волокнами гладкими, каковыя образуютъ сократительныя оболочки органовъ внутренностей, не подчинены вліянію воли и называются часто мышцами *растительной жизни*.

Есть существенная фізіологическая разница между волокнами рубчатыми и гладкими. Говоря вообще, можно сказать, что у позвоночныхъ различныя фізіологическіе процессы, въ частности сокращеніе, совершаются въ волокнахъ рубчатыхъ съ гораздо большею быстротою, чѣмъ въ волокнахъ гладкихъ, и что вообще требуются рубчатые волокна тамъ, гдѣ дѣло идетъ о произведеніи быстрыхъ, внезапныхъ движеній. Поэтому можно встрѣтить въ ряду животныхъ, что гладкія волокна замѣщаютъ исчерченныя волокна и наоборотъ. Радужная оболочка и рѣсничная мышца образованы у млекопитающихъ гладкими волокнами, у птицъ и многихъ пресмыкающихся—поперечно-исчерченными волокнами. У насекомыхъ, ракообразныхъ, членистоногихъ вообще, всѣ мышцы, даже мышцы внутренностей,

образованы рубчатыми волокнами. У многих моллюсковъ, червей, иглокожихъ и т. д., всѣ мышцы гладкія. У нѣкоторыхъ безпозвоночныхъ мышечныя волокна представляютъ косую исчерченность, иногда даже двойную косую исчерченность.

Мы изучимъ послѣдовательно раздражителей, вызывающихъ къ дѣятельности мышечную сократительность, явленія микроскопическія, механическія, термическія, электрическія и химическія, сопровождающія мышечное сокращеніе.

І. Раздражители мышцы.

Естественные и искусственные раздражители мышцы.

Естественнымъ возбудителемъ, вызывающимъ нормально сокращеніе мышцъ нашего тѣла, служитъ *первый импульсъ*, посылаемый нервными центрами и передающійся мышечнымъ волокнамъ посредствомъ двигательныхъ нервовъ. Какъ мы увидимъ дальше, двигательные нервы могутъ быть возбуждаемы и искусственно, вліяніями механическими, химическими, термическими или электрическими: въ этихъ случаяхъ они также передаютъ мышцамъ свое возбужденіе и вызываютъ ихъ сокращеніе. Наконецъ всякій прямой толчекъ, сообщенный непосредственно мышечному веществу, можетъ дѣйствовать какъ возбудитель (*искусственный раздражитель*) при условіи, что онъ достаточно интенсивенъ и быстръ (отрывистъ). Искусственные раздражители могутъ быть раздѣлены, смотря по ихъ физической природѣ, на механическіе, химическіе, термическіе, свѣтовые и электрическіе ¹⁾.

Справедливо было сдѣлано сравненіе взрыва энергіи, происходящаго въ мышцѣ при ея возбужденіи, со вспыхиваніемъ кучки пороха. Въ обоихъ случаяхъ значительный запасъ энергіи напряженія превращается внезапно въ энергію дѣйствія (теплота, механическая работа и проч.) подъ вліяніемъ освобождающаго толчка часто крайне слабого; въ обоихъ случаяхъ природа взрыва та же самая, хотя вызывающій внѣшній толчекъ можетъ быть очень различенъ. Вспыхиваніе пороха или какой-либо гремучей соли можетъ быть произведено дѣйствіемъ теплоты, электрической искрой или механическимъ толчкомъ и т. д.; то же самое и съ мышечнымъ сокращеніемъ, оно можетъ

¹⁾ Въ русскомъ языкѣ (какъ и нѣмецкомъ) есть различные термины для обозначенія дѣйствія раздражителя съ одной стороны, для вызываемаго имъ въ физиологическомъ аппаратѣ эффекта съ другой: первый терминъ есть *раздраженіе*, второй *возбужденіе*. Первое дѣйствіе не предполагаетъ непременно второго. Иногда слѣдствіемъ раздраженія является не возбужденіе, а или нуль (на парализованномъ физиологическомъ аппаратѣ), или отрицательный эффектъ—*торможеніе* уже существующей дѣятельности физиологическаго прибора. Нельзя говорить (что къ сожалѣнію встрѣчается): «раздраженіе распространяется по нерву (или мышцѣ)», когда имѣется въ виду распространеніе не самого физическаго раздражителя, а вызваннаго имъ процесса возбужденія.

Та же самая разница между терминами *раздражитель* и *возбудитель*. Во французскомъ языкѣ нѣтъ для этого различныхъ терминовъ. Поэтому тамъ соотвѣтственныя понятія передаются или описательно (когда требуется бѣлая точность), или же смѣшиваются въ одномъ терминѣ (*excitation*, *excitant*). Въ переводѣ мы передаемъ этотъ терминъ тѣмъ или другимъ русскимъ терминомъ, соотвѣтственно смыслу текста.

быть вызвано дѣйствиємъ теплоты, электричества, толчкомъ механическимъ или химическимъ ¹⁾).

Раздражители механическіе, химическіе, термическіе и свѣтовые.—Мышцы возбуждаются и сокращаются, когда ихъ подвергаютъ механическимъ насиліямъ: поколачиваніе, перерѣзываніе, уколъ и т. под.; когда измѣняютъ ихъ химическое строеніе: подсыханіе, соприкосновеніе съ дистиллированной водой, дѣйствіе кислотъ, щелочей, многихъ солевыхъ растворовъ, алкоголя, эфира и проч.; когда внезапно повышаютъ или понижаютъ ихъ температуру. D'Arsonval показалъ недавно, что свѣтъ тоже можетъ, въ извѣстныхъ условіяхъ, служить раздражителемъ поперечно исчерченной мышечной ткани. Извѣстно уже давно, что свѣтъ вызываетъ прямо сокращеніе волоконъ сфинктера радужной оболочки въ глазу угря, когда этотъ органъ вырѣзанъ, а нервы его отравлены.

Различныя формы раздраженія, о которыхъ мы сейчасъ говорили, страдаютъ тѣмъ недостаткомъ, что ими трудно управлять и измѣнять ихъ въ силѣ; кромѣ того онѣ легко повреждаютъ мышечную ткань. Поэтому предпочитаютъ пользоваться для физиологическихъ опытовъ электрическимъ раздраженіемъ, которое не представляетъ этихъ неудобствъ.

Электрическій раздражитель. Дѣйствіе постоянного тока.—Мышца, будучи включена въ электрическую цѣпь, возбуждается и производитъ сократительное вздрагиваніе ²⁾ каждый разъ, какъ постоянный токъ, достаточно сильный, возникаетъ или исчезаетъ, или же каждый разъ, какъ сила этого тока повышается или падаетъ очень рѣзко. Именно, *не сама по себѣ сила тока, а быстрота, съ которою она колеблется въ ту или другую сторону, составляетъ причину раздраженія.*

Чтобы демонстрировать этотъ основной законъ электрическаго раздраженія можно помѣстить икроножную мышцу лягушки (отравленную кураре) или въ простой міографъ (фиг. 33, стр. 108), или въ „мышечный телеграфъ“ du Bois-Reymond (фиг. 149).

¹⁾ Однако сравненіе можетъ быть проведено только до извѣстныхъ предѣловъ. Есть и основное различіе: въ мышцѣ подѣ дѣйствиємъ раздражителя освобождается каждый разъ только извѣстное количество живыхъ силъ, между тѣмъ какъ во взрывчатомъ веществѣ подѣ вліяніемъ толчка весь запасъ потенціальной энергіи переводится въ энергію кинетическую. По отношенію къ возбужденію нерва это сравненіе кажется и совсѣмъ непригоднымъ, какъ видно изъ послѣднихъ страницъ нервной физиологіи.

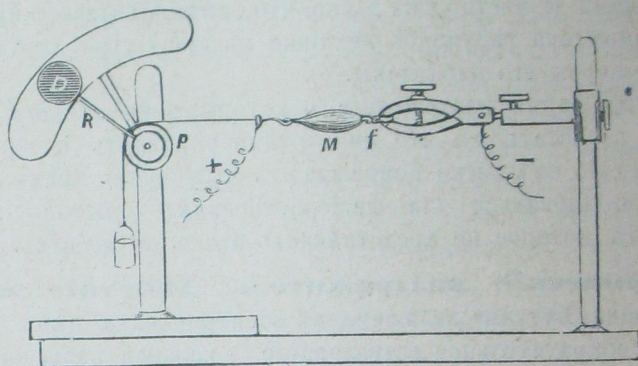
Кромѣ того для живого вещества характерна не только такая, такъ сказать, условная взрывчатость, но въ такой же мѣрѣ и способность его быстро возстановлять запасъ потенціальной энергіи. Это совершается напр. въ мышцѣ даже лишенной кровообращенія. Этотъ второй (созидательный) процессъ остается обыкновенно отъ насъ скрытымъ въ своемъ развитіи, но не имѣть его въ виду и говорить о живомъ веществѣ, просто какъ о взрывчатомъ, было бы большимъ заблужденіемъ.

Н. В.

²⁾ У насъ нѣтъ особаго термина для обозначенія простого, краткаго сокращенія мышцы (въ отличіе отъ ея длительного, тетаническаго сокращенія). Я употребляю въ этомъ смыслѣ слово: *вздрагиваніе*.

Н. В.

Въ обоихъ случаяхъ остатокъ бедренной кости защемляется въ щипцахъ такимъ образомъ, чтобы имѣлась солидная точка опоры для сокращающейся мышцы *M*. На другомъ концѣ послѣдней маленькій крючекъ вводится въ ахиллесово сухожилие; отъ этого крючка идетъ нить, прикрепляющаяся къ рычагу міографа (см. дальше) или къ блоку *P* мышечнаго телеграфа. Движенія, сообщаемыя этому блоку мышцей при сокращеніи, являются увеличенными и видимыми на разстояніи при посредствѣ металлическаго стержня *R* съ краснымъ кружкомъ *D* на концѣ, представляющаго какъ бы удлинненный радіусъ блока. Тонкія металлическія проволоки $+$ и $-$ служатъ для приведенія электрическаго тока, раздражающаго мышцу. Въ цѣпь включена батарея изъ элементовъ, дающихъ постоянный токъ, и простой ключъ (для замыканія и размыканія цѣпи).



Фиг. 149. Мышечный телеграфъ Дюбуа-Реймона.

Мышца сокращается каждый разъ, какъ замыкаютъ или размыкаютъ цѣпь тока; она остается въ покое, пока чрезъ нее проходитъ токъ безъ измѣненія въ силѣ.

То же расположеніе можетъ служить для изученія того вліянія, которое оказываютъ на мышечное сокращеніе сила постояннаго тока и быстрота его колебаній въ силѣ; но для этой цѣли надо включить въ цѣпь, между батарей и мышцей, приборъ, дающій возможность измѣнять по желанію (градуировать) силу тока: *реономъ* Fleischl'я или реохордъ du Bois-Reymond'a.

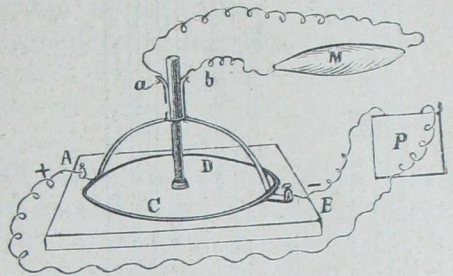
Реономъ Флейшля (фиг. 150) состоитъ изъ четырехугольной доски изъ эбонита, на верхней поверхности которой находится кольцообразный желобъ, наполненный жидкостью, проводящей электрический токъ (насыщенный растворъ сѣрнио-кислаго цинка). На двухъ противоположныхъ концахъ кольцообразнаго желоба укрѣплены зажимы (борны) *A* и *B* для проволокъ $+$ и $-$, соединенныхъ съ батареями *P* (два даніэля); кромѣ того въ цѣпь введенъ ключъ (не указанный на фиг. 150). Отъ каждого изъ зажимовъ отходитъ маленькая цинковая пластинка, погружающаяся въ растворъ сѣрнио-кислаго цинка ¹⁾. Въ центрѣ доски изъ эбонита укрѣплена вертикальная ось, вокругъ которой можетъ вращаться трубка, под-

¹⁾ Пластика амальгамированнаго цинка, погруженная въ насыщенный растворъ сѣрнио-кислаго цинка, представляетъ комбинацію, не дающую собственныхъ токовъ и не развивающую поляризационныхъ токовъ при пропусканіи чрезъ нее тока. См. въ общей нервной фізіологіи.

держивающая двѣ другія, изогнутыя дугообразно, пластинки изъ цинка; нижніе концы этихъ пластинокъ тоже погружаются въ желобъ съ сѣрнокислымъ цинкомъ, а другими концами пластинки находятся въ соединеніи съ зажимами *a* и *в*, а эти послѣдніе посредствомъ проводящихъ проволокъ соединены съ мышцей *М*.

Расположимъ приборъ, какъ это показано на фиг. 150, т. е двѣ дугообразныя цинковыя пластинки находятся какъ разъ напротивъ зажимовъ *A* и *B*. Въ этомъ случаѣ значительная часть батарейнаго тока должна будетъ идти чрезъ мышцу по проволокамъ *a* и *в*. Замкнемъ и разомкнемъ посредствомъ ключа цѣпь: мы будемъ каждый разъ наблюдать сокращеніе мышцы.

Заставимъ ось, несущую цинковыя пластинки, повернуться на четверть круга: такъ что цинковыя пластинки расположатся по концамъ діаметра *CD*, перпендикулярнаго къ діаметру *AB*. Въ этомъ положеніи батарейный токъ не будетъ циркулировать въ кругѣ *a M в*: въ самомъ дѣлѣ, точки *C* и *D* эквивалентны съ электрической точки зрѣнія [съ одинаковыми потенціалами]: поэтому при положеніи цинковыхъ пластинокъ *CD* можно замыкать и размыкать цѣпь, не вызывая ни малѣйшихъ вздрагиваній.



Фиг. 150. Схема реонома Флейшля.

Когда цѣпь замкнута и пластинки находятся въ положеніи *CD*, чрезъ мышцу не проходитъ совсѣмъ тока. Сообщимъ теперь цинковымъ пластинкамъ медленное вращеніе на четверть окружности, такъ чтобы онѣ стали наконецъ въ положеніе *AB* и токъ мало-по-малу началъ усиливаться въ своемъ дѣйствіи на мышцу: не получится ни малѣйшаго сокращенія. Повторимъ опытъ, произведя *быстро* то же самое движеніе вращенія, такъ чтобы токъ *внезапно* возросъ до той же высоты въ мышцѣ: въ этомъ случаѣ мышца будетъ возбуждена и сократится. Точно такъ же и переходъ отъ положенія *AB* къ положенію *CD*, что соответствуетъ уменьшенію или исчезанію тока, циркулирующаго чрезъ мышцу, вызоветъ сокращеніе, если такой переходъ будетъ производиться быстро.

Реохордъ Дюбуа-Реймона позволяетъ также измѣнять силу тока, дѣйствующаго на мышцу; онъ основанъ на принципѣ распредѣленія электричества въ вѣтвящихся цѣпяхъ: когда цѣпь раздѣляется на двѣ вѣтви и обѣ вѣтви соединяются затѣмъ опять, то количество электричества, проходящаго чрезъ одну изъ вѣтвей, прямо пропорціонально сопротивленію въ другой вѣтви. Чтобы измѣнить токъ въ одной вѣтви, достаточно поэтому измѣнить сопротивленіе въ другой, напримѣръ увеличивая или уменьшая ея длину.

Фиг. 151 представляетъ схематическое расположеніе опыта съ реохордомъ. Токъ отъ гальваническаго элемента *P* идетъ, напр., къ зажиму 1 и возвращается въ элементъ чрезъ рядъ металлическихъ кусковъ 1, 2, 3 и т. д., которые можно соединить между собою, втыкая между каждымъ двумя сосѣдними кусками металлическую вставку *в*. Предположимъ, всѣ эти вставки находятся на своихъ мѣстахъ, за исключеніемъ промежутка между 1 и 2: токъ можетъ въ такомъ случаѣ вступить въ кусокъ 2, только зайдя въ двѣ длинныя проволоки 1 *m* и *m*'2. Въ *n* находится металлическій брусокъ, передвигающійся по длинѣ двухъ проволокъ (*передвижной контактъ*) и позволяющій своими перемѣщеніями пускать токъ чрезъ участокъ то болѣе, то менѣе длинный обѣихъ проволокъ и такимъ образомъ измѣнять сопротивленіе въ главной цѣпи. Это сопротивленіе можетъ быть зна-

чительно увеличено послѣдовательнымъ удаленіемъ вставокъ 1, 2, 3 и т. д., причемъ токъ долженъ будетъ проходить чрезъ проволоки все болѣе и болѣе длинныя. Такимъ путемъ устраивается главная цѣпь съ сопротивленіемъ измѣняемымъ въ величинѣ по желанію.

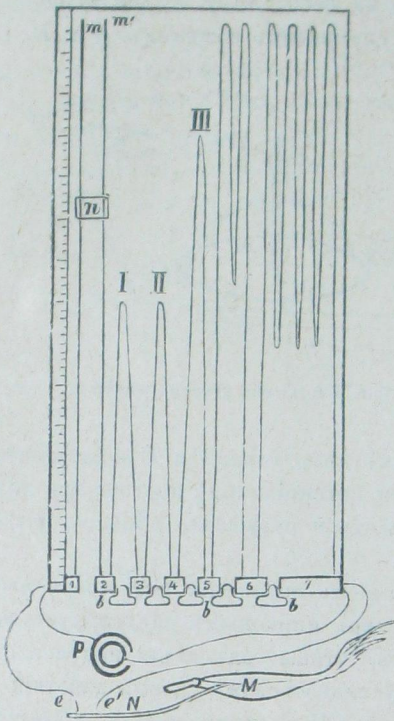


Рис. 151. Геохордъ Дюбуа-Реймона.

въ особенности послѣднюю (между 6 и 7), увеличиваютъ еще болѣе часть тока, циркулирующаго чрезъ побочную цѣпь. Это возрастаніе совершается скачками при выниманіи каждой новой вставки.

Вліяніе силы раздраженія.—Геохордъ Дюбуа-Реймона даетъ возможность установить, что токъ крайне слабый не вызываетъ сокращенія мышцы ни при замыканіи, ни при размыканіи его (*недостаточное раздраженіе*). Съ токомъ немного болѣе сильнымъ вызывается мышечное сокращеніе только при замыканіи, но не при размыканіи цѣпи (см. дальше законъ сокращеній). Если токъ возрастаетъ въ силѣ еще, то получается сокращеніе какъ при замыканіи, такъ и при размыканіи. Сила этихъ сокращеній возрастаетъ съ силою электрическаго тока до извѣстнаго максимума (максимальныя сокращенія), дальше чего возрастаніе ихъ не можетъ идти: дальнѣйшее усиленіе тока не приноситъ никакого усиленія мышечныхъ сокращеній (замыкательныхъ и размыкательныхъ ²⁾).

¹⁾ Какъ извѣстно, животныя ткани представляютъ большое сопротивленіе прохожденію тока. Сравни. дальше, подъ V.

Н. В.

²⁾ Сердечная мышца составляетъ исключеніе въ этомъ отношеніи. Ея сокращеніе—всегда максимальное, какова бы ни была сила раздраженія, разъ послѣд-

Скрытое складываніе раздраженій.—Мышца представляет явленіе *скрытаго складыванія* раздраженій [что называютъ также *суммированиемъ*, хотя ни тотъ, ни другой терминъ не даютъ понятія о внутреннемъ процессѣ, вѣроятно, крайне сложномъ; см. нервную физиологію]: если одинъ электрический толчекъ (замыканіе или размыканіе тока) слишкомъ слабъ, чтобы вызвать самъ по себѣ сокращеніе, то при повтореніи его во второй или третій разъ (или даже еще позднѣе) дѣло можетъ окончиться всетаки появленіемъ мышечнаго сокращенія, при условіи, что раздраженія слѣдуютъ другъ за другомъ довольно скоро. Объясняютъ это явленіе тѣмъ, что раздражительность мышцы повышается подъ вліяніемъ недостаточнаго раздраженія.

Прибавимъ, что мышца мало раздражительна для замыканій или размыканій тока, когда онъ идетъ чрезъ нее въ поперечномъ направленіи: чѣмъ болѣе направленіе тока приближается къ направленію продольной оси мышечныхъ волоконъ, тѣмъ значительнѣе эффектъ раздраженія ¹⁾.

Физиологическій электротонъ.—Мы видѣли, что мышца не сокращается во время прохожденія постояннаго тока [т. е. когда токъ не подвергается колебаніямъ въ своей силѣ]; однако пока продолжается прохожденіе постояннаго тока чрезъ мышцу, находятъ на ней въ сосѣдствѣ съ катодомъ или электродомъ, соединеннымъ съ отрицательнымъ полюсомъ, *повышеніе раздражительности*, а въ сосѣдствѣ съ анодомъ или положительнымъ электродомъ *пониженіе раздражительности* мышцы. Это явленіе, извѣстное подъ именемъ физиологическаго электротона, будетъ изучено подробнѣе въ нервной физиологіи.

Возбужденіе при замыканіи беретъ начало на отрицательномъ полюсѣ, при размыканіи на положительномъ ²⁾.—Въ моментъ замыканія тока (или въ моментъ возрастанія его силы) возбужденіе не возникаетъ одновременно во всѣхъ частяхъ мышцы, подвергаемыхъ дѣйствию тока; оно рождается въ области катода или отрицательнаго

няя достигла той степени, когда она уже достаточна для вызова эффекта. См. стр. 161.

¹⁾ По опытамъ однихъ изслѣдователей выходило даже, что токи, приложенные къ мышцѣ въ строго поперечномъ направленіи, не должны ее совсѣмъ возбуждать (Hermann и Giuffré 1880, Bernstein и Leicher 1888); по опытамъ другихъ, напротивъ, поперечная раздражительность мышечнаго вещества едва отличается отъ раздражительности въ продольномъ направленіи (Чирьевъ 1877). Между тѣмъ съ этимъ вопросомъ связанъ значительный теоретическій интересъ о способѣ и причинѣ дѣйствія электрическаго тока, какъ раздражителя.

По послѣднимъ тщательнымъ изслѣдованіямъ (Курчинскій 1895) возбудимость къ току въ продольномъ направленіи относится къ возбудимости въ поперечномъ какъ 1,75:1. Но если принять во вниманіе, что токъ во второмъ случаѣ встрѣчаетъ большее сопротивленіе, чѣмъ въ первомъ, то можно думать, что собственно само мышечное вещество является въ дѣйствительности даже болѣе возбудимымъ токами поперечнаго направленія, чѣмъ токами продольнаго направленія.

Н. В.

²⁾ Pflüger, *Untersuch. ü. d. Ph. d. Electrotonus* 1859; Chauveau, *Journal de la physiologie*, II, 1859, III, 1860.

полюса и можетъ отсюда распространиться путемъ проведенія на остальную часть мышцы. Точно также возбужденіе, появляющееся въ моментъ замыканія тока (или уменьшенія его силы), возникаетъ на анодѣ или положительномъ полюсѣ.

Это правило можетъ быть проверено на мышцѣ утомленной или близкой къ умиранію; раздраженіе производитъ только мѣстное (локализованное) сокращеніе, *идиомускулярное*. И вотъ такое мѣстное утолщеніе происходитъ на катодѣ во время замыканія цѣпи, на анодѣ во время размыканія [Vulpian, Schiff].

Если разрѣзать сердце лягушки такимъ образомъ, чтобы получилась полоска, имѣющая зигзагообразную форму, и потомъ помѣстить такую полоску между полюсами батареи, то можно будетъ наблюдать, что при замыканіи цѣпи сокращеніе исходитъ отъ катода, при размыканіи отъ анода.—Можно доказать съ помощію графическаго метода (два рычага, положенные на кураризованную мышцу, вытянутую горизонтально), что волна сокращенія (см. дальше) при замыканіи тока идетъ отъ отрицательнаго полюса къ положительному, а при размыканіи наоборотъ она начинается на положительномъ полюсѣ.—Наконецъ портяжная мышца (*m. sartorius*) лягушки, будучи подвѣшена вертикально за одинъ изъ ея концовъ и подвергаясь дѣйствию постояннаго тока на этомъ концѣ, ¹⁾ сокращается такимъ образомъ, что при замыканіи тока она склоняется къ катоду, при размыканіи—къ аноду. Опытъ особенно нагляденъ, когда свободный конецъ мышцы расщепленъ по длинѣ: тогда можно видѣть, что каждый изъ мышечныхъ лоскутковъ сгибается поочередно, смотря по тому, замыкается или размыкается токъ.

Раздраженіе токами очень короткими или индукціонными ударами.—Для того чтобы электрическое колебаніе—замыкательное или размыкательное—постояннаго тока могло дѣйствовать въ качествѣ раздражителя, оно должно имѣть извѣстную продолжительность. Токи очень высокаго напряженія, но и очень короткіе (колеблющіеся разрядъ конденсаторовъ, *Herz, d'Arsonval*) могутъ пронизывать мышцы, нервы и различные органы тѣла, не производя возбужденія, тогда какъ тѣ же самые токи производили бы на организмъ дѣйствіе не только возбуждающее, но прямо разрушительное или смертельное, если бы они имѣли большую продолжительность.

Токи, производимые индукціонной катушкой, имѣютъ продолжительность очень короткую, однако достаточную для возбужденія мышцы. Каждый индукціонный толчекъ можетъ быть разсматриваемъ какъ одиночное раздраженіе, гдѣ раздраженіе замыкательное сливается съ раздраженіемъ размыкательнымъ ²⁾. Индукціоннымъ приборомъ служитъ обыкновенно въ фізіо-

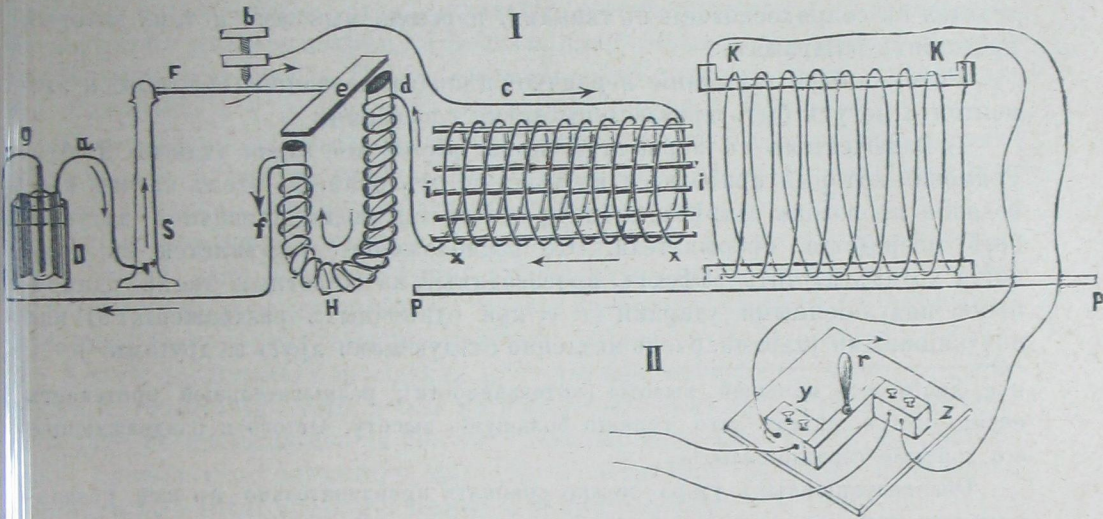
¹⁾ Токъ проходитъ чрезъ этотъ конецъ въ поперечномъ направленіи; одинъ электродъ прикладывается къ одному краю мышцы, другой къ противоположному.

Н. В.

²⁾ Однако по всѣмъ признакамъ въ индукціонномъ ударѣ возбуждающимъ моментомъ служитъ только фаза возникновенія тока, а не фаза его исчезанія (паденія). Возбужденіе выходитъ оттуда, гдѣ дѣйствуетъ катодъ, и т. д. Что вторая фаза (паденіе тока) выпадаетъ совершенно въ смыслъ раздраженія, это можно объяснять тѣмъ, что все время дѣйствія индукціоннаго тока слишкомъ коротко; а для того, чтобы электрическій токъ могъ дать эффектъ при размыканіи, онъ долженъ дѣйствовать нѣкоторое время на фізіологическій препаратъ.

логіи санный аппарат du Bois-Reymond'a, представленный схематически на фиг. 152.

Этот прибор состоит из двух катушек, сдѣланных из изолированной металлической проволоки. Одна из этих катушек *XX* соединяется съ обоими полюсами элемента, дающаго токъ, и представляетъ первичную катушку, по которой проходитъ индуцирующій токъ; *KK* есть вторичная катушка, въ которой развивается индукціонный токъ. Если обѣ ка-



Фиг. 152. Схема санного индукціоннаго прибора Дюбуа-Реймона.

тушки не очень удалены другъ отъ друга, то въ моментъ замыканія первичнаго тока въ спирали *XX*, во вторичной спирали *KK* развивается наведенный токъ или замыкательный индукціонный ударъ очень короткой продолжительности, имѣющій направленіе противоположное току индуцирующему. Въ моментъ размыканія первичнаго тока образуется во вторичной катушкѣ размыкательный индукціонный ударъ, болѣе короткий и имѣющій большую интензивность, чѣмъ ударъ замыканія ¹⁾; имѣетъ онъ то же направленіе,

Въ самомъ дѣлѣ и постоянный токъ довольно сильный не вызываетъ мышечнаго сокращенія при размыканіи, если онъ былъ замкнутъ на очень короткое время.

Н. В.

¹⁾ Размыкательный индукціонный ударъ сильнѣе замыкательнаго по той причинѣ, что размыканіе тока сопровождается (вслѣдствіе самоиндукціи) возникновеніемъ въ первичной катушкѣ экстратока, имѣющаго то же самое направленіе, что и токъ главный, въ то время какъ замыканіе постоянного тока сопровождается появленіемъ экстратока обратнаго направленія, который и ослабляетъ главный токъ. Очень легко, удаляя катушку *KK* отъ катушки *XX*, найти такое разстояніе между ними, при которомъ индукціонные токи размыканія одни способны возбуждать мышцу, въ то время какъ индукціонные удары замыканія остаются неэффективными. Поставивъ электроды себѣ на языкъ, легко замѣтить эту разницу въ интензивности замыкательныхъ и размыкательныхъ ударовъ.

[Количество электричества въ томъ и другомъ изъ нихъ одинаково, но распределеніе его во времени различно. Замыкательный ударъ протекаетъ медлен-

что и токъ индуцирующій. Чѣмъ болѣе приближаютъ вторичную катушку *КК* къ первичной *ХХ*, тѣмъ сильнѣе становятся получающіеся индукціонные токи. Такимъ образомъ можно измѣнять по произволу силу индукціонныхъ токовъ (катушка *КК* несетъ указатель и перемѣщается вдоль линейки *РР*, раздѣленной на сантиметры и миллиметры). Отъ вторичной катушки индукціонные токи отводятся посредствомъ двухъ металлическихъ проволокъ, оканчивающихся соотвѣтственными электродами; послѣдніе приводятся въ соприкосновеніе съ тканями: нервами, мышцами и т. п., которыя предстоитъ раздражать.

Размыканіе и замыканіе первичной цѣпи (съ первичной спиралью и элементомъ) могутъ быть произведены двумя способами:

1) Включеніемъ въ первичную цѣпь *рычажнаго ключа* (ключа Дюбуа-Реймона), который приводится въ дѣйствіе отъ руки. Въ этомъ случаѣ проводящія проволоки закрѣпляются прямо въ зажимахъ первичной катушки безъ посредства прерывателя. Это расположеніе примѣняется къ дѣлу, когда хотятъ изучить эффектъ, производимый на животныя ткани одиночными индукціонными ударами (т. е. при одиночныхъ раздраженіяхъ) или индукціонными ударами, очень медленно слѣдующими другъ за другомъ ¹⁾.

нѣе, достигаетъ меньшей высоты (интензивности); размыкательный протекаетъ очень быстро, имѣетъ зато гораздо большую высоту. Оттого и раздражающее его дѣйствіе гораздо сильнѣе.

Оба индукціонныхъ удара можно сравнить приблизительно въ ихъ раздражающемъ дѣйствіи, если ихъ производить не замыканіемъ и размыканіемъ первичной цѣпи, а введеніемъ и выведеніемъ хорошаго побочнаго замыканія между батареей, дающей постоянный токъ, и первичной спиралью (при помощи ключа Дюбуа-Реймона для одиночныхъ раздраженій и *придатка Гельмгольца*, существующаго на нѣкоторыхъ индукціонныхъ приборахъ, для прерывистыхъ, быстро повторяющихся раздраженій).

Того же можно достигнуть для любой частоты раздраженій, если сдѣлать первичную катушку изъ двойной спирали, причемъ одна спираль остается постоянно замкнутой сама въ себѣ, а другая соединяется обычнымъ образомъ съ батареей и прерывателемъ цѣпи (Введенскій).

Тотъ и другой приемы замедляютъ паденіе (размыканіе) индуцирующаго тока и этимъ путемъ сближаютъ размыкательный индукціонный толчокъ съ замыкательнымъ.

Н. В.]

¹⁾ И одиночные индукціонные удары лучше производить не отъ руки (что придаетъ имъ недостаточную равномерность въ сравниваемыхъ случаяхъ), а съ помощью механическаго прерывателя первичной цѣпи, напр. *электрическаго метронома*. Это обыкновенный метрономъ, къ маятнику котораго придѣлана проволока, погружающаяся при каждомъ его колебаніи въ чашечку съ ртутью; такъ какъ эта проволока, маятникъ и его ось включены въ цѣпь тока, то при каждомъ погруженіи проволоки въ ртуть получается замыкательный индукціонный ударъ, а при выходѣ ея изъ ртути — размыкательный. При посредствѣ ключа du Bois-Reymond'a, поставленнаго во вторичную цѣпь (какъ на фиг. 152) можно исключать по желанію тотъ или другой ударъ или даже ряды ихъ.

Для той же цѣли служатъ *электрическіе часы* Ludwig'a, гдѣ перерывы тока можно производить по желанію чрезъ 1, 2, 5, 10 секундъ.

Для методики рекомендуется русскій переводъ: *Бурдонъ-Сандерсонъ, Фостеръ Лаудеръ-Брунтонъ*. Практическій курсъ фізіологіи. С.П.Б., 1886 (со значительными дополненіями по сравн. съ оригиналомъ).

Н. В.

2) Включеніемъ въ первичную цѣпь автоматическаго дрожателя (прерывателя), устраиваемаго на самомъ приборѣ въ сосѣдствѣ съ первичною спиралью. Въ этомъ случаѣ проволоки отъ элемента закрѣпляются въ S и f . Прерыватель состоитъ изъ маленькаго горизонтальнаго молоточка Fe , пластинчатая рукоятка котораго въ силу своей эластичности упирается въ штифтъ b и замыкаетъ такимъ образомъ первичную цѣпь. Но какъ скоро токъ вступитъ въ цѣпь, головка молотка, сдѣланная изъ мягкаго желѣза (e), будетъ притянута электромагнитомъ H ; это произведетъ перерывъ тока между F и b , а слѣдов. размагничиваніе электромагнита и эластическое отбрасываніе молотка кверху. Молотокъ, приподнявшись къ штифту b , замкнетъ снова токъ между F и b ; замыканіе тока создастъ снова условіе для его размыканія и т. д. [Это такъ называемый *молотокъ Wagner'a*].

При каждомъ движеніи дрожателя первичный токъ замыкается, потомъ размыкается; отсюда возникновеніе во вторичной спирали индукціонныхъ ударовъ замыканія, чередующихся съ ударами размыканія.

Это расположеніе саннаго аппарата Дюбуа-Реймона употребляется тогда, когда дѣло идетъ о томъ, чтобы подвергнуть нервъ или мышцу электрическимъ раздраженіямъ въ теченіи извѣстнаго времени (т. е. раздражающимъ ударами, слѣдующимъ довольно быстро другъ за другомъ).

Кромѣ прерывателя первичная цѣпь должна имѣть еще электрическій ключъ, служащій для того, чтобы ее можно было замыкать и размыкать отъ руки (это не представлено на фиг. 152). Каждый разъ какъ ключъ замыкаетъ цѣпь, прерыватель начинаетъ дрожать и вторичная катушка посылаетъ индукціонные токи, предназначенные для раздраженія.

Легко записать моменты раздраженія: для этого достаточно включить въ первичную цѣпь электрическій сигналъ (см. стр. 112.), который будетъ колебаться въ унисонъ съ прерывателемъ и записывать свои колебанія на пишущемъ цилиндрѣ, пока ключъ будетъ оставаться опущеннымъ, т. е. пока будетъ длиться раздраженіе ¹⁾.

Обыкновенно ставятъ еще второй ключъ *rug* во вторичную цѣпь между вторичной катушкой и раздражающими электродами. Онъ располагается какъ показано на фиг. 152. Когда онъ закрытъ, онъ образуетъ цѣпь съ очень малымъ сопротивленіемъ (которымъ можно пренебречь по сравненію съ сопротивленіями той цѣпи, гдѣ находится нервъ или мышца), чрезъ которую и проходитъ [почти] цѣликомъ индукціонный токъ, не заходя въ длинную цѣпь. Для того, чтобы начать раздражать нервъ или мышцу, надо открыть ключъ посредствомъ рукоятки r : тогда индукціонные токи должны будутъ проходить чрезъ длинную цѣпь съ физиологическимъ препаратомъ.

Повторныя раздраженія.—Если подвергать мышцу ряду электрическихъ толчковъ (чередующіяся замыканія и размыканія постоянного тока, часто повторяющіеся индукціонные удары), слѣдующихъ другъ за другомъ чрезъ короткій промежутокъ времени, то мышца не будетъ имѣть времени для

¹⁾ Въ интересахъ правильнаго хода прерывателя лучше не помѣщать сигнала въ первичную цѣпь. Тогда для него ставятъ особую батарею и съ помощью двойнаго ключа въ немъ замыкаютъ токъ въ то время, какъ другою половиною того же ключа открываютъ доступъ индукціоннымъ токамъ къ нерву, мышцѣ.

того, чтобы придти въ состояніе разслабленія послѣ cadaго вздрагиванія или простаго сокращенія: она останется непрерывно сокращенной. Этотъ родъ сокращенія, вызываемый дѣйствіемъ многихъ раздраженій [называемыхъ у насъ обыкновенно: *прерывистый токъ*], отъ которыхъ эффекты болѣе или менѣе сливаются, носить названіе *столбняка* (*тетануса*)¹⁾. Наиболѣе простой способъ для полученія тетануса состоитъ въ приложеніи къ мышцѣ электродовъ, соединенныхъ съ саннымъ приборомъ Дюбуа-Реймона и произведеніи прерывистыхъ раздраженій съ помощію колеблющагося молотка Wagneга. [Подробный анализъ тетануса см. дальше].

Собственная раздражительность мышечной ткани.—

Когда пропускаютъ электрическій токъ чрезъ мышцу не отравленную посредствомъ кураре, то въ моментъ замыканія или размыканія токъ можетъ столько же дѣйствовать на двигательные нервы, какъ и на мышечныя волокна. Физиологи прошлаго столѣтія много разсуждали надъ вопросомъ, могло ли бы дѣйствовать въ этомъ случаѣ раздраженіе прямо на мышечное вещество. Многие изслѣдователи принимали, что раздражитель дѣйствуетъ при этомъ только чрезъ посредство нервныхъ волоконъ, что только эти послѣднія возбуждаются непосредственно электричествомъ и другими искусственными раздражителями; они отказывали мышцѣ въ *прямой раздражительности*. Теперь подобный вопросъ не имѣетъ уже болѣе смысла: раздражительность есть свойство, присущее всякой живой матеріи, въ которомъ, стало быть, не можетъ быть отказано и мышцѣ.

Вотъ впрочемъ опыты, которые должны устранить всякія сомнѣнія, если бы таковыя еще могли существовать:

а) Нѣсколько дней спустя послѣ перерѣзки двигательнаго нерва, волокна его въ мышцѣ перерождаются по всей длинѣ и слѣдов. въ физиологическомъ смыслѣ являются разрушенными; однако мышца остается еще долго возбудимой для раздражителей, приложенныхъ къ ней прямо (Longet).

б) Постоянный токъ, будучи приложенъ къ двигательному нерву [прежде самой мышцей] въ восходящемъ направленіи, парализуетъ периферическій конецъ, оставляя совершенно нетронутыми мышечныя волокна (*Электротокъ*, см. дальше): мышечная ткань сокращается еще, если раздражать ее прямо. Можно возразить противъ этихъ двухъ опытовъ, что можетъ быть нервныя окончанія остаются еще не перерожденными или что концевая пластинка иначе относится къ постоянному току, чѣмъ само нервное волокно.

в) Кѹһпе показалъ, что конецъ портняжной мышцы у лягушки совершенно лишенъ нервныхъ волоконъ; и тѣмъ не менѣе онъ совершенно раздражителенъ.

г) Указываютъ еще какъ на доказательство собственной раздражительности мышечнаго вещества на тотъ фактъ, что нервная и мышечная ткань совершенно различно относятся къ амміаку: выпрепаровываютъ мышцу съ идущимъ къ ней нервомъ; погружаютъ сначала этотъ послѣдній въ амміакъ и не наблюдается ни малѣйшаго сокращенія [нервъ тотчасъ убивается уже парами NH_3]; мышца же напротивъ обнаруживаетъ сокращенія, какъ только она придетъ въ соприкосновеніе съ жидкостію или даже только парами амміака (Кѹһпе).

¹⁾ Въ исключительныхъ случаяхъ можно наблюдать столбнякъ въ моментъ размыканія постоянного тока, когда онъ дѣйствовалъ нѣкоторое время на мышцу (размыкательный тетанусъ), или даже и при замыканіи тока (замыкательный тетанусъ).

д) Сильное механическое раздраженіе мышцы, утомленной или поставленной въ неблагопріятныя фізіологическія условія, вызываетъ мѣстное сокращеніе, названное *идіомускулярнымъ*; оно появляется только на мѣстѣ механическаго вліянія и не распространяется на всю мышцу, какъ это имѣетъ мѣсто при раздраженіи съ нерва.

Отравленіе посредствомъ кураре. — Лучшее доказательство прямой мышечной раздражительности дано примѣненіемъ *кураре*, употреблявшагося для отравленія стрѣлъ (Cl. Bernard, Kölliker). Кураре парализуетъ периферическія окончанія двигательныхъ нервовъ, такъ что нервъ при раздраженіи не оказываетъ уже на мышцу никакого дѣйствія, а между тѣмъ электрическій раздражитель, приложенный прямо къ кураризованной мышцѣ, вызываетъ ея сокращеніе. Кураризованная мышца замѣчательно чувствительна къ дѣйствию постоянного тока, гораздо менѣе чувствительна къ индукціонному току. Чтобы возбудить ее этимъ послѣднимъ, надо употребить токи болѣе сильныя, чѣмъ каковыя требуются для мышцы нормальной. Мышца же не отравленная относится къ индукціонному току такъ же, какъ если бы его прикладывали къ двигательному нерву. Эта разница въ дѣйствіи постоянного и индукціоннаго тока, обнаруживающаяся только на мышцахъ, у которыхъ нервы парализованы и не функціонируютъ болѣе, служитъ діагностическимъ признакомъ для электротерапіи (реакція перерожденія).

Слѣдующій опытъ Cl. Bernard'a крайне поучителенъ въ томъ, что касается избирательнаго дѣйствія кураре на нервныя окончанія [и притомъ только въ рубчатыхъ мышцахъ].

Изолируютъ на лягушкѣ сѣдалищный нервъ, напр. правый, въ задней части бедра; подъ него подводятъ навощенную нитку и перетягиваютъ плотно всѣ части лежащія подъ нимъ (лигатура en masse), не затрогивая его самого. Такимъ образомъ всѣ ткани, лежащія ниже мѣста перетяжки, будутъ устранены отъ дѣйствія кровообращенія и предохранены отъ общаго отравленія.

Послѣ этого подготовленія впрыскиваютъ посредствомъ Пироваго шприца нѣсколько капель 1% раствора кураре (доза измѣняется въ зависимости отъ силы продажнаго препарата) подъ кожу на спинѣ лягушки. Черезъ извѣстное время животное окажется совсѣмъ парализованнымъ.

Обнажаютъ сѣдалищный нервъ лѣвой лапки (на которую распространялось отравленіе) и, помѣстивъ его периферическій конецъ на электроды, соединенные съ индукціонной катушкой саннаго прибора, раздражаютъ прерывистыми токами: мышцы отравленной лапки не сокращаются. Затѣмъ прикладываютъ электроды прямо къ мышцамъ той же стороны: онѣ сокращаются. Прямая раздражительность ихъ сохранена, непрямая (при посредствѣ двигательнаго нерва)—уничтожена.

Итакъ кураре не отравляетъ мышцу, но ея двигательный нервный снарядъ: либо волокна нервнаго ствола, либо концевую пластинку ихъ. Легко убѣдиться, что кураре не отравляетъ нерва, что его дѣйствіе, слѣдов., простирается на концевую пластинку. Въ самомъ дѣлѣ, на лягушкѣ приготовленной, какъ сказано выше, электрическое раздраженіе центральнаго конца лѣваго сѣдалищнаго нерва (на отравленной сторонѣ) вызываетъ рефлекторнымъ путемъ сокращенія въ мышцахъ правой лапы (не отравленной). Нервы чувствительные лѣваго сѣдалищнаго нерва передаютъ возбужденіе спинному мозгу; послѣдній реагируетъ, посылая по двигательнымъ нервамъ въ различныя части тѣла импульсы мышцамъ. Эти двигательные импульсы достигаютъ мышцъ правой лапки, не отравленной, и вызываютъ здѣсь движенія. Во всѣхъ другихъ частяхъ тѣла возбужденія, идущія по

двигательнымъ нервамъ, не могутъ перейти чрезъ отравленные ядомъ концевыя пластинки, не могутъ дойти до мышечныхъ волоконъ.

Этотъ опытъ доказываетъ итакъ, что кураре не отравляетъ ни центростремительныхъ чувствительныхъ нервовъ, ни нервныхъ центровъ, ни центробѣжныхъ нервовъ, ни мышцъ. Идя путемъ такихъ исключеній, остается только признать, для объясненія паралича, отравленія концевыхъ пластинокъ.

Кураре имѣетъ то же самое токсическое дѣйствіе на животныхъ теплокровныхъ, млекопитающихъ и птицъ. Онъ убиваетъ быстро этихъ животныхъ, парализуя дыхательныя мышцы. Чтобы сохранить жизнь кураризованному животному, необходимо поддерживать искусственное дыханіе; ядъ мало по малу снова поступаетъ въ кровь и выдѣляется почками: животное можетъ оправиться отъ отравленія.—Кураре почти совсѣмъ не всасывается стѣнкою кишечнаго канала ¹⁾; поэтому его вводятъ не чрезъ ротъ, а путемъ подкожнаго впрыскиванія [или прямо въ кровеносные сосуды].

[Физиологическій эквивалентъ отравленія кураре.]—Если двигательныя волокна посылаютъ частыя и вмѣстѣ съ тѣмъ сильныя возбужденія (стр. 406), то концевыя пластинки скоро перестаютъ передавать ихъ мышечному веществу и парализуются въ своей дѣятельности: мышца впадаетъ въ состояніе аналогичное тому, что наблюдается при отравленіи кураре. Непрямая раздражительность ея совершенно утрачивается, остается та степень раздражительности, которая присуща и мышцѣ кураризованной. Стоитъ прекратить раздраженіе нерва, мышцѣ тотчасъ же возвращается вся прежняя раздражительность (Введенскій).

Это можетъ, слѣдовательно, также служить способомъ сдѣлать мышцу безнервной въ физиологическомъ смыслѣ.

Слѣдуетъ добавить, что мышца безнервная отличается отъ нормальной мышцы еще тѣмъ, что она всегда чувствительнѣе реагируетъ на токи *нисходящаго* направленія, нормальная — на токи *восходящаго* направленія. Чтобы показать это, нѣтъ надобности прибѣгать къ мышцѣ вырѣзанной, подвергнувъ ее сейчасъ описаннымъ воздѣйствіямъ; это можно производить также на цѣломъ теплокровномъ животномъ, прекращая и возобновляя кровообращеніе въ какой-либо конечности: послѣ остановки кровообращенія лигатурой, извѣстная мышца перестаетъ минутъ чрезъ 15—30 возбуждаться съ нерва, вмѣстѣ съ этимъ она становится раздражительнѣе для тока нисходящаго, чѣмъ восходящаго; стоитъ возобновить кровообращеніе въ ней, она становится доступной дѣйствію нерва и отношеніе ея самой къ направленію токовъ измѣняется въ обратное; стоитъ еще разъ прекратить кровообращеніе, она чрезъ извѣстное время опять раздражительнѣе для нисходящаго тока и т. д. (Введенскій, 1895)].

¹⁾ Въ дѣйствительности, кураре всасывается изъ пищеварительнаго канала; но всасываніе идетъ такъ постепенно, что почки успѣваютъ всосавшіяся порціи выдѣлить вонъ изъ организма, прежде чѣмъ успѣетъ произойти замѣтное накопленіе яда въ крови (Cl. Bernard, Hermann.).

Не мѣшаетъ добавить, что дѣятельность сердца и сосудодвигательныхъ нервовъ не парализуются дѣйствіемъ этого яда (при большихъ дозахъ блуждающій нервъ теряетъ свое тормозящее дѣйствіе на сердце). На нѣкоторые аппараты тѣла тотъ же ядъ дѣйствуетъ возбуждающимъ образомъ. Такъ образованіе лимфы усиливается и притомъ независимо отъ расширенія сосудовъ (Пашутинъ). То же имѣетъ мѣсто по отношенію и къ другимъ секретіямъ, напр. отдѣленію слюны.

II. Микроскопическія явленія мышечнаго сокращенія.

Строеніе рубчататаго мышечнаго волокна.—Рубчатое мышечное волокно состоитъ: 1) изъ облекающей перепонки эластической природы, *сарколеммы*, которая переходитъ въ шванловскую оболочку на уровнѣ концевой пластинки; 2) изъ сократимаго содержащаго съ фибриллярнымъ строеніемъ; 3) изъ нѣсколькихъ ядеръ, изъ конхъ каждое окружено протоплазматической атмосферой и расположено вообще на внутренней поверхности сарколеммы.

Мышечное волокно состоитъ изъ сходныхъ другъ съ другомъ сегментовъ, наложенныхъ одинъ на другой по его длинѣ и раздѣленныхъ между собою тонкими темноватыми поперечными перегородками (*полоски Аписі, промежуточные кружки*). Въ каждомъ сегментѣ волокна различаютъ средній темный участокъ, двоякопреломляющій (*анизотропный*), богатый твердыми веществами, окрашивающійся гематоксилиномъ, пикрокарминомъ и проч. (*мясной элементъ Вомпана*), отдѣленный съ каждой стороны отъ промежуточнаго кружка свѣтлой полоской, однопреломляющей (*изотропной*), богатой водой и не окрашивающейся гематоксилиномъ. Такъ какъ такое чередованіе частей свѣтлыхъ и темныхъ происходитъ параллельно съ этимъ и въ сосѣднихъ волокнахъ, то отъ цѣлаго волокна получается впечатлѣніе чередующихся свѣтлыхъ и темныхъ поперечныхъ полосъ (поперечная полосатость). Цилиндрическое или призматическое волокно представляется образованнымъ изъ свѣтлыхъ и темныхъ дисковъ, наложенныхъ другъ на друга.

Итакъ каждый сегментъ волокна представляетъ внутри себя темный *анизотропный дискъ* (*a* на фиг. 153) и по обоимъ его концамъ свѣтлый *изотропный дискъ* (*i*). Прилежающіе другъ къ другу сегменты раздѣлены *промежуточными дисками* (*m*), родомъ очень тонкихъ и резистентныхъ перегородокъ, къ которымъ прикрѣплена сарколемма. Мы оставляемъ въ сторонѣ нѣкоторыя подробности строенія, менѣе важныя съ физиологической точки зрѣнія, напр. частое нахожденіе въ мышцахъ членистоногихъ добавочныхъ дисковъ, поставленныхъ съ каждой стороны промежуточнаго диска, или существованіе срединнаго диска, дѣлящаго пополамъ анизотропный дискъ, и т. д.

Микроскопическая картина волокна въ состояніи сокращенія.—Во время сокращенія каждый сегментъ волокна уменьшается въ длину и увеличивается въ толщину. Уменьшеніе въ длину совершается исключительно на счетъ свѣтлаго изотропнаго вещества; отдѣлъ анизотропнаго вещества сохраняетъ свою длину, но раздѣляется въ поперечномъ направленіи. Итакъ совершается поглощеніе водянистаго изотропнаго вещества веществомъ плотнымъ анизотропнымъ.

Это поглощеніе тѣмъ болѣе выражено, чѣмъ мышца сильнѣе сокращена; наступаетъ наконецъ моментъ, когда свѣтлое вещество исчезаетъ почти совершенно и когда края анизотропныхъ дисковъ приходятъ въ соприкосновеніе съ промежуточными кружками; поперечная полосатость становится тогда мало ясной: это—стадія, которой многіе гистологи даютъ названіе *однородной стадіи* (гомогенной).

Если сокращеніе усиливается еще, наблюдаютъ *стадію извращенную*: промежуточные кружки продолжаютъ сближаться, они становятся болѣе и болѣе

темными, въ то время какъ область анизотропнаго диска становится свѣтлѣе, за исключеніемъ его середины, гдѣ вырисовывается срединная (медіанная) темная полоса малой толщины. Въ этотъ моментъ картина мышечнаго волокна въ поляризованномъ свѣтѣ та же самая, что и въ обыкновенномъ, тогда какъ на волокнѣ вытянутомъ, но не возбужденномъ, диски, темные при обыкновенномъ свѣтѣ, кажутся въ поляризованномъ свѣтѣ, въ силу ихъ двойкой преломляемости, свѣтлыми (изслѣдованіе между перекрещенными призмами Николя); и обратно, диски, однопреломляющіе при обыкновенномъ свѣтѣ, являются темными въ свѣтѣ поляризованномъ.

По Engelmann'у, поглощеніе изотропной жидкости анизотропнымъ плотнымъ веществомъ должно быть явленіемъ имбибиціи (впитыванія).

По Krause анизотропное вещество должно быть образовано изъ палочекъ, между которыми вступаетъ жидкость изотропнаго вещества, когда происходитъ сокращеніе. Мышечные сегменты представляются настоящими ящичками, ограниченными посредствомъ концевыхъ (промежуточные кружки) и боковыхъ перепонокъ. Срединна каждого ящичка—занята мышечной призмой, образованной палочками, концы ящичка содержатъ изотропную жидкость. Сокращеніе могло бы производиться тѣмъ, что концы палочекъ въ прилегающихъ другъ къ другу ящичкахъ притягиваются, какъ магниты, слѣдствіемъ чего было бы отталкиваніе жидкости въ промежутки между палочками.

Изложенныя данныя получены главнымъ образомъ микроскопическимъ изслѣдованіемъ мышечныхъ волоконъ насѣкомыхъ (Hydrophilus, Telephorus

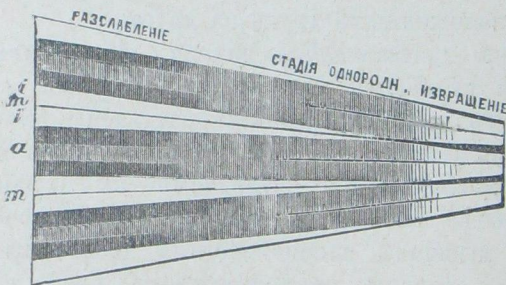
melanurus и проч.), убитыхъ алкоголемъ. Алкоголь фиксируетъ волокна въ разныхъ стадіяхъ сокращенія; иногда встрѣчаютъ мышечныя волокна сокращенными съ одного бока, разслабленными съ другого. Тогда можно наблюдать картину аналогичную той, которая представлена на фиг. 153. Въ другихъ случаяхъ волокно бываетъ убито въ тотъ моментъ, когда волна сокращенія появилась на уровнѣ концевой пластинки: тогда можно наблюдать, слѣдя по длинѣ волокна, мышечные сегменты послѣдовательно во всѣхъ переходахъ отъ самаго энергичнаго сокращенія къ полному разслабленію.

Впрочемъ гистологи далеки еще отъ того, чтобы достигнуть соглашенія относительно тонкаго строенія рубчатого волокна и специальная литература этого вопроса представлена большимъ числомъ объемистыхъ сочиненій.

III. Механическія явленія сокращенной мышцы.

Механическія свойства мышцъ. — Консистенція мышцъ въ покоѣ очень мягкая, при сокращеніи она становится больше.

Мышцы обладаютъ эластичностью малою, но совершенною: онѣ очень



Фиг. 153.—Кусокъ мышечнаго волокна водолюба, сокращенный справа, разслабленный слѣва. *m* тонкій или промежуточный дискъ; *a* темный анизотропный дискъ; *i* свѣтлый изотропный дискъ (по L. Fredericq).

растяжимы, удлиняясь значительно подъ вліяніемъ уже слабыхъ отягощеній, но когда растягивающаѣ ихъ сила перестаетъ дѣйствовать, онѣ возвращаются къ своей прежней длинѣ. По мѣрѣ того какъ мышца удлиняется, еѣ толщина (поперечный разрѣзъ) уменьшается въ соотвѣтственной степени, такъ что объемъ еѣ остается тѣмъ же самымъ. Какъ только отягощенія переходятъ за извѣстную границу, мышца, разъ растянувшись, не возвращается уже болѣе къ своимъ первоначальнымъ размѣрамъ. Мышца обладаетъ еще *медлительной* или *дополнительной растяжимостью*, т. е. подъ вліяніемъ извѣстнаго отягощенія она не удлиняется сразу: еѣ полное удлиненіе требуетъ нѣсколькихъ минутъ. Она имѣетъ также и *медлительную эластичность*, т. е. она возвращается къ своей первоначальной формѣ только послѣ извѣстнаго времени.

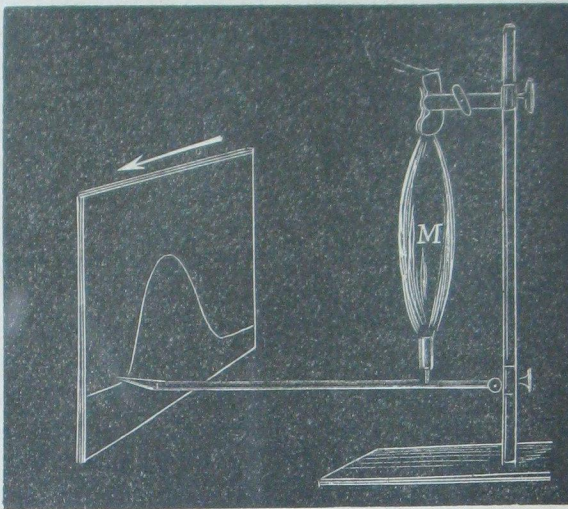
Въ мышцахъ, такъ же какъ и во всѣхъ растяжимыхъ тѣлахъ происхожденія животнаго или растительнаго (прѣмѣръ—каучуковая нить), удлиненія при растяженіи не пропорціональны растягивающимъ тяжестямъ: одна и та же прибавка въ отягощеніи производитъ тѣмъ меньшую прибавку въ удлиненіи мышцы, чѣмъ болѣе послѣдняя была уже предъ этимъ растянута (Ed. Weber). Кривая растяженія, т. е. линія, которую получаютъ, откладывая тяжести по оси абсциссъ, а удлиненія отъ растяженія какъ ординаты, не есть прямая линія, какъ для тѣлъ неорганическихъ, но приближается къ гиперболѣ (Wertheim). Фиг. 166 (см. дальше стр. 411) представляетъ кривую растяженія мышцы въ покоѣ и рядомъ такую же кривую для мышцы, доведенной до максимума сокращенія въ тетанусѣ.

На живомъ животномъ мышцы слегка растянуты въ силу положенія ихъ точекъ прикрѣпленія. Этимъ объясняется отчасти тотъ фактъ, что мышца нѣсколько укорачивается, когда отдѣляютъ одно изъ сухожилій, служащихъ для еѣ прикрѣпленія къ костямъ, то же наблюдается и при ампутаціяхъ. Благодаря тому, что мышца въ естественныхъ условіяхъ остается постоянно слегка вытянутой, мышечное сокращеніе можетъ тотчасъ же начать производить свой эффектъ, безъ потери времени на то, чтобы спавшаяся мышца получила сама напряженіе, достаточное для начала еѣ вѣднѣшаго дѣйствія.

Благодаря своей эластичности, мышцы двигаютъ членами безъ толчковъ и рвущихъ движеній, которые могли бы повести легко къ разрывамъ тканей; мышечная сила, представляющаяся какъ бы внезапно возникающей силой, передается всегда тѣмъ массамъ, которыя она должна двигать при посредствѣ эластическихъ тяжей, очень растяжимыхъ и образованныхъ самими мышцами (также и сухожиліями); этотъ способъ передачи увеличиваетъ значительно утилизацію (въ видѣ вѣднѣшней работы) той механической энергіи, которую развиваетъ мышечное сокращеніе. Marey доказалъ остроумнымъ опытомъ, что безъ мышечной эластичности большая часть развиваемой энергіи превращалась бы вслѣдствіе толчка въ теплоту. Впрочемъ это общее правило: всегда выгодно передавать дѣйствіе какой либо болѣе или менѣе мгновенной силы приводимому въ движеніе тѣлу чрезъ эластическаго передатчика. Парижская компанія омнибусовъ стала утилизировать движущую силу своихъ лошадей гораздо лучше, когда она примѣнила къ дѣлу каучуковыя постромки.

Анализъ мышечнаго вздрагиванія при посредствѣ міографа.—При изслѣдованіи простымъ глазомъ или съ помощію мышечнаго телеграфа, кажется, что мышца, совершающая одно вздрагиваніе, начинаетъ сокращаться моментально, какъ только на нее упало раздраженіе, и что она разомъ достигаетъ максимума своего укороченія. Мы увидимъ сейчасъ, что

возбужденіе мышцы, измѣряемое ея укороченіемъ, требуетъ измѣримого времени на то, чтобы оно развилось, достигло максимума и затѣмъ упало. Для многихъ опытовъ этого рода нѣтъ надобности обращаться къ кураризованнымъ мышцамъ, т. е. раздражать ихъ прямо. Даже предпочтительнѣе



Фиг. 154.—Схема міографа.

во многихъ случаяхъ раздражать ихъ при посредствѣ нерва.

Записывающіе приборы для изученія мышечнаго сокращенія получили названіе *міографовъ*. Принципъ ихъ таковъ (фиг. 154): мышца *M*, защемленная на одномъ концѣ, двигается за собою въ моментъ сокращенія рычагъ слегка оттягиваемый или подвѣшенной къ нему тяжестью, или пружиной (чтобы возвращать мышцу къ ея длинѣ послѣ сокращенія), и въ то же время довольно легкій въ виду того, что бы пріобрѣтенная имъ собственная скорость не искажала слишкомъ

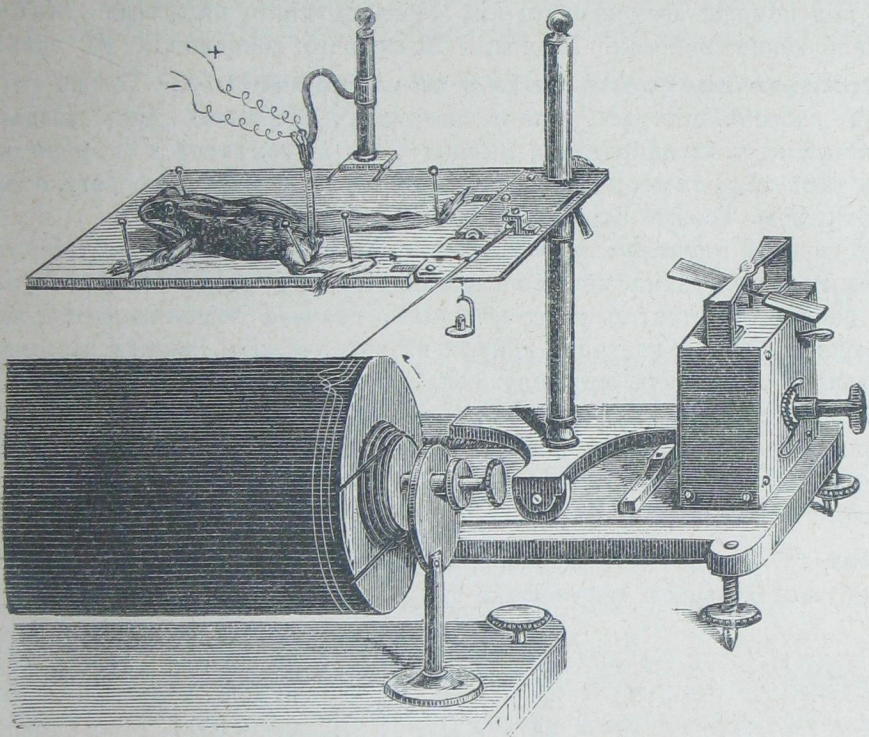
кривую движенія, которую заставляетъ его писать мышца. Это составляетъ *пишущій* снарядъ міографа. Къ этому присоединяется еще *записывающій*, состоящій или изъ вращающагося цилиндра покрытаго копотью (свѣчи, лампы), или изъ пластинки также законченной, которая приводится въ быстрое движеніе предъ остріемъ пишущаго рычага. Этотъ послѣдній отмѣчаетъ прямую горизонтальную линію, пока мышца остается въ покоѣ; когда же мышца сокращается, прямая линія переходитъ въ кривую, изображающую наглядно всѣ фазы сокращенія.

Helmholtz первый произвелъ опыты этого рода, но построенный имъ приборъ (съ вращающимся цилиндромъ) былъ очень сложенъ. Въ міографѣ du Bois-Reymond'a записывающая пластинка получаетъ быстрое движеніе посредствомъ пружины. Въ міографѣ Fick'a для занесенія записи служитъ пластинка, прикрѣпленная къ маятнику, движеніе котораго само размыкаетъ и замыкаетъ электрическій токъ.

Фиг. 155 представляетъ приборъ, описанный Marey'емъ подъ именемъ міографа *прямого*¹⁾. Онъ позволяетъ дѣлать опыты надъ мышцей, находящейся еще въ условіяхъ кровообращенія; сѣдалищный нервъ раздражается высоко въ области таза [или бедра какъ на фиг.]. Пишущій рычагъ вмѣстѣ съ лягушкой можетъ быть перемѣщаемъ по рельсамъ параллельно записывающему цилиндру (въ горизонтальной плоскости). Этотъ приборъ въ особен-

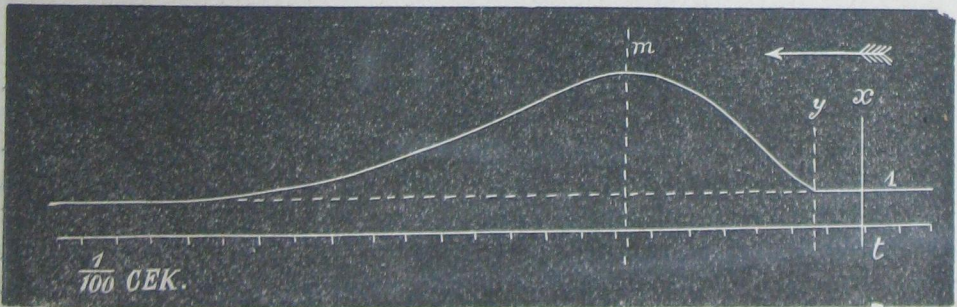
¹⁾ Такъ онъ названъ въ отличіе отъ другого міографа, *міографа съ передачей*, устроеннаго тоже Marey'емъ. Въ этомъ послѣднемъ сокращающаяся мышца, дѣйствуя на рычагъ, сжимаетъ при помощи его воздухъ въ металлической коробкѣ, затянутой резиновой перепонкой; сжатіе воздуха отсюда передается посредствомъ резиновой трубки въ полиграфъ, который и пишетъ. Принципъ достаточно извѣстенъ изъ главы о кровообращеніи. Два пишущихъ прибора, сходныхъ близко съ такимъ міографомъ, изображены на фиг. 160, гдѣ записывается утолщеніе сокращающейся мышцы.

ности полезенъ, когда дѣло идетъ о длительномъ опытѣ на одной и той же мышцѣ, какъ напр. о сравненіи между собою послѣдовательныхъ вздрагиваній мышцы. На одной и той же законченной бумагѣ можно записать большое число кривыхъ.



Фиг. 155—Миографъ прямой (простой) Магеу.

Фиг. 156 даетъ запись мышечнаго сокращенія, вызваннаго однимъ индукціоннымъ ударомъ при прямомъ дѣйствіи на мышцу и записаннаго съ помощію миографа Магеу на цилиндръ, вращающемся съ наибольшею скоростію. Линія t отмѣчаетъ время въ сотыхъ частяхъ секунды. До момента x мышца



Фиг. 156—Кривая мышечнаго вздрагиванія (одиночнаго сокращенія). Читать справа налѣво.

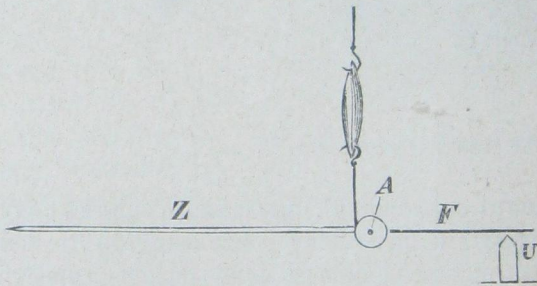
не раздражается, рычагъ остается въ покоѣ. Въ моментъ x сообщается раздраженіе, однимъ индукціоннымъ ударъ. Мышца начинаетъ сокращаться не тотчасъ, время проходящее отъ x до y носитъ названіе *стадіи скрытаго раздраженія*, что въ данномъ случаѣ составляетъ немного болѣе $\frac{1}{100}$ секунды; въ время его мышца не измѣняетъ своей формы. При y начинается укро-

чение мышцы или сокращение въ собственномъ смыслѣ; оно увеличивается постепенно въ теченіи 5—6 сотыхъ секунды: *стадія возрастающей энергіи*; при *m* сокращение достигаетъ максимума, послѣ котораго укорочение мышцы начинаетъ убывать и наконецъ исчезаетъ совершенно: *стадія убывающей энергіи*. [Впервые ходъ мышечнаго сокращенія былъ изученъ Helmholtz'емъ (1852) при помощи построеннаго имъ очень сложнаго міографа. Этимъ было положено первое основаніе изученію мышечнаго сокращенія во времени].

Кривыя изотоническія и изометрическія.—Только что описанный способъ міографическаго записыванія извѣстенъ подъ названіемъ *изотоническаго*, т. е. напряженіе мышцы здѣсь не измѣняется за время сокращенія, такъ какъ тяжесть, на которую она развиваетъ свою тягу, остается тою же самою. То, что здѣсь измѣняется, это—длина мышцы.

Въ способѣ *изометрическомъ* устроено почти полное препятствіе укороченію мышцы; ея длина почти не измѣняется, но развиваемое ею напряженіе обнаруживается въ рядѣ величинъ, сначала возрастающихъ, потомъ убывающихъ. Чтобы получить кривыя изометрическія, [мышцу заставляютъ дѣйствовать на сильную пружину: послѣдняя препятствуетъ мышцѣ укоротиться сколько нибудь значительно; развиваемая мышцей энергія выражается напряженіемъ пружины; къ послѣдней прикрѣпленъ рычагъ, который сильно увеличиваетъ слабыя измѣненія пружины подъ вліяніемъ напряженія, развиваемого мышцей].

[Фиг. 157 даетъ схему прибора, записывающаго изометрическія кривыя. Верхній конецъ мышцы защемляется при посредствѣ кости или солиднаго крючка



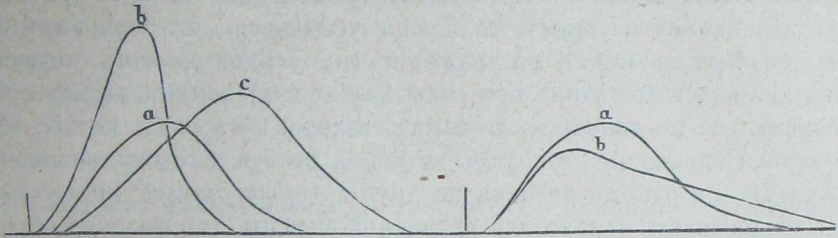
Фиг. 157.—Измѣритель мышечнаго напряженія (схематически).
Pick.

такимъ образомъ, что онъ становится неподвижнымъ; нижній конецъ мышцы при посредствѣ тоже солиднаго крючка дѣйствуетъ на очень малое плечо рычага (ось вращения въ *A*), такъ что мышца при сокращеніи не можетъ сколько нибудь значительно укорачиваться и съ этой стороны; этому препятствуетъ и пружина *F*—стальная пла-

стина, отходящая отъ оси вращения и опирающаяся своимъ свободнымъ концомъ на солидную подставку *U*. Поэтому мышца, стремясь сократиться и повернуть ось, будетъ давить чрезъ пружину на подставку и вмѣстѣ съ тѣмъ слегка изгибать пружину. Степень изгибанія пружины будетъ находиться въ прямомъ отношеніи къ силѣ мышечнаго сокращенія и можетъ быть записана въ увеличенномъ видѣ съ помощію длиннаго рычага изъ пластинки тростника *Z*, отходящаго съ противоположной стороны отъ оси *A*. Такой приборъ можетъ быть предварительно проградуированъ; именно, если вмѣсто мышцы заставить дѣйствовать на него тѣ или другія гири и записывать соотвѣтственные перемѣщенія рычага. Поэтому приборъ и получилъ названіе „измѣрителя напряженія“].

Кривыя изометрическія вообще тождественны съ кривыми изотоническими: есть только исключеніе для міограммъ, записанныхъ при низкой температурѣ. Тогда кривая изометрическая болѣе быстро достигаетъ своего максимума, чѣмъ кривая изотоническая, и держится нѣкоторое время на этомъ максимумѣ, прежде чѣмъ начнетъ расслабленіе.

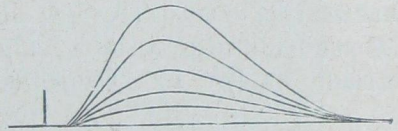
Вліянія, измѣняющія длину и высоту мышечной кривой.—Вообще всѣ вліянія, которыя уменьшаютъ жизненность мышцы, выражаются удлинненіемъ во времени мышечной кривой и уменьшеніемъ ея высоты: сокращеніе происходитъ тогда болѣе медленно и съ меньшей силой. Утомленіе удлинняетъ главнымъ образомъ фазу убывающей энергіи, какъ это видно на фиг. 158 (направо). Охлажденіе удлинняетъ всѣ три періода



Максимальное сокращеніе одной и той же мышцы: | Максимальное сокращеніе одной и той же мышцы, *a* при 19°, *b* при 30°, и *c* при 5°.

Фиг. 158.—Вліяніе температуры и утомленія на міографическую кривую (по Gad и Heumanns).

сокращенія. Gad и Heumanns отмѣтили тотъ любопытный фактъ, что кривая въ этомъ случаѣ не уменьшается правильно въ высотѣ по мѣрѣ того, какъ она становится растянутѣе: она уплотняется до 19° *t.*, потомъ увеличивается снова въ высотѣ по мѣрѣ пониженія *t.*, чтобы достигнуть новаго максимума высоты около 5° (см. фиг. 158 слѣва). Мы уже видѣли, что энергія сокращенія, т. е. высота кривой увеличивается съ силой раздраженія до извѣстнаго максимума, дальше котораго повышеніе сокращеній не можетъ идти (сокращеніе максимальное). Фиг. 159 даетъ намъ рядъ міограммъ, соотвѣтствующихъ раздраженіямъ возрастающей интенсивности.



Фиг. 159.—Вліяніе силы раздраженія на мышечную кривую (по Gad и Heumanns).

Стрихнинъ и вератринъ укорачиваютъ періодъ возрастающей энергіи, но удлинняютъ періодъ падающей энергіи.

Продолжительность стадій скрытаго раздраженія.—Время скрытаго раздраженія измѣняется значительно съ механическими условіями записыванія. Чѣмъ болѣе грузъ, отягощающій мышцу, тѣмъ оно значительнѣе, тѣмъ долѣе надо ожидать, пока мышца пріобрѣтетъ степень напряженія, достаточную для того, чтобы преодолѣть растяженіе, производимое тяжестью; стадія скрытой энергіи на міографической кривой выходитъ настолько же длиннѣе. Истинное время скрытаго раздраженія, именно въ первичномъ сократительномъ элементѣ, должно быть не длиннѣе одной четвертой части сотой доли секунды (0", 0025 по Burdon-Sanderson'y).

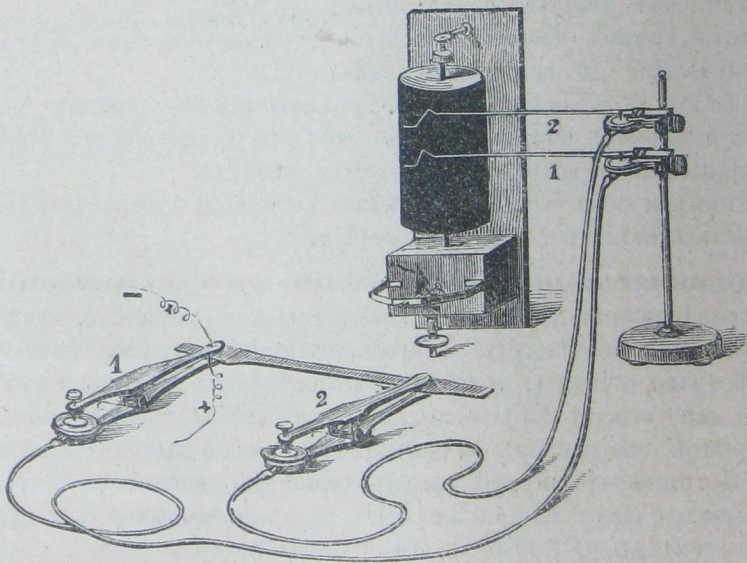
Объемъ мышцы—не испытываетъ во время сокращенія какого-либо замѣтнаго измѣненія. Въ этомъ можно убѣдиться, погружая мышцу въ приборъ, наполненный жидкостью, напр. въ колбу, закрытую пробкой, въ которой укрѣплена капиллярная трубка. Жидкости наливаютъ настолько, чтобы она заходила и въ капиллярную трубку. При раздраженіи мышцы уровень жидкости въ этой трубкѣ остается постояннымъ: итакъ укороченіе мышцы совершенно компенсируется ея утолщеніемъ. Можно сдѣлать тотъ же самый

опытъ, замѣщая лягушачью мышцу живымъ угремъ; остается ли угорь спокойнымъ или движется, уровень воды остается постояннымъ (Ch. Richet).

Магеу построилъ міографическія щипцы, которые можно прикладывать безъ всякаго вреда къ мышцамъ человѣка (къ *m. biceps* предплечья, напр.) и записывать кривую мышечнаго утолщенія. Эта кривая сходна съ кривой укороченія мышцы.

Мышечная волна.—Если вызвать сокращеніе мышцы, прикладывая электроды къ одному ея концу, то можно убѣдиться, что сокращеніе происходитъ сначала въ мѣстѣ раздраженія (на отрицательномъ полюсѣ при замыканіи, на положительномъ при размыканіи, какъ сказано выше) и затѣмъ распространяется по длинѣ мышечныхъ волоконъ въ видѣ волны, въ силу *проводимости*. Сокращеніе доходитъ до конца возбужденныхъ волоконъ, но не переходитъ съ одного волокна на другое (*изолированное проведеніе*). Исключеніе существуетъ только для сердечной мышцы, гдѣ волокна образуютъ анастомозы въ родѣ сѣти: раздраженіе одного участка мышечной сѣти желудочка лягушки ведетъ къ распространенію сокращенія все дальше и дальше на всю его массу.

Чтобы опредѣлить *скорость распространенія* волны сокращенія, раздражаютъ кураризованную мышцу на одномъ ея концѣ, помѣстивъ ее на горизонтальной подставкѣ и расположивъ на ней два пишущихъ рычага, одинъ *a* совѣмъ вблизи, а другой *b* возможно дальше отъ мѣста раздраженія; затѣмъ записываютъ кривыя (*A e b y*). Кривая *b* запаздываетъ по отношенію къ кривой *a*. Можно также примѣнить къ дѣлу пару міографическихъ щипцовъ, какъ это показано на фиг. 160. Скорость распространенія волны найдена соотвѣт-



Фиг. 160.—Схема опыта для опредѣленія скорости распространенія мышечной волны (Магеу).

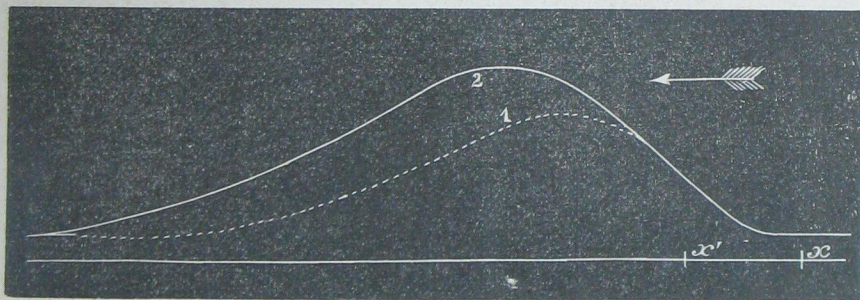
ствующей 2—3 метрамъ въ секунду для мышцъ лягушки; она больше для мышцъ теплокровныхъ. Утомленіе, охлажденіе понижаютъ ее, высокая температура повышаетъ.

Надо замѣтить, что въ опытахъ этого рода имѣютъ дѣло съ мышцами болѣе или менѣе пострадавшими и находящимися подъ вліяніемъ кураре.

Скорость послѣдовательной передачи сокращенія на живомъ животномъ, вѣроятно, больше, чѣмъ она оказалась въ указанныхъ опытахъ. На человѣкѣ Негманн нашелъ ее въ 10—12 метровъ въ сек., опредѣляя ту скорость, съ которою распространяется электрическое измѣненіе, характеризующее дѣятельное состояніе мышц¹⁾.

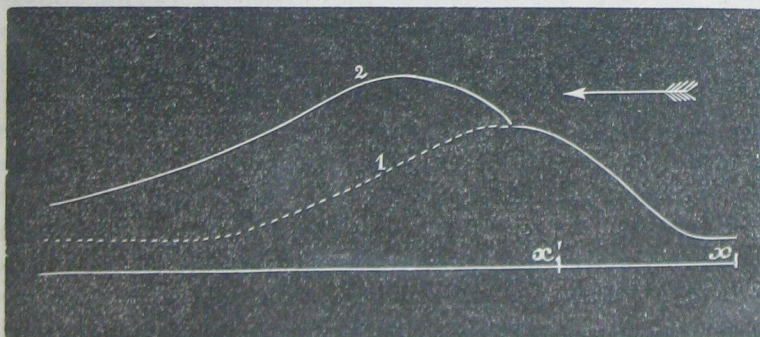
На живомъ животномъ, сократительная волна исходитъ въ каждомъ волокнѣ отъ концевой пластинки (или пластинокъ, если ихъ нѣсколько у того же самого волокна); отсюда она распространяется къ обоимъ концамъ волокна. Такъ какъ нервныя окончанія сгущаются вообще у мышечнаго экватора, то именно отсюда исходитъ мышечная волна; но она такъ растянута, что въ извѣстный моментъ вся длина мышцы можетъ быть разсматриваема находящейся въ одинаковой почти степени сокращенія.

Повторныя раздраженія мышцы.—Когда второе раздраженіе падаетъ на мышцу прежде, чѣмъ эффектъ отъ перваго совершенно исчезъ, то второе вздрагиваніе мышцы налагается на первое и укороченіе ея является выраженнымъ усиленіемъ. Если оно слѣдуетъ очень близко за первымъ, то



фиг. 161.—Дѣйствіе на мышцу двухъ раздраженій x и x' , слѣдующихъ довольно близко другъ за другомъ. Кривая кажется одиночной но усиленной. Мышца лягушки.

оба эффекта представляются слитыми (фиг. 161); если же оно наступаетъ въ



фиг. 162.—Дѣйствіе на мышцу двухъ раздраженій x и x' , изъ которыхъ второе падаетъ на нее въ тотъ моментъ, когда эффектъ отъ перваго скоро долженъ достигнуть своего максимума. Мышца лягушки.

то время, когда первое сокращеніе достигло своего максимума или около

¹⁾ Когда дѣлають опыты на мышцахъ не кураризованныхъ, а тѣмъ болѣе на вѣдомъ животномъ, то замѣшивается въ дѣло проводимостъ нервовъ. Слѣдовательно тогда нельзя уже говорить о собственной проводимости мышцы, но можно говорить о нормальной проводимости. Добавимъ, что для сердечной и гладкихъ мышцъ

того, то эффектъ отъ него (фиг. 162)¹⁾ складывается съ эффектомъ отъ перваго замѣтнымъ образомъ. Если третье, четвертое и т. д. возбужденія, напр. до 16 въ секунду слѣдуютъ постоянно другъ на другомъ, кривая получаетъ зубчатую форму, какъ справа на фиг. 163: масса мышцы не можетъ слѣдовать за быстрыми мышечными вибраціями; она сохраняетъ все время раздраженія извѣстную степень укороченія. Однако колеблющееся состояніе—поперебныя сокращенія и расслабленія—сказываются еще зубчатымъ видомъ кривой. Наконецъ, если раздраженія становятся еще болѣе частыми (25—30 въ сек. для мышцъ лягушки), какъ слѣва на фиг. 163, то мышца не можетъ уже слѣдовать за молекулярными вибраціями, отдѣльныя вздрагиванія сливаются, кривая становится сплошной для глаза; это сплошной мышечный *тетанусъ*, представляющій по наружности одно непрерывное сокращеніе.

Мышца тетанизируемая укорачивается значительно сильнѣе, чѣмъ при одномъ вздрагиваніи, даже максимальномъ. Усиливая интенсивность или частоту раздраженій, можно было бы заставить кривую 163 подняться еще выше. Когда раздраженіе прекращено, мышца расслабляется, возвращается къ прежней длинѣ, но медленнѣе, чѣмъ послѣ простаго вздрагиванія. Если продолжать раздраженіе дольше, то

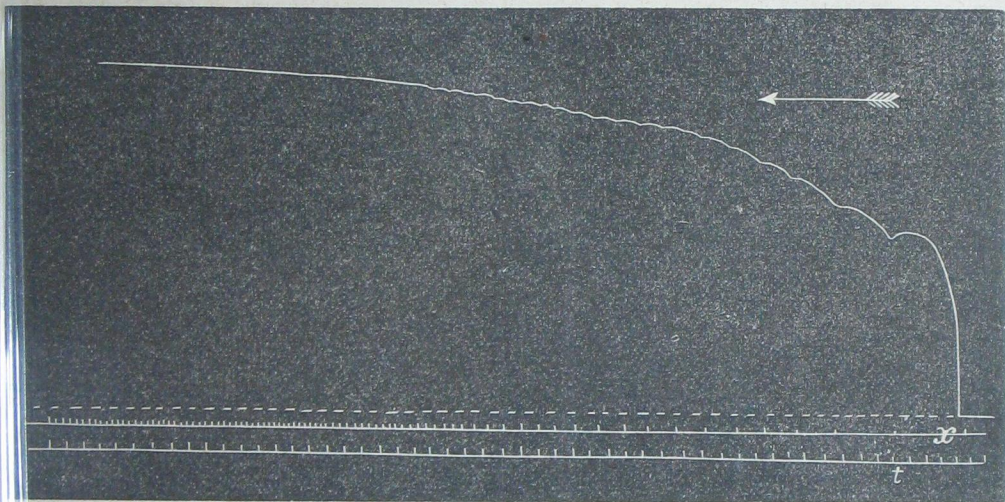
проводимость найдена только въ 10—15 мм. въ 1 сек. (Engelmann, Magshand).

На мышцахъ охлажденныхъ, а тѣмъ болѣе сильно утомленныхъ или умпрающихъ, волна сокращенія сильно убываетъ въ своей высотѣ по мѣрѣ ея распространенія (Bernstein). Наконецъ она ограничивается только мѣстомъ раздраженія (идіомускулярное сокращеніе). Н. В.

1) *Рефракторная фаза.*—Та степень усиленія, которую испытываетъ первое сокращеніе отъ втораго, слѣдующаго за нимъ близко, измѣняется вмѣстѣ съ интерваломъ между двумя раздраженіями. Усиленіе достигаетъ своего максимума, когда второе сокращеніе начинается отъ вершины перваго сокращенія. Если второе раздраженіе слѣдуетъ все ближе и ближе за первымъ, то эффектъ отъ него убываетъ все болѣе и болѣе и наконецъ становится почти нулевымъ, когда второе раздраженіе падаетъ на скрытую стадію перваго. Это паденіе мышечной раздражительности послѣ какого-либо одного сокращенія настолько ясно выражено на сердечной мышцѣ, что Магеу могъ доказать существованіе истинной *рефракторной фазы*, во время которой второе раздраженіе средней интенсивности остается рѣшительно безъ всякаго сократительнаго эффекта. Какъ кажется, этотъ фактъ долженъ быть толкуемъ въ томъ смыслѣ, что каждое сокращеніе вызываетъ въ мышцѣ такія условія, которыя тормозятъ сокращеніе вообще. Можетъ быть образуются химическія соединенія, которыя препятствуютъ тому химическому движенію, которое представляетъ состояніе возбужденія; можетъ быть также, что мышечное волокно заключаетъ только определенное количество взрывчатаго вещества, что послѣднее тратится въ моментъ сокращенія и должно быть снова восстановлено на счетъ тканеваго сока, чтобы новое сокращеніе сдѣлалось возможнымъ; [можетъ быть еще, что электрическая волна, лежащая въ основѣ всякихъ возбужденій раздражительнаго вещества,—она сама обладаетъ двухстороннимъ дѣйствіемъ, возбуждающимъ и тормозящимъ (Herzmann, Введенскій)]. Какъ бы то ни было, въ этомъ надо видѣть основаніе тому поразительному факту, что первое возбужденіе не истощаетъ всего взрывчатаго вещества, накопленнаго въ мышцѣ, т. е. что мышца, изолированная отъ тѣла, можетъ выполнять много послѣдовательныхъ вздрагиваній.

мышца начинает расслабляться понемногу, медленно; это результат мышечного утомленія.

Обыкновенно тетанусъ лягушачьей мышцы становится полнымъ только около 25 раздраженій въ секунду, но эта цифра не имѣетъ ничего абсолютнаго. На той же мышцѣ утомленной достаточно 12 или даже 15 раздраженій, чтобы получить полный столбнякъ. Мышцы, которыя обычно совершаютъ очень короткія одиночныя сокращенія, требуютъ для своей тетанизации и большаго числа раздраженій. На мышцахъ черепахи, вздрагиваніе которыхъ протекаетъ очень медленно, достаточно 3 раздраженій въ секунду. Мышцы крыльевъ насѣкомыхъ, со вздрагиваніями очень быстрыми, могутъ, наоборотъ, произвести сотни обособленныхъ сокращеній въ секунду, не впадая въ тетанусъ (M a g e y).



Риг. 163.—Раздраженіе лягушачьей мышцы токами все возрастающей частоты, такъ что получается наконецъ *полный* (сплошной) тетанусъ. Справа — неполный тетанусъ. *x* — дѣлѣнія, на которой отмѣчаются раздраженія; *t* — время въ десятыхъ доляхъ секунды.

[Частота раздраженій, производящая самый сильный тетанусъ.]—Такъ какъ прямое или непрямое раздраженіе мышцы служить въ физиологій прототипомъ изученія дѣйствія раздражителей на всѣ другія живыя образованія, и такъ какъ сверхъ того волевое или рефлекторное сокращеніе мышцы есть всегда тетанусъ, то всѣ условія полученія искусственнаго тетануса заслуживаютъ особаго вниманія.

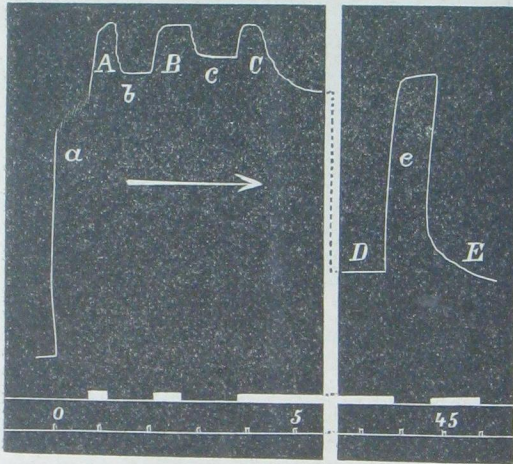
Въ виду того, что полный (сплошной) тетанусъ вызывается электрическими толчками, повторяющимися другъ за другомъ съ извѣстною быстротою, прежде всего возникаетъ вопросъ: до какихъ предѣловъ полезно повышать частоту индукціонныхъ ударовъ? при какой частотѣ ихъ получается самый сильный тетанусъ?

Будемъ производить сравненіе, пользуясь всегда сильными (максимальными) индукціонными толчками и прикладывая ихъ сначала къ нерву, а не прямо къ мышцѣ. Оказывается, что мышца лягушки пишетъ на міографѣ самый высокій тетанусъ, когда прерыватель индукціоннаго прибора дѣлаетъ около 100 колебаній въ секунду. Слѣдов., это будетъ *optimum частоты раздраженій*. Тетанусъ уменьшается въ высотѣ, когда частота становится больше этого *supraoptimum частоты*) и когда она становится меньше (*suboptimum частоты*).

Но это имѣетъ мѣсто на совершенно *свѣжемъ* препаратѣ. По мѣрѣ того, какъ тетанизация мышцы продолжается, для нея оказываются наиболѣе вы-

годными все меньше и меньше частыя раздраженія. Когда тетанусъ замѣтно уже упадетъ при 100 раздраженіяхъ, будемъ уменьшать число колебаній прерывателя: теперь тетаническое сокращеніе получится наиболѣе сильнымъ напр. при 40 раздраженіяхъ. Когда и при этихъ послѣднихъ мышца успѣетъ сильно разслабиться, самымъ выгоднымъ окажется число колебаній прерывателя 15 въ сек. *Optimum частоты раздраженій передвигается по мѣрѣ утомленія препарата, все къ менѣе и менѣе частымъ раздраженіямъ* (Введенскій, 1886).

То же самое можетъ быть доказано еще слѣдующимъ способомъ. Пусть къ мышцѣ прикладываются поочередно два тетанизирующихъ раздраженія различной частоты, но одинаковой силы (максимальной); притомъ переходъ отъ одной частоты раздраженія къ другой долженъ совершаться, такъ-сказать, моментально, т. е. безъ какого-либо замѣтнаго перерыва въ тетанизации. Такъ на фиг. 164 мышца тетанизируется индукціонными токами попеременно то съ прерывателемъ, дѣлающимъ 20 колеб. въ сек., то съ прерывателемъ 100 кол. въ сек. (время тетанизации этимъ послѣднимъ отмѣчается на второй линіи снизу бѣлой полосой; слѣдов. промежутки между этими бѣлыми полосами соотвѣтствуютъ тетанизации съ прерывателемъ 20 колеб. въ сек.).



Фиг. 164.—Смѣна раздраженія малой асютоты (20 въ сек.; сокращенія *a, b, c, e*) на раздраженіе болѣе значительной частоты (100 колеб.; сокращенія *A, B, C, D, E*), при непрерывно продолжающейся тетанизации. По Введенскому.

чащее, продержавшись нѣкоторое время на optimum (сокращенія *B* и въ началѣ *C*), начинаетъ затѣмъ вести къ быстрому паденію тетанической кривой—теперь оно дѣлается раздраженіемъ *supraoptimum*. За время, обозначенное на фиг. пунктиромъ, это второе раздраженіе при непрерывномъ дѣйствіи настолько потеряло въ своихъ эффектахъ, что оно производитъ наконецъ лишь слабое сокращеніе *D* (чрезъ 43 секунды отъ начала опыта); между тѣмъ раздраженіе болѣе рѣдкое, придя ему на смѣну, даетъ тетанусъ (*e*) все еще очень сильный, притомъ болѣе сильный, чѣмъ въ самомъ началѣ (*a*) опыта. И это не смотря на утомленіе, которое должно было развиться за время столь продолжительной тетанизации. Поэтому данную малую частоту слѣдуетъ признать въ этотъ моментъ за очень близкую къ optimum, тогда какъ большая частота сдѣлалась рѣшительно невыгодной для произведенія тетаническаго сокращенія.

Для мышцъ теплокровныхъ животныхъ optimum находится при болѣе

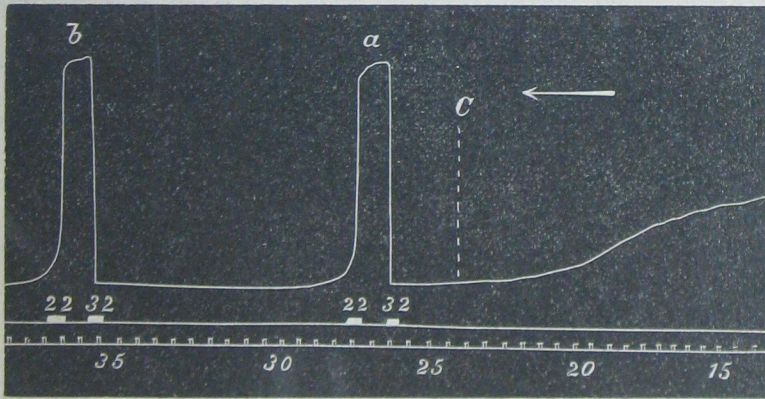
частыхъ колебаніяхъ, но и здѣсь по мѣрѣ продолженія тетанизаціи онъ все спускается къ болѣе рѣдкимъ колебаніямъ прерывателя.

То же самое приблизительно имѣетъ мѣсто и при *прямомъ* раздраженіи (кураризованная мышца), но здѣсь явленія нѣсколько осложняются дѣйствіемъ самого тока на мышечное вещество].

[Наиболѣе выгодная сила тетаническаго раздраженія.]

—На мышцѣ, тетанизируемой довольно частыми токами (напр. 100 въ сек.), можно наблюдать слѣдующее парадоксальное явленіе: послѣ того, какъ она перестала уже сокращаться сколько нибудь значительно подъ вліяніемъ максимальныхъ раздраженій, стоитъ *только ослабить* послѣднія, низведя ихъ до нѣкоторой очень незначительной силы, и мышца получаетъ тотчасъ же способность производить снова очень энергичныя тетаническія сокращенія. Оказывается, это явленіе имѣетъ мѣсто для всѣхъ раздраженій болѣе частыхъ, чѣмъ *optimum* частоты; для нихъ *optimum* силы раздраженія находится при токахъ очень умѣренной силы и *тѣмъ болѣе слабымъ, чѣмъ дольше дѣйствуетъ раздраженіе*. Стоитъ снова увеличить силу раздраженія и тетанусъ опять падаетъ, иногда до полного расслабленія (*pessimum* силы раздраженія), между тѣмъ какъ новое ослабленіе раздраженія ведетъ къ появленію новыхъ сокращеній (Введенскій).

Фиг. 165 застаётъ кривую тетануса уже сильно упавшей, послѣ того какъ мышца раздражалась съ нерва въ теченіи 13 сек. *сильными* индукціонными токами довольно большой частоты (именно прерыватель дѣлаетъ около 110 колеб. въ сек. разстояніе между первичной и вторичной катушками равно 23 сантим.); кривая



Фиг. 165.—Смѣна силы раздраженія отъ *pessimum* (22—23 см.) къ *optimum* (32 см.) во время длительной тетанизаціи болѣе частыми индукціонными токами. По Введенскому.

продолжаетъ все падать далѣе. Когда тетанусъ упалъ послѣ *C* до едва замѣтной высоты, вторичная катушка передвигается постепенно съ 23 на 32 см. разстоянія отъ первичной, что отмѣчается съ помощью особаго приспособленія на второй линіи снизу бѣлой полосой: какъ видно, мышца отвѣчаетъ на такое значительное ослабленіе раздраженій сильнымъ тетанусомъ (*a*). Когда же затѣмъ вторичная спираль снова переводится къ 22 см., миографическая кривая опять рѣзко падаетъ. Тетанусъ *b* вызванъ такимъ же ослабленіемъ тетанизирующихъ токовъ и низведенъ снова почти до нуля усиленіемъ ихъ. Теперь *optimum* силы раздраженія оказывается, стало быть, при 32 см. шкалы, а раздраженіе при 22 или 23 является *pessimum*'омъ. Между тѣмъ въ началѣ опыта это было какъ разъ иначе, т. е. послѣднія раздраженія вызывали болѣе энергичныя сокращенія.

Эти своеобразныя явленія получаютъ свое происхожденіе въ *нервныхъ пластинкахъ*. Даны разнообразныя доказательства тому ¹⁾, что, когда мышца расслабляется при раздраженіяхъ *pessimum*, нервъ продолжаетъ посылать къ ней соотвѣтственныя сильныя возбужденія, что мышечное вещество сохраняетъ всю раздражительность, присущую мышцѣ безнервной; слѣдов. остается признать, что сильныя и частыя возбужденія, посылаемыя нервомъ, приводятъ нервныя пластинки въ состояніе временнаго угнетенія ихъ функцій, въ состояніе *торможенія*, сходное, можетъ быть, по существу съ тѣмъ, которое развивается въ сердцѣ подѣ влияніемъ блуждающаго нерва. Происхожденіе *optimum*'а силы раздраженія станетъ до извѣстной степени понятнымъ послѣ изученія ритмическихъ процессовъ возбужденной мышцы (слѣд. парагр.).

Этихъ явленій не получается совсѣмъ на мышцѣ кураризованной, но приложеніе тѣхъ же частыхъ раздраженій къ мышцѣ нормальной легко вызываетъ соотвѣтствующія явленія: при постепенномъ усиленіи ихъ, тетанусъ сначала усиливается, пока не достигнетъ наибольшей высоты (*optimum*); потомъ усиленіе раздраженій сопровождается паденіемъ тетануса; послѣ наибольшаго паденія (*pessimum*) онъ снова восстанавливается и достигаетъ большой высоты: это происходитъ при такихъ силахъ тока, которыя дѣйствуютъ уже и на кураризованную мышцу, и говорить, слѣдов., о дѣйствіи токовъ послѣдней силы *прямо* на мышечное вещество, безъ посредства заключенныхъ внутри мышцы нервныхъ элементовъ. (Срав. стр. 391).

Можно толковать также расслабленіе мышцы подѣ влияніемъ раздраженій *pessimum*, какъ результатъ возбужденія особыхъ тормозящихъ нервныхъ волоконъ, идущихъ въ стволѣ нерва рядомъ съ двигательными. Такъ склоненъ дѣлать *Biedermann*, изучая аналогичныя явленія на клешнѣ рака. Но мнѣ кажется, предположеніе специфическихъ тормозящихъ волоконъ въ данномъ случаѣ является совершенно лишней гипотезой, не только не помогающей въ толкованіи явленій по существу, но относящей все толкованіе въ какія то неизвѣстныя свойства такихъ волоконъ].

Прерывистая натура тетаническаго сокращенія.—Хотя для простаго глаза тетанизованная мышца кажется неподвижной и какъ бы фиксированной въ своемъ новомъ состояніи, однако молекулы ея находятся въ непрерывныхъ колебаніяхъ, что обнаруживается двумя явленіями, подкрѣпляющими другъ друга. Первое—*мышечный тонъ*. Если въ то время, какъ мышца раздражается, прямо или непрямо, правильно-періодически повторяющимися толчками, ее выслушивать (оскультировать) при помощи какого-либо твердаго тѣла, приложеннаго къ ея поверхности (напр. къ толстой мышцѣ теплкровнаго), то слышать глухой тонъ, высота котораго соотвѣтствуетъ точно числу раздраженій. Итакъ мышечный тонъ дѣлается чувствительнымъ для уха колебанія недоступныя для глаза [*Helmholtz* 1864].

Второе явленіе, которое намъ обнаруживаетъ осцилляторную натуру искусственнаго тетануса, заключается въ колеблющихся электрическихъ токахъ (токи дѣйствія), представляемыхъ тетанизованной мышцей. Эти послѣдніе могутъ быть легко демонстрированы съ помощію вторичнаго сокращенія гальваноскопической лапки (см. далѣе: *вторичное сокращеніе*).

[Еще новымъ способомъ для той же цѣли можетъ служить *телефонъ*

¹⁾ *Введенскій*. О соотношеніяхъ между раздраженіемъ и возбужденіемъ при тетанусѣ. СПБ. 1886. гл. IV. (то же въ Запискахъ Акад. Наукъ, томъ 54, прилож.).

(Bernstein, Введенскій). Будучи еще болѣе, чѣмъ гальваноскопическая лапка, чувствителенъ къ колеблющимся токамъ, онъ выражаетъ ихъ соотвѣтственными звуковыми колебаніями: стало быть, онъ даетъ возможность изучать самый ритмъ электрическихъ колебаній возбужденной мышцы. Способъ соединенія мышцы съ телефономъ крайне простъ: для этого нѣтъ надобности въ неполяризующихся электродахъ; достаточно ввести въ мышцу двѣ булавки на извѣстномъ разстояніи другъ отъ друга и соединить ихъ проводниками съ телефономъ¹⁾.

Очень легко слыхать наблюдаемый такимъ образомъ *электрической мышечный тонъ* съ тономъ механическаго происхожденія, выслушиваемымъ чрезъ стетоскопъ, если производить опыты на какой либо большой мышцѣ теплокровнаго животнаго. Показаніе того и другого способа согласны другъ съ другомъ (Введенскій). Телефоническій способъ приложимъ и на небольшихъ мышцахъ лягушки].

[Трансформированные мышечные тоны.]—Вообще принимали, что высота мышечнаго тона соотвѣтствуетъ числу раздраженій (Helmholtz, Bernstein). Однако при тетанизации съ нерва это далеко не вѣрно. Lovén (1881) замѣтилъ уже нѣкоторыя уклоненія. Подробное изслѣдованіе установило (Введенскій), что прежнее правило вѣрно только для раздраженій сильныхъ и не превосходящихъ по числу optimum частоты (стр. 403, .). Когда этотъ предѣлъ перейденъ, мышца начинаетъ отвѣчать *трансформированными тонами*: сначала это музыкальные тоны болѣе низкаго числа колебаній, потомъ—при еще болѣе частотѣ—они замѣняются всегда *шумами*. Если раздражающіе токи сами имѣютъ достаточную правильность со стороны ритма и силы, шумы эти представляютъ очень много сходства съ тѣми, которые издаетъ мышца, сокращающаяся подъ вліяніемъ химическаго раздраженія нерва или при естественномъ возбужденіи со стороны нервныхъ центровъ (характеристика ихъ въ слѣд. парагр.). Съ продолженіемъ раздраженія (вслѣдствіе утомленія?) такого рода шумы смѣняются *рокатами* (напоминающими дрожательные звуки лягушки весной).

Такими же рокотами отвѣчаетъ всегда мышца и совершенно свѣжая, если ее тетанизовать слабыми токами довольно частаго ритма. При самомъ слабомъ раздраженіи рокоть состоитъ изъ небольшого числа сотрясеній въ секунду; по мѣрѣ усиленія токовъ, сотрясенія начинаютъ все быстрѣе слѣдовать другъ за другомъ и наконецъ при сильномъ раздраженіи переходятъ или въ отвѣчающій раздраженію тонъ или въ указанный шумъ.

При тетанизации кураризованной мышцы послѣднихъ явленій не наблюдается. Съ другой стороны, нервъ выражаетъ трансформированіе своихъ возбужденій въ иныхъ формахъ (см. нервную физиол.). Слѣдуетъ поэтому принять, что описанное сейчасъ трансформированіе получаетъ свое происхожденіе въ нервныхъ пластинкахъ. Отсюда можно до нѣкоторой степени объяснить optimum силы раздраженія (стр. 405): раздраженія частыя, но слабыя, являются по своему ритму эквивалентными раздраженіямъ сравнительно медленнаго ритма.

Такимъ образомъ мышца лягушки не въ состояніи издать уже тона въ 250

¹⁾ О предосторожностяхъ противъ униполярныхъ дѣйствій и распространенія петель тока на телефонъ см. Введенскій. *Телефонич. изслѣд. надъ электр. явленіями въ мышечныхъ и нервныхъ аппаратахъ*, 1884. (Также въ „Трудахъ Спб. Общ. Естествоисп.“, томъ XV).

колебаній. Мышца теплокровнаго можетъ воспроизвести до 500 и болѣе колебаній въ 1 сек. Но высокіе тоны она издаетъ очень короткое время; затѣмъ они быстро переходятъ въ трансформированные, какъ бы правильно ни повторялись раздражающіе электрическіе толчки].

Нормальное мышечное сокращеніе есть тетанусъ.

Самыя короткія мышечныя сокращенія, вызываемыя дѣйствіемъ нервной системы, волевымъ или рефлекторнымъ (что и имѣетъ только мѣсто въ естественныхъ условіяхъ), представляютъ продолжительность большую, чѣмъ одно простое вздрагиваніе. Поэтому, какъ кажется, они всегда тетаническаго происхожденія, прерывистой натуры, какъ это надо заключить между прочимъ изъ дрожаній, наблюдаемыхъ на нашихъ членахъ, сильно сокращенныхъ или же впадающихъ въ состояніе утомленія. Нервная система, двигательныя клѣтки спиннаго мозга посылаютъ, повидимому, всегда ряды импульсовъ къ периферіи.

Полагали возможнымъ заключить о прерывистой природѣ волевого сокращенія по *мышечному шуму*, (сходному съ тѣмъ, какой производится англійскимъ экипажемъ „кэбъ“). Такой шумъ можно наблюдать на себѣ при сжиманіи челюстей (*m. temporalis*), при закрываніи глазъ (*m. orbicularis* вѣкъ) или при выслушиваніи чрезъ стетоскопъ сокращенной руки. Высота этого шума соотвѣтствуетъ приблизительно 40 колебаніямъ въ 1 сек. *Helmholtz* доказалъ, что этотъ шумъ соотвѣтствуетъ собственному тону средняго уха и что высота его измѣняется въ зависимости отъ того, повышается или понижается давленіе воздуха въ барабанной полости уха. Высота этого шума не можетъ поэтому ручаться намъ за ритмъ нормальный, фізіологическій, естественнаго сокращенія и за то число импульсовъ, которое нервные центры посылаютъ мышцамъ въ секунду. *Löwen*, наблюдая съ помощію капиллярнаго электрометра электрическія колебанія въ сокращающихся естественно мышцахъ жабы, находилъ здѣсь ритмъ очень медленный, 8—10 осцилляцій въ секунду. Недавно *Delsaux* успѣлъ получить фотограмму колебаній столбика электрометра, соединеннаго съ дѣятельными мышцами; онъ находитъ, что ритмъ волевого сокращенія не представляетъ ничего типическаго, что онъ можетъ измѣняться въ очень широкихъ предѣлахъ отъ одного момента къ другому. *Введенскій* пришелъ [еще ранѣе] къ тому же результату другимъ методомъ.

Прибавимъ, что не удавалось доказать прерывистую натуру волевого сокращенія по способу вторичнаго сокращенія гальваноскопической лапки. При этомъ получаютъ отдѣльныя вздрагиванія, соотвѣтствующія началу фізіологическаго тетануса (*Morat*)¹⁾.

¹⁾ *Вгйске* пытался объяснить этотъ фактъ слѣдующимъ предположеніемъ: мышечныя волокна могли бы получать импульсы не одновременно, а одно изъ нихъ нѣсколько позже, чѣмъ сосѣднее съ нимъ. Электрическія колебанія сосѣднихъ волоконъ могутъ находиться въ данный моментъ въ разныхъ фазахъ и ихъ результирующая можетъ оказаться нулевой въ томъ, что касается возбуждающаго дѣйствія на гальваноскопическую лапку. Въ тетанусѣ искусственномъ, при раздраженіи не прямо, возбужденіе разныхъ мышечныхъ волоконъ походило бы на выстрѣлы батальона залпомъ; иннервация естественная, опредѣляемая центральной нервной системой, имѣла бы сходство съ выстрѣлами батальона въ раздробь.

[Нормальное сокращение и естественный ритм импульсов.]—Со времени исследований *Helmholtz'a* вопрос о ритме нормального сокращения приобрел особый интерес в виду того, что в нем видны выражение ритма нервных центров, в условиях их естественного возбуждения. При этом наибольшее значение следовало отвести результатам, полученным по методу соколебания. Ставя на сокращающуюся руку пластинки, представляющие разные периоды собственных колебаний, *Helmholtz* (1868) нашел с помощью этих своеобразных резонаторов, что с мышцей приходят в соколебание пластинки, дающие около 18 колебаний. Это не есть еще музыкальный тон; поэтому наше ухо слышит при сокращении тон на октаву выше: последний и составляет естественный мышечный тон. В то же время *Helmholtz* признал, что нормальное сокращение есть явление „несовершенно-периодическое“, т. е. не представляющее такой правильности и силы колебаний, как камертоны, пружины или мышца, тетанизируемая правильно-периодическими колебаниями тока.

Эти данные были затронуты потом разнообразными и противоречивыми указаниями позднейших исследователей. Одно время сильно подвергался сомнению даже самый вопрос о прерывистой натуре нормального сокращения в виду того обстоятельства, что физиологический реоскоп и капилляр-электрометр давали часто отрицательные результаты (см. дальше).

Между тем эти данные были получены по наиболее рациональному методу, имевшему задачей анализировать сложное периодическое явление. Только толкование их должно быть изменено теперь в том смысле, что ритм сокращающейся нормально мышцы отнюдь не может служить выразителем ритма импульсов, посылаемых нервными центрами, так как в самих периферических аппаратах существуют условия для переработки ритма возбуждений.

Исходя из данных предыд. парагр. следует думать, что естественные импульсы возникают в нервных центрах в очень большом числе и только те в нервных окончаниях получают тот ритм, который им следует приписать на основании показаний мышцы (*Введенский*).

Доводами за это могут служить еще следующие факты.

а) Сходство в общем характере мышечного шума, наблюдаемого на мышце сокращающейся волевым образом ¹⁾ с одной стороны, на мышце раздражаемой слабыми токами или химически с другой стороны.

б) При раздражении нерва индукционными токами, полученными с прерывателем в 120 колебаний в сек., *Helmholtz* наблюдал—за исключением начального момента—соколебания с мышцей тех пластинок, которые отвечают на естественное сокращение (что совершенно понятно из предыд. парагр.); характер соколебаний и здесь отвечал „несовершенно-периодическому“ движению.

в) При выслушивании в телефон разрядов электрического скапа можно слышать (*Мареу, Введенский*) более высокие шумы-тоны (до 80 колебаний в сек. и более), что говорит за то, что, когда имеют показателем периферический

¹⁾ Нормальное сокращение можно изучать с помощью телефона не только на животных, но также и на человеке без поранения мышц. Та и другая рука погружаются в отдельные сосуды с насыщенным раствором сирниокислого натрия. В те же сосуды погружены амальгмированные цинки, соединенные проволоками с телефоном. Сокращение рук выражается каждый раз появлением в телефон шума, сходного с слышимым чрез стетоскоп (*Введенский*).

снарядъ болѣе подвижный, то получаютъ намеки на болѣе высокую ритмику и нервныхъ центровъ.

г) У нѣкоторыхъ наѣкомыхъ крылья производятъ до 300—400 вибрацій въ секунду. Можно думать, что мышцы, движущія ихъ, получаютъ тоже большое число импульсовъ со стороны нервныхъ центровъ.

Смотря на нормальное сокращеніе какъ на аналогъ искусственнаго тетануса съ трансформированнымъ ритмомъ, надо допустить, что не только различные волокна одной и той же мышцы могутъ находиться въ разныхъ фазахъ возбужденія (Büske, стр. 408), но что они, можетъ быть, вибрируютъ и съ нѣсколько отличающимся другъ отъ друга ритмомъ (Введенскій). Наше ухо, какъ и резонаторы-пружины, улавливаетъ, вѣроятно, только *преобладающій* ритмъ.

Электрическія колебанія такого сложнаго и несовершенно-періодическаго характера должны дѣйствовать крайне слабо на физиологическій реоскопъ (лапка лягушки съ нервомъ) и на капилляръ-электрометръ. И этотъ послѣдній приборъ можетъ уловить отсюда только или наиболѣе грубыя колебанія, или результирующую отъ сложныхъ и мелкихъ колебаній; въ такомъ видѣ и представляются опыты съ нимъ Lovén'a (1881) и Martius'a (1883). Еще менѣе пригодно для изученія ритма такой мышцы записываніе ея механическихъ вибрацій съ помощью различныхъ міографовъ, какъ это дѣлали другіе авторы (Beunis, Horsley, Kries)].

Степень укороченія.—*Степень укороченія* или высота H , на которую подымается данная тяжесть P , зависитъ очевидно отъ *длины* мышечныхъ волоконъ, при всѣхъ прочихъ равныхъ условіяхъ. Ясно также, что эта степень укороченія будетъ той же самой, проходить ли волокна чрезъ длину всей мышцы или, будучи болѣе короткими, они расположены другъ надъ другомъ концами; лишь бы ихъ направленіе было одно и то же. (Borelli).

Сила мышцы. [Сократительная сила данной мышцы можетъ быть выражена нѣкоторой совершенно опредѣленной величиной: это будетъ именно та наименьшая тяжесть, которая, будучи приложена къ мышцѣ въ моментъ ея сокращенія, является какъ разъ достаточной для того, чтобы воспрепятствовать ея укороченію. Въ самомъ дѣлѣ, такая тяжесть представляетъ величину, вполнѣ уравнивающую сократительную силу мышцы, какъ гири, положенныя на одну чашку вѣсовъ, составляютъ истинный противовѣсъ массѣ, положенной на другую чашку вѣсовъ. Найденная такимъ образомъ величина получила названіе *абсолютной силы* мышцы. (Weber).

Для того, чтобы при опытахъ этого рода тяжесть не дѣйствовала на мышцу до тѣхъ поръ, пока она не начнетъ сокращаться, пользуются методомъ *надотягощенія*¹⁾. Рычагъ міографа (I на фиг. 154) подпирается снизу въ какой-либо точкѣ поднимаемымъ по произволу винтомъ (не изображеннымъ на рисункѣ) какъ разъ въ такомъ положеніи, которое отвѣчаетъ длинѣ

¹⁾ Это слово мнѣ кажется гораздо болѣе подходящимъ для первоначально нѣмецкаго термина „Ueberlastung“, чѣмъ употребляемые нашими переводчиками: переотягощеніе, чрезмѣрное отягощеніе. Эти послѣднія выраженія способны возбуждать ложное представленіе; да они и не требуютъ непременно этимологически. Лучше для понятія, имѣющаго совершенно особый смыслъ, ввести новое выраженіе, чѣмъ пользоваться ходячими словами, дающими поводъ къ невѣрному пониманію.

мышцы покоящейся и неотягощенной. Если теперь къ тому же рычагу подвѣсить снизу подъ мышцей извѣстную гирю, то эта послѣдняя не можетъ растягивать мышцу, но какъ только мышца начнетъ сокращаться, она должна поднимать тяжесть, если ея сократительная сила больше, чѣмъ дѣйствующее надотягощеніе].

Сократительная сила мышцы зависитъ отъ ея толщины, т. е. отъ ея поперечнаго разрѣза. Если одно волокно поднимаетъ тяжесть a , то понятно, что 2, 3, 4 и т. д. параллельныхъ волокна поднимутъ тяжесть $2a$, $3a$, $4a$ и т. д. (Borelli).

Абсолютная сила лягушечьей мышцы, имѣющей поперечный разрѣзъ въ 1 кв. см., оцѣнивается въ 1—3 килогр. Для человѣка и млекопитающихъ находили цифры еще болѣе высокія: 3—8 килогр. У членистоногихъ эта сила опредѣляется въ 2—3 килогр. (Plateau); у пластинчатожаберныхъ моллюсковъ она можетъ превышать 10 килогр. (Plateau).

Работа мышцы.—Работа, которую мышца совершаетъ при сокращеніи, можетъ быть выражена въ граммо-метрахъ произведеніемъ $P \times H$, гдѣ P = тяжесть, H = высота, на которую тяжесть поднята.

Для мышцы длинной и тонкой H будетъ велико, но p будетъ сравнительно мало: работа получится $p \times H$. Для мышцы короткой и толстой P будетъ велико, а h мало: работа получится $P \times h$. Если обѣ мышцы имѣютъ одинаковый вѣсъ, $p \times H$ можетъ быть равно $P \times h$.

Произведенная работа $P \times H$, зависитъ итакъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, отъ вѣса мышцы (Borelli). Способъ, по которому эта работа распредѣляется и утилизируется, зависитъ отъ размѣровъ мышцы. Мышцы длинныя и тонкія способны преодолевать слабыя сопротивленія, но вдоль значительнаго пути; мышцы короткія и толстыя способны преодолевать значительныя сопротивленія, но на пути мало длинномъ.

Это объясняетъ намъ, почему животныя малаго роста кажутся намъ развивающими огромную силу въ отношеніи къ ихъ собственному вѣсу: маленький жукъ подниметъ тяжесть, превосходящую его собственный вѣсъ въ пятьдесятъ разъ, тогда какъ человѣкъ будетъ едва въ состояніи передвинуть массу, равную его собственной. Зато человѣкъ подниметъ свою тяжесть въ пятьдесятъ разъ выше, чѣмъ насекомое за то же время. И съ той и съ другой стороны произведеніе $P \times H$, выражающее работу, совершенную вѣсовой единицей мышцы, будетъ то же самое.

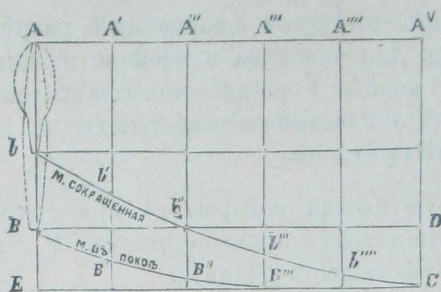
Для одной и той же мышцы, получающей максимальныя раздраженія, величина работы $P \times H$ измѣняется въ значительныхъ предѣлахъ въ зависимости отъ величины P . Если P есть нуль, то работа становится $0 \times H = 0$. Это будетъ случай мышцы, сокращающейся впустую, безъ всякой тяжести: высота H есть тогда максимальная¹⁾. Найдено, что мышца тетанизованная не отягощенная можетъ достигнуть одной трети своей длины въ покоѣ.

Съ другой стороны, если тяжесть очень велика, мышца не будетъ въ состояніи ее поднять. Въ этомъ случаѣ работа будетъ тоже равна нулю

¹⁾ Это далеко не общее правило, какъ будетъ видно дальше (фиг. 170). Въ особенности странно, что мышца утомленная производитъ болѣе высокія вздрагиванія съ нѣкоторой значительной тяжестью, чѣмъ безъ нея.

$P \times 0 = 0^1$). Чтобы получить максимумъ работы, наибольшее произведение $P \times H$, надо дать P среднюю величину, т. е. применять отягощеніе ни слишкомъ малое, ни слишкомъ большое.

Говоря вообще высота поднятія тяжести при тетаническомъ сокращеніи получается тѣмъ меньше, чѣмъ больше тяжесть. Это вытекаетъ между прочимъ изъ сравненія кривой растяженія мышцы въ покоѣ съ кривой растяженія тетанизированной до возможнаго максимума, подѣ влияніемъ все возрастающихъ отягощеній (Weber). Эти двѣ кривыя представлены на фиг. 166. Мы



Фиг. 166.— B, B', B'', B''' , кривая растяженія мышцы въ покоѣ AB , подвергнутой отягощеніямъ AA', AA'', AA'''

b, b', b'', b''' , кривая растяженія мышцы сокращенной $A'b$ и подвергнутой отягощеніямъ AA', AA'', AA'''

$B' b', B'' b'', B''' b'''$, высоты, на которыя тяжести AA', AA'', AA''' поднимаются во время сокращенія.

видимъ тутъ, что мышца сокращенная болѣе растяжима, чѣмъ мышца покоющаяся; обѣ кривыя растяженія стремятся сблизиться.

Мышца не отягощенная, имѣя въ состояніи расслабленія удлинненную форму AB , переходитъ подѣ влияніемъ раздраженія въ сокращенную форму $A'b$. Если она отягощается тяжестью AA' , начальная ея длина будетъ $A'B'$ т. е. длина, получаемая ею при этомъ отягощеніи, а длина, достигаемая ею подѣ влияніемъ той же тяжести AA' будетъ $A'b'$. Итакъ высоты, на которыя тяжести AA', AA'', AA''' будутъ подняты, окажутся равными разностямъ длины мышцы въ этихъ двухъ формахъ (расслабленія и сокращенія), т. е. вертикальнымъ разстояніямъ $b' B', b'' B'', b''' B'''$, которыя раздѣляютъ двѣ кривыя растяжимости (для мышцы покоющейся и для мышцы сокращенной).

Тяжесть AA'' , при которой мышца дѣятельная и отягощенная представляетъ ту же длину, что мышца въ покоѣ и неотягощенная, соотвѣтствуетъ абсолютной силѣ мышцы (см. стр. 410).

[Отягощеніе какъ раздражитель мышцы.] Тотъ фактъ, что мышца сокращенная оказывается болѣе растяжимой, чѣмъ мышца покоющаяся, побудилъ Ed. Weber'a принять для мышцы двѣ различныхъ формы съ совершенно различными эластическими свойствами, какъ будто имѣютъ дѣло съ двумя разными физическими тѣлами.

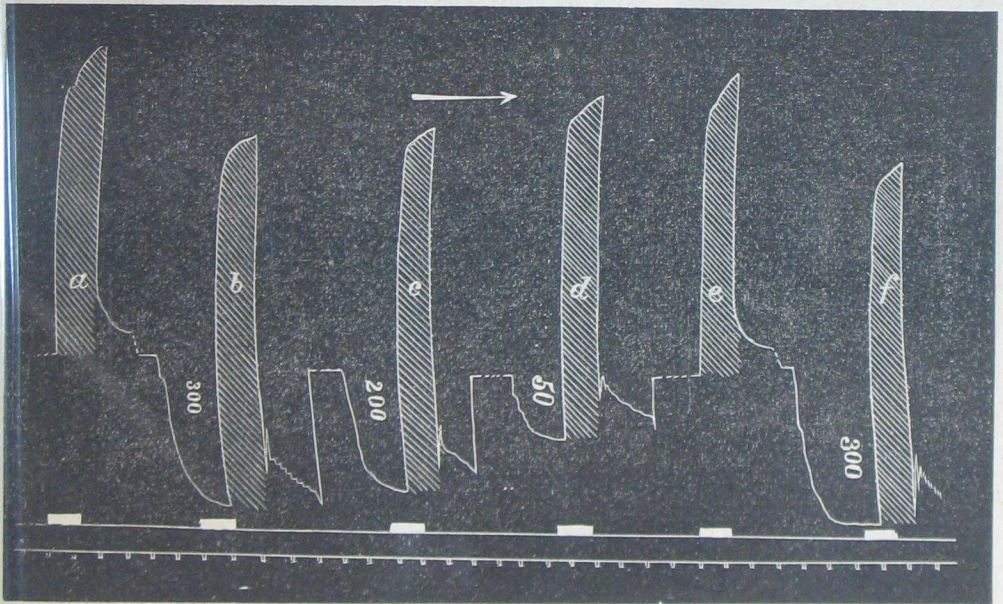
Однако, хотя фактъ этотъ вѣренъ, но онъ представленъ односторонне и

¹⁾ Weber наблюдалъ даже, что мышца, отягощенная очень большою тяжестью, удлинялась подѣ влияніемъ тетанизирующихъ раздраженій, вмѣсто того, чтобы укоротиться (парадоксъ Weber'a). Въ такомъ случаѣ двѣ кривыя растяжимости не только сблизались бы, какъ на фиг. 166, но и пересѣкались бы даже. Fick не могъ подтвердить этого факта.

[Этотъ фактъ мнѣ представляется весьма вѣроятнымъ въ виду указанныхъ на стр. 404 и 413 свойствъ раздражителя съ одной стороны, отягощенія съ другой.

толкованіе его должно быть совсѣмъ инымъ. Дѣло въ томъ, что мышца сокращенная въ однихъ случаяхъ является дѣйствительно болѣе растяжимой, чѣмъ мышца покоющаяся, въ другихъ же случаяхъ какъ разъ наоборотъ она оказывается въ состояніи сокращенія менѣе растяжимой. Все зависитъ отъ того, какое раздраженіе поддерживаетъ ее въ состояніи сокращенія. Первое наблюдается при раздраженіи ея довольно частыми токами, когда тетанусъ самъ по себѣ обнаруживаетъ наклонность къ паденію, второе при дѣйствіи на нее тетанизирующихъ раздраженій болѣе рѣдкаго ритма, когда она способна долго держаться на той же степени сокращенія или даже обнаруживаетъ наклонность къ дальнѣйшему усиленію своего сокращенія. Такое противоположное дѣйствіе на нее нагрузки находитъ свое объясненіе въ томъ, что подвѣшенная къ ней тяжесть измѣняетъ сама по себѣ ея раздражительность, представляя такъ сказать добавочный раздражитель. Когда этотъ добавочный раздражитель оказывается выгоднымъ, получается второй эффектъ, когда онъ является невыгоднымъ, то наблюдаются эффекты перваго рода (Введенскій, 1893).

Чтобы понять это, необходимо имѣть ясное представленіе о томъ, какъ отягощеніе можетъ измѣнять сократительныя дѣйствія мышцы. На фиг. 167 мышца



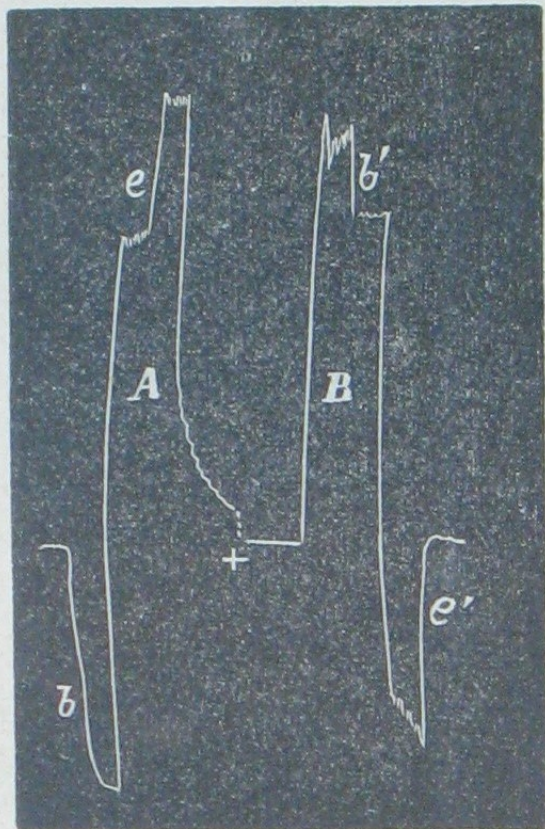
Фиг. 167.—Тетаническія сокращенія (a—f), записанныя при дѣйствіи одного и того же мало-частото прерывистаго тока, но при разныхъ отягощеніяхъ. Углубленія предъ тетанусами обязаны растязженію мышцы разновѣскою, указанною каждый разъ въ граммахъ, съ которою затѣмъ мышца и производитъ сокращеніе. (Введенскій).

раздражается съ нерва въ нѣсколько приѣмовъ, каждый разъ нѣсколько секундъ, индукціонными токами одной и той же максимальной силы и малой частоты (около 30 колеб. въ сек.); послѣ каждой тетанизации ей дается отдыхъ въ 2 минуты. Тетанусы a и e записаны, когда на мышцу не дѣйствовало никакое раздраженіе кромѣ рычага міографа; тетанусы b и f записаны при отягощеніи 300 гр.; тетанусы c и d записаны послѣдовательно при отягощеніяхъ 200 и 50 гр. Въ то же время углубленіе предъ каждымъ изъ этихъ тетанусовъ показываетъ величину растязженія данною тяжестью.—Какъ видно, высота мышечнаго сокращенія все увеличивается съ увеличеніемъ отягощенія въ указанныхъ предѣлахъ. Является

поразительнымъ, что мышца болѣе нагруженная подымаетъ тяжесть и на болѣшую высоту.

Совершенно обратное дѣйствіе оказываетъ отягощеніе, когда мышца раздражается токами довольно частыми, напр. 150 — 250 индукціонными ударами въ секунду: тетанусы съ увеличеніемъ тяжести становятся тогда все ниже и ниже. Чѣмъ значительнѣе развилось въ мышцѣ утомленіе, тѣмъ легче и легче наблюдаются на ней эффекты этого втораго рода при раздраженіяхъ уже и меньшей частоты. Все это напоминаетъ перемѣщеніе *optimum'a* частоты, описанное на стр. 404. Дѣйствительно, сходство здѣсь не только внѣшнее, но внутреннее. Тяжесть, какъ добавочный раздражитель, приближаетъ наше раздраженіе къ *optimum'u*, если послѣднее рѣдко и, наоборотъ, переводитъ его болѣе или менѣе въ *pressimum*, если оно уже часто.

Такъ же противоположны эффекты отягощенія, если его прикладывать къ мышцѣ впервые въ то время, когда она уже находится въ сокращенномъ состояніи: при раздраженіяхъ сравнительно рѣдкихъ приложеніе извѣстной тяжести



Фиг. 168. — Предъ тетанусомъ А икроножная мышца лягушки отягощается (*b*) грузомъ 100 гр., во время него она разотягивается (*e*); во время тетануса В она отягощается (*b'*) тою же тяжестью и по прекращеніи его разотягивается (*e'*). (Введенскій).

произведетъ меньшее ея растяженіе, а при частыхъ — гораздо болѣе, чѣмъ то растяженіе, которое вызывается на покоящейся мышцѣ. Примѣръ перваго данъ на фиг. 168. Тутъ записаны два непродолжительныхъ тетануса, вызванныхъ настолько рѣдкими раздраженіями, что видна зубчатость. Предъ первымъ изъ нихъ (А) мышца отягощается (*b*) 100 граммами и во время его разотягивается (*e*) отъ этой нагрузки. Какъ видно *e* гораздо меньше *b*, а между тѣмъ по *Weber'u* должно было бы быть наоборотъ. Второю тетанусъ (В) записывается сначала безъ отягощенія, а потомъ съ отягощеніемъ (*b'*); разотягивается здѣсь мышца (*e'*), когда раздраженіе уже прекращено. Какъ видно и тутъ *e'* меньше *b'*. Но въ особенности разница окажется велика, если сличить величину растяженія мышцы въ покой (*b*) съ величиной растяженія во время сокращенія (*b'*). — *Weber* отягощаль мышцу, доведя ее до максимума тетаническаго сокращенія. Немудрено поэтому, что какъ правило у него получалось обратное сейчасъ представленному.

Такимъ образомъ объясняется то основное противорѣчіе, которое существовало до сихъ поръ въ мышечной физиологіи. Съ одной стороны принимали вмѣстѣ съ *Weber'омъ*, что мышца дѣятельная сильнѣе растягивается при отягощеніяхъ, чѣмъ та же мышца въ покой; съ другой стороны принимали вмѣстѣ съ *Fisk'омъ* и *Heidenhain'омъ* (о чемъ будетъ рѣчь чрезъ параграфъ ниже), что отягощеніе повышаетъ силу мышечнаго напряженія. Между тѣмъ эти положенія должны были бы казаться совершенно не совмѣстимыми другъ съ другомъ.

Что нѣкоторое напряженіе мышцъ способствуетъ энергіи мышечнаго дѣйствія, это чувствуется даже изъ обыденнаго опыта. Когда мы желаемъ совершить сильное бросательное движеніе, мы предварительно вытягиваемъ руку и откидываемъ ее назадъ, вслѣдствіе чего сильно растягиваются грудныя мышцы и сгибатели руки, прежде чѣмъ эти мышцы начнутъ предположенное сокращеніе. Намѣреваясь совершить прыжокъ, мы сначала сгибаемъ

суставы ноги и растягиваемъ разгибательныя мышцы. Соответственные міографическіе опыты совершенно подтверждаютъ цѣлесообразность такого полусознательнаго расчета].

IV. Тепловыя явленія мышечнаго сокращенія¹⁾.

Теплота, образующаяся при сокращеніи.— У теплокровныхъ животныхъ мышцы составляютъ главные очаги развитія теплоты. Образование теплоты усиливается особенно во время сокращенія: сильное мышечное упражненіе въ теченіи нѣсколькихъ минутъ въ состояніи поднять внутреннюю температуру нашего тѣла на десятыя доли градуса.

Легко доказать, что у животныхъ холонокровныхъ мышечныя сокращенія также сопровождаются освобожденіемъ тепловой энергіи: дѣлаютъ препаратъ изъ задней части лягушки и удаляютъ съ него кожу; укрѣпляютъ между обоими бедрами маленькій чувствительный термометръ и окружаютъ бедра и термометръ ватой или фланелью (дурными проводниками теплоты). Ожидаютъ, чтобы ртуть въ термометрѣ приняла температуру мышцъ и сдѣлалась постоянной; потомъ раздражаютъ оба сѣдалищныхъ нерва въ области таза, такъ чтобы тетанизировать сразу обѣ лапки: наблюдаютъ легкое согрѣваніе мышцъ, выражающееся поднятіемъ на 1—2 десятыхъ градуса.

Heidenhain, употребляя крайне чувствительный термо-электрический приборъ, нашелъ, что каждое вздрагиваніе икроножной мышцы лягушки выражалось уже ея согрѣваніемъ (0,001—0,005 °C).

Вліянія, опредѣляющія количество теплоты, развивающейся при сокращеніи.— Если опытъ производится на мышцѣ, не совершающей внѣшней работы, какъ напр. въ томъ случаѣ, когда мышца, сократившись съ тяжестью, снова расслабляется вмѣстѣ съ нею, то вся энергія, освободившаяся процессомъ органическаго окисленія, появляется въ формѣ теплоты. Въ этомъ случаѣ степень нагрѣванія мышцы будетъ служить мѣрой органическаго горѣнія. Тогда можно показать съ помощью термо-электрическаго прибора, что это нагрѣваніе увеличивается съ интенсивностію раздражителя, который служитъ для вызова сокращенія. Можно также видѣть, что для раздраженій одинаковыхъ (максимальныхъ, напр.), количество теплоты или освобождаемой энергіи, измѣняется въ значительныхъ предѣлахъ въ зависимости отъ механическихъ условій сокращенія. Когда мышца встрѣчаетъ значительныя сопротивленія для своего сокращенія (сокращенія *изотоническія* мышцы съ значительной тяжестью или сокращенія *изометрическія* т. е. съ препятствіемъ для укороченія), она производитъ болѣе теплоты, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда она сокращается свободно. Одинъ и тотъ же раздражитель вызываетъ въ мышцѣ сумму химической работы, различную смотря по внѣшнимъ условіямъ. Этотъ результатъ представляется неожиданнымъ на первый взглядъ, но легко понять, что такое положеніе дѣла создаетъ изъ мышцы очень совершенную машину, потому что она сама, помимо уси-

¹⁾ Heidenhain. *Mechan. Leist., Wärme-Entw. u. Stoffums. b. d. Muskel-tätigkeit.* 1864; Fick. *Untersuch.* 1869 и многіе другіе позднѣйшіе мемуары; Chauveau. *Le travail musculaire*, 1891.

ленія раздражителя, соразмѣряетъ свое усиліе съ требуемой отъ нея работой [стр. 412].

Fick показалъ кромѣ того, что такое вліяніе напряженія мышцы на развитіе въ ней энергіи продолжаетъ дѣйствовать и тогда, какъ сокращеніе уже началось. Такимъ образомъ образованіе теплоты растетъ не только съ возрастаніемъ начальнаго напряженія, но также и въ томъ случаѣ, когда напряженіе увеличивается за время самого сокращенія.

Если мышцу разгрузить въ тотъ моментъ, когда она достигла максимума укороченія, то развитіе теплоты будетъ меньше, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда мышца остается отягощенной и за время расслабленія. Разница въ этомъ случаѣ не происходитъ отъ разницы въ образованіи теплоты, а исключительно отъ того, что на мышцѣ, остающейся отягощенной за время расслабленія, паденіе тяжести переходитъ въ теплоту ¹⁾. Разница въ согрѣваніи соответствуетъ точно произведенной внѣшней работѣ (Fick) и можетъ служить для вычисленія величины механическаго эквивалента теплоты (большая калорія = 425 килограмметрамъ).

Установлено также, что мышца, совершающая одиночныя, но слѣдующія рядами, сокращенія, производитъ больше теплоты, чѣмъ въ случаѣ тетаническаго сокращенія, при той же силѣ раздражителя (Fick); что теплоты больше развиваетъ мышца, когда одну и ту же работу она выполняетъ сокращеніями сильными, хотя и менѣе многочисленными, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда работа выполняется сокращеніями слабыми, хотя и многочисленными [Heidenhain и Навалихинъ]; что теплота, развивающаяся при тетанусѣ, увеличивается съ числомъ раздраженій (Данилевскій) ²⁾; что развитіе теплоты уменьшается по мѣрѣ того, какъ мышца утомляется, между тѣмъ какъ работа можетъ оставаться еще тою же. Наконецъ, по Steiner'у, мышца продолжаетъ, будто-бы, развивать теплоту и за время расслабленія.

Есть ли мышца термическій двигатель?—Мышца не создаетъ очевидно механической энергіи, которую она обнаруживаетъ при сокращеніи. Эта механическая энергія происходитъ отъ превращенія химической энергіи напряженія при тѣхъ окислительныхъ процессахъ, мѣстомъ которыхъ служатъ мышцы. Слѣдуетъ ли допустить, что химическая энергія превращается сначала въ теплоту и что только часть этой теплоты превращается затѣмъ въ механическую работу, какъ это имѣетъ мѣсто въ машинахъ съ топливомъ? Вообще отвѣчаютъ отрицательно на этотъ вопросъ. Въ самомъ дѣлѣ, чтобы теплота превратилась въ механическую работу, необходимо,

¹⁾ При этихъ условіяхъ мышца въ сущности не совершаетъ никакой внѣшней работы; послѣ сокращенія падающая тяжесть растягиваетъ мышцу, растяженіе ведетъ къ образованію эквивалентнаго количества тепла.

По этому поводу не мѣшаетъ замѣтить, что и всякое простое вытяженіе мышцы, даже мертвой, какъ и каучука, сопровождается развитіемъ теплоты (Шмелевичъ, Westermann).

Н. В.

²⁾ Точнѣе принять (Heidenhain, Fick, Schönlein 1883), что частота раздраженій настолько же вліяетъ на количество тепла, образующагося въ мышцѣ, какъ и на силу ея тетаническаго сокращенія. При быстро слѣдующихъ другъ за другомъ раздраженіяхъ развивается меньше тепла (Kries и Metzner 1892).

Н. В.

чтобы она сообщилась отъ тѣла съ высокой температурой тѣлу съ низкой температурой (механическая теорія теплоты); однако ничто не указываетъ на то, что мышечный элементъ представляетъ въ разныхъ своихъ частяхъ температурныя разницы, достаточныя для того, чтобы ими можно было объяснить ту значительную сумму механической работы, которую онъ способенъ выполнить. Итакъ мышца не является термическимъ моторомъ: быть можетъ, это двигатель электрическій, гдѣ электричество, происходящее отъ химическихъ реакцій, превращается затѣмъ частью въ энергію механическую, частью въ тепловую.

Коэффициентъ утилизаціи химической энергіи въ живомъ двигателѣ.—Въ лучшихъ тепловыхъ двигателяхъ только $\frac{1}{12}$ часть химической энергіи, соотвѣтствующей сгоранію угля, утилизируется въ видѣ внѣшней работы; $\frac{11}{12}$ остаются въ формѣ теплоты и представляютъ истинную потерю. Коэффициентъ утилизаціи тепловой энергіи сжигаемаго топлива или масла въ термическомъ двигателѣ есть въ лучшемъ случаѣ $\frac{1}{12}$.

Большое число опытовъ было сдѣлано съ этой точки зрѣнія на человѣкѣ и животныхъ, чтобы опредѣлить коэффициентъ утилизаціи энергіи, происходящей отъ сгоранія въ мышцѣ. Найдено, что мышцы человѣка могутъ превращать $\frac{1}{4}$ часть химической энергіи въ работу, а остальные $\frac{3}{4}$ въ теплоту (или электричество, которое само впрочемъ тотчасъ же переходитъ въ теплоту).

Zuntz, Zehmann и Hagemann (1889) нашли въ ихъ общихъ опытахъ на лошади, что коэффициентъ оказывается еще болѣе благоприятнымъ: $\frac{1}{3}$ химической энергіи превращается во внѣшнюю работу и $\frac{2}{3}$ въ теплоту.

Итакъ живой двигатель стоитъ въ этомъ отношеніи гораздо выше двигателей, работающихъ на счетъ горючаго матеріала; но онъ ниже двигателей электрическихъ. Въ самомъ дѣлѣ, въ электрическомъ двигателѣ, поддерживаемомъ гальваническимъ элементомъ, $\frac{9}{10}$ энергіи окисляемаго цинка могутъ быть получены въ формѣ внѣшней механической работы.

Но не должно забывать, что у животныхъ теплкровныхъ теплота, развивающаяся въ мышцахъ, не должна быть разсматриваема какъ негодный отбросъ: она настолько же полезна организму, какъ и механическая работа. Если, становясь на механическую точку зрѣнія, можно считать потерянными $\frac{2}{3}$ энергіи, не превращающейся въ работу, то настолько же основательно, становясь на точку зрѣнія животной теплоты, говорить, что $\frac{1}{3}$ энергіи окислительныхъ процессовъ теряется въ формѣ работы и только $\frac{2}{3}$ утилизируются въ видѣ теплоты.

V. Электрическія явленія мышечнаго сокращенія¹⁾.

Собственный токъ мышцы—Если очень тщательно отпрепа-

¹⁾ du Bois Reymond, *Untersuch. ü. thier. Elektr.* 1848, также: *Gesamm. Abhandl.* 1875—1877; Hermann, *Untersuch. z. Physiologie d. Muskeln u. Nerven.* 1868, *Pflüger's Archiv*, IV, 1871; X, XV, XVI, 1877. [Bernstein, *Unters. ü. d. Erregungsvorgang.* 1871].

ровать какую либо лягушечью мышцу съ параллельными волокнами (напр. портняжную) и отрѣзать съ одного конца и другого сухожилія, сдѣлавъ бритвою хорошіе поперечные разрѣзы, то получится правильный цилиндръ или призма мышечнаго вещества. Будемъ соединять различными точками мышцы, при посредствѣ соответствующихъ электродовъ, съ бус-солью Видеманна, избирая для этого каждый разъ по двѣ опредѣленныхъ точки: окажется, что естественная продольная поверхность мышцы имѣетъ положительное напряженіе электричества, поперечная поверхность отрицательное напряженіе. Максимумъ положительнаго напряженія находится въ средней части продольной поверхности (экваторъ мышцы); отсюда напряженіе убываетъ правильно къ обоимъ концамъ мышцы. Двѣ точки, расположенныя симметрично относительно экватора, будутъ имѣть поэтому одинаковое положительное напряженіе и могутъ при соединеніи съ электрометромъ не дать никакого отклоненія. Параллельно съ этимъ максимумъ отрицательнаго напряженія находится въ центрѣ каждаго изъ поперечныхъ разрѣзовъ и отрицательное напряженіе убываетъ по мѣрѣ удаленія отъ этихъ точекъ. Токъ самый сильный получится въ цѣпи электрометра поэтому при соединеніи центра поперечнаго разрѣза съ какой-либо точкой экватора. Электровозбудительная сила, дающая происхожденіе этому току, равна приблизительно $\frac{1}{20}$ вольта или даніэля (относительно способа измѣренія см. дальше).

Однако токъ, отведенный въ цѣпь электрометра, имѣетъ малую интенсивность: это происходитъ отъ значительнаго внутренняго сопротивленія, которое вещество мышцы противопоставляетъ прохожденію электрическаго тока ¹⁾. Дѣйствительно, мы знаемъ, что, по закону Ома, сила тока I , циркулирующаго въ цѣпи пропорціональна электровозбудительной силѣ E и обратно пропорціональна суммѣ сопротивленій R , находящихся въ цѣпи: $I = E/R$.

Мышца представляетъ итакъ среднюю часть съ напряженіемъ положительнымъ и два конца или полюса съ напряженіемъ отрицательнымъ. Если ее разрѣзать на 2, 3, 4... n частей, каждая часть будетъ представлять также средній отдѣлъ съ напряженіемъ положительнымъ и два отрицательныхъ полюса. Вотъ это именно привело du Bois-Reymond'a къ предположенію, что первичный мышечный элементъ (*периполярная молекула*) образованъ изъ положительнаго экваторіальнаго полюса и двухъ отрицательныхъ полярныхъ зонъ.

Если оба поперечныя сѣченія, будучи вполне параллельны между собою,

¹⁾ Мышца—плохой проводникъ тока: если взять за единицу специфическое сопротивленіе ртути, то сопротивленіе мышцы будетъ 25,500,000 въ продольномъ и 15,000,000 въ поперечномъ направленіи. [Таково же будетъ приблизительно и сопротивленіе нерва. Эти цифры (Hermann 1871) далеки отъ точности и должны были бы подвергнуться провѣркѣ при современной методикѣ. Надо замѣтить, что сопротивленіе какъ названныхъ, такъ и другихъ тканей тѣла является крайне непостояннымъ вслѣдствіе образованія электролитовъ, ведущихъ къ появленію поляризационныхъ токовъ («внутренняя поляризація», Peltier, du Bois-Reymond). Поэтому сопротивленіе оказывается меньше при дѣйствіи индукционныхъ токовъ (Gärtner 1889), какъ токовъ, имѣющихъ очень малую продолжительность. — Н. В.]

являются наклонными по отношенію къ продольной оси мышцы, распределе-
ніе напряженій нѣсколько измѣняется: точка наибольшаго положительнаго
напряженія приближается къ тупому углу; наоборотъ, отрицательный мак-
симумъ, вмѣсто того, чтобы находиться въ центрѣ разрѣза, оказывается
ближе къ острому углу. Токи получатся болѣе сильными, чѣмъ въ случаѣ
правильнаго цилиндра или призмы (такъ называемые токи наклоненія).

Электровозбудительная сила, дающая происхожденіе *собственному току*
мышцы, связана съ жизненностію послѣдней: она исчезаетъ вмѣстѣ съ
мышечной раздражительностью. Мы не будемъ входить въ споръ, поднятый
по вопросу о предсуществованіи собственнаго тока. По du Bois-Reymond'у
сила, дающая происхожденіе собственному току, существуетъ готовой въ
мышцѣ неповрежденной, заключенной еще въ тѣлѣ и она связана съ мышечной
структурой (правильное расположеніе другъ подлѣ друга периполярныхъ
молекулъ). По Hermann'у, наоборотъ, поверхность неповрежденной мышцы
абсолютно однородна (индифферентна) въ электрическомъ отношеніи; но всякій
участокъ поврежденный или возбужденный получаетъ отрицательное напря-
женіе [а точки, не охваченныя такимъ измѣненіемъ, становятся по отношенію
къ нему *электроположительными*]: тѣ отрицательныя напряженія, которыя
наблюдаются на искусственныхъ концахъ изолированной мышцы, должны
происходить отъ поврежденія, произведеннаго разрѣзомъ [прижиганіемъ,
химическимъ агентомъ и т. д. Итакъ для этого послѣдняго автора *собствен-
наго тока* у мышцы нормальной и находящейся въ покоѣ совсѣмъ нѣтъ].

Отрицательное колебаніе. Токъ дѣйствія. — Если послѣ того,
какъ установится въ буссоли или электрометрѣ токъ, отведенный отъ мышцы,
привести ее въ дѣятельное состояніе соотвѣтственными раздраженіями,
то этотъ токъ испытываетъ переходящее [длящееся вмѣстѣ съ раздраженіемъ]
ослабленіе. Съ точки зрѣнія du Bois-Reymond'a, сокращеніе влечетъ за
собою уменьшеніе интензивности собственнаго тока мышцы; поэтому онъ далъ
этому [имѣ найденному] явленію названіе *отрицательнаго колебанія*¹⁾. По
Hermann'у, всякое возбужденное мѣсто мышцы моментально получаетъ от-
рицательное напряженіе по отношенію къ частямъ не возбужденныхъ, и это
отрицательное напряженіе распространяется дальше въ видѣ волны и съ
той скоростью, какъ и само возбужденіе. Hermann предпочитаетъ обозна-
ченіе: *токъ дѣйствія*.

Придуманы очень сложные способы (реотомъ Bernstein'a²⁾ для изученія
фазъ отрицательнаго колебанія. Какъ кажется, можно принять на основаніи
этихъ изслѣдованій, что отрицательное колебаніе наступаетъ по приложеніи
раздраженія тотчасъ (безъ скрытой стадіи) и быстро достигаетъ своего мак-
сима. Утверждали даже что [единичное] отрицательное колебаніе прохо-
дитъ всѣ свои фазы менѣе, чѣмъ въ $\frac{1}{100}$ секунды т. е. раньше начала меха-
ническаго укороченія мышцы. Въ послѣднее время Burdon-Sanderson

¹⁾ Мышца въ опытахъ этого рода сильно вытягивается на особомъ станкѣ,
такъ что она не въ состояніи передвигаться сколько-нибудь чувствительно на
отводящихъ электродахъ. Этимъ и устраняется возраженіе, что само явленіе могло
бы быть обязано именно этому послѣднему обстоятельству. Н. В.

²⁾ Приборъ будетъ описанъ (какъ и вообще методика) въ первой физиологіи.
Н. В.

[1893—1895] успѣлъ получить рядомъ на одной и той же фотографической пластинкѣ кривую [единичнаго] отрицательнаго колебанія (фотографированіе передвиженій ртутнаго столбика въ электрометрѣ Ліррап'а) и кривую сокращенія мышцы. Онъ приписываетъ обоимъ явленіямъ одно и то же время скрытаго раздраженія: 0,0025. Затѣмъ онъ находитъ, что продолжительность отрицательнаго колебанія больше, чѣмъ это считается принятымъ, что она почти равна продолжительности механическаго сокращенія, но что это колебаніе представляетъ восходящую фазу гораздо болѣе короткую, чѣмъ нисходящая фаза; она достигаетъ поэтому своего максимума гораздо раньше, чѣмъ миографическая кривая.

При тетаническомъ сокращеніи, каждое изъ составляющихъ его прерывистыхъ раздраженій вызываетъ соотвѣтственно одно отрицательное колебаніе. Сліяніе этихъ колебаній менѣе полно (по крайней мѣрѣ при искусственномъ тетанусѣ), чѣмъ сліяніе мышечныхъ вздрагиваній: нѣтъ тетануса электрическаго *полнаго* ¹⁾.

Посредствомъ электрометра Ліррап'а можно легко наблюдать электрическія осцилляціи, сопровождающія естественное сокращеніе (пульсацию) сердечной мышцы (желудочекъ лягушки) или осцилляціи, происходящія въ мышцахъ скелета при стрихнинномъ столбнякѣ. [ср. стр. 408].

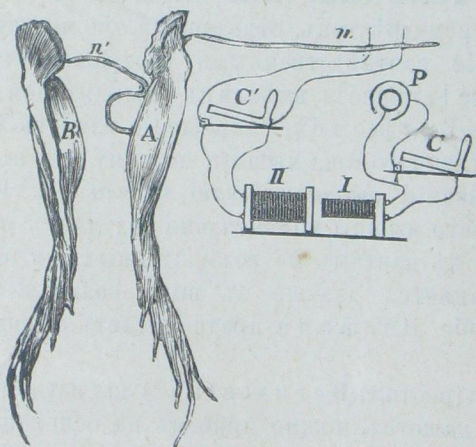
Вторичное сокращеніе.—Токъ дѣйствія, развивающійся въ сокращенной мышцѣ, достаточно интензивенъ, чтобы служить раздражителемъ для сѣдалищнаго нерва лягушечей лапки и вызвать въ мышцахъ этой лапки

сокращеніе, получившее наименованіе *вторичнаго сокращенія*. Берутъ, напр. двѣ обнаженныя отъ кожи лягушечей лапки *A* и *B*, выпрепарованныя каждая со своимъ сѣдалищнымъ нервомъ и ампутированныя надъ колѣномъ (гальваноскопическая лапка). Помѣщаютъ нервъ препарата *B* на икроножную мышцу *A*, затѣмъ раздражаютъ нервъ перваго препарата индукціонными ударами, или одиночными, или тетанизирующими (см. фиг. 169).

При каждомъ вздрагиваніи *A*, препаратъ *B* производитъ тоже вздрагиваніе; точно также столбнякъ *A* вызываетъ столбнякъ *B*.

Послѣднее требуетъ впрочемъ оговорки для случая естественнаго тетануса:

¹⁾ Здѣсь показателемъ предполагается капилляръ-электрометръ, а не гальванометръ—крайне косный въ своихъ показаніяхъ. Но и первый приборъ не способенъ слѣдить за всѣми многочисленными электрическими колебаніями въ мышцѣ, когда она тетанизируется очень частыми токами. Единственнымъ средствомъ изучать ритмику такихъ колебаній можетъ служить въ настоящее время телефонъ (стр. 407).



Фиг. 169.—Схема опыта со вторичнымъ сокращеніемъ.

этотъ послѣдній вызываетъ въ гальваноскопической лапкѣ только одно вздрагиваніе въ началѣ ¹⁾. То же самое и по отношенію къ сердечнымъ пульсаціямъ: если набросить нервъ гальваноскопической лапки на живое сердце кролика, лапка испытываетъ одно вздрагиваніе при каждой пульсаціи: такое вздрагиваніе предшествуетъ пульсаціи сердца, потому что и въ сердечной мышцѣ электрическое колебаніе предшествуетъ ея сокращенію [и стадія скрытаго раздраженія въ сердечной мышцѣ гораздо длиннѣе, чѣмъ въ мышцѣ скелетной].

VI. Химія мышцъ и условія ея жизненности ²⁾.

Таблица химическаго состава рубчатыхъ мышцъ.

Вода, 75%.

Соли 1—1½%: K₂O 0,45; Na₂O 0,08; CaO 0,008; MgO 0,04; F₂O₃ 0,005; P₂O₅ 0,46; Cl 0,067; SO₃ 0,01 (Bunge).—Какъ видно, преобладаютъ фосфаты калия.

Альбуминоиды, 21%.	растворенные въ мышечной плазмѣ	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Миозиногенъ сверт.} + 56^{\circ} \\ \text{Парамиозиногенъ} \text{ „ } + 47^{\circ} \\ \text{Глобулинъ} \text{ „ } + 63^{\circ} \\ \text{Альбуминъ} \text{ „ } + 73^{\circ} \\ \text{Альбумоза, не свертывающаяся} \\ \text{отъ нагрѣванія, кажется тожде-} \\ \text{ственной съ миозинъ-фермен-} \\ \text{томъ [см. прим. стр. 422.} \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{превращаются въ} \\ \text{миозинъ послѣ} \\ \text{окоченія (смер-} \\ \text{ти) мышцы.} \\ \text{Бѣлки мышечной} \\ \text{сыворотки.} \end{array} \right\}$
	нерастворимые	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Эластинъ въ сарколеммѣ.} \\ \text{Нерастворимый остатокъ мы-} \\ \text{шечныхъ волоконъ.} \end{array} \right\}$	

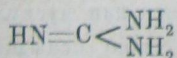
Ферменты. Слѣды пепсина, діастаза и проч.; миозинъ-ферментъ.

Пигменты. Малое количество гемокхромогена и гематина (миогематинъ Массе и Миппа); гемоглобинъ въ красныхъ мышцахъ.

Другія органическія вещества.	азотистыя	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Креатинъ 0,2—0,3\%, креатининъ, ксантинъ 0,0026\%,} \\ \text{гипоксантинъ 0,025\%, карнинъ, мочева кислота} \\ \text{(слѣды), мочеви́на, тауринъ, инози́новая кислота} \\ \text{0,01\%.} \end{array} \right\}$
	базазотистыя	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Жиры, гликогенъ, инозитъ, глюкоза, алкоголь (слѣ-} \\ \text{ды), мисо-или этилиденомолочная кисл.; этиленомо-} \\ \text{лочная к. 0,1—1\%.} \end{array} \right\}$

Мясной экстрактъ Либиха содержитъ соли и вещества растворимыя, не свертывающіяся отъ жару. Подъ микроскопомъ онъ обнаруживаетъ большіе кристаллы креатина въ видѣ табличекъ.

Креатинъ C₄H₉N₃O₂ можетъ быть разсматриваемъ какъ гуанидинъ



¹⁾ Причина этого объясняется самой натурой (нескладно-періодической) нормальнаго столбняка; срав. стр. 409. То же самое имѣетъ мѣсто при химическомъ раздраженіи и при тетанизаціи частыми токами. Н. В.

²⁾ О. Nasse, *Chemie und Stoffwechsel der Muskeln* въ *Handbuch der Physiol.* издан. Hermann'омъ, 1879.

замѣщенный саркозиномъ или метилгликоколемъ $\text{CH}_2\text{—NH—CH}_3$. Поэтому онъ долженъ имѣть рациональную формулу: $\text{NH}=\text{C} \begin{array}{l} \text{NH}_2 \\ \text{N} \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_2\text{—COHO.} \end{array} \end{array}$

Чтобы приготовить его въ значительномъ количествѣ, обрабатываютъ разбавленный водой экстрактъ Либиха (или просто бульонъ) ѣдкимъ баритомъ (или уксуснокислымъ свинцомъ) для осажденія части солей и постороннихъ веществъ. Удаляютъ избытокъ ѣдкаго барита токомъ CO_2 (избытокъ Pb осаждается токомъ H_2S), выпариваютъ до малаго объема, фильтруютъ и оставляютъ жидкость стоять въ прохладномъ мѣстѣ: изъ нея скоро осаждается въ обильномъ количествѣ выкристаллизованный креатинъ.

Креатинъ легко теряетъ одну молекулу воды (кипаченіемъ съ разведенными кислотами) и превращается въ креатининъ $\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_3\text{O}$, энергичное основаніе, находящееся въ мочѣ.

Мышечная плазма ¹⁾.— Чтобы приготовить плазму изъ мышцъ лягушки, К ü h n e поступаетъ слѣдующимъ образомъ: въ аорту вводится большое количество физиологическаго раствора съ цѣлью удалить изъ тѣла всю кровь; мышцы разъединяются и промываются тѣмъ же самымъ растворомъ, охлажденнымъ до 0°, чтобы освободить ихъ отъ лимфы. Затѣмъ мышцы замораживаются и измельчаются въ порошокъ на холоду. „Мышечный снѣгъ“, полученный такимъ образомъ, помѣщается подъ прессъ при температурѣ нѣсколько ниже 0°, выдавливается густоватая, сиропообразная жидкость—*мышечная плазма*. Плазма изъ мышцъ теплокровныхъ можетъ быть добыта тѣмъ же самымъ способомъ.

Предоставленная обыкновенной температурѣ, мышечная плазма не замедлитъ сама собою свернуться. Свертокъ есть *миозинъ*. Онъ сжимается мало по малу, выдавливая наружу жидкость, *мышечную сыворотку*. Образование миозина, кажется, совершенно аналогично образованію фибрина: это должно быть также явленіе ферментативное, превращеніе растворимаго бѣлковаго вещества (миозиногена) въ тѣло нерастворимое (миозинъ) подъ вліяніемъ какаго то фермента (альбумоза мышечной плазмы?) ²⁾.

Какъ и свертываніе крови, образованіе миозина на счетъ миозиногена устраняется дѣйствіемъ холода, концентрированныхъ растворовъ солей и т. д. Оба явленія представляютъ и нѣкоторыя разницы. Такъ, фибринъ рас-

¹⁾ К ü h n e. *Untersuch. ü Protoplasma u. Contractilität*, 1864. [Halliburton, Journ. of Physiol. t. 8, 1887].

²⁾ Альбумоза можетъ быть только примѣсю къ миозинъ-ферменту въ извѣстныхъ условіяхъ его полученія.

По С а в а z z a n і, соли кальція имѣютъ тоже важное значеніе для свертыванія мышечной плазмы, какъ и для свертыванія крови (стр. 61 и 64).

Halliburton находитъ, что въ сгустокъ при свертываніи мышечной плазмы переходитъ также и парамиозиногенъ или мускулинъ. Онъ характеризуется по сравненію съ миозиногеномъ болѣе легкою осаждаемостью (50 гр. NaCl или MgSO_4 на 100 кб. см. жидкости) и болѣе низкой температурой свертыванія, именно при +47° (въ таблицѣ франц. оригинала температуры свертыванія его и миозиногена по ошибкѣ перепутаны. Эти температуры относятся конечно къ искусственно приготовленнымъ солевымъ растворамъ этихъ веществъ и варьируютъ въ извѣстныхъ предѣлахъ въ зависимости отъ содержанія солей).

творяется трудно въ растворахъ солей; кромѣ того растворенный такимъ образомъ фибринъ не получаетъ свойствъ фибриногена и не можетъ превращаться снова въ фибринъ. Міозинъ, напротивъ, есть истинный глобулинъ, онъ очень растворимъ въ солевыхъ растворахъ (NaCl , NH_4Cl и проч., въ растворахъ 5—10%); растворенный міозинъ кажется идентичнымъ съ міозиногеномъ и способенъ снова дать осадокъ міозина.

Легко приготовить большія количества міозина, пользуясь мышцами, прошедшими чрезъ трупное окоченіе (рыночное мясо). Ихъ измельчаютъ, потомъ извлекаютъ водой, растворяющей альбуминъ, красящія вещества, соли, растворимыя органическія вещества и проч. Остатокъ обрабатывается растворомъ (до 10%) хлористаго натрія; міозинъ переходитъ въ растворъ, изъ котораго выпадаетъ при насыщеніи NaCl въ видѣ хлопьевъ; его можно снова растворить въ умѣренно разведенномъ растворѣ той же соли. Растворы его свертываются при $+56^\circ$.

Трупное окоченіе.—Вскорѣ послѣ смерти мышцы теряютъ свою раздражительность и подвергаются *трупному окоченію*; ихъ упругость и растяжимость уменьшаются, онѣ становятся не гибкими, твердыми наощупъ, непрозрачными, переходятъ съ извѣстною силою въ укороченную форму, вслѣдствіе чего ихъ точки прикрѣпленія на костяхъ сближаются (откуда измѣненіе общей фигуры трупа послѣ смерти). Въ то же время онѣ развиваютъ извѣстное количество теплоты и образуютъ молочную кислоту и CO_2 (реакція ихъ становится кислой). Итакъ механическія, термическія и химическія явленія окоченія представляютъ нѣкоторое сходство съ явленіями тетаническаго сокращенія мышцы.

Увеличеніе твердости, которое дало названіе всему явленію, происходитъ, повидимому, отъ образованія міозина: можно извлечь это вещество въ большомъ количествѣ изъ мышцъ, которыя впали въ трупное окоченіе.

Окоченѣлость охватываетъ сначала жевательныя мышцы, потомъ мышцы лица, шеи, туловища и наконецъ мышцы конечностей. Она наступаетъ лѣтомъ скорѣе, чѣмъ зимою, и появляется раньше на мышцахъ энергично работавшихъ предъ смертью. Ее можно вызвать сразу, нагревая мышцы лягушки до 42° — 43° , а мышцы теплокровныхъ до 45° — 50° . [Вызываемое такимъ образомъ окоченіе носитъ названіе *тепловаго* и можетъ быть отличается по существу отъ трупнаго окоченія].

Можно наблюдать трупное окоченіе на живомъ животномъ, на мышцахъ, остающихся *in situ*, именно вслѣдъ за лигатурой приносящей кровь артеріи, послѣ впрыскиванія въ артерію дистиллированной воды, разведенныхъ кислотъ и т. под. Начавшееся окоченіе можетъ быть устранено пнѣцированіемъ артеріальной крови (снятіе лигатуры съ артерій).

Чрезъ нѣсколько часовъ, чрезъ день, иногда чрезъ нѣсколько дней, мышцы становятся опять мягкими и гибкими, реакція ихъ — щелочной; міозинъ снова растворяется (можетъ быть, вслѣдствіе начавшагося гніенія?). Рыночное мясо, которое мы потребляемъ, находится въ мягкомъ состояніи, наступающемъ вслѣдъ за окоченіемъ.

Прибавимъ, что судебные врачи пользуются свѣдѣніями относительно момента появленія и окончанія трупнаго окоченія, чтобы опредѣлить съ нѣкоторою вѣроятностію то время, когда наступила смерть извѣстнаго лица¹⁾.

¹⁾ Окоченіе наступаетъ неодинаково скоро: иногда уже чрезъ 10 мин послѣ смерти, въ другихъ случаяхъ только чрезъ 7 часовъ и позже. Продолжается

Природа горючаго матеріала въ мышцахъ. — Мышцы при сокращеніи производятъ большое количество теплоты; онѣ потребляютъ тогда гораздо больше углекислоты (см. главы о дыханіи и животной теплотѣ). Стало бытъ мышцы должны сжигать тогда большое количество окисляющихся веществъ. Долгое время думали вмѣстѣ съ Liebig'омъ, что окисляющимся веществомъ въ ней служатъ исключительно бѣлковыя вещества. Fick и Wislicenus въ своемъ знаменитомъ опытѣ (восхожденіе на Faulhorn [гора въ Швейцаріи] въ 1866 г.) доказали, что тепловая энергія, развивающаяся на счетъ бѣлковъ, разрушающихся въ тѣлѣ при сильной мышечной работѣ, недостаточна для покрытія внѣшней механической энергіи, развиваемой мышцами. Затѣмъ было доказано, что мышечная дѣятельность повышаетъ значительно дыхательный газовый обмѣнъ, но мало вліяетъ на выдѣленіе азота мочей. Было установлено также, что „дыхательное отношеніе“ стремится приблизиться при этомъ къ единицѣ. Въ виду всего этого можно думать, что мышца сжигаетъ преимущественно углеводы: гликогенъ или глюкозу. Наблюдали къ тому же, что гликогенъ накапливается въ мышцахъ во время покоя и убываетъ напротивъ послѣ сокращеній. Перерѣзка двигательныхъ нервовъ увеличиваетъ содержаніе гликогена, перевязка артерій ведетъ къ уменьшенію его. Свой запасъ гликогена мышца должна пополнять насчетъ глюкозы крови. Когда мышца сокращается, она сжигаетъ частью

оно отъ 1 до 6 дней. Ускоряютъ наступленіе окоченѣнія: жаркое время года и въ особенности чрезвычайная мышечная дѣятельность предъ смертью.

Такъ, окоченѣніе наступаетъ быстро на умершихъ отъ столбняка, холеры, стрихниннаго отравленія и т. под. Загнанная до смерти дичь, солдаты на поляхъ битвы окоченѣваютъ въ иныхъ случаяхъ крайне скоро, какъ бы въ томъ положеніи тѣла, въ которомъ застигла смерть (*каталептическое* трупное окоченѣніе). Однако по нѣкоторымъ авторамъ (Falk 1873) послѣднее всегда связывается съ поврежденіями спиннаго мозга. Brown-Séquard (1886) утверждаетъ, что будто бы эту форму окоченѣнія можно вызвать пораненіями мозжечка.

Наоборотъ, въ частяхъ тѣла, изолированныхъ перерѣзкой нервовъ отъ центральной нервной системы, окоченѣніе развивается позже (Brown-Séquard, Hermann, Жандръ и др.).

Высказанное въ текстъ предположеніе, что окоченѣніе „разрѣшается“ вслѣдствіе начинающагося гніенія, опровергается бактеріологическими и другими изслѣдованіями (Bierfreund 1888). Высказывалось съ другой стороны не разъ мнѣніе, что окоченѣніе проходитъ отъ растворенія вновь выпавшаго миозина, когда развитіе кислоты въ умершей мышцѣ достигаетъ болѣе значительной степени. По Эк. Шиппловой (1882) впрыскиваніе въ сосуды лягушечьей мышцы молочной или соляной кислоты въ концентраціи 0,1—0,2% вызываетъ тотчасъ же окоченѣніе; напротивъ тѣ же кислоты въ 0,5% растворахъ разрѣшаютъ свертываніе. Если поддерживать въ мертвой мышцѣ искусственную циркуляцію слабо щелочныхъ жидкостей, то окоченѣніе совсѣмъ не развивается.

Съ теоретической точки зрѣнія интересна разносторонняя аналогія между окоченѣніемъ и активнымъ сокращеніемъ мышцы, на чемъ въ особенности настаиваетъ Hermann (укороченіе мышцы параллельно съ утолщеніемъ, увеличеніе ея „твердости“, развитіе въ ней теплоты, образованіе CO_2 , появленіе кислой реакціи и т. д.). Разница та, что мышца, прошедшая полное окоченѣніе, теряетъ навсегда свои жизненные свойства.

глюкозу, заимствованную прямо и непосредственно изъ крови, частью глюкозу или гликогенъ, вошедшіе заранѣе въ ея составъ (Chaudeau¹⁾).

Добавимъ, что реакція мышцы покоящейся — щелочная; она стремится сдѣлаться кислой вслѣдствіе сокращеній, а послѣ продолжительной тетанизаціи становится явно кислой. Кислая реакція обязана отчасти молочной кислотѣ, отчасти кислой фосфорнокислой соли калия.

[**Источники мышечной силы**].— Вопросъ о веществахъ, служащихъ источникомъ мышечной силы, нельзя считать вполне законченнымъ. Если много фактовъ говоритъ дѣйствительно за потребление въ дѣятельной мышцѣ углеводовъ, то рядомъ съ этимъ имѣются указанія на то, что жиры тоже могутъ играть здѣсь извѣстную роль. Такъ слѣдуетъ толковать опытъ Voit'a (1865) на голодающей собакѣ, которую онъ заставлялъ совершать значительную мышечную работу. Въ этомъ же смыслѣ высказывается теперь еще болѣе рѣшительно Zuntz (1897). Да являлось бы прямо не цѣлесообразнымъ, чтобы жиры съ ихъ большимъ запасомъ потенціальной энергіи (стр. 251) не могли служить для столь важной функціи животнаго организма. Наконецъ обстоятельство, что значительная мышечная работа и отложеніе большихъ запасовъ жира составляютъ, такъ сказать, исключаютъ другъ друга состоянія организма (Bunge, *Physiol. Chemie*, гл. XX), тоже не можетъ быть поставлено безъ значенія въ данномъ вопросѣ.

Съ другой стороны и азотистыя вещества не должны считаться за вещества, не имѣющія никакого прямого отношенія къ развитію живыхъ силъ мышцъ. За это положеніе всего болѣе ратуетъ теперь Pflüger со своими учениками (Аргутинскій, Krummacker). Они находятъ, что мышечная работа постоянно повышаетъ распадъ бѣлковъ въ организмѣ, но это высказывается непремѣнно тотчасъ же повышеніемъ содержанія азота въ мышцѣ: повышенное выдѣленіе послѣдняго иногда растягивается на 2—3 дня послѣ совершенія мышечной работы. Подъ вліяніемъ послѣдней повышается выдѣленіе изъ организма и сѣры (Engelmann 1871 и др.; Beck и Ве-

¹⁾ Замѣчательнъ тотъ фактъ (Külz 1890), что послѣ сильнаго и продолжительнаго столбняка, какъ это бываетъ наприм. при отравленіи стрихниномъ, гликогенъ исчезаетъ болѣе или менѣе совершенно и изъ печени. Объясняютъ это такимъ образомъ, что гликогенъ печени переходитъ въ виноградный сахаръ и въ такомъ видѣ доставляется кровью мышцамъ, представляющимъ въ данное время спросъ на горючій матеріалъ. Если бы самый фактъ не допускалъ другихъ толкованій (напр. возможно вліяніе стрихниннаго отравленія на окислительные процессы въ самой печени и т. под.), то онъ могъ бы служить примѣромъ замѣчательнаго соотношенія между отдѣльными частями организма въ интересахъ или другихъ потребностей, предъявляемыхъ жизненными условіями. Онъ имѣлъ бы еще больше значенія въ виду новаго обстоятельства: если пропускать чрезъ мышцы въ покой кровь, содержащую сахаръ, то онъ не обнаруживаетъ способности накоплять въ себѣ въ большомъ количествѣ гликогенъ, и это дѣлаетъ печень; иначе говоря, въ этихъ условіяхъ мышцы не представляютъ особенной склонности задерживать въ себѣ сахаръ, приносимый кровью. Съ другой стороны, при голоданіи животнаго изъ мышцъ гликогенъ и исчезаетъ медленнѣе, чѣмъ изъ печени. Слѣдов. по сравненію съ печенью мышцы обнаруживаютъ бы своеобразное отношеніе къ углеводамъ, притомъ одно въ дѣятельномъ состояніи, другое въ покой.

nedict 1895), что тоже подтверждает повышенный распад бѣлковъ въ тѣлѣ. Затѣмъ Pflüger (1891) доказываетъ способность бѣлковыхъ веществъ служить источникомъ мышечной силы опытомъ на собакѣ, которую онъ больше полугода кормилъ мясомъ съ такимъ малымъ содержаніемъ жира и углеводовъ, что послѣдніе были недостаточны для покрытія работы, совершаемой однимъ сердцемъ; между тѣмъ эта собака совершала ежедневно въ теченіи нѣсколькихъ недѣль тяжелую работу; потомъ надъ ней производились наблюденія въ теченіи недѣль относительнаго покоя, а затѣмъ она снова подвергалась наблюденію за длинный періодъ работы. По вычисленію автора, 48,7% энергии, запасенной въ бѣлкахъ пищи, должно было перейти въ механическую работу. „Безъ разложенія бѣлковъ не совершается никакой мышечной работы“, заключаетъ онъ. Однако относительно всѣхъ опытовъ этого рода можно ставить вопросъ, прямо ли бѣлки служатъ въ мышцѣ для развитія ея рабочей силы или—по крайней мѣрѣ въ извѣстной части—лишь косвенно, т. е. служа предварительно матеріаломъ для образованія въ тѣлѣ жировъ и углеводовъ (стр. 328 и 336). Затѣмъ, въ виду согласно говорящихъ фактовъ предыдущаго параграфа, всегда является возможнымъ вопросъ, не составляютъ ли углеводы и вообще безазотистыя вещества наиболѣе легко атакуемую составную часть мышцы, а бѣлковые вещества не служатъ ли источникомъ мышечной силы лишь при крайне продолжительной и напряженной мышечной работѣ? По крайней мѣрѣ въ этой формѣ вопросъ долженъ быть поставленъ для травоядныхъ, пища которыхъ сравнительно бѣдна азотистыми веществами и которыя въ то же время способны производить большую и продолжительную работу. Всѣ эти сомнѣнія устранялись бы, если бы было доказано прямо на мышцѣ, при ея умѣренной дѣятельности, распаденіе въ ней бѣлковъ. Но по общему признанію такихъ доказательствъ пока не существуетъ.

Въ противоположность этому Кураевъ (1886, СПБ. диссертация) находитъ не только вообще распаденіе бѣлковъ въ работающей мышцѣ, но и опредѣляетъ, сколько именно каждаго вида бѣлковъ въ ней тратится (больше всего глобулиновъ, до 2,26%; «у лягушки иногда разрушается почти исключительно только миостроминъ»). Мало того, авторъ въ другой работѣ стремится установить, насколько сократительная дѣятельность однихъ группъ мышцъ ведетъ къ уменьшенію содержанія бѣлковъ въ другихъ, покоящихся мышцахъ (что было бы аналогично исчезанію гликогена изъ печени при значительной мышечной дѣятельности; см. послѣднее примѣч.). Конечно эти данныя требуютъ внимательной провѣрки. Въ теоретическихъ взглядахъ авторъ въ то же время соглашается со старымъ мнѣніемъ I. Liebig'a, что „мышечная сила можетъ образоваться не чрезъ горѣніе, какъ это происходитъ въ паровыхъ машинахъ, но она есть только слѣдствіе превращенія движенія, имѣющагося внутри мускула, въ его подвижныхъ частяхъ“. — Для современнаго естествознанія это было бы болѣе, чѣмъ *perpetuum mobile*.]

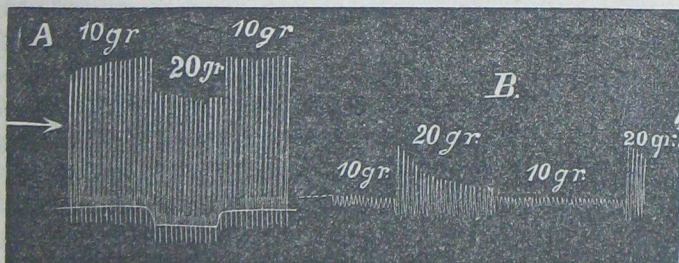
Химическая природа мышечнаго утомленія. — Мышца, работавшая слишкомъ долго, начинаетъ наконецъ отвѣчать на раздраженія очень слабо или совсѣмъ перестаетъ реагировать: *мышца—утомлена*. Кривыя мышечныхъ вздрагиваній убываютъ въ высотѣ и удлинняются во времени (особенно въ нисходящей части, см. фиг. 158). Распространеніе мышечной волны замедляется. Утомленіе наступаетъ быстрѣе во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ окислительные процессы усилены въ мышцѣ; оно быстрѣе поэтому въ

тетанусъ, чѣмъ при одиночныхъ вздрагиваніяхъ, быстрѣе при сокращеніяхъ изометрическихъ, чѣмъ при изотоническихъ, и проч. Въ дѣйствительности оно зависитъ, повидимому, отъ истощенія запаса стареющихъ веществъ (гликогена, глюкозы), скопившихся за время покоя мышцы, но частью также и отъ накопленія въ мышцѣ продуктовъ окисленія (CO_2 , молочная кислота). Можно произвести сразу утомленіе на неработающей мышцѣ, впрыскивая чрезъ артерію водную вытяжку изъ мышцъ утомленныхъ. Съ другой стороны, можно заставить исчезнуть утомленіе, впрыскивая въ сосуды артеріальную кровь или даже просто растворъ поваренной соли.

Внутри организма мышцы утомляются менѣе скоро, чѣмъ по извлеченіи изъ него, потому что утомляющія вещества уносятся кровянымъ токомъ [а затраченныя мышцей собственныя горючія вещества успѣваютъ отчасти возмѣститься на счетъ притекающей свѣжей крови]¹⁾.

¹⁾ Утомленіе является еще болѣе сложнымъ по своему происхожденію и обнаруженіямъ, чѣмъ это можно думать по сказанному сейчасъ.

Кромѣ химическихъ измѣненій въ работающей мышцѣ его можетъ опредѣлять еще, какъ кажется, характеръ самихъ возбужденій (т. е. волнъ возбужденія, вызываемыхъ раздражителемъ, независимо отъ натуры и дѣйствія этого послѣдняго). Въ самомъ дѣлѣ, въ нѣкоторыхъ случаяхъ можно доказать, что сами возбужденія вносятъ съ собою нѣчто, вызывающее на-дѣлѣ утомленіе, или по крайней мѣрѣ симулирующее его, независимо отъ химическаго состоянія мышцы. При-



Фиг. 170.—Мышца пишетъ группы одиночныхъ сокращеній то съ 10 гр., то съ 20 гр. отагощенія. Слева (A) мышца свѣжая, справа (B) та же мышца утомленная. По Чернову.

мѣрѣ этого можно было уже видѣть на фигурѣ 165, гдѣ мышца перестаетъ сколько нибудь замѣтно сокращаться подъ вліяніемъ сильныхъ возбужденій съ нерва и тотчасъ же оказывается способной отвѣчать энергично на слабыя возбужденія. Причина явленія тамъ указана и она заключается вовсе не въ истощеніи сократительныхъ силъ мышцы. Рефракторную фазу (стр. 402, примѣч.) тоже можно истолковывать въ этомъ смыслѣ. Но еще лучшимъ доказательствомъ этого положенія я считаю слѣдующее наблюденіе Моссю (1890) на человѣкѣ: если извѣстная мышца утомлена для искусственнаго раздраженія, она способна снова работать подъ вліяніемъ воли, и обратно, утомившись для волевыхъ импульсовъ, она способна снова сокращаться подъ дѣйствіемъ искусственнаго раздраженія.

Были попытки установить законы утомленія т. е. подвести самыя явленія, если не основу ихъ, подъ извѣстную закономерность. Главнѣйшія попытки принадлежатъ Кронескер (1872) и Моссю (1890). Однако онѣ натолкнулись на множество противорѣчащихъ фактовъ у другихъ изслѣдователей или даже у нихъ самихъ. Насколько здѣсь самыя явленія запутанны и ждуть еще дальнѣйшихъ изслѣдованій, можно видѣть по парадоксальному факту, найденному Черновымъ (1888): лягушечья мышца раздражается при посредствѣ нерва или прямо

Субъективное утомленіе. Чувствительные нервы мышц.—То субъективное ощущеніе усталости, которое мы испытываемъ послѣ продолжительныхъ мышечныхъ усилій, повидимому, отчасти периферическаго происхожденія—оно могло бы брать свое начало въ мѣстномъ мышечномъ утомленіи (химической натуры), сообщаемыхъ окончаніямъ чувствующихъ нервовъ въ мышцахъ — отчасти центральнаго происхожденія. — Чувствительные нервы мышцъ даютъ намъ кромѣ того знаніе о силѣ совершаемыхъ сокращеній. Въ исключительныхъ случаяхъ они могутъ сдѣлаться пунктомъ отправленій болѣзненныхъ ощущеній (при мышечныхъ судорогахъ, при воспаленіяхъ мышцъ)¹⁾.

Возбужденіе ихъ способно вызвать рефлекторнымъ путемъ довольно энергичныя движенія, какъ это можно наблюдать на лягушкѣ, раздражая химически поверхность портняжной мышцы или центральный конецъ нерва, идущаго отъ мышцы. Sachs показалъ, что нервъ портняжной мышцы лягушки заключаетъ вообще только малое число (два) центрипетальныхъ волоконъ; эти волокна не перерождаются послѣ перерѣзки переднихъ корешковъ, между тѣмъ какъ всѣ волокна (центрифугальныя) двигательнаго характера измѣняются послѣ операціи въ теченіи нѣсколькихъ дней.

Chaudeau замѣтилъ, что двигательныя и чувствительныя нервные волокна m. sterno-maxillaris (sterno-mastoidei) у лошади вполне отдѣлены одни отъ другихъ на извѣстномъ разстояніи отъ мышцы. Двигательныя волокна составляютъ нервный стволѣкъ, происходящій отъ наружной вѣтви прибавочнаго нерва, между тѣмъ какъ волокна чувствительныя отходятъ отъ нижней вѣтви второго шейнаго нерва. Эти двигательныя и чувствительныя волокна соединяются затѣмъ, чтобы образовать смѣшанный нервъ мышцы. Слабое раздраженіе чувствительнаго стволѣка вызываетъ рефлекторнымъ путемъ ограниченное сокращеніе въ m. sterno-maxillaris; если раздраженіе болѣе сильно, возбужденіе распространяется на центры и другихъ двигательныхъ путей, появляются сокращенія и другихъ мышцъ. Иннервация мышцъ пищевода у лошади представляетъ тоже примѣръ анатомической раздѣльности двигательныхъ волоконъ (происходящихъ отъ n. pharyngeus и n. laryngeus externus) и чувствительныхъ (направляющихся въ стволъ n. pneumogastrici и r. recurrentis).

Сухожилія тоже получаютъ чувствительныя нервные волокна, оканчивающіяся тѣльцами Golgi. — Эти волокна служатъ, цѣликомъ или отчасти, для мышечнаго чувства (см. дальше) и сухожильныхъ рефлексовъ, изучавшихся недавно клиницистами и состоящихъ въ слѣдующемъ: производятъ отрывистый ударъ по сухожилію, напр. трехглавой мышцы бедра, мышца сокращается рефлекторнымъ путемъ.

индукціонными ударами чрезъ 1 секунду; когда она дошла до той степени утомленія, что безъ всякаго отягощенія она пишетъ уже чуть замѣтныя сокращенія, стоитъ отяготить ее умѣренно, напр. 20—50 гр., и тотчасъ же производимыя ею сокращенія становятся гораздо выше (см. фиг. 170, В). Фактъ этотъ представляется тѣмъ болѣе неожиданнымъ, что свѣжая мышца пишетъ мышечныя вздрагиванія все меньшей и меньшей высоты по мѣрѣ того, какъ отягощеніе ея увеличивается (Сравни. слѣва, А на той же фиг. 170). Н. В.

¹⁾ Нормально мышцы мало чувствительны: ихъ перерѣзка не сопровождается болью.

Обстоятельства, влияющія на питаніе мышцъ.— Волевое мышечное сокращеніе сопровождается расширеніемъ артерійъ, приносящихъ кровь къ мышцѣ. То же самое часто наблюдается и при сокращеніяхъ, вызванныхъ электрическимъ раздраженіемъ двигательныхъ нервовъ: эти послѣдніе, какъ кажется, содержатъ разомъ волокна сосудосуживающія и волокна сосудорасширительныя. Расширеніе сосудовъ было наблюдаемо прямо подъ микроскопомъ на мышцахъ лягушки и не орошаемыхъ кровью (Gaskell). Помимо того Ludwig, Щелковъ, Chauveau и Kaufmann показали, что количество крови, протекающей по мышечнымъ венамъ, увеличивается значительно во время сокращенія.

Лимфа тоже болѣе оживленно движется въ дѣятельной мышцѣ. Если у теплокровнаго вызывать раздраженіемъ нерва ритмическія мышечныя сокращенія въ какомъ-либо членѣ, то лимфатическая сѣть мышечныхъ фасцій переполняется лимфой, и эта послѣдняя оттекаетъ въ большомъ количествѣ изъ лимфатическихъ сосудовъ этого члена (Ludwig): новое доказательство ускоренія циркуляціи питательныхъ соковъ въ дѣятельныхъ мышцахъ.

Если остановить обмѣнъ соковъ въ какой либо мышцѣ млекопитающаго перевязкой приносящей артеріи, то находятъ, что концевыя пластинки парализуются первыми (чрезъ нѣсколько минутъ или черезъ полчаса). Мышца не сокращается болѣе, когда раздражаютъ двигательный нервъ; между тѣмъ какъ прямая раздражительность ея сохранена. Эта послѣдняя исчезаетъ чрезъ нѣсколько часовъ, нервные же стволы все еще остаются нѣкоторое время возбудимыми. У животныхъ холоднокровныхъ мышцы сохраняютъ свою раздражительность, даже будучи удалены изъ тѣла, гораздо дольше (по крайней мѣрѣ одинъ—два дня).

Мышца, нервъ которой перерѣзанъ на живомъ животномъ, становится менѣе раздражительной и атрофируется совершенно чрезъ 6 мѣсяцевъ приблизительно. Если отъ рожденія недостаетъ какой либо части нервной системы, то мышцы, получающія отъ нея нервы, не развиваются тоже.

Простая недостаточность мышечнаго упражненія, продолжительное отсутствіе сокращеній атрофируетъ мышцы. Это наблюдается постоянно, если, вслѣдствіе остающагося вывиха, анкилоза (сращеніе сочленовныхъ поверхностей, влекущее за собою неподвижность сочлененія) или продолжительнаго приложенія бандажа, извѣстныя мышцы обречены на продолжительную бездѣятельность. — Наоборотъ, одного упражненія достаточно для усиленнаго питанія мышцъ, какъ о томъ свидѣлствуютъ гипертрофія сердца въ случаяхъ препятствій для кровообращенія, толстыя икроножныя мышцы танцовровъ, объемистый м. biceps у кузнецовъ и булочниковъ, дѣйствія гигиеническія и терапевтическія гимнастики (обратное имѣетъ мѣсто у портныхъ „съ жидкими ножками“).

Циркуляція крови и лимфы, а слѣдов. и внутреннее питаніе, совершаются хорошо въ мышцахъ только въ томъ случаѣ, когда онѣ сокращаются отъ времени до времени: въ этомъ заключается достаточное объясненіе для того вліянія, которое оказываетъ на мышцу недостатокъ ея упражненія. Это относится особенно къ обновленію тканеваго сока (интерстиціальная лимфа), отъ котораго прежде всего зависитъ питаніе мышечныхъ волоконъ и для котораго главнымъ двигателемъ служить сокращеніе самой мышцы.

VII. Прибавленіе.

[А.—Гладкія мышцы.]

[Предыдущее изложеніе относится исключительно къ рубчатымъ мышцамъ. Физиологическія свойства гладкихъ мышцъ изучены гораздо меньше. Первая трудность къ ихъ изученію ставится тѣмъ, что рядомъ съ гладкими мышечными волокнами въ органахъ заключены многочисленныя нервныя сплетенія и гангліозныя клѣтки; стало быть, изслѣдованіе ихъ самихъ по себѣ, независимо отъ свойствъ нервной ткани, встрѣчаетъ существенное препятствіе. И нѣтъ вѣрнаго способа парализовать нервныя волокна гладкой мускулатуры, какъ это дѣлаетъ кураре въ рубчатыхъ мышцахъ; только въ нѣкоторыхъ случаяхъ (какъ напр. въ sphincter pupillae) атропинъ парализуетъ окончанія ихъ двигательныхъ нервовъ.—Второе затрудненіе ставится тѣмъ обстоятельствомъ, что въ стѣнкахъ однихъ и тѣхъ же полостей заложены обыкновенно рядомъ продольныя и кольцевыя волокна и, стало быть, дѣйствія однихъ волоконъ могутъ осложняться вмѣшательствомъ другихъ.—Наконецъ и сократительныя реакціи гладкихъ волоконъ—крайне медленныя и вялыя, съ большою склонностію впадать въ состояніе *тонического* сокращенія—тоже дѣлаютъ изслѣдованія надъ ними мало завлекательными. Съ другой стороны, гладкія мышцы, какъ и сердце, способны впадать иногда въ ритмически повторяющіяся сокращенія подъ вліяніемъ раздражителя, дѣйствующаго непрерывно. Насколько послѣднія обязаны вмѣшательству скрытыхъ въ нихъ нервныхъ элементовъ—рѣшить невозможно.

Раздражителями для нихъ служатъ, говоря вообще, всѣ тѣ же воздѣйствія, что и для рубчатыхъ мышцъ. Особенности заключаются въ слѣдующемъ. Электричество въ формѣ одиночнаго индукціоннаго удара не возбуждаетъ ихъ совсѣмъ или только съ большимъ трудомъ (слѣдовательно, нельзя изучать одиночнаго вздрагиванія). При повторномъ дѣйствіи индукціонные удары вызываютъ сокращенія (что разсматриваютъ, какъ *суммирование*). Постоянный токъ вызываетъ сокращенія своими замыканіями и размыканіями; зависимость эффектовъ отъ того и другого полюса здѣсь, повидимому, такая же (Engelmann) какъ и для обыкновенной мышцы (стр. 385); однако указываютъ и отклоненія отъ правила. Часто на размыканіе тока такія мышцы отвѣчаютъ гораздо лучше, чѣмъ на замыканіе; особенно это имѣетъ мѣсто въ тѣхъ случаяхъ, когда мышца находится уже заранѣе въ нѣкоторомъ тоническомъ сокращеніи (Biedermann, Morgen).—Изъ раздражителей заслуживаетъ особаго упоминанія дѣйствіе температуры. Быстрыя измѣненія дѣйствуютъ возбуждающимъ образомъ (Serfoli 1882; опыты на retractor penis лошади, осла и т. д.). Но говоря вообще, холодъ вызываетъ сильныя сокращенія (прикладываніе пузыря со льдомъ къ тѣмъ или другимъ органамъ съ гладкой мускулатурою), тепло, наоборотъ, расслабленіе. Однако встрѣчаются и здѣсь варіаціи. Gruenhagen, нагревая sphincter pupillae отъ рогагого скота, получилъ въ предѣлахъ отъ 0° до 30° сокращеніе, отъ 30° до 40°—расслабленіе. При 45°—50° наступаетъ, повидимому, окоченѣніе.

Относительно хода во времени простаго сокращенія (вздрагиванія, хотя этотъ терминъ не такъ удобно здѣсь прилагается) даютъ слѣдующія числа: время скрытаго раздраженія 0,4—0,8 сек., продолжительность сокращенія 1—3 мин., скорость распространенія волны сокращенія 20—30 мм. въ сек. Сокращеніе распространяется изъ мѣста раздраженія по всѣмъ направленіямъ; принимаютъ (Engelmann, Biedermann), что возбужденіе передается прямо

отъ однихъ гладкихъ волоконъ къ другимъ, такъ же какъ и въ сердцѣ; однако служившія для такихъ изслѣдованій ткани едва ли можно считать свободными отъ нервныхъ элементовъ (стр. 374). Тетанизирующіе токи производятъ въ однихъ случаяхъ дѣятельное сокращеніе, въ другихъ расслабленіе (de Varigny, Павловъ, Biedermann): и здѣсь тоже остается вопросомъ, насколько въ дѣло замѣшаны разбросанныя въ ткани гангліозныя кѣтки.

Абсолютная сила гладкихъ мышцъ оказывается очень высокой. Самегано (1893) находилъ ее у червей (Nematodes) достигающей 14—15,7 кило на квадр. см. Кишка лягушки можетъ выдержать давленіе въ $1\frac{1}{2}$ метра водяного столба. Матка, представляющая своими стѣнками компактнаго скопленія гладкихъ волоконъ, способна развить громадную силу.

Надо принять, что гладкія мышцы представляютъ большое разнообразіе въ своихъ свойствахъ не только отъ одного животнаго къ другому, но даже отъ одного органа къ другому. У тѣхъ животныхъ, которыя пользуются гладкими мышцами и для цѣлей локомоціи, волокна органовъ передвиженія совершаютъ болѣе быстрыя сокращенія, чѣмъ волокна внутренностныхъ органовъ (Varigny).

О химизмѣ ихъ извѣстно очень мало. Полученъ миозинъ (Kühne). Были указанія, что въ нихъ можетъ въ извѣстныхъ условіяхъ развиваться кислая реакція. Электрическія свойства ихъ представляются одинаковыми со свойствами поперечно-полосатыхъ мышцъ. Возбужденная точка относится также, какъ и тамъ электро-отрицательно къ точкамъ покоящимся (Czermak). Отрицательное колебаніе начинается замѣтно раньше сокращенія.]

В. Движеніе мерцательныхъ рѣсничекъ ¹⁾.

Движеніе мерцательныхъ рѣсничекъ менѣе важно для высшихъ животныхъ, чѣмъ для низшихъ, у которыхъ оно можетъ даже служить для передвиженія. У взрослого человѣка находятъ цилиндрической эпителий съ мерцательными рѣсничками въ дыхательныхъ путяхъ (бронхахъ, дыхательномъ горлѣ и гортани, за исключеніемъ голосовыхъ связокъ; въ верхней части глотки; нижней части носовой полости и въ ея придаточныхъ пазухахъ, какъ верхне-челюстная), въ евстахиевой трубѣ, въ барабанной полости, маткѣ и фаллопиевыхъ трубахъ, въ выносящихъ протокахъ тестикулъ и въ центральномъ каналѣ нервной системы, включая и желудочки мозга (хвостикъ сперматозоида представляетъ собою тоже мерцательную рѣсничку).—Въ числѣ 16—20 онѣ сидятъ въ однообразномъ порядкѣ на протоплазматической поверхности, ограничивающей кѣтку на ея свободной сторонѣ (Engelmann); по другимъ авторамъ онѣ проникаютъ до кѣточной протоплазмы. По Engelmann'у каждая рѣсничка наклоняется вслѣдствіе односторонняго сокращенія ея вещества. Слѣдовательно, рѣснички обладаютъ собственною сократительностью, возбужденіе же приходитъ къ нимъ со стороны кѣтки.

Рѣснички движутся въ теченіи всей жизни животнаго; движеніе ихъ прекращается только послѣ смерти: у человѣка иногда дня черезъ 2, у лягушекъ же оно наблюдалось еще чрезъ 15 дней послѣ того, какъ онѣ были убиты и когда уже сильно двинулось впередъ гниеніе ²⁾.

¹⁾ Послѣдующее изложено въ оригиналѣ этой книги въ двухъ отдѣльных мѣстахъ. Мнѣ казалось цѣлесообразнымъ соединить все вмѣстѣ. Н. В.

²⁾ Чтобы наблюдать движеніе мерцательныхъ волосковъ, обращаются преимущественно къ эпителию, одѣвающему глотку и пищеводъ лягушки. Соскабливая рукояткой скальпеля небный сводъ и располагая соскобленное на предмет-

Не только рѣснички одной клѣтки, но также и рѣснички сосѣднихъ клѣтокъ, движутся разомъ и въ одномъ и томъ же направленіи. Въ результатъ получается то, что на мерцательной слизистой поверхности распространяются нѣкотораго рода волны, похожія на волны, образуемыя вѣтромъ на хлѣбной нивѣ; у двустворчатыхъ онѣ распространяются со скоростью 0,5 mm. (Engelmann).

Разсматривая подъ микроскопомъ, напр., кусокъ эпителія изъ ротовой полости лягушки, первоначально не видно рѣсничекъ—такъ быстро ихъ движеніе (100 и даже болѣе въ секунду)—но видно только движеніе по поверхности небольшихъ частичекъ. Затѣмъ движеніе замедляется, замѣчаютъ какъ бы пробѣгающія по поверхности слабыя блестики; наконецъ можно различить и движеніе отдѣльныхъ рѣсничекъ, когда оно станетъ совершаться съ частотою около 5 въ секунду.—Обыкновенно рѣснички наклоняются на 20° — 50° , рѣдко до 56° . На умирающихъ клѣткахъ можно видѣть другіе типы волнообразнаго движенія, чѣмъ только что описанный; оно можетъ сдѣлаться даже противоположнымъ по направленію ¹⁾.

номъ стеклѣ, получаютъ прекрасный микроскопическій препаратъ, на которомъ видны группы клѣтокъ съ мерцающими рѣсничками въ движеніи. Если разрѣзать глотку и пищеводъ такимъ образомъ, чтобы обнажилась слизистая оболочка, и держать послѣднюю распластанной при посредствѣ булавокъ, то можно класть на нее легкіе предметы, кусочки пробки, бумаги, и видѣть, какъ они подвигаются по направленію къ желудку подъ вліяніемъ движеній мерцательныхъ волосковъ. Отдѣленный совершенно отъ тѣла и разрѣзанный по линіи пищеводъ, будучи положенъ внутреннею его поверхностью книзу, медленно подвигается впередъ рѣсничными движеніями: это получило названіе „искусственной улитки“.

[Построены спеціальныя приборы, съ помощію которыхъ можно наблюдать или даже записывать скорость передвиженія постороннихъ частичекъ подъ вліяніемъ дѣятельности мерцательнаго эпителія. Таковы—приборъ Calliburgès, 1858, «мерцательныя часы» и «мерцательная мельница» Engelmann'a, 1877.—Н. В.].

¹⁾ Относительно характера движеній не мѣшаетъ еще добавить, что каждая рѣсничка, совершая вообще маятникообразное колебаніе впередъ и назадъ, выполняетъ его въ первомъ направленіи, именно въ направленіи передвигаемыхъ ею вышнихъ частичекъ, быстро, въ обратномъ же направленіи болѣе медленно: вѣроятно, прежде всего этой разницей и обусловливается конечный эффектъ, т. е. передвиженіе зернышекъ въ извѣстномъ направленіи. Самая наружная часть рѣснички (приходящая въ соприкосновеніе съ передвигаемыми зернышками) представляется не испытывающей активнаго сгибанія; главное сгибаніе, ведущее къ маятникообразному колебанію ея, происходитъ при основаніи рѣснички.

Слѣдуетъ допустить, что существуетъ извѣстная связь и преемственность между движеніями рѣсничекъ въ сосѣднихъ клѣткахъ. Кромѣ изложеннаго выше въ текстѣ къ такому заключенію ведетъ еще слѣдующій фактъ. Если на слизистую оболочку небной поверхности лягушки посыпать порошокъ изъ угля и затѣмъ прижечь слегка небольшой участокъ этой оболочки, то можно видѣть, что движеніе мерцательнаго эпителія останавливается не только въ прижатомъ участкѣ, но остановка распространяется на значительный треугольникъ, имѣющій въ вершинѣ прижатую точку, а основаніемъ обращенный къ входу въ глотку, т. е., по направленію вызываемаго вышшняго движенія.

Однако какъ о положительномъ, такъ въ особенности объ отрицательномъ дѣйствіи раздражителей на дѣятельность мерцательнаго эпителія извѣстно очень мало. Повидимому, слабыя электрическіе токи могутъ ускорять движеніе мерцательныхъ волосковъ.

Скорость движенія зависитъ прежде всего отъ состоянiя питанiя животнаго. Самой благопрiятной оказывается температура въ 45° для теплокровныхъ и 40° для лягушки; болѣе высокая температура прекращаетъ движенiе. Отсутствiе кислорода, также какъ и сильно кислая или сильно щелочная реакцiя, останавливаютъ движенiе.

У высшихъ животныхъ механическое значенiе мерцательныхъ рѣсничекъ не особенно очевидно. Однако движенiе, повидимому, направлено вообще къ естественнымъ отверстiямъ, такъ что оно стремится вывести вонъ содержимое полыхъ органовъ. Сѣмя, вѣроятно, движется по выносящему каналу въ силу мерцательнаго движенiя. Таковой же представляется сила, толкающая яйцо въ матку. Нужно думать, что въ бронхахъ и трахеѣ рѣснички гонять слизь и частицы пыли по направлению къ гортани.

Впрочемъ можно убѣдиться (напр., на слизистой оболочкѣ нѣба лягушки), что механическiе эффекты мерцательнаго движенiя не незначительны. Частицы угольной пыли передвигаются по мерцающей поверхности видимымъ образомъ со скоростью отъ 0,1 до 0,2 мм. въ секунду. Если тяжесть въ 48 гр. положить на мерцательную поверхность въ 14 квадр. мм., то она еще можетъ перемѣщаться въ горизонтальной плоскости (W u n a n 1876). Заставляя мерцательный эпителий поднимать тяжесть въ 20 гр. по умѣренно наклонной плоскости (1:10), B o w d i t c h (1876) опредѣлилъ механическую работу, совершаемую имъ, въ 6,805 граммомиллиметровъ на квадр. сантим. въ минуту.

Движенiя протоплазмы. — Движенiя протоплазмы изучаются подъ микроскопомъ на лейкоцитахъ, амебахъ и т. д. Главныя свойства протоплазмы указаны на стр. 10, химическiй составъ лейкоцитовъ стр. 55 [и 80]; о фагоцитозѣ ихъ стр. 102 [и 82—90], о влiянii температуры на нихъ 239; о потребленii кислорода мерцающими клѣтками стр. 211, о роли лейкоцитовъ при свертыванii крови стр. 57 [и 64]; о роли ихъ въ поглощенii жира стр. 317 [и 85].



ГЛАВА X.

ОБЩАЯ НЕРВНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ.

Благодаря нервной системѣ различныя части тѣла связаны между собою функционально и могутъ реагировать, такъ сказать, моментально однѣ на другія. Нервы передаютъ центрамъ возбужденія, возникающія подѣ влияніемъ впечатлѣній внѣшняго міра на чувствующую поверхность организма; они же должны передавать отъ центровъ къ периферіи двигательныя и другіе импульсы, вызывающіе въ периферическихъ органахъ двигательныя реакціи, дѣятельность железъ и проч. Наконецъ точно также посредствомъ нервныхъ волоконъ и различныя части нервныхъ центровъ соединены между собою.

Совершенно справедливо сравниваютъ нервную систему съ телеграфной сѣтью, которая связываетъ между собою различныя части какой-либо страны. Въ этомъ сравненіи нервы соотвѣтствуютъ проводящимъ проволокамъ телеграфа; ихъ конечныя пункты, съ одной стороны на периферіи, съ другой — въ центрахъ, отвѣчаютъ телеграфнымъ станціямъ отправленія или полученія депешъ.

Какъ и телеграфныя проволоки, нервы суть индифферентныя проводники, которые могли бы служить для передачи депешъ въ обоихъ направленіяхъ. Но на дѣлѣ каждый нервъ въ организмѣ употребляется для проведенія возбужденій только въ опредѣленномъ направленіи, всегда одномъ и томъ же. Въ этомъ заключается смыслъ дѣленія нервовъ на *центростремительные* или *чувствующіе*, передающіе возбужденія отъ периферіи къ центру, и нервы *центробѣжные* (нервы двигательные, секреторные, тормозящіе, трофическіе), служащіе для передачи возбужденій отъ центра къ периферіи.

Мы изучимъ послѣдовательно раздражительность и проводимость нервовъ, электрическія явленія, наблюдаемыя на нихъ, и наконецъ условія ихъ функциональныхъ отправленій. Для библіографіи см. стр. 377 въ общей мышечной физиологіи ¹⁾.

¹⁾ Какъ видно, то, что называется *общей нервной физиологіей*, есть въ сущности только физиологія нервнаго ствола или волокна. Причина этого заключается въ слѣдующемъ. Откуда бы мы ни взяли нервное волокно, оно обладаетъ всегда одними и тѣми же свойствами: раздражительностію и проводимостью. Въ нормальныхъ условіяхъ организма приходитъ въ дѣятельность даже только одно послѣднее свойство, такъ какъ нормальныя импульсы даются нервному волокну готовыми съ его концеваго прибора (нервная клѣтка для центробѣжнаго волокна, особыя по строенію и функціямъ отъ него самого нервныя окончанія для центростреми-

I. Раздражительность нервовъ.

Раздражители нерва.—Нервы обладают *раздражительностью* въ самой высокой степени. Молекулярное сотрясеніе, относительно слабое, уже достаточно чтобы вызвать къ дѣятельности ихъ возбудимость. Возбужденіе передается затѣмъ далѣе и далѣе въ силу свойства нерва, названнаго *проводимостью*.

Все, что говорилось выше о раздраженіяхъ мышцъ, относится и къ нервамъ. Какъ и для мышцъ, можно раздѣлить искусственныхъ раздражителей на *механическіе, химическіе, термическіе* и *электрическіе*.

Какъ и для мышцъ постоянный токъ служитъ для нихъ раздражителемъ только въ моментъ замыканія или размыканія цѣпи; и здѣсь также возбужденіе возникаетъ при замыканіи на отрицательномъ полюсѣ, при размыканіи на положительномъ. И здѣсь также прохожденіе постоянного тока по нерву сопровождается измѣненіями его раздражительности, именно повышеніемъ ея у отрицательнаго полюса, пониженіемъ у положительнаго. Наконецъ, извѣстные факты заставляютъ, повидимому, допустить, что и здѣсь для того, чтобы токъ могъ оказать свое возбуждающее дѣйствіе, онъ долженъ имѣть нѣкоторую продолжительность (0,0015 сек.). Мышца требуетъ еще болѣе значительной продолжительности дѣйствія постоянного тока: этому обстоятельству обязана ея относительная нечувствительность къ индукціонному току, который, какъ извѣстно, имѣетъ очень малую длительность. Нервное вещество является, повидимому, тоже менѣе возбудимымъ въ теченіи нѣкоторой малой доли секунды вслѣдъ за каждымъ предыдущимъ раздраженіемъ; вѣроятно возбужденіе оставляетъ въ немъ послѣ себя очень короткую рефракторную фазу [срав. стр. 402]. Разницы, указанные на стр. 390

тѣльнаго волокна), а собственная его раздражительность не привлекается къ дѣлу, развѣ только въ исключительныхъ случаяхъ, какъ напр. при нечаянномъ механическомъ надавливаніи на нервный стволъ. Поэтому свойства всѣхъ нервныхъ волоконъ оказываются въ высшей степени общими. Даже когда существуютъ между ними структурныя различія, какъ напр. между мякотными и безмякотными волокнами, то и въ этихъ случаяхъ функциональныя отличія между ними представляются менѣе значительными, чѣмъ напр. между разными гладкими мышцами одного и того же животнаго.

Не такъ дѣло стоитъ по отношенію къ нервной клѣткѣ. Исслѣдователю всегда приходится считаться съ комплексомъ такихъ клѣтокъ, сидящихъ, крайне близко другъ отъ друга, переплетающихся своими отростками и неподлежащихъ поэтому изученію каждая въ отдѣльности; въ то же время каждой изъ клѣтокъ мы должны приписать въ извѣстной степени особое назначеніе въ организмѣ, а въ условіяхъ ихъ возбудимости допустить извѣстныя отклоненія другъ отъ друга. Въ силу такого положенія, объ *общихъ* свойствахъ нервныхъ клѣтокъ можно дѣлать только заключенія послѣ изученія ихъ частныхъ проявленій въ самыхъ разнообразныхъ условіяхъ.

Хотя нервное волокно составляетъ не что иное, какъ отростокъ нервной клѣтки, но не слѣдуетъ думать, что все найденное для него цѣлкомъ переносимо и на давшую ему начало нервную клѣтку. Какъ мы увидимъ, между ними существуютъ извѣстныя глубокія, можно сказать, основныя различія, какъ напр. въ зависимости ихъ жизненныхъ свойствъ отъ снабженія кровью, въ напряженности происходящихъ въ нихъ химическихъ процессовъ, въ ихъ способности утомляться и т. д.

относительно дѣйствія амміака, карболовой кислоты и проч., являются на дѣлѣ, быть можетъ, только кажущимися. Возможно, что двигательный нервъ возбуждается амміакомъ, но возбужденіе не обладаетъ желательными качествами (напр. ритмомъ) для того, чтобы быть переданнымъ концевой пластинкѣ—необходимому посреднику между двигательнымъ нервомъ и мышцей (см. далѣе о раздражителяхъ для нервовъ центринетальныхъ и центрифугальныхъ).

Электрическое раздраженіе чувствительныхъ нервовъ. — Постоянный токъ, довольно сильный, проходя чрезъ чувствующій нервъ человека, вызываетъ сильное ощущеніе при каждомъ размыканіи и замыканіи цѣпи. Но получается также слабое ощущеніе и во все время прохожденія тока. Это длящееся непрерывно возбужденіе чувствующаго нерва не получило объясненія.

Химическія дѣйствія, вызванныя прохожденіемъ электрическаго тока, могутъ быть вторичной—и непрерывной—причиной такого возбужденія. Это представляется очевиднымъ въ случаѣ пропуска тока чрезъ языкъ. На положительномъ полюсѣ получается длящееся ощущеніе кислаго, на отрицательномъ — ощущеніе щелочного. — Впрочемъ нѣчто сходное наблюдается и на нервѣ двигательномъ; если онъ очень раздражителенъ, то постоянный токъ [непремѣнно слабый] вызываетъ иногда при дѣйствіи на него *замыкательный тетанусъ*; въ другихъ случаяхъ, если постоянный токъ дѣйствовалъ на нервъ въ теченіи $\frac{1}{2}$ —1 минуты, размыканіе тока вызываетъ *размыкательный тетанусъ*¹⁾. Въ особенности въ послѣднемъ случаѣ кажется вѣроятнымъ искать причину возбужденія въ дѣйствіи электролитовъ, отложившихся на одномъ изъ полюсовъ.—Эта разница между нервомъ двигательнымъ и нервомъ чувствительнымъ можетъ быть объяснена въ извѣстной степени, если допустить, что во многихъ обстоятельствахъ нервъ проводитъ по своей длинѣ столь слабыя возбужденія, что они не способны пройти сопротивленія въ концевой пластинкѣ двигательнаго нерва; легкое усиленіе ихъ будетъ достаточнымъ для того, чтобы они произвели сократительный эффектъ. Центральныя окончанія чувствительныхъ нервовъ могутъ быть болѣе возбудимыми, чѣмъ периферическія окончанія двигательныхъ нервовъ²⁾. — Тѣмъ не менѣе остается вѣрнымъ положеніе, что возбужденіе рождается преимущественно въ тотъ моментъ, когда электрическій токъ испытываетъ измѣненія въ своей силѣ.

Секреторные и сосудодвигательные нервы, повидимому, не возбуждаются одинокими замыканіями или размыканіями постоянного тока: необходимъ прерывистый токъ, чтобы получить замѣтный эффектъ. Причина этого факта лежитъ, вѣроятно, не въ нервныхъ волокнахъ, а въ концевыхъ снарядахъ, гдѣ они оканчиваются [сравни. *гладкія мышцы*, стр. 430].

¹⁾ Это наблюдается по размыканіи болѣе или менѣе *сильнаго* тока, приложеннаго къ двигательному нерву въ *восходящемъ* направленіи.

Н. В.

²⁾ Кромѣ того, когда рѣчь идетъ о приложеніи тока на цѣломъ животномъ или человѣкѣ (т. е. не прямо къ обнаженному стволу), могутъ замѣшиваться въ дѣло возбужденія периферическихъ окончаній чувствующихъ нервовъ. Эти послѣднія обладаютъ высокой способностью суммировать слабыя возбужденія, можетъ быть, не меньшею, чѣмъ и нервныя кѣтки. Это замѣчаніе имѣетъ особенно мѣсто по отношенію къ такимъ опытамъ, какъ пропусканіе постоянного тока чрезъ языкъ, гдѣ прежде всего является мысль о возбужденіи окончаній вкусового нерва отлагающимися электролитами.

Н. В.

Раздражители нервовъ центростремительныхъ и центробѣжныхъ. — На первый взглядъ казалось бы, что тѣ и другіе нервы должны одинаково относиться къ вѣшнимъ раздражителямъ. Но вотъ нѣкоторые примѣры ихъ различнаго отношенія:

Замораживаніе сѣдалищнаго нерва лягушки вызываетъ въ лапкѣ энергичныя сокращенія: стало быть, происходитъ возбужденіе двигательнаго центробѣжнаго нерва замораживаніемъ. Наоборотъ, можно заморозить на кроликѣ блуждающій нервъ (*центростремительный*), не вызвавъ ни малѣйшаго рефлекторнаго дѣйствія на дыхательные центры. — Сѣдалищный нервъ гальваноскопической лапки можетъ быть разрушенъ амміакомъ, не вызывая никакого сокращенія; достаточно, напротивъ, помѣстить каплю амміака на центральный конецъ перерѣзаннаго блуждающаго нерва, чтобы вызвать рефлекторнымъ путемъ энергичныя дыхательныя движенія. То же самое, быстрое нагрѣваніе до $+40^{\circ}$ сѣдалищнаго нерва вызываетъ рефлекторныя движенія на кроликѣ (возбужденіе центростремительныхъ нервовъ), но не даетъ сокращеній въ соответствующей лапкѣ (отсутствіе возбужденія центробѣжныхъ волоконъ). Въ противоположность этому, насыщенный растворъ NaCl кажется не дѣйствующимъ на возбудимость чувствительныхъ или рефлекторныхъ нервовъ (неподвижное состояніе животнаго), между тѣмъ онъ вызываетъ тетанусъ въ соответствующей лапкѣ.

Однако въ виду того, что существуетъ сходство въ структурѣ, химическомъ составѣ и функціонированіи между тѣми и другими нервами, вообще принимаютъ, что волокна ихъ, какъ индифферентныхъ проводниковъ, не представляютъ различій и что возбудимость ихъ въ существѣ дѣла одинакова у всѣхъ. Единственная разница въ дѣйствіи на нихъ раздражителей, которую можно считать за *качественную*, могла бы заключаться въ формѣ, получаемой возбужденіями, въ ихъ измѣненія въ интенсивности въ различные моменты времени (*ритмъ возбужденія*).

Какъ замѣчаетъ G a d, очень возможно, что ритмъ возбужденія при замораживаніи нерва не тотъ же самый, что при воздѣйствіи на него амміакомъ, и что нервные центральные аппараты (чувствительныя нервныя клѣтки) отвѣчаютъ другому ритму, чѣмъ периферическіе снаряды (двигательныя концевыя пластинки). Выше указанныя факты могли бы получить объясненіе помимо необходимости обращаться къ гипотезѣ функціональнаго различія между нервами центростремительными и центробѣжными ¹⁾.

¹⁾ Гораздо вѣроятнѣе, что все отмѣченное различіе между центростремительными и центробѣжными нервами сводится къ различію ихъ концевыхъ снарядовъ (нервная клѣтка, концевая пластинка) въ способности *суммировать* очень слабыя возбужденія съ одной стороны, въ способности *тормозиться* дѣйствіемъ возбужденій болѣе или менѣе частыхъ и сильныхъ съ другой стороны.

Что касается способности впадать въ состояніе угнетенія, то по отношенію къ окончаніямъ двигательнаго нерва у насъ была уже рѣчь (стр. 405); въ физиологии нервныхъ центровъ будетъ указано, что чувствительные нервы еще легче вызываютъ то же состояніе. Здѣсь мы остановимся подробнѣе только на различіи между тѣми и другими нервами въ способности суммировать. Въ особенности это необходимо уяснить по отношенію къ электрическому раздраженію, какъ наилучше изученному и наиболѣе понятному въ своихъ свойствахъ. Чувствительный нервъ не отвѣчаетъ совѣмъ на *одиночный* индукціонный ударъ (или только въ особыхъ условіяхъ, какъ напр. при сильномъ повышеніи раздражительности нервныхъ центровъ подъ вліяніемъ стрихнина); 5—10 ударовъ въ се-

Одинаково ли раздражителенъ нервъ на всемъ своемъ протяженіи?—Нервъ раздражителенъ, конечно, по всей своей длинѣ, но одинаково ли раздражителенъ? Если раздражаютъ двигательный нервъ, по отдѣленіи его отъ нервной системы, одинъ разъ близъ мышцы, другой разъ далеко отъ нея, то то же самое раздраженіе даетъ болѣе сильное вздрагиваніе въ послѣднемъ случаѣ. Этотъ фактъ вызвалъ предположеніе о лавинообразномъ нарастаніи возбужденія, по мѣрѣ движенія его по нерву (Pflüger).—Однако самый фактъ допускаетъ нѣсколько толкованій и поэтому не доказываетъ ничего: мы увидимъ, что близъ мѣста перерѣзки раздражительность нерва повышается значительно вслѣдствіе извѣстныхъ измѣненій, связанныхъ съ отмираніемъ. Все-таки, кажется, и на живомъ животномъ раздражительность не одинакова по длинѣ нерва, что она выше вблизи центральной нервной системы (v. Fleischl)¹⁾.

кунду его возбуждаютъ съ большимъ трудомъ, т. е. только при высокой интенсивности ихъ; дальнѣйшее повышеніе частоты передвигаетъ рѣзко порогъ раздраженія къ болѣе и болѣе слабымъ токамъ (Pflüger, Съченовъ, Stirling).—Двигательный нервъ, наоборотъ, отлично отвѣчаетъ на одиночный индукціонный ударъ. Если ихъ дѣлать все чаще и чаще, то порогъ раздраженія остается почти тотъ же самый (мои наблюденія) или передвигается только немного къ болѣе слабымъ токамъ, всего замѣтнѣе около 100 раздраженій въ сек. (v. Kries 1881). Все это говоритъ за высокую способность нервныхъ центровъ суммировать раздраженія и относительно низкую способность концевой пластинки двигательнаго нерва. Однако, что и эти послѣднія способны суммировать слабыя раздраженія, за это говорить повидимому явленіе мышечнаго рокота.

Отсюда можно толковать всѣ указанныя въ текстѣ различія въ раздражительности нервовъ чувствительныхъ и двигательныхъ. Такъ напр. поваренная соль, приложенная къ нервному стволу, вызываетъ мышечныя сокращенія и не вызываетъ рефлекторныхъ реакцій; но послѣднее потому, что при приложеніи къ чувствительному нерву этотъ раздражитель вызываетъ сильныя тормозящія дѣйствія въ нервныхъ центрахъ (Съченовъ), при приложеніи же къ двигательному нерву онъ ведетъ къ тормозящимъ эффектамъ съ большимъ трудомъ (К. Сентъ-Илеръ и Введенскій, Kaiser). Если амміакъ въ приложеніи къ нервному стволу не даетъ реакціи на мышцѣ и производитъ извѣстное дѣйствіе на нервныя центры, то это можетъ происходить исключительно отъ высокой способности этихъ послѣднихъ суммировать крайне слабыя возбужденія, родящіяся въ нервныхъ волокнахъ, прежде чѣмъ они будутъ окончательно убиты этимъ веществомъ. И т. д.

Вообще при изученіи дѣйствія раздражителей слѣдуетъ столько же обращать вниманія на ихъ положительные эффекты, сколько и на отрицательные (тормозящіе), чего часто не дѣлалось до сихъ поръ. Кажущійся нулевой эффектъ не всегда есть таковой и въ дѣйствительности: онъ можетъ быть результатомъ скрытаго угнетающаго дѣйствія въ аппаратахъ, лежащихъ далеко отъ мѣста приложенія раздражителя.

Н. В.

¹⁾ По моему мнѣнію, волна возбужденія должна дѣйствительно лавинообразно нарастать, но при одномъ непремѣнномъ условіи, чтобы въ самомъ нервѣ, по которому она распространяется, существовали хотя бы крайне слабыя, ничѣмъ внѣшне сами по себѣ не обнаруживающіяся возбужденія; тогда волна возбужденія будетъ, такъ сказать, вызывать послѣднія къ жизни и какъ бы лавинообразно нарастать сама по мѣрѣ дальнѣйшаго движенія (см. конецъ этой надгл.). Это должно

Специфическая энергія нервовъ.—Видимый эффектъ раздраженія какого-либо опредѣленнаго нерва—всегда одинъ и тотъ же, раздражается ли онъ на своемъ концѣ или въ какой либо точкѣ своей длины, будетъ ли раздражителемъ электричество, механическое воздѣйствіе и т. д. Этотъ законъ, по которому эффектъ является всегда однимъ и тѣмъ же, извѣстенъ подъ именемъ *специфической энергіи нервныхъ аппаратовъ* (J. Müller). Внутреннія функціональныя явленія однако одинаковы во всѣхъ нервахъ; получаемый результатъ есть дѣло воспринимающаго органа, реагирующаго снаряда, въ которомъ нервъ заканчивается. Самъ по себѣ нервъ не обладаетъ поэтому специфической энергіей; можно употреблять этотъ терминъ, только говоря о нервной системѣ, составленной изъ нерва съ одной стороны и анатомическаго элемента, гдѣ онъ заканчивается, съ другой. Раздраженіе двигательнаго нерва ведетъ всегда къ мышечному сокращенію, секреторнаго нерва—къ образованію отдѣленія, чувствительнаго нерва—къ возбужденію нервныхъ центровъ, выражающемуся какимъ-либо ощущеніемъ, и т. д.

Вскорѣ мы увидимъ, что возбужденіе, возникшее въ какой-либо точкѣ на протяженіи нерва, распространяется по нему въ обоихъ направленіяхъ. Понятно, что если дѣло идетъ о нервѣ центрипетальномъ, это не поведетъ на периферіи ни къ мышечному сокращенію, ни къ секретин, потому что такой нервъ не имѣетъ никакого отношенія ни къ мышечнымъ волокнамъ, ни къ отдѣлительнымъ клеткамъ. Но труднѣе понять то, что раздраженіе, приложенное къ двигательному нерву (къ переднему корешку спиннаго нерва), производитъ исключительно мышечное сокращеніе, и вмѣстѣ съ тѣмъ никакого эффекта въ нервныхъ центрахъ, ощущенія, напр.; а вѣдь двигательный нервъ, какъ увидимъ, находится въ непрерывной связи съ нервными центрами. Надо допустить въ виду этого, что въ мѣстѣ происхожденія центрифугальныхъ нервовъ существуетъ какое то, еще неизвѣстное, расположеніе, которое препятствуетъ возбужденію сообщаться нервнымъ центрамъ, что-то въ родѣ клапана или шлюза (*sit vaenia verbo*), позволяющаго возбужденію распространяться въ центробѣжномъ направленіи и задерживающаго распространеніе въ центростремительномъ направленіи.

Адекватные раздражители нервовъ.—Каждый нервъ раздражителенъ итакъ по всей своей длинѣ для множества раздражителей. Однако нормально центростремительный нервъ возбуждается всегда чрезъ посредство своихъ периферическихъ окончаній, а нервъ центробѣжный—въ мѣстѣ своего центрального происхожденія, подъ дѣйствіемъ нервной клетки. Мало того, периферическія окончанія каждаго центростремительнаго нерва возбуждаются почти исключительно опредѣленными внѣшними вліяніями, съ исключеніемъ всякихъ другихъ. Выражаютъ этотъ фактъ, говоря, что каждый чувствующій нервный снарядъ имѣетъ своего *специфическаго, адекватнаго раздражителя*. Периферическія окончанія приспособлены отвѣчать наиболѣе отзывчивымъ образомъ на дѣйствіе совершенно опредѣленныхъ раздражителей и по отношенію къ послѣднимъ они гораздо болѣе чувствительны, чѣмъ самъ нервный стволъ. Отсюда выходитъ, что нормально каждый центростремительный нервъ возбуждается исключительно какимъ-либо опредѣленнымъ

быть и на неповрежденномъ нервѣ, какъ того требуетъ наблюденіе Fleischl'a, ибо при цѣлости связи нерва съ центральной системой изъ послѣдней вѣроятно постоянно исходятъ слабыя возбужденія, что выражается напр. тонусомъ рубчатыхъ мышцъ, тонусомъ сосудовуживателей и т. д.

Н. В.

раздражителемъ, своимъ адекватнымъ раздражителемъ (соотвѣствующимъ строенію его периферическихъ окончаній). Адекватный раздражитель для зрительнаго нерва есть свѣтъ (извѣстныя колебанія эфира), для слухового нерва—звукъ (извѣстныя колебанія воздуха), для центростремительныхъ нервовъ пищеварительнаго канала и выводящихъ протоковъ железъ—дѣйствія, производимыя пищевыми веществами и отдѣленіями.—Нервы центробѣжныя имѣютъ также своихъ специфическихъ раздражителей—импульсы, освобождаемые центральными нервными клѣтками.

Эта особенность каждаго нерва—возбуждаться нормально только на одномъ изъ его концовъ и однимъ извѣстнымъ раздражителемъ—представляетъ громадную важность. Ибо, если бы нервъ возбуждался нормально множествомъ вліяній и по всей своей длинѣ, въ частности внутритканевыми соками, функціонированіе нервной системы сдѣлалось бы безпорядочнымъ и могло бы только вредить индивиду.

Отношеніе между силою раздраженія и силою возбужденія.—Въ извѣстныхъ предѣлахъ сила мышечнаго вздрагиванія возрастаетъ съ интензивностію раздражителя, напр. индукціоннаго удара, падающаго на нервъ. Но когда перейдена извѣстная граница, можно усиливать токъ и мышечное вздрагиваніе больше не возрастаетъ (*раздраженіе максимальное*).

Если дѣло идетъ о тетанизирующихъ раздраженіяхъ, отношеніе является болѣе сложнымъ, такъ какъ эффектъ представляетъ функцію, измѣняющуюся въ зависимости какъ отъ частоты, такъ и силы раздраженій. По новымъ изслѣдованіямъ Введенскаго, если пользоваться для раздраженія съ нерва постоянно индукціонными токами максимальной силы и увеличивать все болѣе и болѣе ихъ частоту, то кривая тетануса сначала возрастаетъ и достигаетъ наконецъ своего максимума при опредѣленной частотѣ: *optimum частоты* (100 раздраженій въ секунду для свѣжаго препарата отъ лягушки; менѣе и менѣе раздраженій по мѣрѣ того, какъ тетанизация продолжается), потомъ кривая начинаетъ все падать, но къ 500 раздраженіямъ восстанавливается нѣсколько опять.

Для токовъ менѣе частыхъ, чѣмъ *optimum*, тетаническое сокращеніе нарастаетъ по мѣрѣ того, какъ интензивность ихъ приближается къ максимуму. Токи болѣе частые, чѣмъ *optimum*, представляютъ отношеніе совершенно отличное отъ этого: они вызываютъ наиболѣе энергичное сокращеніе только при очень умѣренной силѣ: *optimum интензивности*. Усиленіе ихъ дальше этого производитъ, наоборотъ, болѣе или менѣе полное расслабленіе мышцы: *pessimum интензивности*. Тутъ дѣло вовсе не заключается въ утомленіи препарата, такъ какъ ослабленіе раздражающихъ токовъ тотчасъ же возвращаетъ къ сильнымъ мышечнымъ сокращеніямъ.

Раздраженіе *pessimum*, дѣйствующее на нервъ, производитъ тормозящее дѣйствіе на мышцу: если раздражать мышцу токами умѣренными и мало частыми, пропуская ихъ по ея длинѣ, то вызванныя такимъ путемъ сокращенія исчезаютъ тотчасъ же, какъ только нервъ подвергается раздраженію *pessimum*.

Возбужденіе нерва при замыканіи тока появляется на отрицательномъ полюсѣ, при размыканіи тока на положительномъ полюсѣ.—Этотъ законъ возбужденія нерва электричествомъ вытекаетъ изъ слѣдующихъ данныхъ. а) Если возбуждать двигательный нервъ постояннымъ токомъ, посылая послѣдній черезъ два, значительно отстоящіе другъ отъ друга, электрода, чтобы такимъ образомъ онъ проходилъ чрезъ длинный участокъ нерва, то скрытые періоды замыкательнаго и размыкательнаго сокра-

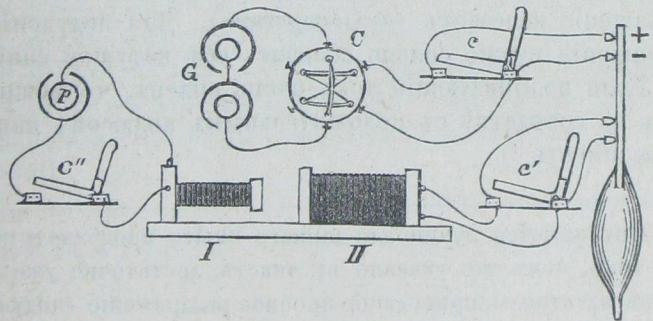
щеній неодинаковы. Положимъ, что постоянный токъ восходитъ по нерву отъ мышцы и что отрицательный электродъ отстоитъ дальше отъ мышцы: тогда скрытый періодъ замыкательнаго сокращенія болѣе продолжителенъ, чѣмъ таковой размыкательнаго сокращенія, а именно на то время, какое необходимо для прохожденія нервнаго возбужденія по участку нерва, заключенному между обоими электродами. Если токъ нисходитъ по нерву, то наблюдается обратное (v. Bezold).—b) Подобный законъ былъ указанъ и для мышцъ (стр. 385). Возбудимость же нерва отъ электрическаго тока настолько сходна съ таковою мышцъ, что, вѣроятно, они слѣдуютъ приблизительно однимъ и тѣмъ же законамъ и съ этой стороны не представляются различными.

Нѣкоторыя наблюденія говорятъ, что замыкательный и размыкательный тетанусъ (см. выше) получаютъ происхожденіе, первый на отрицательномъ полюсѣ, второй на положительномъ.

Электротонъ. Во время прохожденія постоянного тока возбудимость нерва (и проводимость) повышена на отрицательномъ полюсѣ и понижена или вовсе уничтожена на положительномъ.—Хотя во время прохожденія постоянного тока по нерву не наблюдается сокращеній, однако существуетъ *измѣненіе возбудимости* на обоихъ полюсахъ. Въ сосѣдствѣ съ отрицательнымъ полюсомъ, у катода, возбудимость повышена, а около положительнаго полюса, у анода, она понижена.

Чтобы наблюдать эти явленія, располагаютъ опытъ, какъ представлено схематически на фигурѣ 171. Отпрепаровываютъ сѣдалищный нервъ лягушки

Фиг. 171.—Схема опыта, демонстрирующаго вліяніе прохожденія постоянного тока на нервную раздражительность (по Stirling's, *Pract. Physiology*).



вмѣстѣ съ *m. gastrocnemius* (или просто готовятъ гальваноскопическую лапку). Пропускаютъ чрезъ верхній участокъ нерва поляризующій токъ, получаемый отъ 3—6 небольшихъ элементовъ Грове G, соединенныхъ послѣдовательно. Въ цѣпь включены коммутаторъ C и ключъ du Bois c¹). Ниж-

¹) Во всѣхъ случаяхъ, гдѣ дѣло идетъ о приложеніи постоянного тока, лучше пользоваться не этимъ ключемъ (въ побочномъ замыканіи), а какимъ-либо другимъ, который производитъ полное замыканіе и размыканіе цѣпи.

При первомъ ключъ цѣпь остается все время замкнутой, слѣдов. элементы напрасно расходуются и за то время, когда токъ не служитъ для произведенія требуемаго отъ него эффекта. Другое обстоятельство, рекомендуемое его избѣгать въ такихъ случаяхъ, еще важнѣе. Когда пластина с и опущена внизъ, чрезъ нервъ все-таки проходитъ нѣкоторая вѣтвь тока. Правда, послѣдняя представляетъ ничтожную дробь, но тѣмъ не менѣе если и очень слабый токъ проходитъ долгое время по нерву, онъ оставляетъ въ немъ извѣстные измѣненія, которыя могутъ иногда внести нежелательныя осложненія.

ная часть нерва подвергается раздраженію индукціонными ударами, получаемыми отъ вторичной катушки II санныго аппарата du Bois-Reymond'a. Первичная катушка питается однимъ элементомъ P , c' и c'' — два ключа du Bois.

Начинають съ опредѣленія раздражительности нерва до пропусканія поляризующаго тока. Для этого приближаютъ постепенно вторичную катушку II санныго аппарата къ первичной (до этого она была отодвинута возможно дальше), посылая въ нервъ индукціонные удары. Отмѣчаютъ разстояніе обѣихъ катушекъ, какъ только индукціонные удары достигнутъ силы, только что достаточной для вызова слабыхъ сокращеній въ лапкѣ (*порогъ раздраженія*). Это разстояніе служитъ до нѣкоторой степени мѣриломъ возбудимости нерва.

Теперь пропускаютъ чрезъ нервъ поляризующій токъ, давая ему *нисходящее* направленіе, т. е. такое, при которомъ отрицательный электродъ находится ближе къ лапкѣ (какъ показано на фиг. 171). Подъ вліяніемъ отрицательнаго полюса или *катода*, въ сосѣднихъ съ нимъ частяхъ, именно тѣхъ, которыя лежатъ подъ раздражающими электродами, приводящими индукціонные токи, возбудимость становится повышенной (*катэлектротонъ*). Поэтому индукціонные удары, которые только что были едва достаточны для вызова слабыхъ сокращеній, вызываютъ теперь [сильныя вздрагиванія или] сильный тетанусъ [если для раздраженія служитъ прерывистый токъ].

Теперь измѣняютъ направленіе тока, дѣлаютъ его *восходящимъ*, чтобы перевести такимъ образомъ положительный полюсъ или *анодъ* въ сосѣдство съ раздражающими электродами: раздражительность понижается и всякое сокращеніе исчезаетъ (*анэлектротонъ*). Для полученія въ этихъ условіяхъ сокращенія нужно сильно сблизить обѣ катушки санныго аппарата.

Если поляризующій токъ очень силенъ, то можно совершенно уничтожить въ сосѣдствѣ съ положительнымъ полюсомъ какъ возбудимость, такъ и проводимость ¹⁾.

Мнѣ кажется, лучше для даннаго опыта пропускать чрезъ нервъ менѣе сильный токъ, чѣмъ это указано въ текстѣ: достаточно уже одного даніэля. Въ этомъ случаѣ электроды, приводящіе пробное раздраженіе (индукціонный токъ), придется переставить нѣсколько ближе къ электродамъ поляризующаго тока. Постоянный токъ очень сильный производитъ въ нервѣ измѣненія, остающіяся такъ долго по его размыканію, что это запутывало бы явленія, если бы мы хотѣли, напр., на томъ же нервѣ продѣлать потомъ опыты съ токомъ обратнаго направленія. Кромѣ того сильный токъ и за время своего прохожденія по нерву можетъ повести скоро къ извращеннымъ эффектамъ, именно у отрицательнаго полюса (см. слѣд. примѣч.).

Безъ принятія извѣстныхъ предосторожностей разсматриваемыя явленія представляются крайне безпорядочными и противорѣчивыми. Практическія указанія сдѣланы мною въ руководствѣ, названномъ въ примѣч. на стр. 338.

Н В.

¹⁾ Если на нервъ дѣйствуетъ довольно сильный токъ, то и на катодъ скоро развивается непроводимость (Gruenhagen, Hermann), происходитъ также и паденіе раздражительности (Вериго). На нервахъ такъ или иначе ослабленныхъ и измѣненныхъ это наступаетъ крайне легко, какъ замѣтили уже Nasse и Bilharz (1862).

Н В.

Электротоническія измѣненія раздражительности распространяются на некоторое разстояніе въ *экстраполярной* части нерва (внѣ обоихъ электродовъ поляризующаго тока) и въ *интраполярной*. Между полюсами поляризующаго тока находится индифферентная точка, въ которой электротоническія измѣненія отсутствуютъ.

Электротонъ наблюдался также на блуждающемъ нервѣ, какъ регуляторъ (центробѣжномъ) сердечной дѣятельности (Donders), и на чувствительныхъ нервахъ. Наблюденія, сдѣланныя надъ этими послѣдними, однако болѣе или менѣе противорѣчивы.

Непосредственно вслѣдъ за размыканіемъ поляризующаго тока наблюдаются измѣненія раздражительности въ обратномъ смыслѣ: возбудимость и проводимость временно понижены на отрицательномъ полюсѣ и повышены на положительномъ.

Дальше мы увидимъ, что и электрическія явленія, вызванныя прохожденіемъ поляризующаго тока по нерву при тѣхъ же условіяхъ, тоже извращаются.

Законъ сокращеній (Pflüger).—Мы видѣли, что постоянный токъ дѣйствуетъ на нервъ какъ раздражитель въ моменты замыканія и размыканія. Если доказывать это положеніе съ помощью гальваноскопической лапки съ нервомъ, то оказывается, что оно вѣрно только для токовъ средней силы; эти токи вызываютъ сокращеніе лапки какъ при замыканіи, такъ и при размыканіи тока, будетъ ли токъ восходящій или нисходящій.

Но если токъ крайне слабъ, сокращеніе наблюдается только при замыканіи тока. Если же онъ очень силенъ, сокращеніе наблюдается или только при размыканіи, или только при замыканіи тока, и это зависитъ отъ того, восходящій или нисходящій токъ дѣйствуетъ въ данномъ случаѣ. Эта зависимость сокращеній отъ силы и направленія тока указана въ слѣдующей таблицѣ [что и представляетъ законъ сокращеній]:

Т о к ъ.	В о с х о д я щ і й.		Н и с х о д я щ і й.	
	Замыканіе.	Размыканіе.	Замыканіе.	Размыканіе.
Очень сильный.	0	Сокращеніе.	Сокращеніе.	0
Средній.	Сокращеніе.	Сокращеніе.	Сокращеніе.	Сокращеніе.
Слабый.	Сокращеніе.	0	Сокращеніе.	0

Явленія, представленные этимъ закономъ, легко объяснить, если припомнить, что возбужденіе нерва при замыканіи тока появляется на отрицательномъ полюсѣ, при размыканіи на положительномъ; что, сверхъ того, во время прохожденія постоянного тока возбудимость и проводимость повышены на отрицательномъ полюсѣ и понижены, или вовсе уничтожены, на положительномъ, а непосредственно вслѣдъ за размыканіемъ тока онѣ понижены или уничтожены въ области отрицательнаго полюса. Нужно принять также, что возникновеніе каталектротона на отрицательномъ полюсѣ оказываетъ болѣе сильное возбуждающее дѣйствіе, чѣмъ исчезаніе аналектротона на положительномъ.

Возьмемъ для примѣра случай очень сильнаго восходящаго тока: мышца сокращается при размыканіи тока, но не сокращается при замыканіи. Въ самомъ дѣлѣ, при размыканіи тока ничто не препятствуетъ возбужденію, появившемуся на $+$ полюсѣ, пройти по направленію къ мышцѣ и вызвать сокращеніе ея. При замыканіи же, напротивъ, возбужденіе, появившееся на $-$ полюсѣ и распространяющееся по направленію къ мышцѣ, не можетъ перейти черезъ область анэлектротона, гдѣ возбудимость и проводимость уничтожены,—мышца не сокращается.

Если измѣнить направленіе тока, дать ему нисходящее направленіе, то сокращеніе появляется при замыканіи тока, но не появляется при размыканіи его. При размыканіи, возбужденіе, возникшее на $+$ полюсѣ, не въ состояніи перейти черезъ $-$ полюсѣ, потому что здѣсь исчезаніе катэлектротона сопровождается максимальнымъ пониженіемъ, т. е. уничтоженіемъ возбудимости и проводимости.

При очень слабомъ токъ сокращеніе происходитъ всякій разъ только при замыканіи (возбужденіе на отрицательномъ полюсѣ). При размыканіи тока мышца остается въ покой, такъ какъ при этомъ послѣднемъ возбужденіе, которое должно было бы появиться на положительномъ полюсѣ, слишкомъ слабо для того, чтобы преодолѣть инертность или пониженную возбудимость нерва.

Различные случаи закона сокращеній можно провѣрить, раздражая нервъ гальваноскопической лапки токомъ отъ батареи изъ элементовъ Грове, ослабленнымъ въ той или другой степени при помощи реохорда или реонома ¹⁾.

Совокупность всѣхъ предыдущихъ фактовъ представляется въ достаточно ясной формѣ, если имѣть въ виду, что возбужденіе возникаетъ въ томъ именно мѣстѣ и въ тотъ самый моментъ, какъ возбудимость и проводимость повышаются. Такъ, въ моментъ замыканія возбужденіе, возбудимость и проводимость повышаются на отрицательномъ полюсѣ; въ моментъ размыканія возбудимость и проводимость, передъ этимъ пониженные, внезапно повышаются на положительномъ полюсѣ, на которомъ въ то же самое время возникаетъ возбужденіе. Pflüger сдѣлалъ еще шагъ впередъ, формулировавъ такъ, что причину возбужденія служитъ *появленіе катэлектротона* или *исчезаніе анэлектротона*, но не обратныя явленія. Понятно, что повышение возбудимости можетъ сопровождаться появленіемъ возбужденія.—Впрочемъ, если бы мы точно знали внутренніе нервные процессы, мы пришли бы, вѣроятно, къ тому заключенію, что повышение возбудимости синонимъ слабого возбужденія и что проводимость есть ничто иное, какъ распространеніе возбужденія. Возбужденіе, возбудимость, проводимость—вѣроятно, различные виды одного и того же внутренняго процесса. Эта мысль подтвердится

¹⁾ Пока показателемъ нерва служить мышца, всегда остается вопросъ: не замѣшаны ли въ явленія, обнимаемыя закономъ сокращеній, свойства мышцы? Можетъ быть, эта послѣдняя есть показатель своеобразный, напр. на одни возбужденія нерва реагируетъ, на другія—нѣтъ, хотя бы они въ дѣйствительности и существовали въ нервѣ. Поэтому, есть ли законъ сокращеній на самомъ дѣлѣ *законъ возбужденій нерва* постояннымъ токомъ, какъ его слѣдовало бы назвать по общепринятому толкованію?

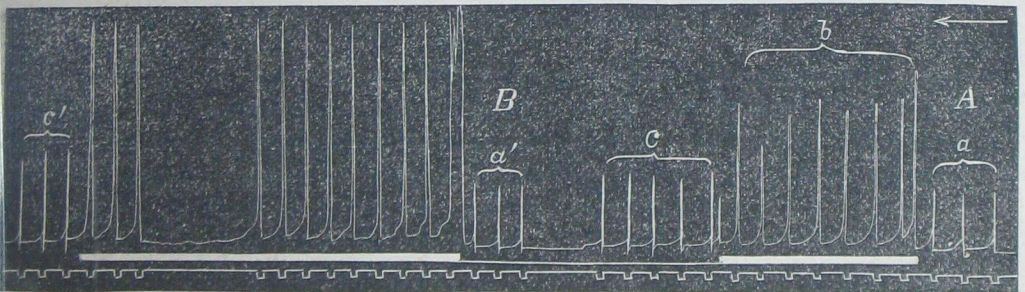
Теперь эти вопросы могутъ быть устранены, такъ какъ есть возможность наблюдать явленія и безъ посредства мышцы. Если соединить указаннымъ ниже способомъ нервъ прямо съ телефономъ, то этотъ послѣдній отвѣчаетъ короткимъ звукомъ (токъ дѣйствія самого нерва) на всѣ тѣ колебанія постоянного тока, на которыя отвѣчаетъ и мышца въ законѣ сокращеній; и наоборотъ, гдѣ мышца остается безъ отвѣта, телефонъ тоже молчитъ.

Н. В.

дальше еще болѣе, когда мы увидимъ, что возбужденіе и повышеніе возбудимости сопровождаются всегда какъ на положительномъ, такъ и на отрицательномъ, полюсахъ одними и тѣми же электрическими явленіями—развитіемъ отрицательнаго напряженія.

Уничтоженіе проводимости около положительнаго полюса во время прохожденія постоянного тока позволяетъ временно парализовать мышечныя окончанія нерва, ¹⁾ если по нерву проходить сильный восходящій (или все равно нисходящій) токъ, то индукціонный токъ, приложенный выше обоихъ электродовъ, будетъ возбуждать нервъ въ данномъ мѣстѣ, но нервное возбужденіе, задерживаемое на положительномъ полюсѣ, не достигаетъ мышцъ. Мы сдѣлаемъ важное примѣненіе этого принципа, когда рѣчь пойдетъ объ утомляемости нервовъ.

[Волна возбужденія въ отношеніи къ другимъ возбужденіямъ.]—Въ физиологіи часто поднималась рѣчь о *суммированіи возбужденій* (стр. 385 и 437), однако какой процессъ по существу скрывается за явленіями, обозначаемыми этимъ словомъ, это остается совершенно темнымъ. Едва ли можно здѣсь думать о простомъ складываніи возбужденій, въ родѣ того, какъ происходитъ накладываніе одного мышечнаго сокращенія на другое (стр. 401), я это заключаю между прочимъ на основаніи слѣдующаго опыта. Будемъ раздражать (напр. чрезъ 1 сек.) верхній участокъ вырѣзаннаго нерва одиночными индукціонными ударами максимальной силы (неспособными, слѣдовательно, ничего прибавить къ эффекту при ихъ дальнѣйшемъ усиленіи); запишемъ мышечныя вздрагиванія (*a* въ началѣ фиг. 172 и *a'* во второй половинѣ ея). Если теперь прило-



Фиг. 172.—Мышечныя сокращенія при раздраженіи нерва въ верхней точкѣ максимальными одиночными индукціонными ударами (время нанесенія ихъ отмѣчается зубцами на нижней линіи) и при совмѣстномъ дѣйствіи слабыхъ тетанизирующихъ токовъ на нижній участокъ нерва (время тетанизации отмѣчено на второй линіи снизу бѣлой полосой); по Введенскому.

жить къ участку нерва предъ мышцей, возможно удаленному отъ верхняго раздражаемаго участка (чтобы не было электротоническихъ взаимодействій между самими раздражающими токами), очень слабое тетанизирующее раздраженіе, не вызывающее само по себѣ никакихъ сокращеній или только крайне слабыя сокращенія, то эффекты отъ одиночныхъ раздраженій являются сильно увеличенными (*b* и *b'*): мышечныя сокращенія становятся гораздо выше и въ то же время продолжительнѣе, т. е., каждый разъ получаютъ характеръ короткихъ тетанусовъ.

¹⁾ Между предыдущимъ и послѣдующимъ въ текстѣ оригинала существуетъ очевидный пропускъ: его надо восполнить приблизительно такъ: этимъ пользовались прежде для доказательства собственной раздражительности мышцы (стр. 390), хотя способъ не представляетъ достаточныхъ гарантій. Съ другой стороны можно пользоваться постояннымъ токомъ для временнаго прекращенія проводимости въ известномъ ограниченномъ участкѣ самого нервнаго ствола.

Если отнять тетанизирующее раздраженіе, сокращенія (c и c') все еще продолжают оставаться нѣкоторое время болѣе высокими, чѣмъ они были до приложенія его.

Здѣсь не можетъ быть рѣчи о простомъ складываніи эффектовъ (когда въ лѣвой половинѣ фигуры одиночныя раздраженія на одно время прекращены, то одна тетанизация не даетъ почти ничего). Наиболѣе вѣроятнымъ мнѣ представляется слѣдующее объясненіе. Электрическая волна возбужденія (токъ дѣйствія), вызванная раздраженіемъ верхней точки нерва, проходя тетанизируемый участокъ, вызываетъ здѣсь электротоническое повышеніе раздражительности (позднѣе вслѣдъ за тѣмъ, вѣроятно, и пониженіе ея). Въ самомъ дѣлѣ, по теоретическому представленію Негмаппа, такая волна обладаетъ поляризационными свойствами. Поэтому мы должны думать, что она нѣкоторое время вызываетъ къ усиленной дѣятельности возбужденія самого тетанизируемаго участка. За такое объясненіе говорятъ и нѣкоторыя телефоническія наблюденія (Введенскій, 1888).

Тѣ же самыя явленія можно вызвать, примѣнивъ къ нижней части нерва не электрическую тетанизацию, а напр. слабое химическое раздраженіе нерва или легкое его подсыханіе. Наконецъ такъ же объясняются слегка повышенные эффекты, наблюдаемые и вслѣдъ за прекращеніемъ электрической тетанизации (c и c' на фиг. 172).

Какъ я уже упоминалъ выше (стр. 438), здѣсь надо искать объясненія и для лавинообразнаго нарастанія возбужденія въ нервѣ, если такое на немъ дѣйствительно происходитъ. И становится понятнымъ, въ какихъ условіяхъ оно можетъ наблюдаться замѣтнѣе, въ какихъ—слабѣе].

II. Проводимость нервовъ.

Для проведенія нервнаго возбужденія необходимы анатомическая цѣлостъ и непрерывность нерва.—Возбужденіе, вызванное въ какой-либо точкѣ двигательнаго нерва, переходитъ отъ одной точки его къ другой и, достигая мышцы, вызываетъ сокращеніе. Эта передача возбужденія требуетъ анатомической цѣлости нерва или, по крайней мѣрѣ, цѣлости осевого цилиндра нервнаго волокна: если нервъ перерѣзанъ или раздавленъ въ какомъ нибудь мѣстѣ на своемъ протяженіи, возбужденіе не можетъ перейти черезъ поврежденный участокъ и мышца не сократится.

Поврежденное мѣсто проводитъ электрическій токъ, но препятствуетъ распространенію возбужденія: это можно доказать красивымъ опытомъ съ электрическимъ пистолетомъ.

Электрическій пистолетъ du Bois-Reymond'a—Электрическій пистолетъ состоитъ изъ довольно толстой стеклянной трубки, внутри которой, на стеклянной пластинкѣ, помѣщается гальваноскопическая лапка, слегка прикрѣпленная двумя каучуковыми лентами. Сѣдалищный нервъ кладется тремя точками его длины на 3 металлическихъ пластинки Cu , Zn , Cu' ; Zn —цинковая пластинка, Cu и Cu' —латунныя. Всѣ три пластики Cu , Zn и Cu' , хорошо изолированныя, проходятъ черезъ пробку стеклянной трубки и выдаются наружу. Надавливая на Cu , сообщаютъ между собою Cu и Zn ; слабый токъ, образующійся въ этотъ моментъ, достаточенъ для возбужденія нерва, и лапка сокращается. Точно также надавливаніемъ на Cu' сообщаютъ Cu' и Zn —мышца сокращается, какъ и въ предыдущемъ случаѣ.

Переведемъ теперь нервъ между Cu' и Zn , чтобы уничтожить такимъ образомъ въ этомъ мѣстѣ проводимость для нервнаго возбужденія, при со-

хранившейся проводимости для электрического тока. Приводимъ въ соприкосновение Cu и Zn — сокращенія не получается.



Фиг. 173. — Электрический пистолетъ du Bois-Reymond'a.

Приводимъ съ другой стороны въ соприкосновение Cu' и Zn — лапка сокращается.

Каждое нервное волокно является изолированнымъ съ точки зрѣнія проводимости. — Возбужденіе какого либо волокна никогда не передается сосѣднему волокну иначе, какъ только посредствомъ центровъ, нервной клѣтки, т. е. только при условіи непрерывности вещества; чтобы доказать это, перерѣзаютъ какой-нибудь двигательный нервъ, напр., сѣдалищный, близъ мѣста его происхожденія и раздражаютъ механически одно изъ его периферическихъ подраздѣленій — сокращаются только тѣ мышцы, въ которыхъ оканчивается данная вѣтвь ствола.

Проведеніе возбужденія по нерву совершается безразлично въ обоихъ направленіяхъ. — Нормально нервное возбужденіе распространяется въ одномъ только направленіи, такъ какъ нервъ получаетъ возбужденіе всегда только съ одного какого нибудь своего конца. Нѣкоторые факты указываютъ однако на то, что это возбужденіе можетъ распространяться въ обоихъ направленіяхъ.

а) Самый демонстративный изъ этихъ фактовъ — электрическія явленія, сопровождающія дѣятельное состояніе нерва. Какъ мы увидимъ дальше, возбужденная часть нерва обнаруживаетъ отрицательное напряженіе, а при раздраженіи нерва на его срединѣ, это отрицательное напряженіе распространяется къ обоимъ концамъ нерва.

б) Электрический органъ *Malapterurus electricus* (электрический сомъ) иннервируется однимъ только нервнымъ волокномъ огромныхъ размѣровъ, сильно вѣтвящимся на периферіи. Перерѣзавъ это волокно вблизи нервныхъ центровъ, изолируютъ одно изъ его периферическихъ подраздѣленій, предназначенное для одного какого-либо отдѣла электрическаго органа, и перерѣзаютъ эту вѣтвь; раздражая теперь механически центральный отрѣзокъ такой вѣтви, получаютъ разрядъ всего органа. Возбужденіе распространяется въ перерѣзанной вѣтви въ центростремительномъ направленіи до мѣста развѣтвленія волокна и отсюда идетъ въ центробѣжномъ направленіи черезъ остальные вѣтви ¹⁾. Этотъ опытъ Бабухина (1877), вполне разрѣшившій поставленный въ началѣ вопросъ, былъ повторенъ недавно съ тѣмъ же результатомъ д-ромъ Monteu.

¹⁾ Т. е. опытъ основывается на томъ, что первичныя волокна одного и того же осевого цилиндра являются не изолированными другъ отъ друга. Поэтому возбужденія, распространившись въ раздражаемой вѣтви по первичнымъ волокнамъ въ необычномъ (центростремительномъ) направленіи и дойдя до общаго волокна, сообщаются здѣсь другимъ волокнамъ, а эти послѣднія, проводя ихъ въ центробѣжномъ направленіи, ведутъ къ разряду электрическаго органа.

Н. В.

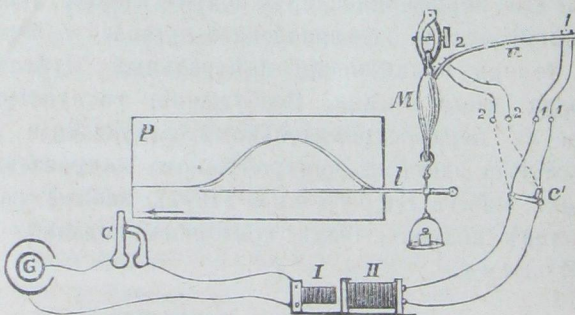
с) Если разделить портняжную мышцу лягушки на нижнемъ ея концѣ на двѣ ленты и затѣмъ раздражать одну изъ нихъ, то сокращаются нѣкоторые волокна и другой ленты. Объясняютъ такой результатъ, принимая, что нѣсколько выше, въ мышечной массѣ, извѣстное нервное волокно дѣлится и каждое подразделение его идетъ къ отдѣльному мышечному пучку (Kühne 1859).

Часто цитируемый опытъ Philippeaux и Vulpiat'a ничего не доказываетъ въ этомъ отношеніи, по словамъ самого же Vulpiat'a. Опытъ заключался въ перерѣзкѣ чисто двигательнаго и чисто чувствительнаго нервовъ, *n. lingualis* и *n. hypoglossus*, и въ соединеніи (чтобы получить сращеніе) периферическаго отрѣзка *n. hypoglossi* съ центральнымъ *n. lingualis*. Если по истеченіи нѣсколькихъ недѣль пробовать раздражать этотъ новый нервъ, то можно наблюдать (у собаки) какъ болевые эффекты, такъ и движенія языка. — Оказалось однако, что оба нерва смѣшанные, по крайней мѣрѣ на вѣдѣренномъ ихъ протяженіи, и поэтому опытъ не доказываетъ того, чего первоначально ожидали. Послѣ сращенія обоихъ отрѣзковъ дѣло представляется въ томъ же положеніи, какъ на сѣдалищномъ нервѣ напр., раздраженіе котораго вызываетъ и ощущенія и движенія. Сверхъ того, сращеніе, происходящее между периферическимъ концомъ перерѣзаннаго нерва и центральнымъ концомъ того же или какого-нибудь другаго нерва, только кажущееся. На самомъ дѣлѣ периферическій отрѣзокъ образуется совершенно вновь вѣдреніемъ въ него волоконъ центрального отрѣзка; самъ же периферическій отрѣзокъ не участвуетъ прямо въ этомъ новообразованіи.

Paul Bert пересаживалъ хвостъ крысы на спину животнаго, заставляя его врости здѣсь острымъ концомъ. Когда наступало сращеніе (хвостъ отдѣленъ былъ тогда отъ основанія его), раздраженіе хвоста вызывало болевые эффекты. Этотъ опытъ допускаетъ однако различныя толкованія.

Скорость распространенія перваго возбужденія.

Скорость эта была опредѣлена Helmholtz'емъ въ 1850 году; для двигательнаго нерва лягушки — она найдена равною въ среднемъ 27 метр. въ секунду. Итакъ она довольно мала и ниже, чѣмъ скорость распространенія звука въ воздухѣ, не говоря уже о скорости свѣта или электричества. Можно повторить опытъ Гельмгольца съ помощію расположенія, изображеннаго на фиг. 174. Икроножная мышца *M* большой лягушки расположена въ міографѣ



Фиг. 174. — Схема опыта для опредѣленія скорости распространенія возбужденія по двигательному нерву. *M* мышца, дѣйствующая на рычагъ *l*; *n* нервъ съ двумя парами электродовъ; *I* и *II* двѣ катушки индукціоннаго прибора; *G* гальван. элементъ; *C'* ключъ міографа; *P* пластина для записыванія мышечныхъ кривыхъ.

такимъ образомъ, чтобы записать ея сокращеніе. Двѣ пары электродовъ (1 и 2) служатъ для раздраженія сѣдалищнаго нерва, одинъ разъ ближе къ мышцѣ (2), другой — дальше отъ нея. Записываютъ на одной и той же пластинкѣ, послѣдовательно одну за другою, двѣ кривыя: одну кривую, получающуюся отъ раздраженія нерва въ точкѣ 1, другую — отъ раздраженія въ точкѣ 2.

При всѣхъ такихъ опытахъ индукціонный ударъ, раздражающій нервъ, получается автоматическимъ открываніемъ ключа *C*, а именно выступающій конецъ ключа зацѣпляется пластинкой *P* міографа при ея передвиженіи. Такъ какъ раздраженіе нерва въ каждомъ отдѣльномъ опытѣ происходитъ совершенно въ одинъ и тотъ же моментъ передвиженія записывающей пластинки *P*, то различныя кривыя должны были бы вполне покрывать одна другую, если бы скрытые періоды были одинаковы для всѣхъ ихъ. Однако кривыя группы 1 опаздываютъ по сравненію съ кривыми группы 2 опозданіе, представляемое первыми (1—2 тысячныя доли секунды), соответствуетъ времени, необходимому для передачи возбужденія по длинѣ отрѣзка нерва, заключеннаго между 1 и 2 ¹).

На очень большой лягушкѣ разстояніе между электродами 1 и 2 можетъ быть доведено до 5 сантим. Если опозданіе равно двумъ тысячнымъ секунды ($\frac{1}{500}$ "), то отсюда скорость передачи равна 25 метр. въ секунду.

Легко видѣть, что мы опредѣляемъ такимъ образомъ скорость распространенія возбужденія, каковы бы ни были процессы, извѣстные или неизвѣстные, которые совершаются за время скрытаго періода, такъ какъ эти процессы повторяются при томъ и другомъ раздраженіи; оба случая различаются другъ отъ друга только длиною нерва, которую необходимо пройти возбужденію. Различныя моменты, которые должны быть приняты во вниманіе, суть слѣдующіе: а) скрытый періодъ нервнаго возбужденія, если онъ только существуетъ; мы увидимъ, что въ дѣйствительности его нѣтъ; б) путь, который должно пройти нервное возбужденіе

¹) Впервые *Helmholtz* опредѣлили скорость проведенія по другому способу, болѣе точному и совершенно своеобразному. Это—такъ называемый гальванометрическій способъ опредѣленія (въ отличіе отъ міографическаго, примененнаго два года позднѣе). Принципъ его былъ предложенъ физикомъ *Pouillet* (1845) вообще для опредѣленія малыхъ промежутковъ времени и основывается на слѣдующемъ: если постоянный токъ дѣйствуетъ каждый разъ болѣе или менѣе короткое время на магнитъ гальванометра, то угловыя отклоненія послѣдняго въ сравниваемыхъ наблюденіяхъ пропорціональны продолжительности дѣйствія тока на гальванометръ. Стало быть, по величинѣ отклоненія магнита можно найти время, въ теченіи котораго времяизмѣрительный токъ былъ замкнутъ. Потребовалась изобрѣтательность геніальнаго экспериментатора, чтобы этотъ принципъ примѣнить къ разрѣшенію данной фізіологической задачи, гдѣ дѣло шло объ опредѣленіи скорости распространенія по нерву невидимаго, невѣсимаго и вообще неизвѣстнаго самого по себѣ фактора—возбужденія. *Helmholtz* устроилъ дѣло такимъ образомъ, что у него токъ, дѣйствующій на гальванометръ, замыкался въ тотъ именно моментъ, какъ нервъ получалъ раздраженіе индукціоннымъ ударомъ, а размыканіе цѣпи производила сама мышца, какъ только начиналось ея сокращеніе отъ полученнаго съ нерва возбужденія. Съ помощью какихъ приборовъ достигается то, что времяизмѣрительный токъ дѣйствуетъ только за промежутокъ времени между приложеніемъ къ нерву раздраженія и началомъ мышечнаго сокращенія, см. *Hermann*, *Handbuch der Physiol.* т. I, гл. 2 или *Bernstein*, учебникъ фізіол. гл. X. Но изъ описанія принципа ясно, что произведя два ряда наблюденій, изъ которыхъ въ одномъ нервъ раздражается всегда вблизи мышцы, а въ другомъ—въ участкѣ, возможно удаленномъ отъ нея, и находя извѣстное запаздываніе въ послѣднемъ случаѣ по сравненію съ первымъ, можно съ полнымъ основаніемъ найденное среднее запаздываніе отнести на время распространенія возбужденія между двумя парами электродовъ.

отъ возбужденной точки до концевыхъ пластинокъ; въ нашемъ примѣрѣ онъ разнится на длину въ 50 mm.; с) прохожденіе возбужденія черезъ концевыя пластинки, для чего нужно замѣтное время (Bernstein 1883), но одно и то же въ обоихъ случаяхъ; d) время скрытаго возбужденія мышцы, тоже одинаковое въ обоихъ случаяхъ. Всѣ условія въ томъ и другомъ случаѣ итакъ одинаковы, исключая нервнаго пути, по которому должно пройти возбужденіе. — Принимаютъ также, что скорость распространенія нервнаго возбужденія не является ни равномерно-ускоренною (какъ скорость паденія тѣла), ни равномерно-замедленною (какъ въ томъ случаѣ, когда тѣло, получивъ одинъ толчекъ, движется въ средѣ, оказывающей ему сопротивление), но что она постоянна. Повидимому эта скорость не зависитъ отъ силы раздраженія. Относительно послѣднихъ двухъ пунктовъ существуютъ однако нѣкоторые сомнѣнія.

Helmholtz и Бакстъ опредѣлили также скорость распространенія нервнаго возбужденія у человека, записывая на цилиндрѣ кривыя утолщенія мускулатуры возвышенія большого пальца. Они раздражали п. medianus то въ подмышечной впадинѣ, то въ сочлененіи кисти. Эта скорость равна 30—35 метр. въ секунду. Въ нервѣ ноги омара она равна только 6—12 метровъ въ секунду (Fredericq и Van de Velde); въ нервахъ, иннервирующихъ гладкую мускулатуру (п. vagus и пищеводъ), она не превосходитъ 8 метровъ въ секунду (Chauveau 1878).

Итакъ проведеніе нервнаго возбужденія совершается скорѣе у теплокровныхъ животныхъ. Констатировано, что эта разница зависитъ главнымъ образомъ отъ разницы температуръ. Охлаждая руку человѣка, можно понизить скорость; въ согрѣтой рукѣ она можетъ достигнуть до 90 метр.; согрѣваніемъ сѣдалищнаго нерва лягушки удастся поднять ее до 45 метр. У млекопитающихъ, впадающихъ въ зимнюю спячку, она можетъ, вѣроятно, упасть до 1 метра (Valentin).

Пробовали также опредѣлять скорость распространенія возбужденія въ чувствительныхъ нервахъ человѣка, но при этомъ не получилось строгихъ данных¹⁾.

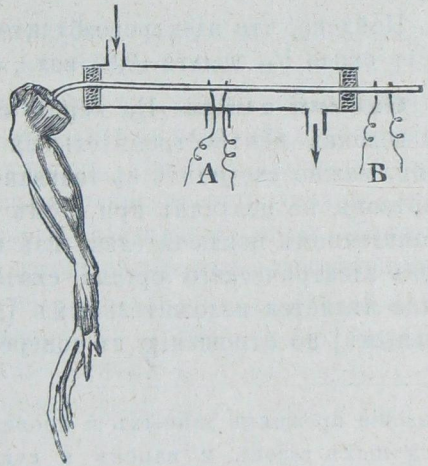
Предположимъ, что раздражается какой нибудь чувствительный нервъ и что наблюдаемое лицо отмѣчаетъ рукою на записывающей поверхности каждый разъ моментъ, въ который оно восприняло раздраженіе. Чувствительный нервъ раздражается въ двухъ точкахъ, изъ которыхъ одна ближе къ нервнымъ центрамъ. Разница между скрытыми періодами отвѣтнаго движенія — временами реакціи — казалось бы на первый взглядъ, должна дать намъ скорость распространенія возбужденія въ чувствительномъ нервѣ. На самомъ же дѣлѣ время реакціи заключается въ себѣ: передачу нервнаго возбужденія по чувствительному нерву разной длины до центровъ, затѣмъ процессъ, совершающійся въ нервныхъ центрахъ и, наконецъ, время, необходимое для прохожденія нервнаго возбужденія отъ центра до периферіи по центробѣжному нерву. Раньше думали, что измѣняется при этихъ опытахъ только первая величина, на самомъ же дѣлѣ время, потраченное въ нервныхъ центрахъ, колеблется въ весьма широкихъ предѣлахъ, въ зависи-

¹⁾ Однако въ виду признаннаго сходства въ строеніи и отправленіяхъ нервовъ чувствительныхъ и двигательныхъ, можно съ большою вѣроятностью принимать скорость проведенія въ нихъ за ту же, что и въ двигательныхъ. Такая дѣлается при всѣхъ расчетахъ относительно времени, потребнаго на проведеніе внѣ центральной нервной системы (срав. время реакціи). Н. В.

мости отъ мѣста приложенія раздраженія, степени вниманія и усталости наблюдаемаго лица и отъ множества другихъ обстоятельствъ.

Возбудимость и проводимость.—Два основныхъ свойства нерва, возбудимость и проводимость, тѣсно связаны другъ съ другомъ. И въ самомъ дѣлѣ, достаточно принять, что молекулярное или колебательное измѣненіе, составляющее процессъ возбужденія, появившись однажды въ какой либо точкѣ нерва, вызываетъ въ смежно находящемся веществѣ такое же измѣненіе, что это измѣненіе распространяется такимъ образомъ все дальше и дальше, и мы будемъ имѣть удовлетворительное объясненіе проводимости нерва, которая въ сущности была бы ничто иное, какъ передача процесса возбужденія.

Противъ такого отождествленія былъ выставленъ слѣдующій опытъ. Пропускаютъ нервъ гальваноскопической лапки черезъ стеклянную трубку, служащую газовой камерой (см. фиг. 175); трубку закрываютъ съ обѣихъ концовъ глиняными пробками, пропитанными физиологическимъ растворомъ, стараясь не прижать нерва; одна пара электродовъ *A* даетъ возможность раздражать нервъ внутри газовой камеры, вторая пара *B* служитъ для раздраженія верхней части нерва внѣ камеры. Черезъ трубку пускаютъ токъ углекислоты и тогда находятъ, что раздраженіе нерва въ точкѣ *A* не сопровождается никакимъ эффектомъ или же даетъ только слабыя сокращенія лапки въ то время, какъ раздраженіе въ точкѣ *B* сохранило всю свою силу. Стало быть, возбужденіе, появляющееся въ *B*, передается черезъ участокъ *A*, проводимость котораго остается неповрежденной, тогда какъ раздражительность здѣсь ослаблена или даже отсутствуетъ вовсе.



Фиг. 175.—Опытъ Gruenhagen'a для разьединенія проводимости и раздражительности нерва.

Обратно, если пропускать чрезъ газовую камеру пары алкоголя, то проводимость, оказывается, исчезаетъ раньше возбудимости. Возбудимость можетъ быть даже повышенной въ началѣ опыта, и этотъ послѣдній эффектъ особенно ясно выступаетъ, если расположить электроды *A* такимъ образомъ, чтобы раздражающій токъ проходилъ по нерву въ почти поперечномъ направленіи, а не по длинѣ нерва.

На основаніи этихъ опытовъ не слѣдуетъ однако заключать, что проводимость можетъ существовать независимо отъ возбудимости, но несомнѣнно, что воспримчивость нервнаго вещества не одна и та же въ продольномъ и поперечномъ направленіи и что различныя внѣшнія вліянія могутъ вносить неодинаковыя измѣненія въ ту и другую и притомъ иногда измѣненія обратнаго характера ¹⁾.

¹⁾ За коренное различіе въ двухъ основныхъ свойствахъ нерва выступали еще Gad, Ефронъ, Piotrowsky (1893) и др.; за сведеніе ихъ къ одной и той же функціи высказывались Hermann, Luchsinger, Тиббергъ. Въ изслѣдованіи послѣдняго (Труды СПб. Общ. Естествоисп. 1896) находится сопо-

III. Электрическія явленія.

Собственный токъ нерва.—Нервъ, вынутый изъ тѣла и ограниченный на томъ и другомъ концѣ поперечными разрѣзами, представляетъ то же самое расположеніе электрическихъ напряженій, какъ и мышца: положительное напряженіе на продольной поверхности, имѣющее максимумъ на уровнѣ экватора и убывающее отъ экватора къ поперечному разрѣзу; отрицательное напряженіе на этомъ разрѣзѣ. Самый сильный токъ получается поэтому при соединеніи какой-либо точки экватора съ центромъ поперечнаго разрѣза.

Чтобы получить *собственный токъ* нерва, включаютъ его при посредствѣ неполяризующихся электродовъ въ цѣпь буссоли Видеманна или капиллярнаго электрометра Липпманна. Тѣ же самые приборы могутъ служить для измѣренія величины электровозбудительной силы, дающей начало этому току.

Найдено, что электровозбудительная сила лягушечьей мышцы представляетъ около $\frac{1}{20}$ вольта (0,05 вол.), а у нерва она нѣсколько ниже.

Осевой токъ.—На нервѣ смѣшанномъ, каковъ сѣдалищный нервъ, гдѣ волокна центростремительныя перемѣшаны съ волокнами центробѣжными, можно соединить съ гальванометромъ обѣ поверхности поперечныхъ разрѣзовъ, не получивъ при этомъ никакого замѣтнаго тока. Но на нервѣ, составленномъ исключительно изъ волоконъ центробѣжныхъ (каковъ напр. нервъ электрическаго органа ската), находятъ, что разрѣзъ центрального конца является положительнымъ [другими словами, менѣе электроотрицательнымъ] по отношенію къ поперечной поверхности периферическаго конца;

ставленіе прежнихъ данныхъ и проведена параллель между дѣйствіемъ на нервъ извѣстныхъ газовъ и паровъ и суммарнымъ электротоническимъ измѣненіемъ нерва подѣ вліяніемъ постоянного тока. Авторъ находитъ, что во всѣхъ этихъ условіяхъ происходятъ значительныя *колебанія* въ проводимости и раздражительности нерва, прежде чѣмъ установится извѣстное окончательное измѣненіе въ его свойствахъ. Это вызываетъ новые вопросы о характерѣ данныхъ вліяній, очевидно, не заключающихся въ какомъ-либо простомъ непрерывномъ измѣненіи той или другой функціи нерва.

Пока дѣло идетъ объ явленіяхъ, представленныхъ опытомъ на фиг. 175, ихъ можно толковать, по моему мнѣнію, и такимъ образомъ. Въ извѣстной стадіи дѣйствія углекислоты нервъ можетъ сдѣлаться настолько вялымъ (какъ мышца въ извѣстной стадіи перерожденія, стр. 391), что раздраженіе его внутри камеры индукціоннымъ ударомъ остается безъ эффекта; напротивъ, индукціонный ударъ, упавшій внѣ камеры на часть нерва не ослабленную, можетъ вызвать волну возбужденія. Эта волна, имѣя болѣе медленный характеръ протеканія во времени, въ состояніи еще возбуждать участки нерва и ослабленные дѣйствіемъ газа.—Еще проще можно объяснить опытъ съ дѣйствіемъ алкоголя. Возбужденію, родившемуся въ *A* приходится проходить сравнительно короткій участокъ нерва съ ослабленною проводимостью, а возбужденію изъ *B*—участокъ сравнительно длинный, съ большими препятствіями. Но очевидно проводимость и здѣсь не совсѣмъ подавлена, иначе и возбужденіе изъ *A* не могло бы достигать мышцы.

Н. В.

на нервѣ чисто центростремительномъ (задніе корешки спиннаго мозга лягушки) положительною оказывается поверхность периферическаго разрѣза.

Итакъ можно получить токъ, *осевой токъ* Дюбуа-Реймона, соединяя поверхности обоихъ поперечныхъ разрѣзовъ. Это единственная разница, какую до сихъ поръ могли найти между нервами центростремительными и центробѣжными.

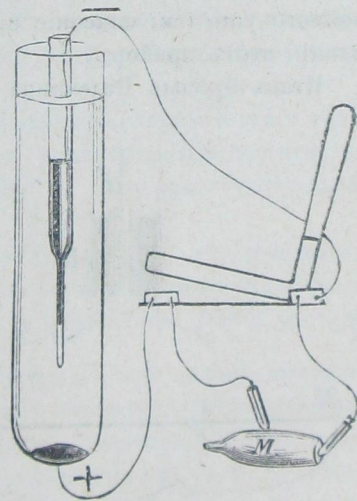
Капиллярный электрометръ. — Капиллярный электрометръ Липпманна состоитъ изъ стеклянной вертикальной трубки, открытой на обоихъ концахъ и оттянутой внизу въ капиллярное суженіе. Трубка заключаетъ столбикъ ртути, остающійся внутри и не вытекающій по причинѣ узкости этого канала.

Принципъ прибора заключается въ слѣдующемъ: если электрическій токъ проходитъ чрезъ ртутный столбикъ капиллярной трубки, то свободная поверхность ртути перемѣщается по направленію тока и останавливается въ нѣкоторомъ новомъ положеніи равновѣсія. Такое перемѣщеніе въ извѣстныхъ предѣлахъ пропорціонально силѣ тока.

Приборъ можетъ также служить для измѣненія величины той электро-возбудительной силы, которая производитъ этотъ токъ: надо устроить дѣло такимъ образомъ, чтобы токъ былъ восходящимъ, т. е. чтобы онъ заставлялъ подыматься ртуть въ капиллярѣ. Тогда производить на ртуть давленіе сверху внизъ, достаточное для того, чтобы уравновѣсить дѣйствіе электрическаго тока и заставить ртуть опуститься до своего первоначальнаго уровня: приложенное давленіе служить мѣрой электровозбудительной силы. Прежде чѣмъ пользоваться приборомъ, надо его прокалибровать примѣненіемъ электровозбудительной силы опредѣленной величины: для этой цѣли можно употребить нормальный элементъ Даніэля, электровозбудительная сила котораго немного превышаетъ одинъ вольтъ (1,1 вол.). Если, напр. давленіе въ 10 сантим. уравниваетъ 1 даніэль (или одинъ вольтъ), то каждый сантиметръ давленія отвѣчаетъ 0,1 вольта, а каждый миллиметръ 0,01 вольта.

Фигура 176 представляетъ схематическое расположеніе прибора. Трубка съ оттянутымъ капиллярнымъ кончикомъ соединяется при помощи платиновой проволоки съ отрицательнымъ полюсомъ источника электричества, который подлежитъ измѣренію (поперечный разрѣзъ мышцы, напр.). Капиллярная трубка погружается въ стеклянный сосудъ, содержащій проводящую токъ жидкость, напр. разбавленную серную кислоту. Въ нижней части резервуара находится небольшое количество ртути, которая соединена при помощи платиновой проволоки съ положительнымъ полюсомъ (у насъ продольная поверхность мышцы). Между источникомъ электричества и электрометромъ включенъ ключъ du Bois; при перерывахъ опыта ключъ закрываютъ.

На схемѣ (фиг. 176) не изображены ни небольшой резервуаръ со ртутью, служащій для произведенія внутри трубки электрометра давленія, развиваемаго на столбикъ ртути токомъ, ни



Фиг. 176. — Схема опыта съ капилляръ-электрометромъ Липпманна.

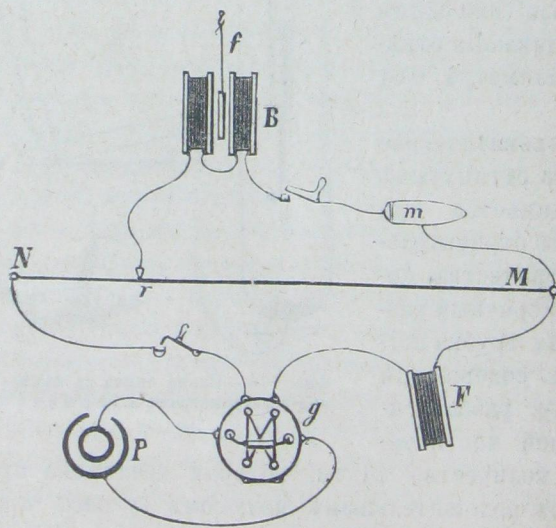
манометръ, служащій для измѣренія этого давленія. Оставленъ въ сторонѣ также и микроскопъ, съ помощію котораго наблюдаютъ перемѣщенія ртутнаго мениска внутри капиллярной трубки. Окуляръ этого микроскопа долженъ быть снабженъ линейкой съ дѣленіями; принимаютъ за нуль ту черту, которая касается вершины мениска, когда чрезъ приборъ не проходитъ никакого тока.

Капиллярный электрометръ представляетъ очень простой приборъ, который можно построить самому и приспособить къ столику обыкновеннаго микроскопа. Онъ весьма чувствителенъ и представляетъ сверхъ того неоцѣненную выгоду быть свободнымъ отъ инерціи. Перемѣщеніе маленькой массы ртути такъ незначительно, что передвиженія мениска совершаются, такъ сказать, безъ потери времени и безъ собственныхъ колебаній: итакъ приборъ — *аперіодиченъ*. Поэтому-то онъ является крайне удобнымъ для изучения электрическихъ токовъ, представляющихъ быстрыя измѣненія въ своей интенсивности.

Можно записать фотографически перемѣщенія ртутнаго купола и получить на фотографической пластинкѣ кривую электрическихъ измѣненій мышцы, нерва и т. д. (См. графич. методъ стр. 114 и 164).

Буссоль Видеманна.—Здѣсь электрическій токъ пропускается чрезъ катушку (катушка изъ тонкой металлической проволоки), укрѣпленную въ содѣйствіе съ магнитомъ, и сила этого тока измѣряется тангенсомъ угла отклоненія, испытываемаго магнитомъ. Магнитъ буссоли соединенъ съ маленькимъ зеркаломъ, которое слѣдуетъ за всѣми его движеніями; зрительная труба съ укрѣпленной на ней линейкой съ дѣленіями позволяетъ отсчитывать прямо, благодаря отраженію въ зеркалѣ, величину тангенса угла отклоненія, или точнѣе, величину тангенса двойного угла (см. описаніе прибора на стр. 241 и фигуры 117 и 118, представляющія этотъ приборъ).

Итакъ буссоль Видеманна позволяетъ измѣрять прямо силу электрическаго



Фиг. 177.—Схема опыта для измѣренія электровозбудительной силы мышцы *m* сравненіемъ съ таковой элемента Даніэля.

B буссоль Видеманна; *f* нить, на которой подвѣшенъ магнитъ между двумя катушками изъ тонкой проволоки; *MN* проволока реохорда, исполняющая роль компенсатора; *g* передвижной контактъ; *g* извратитель тока; *F* катушка изъ толстой проволоки (употребляемая только при градуированіи прибора).

тока. Если дѣло идетъ объ опредѣленіи электровозбудительной силы, наприм. мышцы или нерва, то прибѣгаютъ къ методу компенсаціи: [принципъ этого метода заключается въ томъ, что неизвѣстной (опредѣляемой) электровозбудительной силѣ противопоставляютъ извѣстную электровозбудительную силу, какъ разъ доста-

точную для уравнивания первой, на подобие того, какъ тѣло неизвѣстнаго вѣса уравнивается на вѣсахъ гириами опредѣленнаго вѣса]. Опытъ для этого располагается по схемѣ, указанной на фиг. 177; m есть мышца, на которой происходитъ опредѣленіе электровозбудительной силы. Ее включают посредствомъ неполяризующихся электродовъ въ цѣпь $mBrM$ буссоли B . P есть источникъ электричества, служащій единицей или эталономъ, обыкновенно элементъ Даніэля (1,1 вольта). Въ цѣпи даніэля находится коммутаторъ g и однородная металлическая проволока (изъ платины) NM , исполняющая роль *реохранда* или *компенсатора*. Цѣпь буссоли подходитъ съ одной стороны къ неподвижному контакту M проволоки компенсатора, съ другой стороны къ передвижному контакту r , который можетъ скользить вдоль проволоки NM .

Если поставить r въ соприкосновеніе съ конечнымъ контактомъ M проволоки компенсатора, двѣ цѣпи $PgFMrN$ и mBr соприкасаются только въ точкѣ M и могутъ быть разсматриваемы какъ независимыя одна отъ другой: токъ отъ элемента P не отвѣтвляется въ цѣпь мышцы и буссоли [потому что концы этой послѣдней цѣпи подходятъ къ такимъ точкамъ проволоки NM , которыя на практикѣ не представляютъ никакой разности потенциаловъ¹⁾]. Но если перемѣщать r налѣво и заставлять его проходить послѣдовательно проволоку NM , извѣстная дробь тока отъ P отвѣтвляется въ цѣпь буссоли и мышцы и эта дробь нарастаетъ съ разстояніемъ Mr [т. е. по мѣрѣ того, какъ концы цѣпи буссоли будутъ примыкать къ точкамъ проволоки NM , имѣющимъ все большую и большую разность потенциаловъ].

Съ помощью коммутатора даютъ току отъ элемента P направленіе противоположное направленію мышечнаго тока; токъ элемента P дѣйствуетъ тогда на магнитъ буссоли въ смыслѣ обратномъ съ токомъ мышцы. Легко найти ошущую положеніе r на проволоку NM , при которомъ собственный токъ мышцы является точно уравновѣшеннымъ дробью тока отъ элемента P , отвѣтвляющейся въ цѣпь буссоли. Отклоненный первоначально подъ вліяніемъ мышечнаго тока, магнитъ возвращается къ нулю, т. е. къ положенію покоя.

Можно доказать, основываясь на законахъ распредѣленія электрическаго тока въ вѣтвящихся цѣпяхъ, что въ моментъ, когда это уравниваніе достигнуто, существуетъ пропорціональность между длиною Mr и электровозбудительной силой m .

Приборъ долженъ быть градуированъ предварительно. Тогда все измѣреніе электровозбудительной силы сводится къ тому, чтобы дать для r такое положеніе, при которомъ магнитъ будетъ приведенъ къ нулю, и отсчитать число дѣленій

¹⁾ Электрическій токъ, поддерживаемый элементомъ P , при своемъ прохожденіи по проволоку NM , долженъ преодолевать въ ней извѣстное сопротивленіе. Слѣдовательно, если въ этой проволоку циркулируетъ постоянный токъ, напр. въ направленіи отъ M къ N , то необходимо требуется, чтобы въ точкѣ M существовало постоянно болѣе высокое электрическое напряженіе, чѣмъ въ N (какъ между началомъ и концомъ трубки, въ которой установился токъ жидкости, должна существовать извѣстная разность давленій, стр. 128); другими словами, между точками M и N постоянно существуетъ извѣстная разность потенциаловъ. Эта разность является все меньшей и меньшей по мѣрѣ того, какъ мы будемъ брать въ разсмотрѣніе, начиная отъ N , точки проволоки все болѣе и болѣе близкія къ M . И такъ какъ эта проволока однородна, то, стало быть, разность потенциаловъ по мѣрѣ удаленія отъ N къ M убываетъ пропорціонально съ уменьшеніемъ разстоянія до точки M ,—замѣчаніе необходимое въ виду дальнѣйшаго изложенія.

проводами, заключающихся между *M* и *r*. Это число соответствует известной доль даниэля или вольта (см. относительно градуирования у *Fredericq*, *Manipulations de physiologie*, стр. 47 [или у *Schöenck*, *Physiologisches Practicum*, стр. 134]).

Буссоль Видеманна аперіодична, т. е. здѣсь магнитъ, отклоняемый электрическимъ токомъ, занимаетъ свое новое положеніе за одинъ приемъ, безъ предварительныхъ колебаній. Къ сожалѣнію, здѣсь магнитъ совершаетъ свое движеніе медленно. На томъ приборѣ, которымъ мы пользовались, магнитъ требовалъ 7 секундъ на то, чтобы совершить свое отклоненіе. Онъ не способенъ поэтому слѣдить за быстрыми колебаніями тока въ силѣ.

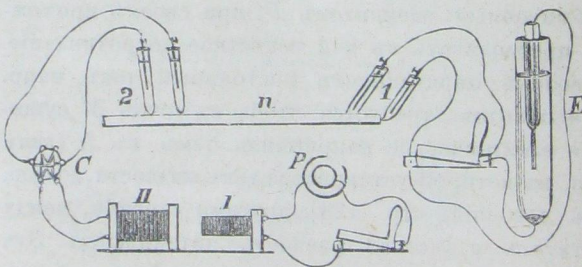
Неполяризующіеся электроды.—Конечно, не можетъ быть рѣчи объ отведеніи собственнаго тока нерва путемъ прямого приложенія къ нему металлическихъ концовъ гальванометрической цѣпи. При соприкосновеніи тканей и металла образовались бы электролиты, что повело бы къ поляризаціи электродовъ, т. е. электролизъ сдѣлался бы источникомъ электровозбудительной силы и такимъ образомъ возникъ бы нѣкоторый токъ, имѣющій вообще направленіе обратное первоначальному электрическому току. Чтобы избѣжать этой *вышней* поляризаціи, возникающей при соприкосновеніи живыхъ тканей и металлическихъ электродовъ, физиологи придумали разныя формы неполяризующихся электродовъ (*Regnault, du Bois-Reymond, von Fleischl, d'Arsonval*).

Въ электродахъ Дюбуа-Реймона проволока, проводящая токъ, примыкаетъ къ пластинкѣ изъ амальгамированнаго цинка, погруженной въ насыщенный растворъ сѣрнистаго цинка. Растворъ этотъ заключенъ въ трубку, нижнее отверстіе которой заткнуто пробкой изъ глины, пропитанной физиологическимъ растворомъ (*NaCl*, концентрація 7 на 1000). [Такой пробкѣ можно придать на внѣшнемъ, выдающемся наружу концѣ любую форму, приостренную, загнутую такъ или иначе и проч.]; этой послѣдней частью пробка и прикасается къ животнымъ тканямъ. *Fleischl* видоизмѣнилъ эти электроды, замѣнивъ кусокъ глины кисточкой изъ волоса, пропитанной физиологическимъ растворомъ.

Очень удобная форма электродовъ дана *d'Arsonval*’емъ. Каждый электродъ состоитъ изъ серебряной проволоки, покрытой хлористымъ серебромъ и погруженной въ физиологическій растворъ. Самъ растворъ заключенъ въ маленькую трубку, открытую внизу и закрытую сверху.

Мы пользуемся для демонстрацій исключительно электродами *d'Arsonval*’я.

Отрицательное колебаніе или токъ дѣйствія нерва.—Нервъ представляетъ, какъ и мышца, явленіе отрицательнаго колебанія.



Фиг. 178.—Расположеніе приборовъ для изученія отрицательнаго колебанія. *n* сѣдалищный нервъ; 1 неполяризующіеся электроды, отводящіе нервный токъ въ электрометръ *E*; 2 раздражающіе электроды, соединенные со вторичной катушкой *II* индукціоннаго прибора; *I* первичная катушка; *P* гальван. элементъ; *C* коммутаторъ.

Возьмемъ сѣдалищный нервъ *n* (фиг. 178); приложимъ къ одному его концу пару неполяризующихся электродовъ (1) для отведенія собственнаго тока нерва въ цѣпь капилляръ-электрометра *E*. Отмѣтимъ отклоненіе ртутнаго мениска. Посредствомъ другой пары электродовъ (2), соединенныхъ со вторичной катушкой *II* саннаго прибора, мы подвергнемъ другой конецъ нерва

тетанизирующимъ раздраженіямъ. Произойдетъ тотчасъ же уменьшеніе собственного тока, т. е. ртутный менискъ перемѣстится въ направленіи къ нулю и остановится на уровнѣ промежуточномъ между собственнымъ токомъ [токъ покоя] и нулемъ.

Тѣ же самыя толкованія, что и по поводу мышцы, имѣютъ мѣсто и для собственного тока нерва, и для его отрицательнаго колебанія.

По Hermann'у, нѣтъ предсуществующихъ собственныхъ токовъ въ нервѣ: всякая часть нерва становится электроотрицательной при поврежденіи или возбужденіи. Отрицательное колебаніе должно быть объясняемо такимъ образомъ: каждый возбужденный участокъ дѣлается моментально мѣстомъ отрицательнаго напряженія; это отрицательное напряженіе распространяется вдоль нерва въ видѣ волны ¹⁾.

[Прохожденіе каждой волны съ отрицательнымъ знакомъ на уровнѣ того изъ двухъ электродовъ (1), который приложенъ къ точкѣ продольной поверхности, вызываетъ уменьшеніе нервнаго тока; затѣмъ, когда волна должна дойти до второго изъ электродовъ, именно приложеннаго къ поперечному разрѣзу нерва, то она здѣсь прекращается, потому что тутъ всѣ точки уже измѣнены въ электроотрицательномъ смыслѣ и къ существующему тутъ измѣненію эта волна ничего прибавить не можетъ. Съ каждой новой волной, вызываемой тетанизирующимъ раздраженіемъ, повторяется то же самое; суммарное дѣйствіе отъ серіи такихъ волнъ и выражается на гальванометрѣ или капилляръ-электрометрѣ *отрицательнымъ колебаніемъ* нервнаго тока.

Если соединить съ электрометромъ двѣ достаточно удаленныя другъ отъ друга точки неповрежденной поверхности нерва, то отрицательная волна должна сначала достигнуть ближайшей точки и только позднѣе, когда въ этой точкѣ отрицательное измѣненіе уже исчезнетъ, она достигнетъ до второй, болѣе удаленной точки. Слѣдовательно, если бы электрометръ былъ достаточно чувствителенъ и реагировалъ бы на прохожденіе тока достаточно быстро, то онъ долженъ былъ бы показать сначала токъ одного направленія (идушій чрезъ него отъ отдаленной покоящейся точки къ точкѣ возбужденной), а потомъ токъ обратнаго направленія (идушій чрезъ электрометръ отъ ближайшей къ мѣсту раздраженія, теперь покоящейся, точки къ дальней, возбужденной точкѣ). Это такъ называемыя *фазовыя токи* Hermann'а. Однако никакой капилляръ-электрометръ (а тѣмъ болѣе очень косный въ своихъ показаніяхъ гальванометръ) не обладаетъ требуемыми отъ него свойствами. Свойства этихъ токовъ, возникающихъ при возбужденіи нерва—откуда ихъ названіе: *токи дѣйствія* (Hermann)—равно какъ и всѣ свойства опредѣляющей ихъ электроотрицательной волны, берущей начало изъ мѣста приложенія раздражителя, были изучены послѣ того, какъ Bernstein (1871) придумалъ для этого околный способъ и построилъ съ этою цѣлію *дифференціальныя реотомъ*.

Этотъ приборъ имѣетъ задачей: 1° сообщать нерву (или мышцѣ) раздраженія чрезъ правильныя промежутки времени; 2° соединять нервъ (или мышцу) съ гальванометромъ на опредѣленное очень короткое время t послѣ каждого раздраженія и притомъ такъ, чтобы это время t въ одной серіи раздраженій могло наступать очень быстро послѣ нанесенія каждого раздраженія (чрезъ промежутокъ a), въ другой—позднѣе (чрезъ b), въ третьей еще позднѣе (чрезъ c), другими словами, ближе къ имѣющему затѣмъ послѣдовать раздраженію, и т. д.

¹⁾ Послѣдующее служить замѣной нѣсколькихъ строкъ оригинала, едва ли понятныхъ по своей краткости.

точки ближайшей къ точкѣ болѣе удаленной отъ мѣста раздраженія (вторая фаза, или *второй фазовый токъ*). Токи, возникающіе въ нервѣ подъ вліяніемъ его возбужденія, получили отъ Негмаша общее названіе *токовъ дѣйствія* въ противоположность токамъ, наблюдающимся на нервѣ нераздражаемомъ, токамъ покоя. Въ то время какъ эти послѣдніе токи мы можемъ считать вмѣстѣ съ Негмашемъ за токи искусственно вызванные нашими поврежденіями (отрѣзаніе боковыхъ вѣточекъ препаруемаго нервнаго ствола, сообщеніе ему поперечнаго разрѣза, раздавливаніе, прижиганіе, дѣйствіе ѣдкими веществами и т. д.), токи дѣйствія, въ видѣ фазовыхъ токовъ, могутъ наблюдаться на нервахъ, какъ и на мышцахъ, совершенно неповрежденныхъ и служатъ выраженіемъ возбужденнаго, дѣятельнаго ихъ состоянія. Отрицательное колебаніе есть частный случай ихъ обнаруженія, имѣющій мѣсто при отведеніи поврежденнаго на концѣ нерва, гдѣ второй фазовый токъ выпадаетъ].

Отрицательное измѣненіе возникаетъ моментально въ возбужденномъ мѣстѣ; оно распространяется вдоль нерва съ тою же самою скоростью, какъ и само возбужденіе (27 метровъ въ секунду); оно имѣетъ очень короткую продолжительность въ каждой точкѣ (0,0007 сек.); длина его волны должна быть поэтому около 20 мм.¹⁾

Сила отрицательнаго колебанія пропорціональна, въ извѣстныхъ предѣлахъ, силѣ раздраженія; отрицательное колебаніе представляетъ даже для двигательныхъ нервовъ лучшаго показателя интензивности ихъ возбужденія,

¹⁾ Представляютъ большой интересъ опыты Boruttau (1894) съ искусственнымъ воспроизведеніемъ фазовыхъ токовъ, отрицательнаго колебанія и т. д. на физической схемѣ. Эта послѣдняя въ его опытахъ была въ сущности та же, что и въ опытахъ прежнихъ изслѣдователей (Matteucci, Hermann), пытавшихся воспроизвести на поляризующихся проводникахъ явленія нервнаго электрона, о чемъ будетъ упомянуто въ концѣ слѣдующаго параграфа. Такая физическая схема нервнаго волокна состоитъ обыкновенно изъ стеклянной трубки, по длинѣ которой идетъ металлическій стержень (напр. платиновая проволока), окруженный влажнымъ проводникомъ (напр. растворомъ поваренной соли), способнымъ развивать поляризационные токи при приведеніи къ нему, какъ къ нерву, электрическаго тока.

Замѣчательно, что въ такой схемѣ, изъ мѣста приложенія тока къ окружающей влажной оболочкѣ, распространяется отрицательная волна и притомъ со скоростью не особенно удаляющейся отъ скорости распространенія волны возбужденія. Такую волну удастся даже до извѣстной степени вызвать механическимъ воздѣйствіемъ, какъ бы механическимъ раздраженіемъ. Измѣненія ея отъ температуры представляютъ ту же зависимость, что извѣстна и для нерва. Только убываетъ она въ высотѣ по мѣрѣ своего распространенія довольно быстро, чего не замѣчается на нервѣ (и что, по моимъ наблюденіямъ съ телефономъ, должно быть: повидимому, волна возбужденія постепенно становится менѣе высокой и болѣе растянutoй).

Этотъ фактъ искусственнаго воспроизведенія на мертвой модели электрическихъ явленій, характеризующихъ дѣятельное состояніе нерва, не только не отнимаетъ функциональнаго смысла у этихъ послѣднихъ, но придаетъ имъ особенное значеніе. Надо думать, что дальнѣйшія изслѣдованія именно въ этомъ и подобныхъ направленіяхъ принесутъ прежде всего разгадку нервнаго возбужденія и проведенія.

чѣмъ высота мышечнаго сокращенія, вызываемаго дѣйствіемъ этихъ нервовъ: въ самомъ дѣлѣ, максимальныя раздраженія для мышцы могутъ не быть вовсе таковыми для нерва. Когда достигаютъ извѣстной силы раздраженія, дальнѣйшее ея возрастаніе не увеличиваетъ энергіи мышечнаго сокращенія; между тѣмъ величина отрицательнаго колебанія на нервѣ еще продолжаетъ возрастать.

Введенскій употребляетъ телефонъ для того, чтобы сдѣлать чувствительными для уха токи дѣйствія сѣдалищнаго нерва лягушки ¹⁾. Телефонъ, будучи соединенъ прямо съ нервомъ, тетанизируемымъ на одномъ концѣ, производитъ звукъ, соотвѣтствующій по высотѣ числу колебаній индукціоннаго тока въ санномъ индукціонномъ аппаратѣ. Этотъ звукъ замѣтно усиливается, какъ только немного возрастаетъ интензивность раздраженій, пока они остаются все еще мало сильными; но когда раздраженія сдѣлались сильными, дальнѣйшее усиленіе ихъ не производитъ уже дальнѣйшаго усиленія телефоническаго звука. Телефоническій звукъ исчезаетъ тотчасъ, какъ только нервъ убивается амміакомъ.

Тотъ же самый способъ можетъ служить для показанія фیزیологическаго электротона, т. е. повышенія раздражительности въ сосѣдствѣ отрицательнаго полюса и пониженія ея около положительнаго [стр. 441]. Въ самомъ дѣлѣ телефоническій звукъ, вызываемый умѣренными раздраженіями нерва, представляетъ то усиленіе, то ослабленіе своей силы, смотря по тому, производятъ ли съ помощью постояннаго тока катэлектротоническія измѣненія (отрицательный полюсъ) или анэлектротоническія (положительный полюсъ) въ сосѣдствѣ съ мѣстомъ, подвергаемымъ раздраженію индукціонными токами.

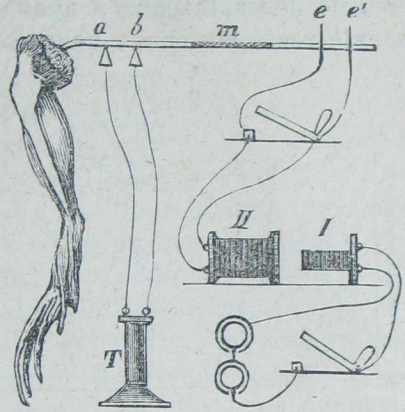
[Телефонъ является незамѣнимымъ орудіемъ для изученія *ритмики возбужденнаго нерва*. Между тѣмъ какъ для изученія ея въ мышцѣ существуютъ и другіе средства (стр. 406), на нервѣ остается только это одно, ибо онъ не развивается при своей дѣятельности какихъ-либо уловимыхъ для глаза или для уха перемѣненій въ своихъ частяхъ. Капилляръ-электрометръ не достаточно подвиженъ для этой цѣли. Выслушивая съ помощью телефона электрическія колебанія тетанизируемаго нерва, можно убѣдиться, что способность его вибрировать въ отвѣтъ на все болѣе и болѣе частыя электрическія раздраженія гораздо выше, чѣмъ способность мышцы. Мы видѣли, что лягушечья мышца не воспроизводитъ уже 250 колебаній; между тѣмъ нервъ лягушки воспроизводитъ еще хорошо 500 колебаній. Такимъ образомъ при извѣстныхъ условіяхъ нервъ можетъ быть одушевленъ періодическимъ движеніемъ одного ритма, а сокращающаяся подъ его вліяніемъ мышца ритмомъ другого рода (Введенскій).—Очень слабыя и частыя раздраженія нервъ трансформируетъ не въ рокоты, какъ мышца, а въ болѣе высокіе шипящіе шумы, напоминающіе сильное кипѣніе воды.

Съ помощью телефона же можно убѣдиться на самомъ нервѣ, что такъ называемый «законъ сокращеній» есть дѣйствительно законъ возбужденій нерва подъ вліяніемъ постояннаго тока разной силы и разнаго направленія (стр. 444).

Дѣлаетъ телефонъ цѣннымъ еще то обстоятельство, что для приложенія его

¹⁾ Нервъ теплокровнаго животнаго также можетъ служить отлично для этой цѣли въ теченіи многихъ часовъ по вынутіи его изъ тѣла, какъ убѣждаетъ въ томъ и гальванометрическое изслѣдованіе. Надо только его поддерживать искусственно при температурахъ, приближающихся къ температурѣ животнаго.

къ нерву нѣтъ надобности сообщать послѣдному поперечный разрѣзъ, какъ это неизбежно при опытахъ съ гальванометромъ и электрометромъ. Можно приложить концы, отводящіе токи къ телефону, въ любомъ мѣстѣ на протяженіи нерва (точки *a* и *b* на фиг. 180), лишь бы разстояніе между ними не было меньше 8 мм. — половины длины волны возбужденія. Слѣдовательно изучаемый нервъ можетъ оставаться въ связи съ мышцей или въ связи съ нервными центрами и показанія его могутъ быть непосредственно слѣжаемы съ данными этихъ нормальныхъ, но своеобразныхъ, показателей, способныхъ каждый вносить нѣчто свое, какъ было видно уже изъ предыдущаго (напр. на стр. 437). Мало того, къ тому же нерву можно приложить кромѣ одной пары раздражающихъ электродовъ (*ee'*) еще или другую такую же пару, или химическое раздраженіе (пусть въ точкѣ *m*), какъ напр. для рѣшенія вопроса, существуетъ ли интерференція между волнами возбужденія нерва и въ какихъ формахъ она выражается¹⁾. Болѣе точное понятіе о процессахъ, совершающихся въ возбужденномъ нервѣ, можно составить только сопоставленіемъ свидѣтельствъ мышцы, гальванометра и телефона. Такъ при извѣстныхъ условіяхъ мышца не совершаетъ никакихъ сокращеній (какъ напр. при раздраженіи *ressimum*, стр. 405), а нервъ, дѣйствующій на нее, охваченъ сильными возбужденіями, о чемъ свидѣлствуютъ гальванометръ и телефонъ и что только окольными путями можетъ быть подтверждено затѣмъ и посредствомъ мышцы. Въ другихъ случаяхъ, именно когда возбужденія нерва становятся неправильно-періодическими (напр. послѣ того, какъ волны возбужденія, выходящія изъ *ee'* пройдутъ чрезъ мѣсто *m*, раздражаемое химически, фиг. 180), показанія телефона являются очень слабыми или даже неуловимыми, между тѣмъ гальванометръ отлично переводитъ ихъ въ одно суммарное отклоненіе магнита (отрицательное колебаніе), а мышца по интенсивности своихъ показаній сходится то съ гальванометромъ, то съ телефономъ, смотря по тому, приближаются ли возбужденія, одушевляющія нервъ, къ *optimum* или къ *ressimum* для нея или точнѣе для концевыхъ пластинокъ. Такимъ образомъ каждый изъ этихъ трехъ показателей «говоритъ только на своемъ собственномъ языкѣ» и каждый въ отдельности не въ состояніи выразить ясно всего переживаемаго возбужденнымъ нервомъ].



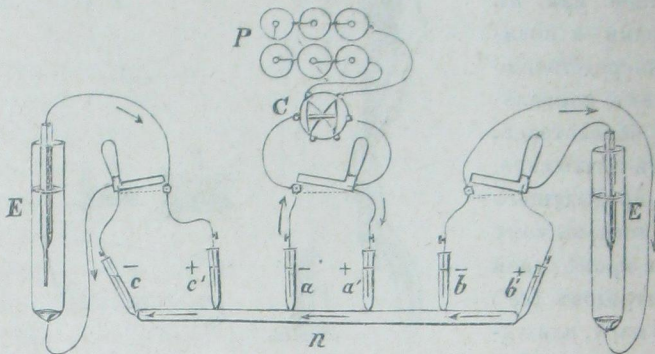
Фиг. 180. — Изслѣдованіе токовъ дѣйствія въ нервѣ съ помощію телефона, *ab* участокъ нерва, отведенный къ телефону *T*; *ee'* участокъ, раздражаемый индукціонными токами. Введенскій.

Электротонъ физиологическій и физическій. — Мы видѣли, что постоянный токъ, пока онъ проходитъ по нерву съ неизмѣняющеюся силою, не служитъ причиной возбужденія; однако онъ производитъ за это время замѣчательныя измѣненія въ физиологическихъ свойствахъ нерва: раздражительность и проводимость понижены около положительнаго полюса; онъ рѣзко повышены около отрицательнаго полюса. Этому явленію даютъ названіе *физиологическаго электротона*, и сохраняютъ названіе *физическаго*

¹⁾ Введенскій. Медич. Обзорѣніе, 1893; Comptes Rendus de l'Acad. de Paris, t. CXVII.

электротона для тѣхъ электрическихъ измѣненій, которыя обнаруживаются въ нервѣ подѣ вліяніемъ прохожденія постоянного тока.

Когда достаточно интенсивный токъ (*поляризующій токъ*) проходитъ чрезъ часть нерва aa' (*интраполярный участокъ*), то наблюдается въ участкахъ нерва bb' , cc' , не подвергающихся прямо дѣйствию тока (*экстраполярные участки*), появленіе электрическихъ напряженій, такъ что отъ этихъ участковъ можно



Фиг. 181. — Расположеніе приборовъ для изученія физическаго электрона.

и сѣдальный нервъ; aa' неполяризующіеся электроды, приводящіе къ нерву токъ отъ батареи Грове P ; C извратитель тока въ поляризуемомъ участкѣ; bb' и cc' электроды, отводящіе электротоническіе токи въ капиллярные электрометры E и E' .

отвести къ гальванометру, при помощи неполяризующихся электродовъ, довольно сильный токъ, имѣющій то же направленіе, что и токъ поляризующій (см. фиг. 181).

Напр., пусть n будетъ нервъ, чрезъ который въ средней части aa' его протяженія проходитъ токъ отъ батареи P , состоящей изъ шести маленькихъ элементовъ Грове, и этотъ токъ можетъ быть измѣняемъ въ своемъ направленіи при помощи коммутатора C , включеннаго въ цѣпь. Поставимъ послѣдній такъ, что a будетъ электродъ отрицательный, a' — положительный: токъ будетъ идти тогда въ направленіи, указанномъ стрѣлками. Если каждый конецъ нерва (экстраполярные участки bb' и cc') мы соединимъ, съ одной стороны точкой продольной поверхности, съ другой — поперечнымъ разрѣзомъ, съ капилляръ-электрометромъ (или буссолью), то мы будемъ наблюдать существованіе довольно сильныхъ электротоническихъ токовъ, имѣющихъ то же направленіе, что и токъ поляризующій, какъ это указываютъ стрѣлки.

Въ участкѣ bb' (экстраполярный участокъ, расположенный близъ положительнаго полюса поляризующаго тока) электротоническій токъ имѣетъ то же направленіе, что и собственный токъ нерва; здѣсь, слѣдовательно, будетъ усиленіе собственнаго тока нерва (*анэлектротонъ*).

Въ участкѣ cc' (экстраполярный участокъ, расположенный со стороны отрицательнаго полюса) токъ электротоническій получитъ направленіе, обратное собственному току нерва; здѣсь будетъ наблюдаться ослабленіе или даже извращеніе собственнаго тока нерва (*катэлектротонъ*), если поляризующій токъ будетъ достаточно силенъ.

Электротоническіе токи особенно сильны въ непосредственномъ соствѣ съ электродами, приводящими постоянный токъ. Они возникаютъ быстро по замыканіи поляризующаго тока; они извращаются моментально, прежде чѣмъ исчезнутъ, когда размыкается поляризующій токъ.

Существованіе *физическаго* электрона связано, повидимому, съ чисто физическимъ строеніемъ нерва, а не съ его физиологическими свойствами. Можно воспроизвести это явленіе съ помощію пучка неорганическихъ нитей-проводниковъ, если ихъ окружить изолирующими оболочками.

IV. Условія жизненности нервной ткани.

Химическій составъ.—Содержаніе воды и твердыхъ веществъ измѣняется въ довольно широкихъ предѣлахъ для различныхъ частей нервной системы. Сѣрое вещество содержитъ воды у зародыша 87—92%, у взрослого 81—86%; бѣлое вещество 70%; периферическіе нервы только 60—70%.

Помимо воды, главные составныя части нервной ткани суть:

А. *Протеиновые вещества* (особенно обильны въ сѣромъ веществѣ): *глобулины*, свертывающіеся соотвѣтственно температурамъ: 46°, 56° и 75° (Halliburton), *нейрокератинъ*, аналогичный кератину роговой ткани (см. стр. 47), *коллагенъ* соединительной ткани, *нуклеинъ* или *нуклеоальбуминъ*.

Б. *Органическія вещества съ содержаніемъ фосфора*: *протагонъ* Liebreich'a $C_{160}H_{308}N_5PO_{55}$ [позднѣйшіе изслѣдователи, Kossel и Freytag находили болѣе высокій процентъ для N и менѣе высокій для фосфора (0,97%); всегда находили и сѣру въ количествѣ 0,51%]; *лецитинъ* или сложный эфиръ ди-стеаринглицеринофосфорной кислоты и холина (стр. 32).

В. *Церебрины*, азотистые глюкозиды, дающіе галактозу при кипяченіи съ кислотами (стр. 35).

Г. *Холестеринъ* (стр. 296).

Д. *Креатинъ*, *ксантинъ*, *ипоксантинъ*, *инозитъ*, *молочная кислота*, *лейцинъ*, *мочевая кислота*, *мочевина*.

Е. *Минеральныя соли*: хлориды, фосфаты, сульфаты, карбонаты въ соединеніи съ K, Na, Mg, Ca, Fe.

Процентный составъ твердаго остатка нервной ткани:

	Протеиновыя вещества.	Лецитинъ.	Холестеринъ и жиръ.	Церебринъ	Нейрокератинъ.	Прочія органическія вещества.	Соли.
Сѣрое вещество мозга быка (Петровский). . . .	55,37	17,24	18,68	0,53	6,71		1,45
Бѣлое вещество (тоже) . .	24,72	9,90	51,91	9,55	3,34		0,57
Спинной мозгъ (Moleschott)	23,8	7,51					1,1
Съдалицный нервъ чловѣка (J. Chevalier). . . .	36,8	32,57	12,22	11,30	3,07	4,0	—

Въ нервныхъ волокнахъ осевой цилиндръ образованъ, повидимому, изъ бѣлковыхъ веществъ; оболочка Шванна аналогична сарколеммѣ и сближается съ эластической тканью. Мякотная (міелиновая) оболочка богата лейциномъ и церебриномъ; капельки или нити міелиновыя [образующіяся при дѣйствіи воды на мякотное вещество] кажутся образованными изъ лецитина (Gad и Neumann). Именно лецитину міелиновое вещество обязано своимъ двоякимъ лучепреломленіемъ.

Вліяніе кровообращенія. Искусственная анемія.—Нервъ представляетъ замѣчательную независимость отъ кровообращенія. Можно нерѣдко наблюдать, что, производя опыты на какомъ-либо маленькомъ нервѣ

тепловкровнаго (напр. на depressor, поднимающемся отъ сердца), его держать по полусуткамъ на электродахъ, изолированнымъ отъ окружающихъ тканей и, слѣдов., устраненнымъ отъ кровообращенія; онъ все сохраняетъ способность функционировать при условіи, чтобы были приняты мѣры противъ его высыханія и чтобы его периферическія окончанія (для двигательнаго нерва) или центральныя (для чувствующаго) снабжались притокомъ крови. Міэлинъ можетъ получить уже за нѣсколько часовъ комковатый видъ, сдѣлаться болѣе или менѣе утратившимъ свою нормальную форму, и тѣмъ не менѣе нервъ продолжаетъ функционировать. Раньше вообще считали дѣятельность нерва очень деликатной; ничего этого нѣтъ. Можетъ быть даже, что нервныя волокна являются анатомическими элементами наиболѣе трудно поддающимися вреднымъ воздѣйствіямъ.

До сихъ поръ не найдено никакой разницы въ составѣ нерва утомленнаго и нерва нормальнаго. Самыя тонкія изслѣдованія не могли открыть ни малѣйшаго повышенія температуры вслѣдствіе его дѣятельности (подтверждено недавно Воеск'омъ): единственное физическое или химическое явленіе, обнаруживающее намъ дѣятельное состояніе нерва, представляетъ отрицательное колебаніе или токъ дѣйствія. Мы увидимъ впрочемъ сейчасъ, что нервы, кажется, и не способны утомляться.

Совсѣмъ другое съ нервными центрами и съ периферическими нервными окончаніями. Сѣрое вещество очень богато сосудами; его дѣятельность представляется связанной съ очень живымъ питательнымъ обмѣномъ; кровь, возвращающаяся отъ нервныхъ центровъ, становится темной; извѣстно также, что психическая дѣятельность повышаетъ поглощеніе кислорода и выдѣленіе CO_2 легкими (стр. 214).

Достаточно на тепловкровныхъ прервать кровообращеніе въ сѣромъ веществѣ центровъ на нѣсколько секундъ, чтобы функція ихъ была разстроена или уничтожена. Параличу центровъ въ такихъ случаяхъ предшествуетъ летучій періодъ живаго возбужденія.

Лигатура или простое сжатіе обѣихъ сонныхъ и позвоночныхъ артерій вызываетъ у кролика тотчасъ же дыхательныя судороги (опытъ Kussmaul'a и Тепнера, см. стр. 224). Можно сдѣлать аналогичный опытъ на нижней части спиннаго мозга собаки или кролика (опытъ Sténon-Swammerdam). Я вводилъ, на большой собакѣ, чрезъ сонную артерію трубку, оканчивающуюся эластической ампулой, и останавливалъ ее въ нисходящей аортѣ; затѣмъ ампула надувалась, такъ чтобы получилось загражденіе аорты и анэмія спиннаго мозга. Чрезъ 15—20 секундъ наступаетъ живое возбужденіе и движенія въ задней половинѣ тѣла, наконецъ тетаническія конвульсіи; за возбужденіемъ слѣдуетъ скоро параличъ, который становится полнымъ менѣе, чѣмъ чрезъ одну минуту (чрезъ 30—40") послѣ остановки кровообращенія. Чувствительная сфера мозга противится долѣе анэмии: она обнаруживаетъ стадію болѣзненной чувствительности, наступающую чрезъ $1\frac{1}{2}$ —2 мин. послѣ закрытія аорты. Чрезъ 3 мин. наступаетъ анестезія; начиная съ этого момента и чувствительныя и двигательныя функціи мозга остановлены совершенно.

Периферическіе органы, нервы и мышцы, сохраняютъ свою раздражительность гораздо долѣе. Электрическое раздраженіе сѣдалищнаго нерва вызываетъ движенія въ мышцахъ соотвѣтствующей лапы въ теченіи $\frac{1}{2}$ часа и болѣе по закрытіи аорты. Чрезъ $\frac{3}{4}$ часа концевыя пластинки парализованы въ своихъ функціяхъ: мышцы не сокращаются болѣе при посредствѣ

сѣдалищнаго нерва, но ихъ прямая раздражительность сохраняется еще долго. Наконецъ, когда мышцы потеряли въ свой чередъ раздражительность, первые стволы остаются еще живыми и обнаруживаютъ посредствомъ отрицательнаго колебанія [и дѣйствія на телефонъ], что ихъ возбудимость и проводимость все еще сохранены.

Итакъ органы уступаютъ анэмii въ слѣдующемъ порядкѣ.

1) двигательный отдѣлъ спиннаго мозга (сѣрое вещество переднихъ роговъ?);

2) чувствительный отдѣлъ (межпозвонковые ганглии? задніе рога?);

3) концевыя пластинки двигательныхъ нервовъ;

4) мышцы;

5) нервы.

Если закрытіе аорты продолжается всего нѣсколько минутъ, параличъ и анестезія задней половины тѣла не непоправимы; въ этомъ случаѣ возстановленіе чувствительности наступаетъ гораздо раньше появленія первыхъ признаковъ двигательнаго характера (*Arch. Biologie*, X, 1889).

Переживание нерва за его перерѣзкой.—А. *Нервъ двигательный, вынутый изъ тѣла со своей мышцей.* Такъ какъ въ этихъ условіяхъ кровообращеніе прекращается въ мышцѣ, какъ и въ нервѣ, то необходимо предохранить препаратъ отъ высыханія и держать его при температурѣ тѣла; раздраженіе нерва даетъ мышечное сокращеніе у животнаго теплокровнаго въ теченіи 15—60 мин., а на лягушечьемъ препаратѣ въ теченіи 1—2 сутокъ. Когда непрямая раздражительность уже исчезла, прямая раздражительность мышцы сохраняется еще нѣкоторое время: доказательство, что потеря косвенной раздражительности не беретъ начало въ мышцѣ; въ этотъ моментъ нервъ тоже сохраняетъ способность къ дѣятельности, какъ только что было сказано. Электрическія явленія, характеризующія его дѣятельное состояніе, исчезнутъ лишь послѣ того, какъ мышца потеряетъ и свою прямую раздражительность. Стало быть, то, что прежде всего утрачиваетъ свою функциональную способность, это—концевыя пластинки; мышца—позднѣе; всего позднѣе нервъ.

Прежде чѣмъ непрямая раздражительность совсѣмъ исчезнетъ, она является одно время повышенной и сначала въ верхнихъ участкахъ перерѣзаннаго нерва, а потомъ въ нижнихъ. Не знаютъ еще причины этого временнаго повышенія раздражительности; она, вѣроятно, связана съ измѣненіями въ нервѣ, наступающими вслѣдъ за его поврежденіемъ. Можно было бы думать, что тутъ дѣло идетъ о возбужденіи, недостаточномъ для вызова мышцы къ дѣятельности и даже для того, чтобы оно могло распространиться дальше, ибо раздражительность является повышенной только въ одной части нерва.

В. *Нервъ перерѣзанный (отдѣленный отъ нервныхъ центровъ), но остающійся въ тѣлѣ.* Вотъ что наблюдаютъ съ анатомической стороны: первое слѣдствіе перерѣзки нерва есть *травматическое перерожденіе* (Engelmann); у лягушки оно требуетъ для своего образованія только 1—2 дня. Оно состоитъ въ измѣненіи макотнаго вещества и осевого цилиндра и распространяется на обоихъ концахъ нерва только до первой перетяжки Ранвье (кѣтка пораненнаго волокна умираетъ). *Черезъ нѣсколько дней перерождается (дегенерируетъ) на всемъ своемъ протяженіи периферическій конецъ* перерѣзаннаго нерва (Валлерово перерожденіе). Сначала мѣзгннѣ представляетъ хорошо извѣстный комковатый видъ, потомъ онъ и осевой цилиндръ

испытывают жировое перерождение. Остается одна Шванновская оболочка, но и она исчезает, какъ кажется, въ извѣстныхъ обстоятельствахъ. Эти измѣненія совершаются болѣе быстро у животныхъ теплокровныхъ (начинаясь чрезъ 2—3 дня), чѣмъ у холоднокровныхъ (зимой у лягушки только чрезъ недѣли). ¹⁾ *Центральный конецъ смѣшанныхъ нервовъ послѣ перерѣзки не перерождается* (только наступаетъ одно травматическое перерождение ²⁾).

Если счленіе имѣетъ мѣсто на заднемъ корешкѣ выше gangl. intervertebrale, центральный конецъ перерождается, а периферическій не перерождается. Волокна спинномозговыхъ нервовъ не перерождаются, слѣдовательно, послѣ перерѣзки, пока они остаются въ связи съ нервной клѣткой. Центральные концы двигательныхъ нервовъ не перерождаются никогда; они всегда находятся въ отношеніяхъ съ клѣтками переднихъ роговъ спинного мозга. Предполагаютъ поэтому, что нервныя клѣтки оказываютъ *трофическое вліяніе* на нервныя волокна; какъ только извѣстное волокно разобщается со своею нервной клѣткой, оно перерождается. Неизвѣстно рѣшительно ничего о природѣ этого трофическаго вліянія.

Интересная частность: волокна еще возбудимы, когда микотное вещество претерпѣло уже первыя измѣненія. Стало быть, осевой цилиндръ составляетъ возбудимый элементъ въ микотномъ волокнѣ. Впрочемъ это вытекаетъ также и изъ того факта, что есть нормальныя волокна безъ микотной оболочки и даже таковыя безъ микотной и Шванновской оболочекъ.

Какъ только перерождение захватываетъ осевой цилиндръ, волокно перестаетъ функционировать; такъ же какъ и для нервовъ, вынутыхъ изъ тѣла раздражительность одно время повышается, прежде чѣмъ она начнетъ исчезать.

Возрожденіе нервовъ послѣ перерѣзки и перерожденія

Периферическій нервъ, впадшій въ перерождение послѣ перерѣзки, можетъ затѣмъ возродиться и снова получить способность отправленій. Долго полагали, что образуется простая спайка на мѣстѣ перерѣзки, такъ что периферическій конецъ смыкается съ центральнымъ. Теперь извѣстно, что происходитъ полное обновленіе периферическаго конца. Волокна центрального конца пускаютъ отростки въ области перерѣзки, проникаютъ въ периферическій конецъ и удлинняются мало-по-малу, слѣдуя направленію переродившихся остатковъ перерѣзаннаго нерва. Эти остатки имъ служатъ правиломъ и позволяютъ имъ снова найти на периферіи тѣ органы, для иннерваціи которыхъ они должны служить. Наблюдали такимъ образомъ, что чувствительность и двигательная способность возстановляются не только послѣ перерѣзки нерва, но даже послѣ удаленія куска нерва длиною до 5 сантим. Эти факты очень важны съ точки зрѣнія тѣхъ счленій нерва, которыя примѣняютъ для излеченія невралгій.

Безъ сомнѣнія, аналогичнымъ путемъ возстановляется чувствительность

¹⁾ Waller, Muller's Archiv, 1852; Engelmann, Pflüger's Archiv, XII 1876; Ranvier, Histol. syst. nerveux, 1878; S. Mayer, Archiv f. Psych. 1870 Prager Zeitschr. 1881.

²⁾ Однако центральные концы перерѣзанныхъ нервовъ въ концѣ концовъ атрофируются, какъ это установлено на остаткахъ ампутированныхъ членовъ. Можно даже наблюдать измѣненія въ нервныхъ центрахъ вслѣдъ за отнятіемъ периферическихъ органовъ (V an lair 1888).

въ привитыхъ частяхъ, т. е. въ кускахъ кожи или органахъ, отдѣленныхъ отъ тѣла и пересаженныхъ на другія мѣста, обнаженные предварительно отъ кожи.

Нервъ неутомляемъ.—Послѣ повторныхъ раздраженій двигательнаго нерва, мышца его перестаетъ реагировать, хотя прямая раздражительность послѣдней еще можетъ остаться сохраненной. Черезъ достаточный промежутокъ отдыха и непрямая раздражительность мышцы снова восстанавливается. Bernstein показалъ, что дѣло тутъ заключается не въ утомленіи нерва, но въ функціональномъ измѣненіи концевой пластинки. Отпрепаровываютъ два сѣдалищныхъ нерва лягушки, перерѣзаютъ ихъ, чтобы изолировать отъ центровъ, и затѣмъ тетанизируютъ оба периферическіе отрѣзка однимъ и тѣмъ же индукціоннымъ токомъ, поблизости къ мѣсту разрѣза. Въ то же время парализуютъ проводимость въ нижнемъ участкѣ одного изъ нервовъ, развивая здѣсь сильный анаэлектротонъ, съ помощью восходящаго тока ¹⁾. Мышца (*gastrocnemius*) не анаэлектротонизированнаго нерва приходитъ въ тетаническое сокращеніе, другая же остается въ покоѣ (возбужденія возникаютъ конечно въ нервѣ, но они не могутъ пройти чрезъ анаэлектротонизированное протяженіе нерва). Периферическая часть и концевыя пластинки второго нерва остаются такимъ образомъ въ покоѣ. Когда первый препаратъ усталъ до того, что больше не реагируетъ, размыкаютъ цѣпь поляризующаго тока: тотчасъ же мышца второго препарата приходитъ въ тетанусъ, въ то время какъ первая остается въ покоѣ. [Однако Bernstein'у казалось, что и при этихъ предосторожностяхъ нервъ все-таки утомляется чрезъ 10—15 минутъ. Утомляясь медленно мышца онъ и оправляется отъ утомленія медленно, по этому автору]. Введенскій (1884), усовершенствовавъ описанный методъ, показалъ, что нервъ, раздражаемый въ теченіи нѣсколькихъ часовъ сряду, не обнаруживаетъ никакого ослабленія своей дѣятельности. То же было провѣрено Bowditch'емъ (1885) съ помощью другого метода и подтверждено другими авторами (Maschek, Szana). Если судить по электрическимъ явленіямъ, характеризующимъ дѣятельное состояніе нерва, то продолжительность жизни двухъ, вырѣзанныхъ изъ тѣла, нервовъ, изъ которыхъ одинъ раздражается, а другой остается въ покоѣ, является одинаковой; оба они умираютъ совершенно параллельно, что указываетъ на абсолютную неутомляемость нерва (Введенскій и Туръ).

Прибавленіе.

Электрическія рыбы.

Небольшое число рыбъ (электрическій угорь южно-американскихъ рѣкъ, электрическій сомъ Нила, электрическіе скаты европейскихъ морей) обладаетъ органами, называемыми электрическими; эти органы даютъ имъ возможность пускать черезъ воду электрическіе удары, достаточно сильные,

¹⁾ Направленіе тока безразлично, такъ какъ тутъ имѣется въ виду задержка проводимости въ цѣломъ электротонизированномъ участкѣ (прим. стр. 444 пр.). Когда развилась такая непроходимость подѣ влияніемъ болѣе или менѣе сильнаго тока, ее можно поддерживать затѣмъ уже съ помощію и очень слабаго постоянного тока. Выгода этой, подѣбны заключается въ томъ, что токъ этой послѣдней силы, по размыканіи его, сразу возвращаетъ нерву проводимость, между тѣмъ какъ слабѣ

чтобы оглушить небольших животных, попадающих под дѣйствіе разряда. Такія рыбы обнаруживают удивительную иммунность (нечувствительность) по отношенію къ собственнымъ разрядамъ ¹⁾.

Электрическіе органы могутъ быть разсматриваемы какъ измѣненные мышцы, въ которыхъ образованіе тепловой или механической энергіи сведено до *minimum'a*, тогда какъ развитіе электричества (токъ дѣйствія) достигло необычайной величины. Какъ и мышечное сокращеніе, электрическій разрядъ можетъ быть вызванъ волею животного, или рефлекторнымъ путемъ, или же искусственнымъ раздраженіемъ нерва электрическаго органа, или, наконецъ, прямымъ раздраженіемъ самого органа. Волевой разрядъ, какъ и рефлекторный, можно сравнивать съ волевымъ или рефлекторнымъ тетанусомъ мышцъ: онъ не является простымъ, но состоитъ изъ ряда электрическихъ колебаній, болѣе или менѣе слитыхъ (электрическій тетанусъ) ²⁾. Электрическій разрядъ, вызванный простымъ (одиночнымъ) искусственнымъ раздраженіемъ нерва или же органа, можно сравнить съ мышечнымъ вздрагиваніемъ (одиночнымъ сокращеніемъ). Онъ представляетъ какъ и это послѣднее скрытый періодъ, періодъ возрастающей энергіи и періодъ убывающей энергіи.—Перерѣзка нерва парализуетъ органъ.

ный токъ, дѣйствуя долго, оставляетъ въ нервѣ непроводимость, сохраняющуюся еще очень долго послѣ того, какъ онъ будетъ разомкнутъ. Въ этомъ заключается упомянутое дальше усовершенствованіе этого метода.

Н. В.

¹⁾ Однако по новымъ наблюденіямъ Jolyet невосприимчивость этихъ рыбъ къ собственнымъ разрядамъ оказывается лишь относительной. При болѣе сильныхъ разрядахъ отъ дѣйствія ихъ вздрагиваютъ и собственные мышцы рыбы.

Н. В.

²⁾ Едва ли въ дѣйствительности являются слитыми колебанія, составляющіе разрядъ электрической рыбы: они кажутся слитыми для нашихъ сравнительно косяныхъ приборовъ, какъ капилляръ-электрометръ, электромагнитный отмѣтчикъ и т. п. Для телефона они уже не представляются таковыми.

Магеу на скатѣ слышалъ въ телефонъ шумъ, напоминающій стenanіе чело-вѣка и имѣвшій въ основѣ не менѣе 80 колеб. въ секунду; это при разрядахъ самыхъ сильныхъ; при слабыхъ—шумъ становился ниже и ниже.

При искусственномъ раздраженіи (по моимъ опытамъ, тоже на скатѣ) способность электрическаго органа вибрировать собственными электрическими колебаніями оказывается болѣе высокой, чѣмъ у мышцы лягушки (стр. 407), но болѣе низкой чѣмъ у нерва.

Н. В.

ГЛАВА XI.

СПЕЦІАЛЬНАЯ МЫШЕЧНАЯ ФИЗИОЛОГІЯ.

Отдѣлъ I.—Механика скелета и локомоція.

Мы видѣли (стр. 411 и слѣд.), что мышца производитъ работу въ зависимости отъ своего отягощенія. Если P представляетъ вѣсъ поднятаго груза, H —высоту, на которую грузъ поднять, то работа выразится произведеніемъ $P \cdot H$. Въ обиходѣ животнаго организма оба члена произведенія $P \cdot H$ сильно варьируютъ для мышцъ съ одною и тою-же нагрузкой, благодаря существованію механизмовъ, состоящихъ изъ рычаговъ, частей твердыхъ и неподатливыхъ, но совершенно *пассивныхъ*, именно костей, къ которымъ прикрѣплены элементы *активные*—мышцы. „Мышца производитъ работу въ зависимости отъ своего груза, твердыя же части скелета обуславливаютъ окончательную форму работы“. (Mayer).

Спеціальная мышечная физиологія занимается главнымъ образомъ изученіемъ формы работы, совершаемой различными мышцами, и отысканіемъ для каждой изъ нихъ значенія произведенія $P \cdot H$.

Химическій составъ сухожилій такой же, какъ и составъ фиброзной соединительной ткани, которая составляетъ ихъ цѣликъ. Слѣдовательно, они состоятъ изъ клеевыхъ веществъ и при кипяченіи превращаются почти сполна въ желатину; они содержатъ также слѣды альбумина; межфибрилярное вещество содержитъ небольшое количество муцина.

Химическій составъ костей въ общемъ одинаковъ у всѣхъ высшихъ животныхъ. Если оставить въ сторонѣ костный мозгъ, состоящій у взрослыхъ животныхъ по преимуществу изъ жировой ткани и ткани кровеобразовательной (у взрослыхъ, какъ и у молодыхъ особей), то получится твердое вещество, собственно кость. Костныя тѣльца или клѣтки противостоятъ почти всѣмъ реактивамъ приблизительно такъ же, какъ и эластическая ткань. Межклѣточная основа кости, костное вещество въ узкомъ значеніи слова, состоитъ изъ основнаго *органическаго вещества* — *коллагена* (дающаго при кипяченіи, послѣ извлеченія солей, желатину), называемаго также «оссеиномъ»; въ немъ заключены *неорганическія составныя части*, придающія кости твердость. На 100 частей кости, освобожденной отъ костнаго мозга, приходится приблизительно 22% воды и 78% плотныхъ веществъ. Твердая часть содержитъ 65% неорганическихъ веществъ и 35% органическихъ (главнымъ образомъ оссеина). Изъ неорганическихъ веществъ больше всего находится фосфатовъ извести (вѣроятно $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), а именно 84%. Затѣмъ здѣсь находится 1% фосфорнокислаго Mg , 5—6% углекислой извести и небольшое количество CaCl_2 и

CaF_2 (1—2%). Химический состав минеральной части костей близко подходит къ составу апатита (Hörre-Seyler).

Фосфатъ кальція преобладаетъ однако въ значительной степени. Возрастъ не оказываетъ, повидимому, значительнаго вліянія на процентный составъ неорганическихъ веществъ.—Органическихъ веществъ, понятно, гораздо больше у очень молодыхъ животныхъ. Относительная хрупкость костей въ старости зависитъ не отъ химическаго измѣненія, но отъ увеличенія лакунъ и разрыхленія костныхъ перекладинъ. Полъ также не оказываетъ замѣтнаго вліянія на химическій составъ костей.

I. Сочлененія.—Сочленовныя поверхности костей покрыты хрящевымъ слоемъ, совершенно гладкимъ и скользкимъ вслѣдствіе присутствія суставной влаги (synovia); этимъ облегчается скольженіе костныхъ частей другъ около друга. Сжимаемость и эластичность, столь совершенныя у хряща, смягчаютъ толчки, которые были бы часто весьма сильны, если бы здѣсь не было ничего, кромѣ твердыхъ и почти несжимаемыхъ костей. Синовиальныя оболочки, выдѣляющія синовиальную жидкость (тягучую, содержащую муцинъ, подкрѣплены въ различныхъ мѣстахъ фиброзными связками, назначеніе которыхъ двояко: во 1-хъ, онѣ связываютъ одні костныя части съ другими и во 2-хъ, служатъ задерживающими механизмами для размѣра движеній. Другими задерживающими механизмами, весьма распространенными, являются костные выступы (напр., processus coronoideus и olecranon локтеваго сустава) и мышцы. Не одні только связки и синовиальныя капсулы служатъ для удержанія костей въ соединеніи (синовиальная капсула имѣетъ даже мало значенія съ этой стороны); и мышцы, окружающія сочлененія, служатъ для нѣкоторыхъ изъ нихъ сильной вправляющей скрѣпой (напр. m. deltoideus и другія мышцы для плечеваго сочлененія). Этотъ послѣдній механизмъ приводится въ дѣйствіе рефлекторнымъ путемъ (см. дальше). Обширность движеній регулируется указанными задерживающими механизмами. Специальная форма каждаго движенія зависитъ отъ формы обѣихъ сочленовныхъ поверхностей, имѣющихся въ каждомъ данномъ случаѣ.

Съ этой послѣдней точки зрѣнія давно уже различаютъ слѣдующіе виды сочлененій, поименованные въ порядкѣ ихъ подвижности.

1. *Шаровидные суставы (артродіи)*: сочленовная головка, болѣе или менѣе шаровидная, входящая въ сочленовную ямку, которая обхватываетъ ее болѣе или менѣе совершенно, какъ напр., въ тазобедренномъ и плечевомъ сочлененіяхъ. Сочленовная головка подвижна по всемъ направленіямъ вокругъ неподвижнаго центра вращенія, совпадающаго съ геометрическимъ центромъ головки. Кость, имѣющая такую сочленовную головку, можетъ совершать маятниковобразныя движенія по всемъ направленіямъ около множества осей проходящихъ черезъ центръ вращенія головки. Она можетъ также вращаться около своей продольной оси и, наконецъ, описывать поверхность конуса, вершина котораго есть центръ вращенія сочленовной головки.

Движенія многихъ артродій затруднены или ограничены въ различныхъ направленіяхъ сильными связками; сочлененія между фалангами и сочлененія пястныхъ костей находятся именно въ такихъ условіяхъ.

2. Сочлененія, допускающія вращеніе вокругъ двухъ осей, перпендикулярныхъ другъ другу. Случай этотъ довольно рѣдокъ. Атланто-затылочное сочлененіе и сочлененіе кисти могутъ служить, до извѣстной степени, примѣрами.

3. Сочлененія, допускающія движеніе вокругъ одной только оси вращенія. Этотъ видъ сочлененія, вмѣстѣ съ 1, самый важный. Одна изъ сочленовныхъ

поверхностей представляеть въ общемъ выпуклый цилиндръ, входящій въ соотвѣтственную цилиндрическую выемку другой кости сочлененія. Связки и костныя апофизы скрѣпляютъ кости и мѣшаютъ имъ перемѣщаться въ направленіи, перпендикулярномъ направленію обыкновенно совершаемаго движенія. Сюда относятся сочлененія: локтевое, колѣнное, нижнечелюстное и т. п. Рѣдко обѣ сочленовныя поверхности бываютъ идеально цилиндрическія, какъ напр., въ *art. radio-cubitalis* [*s. ulnaris*] локтя и сочлененіи атланта съ зубовиднымъ отросткомъ. Гораздо чаще онѣ имѣютъ выступы и соотвѣтствующія выемки, направленные по плоскости скольженія сочленовныхъ поверхностей. Такое устройство, на подобіе шарнира (блоковидное сочлененіе), мѣшающее перемѣщенію въ стороны, находится въ *art. humero-cubitalis*, въ сочлененіи ступни съ голенью, въ колѣнномъ сочлененіи и друг. Въ случаяхъ послѣдняго рода выступы (а также и соотвѣтствующія имъ углубленія) не представляются простыми шарнирами, но изогнуты въ стороны на подобіе *винтовой парьзки*; поэтому, когда подвижная кость совершаетъ свое маятникообразное движеніе, она одновременно получаетъ и боковое перемѣщеніе. Локтевое сочлененіе служитъ хорошимъ примѣромъ этому. Колѣнное сочлененіе еще болѣе сложно: въ то время какъ подвижная кость перемѣщается маятникообразнымъ движеніемъ, она принимаетъ такое положеніе, что образуетъ съ неподвижною костью болѣе или менѣе открытый уголъ.

4. *Неполныя сочлененія (amphiarthroses)*. Сюда относятся сочлененія, стоящія въ нѣкоторой связи съ тремя предыдущими видами, но обѣ кости скрѣплены такими плотными связками, что движеніе ограничено. Сочленовныя поверхности приближаются въ большей или меньшей степени къ плоскости. Примѣры этого даны въ сочлененіяхъ пятки и запястья.

5. *Симфизы, синхондрозы*. Сочленовной полости вовсе нѣтъ, но межкостныя связки, болѣе или менѣе растяжимыя, допускаютъ нѣкоторыя незначительныя перемѣщенія во всѣ стороны. Мы исключаемъ, однако, изъ этой категоріи нѣкоторые симфизы анатомовъ, гдѣ связки на столько плотны и нерастяжимы, что совершенно невозможно какое-либо движеніе; они должны быть отнесены, по ихъ подвижности, къ костнымъ швамъ. Таковы симфизы таза.

Подвижныя *симфизы*, имѣющіе огромное значеніе, существуютъ между различными *позвонками*. Подвижность прочихъ сочлененій такова, что двѣ данныя кости вовсе не имѣютъ по отношенію другъ къ другу какого-либо положенія устойчиваго равновѣсія; здѣсь всегда существуютъ условія для множества положеній безразличнаго равновѣсія, почему достаточно весьма слабой силы, чтобы перемѣстить кости; сверхъ того, послѣднія не могутъ быть возвращены въ первоначальное положеніе иначе, какъ только постоянной силой. — Иначе дѣло обстоитъ въ позвоночныхъ симфизахъ. Здѣсь обѣ кости имѣютъ всегда одно только, точно опредѣленное, положеніе устойчиваго равновѣсія, изъ котораго онѣ могутъ быть выведены только постоянной силой, достаточной для преодоленія значительной упругости межпозвонковыхъ связокъ. Какъ только эта сила перестала дѣйствовать, эластичность межпозвонковыхъ дисковъ всегда возвращаетъ обѣ кости въ ихъ положеніе устойчиваго равновѣсія. Такимъ образомъ это положеніе зависитъ отъ эластичности упомянутыхъ дисковъ.

Позвоночный столбъ въ цѣломъ относится къ механическимъ воздѣйствіямъ, какъ эластическій стержень. Онъ можетъ искривляться, сгибаться по всѣмъ направленіямъ и скручиваться по своей длинѣ; разъ вѣшная сила перестала дѣйствовать, онъ выпрямляется подобно китовому усу, въ силу

одной упругости межпозвонковых дисковъ.—Подвижность различныхъ областей позвоночнаго столба весьма различна; она зависитъ прежде всего отъ толщины межпозвонковыхъ хрящей; эта толщина больше всего въ шейной и поясничной частяхъ, которыя и отличаются ихъ подвижностью. Межпозвонковые диски допускали бы, правда, движенія во всѣ стороны, но въ поясничной области расположеніе сочленовныхъ отростковъ препятствуетъ всякому скручиванію по длинѣ столба; тѣ-же отростки дѣлаютъ невозможнымъ какое бы то ни было сгибаніе напередъ и назадъ въ спинной области.

Присутствіе межпозвонковыхъ пластинъ и изгибъ въ видѣ S [цѣлаго позвоночнаго столба] имѣютъ огромное механическое значеніе. Позвоночный столбъ челоуѣка, какъ и животныхъ, долженъ выдерживать значительныя давленія по своей длинѣ, и эти давленія часто бываютъ очень быстры, носить характеръ толчка. Твердый стержень, особенно прямой и не сгибающійся, выдерживалъ бы съ трудомъ такія толчки, не ломаясь. Подъ вліяніемъ толчковъ, дѣйствующихъ по направленію длины, изогнутая фигура вродѣ позвоночнаго столба, сгибается гораздо легче, чѣмъ прямой стержень; кромѣ того она сгибается легче, не выходя за предѣлы своей эластичности, что сопровождалось бы искаженіемъ нормальной формы.

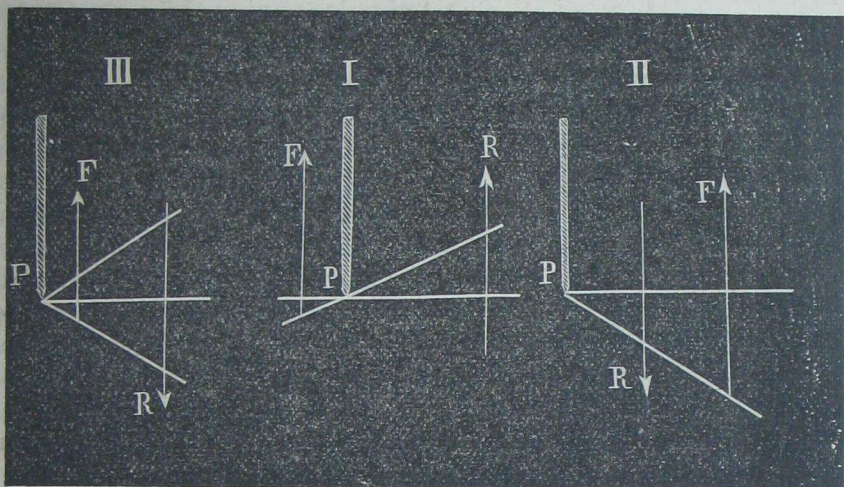
Межпозвонковыя пластинки атрофируются значительно съ возрастомъ. У старыхъ людей туловище не имѣетъ уже эластичности юнаго возраста и сверхъ того общая длина позвоночнаго столба уменьшается; старики въ самомъ дѣлѣ становятся ниже. Диски сѣдаются также отъ давленія; ихъ упругость несовершенна. Туловище длиннѣе утромъ и особенно послѣ продолжительнаго покоя въ горизонтальномъ положеніи.

II. Способы прикрѣпленія мышцъ.—Каждый сухожильный конецъ мышцы прикрѣпляется обыкновенно къ кости. Мышцы лица, гортани и т. п. прикрѣпляются однимъ изъ концовъ къ мягкимъ частямъ, которыя онѣ перемѣщаютъ при сокращеніи. Когда мышца прикрѣпляется обоими концами къ костямъ, нужно различать одно прикрѣпленіе подвижное отъ другого—неподвижнаго. Но это различіе не абсолютно, такъ какъ могутъ быть подвижны и обѣ кости. Если другія мышцы фиксируютъ извѣстную относительно подвижную кость, то эта послѣдняя можетъ стать неподвижною, другая кость является подвижною. Слѣдовательно, рѣчь идетъ только объ относительной подвижности. Гимнастъ пригибаетъ часто плечевую кость къ локтевой; мы можемъ пригибать ступню къ голени или голень къ ступнѣ.

Обыкновенно, направленіе мышцы прямолинейное. Но въ нѣкоторыхъ случаяхъ мышца или сухожиліе идетъ по кривой (*m. frontalis*) или подъ угломъ (верхняя косая мышца глаза) по передаточному блоку, такъ что дѣйствіе ея передается на подвижную часть по другому направленію, чѣмъ направленіе самой мышцы.

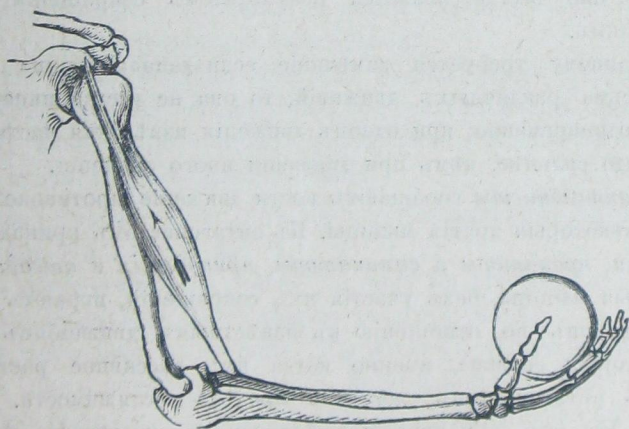
Большая часть мышцъ дѣйствуетъ на настоящіе костные рычаги, и большею частью это *рычаги 3-го рода* (фиг. 182, III), т. е., точка приложенія силы (мышца) находится между точкой опоры [точка вращенія] и сопротивленіемъ [точка приложенія тяжести на подвижномъ концѣ кости], напр., *m. deltoideus*, *m. biceps brachii* (фиг. 183) и т. п. Какъ общее правило, подвижное прикрѣпленіе мышцы находится очень близко къ точкѣ опоры, чѣмъ увеличивается скорость—путь, проходимый подвижнымъ концомъ кости—въ ущербъ поднимаемой массѣ. Изъ этого слѣдуетъ, что для произведенія значительнаго перемѣщенія тяжести, мышцѣ не приходится сильно укорачиваться: сильное

укороченіе къ тому же ослабляетъ ея сократительную силу (Schwann). Отсюда слѣдуетъ также, что даже тѣ мышцы, которые должны производить



Фиг. 182.—I рычагъ 1-го рода; II рычагъ 2-го рода; III рычагъ 3-го рода; P, точки опоры; F, сила; R, тяжесть (сопротивленіе).

значительныя перемѣщенія костныхъ рычаговъ, могутъ быть перистыми. Рычагъ 2-го рода (фиг. 182, II) встрѣчается въ животномъ организмѣ рѣже.

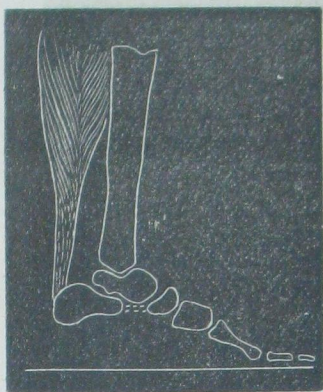


Фиг. 183.

Сопротивленіе, точка подлежащая перемѣщенію, находится между точкой опоры и точкой приложенія силы. Стопа (фиг. 184) является рычагомъ этого рода всякій разъ, какъ мы поднимаемъ тяжесть нашего тѣла на цыпочкахъ. Сила—мышцы Ахиллесова сухожилія, сопротивленіе падаетъ на tibia, поддерживающую тяжесть тѣла. Рычагъ этого рода даетъ возможность поднять тяжесть относительно большую для данной силы; онъ примѣняется во многихъ рабочихъ инструментахъ, напр., въ тачкѣ.

Рычагъ 1-го рода—точка опоры между сопротивленіемъ и силою (фиг. 182, I)—примѣненъ именно въ сочлененіи головы съ позвоночнымъ столбомъ. Точка опоры—art. occipito-atlantoidea. Когда мы вытягиваемъ голову, то сила представлена идущими отъ верхней части шеи къ затылку мышцами; когда же нагибаемъ голову, то сила приложена спереди точки опоры. Стоячее поло-

женіе даетъ случай къ примѣненію значительнаго числа такихъ рычаговъ (сочлененіе одного позвонка съ другимъ, сочлененіе туловища съ тазомъ). Можно указать еще примѣръ въ разгибаніи предплечія на плечевой части руки.



Фиг. 184.

Вспомогательныя мышцы и антагонисты. Вообще, извѣстная мышца (или нѣсколько ихъ) расположена такимъ образомъ, что она производитъ по преимуществу одно какое нибудь движеніе данной кости. Отсюда не слѣдуетъ, однако, заключать, что для произведенія этого движенія служить только одна данная мышца. Мы встрѣчаемся здѣсь съ общимъ правиломъ, что всякое движеніе производится всегда всѣми мышцами, которыя могутъ ему способствовать и которыя дѣйствуютъ въ согласіи другъ съ другомъ; этимъ избѣгается мышечное утомленіе; помимо того, если какой нибудь мускуль начинаетъ утомляться, онъ легче воспособляется въ необходимой мѣрѣ въ требуемомъ дѣйствіи какимъ-либо другимъ или нѣсколькими другими. Въ большинствѣ движеній мы встрѣчаемся, такимъ образомъ, съ «физиологическими группами» мышцъ, съ мыш-

цами *совмѣстно-работающими* (синергеты), которыя обыкновенно и иннервируются разомъ. Такъ въ конечностяхъ есть съ одной стороны сгибатели, съ другой разгибатели. Доказано, что каково бы ни было движеніе глаза (боковое, поднятіе и т. п.), оно всегда является результатомъ сокращенія всѣхъ внѣшнихъ глазныхъ мышцъ.

Къ сказанному требуется замѣчаніе: если данная мышца содѣйствуетъ произведенію весьма различныхъ движеній, то она не всегда иннервируется по всей своей массѣ одновременно; при одномъ движеніи извѣстная часть ея можетъ сокращаться гораздо сильнѣе, чѣмъ при движеніи иного значенія.

Мышцы-антагонисты сообщаютъ кости движеніе противоположное тому, какое вызываютъ нѣкоторыя другія мышцы. Къ антагонистамъ принадлежатъ: *сгибатели и разгибатели, пронаторы и супинаторы, приводящіе и отводящіе* и т. д.

Нѣкоторыя мышцы, безъ участія ихъ сокращеній, играютъ роль задерживающихъ механизмовъ по отношенію къ извѣстнымъ движеніямъ (въ той же мѣрѣ какъ и нѣкоторыя связки), именно когда ихъ пассивное растяженіе, вызванное сокращеніемъ антагонистовъ, достигло предѣла растяжимости. Вообще же однако онѣ играютъ эту роль при участіи рефлекторной иннервации. Мышцы Ахиллесова сухожилія препятствуютъ чрезмерному сгибанію ступни; разгибатели пальцевъ слишкомъ коротки, чтобы возможно было одновременное полное пригибаніе пальцевъ къ кисти и кисти къ рукѣ; мы не можемъ вытянуть голени и бедра въ одну линію (распрямить въ колѣнѣ), когда бедро пригнуто къ тазу.

Вытянутая мышца можетъ развить гораздо большую силу (поднять большую тяжесть, не удлинняясь), чѣмъ въ томъ случаѣ, если она уже укорочена: чтобы развить значительную силу, мы растягиваемъ предварительно мышцы — дѣлаемъ размахъ¹⁾. Напротивъ, для произведенія тонкихъ движеній, мы придаемъ членамъ такое положеніе, при которомъ дѣйствующія мышцы уже укорочены (Schwan-

¹⁾ О причинѣ этого сравн. 414 стр.

III. Стояніе.—При прямомъ стояніи, тѣло въ цѣломъ представляетъ неподвижный столбъ. Перпендикуляръ, опущенный изъ центра тяжести тѣла, проходитъ черезъ плоскость опоры, образуемую обѣими ступнями.

Кромѣ нѣкоторыхъ рѣдкихъ и неизбѣжныхъ исключеній, *спокойное стояніе совершается безъ помощи мышц* ¹⁾. Еслибы оно происходило лишь при активномъ участіи мышцъ, то оно не могло бы быть продолжительнымъ (даже $\frac{1}{4}$ часа), такъ какъ мышцы уставали бы слишкомъ скоро. Мышцы сокращаются только для измѣненія равновѣсія тѣла надъ плоскостью опоры, для перемѣщенія его въ нѣкоторое новое положеніе механическаго равновѣсія. Это же послѣднее обуславливается чисто механическимъ расположеніемъ частей, вовсе не требующимъ активнаго участія мышцъ или, самое большее, требующимъ нѣкоторыхъ мало значущихъ мышечныхъ сокращеній.

Разберемъ съ этой точки зрѣнія элементы, составляющіе стояніе.

1. *Фиксація головы въ вертикальномъ положеніи на позвоночникъ.* Голова представляетъ собой одну изъ частей тѣла, для фиксаціи которыхъ необходимо участіе мышечной силы. Перпендикуляръ, опущенный изъ центра тяжести головы, проходитъ впереди затылочно-атлантнаго сочлененія; поэтому, безъ непрерывнаго участія мышцъ, идущихъ отъ позвоночника къ затылочной кости, подбородокъ былъ бы опущенъ на грудь (какъ при снѣ въ сидячемъ положеніи).

Не такъ это у многихъ животныхъ, особенно у быка, у котораго голова поддерживается и удерживается въ обычномъ положеніи сильною затылочною связкою. У чловѣка, живого и дѣятельнаго, голова никогда не остается долго въ одномъ какомъ нибудь положеніи, а слѣдовательно и фиксація ея какимъ либо способомъ, помимо мышечной силы, являлась бы относительно бесполезной.

Заслуживаетъ также вниманія вращеніе головы около зубовиднаго отростка. По Ненке, здѣсь условія таковы, что при поворачиваніи голова спускается нѣсколько книзу, какъ бы по винтовой линіи, чѣмъ устраняется вытяженіе спинного мозга при значительномъ поворачиваніи.

2. *Позвоночный столбъ* укрѣпленъ на подобіе эластическаго стержня, какъ объ этомъ говорилось на стр. 471 ²⁾.

3. *Фиксація позвоночника на тазу.* Въ общемъ это сочлененіе неподвижно: крестецъ и тазъ образуютъ одну общую твердую массу.

4. *Фиксація туловища на бедрахъ.* Мы можемъ разсматривать голову, туловище и тазъ, какъ одно совершенно нестигающееся цѣлое, скрѣпленное вышеуказаннымъ образомъ. Перпендикуляръ, опущенный изъ его центра тяжести (находящагося впереди 10-го груднаго позвонка), проходитъ нѣсколько кзади отъ линіи соединенія обоихъ тазобедренныхъ сочлененій. При стояніи туловище поддерживается обоими бедрами и удерживается отъ паденія назадъ двумя сильными связками—*lig. ileo-femoralia*, которымъ помогаетъ еще апоневрозъ широкой фасціи. Туловище какъ бы подвѣшено на этихъ связкахъ. Это не мѣшаетъ однако тому, что многія мышцы содѣйствуютъ часто

¹⁾ Однако это не совсѣмъ точно, какъ видно изъ послѣдующаго.

Н. В.

²⁾ Надо добавить, что позвоночникъ въ своихъ частяхъ болѣе подвижныхъ (шейной и поясничной) пуждается для фиксаціи въ дѣятельномъ (а не одномъ пассивномъ) участіи мышцъ. Дѣйствительно эти части позвоночника снабжены обильно и крѣпкими мышцами.

Н. В.

той же цѣли; но онѣ вступаютъ въ роль скорѣе отдѣльными моментами, чтобы возвратить туловище къ положенію равновѣсія всякій разъ, когда оно наклонится слишкомъ впередъ или назадъ.

5. *Фиксація на уровнѣ колѣна.* Для отдѣла: голова, туловище, руки и бедра, нужно отыскать новый центръ тяжести. Перпендикуляръ, опущенный изъ него проходить черезъ линію, соединяющую заднія части обоихъ колѣнныхъ сочлененій. Устойчивое равновѣсіе возможно здѣсь, слѣдовательно, безъ мышечной работы и даже безъ значительнаго напряженія связокъ. Паденію назадъ мѣшаетъ главнымъ образомъ *m. triceps femoris*, возвращающій всегда центръ тяжести впередъ. Сгибаніе колѣна напередъ совершенно невозможно благодаря присутствію *lig. cruciat anterioris*. Когда колѣнное сочлененіе отведено настолько къзади, что происходитъ напряженіе этой связки, то для удержанія колѣна въ разогнутомъ состояніи не требуется уже никакой мышечной силы. Здѣсь почти тѣ-же условія, что мы видѣли въ тазобедренномъ сочлененіи.

6. *Фиксація голеностопныхъ суставовъ.* Центръ тяжести всего тѣла находится немного впереди отъ *promontorium* и въ самомъ *promontorium* ¹⁾. При военной вытяжкѣ, перпендикуляръ, опущенный изъ центра тяжести, проходитъ, быть можетъ, нѣсколько впереди линіи соединенія обоихъ голеностопныхъ сочлененій. Поэтому тѣло должно бы падать впередъ, если бы оно не удерживалось мышцами, и главнымъ образомъ мышцами Ахиллесова сухожилія.

7. Плоскость опоры для всего тѣла образуется обѣими ступнями; она бываетъ шире или уже въ зависимости отъ того, какъ широко разставлены ноги. Кости пятки и плюсны, соединенныя весьма сильными связками, образуютъ подошвенный сводъ, опирающійся на землю 3-мя точками: *calcaneus* [собственно бугоръ снизу въ задней части этой кости] и головки 1 и 5 плюсневыхъ костей (чѣмъ предохраняются нервы и сосуды подошвы отъ какого бы то ни было давленія).

Такимъ образомъ большая часть разсматриваемыхъ сочлененій фиксируется при стояніи расположеніемъ костныхъ частей и связками. Нѣкоторые изъ сочлененій требуютъ для фиксаціи примѣненія мышечной силы, но и въ этомъ случаѣ тяжесть мало поддерживается мышцами, участіе которыхъ сведено до *minimum'a*. Последнее въ особенности вѣрно для стоянія съ разставленными ногами.

Не смотря однако на такое устройство, усталость даетъ себя чувствовать гораздо скорѣе при стояніи, чѣмъ при ходженіи. При этомъ последнемъ, извѣстныя мышцы сокращаются и расслабляются попеременно, почему и усталость наступаетъ не такъ скоро; при стояніи же мышцы сокращаются болѣе или менѣе непрерывно и скоро утомляются.

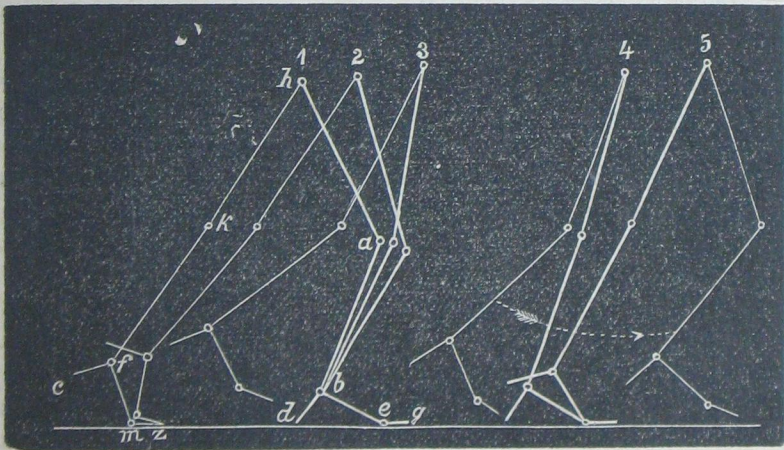
Не слѣдуетъ считать за примѣры необычайной мышечной силы хорошо извѣстные фокусы людей, поддерживающихъ необычайно большія тяжести, какъ пушки, или же останавливающихъ экипажъ, запряженный парой лошадей. Мышечная сила почти не принимаетъ участія въ этихъ «чудесахъ силы» (*tours de force*). Въ первомъ случаѣ человекъ подпираетъ тѣло обѣими своими конечностями по направленію къ двумъ сопротивленіямъ, къ откосу и дугѣ, чтобы такимъ путемъ образовать

¹⁾ Центръ тяжести всего тѣла лежитъ по Braune и Fischer'y (1889) на $4\frac{1}{2}$ см. ниже *promontorium ossis sacri*.

изъ твердыхъ частей скелета неподвижную арку: тяжесть пушки дѣйствуетъ въ концѣ концовъ по длинѣ позвоночника, который не подается иначе, какъ только будучи раздавленъ по своей длинѣ. То-же самое дѣлаетъ и тотъ, кто останавливается экипажъ съ парой лошадей. Секретъ этихъ фокусовъ заключается въ томъ, чтобы дать неподвижному столбу (позвоночникъ, бедра и голени) такое положеніе, при которомъ внѣшняя сила дѣйствовала бы по его длинѣ. Мышцы служатъ только для приведенія костныхъ частей въ желаемое положеніе.

IV. Хожденіе. Бѣганіе.—При стояніи, перпендикуляръ, опущенный изъ центра тяжести всего тѣла, проходитъ между обѣихъ ступней. Если при этомъ положеніи поднять одну ногу, то плоскость опоры образуетъ только одна ступня, и перпендикуляръ, опущенный изъ центра тяжести, пройдетъ сбоку ея, т. е. должно послѣдовать паденіе. Но, устанавливая корпусъ тѣла такимъ образомъ, чтобы центръ тяжести находился надъ одной изъ ступней, можно поднять и переставить другую ногу. Это и бываетъ при *хожденіи*. Въ этомъ актѣ различаютъ „активную ногу“, поддерживающую тѣло, и „пассивную ногу“. Каждая нога поочередно становится то активной, то пассивною; кромѣ того, грузъ тѣла никогда не отдѣляется отъ почвы, но только перемищается поочередно съ одной ноги на другую. Не такъ это при бѣгѣ и прыжкѣ.

Въ хожденіи можно различать слѣдующіе акты (фиг. 185).



Фиг. 185.—Фазы хожденія. Толстыя линіи обозначаютъ активную конечностю, — пассивную: *h*—бедренное сочлененіе; *k*—колѣно; *f*—голеностопное сочлененіе; *c*—пятка; *z*—большой палецъ ноги; по Landois.

1. Активная или опорная нога (1) стоитъ въ вертикальной плоскости и согнута въ колѣнѣ; она одна поддерживаетъ тяжесть. Пассивная [или качающаяся] нога (тонкая л.) вытянута назадъ и касается земли кончикомъ ступни.

2. Активная нога выпрямляется въ колѣнѣ (3, 4), пассивная же удлиняется вслѣдствіе большаго разгибанія ступни и выпрямляется подобно рессорѣ. Такимъ образомъ тѣло, получивъ толчекъ впередъ и вверхъ, продолжаетъ затѣмъ дальнѣйшее движеніе въ силу пріобрѣтенной скорости; центръ тяжести оказывается скоро впереди ступни активной ноги и тѣло должно было бы падать въ этомъ направленіи, если бы этому не помѣшало маятниковобразное движеніе, совершаемое за это время качающейся ногою (3, 4 и 5). Эта послѣдняя, быстро вытянувшись, какъ мы только что говорили, отдѣ-

ляется отъ земли, укорачиваясь вслѣдствіе сгибанія въ колѣнѣ, и движется впередъ подобно маятнику. Въ концѣ своего качанія она выпрямляется и касается земли, чтобы въ свою очередь принять на себя тяжесть тѣла (которое въ противномъ случаѣ упало бы) и стать активной. Слѣдовательно, мы вернулись къ первой фазѣ. При ходженіи мы толкаемъ постоянно наше тѣло впередъ и вверхъ и постоянно падаемъ, но падаемъ на собственные ступни. Различныя сочлененія попеременно сгибаются и выпрямляются; также попеременно сокращаются и расслабляются мышцы.

Движеніе впередъ пассивной конечности является актомъ дѣйствительно пассивнымъ, въ которомъ сокращеніе мышцъ не принимаетъ участія. При ускоренномъ же шагѣ, пассивная конечность притягивается впередъ при помощи мышцъ, а поэтому онъ гораздо утомительнѣе обыкновеннаго шага. Мы можемъ ускорить шагъ, не совсемъ выпрямляя наши ноги въ колѣнѣ, укорачивая, слѣдовательно, маятникъ; этотъ послѣдній, по извѣстнымъ законамъ, будетъ дѣлать болѣе скорыя качанія. Люди небольшого роста обладаютъ болѣе скорымъ шагомъ, потому что ихъ ноги представляютъ собою маятники болѣе короткіе, чѣмъ у людей высокаго роста. Поэтому военный шагъ не представляется естественнымъ для всѣхъ, такъ какъ нижнія конечности не одинаково длинны у всѣхъ — причина, почему прерываютъ правильный шагъ войскъ при продолжительныхъ переходахъ.

Головка бедра удерживается (при ходженіи) въ своей сочленовой ямкѣ не мышечной силой и даже не связками. Удерживаютъ ее здѣсь двѣ чисто физическія причины: во 1-хъ атмосферное давленіе (Ed. и Wilh. Weber), а во 2-хъ — сѣпленіе между двумя сочленовными поверхностями, смазанными синовиальной влагой (Rose). Если перерѣзать на трупѣ всѣ окружающія мышцы, равно какъ и суставную сумку, то бедренная головка тѣмъ не менѣе удерживается въ сочленовой ямкѣ, удерживается и въ томъ случаѣ, когда нога отягощена значительною тяжестью (Aeby). Но она выпадаетъ тотчасъ изъ сочленовой полости, какъ только пробурвано дно послѣдней.

Бѣганіе отличается отъ ходженія не скоростью — такъ какъ бѣгать можно медленно, чѣмъ ходить — но тѣмъ, что при каждомъ шагѣ тѣло оставляетъ на короткое время почву. Какъ и при ходженіи, тѣло толкается впередъ и вверхъ черезъ равныя промежутки времени, попеременно обѣими ногами. Здѣсь исключительно активная или опорная нога является этой толкающей силой [путемъ энергичнаго выпрямленія этой ноги послѣ того, какъ она предъ тѣмъ находилась въ болѣе согнутомъ положеніи, чѣмъ при обыкновенной ходьбѣ]. Маятникообразное качаніе — болѣе или менѣе активно; качающаяся нога влечется впередъ мышцами.

Анализъ ходженія и бѣганія, вообще всѣхъ видовъ локомоціи, какъ у человека, такъ и у животныхъ, былъ подвинутъ далеко впередъ Marey'емъ (и его учениками) съ помощью очень остроумныхъ графическихъ приборовъ. Смотр. Marey, *La machine animale* (перев.).

Нѣсколько лѣтъ тому назадъ начали анализировать быстрыя движенія животныхъ при помощи моментальной фотографіи. Этимъ методомъ получены интересные результаты, и онъ далъ возможность анализировать въ мельчайшихъ подробностяхъ различныя локомоторныя движенія лошади (Muybridge, Marey), полетъ птицъ (Marey) и т. д. Въ общемъ, дѣло заключается въ полученіи послѣдовательнаго ряда снимковъ съ одного и того же животнаго за время одной извѣстной фазы движенія, напр., за время совершенія одного шага или одного прыжка.

V. Роль чувствительности при стоянии, хождении, бѣганіи и т. п. и при движеніяхъ конечностей.—Какъ мы видѣли, прямое стояніе происходитъ при участіи лишь механизма, состоящаго изъ несократительныхъ частей [хотя нѣкоторые ограниченія къ этому надо сдѣлать]. Хожденіе, бѣганіе, прыганіе и различныя движенія членовъ разсматривались выше какъ акты двигательные и волевые. На дѣлѣ, во всѣхъ этихъ актахъ принимаетъ участіе чувствительный элементъ болѣе или менѣе безсознательный, рефлекторный. Хожденіе и т. п. постоянно контролируется центростремительными импульсами, опредѣляющими чувство равновѣсія, глубокими ощущеніями со стороны членовъ (мышечное чувство), впечатлѣніями тактильными, зрительными и т. д. Получающіеся отсюда импульсы безпрепятственно указываютъ на положеніе головы въ пространствѣ, на степень укороченія мышцъ, на напряженіе связокъ, нажатіе сочленовныхъ поверхностей, натяженіе кожи и т. п.

Изъ всего этого складывается болѣе или менѣе сознательное, постоянно мѣняющееся представленіе о положеніи нашихъ членовъ и нашего тѣла. Случается, что ощущенія глубокія и чувствительность тактильная оказываются уничтоженными вслѣдствіе заболѣваній нервной системы; въ этомъ случаѣ больной дѣлаетъ движенія неправильно, внутреннее регулированіе ихъ страдаетъ недостатками, хотя бы мышечная сила и не была понижена. Такой больной умѣетъ двигать анестезированнымъ членомъ, только руководствуясь зрѣніемъ. Если бы внезапно анестезировать, напр., руку въ моментъ произведенія ею волевого движенія, то это послѣднее было бы болѣе или менѣе урѣзано или стало бы неправильнымъ во время самого своего совершенія. Эти *сензитивно-моторныя* дѣйствія въ высшей степени важны въ дѣлѣ выполненія обычныхъ движеній нашихъ членовъ и всего нашего тѣла. Въ движеніяхъ нашихъ членовъ принимаютъ участіе глубокія (мышечное чувство) и поверхностныя (тактильныя) ощущенія со стороны самихъ членовъ; равновѣсіе нашего тѣла при стояніи или локомоціи обезпечивается этими же ощущеніями и сверхъ того чувствомъ равновѣсія. Это послѣднее регулируетъ и координируетъ движенія почти совершенно безсознательнымъ путемъ; импульсы (центростремительные) мышечнаго чувства обыкновенно становятся сознательными, и тѣмъ не менѣе они управляютъ волевыми движеніями безсознательнымъ образомъ, по большей части рефлекторно.

Координація волевыхъ движеній бываетъ въ извѣстный моментъ сознательною, особенно, если они нѣсколько необыкновенны, какъ напр., писаніе. Съ теченіемъ времени, центростремительные импульсы мышечнаго чувства, участвующіе въ ихъ выполненіи становятся почти безсознательными, какъ напр., при игрѣ на рояли, на скрипкѣ. Рефлекторный, безсознательный характеръ еще сильнѣе сказывается въ движеніяхъ, свойственныхъ вообще данному виду животнаго (какъ напр. въ хожденіи), которыми управляетъ прирожденный нервный механизмъ, преобразованный у индивидовъ этого вида. Достойнымъ вниманія съ этой точки зрѣнія является *сухожильный рефлексъ*. Голенъ становится подъ прямымъ угломъ къ бедру и держится въ висячемъ положеніи; если ударить теперь слегка по колѣнному сухожилію [въ промежуткѣ между колѣнной чашкой и *tuberositas tibiae*], то *m. triceps* производитъ короткое сокращеніе и подбрасываетъ голенъ впередъ. Центръ этого рефлекса, общаго для всѣхъ, мышцъ находится въ спинномъ мозгу. Случается, что, идя, неожиданно оступившись. Пятка, напр., остается безъ опоры; она опускается, Ахиллесово сухожиліе быстро натягивается и сейчасъ же слѣдуетъ рефлекторное сокращеніе его мышцъ, фиксирующее пяточные сочлененія. Сознательные импульсы,

выходя изъ мозговой коры, приходили бы при этомъ слишкомъ поздно. Но спинно-мозговой рефлексъ, пути котораго болѣе коротки, выступаетъ въ качествѣ периферическаго регулятора, досматривающаго на мѣстѣ за волевыми движеніями.

У птицъ регулированіе нѣкоторыхъ движеній стоянія еще болѣе децентрализовано; оно даже свободно почти отъ вліянія нервной системы: тяжесть тѣла, сгибая ногу въ голенно-стопномъ сочлененіи, закрываетъ когти сидящей на вѣтви хищной птицы чисто механическимъ путемъ.

Регулированіе, чисто рефлекторное, мышечныхъ сокращеній со стороны *чувства равновѣсія* распространяется на всѣ мышцы нашего тѣла, въ частности глазныя. Наклоненія головы, какъ и всего тѣла, сопровождаются сокращеніемъ глазныхъ мышцъ, цѣль которыхъ—удержать вертикальный меридіанъ глаза въ вертикальномъ положеніи.

Вслѣдствіе чисто рефлекторнаго характера этихъ мышечныхъ сокращеній, поврежденіе и въ особенности раздраженіе периферическаго нервнаго аппарата чувства равновѣсія (полукружные каналы), равно какъ и центральныхъ органовъ (мозжечекъ, средній мозгъ) вызываютъ «насилъственные движенія».

Усовершенствованіе нашихъ, такъ называемыхъ волевыхъ движеній подѣ влияніемъ упражненій зависитъ только отчасти отъ развитія мышечной силы, главнымъ же образомъ оно заключается въ выработкѣ точнаго регулированія съ помощью центростремительныхъ импульсовъ, по преимуществу со стороны мышечнаго чувства.

Волевые движенія.—Часто противопоставляютъ сокращеніе поперечно-полосатыхъ мышцъ сокращенію гладкихъ, внутренностныхъ мышцъ; первыя являлись бы подчиненными волѣ, вторыя нѣтъ. Но такого различія не слѣдуетъ понимать буквально. Совершенно вѣрно, что вообще сокращеніе мышцъ конечностей начинается подѣ вліяніемъ сознательныхъ импульсовъ мозговой коры. Но въ частностяхъ выполненіе движенія происходитъ безсознательнымъ путемъ. Когда мы желаемъ согнуть руку, то сознательнымъ и волевымъ является поставленная цѣль—перемѣщеніе даннаго члена вообще, но мы не имѣемъ никакого представленія о мышцахъ, которыя должны сдѣлать это. Большинство не знаетъ даже, что у нихъ есть *m. biceps*. Сокращеніе этого послѣдняго является волевымъ не въ большей степени, чѣмъ сокращеніе рѣсничной мышцы (съ гладкими волокнами). Положимъ, мы *желаемъ* ясно видѣть близкій предметъ. Аккомодация глаза и сведеніе зрительныхъ осей, слѣдовательно, акты волевые; но наше внутреннее чувство не вѣдаетъ о существованіи мышцъ внутреннихъ, прямыхъ и рѣсничной. Поэтому, ошибочно называть поперечно-полосатыя мышцы произвольными, а гладкія непроизвольными.

Сокращенія рѣсничной мышцы, гладкой, на столько же произвольны, какъ и сокращенія двухглавой мышцы руки; а сокращенія сердечной мышцы, поперечно-полосатой, абсолютно непроизвольны.

Такъ какъ сокращенія мышцъ конечностей и туловища не являются абсолютно сознательно-произвольными, то нѣтъ ничего удивительнаго, что центростремительные импульсы регулируютъ ихъ безсознательнымъ путемъ.

Отдѣлъ 2.—Голосъ и рѣчь.

Голосъ производится колебаніями двухъ упругихъ пластинокъ, находящихся въ гортани и извѣстныхъ подѣ именемъ *истинныхъ голосовыхъ связокъ*; толчокъ къ ихъ колебаніямъ даетъ воздухъ, протоняемый выдыхательными мышцами. Видоизмѣненіе голоса, составляющее „рѣчь“,

„членораздѣльный языкъ“, является отчасти результатомъ совмѣстнаго дѣйствія на голосовыя связки множества мышцъ, отчасти результатомъ резонаторнаго вліянія на производимыя гортанью звуки со стороны полости рта, носа и глотки. Такимъ образомъ въ образованіи голоса участвуютъ рубчатые мышцы: выдыхательныя мышцы, мышцы гортани, глотки, входа въ зѣвъ, полости рта и губныя мышцы ¹⁾.

Анатомія. Хрящевой остовъ гортани.—Голосовыя связки и двигающіе ихъ мускулы прикрѣпляются къ хрящевому остову гортани. Неподвижная часть, постоянная точка прикрѣпленія этого остова, есть верхняя часть дыхательнаго горла, именно верхнее (полное) кольцо — перстневидный хрящъ. Къ нему прикрѣпляются, какъ части подвижныя, щитовидный хрящъ и оба черпаловидные. Щитовидный хрящъ — хрящевая пластинка, согнутая такимъ образомъ, что образуетъ полость открытую сзади — двумя своими малыми рожками сочленяется съ боковыми стѣнками перстневиднаго хряща. Это сочлененіе подвижно въ передне-заднемъ направленіи: щитовидный хрящъ можетъ повертываться спереди назадъ около поперечной оси, проходящей черезъ оба малые рожка. Оба черпаловидные хряща представляютъ собою пирамиды, сочлененныя своими основаніями съ верхнимъ краемъ перстневиднаго хряща, въ задней его части, близъ срединной линіи. Сочлененіе это таково, что оно даетъ имъ возможность совершать перемѣщенія боковыя и передне-заднія, кромѣ того вращаться около вертикальной оси. Изъ двухъ отростковъ, которыми каждый изъ нихъ снабженъ при своемъ основаніи, одинъ направленъ назадъ и немного наружу и представляетъ собою мѣсто прикрѣпленія нѣсколькихъ мышцъ—мускулатурный отростокъ; другой отростокъ направленъ впередъ, въ полость гортани, и служитъ для прикрѣпленія одной мышцы и по преимуществу голосовыхъ связокъ—голосовой отростокъ.

Голосовыя связки суть двѣ перепончатыя складки слизистой оболочки гортани, могущія сближаться до соприкосновенія по передне-задней линіи. Каждая изъ нихъ на свободномъ краѣ состоитъ изъ весьма плотнаго пучка эластическихъ волоконъ, сзади прикрѣпленнаго къ голосовому отростку черпаловиднаго хряща той же стороны, а спереди въ углубленіи, образуемомъ щитовиднымъ хрящемъ изнутри на срединной линіи (выпуклость снаружи извѣстна подъ именемъ Адамова яблока). Этотъ эластическій пучекъ есть настоящее вибрирующее тѣло—истинная голосовая связка. Свободный край связки выстланъ многослойнымъ торцевиднымъ эпителиемъ,

¹⁾ Вообще нашъ органъ голоса дѣйствуетъ по типу *духовой трубы*. Роль пластинчатаго «язычка» послѣдней играютъ двѣ голосовыя связки, роль мѣха—легкія, роль духовой трубы, въ которую вгоняется воздухъ и въ которой находится вибрирующий язычекъ,—гортань, роль «надставной трубки» (*tubulure*), надѣваемой на духовой ящикъ и вносящей тѣ или другія резонаторныя вліянія на звуки, производимыя духовой трубой — полость зѣва, рта и носа. Въ послѣдующемъ изложеніи этими терминами будутъ переводиться соотвѣтственныя понятія французскаго оригинала.

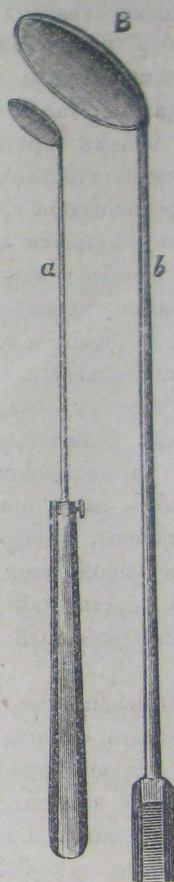
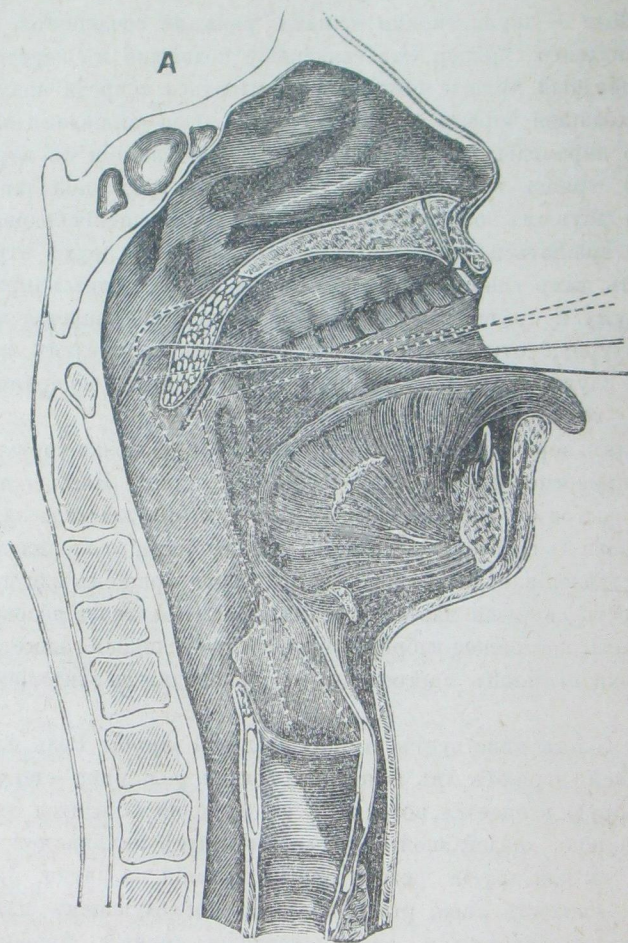
Существенный моментъ въ произведеніи звука духовой трубой лежитъ не въ самомъ колебаніи язычка (если привести его въ колебаніе на открытомъ воздухѣ при помощи электромагнита, то звукъ получается очень слабый и другого характера), а въ тѣхъ періодическихъ сгущеніяхъ и разрѣженіяхъ воздушнаго столба, которыя возникаютъ вслѣдствіе его колебаній. Въ сиренѣ такія сгущенія и разрѣженія производятся безъ всякаго участія колеблющихся язычковыхъ.

Относительно теоріи духовыхъ трубъ см. курсы физики.

Н. В.

весьма плотно соединеннымъ съ подлежащимъ эластическимъ пучкомъ. Остальная часть гортани и дыхательное горло покрыты настоящей, плотно соединенной съ подлежащими частями, слизистой оболочкой, которая выстлана мерцательнымъ эпителиемъ и содержитъ множество маленькихъ слизоотдѣлительныхъ железокъ. Такія особенности въ строеніи смягчаютъ какъ треніе воздуха о свободный край голосовой связки, такъ и треніе одной связки о другую. Верхнія голосовыя связки или «ложныя» не вибрируютъ при образованіи звуковъ голоса. Между верхней и нижней связкой находится углубленіе, извѣстное подъ именемъ Морганьевой пазухи, представляющее у нѣкоторыхъ животныхъ сильный резонирующий снарядъ.

Движенія голосовыхъ связокъ и силы, приводящія ихъ въ движеніе.—Какимъ образомъ мышцы гортани должны дѣйствовать на го-



Фиг. 186.—Вертикальный разрѣзъ черезъ голову и шею; *a*—положеніе ларингоскопа для разсматриванія задней части голосовой щели, черпаловидныхъ хрящей, верхней части задней стѣнки гортани и т. д.; *b*—положеніе ларингоскопа для разсматриванія передней части голосовой щели. (Рисун. по Schnitzler'y).

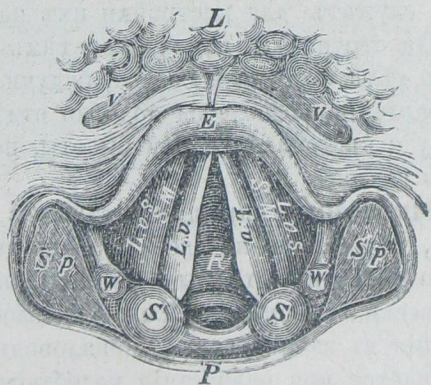
Фиг. 187.—Большой и малый ларингоскопы Czermak'a.

лосовыя связки, чтобы заставить ихъ производить различные звуки? Какъ извѣстно, онѣ способны издавать звуки разной *высоты*. *Тембръ* же голоса получаетъ свое происхожденіе не въ гортани, а въ глоткѣ, ротовой и носовыхъ полостяхъ.

Разсмотримъ сперва, какія движенія происходятъ въ дѣйствительности въ голосовыхъ связкахъ при звукахъ голоса и какія силы приводятъ ихъ въ дѣйствіе.

Ларингоскопическое изслѣдованіе. Нѣсколько лѣтъ тому назадъ имѣли мало точныя и довольно ошибочныя представленія относительно дѣйствія гортани. Въ прежнее время приобѣгали правда къ вивисекціи, но гортань собаки не образуетъ тѣхъ же самыхъ звуковъ, что и гортань человѣка; кромѣ того, разстройства, связанные съ обнаженіемъ гортани животнаго, почти всегда нарушаютъ правильность движеній (дыхательныхъ) послѣдней. Видѣть же непосредственно гортань другого лица мы не можемъ, такъ какъ она закрыта основаніемъ языка. Но если мы помѣстимъ небольшое зеркало съ рукояткою (*a* и *b* фиг. 187), *ларингоскопъ* (Garcia 1854, Czermak и Tueberck 1857), въ глубинѣ глотки, въ одномъ изъ двухъ положеній, указанныхъ на фиг. 186, и освѣтимъ соотвѣтствующія части (напр., съ помощію [особаго, не показаннаго на фиг.] отражательнаго зеркала), то черезъ ротовую полость мы можемъ видѣть въ зеркалѣ [представленномъ на фиг.] обратное изображеніе гортани.

Лучи свѣта, отброшенные гортанью и заднею стѣнкой глотки въ зеркало, будутъ отражены этимъ послѣднимъ по направленію къ глазу наблюдателя, помѣщенному передъ ротовою полостью. Картина, которую надо при этомъ разсмотрѣть, заключается въ слѣдующемъ (фиг. 188). *L*—корень языка, *E*—надгортанникъ; *L.v*—истинныя голосовыя связки [свѣтло-желтоватыя], видимыя въ глубинѣ гортани и отчасти прикрытыя выше лежащими частями, а именно верхними [ложными] голосовыми связками *L.v.s.*; между послѣд-

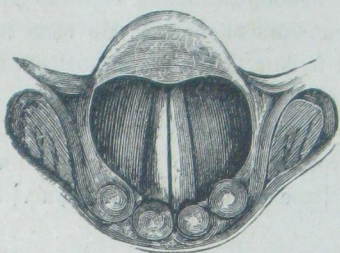


Фиг. 188 — Ларингоскопическій видъ гортани при обыкновенномъ дыханіи.

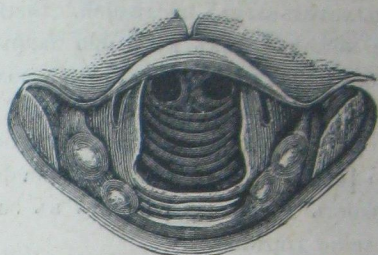
бываетъ, когда наблюдаемое лицо дышетъ спокойно, не пытаясь говорить. Въ глубинѣ видны кольца дыхательнаго горла. Въ glottis различаютъ двѣ части: переднюю, заключенную между обѣими голосовыми связками, и заднюю болѣе широкую, въ дѣйствительности вертикальную, заключенную между обѣими черпаловидными хрящами. По прежней терминологіи первый отдѣлъ назывался голосовою щелью [glottis vocalis s. membranacea], а второй—дыхательною щелью [glottis respiratoria s. cartilaginea].

При разсматриваніи въ ларингоскопъ, гортанная щель представляется при спокойномъ дыханіи въ видѣ косоугольника, какъ на фиг. 188. При глубокомъ дыханіи она расширяется (фиг. 190) на столько, что можно видѣть развѣтвленіе трахей; обѣ голосовыя связки расслаблены и порядочно утолщены. Если теперь заставить испытуемое лицо произнести, напр., гласную *a*,

то тотчас же свободные края голосовых связок сдвигаются другъ къ другу въ видѣ очень тонкихъ и просвѣчивающихъ пластинокъ (фиг. 189); теперь края ихъ прямы и тонки, какъ лезвіе ножа, и сближены настолько, что между ними остается только нитевидная щель. Въ моментъ образованія звука видно ясно, что голосовыя связки, особенно свободные края ихъ, совершаютъ колебанія. Такимъ образомъ, *при образованіи голоса обѣ голосовыя связки сближаются до соприкосновенія и сверхъ того онѣ натянуты*. Сближеніе ихъ служить для того, чтобы дать возможность выходить такому именно



Фиг. 189.—Ларингоскопическая картина при началѣ образованія голоса.



Фиг. 190. — Ларингоскопическій видъ при усиленномъ дыханіи.—Видна бифуркація трахеи.

количеству воздуха, какое необходимо для приведенія связокъ въ колебаніе; это позволяетъ протянуть по желанію производимый звукъ. Натяженіе связокъ служить для настройки ихъ на опредѣленный тонъ: чѣмъ больше натянута струна или перепонка, тѣмъ выше производимый ею тонъ. Въ самомъ дѣлѣ, голосовая связка, будучи перепонкой, натянутой въ извѣстномъ направленіи, колеблется подобно отдѣльной струнѣ. Поэтому, чтобы пропѣть букву *a* въ тонахъ разной высоты, необходимо различное натяженіе голосовыхъ связокъ.

Мышечныя сокращенія служатъ тоже для укороченія голосовыхъ связокъ, что должно въ свою очередь увеличивать высоту получаемого звука: число колебаній струны обратно пропорціонально длинѣ ея. При произведеніи весьма высокаго звука, обѣ голосовыя связки сближаются до соприкосновенія въ задней части черпаловидныхъ хрящей; эффектъ—тотъ же, какой получается при нажиманіи колеблющейся струны пальцемъ: въ точкѣ соприкосновенія образуется узелъ, вибрируютъ только переднія части связокъ и вслѣдствіе этого получаемый звукъ становится болѣе высокимъ. Возможно даже, что голосовыя связки могутъ укорачиваться такимъ же путемъ, вслѣдствіе соприкасанія своими передними частями.

Вышесказанное объясняетъ, какимъ образомъ одно и то же лицо можетъ производить звуки разной высоты. Но какимъ образомъ происходитъ то, что различные люди обладаютъ голосовымъ регистромъ, заключающимъ ноты болѣе или меньшей высоты?

Дѣти одинаковаго возраста обладаютъ довольно высокимъ голосомъ и почти всѣ одинаковой высоты: ихъ голосовыя связки, соотвѣтственно съ небольшими размѣрами гортани, коротки. По мѣрѣ того какъ гортань вмѣстѣ со всѣмъ организмомъ растетъ и, слѣдовательно, по мѣрѣ того какъ удлиняются голосовыя связки, голосъ становится все болѣе и болѣе низкимъ. По около времени возмужалости наблюдается огромная разница въ этомъ отношеніи между обоими полами. Гортань женщины остается по прежнему не-

Итакъ, индивидуальная высота голоса (басъ, баритонъ, теноръ, сопрано и проч.) зависитъ отъ анатомическихъ размѣровъ гортани. Мышцы последней могутъ разнообразить высоту звуковъ лишь въ извѣстныхъ предѣлахъ, смотря по размѣрамъ ея. Выдыхательныя мышцы грудной кѣтки, сжимаясь большей или меньшей силой выдыхаемый воздухъ, обуславливаютъ силу голоса.

Фальцетъ, противопоставляемый обыкновенному *грудному* голосу (такъ какъ здѣсь всегда болѣе или менѣе резонируетъ грудная полость), заслуживаетъ особаго упоминанія. Ларингоскопъ указываетъ, что, если мы имѣемъ дѣло съ фальцетомъ, гортань раскрыта гораздо шире. Что же касается дѣйствительнаго способа его происхожденія, то мнѣнія расходятся и самыя объясненія формально противорѣчатъ другъ другу ¹⁾.

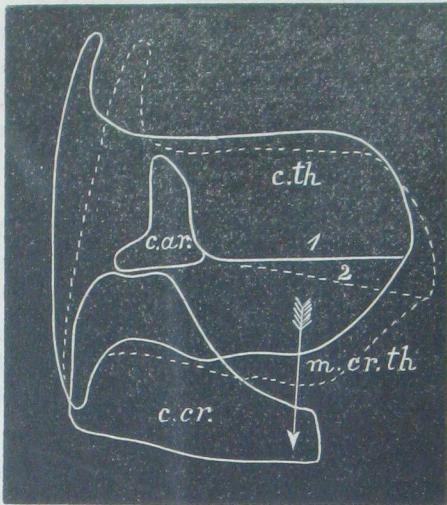
82 — 110 — — — — 220 — — — — — 410 — — — — — — — — — 1056 колеканій.

Басъ					C = do
					D = re
Теноръ					E = mi
					F = fa
Альтъ					G = sol
					A = la
Соoprano					H = si

¹⁾ При фальцетъ glottis vocalis образуетъ эллиптическую щель, а glottis cartilaginea будто бы (M and l) закрывается. Что касается голосовыхъ связокъ, то прежде держалось мнѣніе (J. Müller), что онѣ при фальцетъ становятся уже и вибрируютъ только своими свободными краями; но Oertel (1888) на каждой связкѣ образуетъ продольная *узловая линія*, а при высокихъ тонахъ даже три *узловыхъ линій*, и кромѣ того возникаетъ еще рядъ съ одной стороны поперечныхъ, съ другой продольныхъ *частичныхъ* колебаній, такъ что въ общемъ здѣсь вибрируетъ болѣе широкая полоса, чѣмъ при грудномъ голосѣ.

дасть четырьмя октавами. Смотря по абсолютной высотѣ голоса, различаютъ басъ, баритонъ, теноръ, сопрано, альтъ и др.,—названія, смыслъ которыхъ ясенъ изъ приведенной таблицы.

Измѣненія въ натяженіи и положеніи голосовыхъ связокъ вызываються перемѣщеніями подвижныхъ хрящей. Если щитовидный хрящъ производитъ свое вращательное движеніе [въ направленіи стрѣлки] впередъ (фиг. 191), то передняя точка прикрѣпленія голосовыхъ связокъ удаляется отъ задней; голосовыя связки удлинняются и *натягиваются*. *Суженіе и расширеніе* гортанной щели требуетъ всегда перемѣщенія черпаловидныхъ хрящей: они могутъ



Фиг. 191.— Блоковидное перемѣщеніе щитовиднаго хряща на перстневидномъ. *c.th*, щитовидный хрящъ; *c.ar.*, черпаловидный хрящъ; 1, 2, голосовыя связки въ двухъ положеніяхъ; *c.cr.*, перстневидный хрящъ; *m. cr. th.*, направленіе дѣйствія *m. cricothyroidis* (по Beaunis).

его наклоняетъ щитовидный хрящъ впередъ и натягиваетъ голосовыя связки (фиг. 191 *m. cr. th.*). У собаки параличъ одной только этой мышцы вызываетъ афонію.

M. thyreo-arytaenoideus (фиг. 193 *M. th. ar.*), проходящій въ складкахъ слизистой оболочки голосовыхъ связокъ и прикрѣпляющійся спереди къ щитовидному хрящу, а сзади къ голосовому отростку черпаловиднаго хряща, является антагонистомъ предыдущаго въ томъ смыслѣ, что, когда онъ дѣйствуетъ одинъ, онъ поворачиваетъ щитовидный хрящъ назадъ [и кверху] и расслабляетъ голосовую связку. Но если онъ дѣйствуетъ одновременно съ *m. cricothyroideus*, онъ способствуетъ натяженію голосовой связки и приближенію ея края къ краю связки противоположной стороны. Много сократительныхъ волоконъ вѣдѣруется въ самый эластическій пучокъ голосовой связки; сокращеніе ихъ будетъ поэтому всегда вызывать натяженіе этой послѣдней. Дѣйствительно, столь быстрыя и тонкія колебанія въ натяженіи голосовыхъ связокъ, какія происходятъ при пѣніи, производятся по преимуществу измѣненіями въ степени сокращенія *m. thyreo-arytaenoidei*; *m. crico-arytaenoideus* гораздо менѣе измѣняется въ своемъ сокращеніи.

Обѣ предыдущія мышцы являются такимъ образомъ мышцами голосовыми по преимуществу. Однако такое ихъ дѣйствіе и становится возмож-

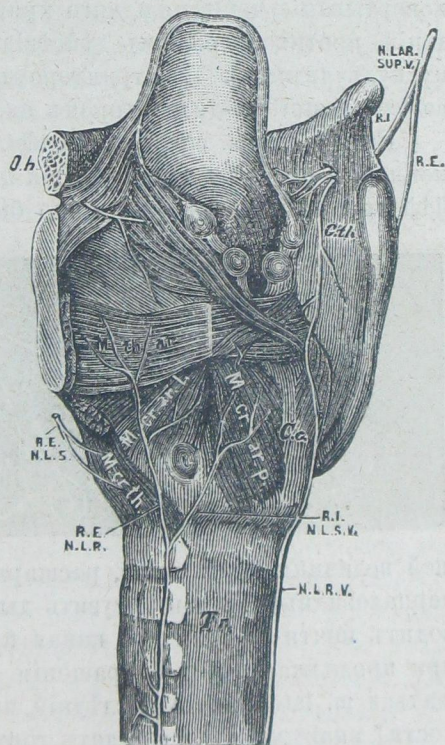
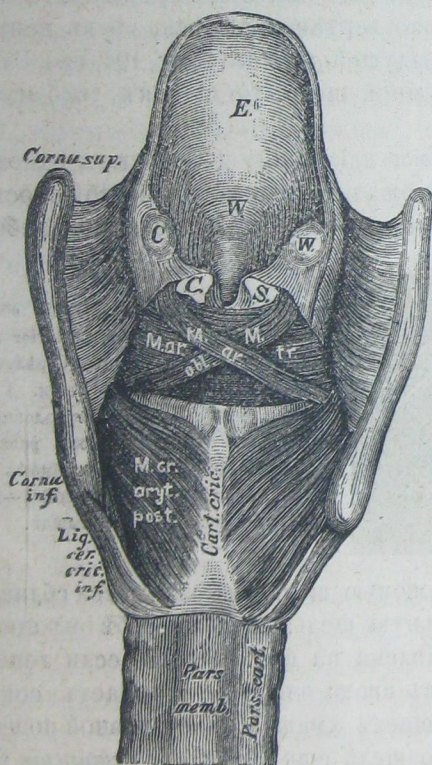
приближаться или удаляться по отношенію другъ къ другу всей своей массой; но для этого достаточно также и поворачиванія каждаго изъ нихъ около вертикальной его оси, — поворачиванія, перемѣщающаго голосовыя отростки (заднюю точку прикрѣпленія голосовыхъ связокъ) кнутри и кнаружи.

Разсмотримъ теперь мышцы, сокращеніе которыхъ вызываетъ эти эффекты. При произведеніи звука голосовыя связки сближаются и натягиваются; гортанная щель значительно расширяется, если дыханіе затруднено.

Мышцей, натягивающей голосовыя связки, служить по преимуществу *m. crico-thyreoideus* (фиг. 193 *m. cr. th.*), расположенный, впереди и нѣсколько сбоку, на наружной поверхности гортаннаго скелета и прикрѣпляющійся съ одной стороны къ перстневидному хрящу, а съ другой къ щитовидному; сокращеніе

нымъ и усиленнымъ при участіи тѣхъ мышцъ, которыя фиксируютъ черпаловидные хрящи сзади и сближаютъ ихъ между собою.

Черпаловидные хрящи, эти рычаги, измѣняющіе степень расширения и суженія гортанной щели, приводятся въ движеніе довольно сложною системою мускуловъ. На первомъ мѣстѣ стоятъ *mm. arytaenoides obliqui* (фиг. 192 *M. ar. obl.*), перекрещивающіеся на медіальной линіи гортани; каждая изъ нихъ прикрѣпляется съ одной стороны къ наружной поверхности основанія черпаловиднаго хряща, а съ другой—къ верхушкѣ того же хряща противоположной стороны. Результатомъ сокращенія этихъ мышцъ будетъ сближеніе обоихъ черпаловидныхъ хрящей своими задними краями и закрытіе *glottidis respiratoriae*; голосовые отростки же поворачиваются нѣсколько кнаружи и голосовой отдѣлъ гортанной щели приоткрывается. Эти мышцы поддерживаются въ своемъ дѣйствіи чрезъ *m. arytaenoides transversus* (фиг. 192 *M. ar. tr.*), который лежитъ непосредственно подъ предыдущими, идетъ по-



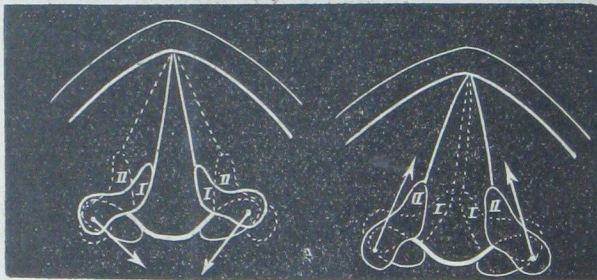
Фиг. 192.—Видъ гортани сзади съ отпрепарованными мускулами. *E.*, надгортанникъ; *C. W.*, Врисбергевы хрящи; *C. S.*, Санториніевы хрящи; *M. ar. obl.*, *m.m. arytaenoides obliqui*; *M. ar. tr.*, *m. arytaenoides transversus*; *M. cr. ar. post.*, *m. cricoarytaenoides posterior*. *Pars memb.*, перепончатая часть и *Pars cart.*, хрящевая часть дыхательнаго горла. *Land ois. Physiologie.*

Фиг. 193.—Мышцы и нервы гортани. *O. h.*, подъязычная кость; *c. th.* щитовидный хрящъ; *C. s.*, перстневидный хрящъ; *T. r.*, дыхательное горло; *M. th. ar.*, *m. thyreo-arytaenoides*; *M. cr. ar. p.*, *cricco-arytaenoides posterior*; *M. cr. ar. l.*, *cricco-arytaenoides lateralis*; *M. cr. th.*, *m. crico-thyreoideus*. *N. lar. sup. v.*, *n. laryngeus superior*; *R. i.*, *ramus internus* ero; *R. e.*, *ramus externus*; *N. l. r. v.*, *n. recurrens* со своими *ramus internus* и *ramus externus*. (*Land ois.*)

перечно и прикрѣпляется къ обоимъ черпаловиднымъ хрящамъ. Указанному же поворачиванію голосового отростка кнаружи обыкновенно мѣшаетъ *m. crico-arytaenoides lateralis*.—*M.m. arytaenoides obliqui* идутъ еще дальше

вверх (фиг. 193) через *ligamentum ary-epiglotticum* (расположеніе въ видѣ 8); они суживаютъ поэтому верхній входъ въ гортанную щель. *M. crico-arytaenoideus posterior* (фиг. 193 *M. cr. ar. p.*) прикрѣпляется съ одной стороны къ мускулатурному отростку черпаловиднаго хряща; потомъ же онъ направляется внизъ и внутрь и прикрѣпляется другимъ концомъ къ перстневидному хрящу. Дѣйствительно силу его сокращенія можно разложить на вертикальную составляющую, уравниваемую неподатливостью перстневиднаго хряща, и горизонтальную составляющую, производящую повертываніе мускулатурнаго отростка внутрь, слѣдствіемъ чего является перемѣщеніе голосового отростка кнаружи и расширеніе гортанной щели (фиг. 194, лѣв.). *M. crico-arytaenoideus lateralis* (фиг. 193 *M. cr. ar. l.*)—антагонистъ предыдущаго. Прикрѣпляясь также къ мускулатурному отростку, онъ идетъ кнаружи и внизъ, чтобы прикрѣпиться тамъ на латеральной сторонѣ перстневиднаго хряща. Сокращаясь въ отдѣльности, онъ поворачиваетъ мускулатурный отростокъ кнаружи, а голосовой кнутри, и, слѣдовательно, производитъ тоже повертываніе черпаловиднаго хряща около вертикальной оси, но въ направленіи, противоположномъ дѣйствию предыдущей мышцы. (фиг. 194, пр). Этотъ мускулъ является констрикторомъ гортанной щели, тогда какъ *crico-arytaenoideus posterior*—дилататоромъ ея.

Если оба *mm. crico-arytaenoidei, posterior* и *lateralis*, дѣйствуютъ одновременно, то эффекты ихъ дѣйствія не уничтожаются взаимно съ неизбежностью. Дѣйствіе *m. posterioris* не могло бы расширить гортанную щель до наиболь-



Фиг. 194. — Способъ дѣйствія обоихъ *mm. crico-arytaenoidei, posterior* (слѣва) et *lateralis* (справа).—Стрѣлки показываютъ направленіе тяги. I и II цифры представляютъ черпаловидный хрящъ въ горизонтальномъ разрѣзѣ: сплошной линіей—при покойномъ состояніи, пунктированной линіей—при сокращеніи этихъ мышцъ.

шей величины, такъ какъ, расширяя голосовую щель, онъ стремится сблизить черпаловидные хрящи и сузить дыхательную щель; самъ по себѣ онъ производитъ почти ту картину, какая представлена на фиг. 188. Но если теперь, при продолжающемся сокращеніи его, въ свою очередь начинаетъ сокращаться *m. lateralis*, то послѣдній перемѣщаетъ хрящъ [на суставной поверхности] кнаружи и расширяетъ гортанную щель еще сильнѣе. *Расширеніе гортанной щели до наибольшей величины* является повидимому *результатомъ совокупнаго дѣйствія* обоихъ *mm. crico-arytaenoidei*. Расширеніе ея есть дыхательное движеніе, а не голосовое.

Итакъ, въ итогѣ, оба видоизмѣненія гортанной щели, необходимыя для образованія голоса, натяженіе голосовыхъ связокъ и суженіе гортанной щели, являются результатомъ дѣйствія слѣдующихъ мышцъ. Натяженіе голосовыхъ связокъ производятъ *mm. crico-thyreoideus* и *thyreo-arytaenoideus* (*m. crico-arytaenoideus posterior* фиксируетъ черпаловидный хрящъ). Суженіе голосовой щели производятъ *mm. thyreo-arytaenoidei* и *mm. crico-arytaenoidei*. Суженіе дыхательной щели выполняютъ *mm. arytaenoidei posteriores—obliquus* и *transversus*—и побочно *m. crico-arytaenoideus*.

Во многихъ отношеніяхъ, стало быть, дѣйствіе однихъ мышцъ должно быть

исправляемо дѣйствіемъ другихъ. Если подумать съ другой стороны о тѣхъ тонкихъ и безконечныхъ оттѣнкахъ, которые можетъ произвести пѣвецъ въ степени натяженія голосовыхъ связокъ и суженія голосовой щели, то необходимо принять для гортанной щели тотъ именно, приложимый ко всему животному организму, принципъ, что для произведенія какого-либо движенія сокращаются *всѣ* мышцы, какія только могутъ способствовать этому.—Большое число гортанныхъ мышцъ служитъ для произведенія и голосовыхъ, и дыхательныхъ движеній; ни одна изъ нихъ не является мышцею исключительно голосовой или исключительно дыхательной.

Иннервація мышцъ гортанной щели падаетъ на долю блуждающаго и прибавочнаго нервовъ. Постоянно существуютъ несогласія по вопросу, принадлежатъ ли двигательныя волокна блуждающему нерву или прибавочному, или наконецъ—что вѣроятнѣе—тому и другому вмѣстѣ. *N. vago-spinalis* посылаетъ къ гортани возвратный или нижнегортанный нервъ, исключительно двигательный, и верхнегортанный нервъ, по преимуществу чувствительный. Только *m. crico-thyreoides* иннервируется верхнегортаннымъ нервомъ, всѣ же остальные мышцы—нижнегортаннымъ.—Перерѣзка послѣдняго парализуетъ гортань, и голосъ пропадаетъ: голосовыя связки остаются правда постоянно сближенными (откуда диспноэ), но онѣ не могутъ болѣе напрягаться соотвѣтственнымъ образомъ, въ виду невозможности фиксировать черпаловидные хрящи сзади.—Перерѣзка верхнегортаннаго нерва (двигательнаго для *m. crico-thyreoides*) дѣлаетъ натяженіе голосовыхъ связокъ затруднительнымъ, и голосъ нѣсколько измѣняется. Главный же результатъ перерѣзки этого нерва заключается въ потерѣ чувствительности всею слизистой оболочкой гортани; постороннія тѣла (слюна, пища и т. д.), попадая на нечувствительную слизистую оболочку, не вызываютъ теперь рефлекторныхъ движеній, ведущихъ къ закрытію гортанной щели, опусканію надгортанника и кашлянію. Поэтому постороннія тѣла проникаютъ въ трахею и бронхи, если перерѣзаны оба нерва, а это влечетъ за собою пневмонію со смертельнымъ исходомъ (см. „*p. pneumogastricus*“) ¹⁾.

Иннервація периферическихъ частей итакъ довольно проста. Одни и тѣ же первныя волокна завѣдуютъ и дыхательными, и голосовыми движеніями такъ же, какъ однѣ и тѣ же мышцы производятъ и дыхательныя (расширеніе), и голосовыя (суженіе, натяженіе голосовыхъ связокъ) движенія гортани. Что же касается центральной иннерваціи гортани, то она является двойственной: одна служитъ для дыханія, другая для образованія голоса. Дыхательная иннервація находится подъ вліяніемъ дыхательнаго центра (см. стр. 167 и слѣд.) въ продолговатомъ мозгу, поддерживающаго извѣстный тонусъ гортанной щели (отчасти автоматическимъ, отчасти рефлекторнымъ путемъ). Мы можемъ однако управлять дыхательными движеніями и произвольно.

Голосовая иннервація прежде всего подчинена волѣ и совершается при участіи мозговой коры, именно кортикальнымъ центромъ гортани, расположеннымъ въ основаніи восходящей лобной извилины.

Можетъ быть, субкортикальные гангліи, зрительные бугры, вызываютъ безсознательнымъ образомъ нѣкоторые проявленія голоса, какъ напр. извѣстнаго рода крики, плачъ. Эти различные центры иннервировали бы въ такомъ случаѣ ядра *p. vago-spinalis*.

¹⁾ Срав. однако 233 стр. *Н. В.*
основы физиологии.

Въ движеніяхъ гортани при пѣніи принимаютъ участіе также сенсо-моторные акты (см. стр. 479). Одной нечувствительности гортани было бы достаточно, по Ехпег, чтобы голосъ измѣнился. Тонко управлять мышцами гортани возможно лишь при посредничествѣ центростремительныхъ импульсовъ, рождающихся въ ней самой (въ слизистой оболочкѣ и въ болѣе глубокихъ слояхъ). Упражненія въ пѣніи и состоятъ главнымъ образомъ въ развитіи умѣнія регулировать движенія гортани съ помощію этихъ центростремительныхъ импульсовъ.

У молодыхъ животныхъ гортанная щель гораздо меньше (особенно задняя часть ея, называемая иногда дыхательною щелью), а хрящевой остовъ менѣе твердъ; вслѣдствіе этого—въ противоположность тому, что наблюдается на взрослыхъ животныхъ—она совершенно замыкается при параличѣ возвратныхъ нервовъ и животныя умираютъ отъ асфиксіи (Cl. Bernard). По той же причинѣ катарры гортани, ведущія къ параличу гортанныхъ мышцъ, гораздо опаснѣе для дѣтей, чѣмъ для взрослыхъ (въ частности крупъ).

Рѣчь.—Голосовыя связки не могутъ произвести всѣхъ тѣхъ звуковъ, которые составляютъ рѣчь или членораздѣльный языкъ. Сама по себѣ гортань производитъ только звуки разной высоты, всегда съ однимъ и тѣмъ же оттѣнкомъ (тѣмбромъ); между тѣмъ рѣчь состоитъ по существу изъ сложныхъ измѣненій тѣмбра звуковъ, образуемыхъ гортанью. Эти измѣненія совершаются въ надставной трубкѣ, составляющей продолженіе гортани и состоящей изъ глотки, зѣва, носовой и ротовой полостей.

Рѣчь слгается изъ „гласныхъ“ и „согласныхъ“. *Гласныя* представляютъ собою болѣе или менѣе *музыкальные звуки*, *согласныя* же—просто *шумы*.

Для физической теоріи тоновъ и шумовъ мы отсылаемъ къ главѣ о „слухѣ“.

А. Гласныя суть сложные музыкальные звуки, произведенные колебаніями голосовыхъ связокъ, и въ которыхъ нѣкоторые парціальныя тоны усилены глоткою и ротовою полостію (Helmholtz, Donders). При произношеніи гласныхъ голосовыя связки совершаютъ болѣе или менѣе правильныя колебанія, производя сложный звукъ, въ которомъ преобладаетъ извѣстное періодическое колебаніе, основной тонъ; отъ послѣдняго и зависитъ высота сложнаго звука. Смотря по тому, сильнѣе или слабѣе натянуты голосовыя связки, число колебаній основнаго тона будетъ болѣе или менѣе значительно, и смѣшанный звукъ будетъ имѣть болѣшую или меньшую высоту. Съ другой стороны, получающійся звукъ всегда весьма сложенъ; его кривая неправильна, и хотя она періодична, но весьма значительно разнится отъ синусоиды: основной тонъ сопровождается множествомъ парціальныхъ тоновъ. Это происходитъ оттого, что голосовыя связки колеблются прежде всего всей своей массой (основной тонъ), а затѣмъ еще части ихъ, все болѣе и болѣе короткія, колеблются особо; на колеблющихся голосовыхъ связкахъ образуется большое число „узловыхъ точекъ“ (происхожденіе парціальныхъ тоновъ).

Звукъ извѣстной высоты, произведенный одной только гортанью, имѣетъ всегда одинъ и тотъ же тѣмбръ. Въ этомъ можно убѣдиться уже при попыткѣ произвести различные звуки, стараясь сохранить неподвижными, въ какомъ-либо положеніи, гортань, ротъ и губы. Какъ бы ни измѣнять степень напряженія голосовыхъ связокъ, получаемые звуки теперь разнятся только въ высотѣ, но имѣютъ всегда одинъ и тотъ же тѣмбръ. Еще болѣе непосредственно можно убѣдиться въ сказанномъ, воспроизводя (en imitant) голосъ

на гортани трупа. Натягивают и сближают голосовыя связки съ помощію нитки, продѣтой черезъ черпаловидные хрящи; затѣмъ пускаютъ черезъ гортанную щель токъ воздуха изъ органаго мѣха, соединивъ съ послѣднимъ гортань при посредствѣ трахеи. При этомъ получается звукъ всегда одинаковаго тѣмбра, но разной высоты, въ зависимости отъ болѣе или менѣе сильнаго натяженія голосовыхъ связокъ. То же самое можно было наблюдать на одномъ человѣкѣ, который, при попыткѣ лишиться себя жизни, угрожался отдѣлнить гортань отъ выше лежащихъ частей (Brueske).

Только проходя черезъ полости, составляющія верхнее продолженіе гортани и представляющія „надставную трубку“, образованную глоткою, ртомъ и т. д., смѣшанный звукъ гортанной щели получаетъ характеръ той или другой гласной. Измѣненіе, которое онъ испытываетъ въ этомъ случаѣ, есть измѣненіе въ тѣмбрѣ; онъ принимаетъ характеръ той или другой гласной, смотря по усиленію тѣхъ или другихъ парціальныхъ тоновъ. Глотка и ротовая полость, черезъ которыя проходитъ гортанный звукъ, представляютъ собою резонаторы, но съ крайне подвижными стѣнками; вслѣдствіе этого онѣ могутъ, измѣняя свои размѣры, настраиваться на разные тоны, другими словами, измѣнять свой *собственный* тонъ. Какъ извѣстно, резонаторъ усиливаетъ то періодическое колебаніе въ смѣшанномъ звукѣ, которое отвѣчаетъ его собственному тону (см. дальше „слухъ“). Поэтому резонирующія полости, занимающія насъ теперь, усиливаютъ то одинъ парціальный тонъ, то другой, и эти измѣненія въ сложныхъ колебаніяхъ, получившихъ начало въ гортани, и обуславливаютъ именно различіе между различными гласными.

Итакъ, гласныя образуются, собственно говоря, не въ гортани, колебанія которой всегда одного и того-же тѣмбра, а въ подвижной надставной трубкѣ. Смотря по размѣрамъ и формѣ этой резонирующей полости въ данный моментъ, усиливаются тѣ или другіе парціальныя тоны, образованные гортанью; тѣмбръ измѣняется въ смыслѣ той или другой гласной. Большой резонирующій ящикъ, трубка большихъ размѣровъ, усиливаютъ по преимуществу длинныя волны (какъ въ у), небольшая же трубка усиливаетъ короткія волны колебаній (для и). Резонирующая надставка измѣняетъ не только свой поперечный размѣръ, но и свою длину; она удлиняется вытягиваніемъ губъ (для у) и одновременнымъ опусканіемъ гортани возможно дальше внизъ. Для произношенія и трубка укорачивается до наименьшей величины: губы оттягиваются кзади, гортань поднимается. Длина надставной трубки будетъ постепенно уменьшаться, если произносить послѣдовательно гласныя у, ю, о, а, е, и. Поперечные размѣры—наибольшіе для о, затѣмъ для а (фиг. 195); для у (и нѣмец.) основаніе языка приподнимается къ небу; для и (франц.) приподнимается также передняя часть языка; затѣмъ слѣдуютъ е и и, при произношеніи которыхъ трубка суживается все болѣе и болѣе. Большее или меньшее открытіе рта оказываетъ сильное вліяніе на тѣмбръ: оно весьма мало при произношеніи о и у, расширяется болѣе и болѣе для а и е. При произношеніи столб общаго «oh oui» надставная трубка переходитъ изъ одного крайняго положенія въ другое какъ въ отношеніи своей длины, такъ и своего поперечника, равно и величины своего передняго отверстія.

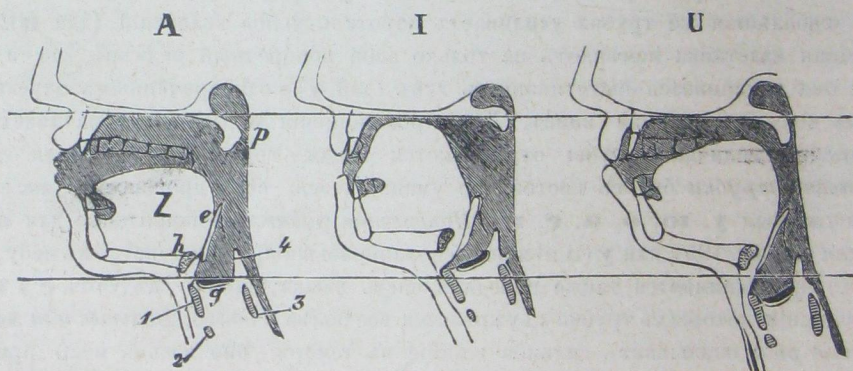
Носовыя полости при произношеніи гласныхъ закрываются сзади. Однако мы можемъ «произносить въ носъ»; въ такомъ случаѣ мы опускаемъ немного небную занавѣску, вслѣдствіе чего воздухъ, заключенный въ носовыхъ полостяхъ, приходитъ тоже въ соколебанія и усиливаетъ волны, характеризующія носовое произношеніе.

Въ вышеупомянутомъ опытѣ съ гортанью трупа, когда чрезъ нее прогоняется

воздухъ органическимъ мѣхомъ, можно измѣнять тѣмбръ получаемыхъ звуковъ и сдѣлать ихъ болѣе или менѣе похожими на гласныя, надставляя гортань трубками различныхъ размѣровъ. Были также построены (v. Kempelen, J. Müller) искусственная гортань (трубка съ двумя перепонками на одномъ концѣ, расположенными подобно голосовымъ связкамъ и натягиваемыми по желанію) и даже говорящія машины (искусственная гортань съ надставленными трубками различныхъ размѣровъ).

При говореніи *шепотомъ* голосовыя связки, довольно широко раздвинутыя одна отъ другой, не колеблются какъ одно цѣлое; проходящій черезъ нихъ воздухъ (все равно вдыхаемый или выдыхаемый), испытывая треніе о различныя части надставной трубки, мѣняющей свою форму до бесконечности, образуетъ *шумъ*, которые и составляютъ шепотъ. Нѣкоторые изъ этихъ шумовъ возникаютъ въ гортанной щели, другіе въ различныхъ отдѣлахъ глотки, носовой и ротовой полостей, смотря по тому, въ какихъ мѣстахъ суживается путь. Для произношенія гласныхъ шепотомъ надставной трубкѣ придается такое положеніе, какое она должна занимать при обыкновенномъ произношеніи ихъ; воздухъ проходитъ черезъ открытую гортанную щель, не приводя въ колебаніе голосовыхъ связокъ, но онъ испытываетъ треніе о различныя части надставной трубки, отчего и получается именно смѣсь тѣхъ звуковъ, которые усиливаются здѣсь при громкомъ произношеніи гласной. Тѣмбръ этой послѣдней сохраненъ, но смѣшанный звукъ становится настоящимъ шумомъ безъ музыкальнаго характера; ни одинъ основной тонъ не преобладаетъ въ достаточной степени. Образуемые звуки являются такимъ образомъ собственными звуками различныхъ частей надставной трубки, измѣняющимися сообразно размѣрамъ этихъ частей въ данное время.

Можно сдѣлать ощутимыми для глаза различія тѣмбровъ различныхъ гласныхъ съ помощью манометрическихъ огоньковъ. Если въ полость, закрытую слегка натянутою перепонкою (не имѣющею поэтому собственного тона), произносить какую-либо гласную, то сложное колебаніе сообщается перепонкѣ, которая и будетъ суживать и расширять въ аппаратѣ *p* (фиг. 196) трубки, проводящія газъ (черезъ *T*



Фиг. 195.—Сагиттальный разрѣзъ черезъ органъ голоса у человека при произнесеніи гласныхъ *a*, *u*, *y*. *Z* языкъ, *p* мягкое небо, *e* надгортаникъ, *g* голосовая щель, *h* подъязычная кость, 1 щитовидный хрящъ, 2 и 3 перстневидный, 4 черпаловидный. По Landois.

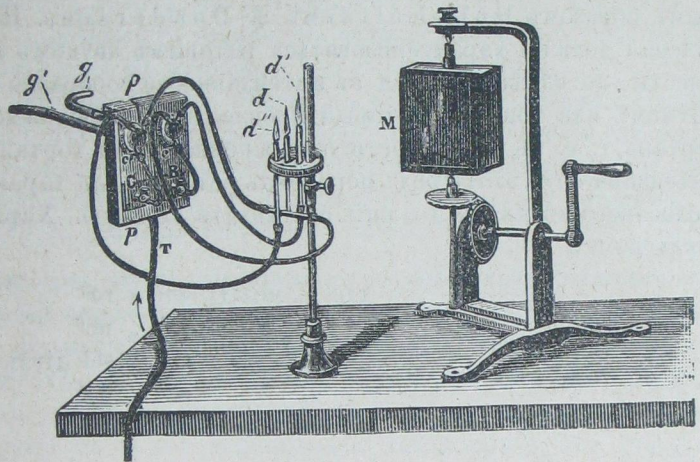
къ свѣтящимся горѣлкамъ *d*, *d'* или *d''*, слѣдовательно, пламя будетъ колебаться согласно съ колебаніями перепонки (трубки *g*, *g'* соединены съ амбушурой, въ которую произносится гласная) ¹⁾. Если, дальше, заставить вращаться передъ пла-

¹⁾ Чтобы понять приборъ *p*, совершенно необходимо имѣть въ виду слѣдующее: въ немъ имѣются двѣ коробки Кoenig'a *c* и *c'*. Каждая коробка разгорожена вертикальной перепонкой на двѣ половины: въ одну половину коробки приходятъ

менем зеркало *М*, то въ немъ будетъ видна зазубренная свѣтящаяся лента (фиг. 196), каждый зубецъ которой соотвѣтствуетъ мимолетному колебанію перепонки. Лента не будетъ зазубренной, если пламя свѣтитъ спокойно. Но станемъ произносить теперь въ амбушуру различныя гласныя, сохраняя одну и ту же высоту тона: каждой изъ нихъ будетъ соотвѣтствовать особая характерная форма

Фиг. 196. — Аппаратъ для манометрическихъ огоньковъ

(Koenig).



зубчатости, выражающая разницу въ колебаніяхъ перепонки, которая сама колеблется различно, смотря по формѣ ударяющаго въ нее сложнаго колебанія (смотрите теорію въ главѣ о «Слухѣ»).

Что касается графическаго полученія кривыхъ музыкальных звуковъ и шумовъ, то для этого заставляютъ данныя звуковыя колебанія дѣйствовать на перепонку, которая и приводится ими въ колебаніе; а колеблющаяся перепонка записываетъ свои колебанія, простыя или сложныя, на вращающемся цилиндрѣ съ помощію маленькаго острія. Приборъ такого рода есть *фоноавтографъ* (Scott). Самый приборъ и болѣе или менѣе сложныя кривыя, которыя съ нимъ получаются, можно видѣть въ главѣ о «Слухѣ».

Фонографъ (Edison)—другое примѣненіе графическихъ кривыхъ членораздѣльной рѣчи. Записывающее остріе чертитъ бороздку мѣняющейся глубины на болѣе или менѣе пластической массѣ. При фонографическомъ воспроизведеніи звуковъ, остріе скользитъ по дну этой рельефной записи и свои колебанія сообщаетъ микрофонному прибору; колебанія электрическаго тока въ этомъ послѣднемъ ведутъ къ воспроизведенію первоначальнаго звука.

Резонаторы даютъ возможность разложить какой-нибудь смѣшанный звукъ, въ нашемъ случаѣ гласныя, на составляющія его простыя колебанія.—Helmholtz продвѣлалъ обратную процедуру, *синтезъ гласныхъ*, производя одновременно простыя

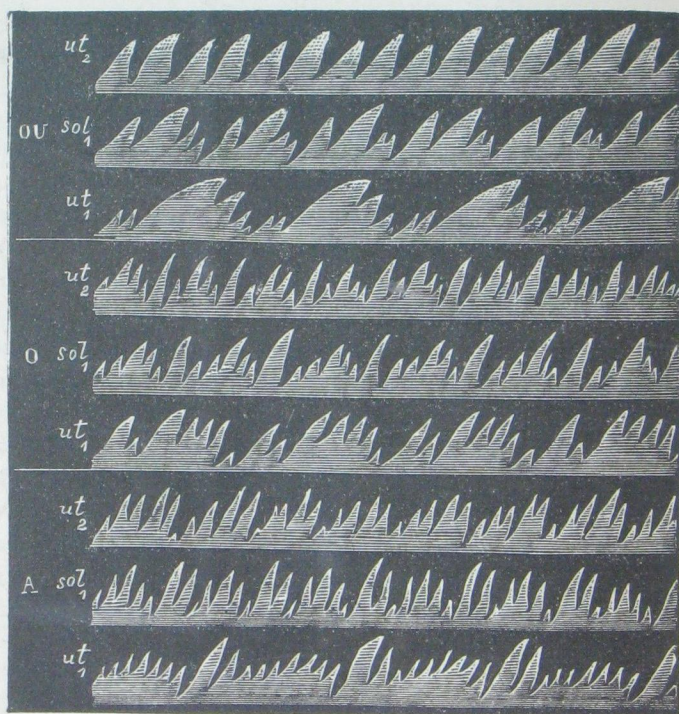
звуковыя колебанія воздуха (чрезъ трубку *g* или *g'*) и сообщаютъ ей свои колебанія; эти послѣднія производятъ сжатія и расширенія полости, лежащей по другую сторону перепонки и заключающей свѣтильный газъ. Свѣтильный газъ приводится сначала по общей трубкѣ *T*, а потомъ расходится по вѣтвямъ послѣдней въ газовыя полости коробокъ *c* и *c'* (притокъ его можетъ быть регулируемъ посредствомъ изображенныхъ внизу прибора *p* двухъ крановъ). Изъ коробокъ *c* и *c'* свѣтильный газъ направляется по соединительнымъ трубкамъ къ газовымъ рожкамъ *d'* и *d''* или сразу отъ обѣихъ коробокъ къ рожку *d*. Понятно, что при этихъ условіяхъ колебанія перепонки подъ вліяніемъ звуковъ должны вызывать соотвѣтственные колебанія манометрическихъ пламенъ.

Н. В.

колебанія (найденныя анализомъ для какой-либо гласной) и сохраняя при этомъ соответствующую для нихъ интензивность; въ результатъ получились звуки, похожіе по своему тэмбру на различные гласныя.

Теорія гласныхъ Hermann'a.—Недавнія изслѣдованія этого автора стремятся сильно измѣнить вышеизложенную теорію гласныхъ, созданную главнымъ образомъ Helmholtz'омъ и Donders'омъ. По Hermann всякая гласная должна характеризоваться ротовымъ звукомъ всегда одной и той же высоты, но измѣняющимся въ интензивности сообразно съ тѣмъ правильнымъ ритмомъ или тономъ, который производится прохожденіемъ воздуха чрезъ гортань, т. е. въ зависимости отъ основнаго или гортаннаго тона. Измѣненія интензивности, этотъ родъ перебоевъ ротоваго или характеристическаго звука (голосоваго звука), и должны составлять гласную. Характеристическій тонъ заключается

для У между	do ²	и	re ²
О	re ²	и	mi ²
А	mi ²	и	sol дѣзъ
Е	si ³	и	do ⁴
И	re ⁴	и	sol ⁴



Фиг. 197. — Тэмбры гласныхъ у, о, а, демонстрируемые посредствомъ колебаній манометрическаго пламени. Каждая гласная пропѣта въ тонѣ ut_2 , sol_1 и ut_1 .

Этотъ характеристическій ротовой тонъ всегда одинъ и тотъ же, какова бы ни была высота, съ которою пропѣта гласная. Измѣненія интензивности (обусловливаемые гортанью) тѣмъ болѣе медленнаго темпа, чѣмъ ниже тонъ, въ которомъ пропѣта гласная и обратно.

Эти результаты получены фотографированіемъ голосовой кривой съ помощію свѣтового луча, отраженнаго маленькимъ зеркаломъ, которое было укрѣплено на перепонкѣ фонографа въ то время, какъ самый приборъ воспроизводитъ гласныя при замедленномъ движеніи.

Когда гласную поютъ, то слышимый звукъ есть гортанный звукъ, но никакъ не ротовой.

По Helmholtz характеристику гласныхъ составляетъ существованіе при основномъ тонѣ (гортанномъ) многихъ парціальныхъ тоновъ, усиленныхъ полостью рта, и т. д., и въ особенности отношеніе между этими парціальными тонами съ одной стороны и основнымъ тономъ съ другой. Нерманн же полагаетъ, что характеристическій тонъ возникаетъ именно въ полости рта и что онъ не есть какой-либо гармоническій тонъ къ основному или гортанному тону.

По Нерманн указанные выше опыты съ полученіемъ гласныхъ синтетически не дали будто бы убѣдительныхъ результатовъ. Со своей стороны онъ претендуетъ на полученіе гласныхъ съ помощью колеблющихся пластинокъ, имѣющихъ собственные характеристическіе тоны, и интенсивность колебаній которыхъ онъ заставляетъ измѣняться съ помощью зубчатого колеса.

В. Согласныя суть шумы, образующіеся въ различныхъ суженныхъ отдѣлахъ надставной трубки органа голоса. Онѣ являются поэтому настоящими шумами. Колебанія, вызывающія звуковыя ощущенія, называемыя „согласными“, вовсе не имѣютъ ритма и ихъ кривыя не имѣютъ ничего періодическаго. Голосовыя связки не приходятъ въ колебаніе (по крайней мѣрѣ не всей своей массой) во время образованія согласныхъ; это послѣднее происходитъ въ различныхъ суженныхъ отдѣлахъ надставной трубки, въ которыхъ воздухъ испытываетъ треніе, въ то время какъ сосѣднія части резонируютъ, усиливая тотъ или другой парціальный тонъ и измѣняя характеръ шума въ томъ или другомъ направленіи. Одна только *h* образуется въ широко раскрытой гортани, но тоже воздухомъ, ударяющимся въ заднюю стѣнку глотки. Остальныя согласныя образуются въ болѣе передней части трубки: между нѣбомъ и приближеннымъ къ нему основаніемъ языка (гортанныя); между переднею частью языка съ одной стороны, нѣбомъ и зубною дугою съ другой (язычныя); между сближенными губами (губныя). Въ каждой изъ этихъ областей звукъ образуется по слѣдующимъ 4 типамъ: 1) длительныя согласныя, если шумъ, при суженной до узкой щели трубкѣ, продолжается довольно долго (*ж, л, с*); 2) взрывныя согласныя, если звукъ продолжается только до того момента, когда раздвинуты анатомическія части, суженныя предъ этимъ (*к, т, б*); 3) дрожательныя согласныя, если мѣстныя колебанія весьма сильны (*р*),—но этотъ классъ согласныхъ менѣе изученъ съ физиологической стороны; 4) носовыя согласныя, если образованный гдѣ бы то ни было шумъ приводитъ въ колебаніе, при опущенной небной занавѣскѣ, воздухъ носовыхъ полостей, составляющихъ резонаторъ (*н, м*). Когда, вслѣдствіе катарра зѣва, мышцы небной занавѣски болѣе или менѣе парализованы и полость глотки не можетъ быть закрыта со стороны носовыхъ полостей, тогда всѣ издаваемые звуки усиливаются резонансомъ этихъ послѣднихъ и голосъ получаетъ носовой тѣмбръ.

Замѣтимъ наконецъ, что число возможныхъ гласныхъ и согласныхъ несравненно больше; языки, отличные отъ нашего, пользуются еще другими звуками. Такъ, напр., между нашими двумя гласными *о* и *а* находится еще огромное число промежуточныхъ звуковъ; нашъ же языкъ пользуется только двумя крайними.

ГЛАВА XII.

ФИЗИОЛОГІЯ НЕРВНЫХЪ ЦЕНТРОВЪ.

Общія свойства нервныхъ центровъ ¹⁾.

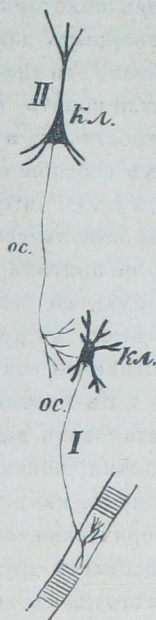
[Выше было уже указано (стр. 378) на общее значеніе и роль нервной системы въ организмѣ. Теперь, прежде чѣмъ перейти къ изученію отдѣльных частей центральной нервной системы, необходимо составить болѣе конкретное представленіе о томъ, какъ ея элементы связаны между собою и что вносить новаго въ ея отправленія нервная клѣтка—существенная часть въ ея образованіяхъ, отличающая дѣятельность центральныхъ аппаратовъ отъ обыкновеннаго нерва.

Новѣйшія изслѣдованія установили (Golgi, Ramon y Cajal, Kölliker; v. Lenhossek и др.), что нервная система состоитъ изъ отдѣльных, и анатомически, и генетически обособленныхъ нервныхъ единицъ, получившихъ (Waldeyer) названіе *нейроновъ*. Главную, центральную по значенію, часть такой единицы составляетъ нервная клѣтка (кл. на фиг. 198 гдѣ представлены два нейрона I и II). Большинство нервныхъ клѣтокъ даетъ происхожденіе двоякаго рода отросткамъ: одни изъ нихъ, сравнительно короткіе и толстые, представляютъ по своему строенію какъ бы продолженіе самой клѣтки, тотчасъ же многократно дѣлятся и вѣтвятся, разсыпаясь около самой клѣтки въ болѣе или менѣе густую древовидность (дендритъ), почему и получили названіе *протоплазматическихъ*; другіе отростки—отходящіе отъ каждой клѣтки наичаще въ количествѣ только одного, рѣдко двухъ и болѣе—представляются на первый взглядъ совершенно не вѣтвящимися, гладкими, равномерно-тонкими (*ос.*), и они, только пройдя болѣе или менѣе длинный путь, достигнувъ мѣста своего назначенія (другая нервная клѣтка, какъ это для отростка верхняго нейрона на фиг. 198 или мышечное волокно, какъ это для отростка клѣтки нижняго нейрона, и т. под.), распадутся здѣсь на «концевыя развѣтвленія». Такъ какъ отростокъ этого втораго рода образуетъ обыкновенно осевой цилиндръ нервнаго волокна, то онъ получил названіе *осевоцилиндрическаго* или *основнаго*. Однако невѣтвленіе такого отростка на своемъ пути составляетъ далеко не общее правило; напро-

¹⁾ Въ оригиналѣ эта глава начинается прямо съ анатомическаго обзора спинного мозга. Мнѣ казалось цѣлесообразнымъ сдѣлать общее вступленіе въ физиологію нервныхъ центровъ въ интересахъ оріентированія въ предстоящемъ матеріалѣ. Въ виду этого дополненія сдѣланы небольшіе пропуски въ анатомической части оригинала.

тивъ нѣкоторые изъ нихъ отъ мѣста къ мѣсту даютъ боковыя вѣточки (коллатералы); для извѣстныхъ волоконъ, идущихъ въ центральной нервной системѣ, это является даже правиломъ (фиг. 200, 206 и слѣд.).

Образованный такимъ образомъ нейронъ не вступаетъ ни въ какое прямое соединеніе съ другимъ подобнымъ нейрономъ, какъ напр. путемъ выѣдренія его частей въ части другого или путемъ интимнаго спаиванія между ними. Всѣ морфологическія взаимоотношенія сводятся къ тому, что концевыя развѣтвленія одного нейрона только *примыкаютъ* къ протоплазматической древовидности другого нейрона или оплетаютъ и опутываютъ прямо клѣтку этого послѣдняго. Современная микроскопическая анатомія указываетъ только эту одну возможность перехода импульсовъ, отъ одного нейрона на другой. Это какъ будто является противорѣчащимъ прежде формулированному закону, (стр. 446), который требуетъ цѣлости или непрерывности раздражительнаго вещества для того, чтобы была возможна передача въ немъ возбужденія отъ однихъ точекъ къ дальнѣйшимъ. Но когда этотъ законъ былъ формулированъ, онъ имѣлъ въ виду грубыя нарушенія непрерывности, каковыя производятся напр. перерѣзкой или раздавливаніемъ нервнаго волокна, а отнюдь не такія тонкія, о которыхъ идетъ рѣчь, гдѣ элементы одного нейрона примыкаютъ непосредственно къ элементамъ другого. Съ этой послѣдней точки зрѣнія и осевой цилиндръ можно представлять себѣ (Engelmann, Demoor, Neges и др.) составленнымъ изъ отдѣльныхъ элементовъ примыкающихъ другъ къ другу. Однако разница здѣсь существуетъ въ томъ, что въ то время какъ между элементами, располагающимися по длинѣ осевого цилиндра примыканіе является вѣроятно всегда однороднымъ и постояннымъ, между элементами разнородныхъ нейроновъ, это условіе представляетъ, повидимому, нѣкоторую измѣнчивость,—можетъ быть, даже функціональныя колебанія въ степени интимности примыканія. Цѣлый рядъ изслѣдователей (Rabl-Rackart, M. Duval, Demoor, Azoulay, Monti и др.) находятъ, что протоплазматическіе отростки нервныхъ клѣтокъ представляютъ извѣстную *пластичность*, являясь въ однихъ случаяхъ болѣе обильными въ числѣ и болѣе сильно развитыми, въ другихъ съ меньшей протоплазматической вѣтвистостью, съ отростками болѣе тонкими и четковидными. Къ вліяніямъ, которыя вызываютъ измѣненія въ этомъ послѣднемъ смыслѣ принадлежитъ напр. морфинъ, хлороформъ, очень продолжительное раздраженіе, прекращеніе кровообращенія въ соотвѣтственной части мозга, сильное истощеніе и т. д.—вообще вліянія понижающія дѣятельность центральной нервной системы. Такимъ образомъ степень интимности прикасанія между различными нейронами, а слѣдов., и степень ихъ взаимодѣйствія другъ на друга могли бы подвергаться въ организмѣ извѣстнымъ колебаніямъ. Это обстоятельство и привлекалось въ послѣднее время, какъ мы увидимъ, для объясненія нѣкоторыхъ особыхъ состояній нервной системы, какъ напр. во время сна, наркоза и т. под.



Фиг. 198. Два нейрона.

Одно время поддерживалось, правда, мнѣніе (Golgi), что протоплазматическіе отростки служатъ только для питанія клѣтки и не имѣютъ значенія проводниковъ возбужденій; однако мнѣніе это встрѣтило справедливыя возраженія со стороны другихъ изслѣдователей и теперь едва ли могутъ быть сомнѣнія, что

протоплазматическія древовидности, то болѣе, то менѣе сильно выраженные, должны вліять на легкость или затрудненность передачи возбужденій отъ одного нейрона къ другому. Съ другой стороны самими нервными клетками приписывалась нѣкоторыми авторами способность измѣнять объемъ и форму своего тѣла и совершать даже нѣкоторыя перемѣщенія (Wiedersheim, Lepine, Duvall); однако эти указанія не встрѣтили поддержки у другихъ изслѣдователей, да и трудно было понять, какъ это можетъ дѣлать клетка, снабженная постоянными (основными) отростками, и какое опредѣленное физиологическое значеніе могла бы имѣть такая ихъ способность ¹⁾. Также мало поддержки встрѣтило новое мнѣніе (Ramon y Cajal), что извѣстныя клетки неврогліи (гліозныя) сокращеніями своихъ отростковъ способны вліять и на степень расширенія капилляровъ мозга (а слѣд. и на притокъ крови) и на степень изоляціи нервныхъ клетокъ другъ отъ друга, а слѣд. на большую или меньшую легкость перехода „нервнаго тока“ отъ однихъ клетокъ къ другимъ. Здѣсь прежде всего является недоказаннымъ самый фактъ активнаго сокращенія отростковъ этихъ клетокъ.

Въ противоположность этимъ указаніямъ и гипотезамъ, которыя стремятся установить измѣчивыя въ степени интимности отношенія между отдѣльными нейронами, появилось въ послѣднее время отрицаніе полной самостоятельности нейроновъ, какъ отдѣльныхъ единицъ. „Вся нервная система, центральная и периферическая, состоитъ не изъ отдѣльныхъ, совершенно самостоятельныхъ и независимыхъ другъ отъ друга единицъ, а изъ *отдѣльныхъ клеточныхъ группъ* или клеточныхъ колоній, тѣсно связанныхъ между собою съ одной стороны помощью протоплазматическихъ, а съ другой при посредствѣ осевоцилиндрическихъ отростковъ“ (А. Догель). Такое представленіе значительно затрудняетъ пониманіе функціональных отношеній, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ оно становится прямо въ разрѣзъ съ физиологическими постулатами, какъ напр. по отношенію къ сѣтчаткѣ глаза. Гистологическая картина послѣдней соответствовала бы прежде всего представленію о „колоніяхъ“; а между тѣмъ доказано, такъ сказать, съ математической точностью, что возбужденіе каждой колбочки и палочки въ ней должно быть приводимо изолировано вплоть до центровъ сознательнаго зрѣнія. Поэтому послѣдующее изложеніе смотритъ согласно съ общепринятымъ взглядомъ на нейроны какъ отдѣльныя единицы и я позволю себѣ дальше (Большія Полушарія) высказать даже гипотезу, по которой самый актъ возбужденія могъ бы вести къ усиленію интимности и взаимодѣйствій между извѣстными нейронами и къ уменьшенію связей, къ большей изоляціи между другими.

Такимъ образомъ центральная нервная система является составленной изъ отдѣльныхъ единицъ, вступающихъ при помощи ихъ двоякаго рода отростковъ въ болѣе или менѣе тѣсныя соприкосновенія и взаимодѣйствія между собою. Не слѣдуетъ думать, что каждая клетка этимъ путемъ находится въ общеніи только съ ближайшими къ ней сосѣдними клетками. Основной

¹⁾ Мы не входимъ здѣсь также въ разсмотрѣніе того, какъ нервная клетка измѣняется въ своей тонкой структурѣ подъ вліяніемъ дѣятельности, на что даютъ указанія Fleisch, Корыбутъ-Дашкевичъ, Hodge, Vas, Мани и др., и наконецъ В. Ковалевскій (Казань, 1897). Не говоря о недостаточномъ согласіи между изслѣдователями, слѣдуетъ замѣтить, что методы раздраженія нервныхъ клетокъ, даже непрямого раздраженія, не настолько разработаны, чтобы мы могли теперь же различать, какія измѣненія въ строеніи нервной клетки падаютъ на долю ея дѣятельности, какія на долю паралитического состоянія.

отростокъ нѣкоторыхъ клѣтокъ проходить очень длинный путь и можетъ поэтому установить сообщеніе своей клѣтки съ какимъ-либо очень отдаленнымъ нейрономъ. Такъ напр. клѣтку верхняго нейрона (II) на фиг. 198 можно представлять себѣ находящейся въ корѣ большихъ полушарій, а клѣтку нижняго (I) нейрона въ сѣромъ веществѣ спинного мозга на известной высотѣ и эти обѣ клѣтки приведены во взаимныя отношенія осевоцилиндрическимъ отросткомъ первой; съ другой стороны таковой же отростокъ нижней клѣтки можетъ идти напр. до мышечнаго волокна въ пальцахъ ноги. Такимъ образомъ вся длина тѣла можетъ быть объединена посредствомъ только двухъ нейроновъ. Затѣмъ, отношенія между нейронами могутъ разнообразиться такимъ образомъ, что къ одной и той же клѣткѣ примыкають «концевыя развѣтвленія» не отъ одной клѣтки, а отъ двухъ или болѣе клѣтокъ разной категоріи и разнаго назначенія, чему примѣръ даетъ фиг. 222. Съ другой стороны, благодаря свойству осевоцилиндрическаго отростка давать по пути своему боковыя отвѣтвленія (коллатералы) одна и та же клѣтка въ состояніи установить свои воздѣйствія сразу на нѣсколько нейроновъ, что и практикуется въ особенности для установленія разнообразныхъ внутрицентральныхъ связей. Здѣсь соединительныя волокна однороднаго назначенія (напр. для соединенія спинного мозга съ мозжечкомъ) собираются часто въ одинъ пучекъ и въ такомъ видѣ совмѣстно проходятъ болѣе или менѣе длинный путь. Понятно поиски за ходомъ подобныхъ пучковъ составляютъ одну изъ важнѣйшихъ задачъ физиологіи нервныхъ центровъ, такъ какъ иногда исключительно только этимъ путемъ можно установить и выяснитъ отношенія между известными частями центральной нервной системы; изобрѣтеніе каждаго новаго метода для изслѣдованій въ этомъ направленіи (т. е. хода пучковъ) являлось всегда крайне плодотворнымъ, какъ это сдѣлали, напр. Tü r s k и A. Waller съ одной стороны, Flechsig съ другой. — Въ итогѣ всѣхъ изслѣдованій выяснилось, что вся нервная система, будучи составлена изъ отдѣльныхъ единицъ, представляетъ вмѣстѣ съ тѣмъ нѣчто объединенное по общему строенію, гдѣ каждый нейронъ можетъ непосредственно или посредственно, при участіи другихъ промежуточныхъ нейроновъ, находиться въ отношеніяхъ съ отдаленнѣйшими частями ея. Этой морфологической картинѣ отвѣчаютъ и функціональныя отношенія ея частей.

Не слѣдуетъ думать (къ чему подаетъ поводъ приведенная ранѣе на стр. 378 схема и нѣкоторыя дальнѣйшія мѣста текста), что нервный центръ (или точнѣе, существенные элементы его — нервныя клѣтки) есть только мѣсто пассивной передачи возбужденія съ однихъ нервныхъ волоконъ на другія, индифферентное мѣсто вступленія нервныхъ проводниковъ въ новыя комбинаціи и сочетанія. *Всякая нервная клѣтка должна быть разсматриваема прежде всего какъ самостоятельная физиологическая единица.* Мы увидимъ дальше, что возбужденія могутъ возникать и непосредственно въ ней самой, не будучи принесены къ ней тѣмъ или другимъ проводникомъ: въ такихъ случаяхъ они являются результатомъ процессовъ, совершающихся въ ней самой или воздѣйствій ближайшей ея среды прямо на нее самое. Такой способъ возбужденія ея получилъ названіе *автоматизма*. Клѣтки, входящія въ составъ нѣкоторыхъ центровъ, возбуждаются главнѣйшимъ образомъ, если не исключительно, именно этимъ путемъ (какъ напр. клѣтки дыхательнаго и интракардіальныхъ центровъ, вызывающія ритмическую дѣятельность соотвѣстныхъ мышечныхъ аппаратовъ, клѣтки сосудодвигательнаго центра и

центровъ для извѣстныхъ сфинктеровъ, производящія тоническое дѣйствіе; см. I томъ).

Въ этихъ случаяхъ дѣло представляется въ такомъ видѣ, что если бы всѣ центrostремительныя волокна, подходящія къ подобнымъ группамъ клѣтокъ, были перерѣзаны или парализованы, они тѣмъ не менѣе продолжали бы возбуждаться вліяніями дѣйствующими на нихъ прямо. Да и въ нормальныхъ условіяхъ все дѣйствіе приносящихъ волоконъ, можетъ быть, ограничивается только тѣмъ, что эти волокна вліяютъ на распредѣленіе дѣятельности подобныхъ автоматическихъ центровъ во времени (напр. ускореніе дыхательнаго ритма параллельно съ уменьшеніемъ глубины дыхательныхъ движеній, или наоборотъ, замедленіе его параллельно съ углубленіемъ дыханій), но отнюдь не приносятъ стимуловъ, пробуждающихъ дѣятельность подобныхъ центровъ.

Если обратиться теперь къ тѣмъ нервнымъ центрамъ, клѣтки которыхъ приходятъ въ дѣятельность исключительно или по преимуществу ¹⁾ подѣ вліяніемъ возбужденій приносимыхъ къ нимъ извнѣ проводниками, то и въ такихъ случаяхъ нервныя клѣтки не являются индифферентной станціей между приносящими и относящими волокнами. Если мы нашли, что возбужденіе мышечнаго волокна подѣ вліяніемъ импульса принесеннаго двигательнымъ нервомъ есть процессъ въ многомъ отличный и по своему внутреннему характеру, и по протеканію во времени отъ процесса, происходящаго въ этомъ послѣднемъ, то это еще больше должно быть сказано по отношенію къ нервнымъ центрамъ. Дѣло въ томъ, что въ самомъ простѣйшемъ такомъ случаѣ, который получаетъ дальше названіе *элементарнаго рефлекса* и примѣровъ для чего даетъ во множествѣ спинной мозгъ, весь процессъ не сводится къ простому переходу возбужденія съ приносящаго волокна на относящее при посредствѣ нервной клѣтки; въ самомъ простѣйшемъ такомъ актѣ принимаютъ участіе по крайней мѣрѣ двѣ клѣтки, изъ которыхъ одна помѣщена даже внѣ спинного мозга. И что важнѣе, каждая изъ этихъ клѣтокъ вноситъ со своей стороны нѣчто въ цѣпь получаемыхъ и передаваемыхъ возбужденій. Это вытекаетъ съ неизбѣжностью изъ того, что рефлекторная дѣятельность нервнаго центра измѣняется сильно въ своемъ характерѣ въ зависимости отъ состоянія его самого. Два примѣра пояснятъ это достаточно. Каждый разъ, когда произведена перерѣзка какой-либо существенной части нервныхъ центровъ (пріемъ наипаче употребляющійся въ опытахъ надъ нервными центрами), другіе отдѣлы центральной нервной системы, прямо нисколько не затронутые и не пострадавшіе, теряютъ на нѣкоторое время всякую возбудимость и вообще функціональныя свойства; только болѣе или менѣе постепенно они получаютъ затѣмъ снова эти свойства. Это явленіе, получившее названіе „потрясенія“ или „шока“, еще мало извѣстное по своей внутренней натурѣ, но крайне характерно для нервныхъ центровъ, не имѣетъ, повидимому, никакого полного аналога въ другихъ раздражительныхъ образованіяхъ. Съ другой стороны, при извѣстныхъ условіяхъ возбу-

¹⁾ Иногда различеніе между автоматической или рефлекторной дѣятельностью извѣстнаго центра не можетъ быть установлено экспериментально въ виду сложности существующихъ здѣсь отношеній. Поэтому не должно казаться особенно страннымъ, что въ послѣдующемъ текстѣ встрѣтятся неожиданныя выраженія, въ родѣ: „изъ рефлекторныхъ центровъ, дѣйствующихъ автоматически“...

димостъ нервныхъ центровъ повышается настолько, что малѣйшее раздраженіе, упавшее на одинъ чувствующій элементъ, способно съ большою быстрою и силой распространиться на всю центральную нервную систему (вызвать сокращенія всѣхъ рубчатыхъ мышцъ, спазмъ сосудовъ, отдѣленія железъ); въ такомъ видѣ напр. представляется дѣло при отравленіи стрихниномъ, при очень высокой венозности крови и т. под. И это явленіе тоже не имѣетъ для себя полного аналога въ другихъ раздражительныхъ тканяхъ, въ которыхъ каждый элементъ такъ-сказать возбуждается самъ за себя и въ своихъ дѣйствіяхъ поставленъ въ болѣе опредѣленную зависимость отъ силы раздражителя.

Приведенные два примѣра указываютъ на двѣ крайности въ состояніи нервныхъ центровъ и относятся къ нимъ всѣмъ вообще. Но въ дѣйствительности каждая нервная клѣтка, и при томъ въ обычныхъ физиологическихъ условіяхъ, представляетъ извѣстныя колебанія въ своей возбудимости, которыя или исходятъ изъ ея собственныхъ условій (питаніе, температура и т. под.), или отъ воздѣйствія на нее другихъ нервныхъ клѣтокъ (или постоянныхъ периферическихъ возбужденій). Вообще говоря, эти постороннія на нее вліянія могутъ быть двоякаго рода: одни повышаютъ ея возбудимость, другія, напротивъ, угнетаютъ болѣе или менѣе послѣднюю. И здѣсь въ настоящее время нельзя дать еще какой-либо постоянной формулы. Все зависитъ съ одной стороны отъ силы этихъ постороннихъ для нея воздѣйствій, съ другой стороны отъ состоянія ея самой въ данный моментъ. Такъ напр. мы видѣли уже, что тоническое дѣйствіе извѣстнаго центра продолговатаго мозга на ритмъ сердечной дѣятельности (стр. 168 и 235) можетъ то усиливаться, то ослабѣвать въ зависимости отъ цѣлаго ряда вліяній, изъ которыхъ одни дѣйствуютъ болѣе или менѣе непосредственно на самый центръ, другія чрезъ посредство чувствительныхъ нервовъ, имѣющихъ прямое отношеніе къ этому центру, или даже чрезъ посредство другихъ центровъ, какъ дыхательный; наконецъ на этотъ же центръ могутъ дѣйствовать вліянія, которыя исходятъ изъ верхнихъ отдѣловъ головного мозга и которыя называютъ психическими. Такимъ образомъ для нервныхъ клѣтокъ въ высокой степени характерна измѣчивость въ ихъ возбудимости, происходящая съ одной отъ измѣненій въ ихъ собственныхъ внутреннихъ состояніяхъ, съ другой стороны отъ воздѣйствія на нихъ въ томъ или другомъ направленіи другихъ частей нервной системы. Вслѣдствіе этого въ опытахъ надъ нервными центрами одно и то же искусственное вліяніе, напр. электрическое раздраженіе можетъ дать одинъ разъ одинъ результатъ, въ другой разъ результатъ совершенно противоположный, и притомъ не только въ томъ смыслѣ, что эффектъ въ одномъ случаѣ былъ бы положительнымъ, а въ другомъ отрицательнымъ (угнетеніе), но даже и въ томъ смыслѣ, что эффектъ будетъ въ обоихъ случаяхъ положительнымъ и тѣмъ не менѣе діаметрально противоположнымъ по значенію.

Поэтому во всѣхъ изслѣдованіяхъ надъ центральной нервной системой болѣе, чѣмъ въ какихъ-либо другихъ, необходимо считаться не только съ состояніемъ самого изслѣдуемаго физиологическаго механизма, но и съ состояніемъ другихъ частей, не имѣющихъ иногда повидимому къ нему никакого непосредственнаго отношенія.

Итакъ имѣя въ виду большую измѣчивость въ состояніяхъ возбудимости самой нервной клѣтки, слѣдуетъ все-таки изучить ея отношеніе къ раздра-

жителямъ, и конечно прежде всего къ искусственнымъ раздражителямъ, такъ какъ объ естественныхъ условіяхъ ея возбужденія судить еще труднѣе.

Здѣсь прежде всего встрѣчаемся съ вопросомъ, обладаетъ ли нервная клѣтка *самостоятельною, прямою раздражительностью*? Какъ ни страннымъ можетъ казаться, но этотъ вопросъ оставался спорнымъ до послѣдняго времени. Что она обладаетъ непрямою раздражительностью, это не подлежитъ никакому сомнѣнію. Но это же и затрудняетъ рѣшеніе вопроса о ея самостоятельной раздражительности. Производить опыты надъ изолированной клѣткой невозможно, а когда прикладывается раздраженіе къ комплексу нервныхъ клѣтокъ всегда остается открытымъ вопросъ, не дѣйствуетъ ли раздраженіе тутъ прежде всего (а можетъ быть и исключительно) на нервныя волокна всюду приходящія и переплетающіяся между клѣтками. Рѣшить вопросъ о самостоятельной раздражительности нервныхъ клѣтокъ съ помощію какихъ-либо обходныхъ и надежныхъ путей, какъ это сдѣлано напр. по отношенію къ мышечной ткани (стр. 390 и сл.), рѣшительно не удастся. Поэтому онъ былъ настолько запутанъ, что цѣлый рядъ изслѣдователей (van Deen, Schiff, Sanders, Vulpian и многіе др.) отрицали не только прямую раздражительность нервныхъ центровъ, но даже отрицали раздражительность пучковъ бѣлаго вещества, заложенныхъ въ нервныхъ центрахъ и построенныхъ, по всѣмъ признакамъ, совершенно сходно съ чувствующими и двигательными волокнами. И такое отрицательное отношеніе существовало рядомъ съ тѣмъ, какъ признавалась способность, по крайней мѣрѣ для извѣстныхъ нервныхъ центровъ, возбуждаться естественно такими слабыми раздражителями, какъ накопленіе CO_2 или высокое кровяное давленіе. — Другіе изслѣдователи (напр. Fick, S. Mayer, Аладовъ) приводили въ разное время доказательства въ защиту прямой раздражительности нервныхъ центровъ. Болѣе доказательными въ этомъ смыслѣ считаются теперь тѣ данныя, которыя представилъ Birge (1882). Онъ вводилъ очень тонкую иглу и на опредѣленную глубину въ передніе рога спинного мозга лягушки и находилъ (проверяя мѣсто моментальнаго укола послѣдующимъ микроскопическимъ изслѣдованіемъ), что если уколъ вызывалъ мышечныя реакціи путемъ раздраженія бѣлаго вещества, то получались одиночныя вздрагиванія, если же онъ падалъ на нервныя клѣтки, сокращенія получали характеръ истиннаго тетануса, каковымъ и отвѣчаютъ всегда нервныя центры (стр. 408). — Что же касается электрическаго раздраженія, то этотъ дѣятель, по способности его вѣтвиться въ такихъ сложныхъ и объемистыхъ массахъ, какъ нервныя центры, даетъ всегда поводъ для сомнѣній относительно мѣста его первичнаго дѣйствія ¹⁾. Тѣмъ не менѣе большинство авторовъ склоняется въ

¹⁾ Говоря строго, несомнѣнное доказательство электрической раздражительности дано только по отношенію къ переднимъ столбамъ спинного мозга. Biederman (1883) нашелъ, что если изолировать эти столбы въ верхней части спинного мозга и раздражать ихъ токомъ *нисходящаго* направленія, то этотъ токъ лучше всего раздражаетъ около поперечнаго разрыва (какъ это слѣдуетъ и для нерва) и все теряетъ въ своемъ дѣйствіи по мѣрѣ того, какъ электроды перемѣщаются къ частямъ лежащимъ ниже и ниже. Если бы эффекты вызывались петлями тока, распространяющимися внизъ на корешки спинного мозга, это должно было бы быть какъ разъ наоборотъ.

Когда получаютъ въ подобныхъ опытахъ положительные результаты, толкованіе ихъ требуетъ большой осторожности. Что касается отрицательныхъ резуль-

настоящее время къ тому, чтобы видѣть въ немъ раздражителя способнаго прямо возбуждать нервныя центры. И какъ это опять ни странно, такая способность электрическаго тока признается прежде всего доказанной по отношенію къ корѣ большихъ полушарій, т. е. къ тому отдѣлу нервныхъ центровъ, который является наиболѣе сложнымъ и въ анатомическомъ и функціональномъ отношеніи.—Химическое раздраженіе при прямомъ приложеніи (а не чрезъ кровь) не даетъ никакихъ ясныхъ реакцій. Правда, были нѣкоторыя положительныя указанія, какъ мы это увидимъ далѣе, но они возбуждаютъ много сомнѣній относительно характера и способа дѣйствія раздражителя. Вѣроятно же всего думать, что мы еще не умѣемъ прикладывать къ нервнымъ центрамъ химическаго раздраженія подходящимъ образомъ.

Такимъ образомъ говорить раздѣльно о раздражительности прямой и не-прямой нервной клѣтки было бы еще преждевременно. Насколько вопросъ выясняется изъ всей суммы опытныхъ данныхъ, нервная клѣтка представляетъ слѣдующія особенности въ своей возбудимости:

1) *Способность суммировать возбужденія.* То, что говорилось въ этомъ отношеніи на стр. 437 въ примѣч. о способности центростремительнаго нерва, все это должно быть отнесено къ характеристикѣ нервныхъ центровъ, ибо сами по себѣ и чувствительный, и двигательный нервъ не представляютъ по всѣмъ признакамъ рѣшительно никакихъ замѣтныхъ отличій въ раздражительности. То же самое получается, если прикладывать электрическое раздраженіе къ нервнымъ центрамъ. Одиночный индукціонный ударъ не вызываетъ никакихъ дѣйствій или дѣйствуетъ только съ чрезвычайнымъ трудомъ (для замѣны его пользуются замыканіями и размыканіями постоянного тока, каковыя однако уже не могутъ считаться простыми одиночными раздраженіями въ точномъ смыслѣ слова, какъ это видно изъ стр. 436). При повторномъ дѣйствіи, чѣмъ ближе (въ извѣстныхъ предѣлахъ) другъ за другомъ слѣдуютъ индукціонные удары, тѣмъ легче (т. е. при меньшей ихъ силѣ) они начинаютъ вызывать дѣйствіе. По поводу отдѣльныхъ центровъ будутъ приведены цифры числа раздраженій въ секунду, оказывающіяся для нихъ наиболѣе выгодными.

2) *Способность приходитъ въ состояніе возбужденія только послѣ извѣстнаго времени скрытаго раздраженія.* Это время не можетъ быть опредѣлено съ совершенною точностью, какъ напр. для мышцы, потому что показателемъ нервныхъ центровъ приходится по необходимости избирать мышцу и считаться съ временемъ проведенія въ двигательныхъ нервныхъ путяхъ (а въ нѣкоторыхъ опытахъ также и въ чувствующихъ путяхъ). Временемъ идущимъ на возбужденіе самаго центра будетъ только остатокъ получающійся за вычетомъ времени потребнаго на передачу возбужденій въ этихъ внѣцентральныхъ частяхъ. Стало быть, въ подобныхъ расчисленіяхъ будетъ всегда нѣкоторая условность. Тѣмъ не менѣе когда произведены всѣ вычеты на внѣцентральныхъ проведенія, остается еще нѣкоторое время, которое и считаютъ идущимъ на приведеніе извѣстнаго нервнаго центра въ возбужденное состояніе (см. въ физиологіи спинного мозга и большихъ полушарій). Итакъ

татовъ, то они могутъ обусловливаться всего болѣе двумя причинами: а) разстройствомъ кровообращенія, вносимымъ операціей, и къ которому нервныя центры очень чувствительны; б) тормозящими дѣйствіями, вносимыми предварительнымъ пораненіемъ или приложеннымъ искусственнымъ раздраженіемъ.

и въ этомъ отношеніи есть большое различіе между нервной клѣткой и нервнымъ волокномъ, реагирующимъ на раздраженіе тотчасъ же, безъ всякаго уловимаго времени скрытаго дѣйствія. Этому различію соответствуетъ другое глубокое различіе: въ то время какъ нервное волокно должно быть разсматриваемо какъ передатчикъ только готоваго, даннаго ему извнѣ молекулярнаго движенія, что совершается безъ какихъ-либо глубокихъ химическихъ превращеній и развитія теплоты (стр. 464), процессъ возбужденія нервной клѣтки связанъ несомнѣнно съ распадомъ въ ней сложныхъ соединений, съ развитіемъ теплоты и т. д., что будетъ подробнѣе разсмотрѣно въ концѣ настоящей главы.

3) *Способность перерабатывать ритмъ раздраженій въ свой собственный ритмъ возбужденія.* Правда, послѣдній остается еще неизвѣстнымъ для насъ самъ по себѣ (стр. 409); но тѣмъ не менѣе является несомнѣннымъ тотъ фактъ, что будетъ ли приложено электрическое раздраженіе къ чувствующему нерву или къ нервнымъ центрамъ, оно никогда не передается на двигательные приборы съ неизмѣненнымъ ритмомъ¹⁾. Очевидно, всякое раздраженіе вызываетъ въ нервныхъ клѣткахъ самостоятельные, своеобразные процессы, которыми затѣмъ уже и выражается ея дѣятельное состояніе; въ этомъ отношеніи существуетъ тоже очень рѣзкое различіе между нервной клѣткой и ея отросткомъ, нервнымъ волокномъ.

4) *Способность впадать въ состояніе унетенія.* Повидимому всякая нервная клѣтка можетъ впадать въ такое состояніе. Вѣроятно эта способность въ нихъ настолько же развита, какъ и способность возбуждаться. Какой характеръ долженъ имѣть для этого раздражитель, дѣйствуетъ ли онъ на клѣтку, при непрямомъ раздраженіи, посредствомъ тѣхъ же проводниковъ, которые вызываютъ въ ней и явленія возбужденія, или посредствомъ совсѣмъ особыхъ приносящихъ волоконъ, это остается еще въ настоящее время слишкомъ мало выясненнымъ. Во всякомъ случаѣ явленія торможенія надо признавать повсемѣстно распространенными и постоянно пускаемыми въ ходъ при всѣхъ ея отправленіяхъ рядомъ съ явленіями возбужденія, какъ объ этомъ будетъ у насъ рѣчь при изложеніи ученія о функціяхъ большихъ полушарій. Въ самомъ дѣлѣ, безъ этого допущенія невозможно было бы объяснять крайне сложные и выѣстъ съ тѣмъ совершенно отчетливыя дѣйствія центральной нервной системы, не представляющей къ тому же въ своихъ частяхъ полной изоляціи для распространенія возбужденій.

Наконецъ слѣдуетъ предполагать всякую нервную клѣтку приспособленной къ извѣстной *специфической дѣятельности*. Искѣ всего это выражается въ томъ, что однѣ клѣтки большихъ полушарій реагируютъ на всякое раздраженіе и какъ бы оно не дѣйствовало (т. е. чрезъ посредство ли оканчивающихся въ нихъ нервовъ или непосредственно на нихъ самихъ) только ощущеніемъ свѣта, другія только ощущеніемъ звука и т. д. Уже упоминалось выше (стр. 439), что такъ называемая „специфическая энергія нервовъ“ должна быть сведена въ сущности на специфическую энергію тѣхъ нервныхъ клѣтокъ, въ которыя въ концѣ концовъ приходятъ возбужденія, доставляемыя этими нервами. Совершенно также необходимо признать, что

¹⁾ Несогласныя съ этимъ показанія Limbeck'a, Horsley и Schäfer объясняются переходомъ очень сильныхъ электрическихъ раздраженій прямо на двигательные пути. См. Введенскій, *Archives de physiol.* 1891, стр. 255—266.

известныя клѣтки (двигательныя) специально приспособлены для освобожденій тѣхъ импульсовъ, которые онѣ посылаютъ нормально на относящіяся (центробижныя) волокна; что другія опять клѣтки (чувствительныя въ широкомъ смыслѣ) приспособлены для принятія возбужденій доставляемыхъ съ периферіи, что третьи наконецъ клѣтки предназначены исключительно для установленія связей между отдѣльными частями центральной нервной системы или для образованія нервныхъ „центровъ высшаго порядка“, объединяющихъ дѣятельность отдѣльныхъ элементарныхъ центровъ. Такимъ образомъ рядомъ со специализаціей функцій отдѣльныхъ клѣтокъ создаются центры все большаго и большаго осложненія въ ихъ отношеніяхъ. Въ результатѣ изъ всей нервной системы получается нѣчто *объединенное цѣлое*, гдѣ малѣйшее измѣненіе въ одной части отражается болѣе или менѣе чувствительно, тѣмъ или другимъ образомъ, тотчасъ же или чрезъ болѣе длинный промежутокъ времени, на всѣхъ другихъ частяхъ. Нагляднѣе всего выражается это объединяющее дѣйствіе на нервномъ аппаратѣ, регулирующемъ кровообращеніе. Достаточно подуть на кожу какой-либо части тѣла, чтобы это отразилось на просвѣтѣ сосудовъ, на токъ крови и кровяномъ давленіи въ самыхъ отдаленныхъ провинціяхъ организма. Различные случаи заболѣваній даютъ тоже яркіе примѣры того, какъ ненормальныя возбужденія, исходящія изъ какого-либо одного органа, могутъ вызвать рѣзкія повышенія или пониженія чувствительности и реактивности въ другихъ отдаленныхъ органахъ.

Ко всему этому присоединяется еще новое обстоятельство. Одни изъ измѣненій, совершающихся въ центральной нервной системѣ остаются всегда безсознательными, другія же доходятъ до нашего сознанія и даютъ матеріалъ для различныхъ формъ психической дѣятельности. Поэтому при изученіи центральной нервной системы возникаетъ еще новая задача: опредѣлить, какія ея части и на сколько могутъ имѣть отношеніе къ *явленіямъ психической жизни*, каковы сознательныя ощущенія, возникновеніе представленій, воспроизведеніе ихъ памятью, душевныя волненія, воля и т. д. Изслѣдованіе здѣсь становится въ особенности труднымъ, потому что методъ самонаблюденія въ такихъ случаяхъ дать ничего не можетъ, судить же о психическихъ состояніяхъ по внѣшнимъ проявленіямъ животнаго послѣ тѣхъ или другихъ искусственныхъ воздѣйствій на его центральную систему является дѣломъ и труднымъ, и рискованнымъ. А между тѣмъ прибѣгать къ этому способу изслѣдованія приходится по необходимости, точно такъ же, какъ и къ другому методу — отыскивать причинную зависимость между патолого-анатомическими измѣненіями въ центральной нервной системѣ, какъ они установлены посмертными вскрытіями на человѣкѣ, и тѣми разстройствами, которыя наблюдались на немъ при жизни. При сложности отношеній въ центральной нервной системѣ, при разнообразіи тѣхъ факторовъ, которые имѣютъ вліяніе на ходъ ея отпавленій (одни первичнымъ образомъ, другіе вторичнымъ и даже третичнымъ, и все-таки сказывающимся иногда сильно), всякія убѣдительныя заключенія добываются здѣсь только съ большимъ трудомъ и лишь на основаніи обширнаго и критически изученнаго матеріала.

Физиологическое изученіе центральной нервной системы начинаютъ обыкновенно со спинного мозга, представляющаго наиболѣе простоты въ своихъ дѣйствіяхъ и дающаго обширный матеріалъ для знакомства съ элементарными рефлекторными актами; здѣсь начало и конецъ, исходный толчокъ и отвѣтное на него движеніе при посредствѣ нервныхъ центровъ, выступаютъ съ достаточною яркостью и наглядностію. Дальнѣйшее изученіе, именно про-

долговатого и средних частей головного мозга, знакомить съ болѣе обширными и осложненными рефлекторными актами, и здѣсь же приходится разсматрѣть ближе вопросъ объ автоматизмѣ нервныхъ центровъ, когда возбужденіе ихъ вызывается внутренними раздражителями, болѣе или менѣе ускользающими изъ рукъ экспериментатора. Наконецъ изученіе заканчивается функціями большихъ полушарій, гдѣ нервные процессы являются наиболѣе осложненными и сами по себѣ, и по посредничеству въ нихъ лежащихъ ниже частей центральной нервной системы, и по связи ихъ съ психической жизнью организма].

1-й Отдѣлъ. — Спинной мозгъ.

Анатомическій обзоръ.—Сѣрое вещество окружаетъ въ видѣ трубки спинномозговой каналъ на всемъ его протяженіи; впереди и сзади сѣрое вещество образуетъ передніе и задніе рога: поперечное сѣченіе его имѣетъ форму буквы *H*. Само сѣрое вещество окружено цилиндромъ бѣлаго вещества. Двумя продольными бороздами, передней и задней, цилиндръ дѣлится на двѣ симметричныхъ половины; при основаніи той и другой борозды находится по спайкѣ: передняя спайка бѣлая, задняя сѣрая. Каждая изъ симметричныхъ половинокъ бѣлаго вещества, въ свою очередь, рядами корешковъ спинномозговыхъ нервовъ подраздѣляется на передній столбъ, боковой и задній. Такое подраздѣленіе однако не особенно строго. Задній столбъ, кромѣ того, при помощи неглубокой бороздки раздѣляется на срединный пучокъ, столбъ Goll'a и боковой, клинообразный, или столбъ Burdach'a.

Что касается нервныхъ элементовъ, то бѣлое вещество спинного мозга состоитъ только изъ мѣлиновыхъ нервныхъ волоконъ, идущихъ почти исключительно въ продольномъ направленіи. Сѣрое вещество, кромѣ нервныхъ волоконъ, мѣлиновыхъ и безмѣлиновыхъ, содержитъ еще нервныя кѣтки. Последнія имѣютъ различную форму и разсѣяны въ толщѣ всего сѣраго вещества. Самыя большія кѣтки находятся въ переднихъ рогахъ; неразвѣтвленные отростки этихъ кѣтокъ даютъ начало волокнамъ переднихъ спинныхъ корешковъ, центробѣжныхъ или двигательныхъ, тогда какъ задніе корешки содержатъ исключительно волокна центростремительныхъ ¹⁾.

Теперь намъ предстоитъ изъ безчисленнаго множества подробностей, относящихся къ строенію спинного мозга, выбрать тѣ, которыя въ настоящую минуту представляютъ фізіологическій интересъ. Замѣтимъ въ виду этого, что функціи спинного мозга двоякаго рода, онъ служитъ: а) посредникомъ въ передачѣ нервныхъ импульсовъ и б) центральнымъ органомъ, нервнымъ центромъ, опредѣляющимъ иннервацию тѣхъ или другихъ нервовъ: здѣсь дѣло идетъ съ одной стороны о передачѣ нервного возбужденія съ центростремительныхъ волоконъ на центробѣжные, съ другой о передачѣ дѣятельнаго состоянія одного нервного центра другому, посредствомъ межцентральныхъ волоконъ ²⁾.

Роль центра принадлежитъ по преимуществу нервнымъ кѣткамъ; это значитъ что нервныя кѣтки передаютъ возбужденія отъ одного волокна къ другому. Нѣкоторыя анатомическія частности, относящіяся къ головному мозгу, показываютъ однако, что передача такого рода можетъ совершаться, и дѣйствительно совершается, безъ посредства нервныхъ кѣтокъ.

¹⁾ Оговорка въ примѣч. стр. 514.

Н. В.

²⁾ Выше уже сказано (стр. 499), что роль нервного центра при этомъ не есть роль пассивнаго передатчика.

Н. В.

Продольныя волокна спинного мозга.—Въ бѣломъ мозговомъ веществѣ волокна различнаго фізіологическаго значенія не перемѣшаны безъ всякаго опредѣленнаго порядка; волокна, служація для аналогичныхъ отправлений, собраны въ болѣе или менѣе плотные пучки, по опредѣленной системѣ: это и обозначаютъ подъ именемъ *систематическаго распределенія* волоконъ бѣлаго мозгового вещества. Вслѣдствіе такого правильнаго распределенія можно различать на поперечныхъ разрѣзахъ бѣлаго вещества извѣстное число участковъ или пучковъ. Подраздѣленіе этого рода не совпадаетъ съ подраздѣленіемъ спинного мозга на три пары (симметричныхъ) столбовъ, такъ какъ послѣднее основано на чисто анатомическихъ данныхъ. Кромѣ того, волокна сосѣднихъ пучковъ смѣшиваются еще въ большей или меньшей степени на периферіи систематическихъ участковъ.

Соображенія и факты, добытые самыми различными способами, привели къ слѣдующему разграниченію систематическихъ участковъ и ихъ отправленій.

1° Пучки, прогрессивно увеличивающіеся снизу вверхъ, по направленію къ головному мозгу, въ особенности же тѣ, которые можно прослѣдить до самыхъ гемисферъ, по всей вѣроятности служатъ для проведенія сознательныхъ импульсовъ (центробѣжныхъ или центростремительныхъ). Обратное сказанному не будетъ вѣрнымъ.

2° Каждое волокно начинается отъ нервной кѣтки. Если перерѣзать нервное волокно гдѣ нибудь на его пути, то перерождается тотъ именно отрѣзокъ волокна, который больше не находится въ соединеніи съ нервной кѣткой¹⁾; тогда какъ тотъ конецъ, который остался соединеннымъ съ кѣткой, не перерождается. Нервная кѣтка представляетъ питающій центръ волокна (см. стр. 465). На этомъ принципѣ основаны слѣдующіе способы изученія:

а) мы увидимъ какъ общее правило, что нервный импульсъ идетъ по волокну въ направленіи отъ нервной кѣтки. Большая часть нервныхъ волоконъ суть «относящія возбужденія», кѣткобѣжныя (тѣмъ не менѣе это правило не безусловно: существуютъ также «приносящія волокна»). Если перерѣзать группу волоконъ, напр. половину спинного мозга, то волокна, которыя переродятся по направленію къ головному мозгу (восходящее перерожденіе), по всей вѣроятности окажутся центростремительными въ отношеніи головного мозга, чувствительными волокнами; волокна, перерождающіяся книзу (нисходящее перерожденіе), центробѣжны по отношенію къ головному мозгу.

б) Оказывается, что послѣ перерѣзки спинного мозга нѣкоторые пучки перерождаются (въ центробѣжномъ или въ центростремительномъ направленіи) цѣликомъ. Эти пучки считаются состоящими изъ волоконъ, отправляющихъ одинаковую функцію. Однако же большая часть мозговыхъ пучковъ смѣшаннаго характера; часть волоконъ, ихъ составляющихъ, спускается внизъ по спинному мозгу, часть направляется вверхъ. Послѣ перерѣзки такихъ пучковъ происходитъ перерожденіе только части волоконъ. Было время, когда ошибочно думали, что эти пучки не пе-

¹⁾ Перерожденіе, о которомъ идетъ рѣчь, разрушающее волокна, наступаетъ довольно быстро, втеченіи нѣсколькихъ недѣль или мѣсяцевъ. Нервное же волокно, остающееся въ соединеніи со своей кѣточкой, по болѣе не возбуждаемое по той или другой причинѣ, или у котораго разрушенъ концевой аппаратъ, атрофируется лишь спустя годы, какъ кажется. Этой атрофіей отъ неупотребленія еще не пользовались съ той точки зрѣнія, которая занимаетъ насъ здѣсь; она могла бы, по видимому, дать нѣкоторые указанія относительно хода центростремительныхъ путей въ нервныхъ центрахъ. [На этомъ основанъ методъ изслѣдованія хода волоконъ G u d d e n.—Н. В.].

перерождаются ни въ какомъ направленіи; ихъ волокна называли комиссуральными (соединяющими два различныхъ этажа спинного мозга) и полагали, что оба конца такихъ волоконъ соединены съ нервными клѣтками, что оказалось ошибочнымъ.

Достаточно такимъ образомъ разрушить ядра сѣраго вещества, чтобы произошло перерожденіе волоконъ, изъ нихъ выходящихъ. Въ этихъ случаяхъ выводять заключеніе, что перерожденные волокна начинаются отъ разрушенныхъ клѣтокъ. Когда пучокъ спинного мозга перерождается послѣ экстирпаціи определенныхъ областей мозговой коры, онъ считается служащимъ для проведенія центробѣжныхъ, сознательныхъ импульсовъ (волевыхъ).

Казалось бы перерѣзкой заднихъ, чувствительныхъ, корешковъ спинномозговыхъ нервовъ выше межпозвоночныхъ ганглиевъ можно опредѣлить по указаніямъ перерожденія центростремительные сознательные пути до самой коры головного мозга. Въ дѣйствительности положеніе дѣла не такъ просто. Прежде всего, начиная со входа въ спинной мозгъ, сознательные центростремительные пути прерываются въ различныхъ мѣстахъ нервными клѣтками. Перерожденіе не идетъ дальше этихъ клѣтокъ. Во вторыхъ, мы увидимъ, что волокна заднихъ корешковъ тотчасъ по вступленіи въ спинной мозгъ дѣлятся на двѣ вѣтви, восходящую и нисходящую (рефлекторную), заложенные въ заднихъ столбахъ. Перерѣзка этихъ послѣднихъ имѣетъ поэтому слѣдствіемъ: книзу отъ разрѣза—нисходящее перерожденіе волоконъ, которыя въ дѣйствительности принадлежатъ не къ числу центробѣжныхъ сознательныхъ, а къ центростремительнымъ рефлекторнымъ; кверху отъ разрѣза восходящее перерожденіе (восходящія вѣтви).

3° У зародыша человѣка, и даже у новорожденного, волокна, служащая для актовъ безсознательныхъ (рефлекторныхъ), окружаются мѣлиномъ раньше, чѣмъ волокна, служащая для актовъ сознательныхъ. Въ извѣстный моментъ развитія нѣкоторые пучки, имѣющіе гомологичныя функціи, отчетливо выделяются своимъ сѣроватымъ видомъ среди волоконъ, уже окруженныхъ мѣлиномъ. [Flechsig].

Спинномозговые пучки должны быть разсматриваемы, какъ собраніе нервныхъ центростремительныхъ и центробѣжныхъ путей, соединяющихъ периферическія части нашего тѣла съ головнымъ мозгомъ. Въ виду этого разнообразныя проводящіе пути должны обособляться, какъ по направленію къ периферіи, чтобы достигъ периферическихъ окончаній, такъ и по направленію кверху, чтобы достигъ различныхъ центровъ, для которыхъ они предназначены.

Взятое въ цѣломъ бѣлое вещество однако далеко не представляетъ изъ себя простаго соединенія въ пучки волоконъ нервныхъ корешковъ, направляющихся къ головному мозгу. Въ самомъ дѣлѣ:

а) Нервные, центростремительные и центробѣжные, пути, расположенные между головнымъ мозгомъ и периферіей, прерываются въ сѣромъ веществѣ спинного мозга (см. далѣ).

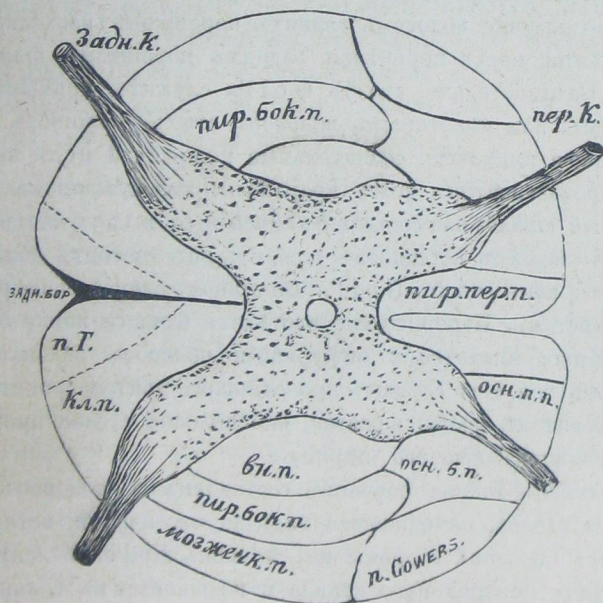
б) Количество нервныхъ волоконъ въ корешкахъ сильно превосходитъ количество волоконъ, вступающихъ въ головной мозгъ черезъ столбы шейнаго отдѣла спинного мозга. Въмѣстѣ съ тѣмъ какъ волокна корешковъ прерываются въ спинномъ мозгу, число ихъ дѣлается такъ все меньше (на пути къ головному мозгу). Если же прослѣдить волокна въ центробѣжномъ направленіи, то можно сказать, что число ихъ увеличивается постепенно въ спинномъ мозгу.

с) Величина столбовъ не уменьшается сверху внизъ пропорціонально отхожденію нервныхъ корешковъ. Въ шейномъ (и поясничномъ) утолщеніи, отъ котораго отходятъ нервы, предназначающіеся для переднихъ (и заднихъ) конечностей, бѣлое вещество даже болѣе объемисто, чѣмъ надъ утолщеніемъ и подъ нимъ (благодаря присутствію въ столбахъ волоконъ корешковъ и, въ особенности, ихъ нисходящихъ

бифуркацій, которыя немного дальше оставляють столбы и проникають въ сѣрое вещество).

Такимъ образомъ въ спинномъ мозгу опредѣлены слѣдующіе пучки, представленныя на фиг. 199, изображающей поперечный разрѣзъ изъ шейной части.

1° *Пирамидальные пучки*.—Въ каждой половинѣ спинного мозга находится *два пирамидальныхъ пучка*: одинъ въ переднемъ (*пир. пер. п.*), другой въ боковомъ столбѣ (*пир. бок. п.*). Оба поднимаются, не прерываясь, черезъ пирамиды (отсюда названіе пучковъ), *basis pedunculi cerebri* и внутреннюю капсулу до области лобныхъ и теменныхъ долей, которую дальше мы обозначимъ подъ именемъ «двигательной области» мозговой коры. Пирамидальный пучокъ бокового столба, болѣе объемистый изъ нихъ, тянется до нижней части спинного мозга, въ пирамидахъ (продолговатый мозгъ) онъ перекрещивается съ пучкомъ противоположной стороны; слѣдовательно, проводя въ центробѣжномъ направленіи, этотъ пирамидальный пучокъ въ спинномъ мозгу является перекрещеннымъ—перекрещивающійся пирамидальный пучокъ.—Пучокъ этотъ одинъ и существуетъ у большинства высшихъ животныхъ.—Пучокъ переднихъ столбовъ, болѣе слабо развитый и отсутствующій у многихъ



Фиг. 199.—Систематическое распределение волоконъ спинного мозга.

животныхъ, проходить пирамиды, не перекрещиваясь,—прямой пирамидальный пучокъ; — онъ перекрещивается въ спинномъ мозгу по мѣрѣ того, какъ спускается внизъ, и прекращается совсѣмъ въ спинной области мозга. — Оба пучка перерождаются при поврежденіи теменной доли большого мозга. (Fr. Franck и Pittes); послѣ перерѣзки спинного мозга перерождаются ихъ нижніе участки. (Ихъ питательный центръ, или клѣтки, отъ которыхъ они начинаются, находятся въ мозговой корѣ). Волокна этихъ пучковъ окружаются мѣлкимъ очень поздно (Flechsig). Всѣ особенности, взятыя вмѣстѣ, указываютъ на то, что названные пучки служатъ для проведенія центробѣжныхъ сознательно-волевыхъ импульсовъ. Надо замѣтить, что нисходящее перерожденіе волоконъ пирамидальныхъ пучковъ не распространяется до переднихъ корешковъ. Пути, о которыхъ идетъ рѣчь, не продолжаются прямо къ периферіи. Всѣ они прерываются въ спинномъ мозгу, по всей вѣроятности, на уровнѣ клѣтокъ, которыя называются двигательными и ле-

жать въ переднихъ рогахъ спинного мозга; эти клѣтки, во всякомъ случаѣ, не служатъ для волоконъ названныхъ пучковъ питательными центрами. Упомянутыя сейчасъ клѣтки служатъ питательнымъ центромъ для волоконъ переднихъ корешковъ.

2° *Прямой мозжечковый пучокъ*.—На поверхности бокового столба расположенъ пучокъ (фиг. 199 *мозжечк. п.*), покрывающій пирамидальный перекрещенный; онъ родится въ спинной области спинного мозга, прогрессивно увеличивается снизу вверхъ и направляется, не прерываясь (клѣтками), черезъ нижнія мозжечковые ножки (той же стороны) въ мозжечекъ. Послѣ перерѣзки спинного мозга волокна этого пучка перерождаются въ центrostремительномъ направленіи. Этотъ пучокъ получаетъ свои волокна отъ группы клѣточекъ, извѣстной подъ именемъ столба Clarke (расположенной снаружи и сзади отъ центрального канала); данныя клѣточки и служатъ питательнымъ центромъ для волоконъ этого пучка. Мозжечковый пучокъ, повидимому, служитъ путемъ для центrostремительныхъ импульсовъ, проводимыхъ въ мозжечекъ.

3° *Столбъ Goll'я* или тонкій пучекъ (*п. Г.* фиг. 199) прогрессивно увеличивается по направленію снизу вверхъ; его волокна подвергаются перерожденію въ центrostремительномъ направленіи послѣ перерѣзки спинного мозга; они суть анатомическое продолженіе волоконъ заднихъ корешковъ (восходящая бифуркація); пучекъ перерождается послѣ перерѣзки заднихъ корешковъ выше межпозвоночныхъ ганглиевъ. Слѣдовательно, столбъ Goll'я служитъ прямымъ продолженіемъ заднихъ корешковъ, или нѣкоторыхъ волоконъ этихъ корешковъ. Онъ проводитъ центrostремительные импульсы, сознательные по крайней мѣрѣ извѣстной частью. Этотъ путь въ продолговатомъ мозгу прерванъ промежуточнымъ ганглиемъ.

4° *Клиновидный столбъ* или *столбъ Burdach'a* (*кл. п.*) получаетъ большое количество волоконъ изъ заднихъ корешковъ; кажется, онъ состоитъ даже исключительно изъ этихъ волоконъ, какъ столбъ Goll'я. Во всякомъ случаѣ размѣры его измѣнчивы въ различныхъ мѣстахъ. Перерожденіе его идетъ отчасти книзу отъ мѣста перерѣзки (рефлекторныя нисходящія бифуркаціи волоконъ заднихъ корешковъ) и отчасти кверху отъ нея. Онъ служитъ проводникомъ центrostремительныхъ импульсовъ. Въ продолговатомъ мозгу, кажется, всѣ волокна столба прерываются въ сѣромъ ядрѣ, занимающемъ всю его ширину.

Весь задній столбъ такимъ образомъ составленъ изъ волоконъ заднихъ корешковъ. Продолженіе столба, находящееся надъ двумя ядрами, вставленными въ его вещество, состоитъ съ одной стороны изъ пучковъ Reil'евой ленты, которая перекрещивается впереди центрального канала и подымается въ большой мозгъ до его коры, съ другой стороны изъ волоконъ, которыя идутъ въ мозжечекъ черезъ нижнюю мозжечковую ножку.

5° Третій центrostремительный путь образованъ пучкомъ, расположеннымъ на поверхности боковыхъ столбовъ, впереди мозжечкового пучка и получившимъ названіе *Gowers'ова пучка* (фиг. 199). Будучи перерѣзанъ, этотъ пучокъ перерождается въ центrostремительномъ направленіи. По направленію кверху этотъ пучекъ, по крайней мѣрѣ отчасти, проникаетъ въ пучекъ Reil'я, чтобы слѣдовать вмѣстѣ до полушарій большого мозга.

6° *Основные пучки передній (о. п. п.) и боковой (о. б. п.)*.—Въ переднемъ столбѣ къ наружному боку прямого пирамидальнаго пучка прилежитъ пучокъ (основной), который въ дѣйствительности смѣшанъ въ большей или меньшей степени съ передней частью (*о. б. п.*) бокового столба. Толщина его значительно колеблется въ различныхъ частяхъ по длинѣ спинного мозга; подраздѣленія пучка еще болѣе или менѣе спорны. Та часть пучка, которая расположена въ переднихъ столбахъ, была найдена не перекрещивающейся по направленію къ большому мозгу до верхняго

отдѣла мозговой ножки, до средняго мозга и даже до зрительныхъ бугровъ (иду-щей по заднему продольному пучку, всегда впереди центрального канала). Полагаютъ, что пучокъ служить центробѣжнымъ путемъ, и именно для рефлекторныхъ актовъ, центръ которыхъ находится на уровнѣ четверохолмія и зрительныхъ бугровъ. Кажется, то же самое можно сказать и объ основномъ боковомъ пучкѣ (о. б. п.).

6° Наконецъ, въ боковыхъ столбахъ, кнутри отъ перекрещеннаго пирамидальнаго пучка, непосредственно примыкая къ сѣрому веществу, остается еще пучокъ (вн. п.); будучи перерѣзанъ, онъ перерождается, частью въ центростремительномъ направленіи, частью въ центробѣжномъ. По нѣкоторымъ авторамъ передняя часть его служить для центробѣжныхъ импульсовъ, задняя часть, смѣшанная, является двигательной и чувствительной.

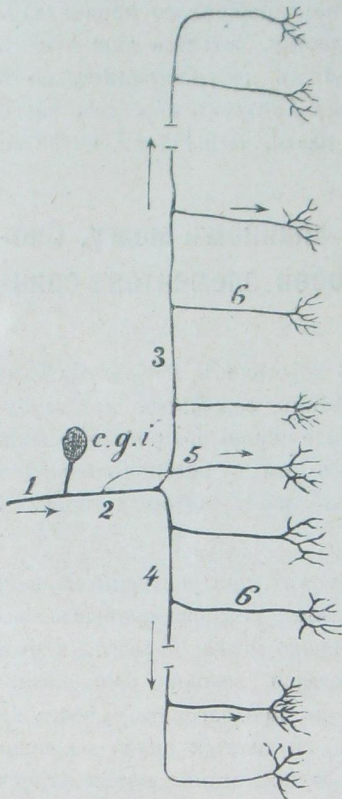
Судьба спинномозговыхъ корешковъ въ спинномъ мозгу. Способъ болѣе тѣснаго соединенія между собой элементовъ спинного мозга ¹⁾.

Передніе корешки. — Волокна переднихъ корешковъ, всѣ центробѣжныя, берутъ начало изъ большихъ двигательныхъ клѣтокъ, лежащихъ въ переднихъ рогахъ той же стороны, и составляютъ удлинненные нервные отростки (осевой цилиндръ) послѣднихъ. Въ спинномъ мозгу каждое изъ этихъ волоконъ корешка выпускаетъ нѣсколько тонкихъ коллатеральныхъ волоконцевъ, которые теряются въ фибриллярномъ войлокѣ сѣраго вещества.

Задніе корешки. — Волокна заднихъ корешковъ (центростремительныя, чувствительныя), происходящія каждое изъ нервной клѣтки межпозвоновыхъ ганглиевъ, тотчасъ по вступленіи въ бѣлое вещество спинного мозга, дѣлятся дихотомически (фиг. 200). Изъ двухъ вѣтвей, на которыя дѣлится волокно, одна, восходящая, нѣсколько болѣе толстая, подымается вверхъ до продолговатаго мозга по заднимъ столбамъ; другая, нисходящая, менѣе длинная, спускается внизъ по спинному мозгу тоже въ заднихъ столбахъ. Нисходящія и восходящія вѣтви вмѣстѣ образуютъ задніе столбы: какъ клинообразный, такъ и столбъ Goll'я. Волокно корешка, такъ же какъ и его два подраздѣленія выпускаютъ обыкновенно подъ прямымъ угломъ тонкія коллатеральныя волокна (R a m ó n), которыя прямо проникаютъ въ сѣрое вещество, гдѣ они всѣ оканчиваются множествомъ древовидно расположенныхъ развѣтвленій, каждая конечная ниточка послѣднихъ оканчивается свободно, слегка вздута и не анастомозируетъ съ другими волокнами. Эти древовидныя окончанія разсыпаны по всему сѣрому веществу включая и передніе рога. Въ послѣднихъ древовидныхъ развѣтвленіяхъ вступаютъ въ тѣсное отношеніе съ большими клѣтками, получившими названіе двигательныхъ. Не то, чтобы существова-

¹⁾ Успѣхи, недавно сдѣланные въ изученіи тонкаго строенія нервныхъ центровъ, осуществились благодаря изобрѣтенію двухъ новыхъ способовъ изслѣдованія, изъ которыхъ одинъ придуманъ Golgi (изъ Павіа). Этимъ способомъ пользовались, преимущественно, Golgi и Ramó n у Cajal (изъ Барселоны). Ихъ результаты были подтверждены и дополнены Koelliker'омъ, van Gehuchten'омъ, Retzius'омъ, Lenhossek'омъ и др. Суть способа Golgi состоитъ въ томъ, что нервныя волокна, предварительно уплотненныя двухромовкислымъ калимъ, окрашиваются азотнокислымъ серебромъ. Другой способъ, изобрѣтенный Ehrlich'омъ, состоитъ въ окраскѣ живыхъ волоконъ метиленовой синью; Retzius и др. широко воспользовались имъ. Результаты, полученные этими двумя способами, абсолютно согласны между собой.

ло тутъ непрерывное соединеніе съ двигательными клѣтками, но просто примыканіе (*juxtapositio*), родъ сочлененія (*Ramón y Cajal*). Концы обѣихъ дихотомическихъ вѣтвей въ результатѣ также проникають гдѣ нибудь въ сѣрое вещество и оканчиваются здѣсь *концевыми* древовидными *развителеніями*, имѣющими, повидимому, то же значеніе, какъ и древовидности коллатеральныхъ волоконъ.



Фиг. 200.—Дихотомическое дѣленіе чувствительнаго волокна (1), начинающагося въ спинномъ мозгѣ; *c.g.i.* клѣтка межпозвоночнаго ганглія; 6 коллатеральныя вѣтви обѣихъ бифуркацій (3 и 4) съ ихъ концевыми древовидностями, расположенными въ сѣромъ веществѣ.

Чувствительныя коллатеральныя волокна оканчиваются концевыми древовидностями въ *substantia gelatinosa Rolandi* (край заднихъ роговъ) той же стороны; нѣкоторыя изъ нихъ оканчиваются въ Роландовомъ веществѣ противоположной стороны (фиг. 201), переходя черезъ заднюю спайку (перекрещиванія); наконецъ, многія волокна оканчиваются у клѣтокъ *Clarke*'ова столба той же стороны. Эти послѣднія клѣтки, въ свою очередь, даютъ происхожденіе центrostремительнымъ волокнамъ мозжечковыхъ пучковъ.

Клѣтки межпозвоночныхъ гангліевъ вначалѣ при своемъ возникновеніи (а у рыбъ всегда) являются клѣтками биполярными; одинъ изъ отростковъ такой клѣтки, имѣющій центrostремительную функцію по отношенію къ ней, идетъ къ периферіи; другой, съ центробѣжной функціей по отношенію къ клѣткѣ, идетъ къ центрамъ. Позднѣе, оба клѣточныхъ отростка соединяются у клѣтки и даютъ, такимъ образомъ, происхожденіе волокнамъ въ формѣ Т (*Ranvier*).

Каждое центrostремительное чувствительное волокно, направляясь (своей восходящей вѣтвью) къ головному мозгу, по пути соединяетъ такимъ образомъ множество этажей спинного мозга посредствомъ своихъ коллатеральныхъ вѣтвей.

Волокна переднихъ и боковыхъ столбовъ, также какъ и волокна заднихъ, даютъ множество коллатеральныхъ вѣтвей (болѣе тонкихъ, чѣмъ волокна самихъ столбовъ), проникающихъ въ сѣрое вещество; въ послѣднемъ они оканчиваются концевыми древовидностями, и именно въ переднихъ рогахъ; большая часть на той же сторонѣ тѣла (фиг. 201, правая половина), другія на противоположной, перейдя сначала черезъ переднюю спайку.—Есть основанія предполагать, что эти волокна отправляютъ центробѣжную функцію. Что же касается волоконъ пирамидальныхъ пучковъ, то они навѣрно служатъ для волевыхъ импульсовъ, такъ какъ происходятъ изъ мозговой коры и примыкають посредствомъ древовидныхъ окончаній къ двигательнымъ клѣткамъ спинного мозга.

Волокна переднихъ корешковъ не единственныя, проходящія изъ нервныхъ клѣтокъ сѣраго вещества спинного мозга. Что касается до клѣтокъ переднихъ роговъ, то каждая выпускаетъ по одному невѣтвистому нервному отростку, но происходящія отсюда волокна не всѣ вступаютъ въ передніе корешки. Нѣкоторыя изъ нихъ идутъ въ передне-боковыя столбы или той же стороны, или противоположной черезъ переднюю спайку (см. фиг. 201, лѣвая половина).

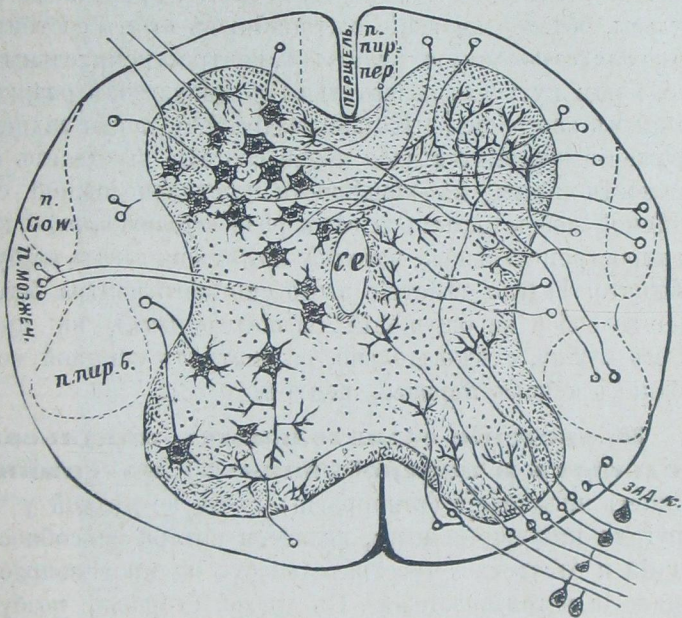
Также и въ заднихъ рогахъ, особенно въ промежуточной части, встрѣчается большое количество клѣтокъ съ нервными отростками (по одному на каждую клѣтку).

ку), которые направляются въ боковые столбы той же стороны и образуютъ тамъ обыкновенныя волокна. Кѣтки эти называются *кѣтками столбовъ*. Волокна, которыхъ идетъ рѣчь, то прямо загибаются кверху, по направленію къ головному мозгу, то образуютъ въ то же самое время нисходящую вѣтвь. Нѣкоторые изъ нервныхъ отростковъ проходятъ также въ боковые столбы противоположной стороны черезъ переднюю спайку; кѣтки, отъ которыхъ эти отростки происходятъ, получили названіе *коммиссуральныхъ* кѣтокъ (Ramón y Cajal). Наконецъ, въ своемъ веществѣ всѣ эти нервные отростки отсылаютъ отъ себя тонкія коллатеральныя волокна, судьба которыхъ совершенно неизвѣстна.

Клѣтки Clarke'овыхъ столбовъ принадлежать къ названной категоріи клѣтокъ.

Фиг. 201. — Лѣвая половина представляет схему кѣлокъ спинного мозга; правая половина — схему хода коллатеральныхъ волоконъ. Показаны нѣкоторые систематическіе пучки столбовъ. Прежде всего показаны кѣлки, отъ которыхъ происходятъ волокна переднихъ корешковъ. Затѣмъ кѣлки столбовъ и комиссуральные. Наконецъ, одна клетка, нервный отростокъ которой вѣтвится въ сѣромъ веществѣ.

Что касается коллатеральных волоконъ, то прежде всего видны волокна, происходящія изъ заднихъ корешковъ; изъ нихъ одно переходитъ черезъ заднюю спайку на противоположную половину спинного мозга. Затѣмъ имѣются примѣры коллатеральныхъ волоконъ различныхъ столбовъ. Волокна столбовъ представлены (въ поперечномъ сѣченіи) въ видѣ маленькихъ кружковъ.



Их нервные отростки образуют волокна мозжечкового пучка той же стороны (фиг. 201, левая сторона).

Наконецъ, добавимъ еще, что существуетъ большое количество нервныхъ клѣтокъ, въ особенности въ заднихъ рогахъ спинного мозга, нервные отростки которыхъ вѣтвятся, находясь еще въ сѣромъ веществѣ, и есть другія клѣтки, отростки которыхъ вѣтвятся въ сѣромъ веществѣ противоположной стороны, пройдя предварительно чрезъ переднюю комиссуру.

Мы увидимъ, что возбужденіе центростремительныхъ волоконъ можетъ сообщаться самымъ различнымъ, если не всѣмъ, частямъ нервной системы; въ частности двигательнымъ нервамъ спинного и головного мозга. Болѣе того, каждое (центроблжное) волокно переднихъ корешковъ можетъ возбуждаться изъ многихъ частей центральной нервной системы и чуть ли не черезъ всѣ центростремительные нервы. Мы попытаемся дальше прослѣдить эти различные пути, основываясь на раньше сказанномъ и на экспериментальныхъ данныхъ.

Основные функции спинного мозга.—Укажем, забывая вперёд, на законъ Ch. Bell'я, (гл. XIII), по которому всѣ *центробѣжныя спинномозговые волокна* (двигательныя, отдѣлительныя, тормозящія и пр.) *остав-*

ляют мозгъ чрезъ передніе корешки, а всѣ центростремительныя волокна вступаютъ въ мозгъ чрезъ задніе корешки: передніе—исключительно центробѣжныя, задніе—центростремительныя ¹⁾. Такого рода устройство даетъ начало систематическому размѣщенію волоконъ въ спинномъ мозгу.

Животное, у котораго перерѣзанъ спинной мозгъ въ грудной области, лишено способности произвольно двигать членами, нервы которыхъ выходятъ изъ спинного мозга ниже мѣста перерѣзки (паралегія); съ другой стороны, можно щипать, рѣзать, жечь и пр., заднюю половину тѣла, не причиняя животному ни малѣйшей боли (анестезія).

Итакъ, спинной мозгъ несомнѣнно заключаетъ въ себѣ пути для сознательныхъ импульсовъ; одни, проводящіе волевые двигательные импульсы отъ головного мозга къ периферіи, и другіе, проводящіе къ головному мозгу импульсы, обуславливающіе ощущенія: въ этомъ состоитъ *проводимость спинного мозга для сознательныхъ импульсовъ*, центростремительныхъ и центробѣжныхъ.— Но, когда путь для сознательныхъ импульсовъ разрушенъ только что указаннымъ способомъ, мѣстное раздраженіе кожи задней конечности или раздраженіе чувствительнаго нерва все еще вызываетъ сокращенія въ этой конечности и даже въ конечности противоположной стороны: слѣдовательно спинной мозгъ играетъ и самъ роль *нервнаго центра*, въ которомъ возбужденіе центростремительнаго волокна можетъ вызывать возбужденіе волокна центробѣжнаго. Только дѣйствіе этого спинного центра безсознательное, не влекущее за собой ни ощущеній (сознательныхъ), ни произвольныхъ движеній. Намъ нужно, слѣдовательно, рассмотретьъ спинной мозгъ, какъ нервный проводникъ и какъ нервный центръ.

Проведеніе сознательныхъ импульсовъ (центростремительныхъ и центробѣжныхъ) по спинному мозгу.—Послѣдствіемъ апоплексіи (геморрагіи), столь не рѣдкой у человѣка въ томъ или другомъ полушаріи мозга, является потеря способности произвольныхъ движеній и отсутствіе чувствительности на противоположной сторонѣ тѣла (гемиплегія и геміанестезія). Съ другой стороны, возбужденіе опредѣленныхъ частей коры полушарія вызываетъ движенія въ противоположной сторонѣ тѣла. Пути сознательныхъ импульсовъ, центростремительныхъ и центробѣжныхъ, всей половины тѣла оканчиваются въ мозговомъ полушаріи противо-

¹⁾ Что исключеніемъ изъ этого закона является ходъ нѣкоторыхъ сосудорасширительныхъ волоконъ въ заднихъ корешкахъ, объ этомъ уже упоминалось раньше (стр. 171, примѣч.).

Steinach (1895) вызывалъ раздраженіемъ опредѣленныхъ заднихъ корешковъ движенія въ кишечникъ и мочевомъ пузырь лягушки. Это наблюдалось и при механическомъ раздраженіи.

Можно вызывать въ этихъ органахъ и рефлекторныя дѣйствія заднихъ корешковъ при посредствѣ тѣхъ же заднихъ корешковъ.

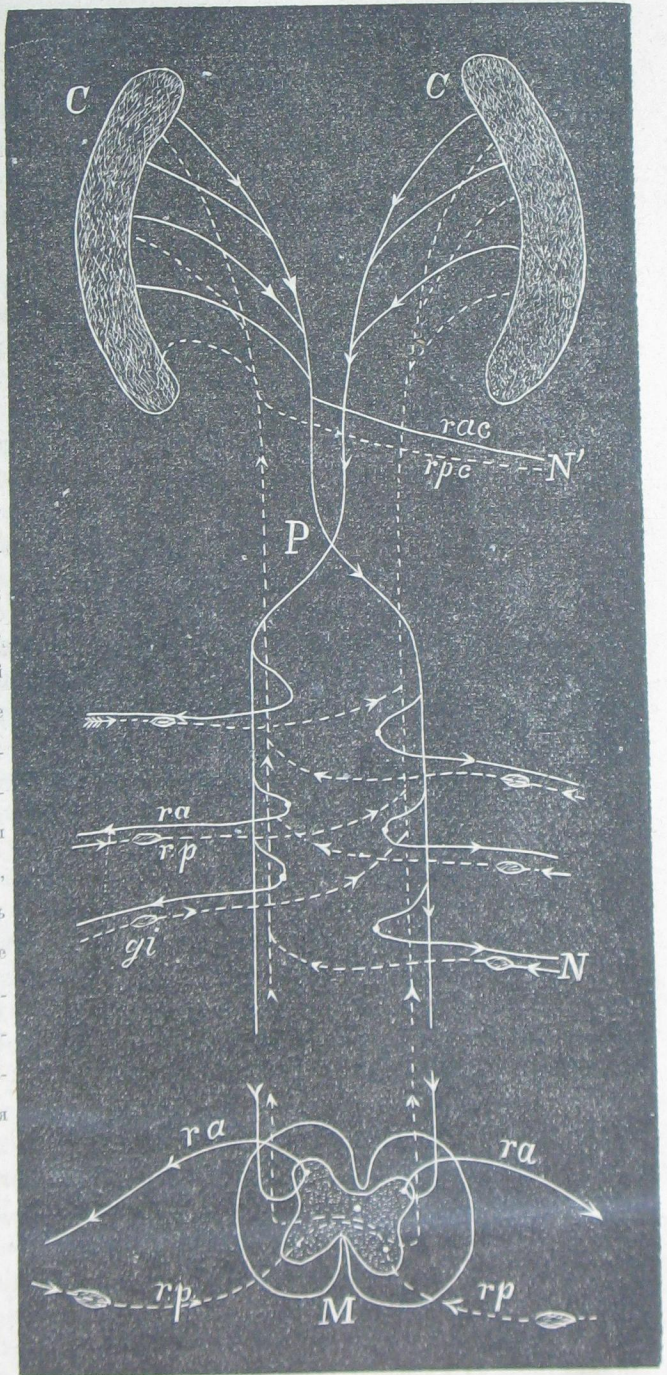
И анатомически нѣкоторыя волокна заднихъ корешковъ производятся отъ нервныхъ клѣтокъ переднихъ роговъ (Ramón y Cajal, v. Lenhossek). Здѣсь надо признать для нихъ и трофическій центръ (стр. 466), а не въ межпозвоноковыхъ узлахъ (данныя на кошкѣ; не такъ на собакѣ, Gabri 1896).

На низшихъ позвоночныхъ (selachii, amphioxus) установлено тоже анатомически, что задніе корешки нѣкоторыхъ черепныхъ и спинныхъ нервовъ иннервируютъ извѣстныя мышцы.

положной стороны; въ томъ или другомъ мѣстѣ они переходятъ срединную линію тѣла, *перекрещиваются* въ промежуткѣ между психическимъ центромъ и периферіей.

Опредѣленность болѣе или менѣе исчезаетъ, если мы зададимъ вопросъ, *идь происходитъ это перекрещиваніе.*

Фиг. 202.—Схема путей, по которымъ слѣдуетъ большая часть сознательныхъ импульсовъ, центrostремительныхъ (пунктирные линіи) и центробѣжныхъ (сплошныя линіи) отъ мозговой коры (С) къ периферическимъ нервамъ. Р пирамиды продолговатого мозга; М разрывъ спинного мозга; *ra* передніе корешки и *rp* задніе корешки спинномозговыхъ и церебральныхъ нервовъ; N спинномозговой, N' черепной нервъ. Схема воспроизводитъ ходъ большей части сознательныхъ путей. Волевые пути всѣ изображены перекрещивающимися въ пирамидахъ; въ дѣйствительности многіе изъ нихъ спускаются въ спинной мозгъ, не перекрещиваясь, и только тамъ постепенно переходятъ черезъ среднюю линію. Чувствительные пути изображены точно также постепенно перекрещивающимися въ спинномъ мозгу; въ дѣйствительности значительная часть ихъ перекрещивается въ продолговатомъ мозгу.



1. Пути *волевыхъ* импульсовъ перекрещиваются, большей частью, очень высоко, въ пирамидахъ (фиг. 202). Однако, нѣкоторые волокна этихъ путей у человека и у высшихъ животныхъ переходятъ среднюю линію ниже, по

всей длинѣ спинного мозга. Описавъ изгибъ въ сѣромъ веществѣ спинного мозга, всѣ волокна входятъ въ передніе корешки спинномозговыхъ нервовъ.

Указанный результатъ согласуется съ анатомическими данными: извѣстно, что пирамидальные (сознательные, центробѣжные) пути въ спинномъ мозгу частью перекрещены (пирамидальный пучокъ боковыхъ столбовъ), частью не перекрещены (пирамидальный пучокъ переднихъ столбовъ).

2. *Центростремительные, чувствительные пути* по выходѣ изъ мозговыхъ полушарій спускаются, большей частью, по одноименной сторонѣ спинного мозга и перекрещиваются въ послѣднемъ по мѣрѣ того, какъ они его покидаютъ и вступаютъ въ задніе корешки спинномозговыхъ нервовъ. Если мы прослѣдимъ эти пути въ центростремительномъ направленіи, начиная съ периферіи, мы найдемъ, что они входятъ въ спинной мозгъ черезъ задніе корешки, переходятъ среднюю линію тотчасъ по вступленіи въ спинной мозгъ и затѣмъ поднимаются къ головному мозгу по противоположной сторонѣ спинного мозга. Однако, на основаніи новѣйшихъ наблюденій меньшая часть этихъ путей все-таки подымается къ головному мозгу по одноименной сторонѣ и перекрещивается только выше пирамидъ.

Анатомія нервныхъ центровъ показала, что многіе центростремительные волокна поднимаются по заднимъ столбамъ спинного мозга *не перекрещиваясь*. Съ другой стороны, многія центростремительныя волокна, чувствительныя коллатерали, проникаютъ въ сѣрое вещество спинного мозга, откуда одни восходятъ, не перекрещиваясь, къ головному мозгу по боковымъ столбамъ (кѣтки столбовъ и выходящія изъ нихъ волокна), другія принимаютъ это направленіе только послѣ перехода на противоположную сторону спинного мозга (коллатеральныя чувствительныя волокна, переходящія по задней спайкѣ, и комиссуральныя кѣтки). Наконецъ, мы увидимъ, что многія центростремительныя волокна перекрещиваются дѣйствительно въ пирамидахъ продолговатаго мозга.

Предыдущія положенія основаны на наблюденіяхъ надъ людьми и на опытахъ надъ животными.—У людей наблюдались случаи болѣе или менѣе совершеннаго, половиннаго разрушенія спинного мозга въ спинной и шейной области (Brown-Séquard, W. Müller и Weiss). На той же самой сторонѣ замѣчался неполный параличъ конечностей и брюшныхъ стѣнко, нервы которыхъ выходятъ изъ спинного мозга ниже мѣста поврежденія; двигательная способность противоположной стороны тѣла оказывалась нетронутою, чувствительность была уничтожена или только уменьшена на сторонѣ, противоположной мѣсту разрушенія, между тѣмъ какъ на той же сторонѣ она была сохранена или даже чрезмѣрно повышена.

Обращаясь къ опытамъ надъ высшими животными, надо сказать, что продольный разрѣзъ спинного мозга по средней линіи не влечетъ за собой потери движеній ни на той, ни на другой сторонѣ тѣла (Brown-Séquard и уже Galen), но разстраиваетъ (?) чувствительность обѣихъ сторонъ. Поперечный разрѣзъ одной половины спинного мозга у кроликовъ, собакъ уничтожаетъ, или по меньшей мѣрѣ, значительно ослабляетъ произвольныя движенія той же стороны тѣла, но оставляетъ нетронутыми движенія противоположной стороны; онъ уничтожаетъ, или скорѣе, въ сильной степени уменьшаетъ чувствительность противоположной стороны и оставляетъ ее неповрежденной на той же сторонѣ. На оперированной сторонѣ въ продолженіи двухъ недѣль, слѣдующихъ за операціей, констатирована даже чрезмѣрная чувствительность къ болевымъ ощущеніямъ (гипералгезія), что замѣче-

но равнымъ образомъ и на людяхъ. Послѣ половинной перерѣзки спинного мозга кроликъ кричитъ отъ малѣйшаго прикосновенія къ задней конечности оперированной стороны. Эта гипералгезія исчезаетъ по истеченіи нѣсколькихъ недѣль; кажется, она зависитъ отъ травматическаго раздраженія извѣстныхъ частей спинного мозга.

Пути сознательныхъ импульсовъ, двигательныхъ и чувствительныхъ, направляющіеся къ периферіи по черепнымъ нервамъ, перекрещиваются выше пирамидъ, въ ножкахъ большого мозга и въ Вароліевомъ мосту, (фиг. 202. *г.а.с.*, *г.р.с.*). Поврежденіе этихъ послѣднихъ частей, ограниченное даже одной стороною, можетъ вызвать параличъ личныхъ нервовъ на одной сторонѣ и параличъ туловищныхъ нервовъ на другой (перекрестный параличъ), что невозможно при поврежденіи коры полушарій.

Неувѣренность относительно мѣста, гдѣ именно перекрещиваются сознательные центростремительные пути, еще такова, что по новѣйшимъ изслѣдованіямъ (G o t t h и H o r s l e y, M o t t) выходитъ, будто у обезьяны они оказываются вполнѣ перекрещенными, начиная съ продолговатаго мозга (если идти въ центробѣжномъ направленіи); это совпадаетъ съ стариннымъ взглядомъ G a l e n 'а.

Что касается волевыхъ путей, то результатомъ поперечной перерѣзки одной только пирамиды (въ рукахъ B r o w n - S é q u a r d 'а, S c h i f f 'а, L a b o r d e 'а) являлся неполный параличъ обѣихъ сторонъ тѣла. Можно было бы думать, что перекрещиваніе волевыхъ путей, по крайней мѣрѣ у нѣкоторыхъ вышнихъ животныхъ, не ограничивается пирамидами, но продолжается черезъ весь шейный отдѣлъ спинного мозга (B a l l i g h a n). Съ другой стороны, при половинной перерѣзкѣ спинного мозга далеко не всегда получается на продолжительное время полный параличъ одноименной стороны тѣла. Въ этомъ случаѣ обращаются за объясненіемъ къ прямому пирамидальному пучку переднихъ столбовъ (недостающему у большинства млекопитающихъ), котораго периферическое продолженіе могло бы устанавливаться при помощи двигательныхъ клѣтокъ противоположной половины спинного мозга.

Наконецъ, судя по нисходящему перерожденію, слѣдующему за разрушеніемъ такъ называемыхъ двигательныхъ областей мозговой коры, и по нѣкоторымъ другимъ опытамъ, пути волевыхъ импульсовъ уже въ спинномъ мозгу неоднократно подвергаются послѣдовательному перекрещиванію.

Какіе пучки служатъ для проведенія сознательныхъ импульсовъ?—Все, что можно сказать опредѣленнаго, это то, что передніе столбы проводятъ, преимущественно, двигательные импульсы; задніе исключительно чувствительные импульсы; боковые столбы носятъ смѣшанный характеръ: нѣкоторые пучки въ нихъ проводятъ импульсы въ центростремительномъ направленіи, другіе въ центробѣжномъ.

По L u d w i g 'у и его школѣ *пути волевыхъ движеній* спускаются, повидимому, въ боковыхъ столбахъ, перерѣзка которыхъ влечетъ почти такой же параличъ, какъ и полная перерѣзка половины спинного мозга. Все-таки параличъ получается болѣе полный, если въ то же самое время перерѣзать и передніе столбы.

Пирамидальные пучки, конечно, служатъ проводниками для волевыхъ движеній, судя по ихъ перерожденію (центробѣжному), слѣдующему за экстирпаціей такъ называемой двигательной области мозговой коры (не доказано однако, что не существуетъ другихъ проводниковъ волевыхъ движеній). Такъ какъ перерожденіе это не распространяется въ передніе спинномозговые корешки, то приходится допустить, что всѣ волокна пирамидальныхъ пучковъ прерываются въ сѣромъ веществѣ спинного мозга. По колла-

геральнымъ вѣтвямъ волоконъ нервная волна дѣлаетъ поворотъ къ сѣрому веществу и доходить до двигательныхъ клѣтокъ переднихъ роговъ спинного мозга.

Передача сознательной чувствительности болѣе сложна и болѣе спорна.—Задніе столбы спинного мозга, составляя продолженіе заднихъ корешковъ нервовъ, безъ сомнѣнія, служатъ для центrostремительныхъ функцій. Ихъ разрушеніе уменьшаетъ чувствительность (Schiff) частей тѣла, расположенныхъ ниже мѣста перерѣзки; походка оперированнаго животного становится шатающейся, почти такой же, какъ если бы у него было перерѣзано большое количество заднихъ корешковъ.—Та же самая потеря чувствительности и развинченнаго походка наблюдаются у человѣка при болѣзни, встречающейся довольно часто, извѣстной подъ именемъ *двигательной атакси* и состоящей въ перерожденіи заднихъ столбовъ спинного мозга. Мышечная сила конечностей при этомъ нетронута, но движенія совершаются въ безпорядкѣ, такъ какъ они не контролируются болѣе центrostремительными импульсами съ чувствующихъ нервовъ, именно указаніями тактильнаго и мышечнаго чувства, направленнаго къ извѣстной цѣли (см. стр. 479 и слѣд.).

Однако, перерѣзка другихъ спинномозговыхъ пучковъ также понижаетъ чувствительность общую или мѣстную. Это значитъ, что чувствительные пути, первоначально находящіеся въ заднихъ столбахъ, отчасти проникаютъ въ сѣрое вещество (черезъ коллатеральныя чувствительныя вѣтви) и оттуда поднимаются къ головному мозгу по пучкамъ боковыхъ столбовъ (именно въ Gowers'овыхъ пучкахъ).

Экспериментальное изученіе доставило слѣдующія данныя (Schiff и др.), однако же всѣ болѣе или менѣе ненадежныя.

1. *Болевья ощущенія передаются преимущественно по сѣрому веществу* (Schiff). Они сохраняются послѣ перерѣзки заднихъ столбовъ и остаются даже послѣ перерѣзки большинства всѣхъ столбовъ спинного мозга. Наоборотъ, они уничтожаются съ разрушеніемъ сѣраго вещества.

2. *Тактильныя ощущенія.* Перерѣзка заднихъ столбовъ въ поясничной области понижаетъ тактильныя ощущенія *аpus'a* и промежности; перерѣзка въ поясничной области боковыхъ столбовъ уменьшаетъ и уничтожаетъ чувствительность заднихъ конечностей. Перерѣзкой заднихъ столбовъ въ шейной области уничтожается чувствительность верхнихъ конечностей.

У человѣка болѣзнь называемая *сириноміэліей* сопровождается разрушеніемъ сѣраго вещества, тогда какъ бѣлое вещество остается болѣе или менѣе неповрежденнымъ. Происходитъ потеря болевыхъ и тепловыхъ ощущеній съ сохраненіемъ ощущеній осязательныхъ и ощущеній холода. Первые, какъ будто, слѣдуютъ по сѣрому веществу, вторые по бѣлому.

Сириноміэлія, во всякомъ случаѣ, не единственная болѣзнь спинного мозга, сопровождающаяся уничтоженіемъ, или ослабленіемъ, нѣкоторыхъ ощущеній съ сохраненіемъ другихъ. Это обстоятельство указываетъ на то, что разнаго рода чувствительные проводники слѣдуютъ каждый по своему особому пути въ спинномъ мозгу, внѣ заднихъ столбовъ, которые содержатъ всѣ эти проводники соединенными вмѣстѣ.

Опыты, относящіеся къ разьединенію въ спинномъ мозгу различнаго рода чувствительности (Schiff и др.), подвержены многочисленнымъ возраженіямъ; главное изъ нихъ состоитъ въ трудности рѣшить вопросъ, указываетъ ли реакція, которая наблюдается у животнаго, на ощущенія тактильныя, или болевья, или же дѣло идетъ просто о реакціи рефлексорной.

Механическое и изолированное раздраженіе нѣкоторыхъ частей спинного мозга, перерѣзаннаго поперекъ, указываетъ на то, что передне-боковые столбы служатъ проводникомъ для двигательныхъ импульсовъ, задне-боковые для чувствительныхъ (van Deen, Schiff, Chauveau, Vulpian, Brown-Séquard, Laborde и др.). Но является почти невозможностью возбуждать эти части въ отдѣльности и вмѣстѣ съ тѣмъ въ такихъ условіяхъ, чтобы сѣрое вещество еще продолжало функционировать. А функционированіе сѣраго вещества безусловно необходимо для того, чтобы возбужденіе столбовъ могло произвести свои эффекты. Раздражая передніе столбы, вызываютъ возбужденіе двигательныхъ клѣтокъ переднихъ роговъ и волоконъ двигательныхъ корешковъ.—Laborde изъ своихъ опытовъ вывелъ даже заключеніе, что задніе столбы совсѣмъ не нужны въ дѣлѣ передачи чувствительныхъ импульсовъ. Это, казалось бы, указываетъ на то, что всѣ сознательные пути тотчасъ по вступленіи въ спинной мозгъ проходятъ въ сѣрое вещество и затѣмъ поднимаются къ головному мозгу по боковымъ столбамъ. Тотъ же самый авторъ наблюдалъ, какъ послѣ перерѣзки всего бѣлаго вещества полностью сохранялась чувствительность; одного сѣраго вещества оказалось бы достаточно для ея сохранения. По Schiffу, какъ нами было уже сказано, по заднимъ столбамъ проводятся одни только тактильныя ощущенія.

Такого рода опыты не дали итакъ удовлетворительныхъ результатовъ, или скорѣе, они дали каждому экспериментатору различные результаты, отчасти вслѣдствіе малыхъ размѣровъ столь сложнаго органа. Наконецъ, анатомическія знанія, можетъ быть, еще и до сихъ поръ не подвинулись въ достаточной мѣрѣ впередъ, чтобы можно было успѣшно взяться за такую задачу.

Укажемъ также на сравнительно старое мнѣніе, будто нервныя элементы спинного мозга невозбудимы. Въ болѣе недавнее время опытное изслѣдованіе доказало способность различныхъ пучковъ и двигательныхъ клѣтокъ возбуждаться электрически, механически и пр. Дѣло заключается въ томъ, что эти элементы представляются менѣе возбудимыми, чѣмъ периферическіе нервы (Vulpian). Кромѣ того, они сравнительно впечатлительны къ разстройству кровообращенія, происходящему отъ вскрытія позвоночника, загражденія артерій и пр. Такія разстройства быстро прекращаютъ функционированіе нервной системы, въ особенности сѣраго вещества (см. стр. 464 и дальше: питаніе нервной системы). Изслѣдователями не рѣдко производились поэтому эксперименты съ центральными частями, потерявшими чувствительность вслѣдствіе манипуляцій, требуемыхъ для обнаженія изслѣдуемыхъ частей.—Головной мозгъ казался еще менѣе возбудимымъ, чѣмъ спинной, и однако же мы теперь знаемъ, что различные его элементы, клѣтки и волокна, обладаютъ раздражительностію электрическою, механическою и пр. [Срав. стр. 502].

Brown-Séquard высказалъ особый взглядъ на результаты мозговыхъ поврежденій. Утрата способности функционированія не всегда происходитъ отъ разрушенія анатомическихъ элементовъ. Она можетъ часто происходить вслѣдствіе угнетенія, которое травматическое поврежденіе распространяетъ на далекое разстояніе. Частныя травматическія поврежденія мозга (и периферическихъ нервовъ) могутъ также вызвать въ немъ чрезмѣрно повышенную дѣятельность (гиперкинезія, гиперэстезія), оказывая свое вліяніе на различныя отдаленныя части нервной системы; Brown-Séquard называетъ это *динамогеніей* (контрактуры, гиперэстезія). Какъ примѣръ динамогеническаго паралича, Brown-Séquard приводитъ параличъ верхней конечности (у кролика) послѣ перерѣзки спинного мозга на одноименной сторонѣ ниже мѣста отхожденія нервовъ верхней конечности. Для большинства авторовъ, динамогенія Brown-Séquard'a является результатомъ

травматическаго раздраженія извѣстныхъ элементовъ спинного мозга: ея симптомы исчезаютъ съ заживленіемъ раны.

Спинной мозгъ какъ проводникъ рефлекторныхъ импульсовъ.—Въ среднемъ и продолговатомъ мозгу расположены многочисленные центры (рефлекторные и автоматическіе), дѣйствующіе помимо сознанія. Къ дѣятельности они возбуждаются центростремительными волокнами, поднимающимися кверху вдоль столбовъ спинного мозга. Центры посылаютъ отъ себя центробѣжныя волокна, которыя спускаются внизъ въ спинной мозгъ и (послѣ промежуточной станціи въ сѣромъ веществѣ) направляются къ периферіи черезъ передніе корешки. Периферическій путь тотъ же самый, что и для сознательно-центробѣжныхъ импульсовъ, во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда извѣстное движеніе напр., можетъ быть иннервируемо съ одной стороны какъ рефлексъ, съ другой—какъ волевое. Центробѣжныя и центростремительныя пути для этихъ рефлекторныхъ актовъ мало извѣстны въ томъ, что касается ихъ хода въ спинномъ мозгу.

1. *Сосудодвигательныя пути*, берущіе начало изъ центра, расположеннаго въ продолговатомъ мозгу, спускаются внизъ по боковымъ столбамъ и выходятъ изъ спинного мозга черезъ передніе корешки ¹⁾ той же стороны. Перерѣзка бокового столба влечетъ за собой параличъ сосудовъ на одноименной сторонѣ тѣла въ частяхъ, находящихся ниже мѣста перерѣзки.

2. *Дыхательный центръ* продолговатаго мозга иннервируетъ дыхательныя мышцы грудной клѣтки посредствомъ волоконъ, спускающихся по боковымъ столбамъ одноименной половины спинного мозга. Центръ этотъ двойной, изъ коихъ каждый соединенъ въ функциональномъ отношеніи съ парнымъ ему центромъ другой стороны; каждая половина снабжаетъ нервами мышцы одноименной стороны.

3. Различныя части средняго мозга такъ же, какъ и полушарія большого мозга, оказываютъ задерживающее дѣйствіе на импульсы (рефлексы), производимые спиннымъ мозгомъ. Это задерживающее дѣйствіе направляется внизъ, въ спинной мозгъ, по боковымъ столбамъ.

4. Прямой мозжечковый пучекъ представляетъ типическій примѣръ чисто рефлекторнаго центростремительнаго пути.

Если выключить всѣ извѣстныя въ настоящее время сознательныя пути, центростремительныя и центробѣжныя, то останется въ спинномъ мозгу большое количество пучковъ, функции которыхъ не опредѣлены; нѣкоторые изъ нихъ, вѣроятно, принадлежатъ къ числу рефлекторныхъ проводниковъ. Основные пучки, передній и боковой, по всей вѣроятности, содержатъ съ собою центробѣжныя рефлекторныя проводники. Что касается центростремительныхъ путей для рефлексовъ, то большая часть ихъ представлена коллатералами, отходящими отъ проводниковъ сознательной чувствительности, восходящихъ къ головному мозгу (объ этомъ впрочемъ дальше).

Анатомическая схема передачи сознательныхъ импульсовъ (центробѣжныхъ и центростремительныхъ) по спинному мозгу.—Предыдущія фізіологическія данныя представляются съ анатомической точки зрѣнія въ слѣдующемъ видѣ.

1. *При волевыхъ движеніяхъ* импульсъ исходитъ изъ двигательной клѣтки *т* (фиг. 203) въ мозговой корѣ. Онъ направляется къ волокну 1; послѣднее безъ перерыва спускается по среднему мозгу, достигаетъ пирамиды противо-

¹⁾ Объ исключеніяхъ въ примѣчаніи стр. 514.

положной стороны (перекрещенный пирамидальный пучок), идетъ внизъ по боковымъ столбамъ и отсылаетъ отъ себя коллатеральныя вѣтви, концевыя развѣтвленія которыхъ окружаютъ двигательныя клѣтки [спинного мозга]. Импульсъ переходитъ на клѣтки путемъ простого соприкасания. Съ двигательной клѣтки возбужденіе переходитъ на волокно двигательнаго нерва. — Эта же схема воспроизводитъ волевыя двигательныя волокна, спускающіяся изъ мозговой коры въ одноименную половину спинного мозга (прямой пирамидальный пучокъ [2 и 2]), коллатеральныя вѣтви переходятъ среднюю линію по мѣрѣ ихъ отхожденія отъ ихъ общаго пути (ихъ двигательный перекрестъ въ спинномъ мозгу). Всѣ эти пути, будучи непрерывными отъ самой мозговой коры, испытываютъ перерывъ въ сѣромъ веществѣ спинного мозга.

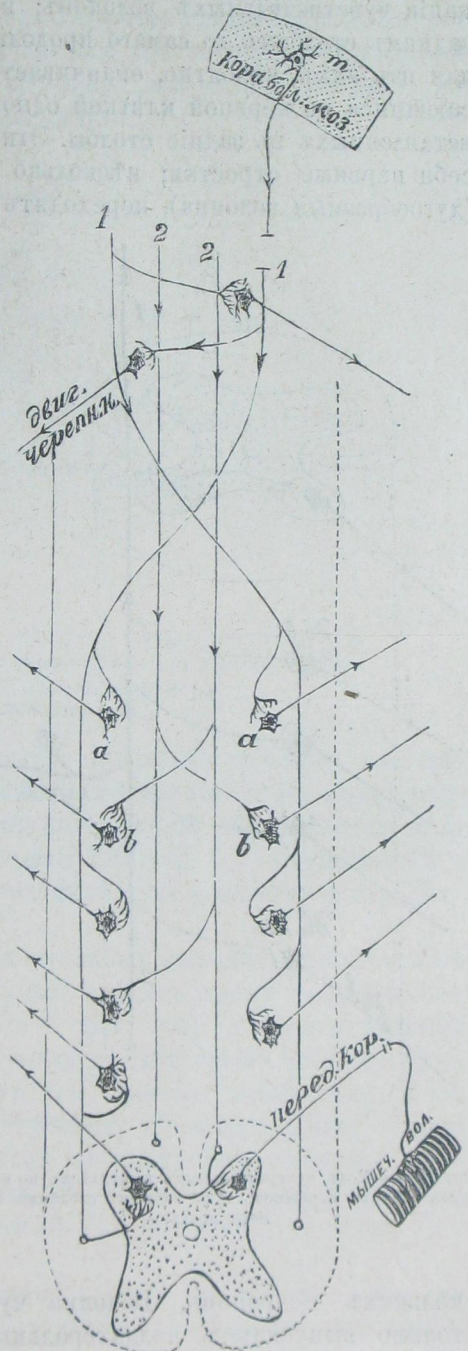
Такимъ образомъ извѣстны намъ волевые пути на всемъ своемъ протяженіи отъ мозговой коры до сѣраго вещества спинного мозга представлены однимъ единственнымъ неврономъ.

Сомнительно, чтобы всѣ двигательныя пути, идущіе отъ головного мозга, находились въ спинномъ мозгу въ пирамидальныхъ пучкахъ. Повидимому, существуютъ другіе пути, лежащіе въ передне-боковыхъ столбахъ. Впрочемъ, послѣдніе пути точно также даютъ коллатеральныя вѣтви, оканчивающіяся около двигательныхъ клѣтокъ концевыми развѣтвленіями и пр.

Тормозящія дѣйствія головного мозга на спинномозговые рефлексы выполняются также боковыми пучками. Остается вопросомъ, спускается ли волевое торможеніе по пирамидальнымъ путямъ.

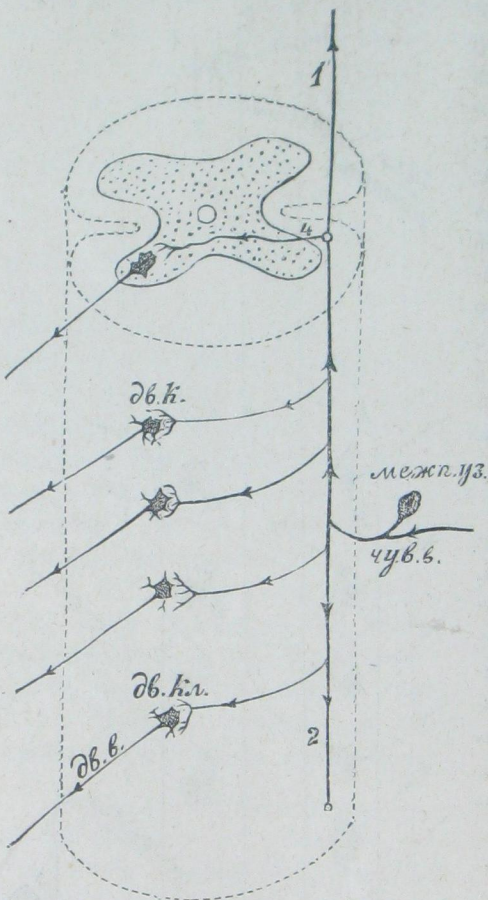
Добавимъ еще, что, согласно съ требованіями физиологіи, сознательные центробѣжные пути, указываемые анатоміей, спускаются по спинному мозгу частью перекрещенными, частью не перекрещенными.

2. Опытное изслѣдованіе показало, что чувствительные импульсы (сознательно-центростремительные) слѣдуютъ въ спинномъ мозгу по многимъ путямъ. Въ самомъ дѣлѣ, возбужденіе, придя по волокнамъ заднихъ корешковъ,



Фиг. 203. — Проводники волевой иннервации отъ мозговой коры до периферіи. 1, пирамидальныя перекрещивающіяся волокна; 2, пирамидальныя не перекрещивающіяся волокна.

находить передь собой въ спинномъ мозгу нѣсколько дорогъ.—Прежде всего представляются выходящія вѣтви (1) (фиг. 204), берущія начало отъ бифуркаціи чувствительныхъ волоконъ; нѣкоторыя изъ вѣтвей поднимаются по заднимъ столбамъ до самаго продолговатаго мозга (Koelliker). Тамъ каждая изъ нихъ, вѣроятно, оканчивается концевымъ развѣтвленіемъ, соприкасающимся съ нервной клѣткой одного изъ двухъ ядеръ продолговатаго мозга, вставленныхъ въ задніе столбы. Эти клѣтки, въ свою очередь, даютъ отъ себя нервные отростки; нѣсколько послѣднихъ, соединившись въ пучекъ (дугообразныя волокна), переходятъ срединную линію (чувствительный пере-



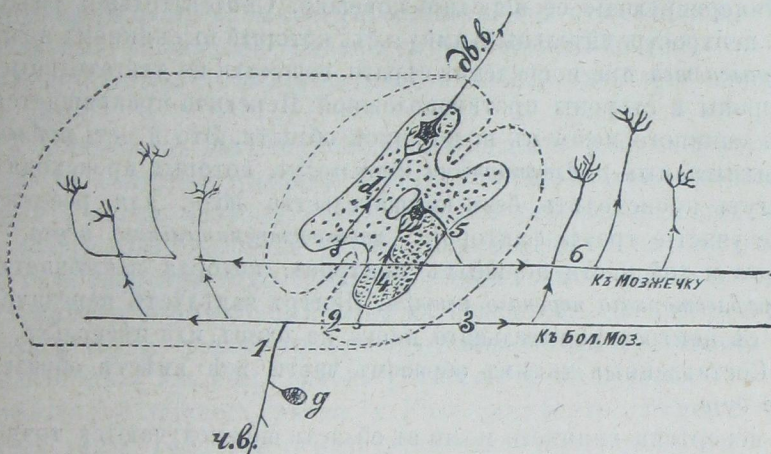
Фиг. 204.—Ходъ чувствительныхъ импульсовъ по волокнамъ заднихъ корешковъ и по заднимъ столбамъ спинного мозга.

крестъ надъ пирамидами) и поднимаются къ большому мозгу по системѣ Reil'евой ленты, быть можетъ, предварительно еще разъ прервавшись въ оливахъ. Есть основаніе предполагать, что Reil'евъ пучекъ ведетъ указанныя чувствительныя волокна черезъ внутреннюю капсулу и лучистый вѣнецъ въ темянную (роландову) долю мозговой коры, составляющую чувствительный (и двигательный) центръ для конечностей. Съ другой стороны, Reil'евъ пучекъ, по видимому, получаетъ отъ заднихъ столбовъ прямой пучекъ, не перекрещенный. Такого рода волокно оканчивается въ мозговой корѣ однимъ или нѣсколькими концевыми развѣтвленіями, соприкасающимися съ нервной клѣткой коры, все равно двигательной или специально чувствительной (съ короткимъ нервнымъ отросткомъ?). Въ противоположность тому, что происходитъ съ путями сознательно-центробѣжными, центро-стремительные пути, по крайней мѣрѣ, одинъ разъ прерываются въ среднемъ мозгѣ; отъ мозговой коры до сѣраго вещества спинного мозга каждый путь состоитъ изъ нѣ-

сколькихъ нейроновъ. Волокна чувствительныхъ путей кромѣ того постоянно выпускаютъ коллатеральныя вѣтви, которыя соединяютъ ихъ съ различными частями средняго мозга (рефлекторныя центры).—Одинъ пучекъ, составляющій продолженіе заднихъ столбовъ, направляется въ мозжечекъ (черезъ нижнюю ножку).

Второй путь для нервной центростремительной волны идетъ черезъ коллатеральныя чувствительныя волокна (фиг. 201, стр. 513, и фиг. 205). Нѣкоторыя изъ этихъ волоконъ оканчиваются развѣтвленіями вокругъ двигательныхъ клѣтокъ переднихъ роговъ спинного мозга, гдѣ онѣ вызываютъ

дѣйствіе (рефлексъ) на передніе корешки. Многія изъ этихъ коллатеральныхъ волоконъ оканчиваются (фиг. 205) (всегда въ формѣ концевыхъ древо-видностей) возлѣ клѣтокъ, которыхъ нервныя отростки поднимаются къ головному мозгу по боковымъ столбамъ той же или противоположной стороны (коммиссуральныя клѣтки, см. фиг. 205), посылая, или скорѣе получая, на всемъ пути коллатеральныя чувствительныя вѣтви.



Фиг. 205.—Схема проведения чувствительности волокнами задних корешков и боковыми вѣтвями (4) этихъ волоконъ; (5) коммиссуральными клѣтками (и волокна); боковые столбы (6), идущіе къ большому мозгу и къ мозжечку.

По всей видимости этотъ путь также прерывается одинъ или нѣсколько разъ (въ среднемъ мозгу) концевыми развѣтвленіями. Въ концѣ концовъ цѣлью его служитъ мозговая кора, въ которой онъ оканчивается концевыми развѣтвленіями. *Gowers'овъ пучекъ* (фиг. 199, стр. 509) составленъ изъ волоконъ подобнаго рода. Его верхнее продолженіе къ большому мозгу входитъ тоже въ пучекъ *Reil'*я.

Достойный упоминанія пучекъ такихъ волоконъ выходитъ изъ столбовъ *Clarke'*а и, подъ именемъ мозжечковаго пучка, входитъ прямо въ мозжечекъ черезъ нижнюю мозжечковую ножку (5 и 6 фиг. 205); тамъ его волокна оканчиваются концевыми развѣтвленіями вокругъ извѣстныхъ мозжечковыхъ клѣтокъ.—На основаніи всѣхъ данныхъ (см. дальше мозжечекъ) этотъ пучекъ долженъ быть признанъ за путь глубокой чувствительности конечностей, служащей для координаціи волевыхъ движеній. Спрашивается, продолжается ли этотъ путь черезъ мозжечекъ въ мозговую кору, послѣ того какъ онъ описалъ столь сложный и околный путь и послѣ того какъ онъ нѣсколько разъ подвергался перерыву?

Сознательные центростремительные пути, идущіе по сѣрому веществу спинного мозга, являются отчасти перекрещенными съ самого вступленія своего въ боковые столбы (фиг. 201); причина названнаго обстоятельства лежитъ съ одной стороны въ коллатеральныхъ чувствительныхъ вѣтвяхъ, которыя по задней спайкѣ переходятъ на противоположную половину спинного мозга, съ другой въ коммиссуральныхъ клѣткахъ (та же фигура). На протяженіи отъ сѣраго вещества спинного мозга до мозговой коры всѣ чувствительные пути состоятъ изъ нѣсколькихъ нейроновъ, тогда какъ волевые пути на томъ же пространствѣ образованы однимъ единственнымъ нейрономъ.

II. Нервные центры спинного мозга. — Рефлекторныя движенія.—Если перерѣзать спинной мозгъ *лягушки* въ спинной его части, механическое или другое какое раздраженіе кожи задней конечности вызоветъ особыя движенія въ обѣихъ заднихъ лапкахъ. Послѣ перерѣзки на раздражаемой сторонѣ заднихъ корешковъ этихъ явленій больше не получается. Точно также эффектъ въ лапкѣ исчезаетъ, если предварительно перерѣзать иннервирующіе ее передніе корешки. Слѣдовательно, раздраженіе вызываетъ центростремительный импульсъ, который въ спинномъ мозгу передается, *отражается* при посредствѣ сѣраго вещества на двигательные нервы той же стороны и стороны противоположной области. Это и есть *рефлекторныя движенія*, вызываемыя *рефлекторными импульсами*, которыя происходятъ, или, скорѣе, могутъ происходить, безъ вмѣшательства воли. Для рефлекторнаго акта нужно участіе трехъ факторовъ: *центростремительнаго нерва*, *центробѣжнаго нерва* и той части нервныхъ центровъ, которая заключаетъ сѣрое вещество, *рефлекторнаго нервнаго центра*. Центръ завѣдуетъ передачей нервной волны съ центростремительнаго нерва на одинъ, или нѣсколько, центробѣжныхъ. Составленные такимъ образомъ части всѣ вмѣстѣ образуютъ *рефлекторную дугу*.

Послѣ перерѣзки спинного мозга въ области шеи получаютъ точно также рефлекторныя движенія въ переднихъ частяхъ тѣла. Раздраженіе, приложенное гдѣ нибудь: къ одной изъ четырехъ конечностей, или къ туловищу животнаго, вызываетъ, если оно достаточно сильно, рефлексы во всѣхъ частяхъ тѣла, для которыхъ нервы выходятъ изъ того участка спинного мозга, въ которомъ оканчивается возбуждаемый нервъ; и притомъ не только въ частяхъ тѣла одноименной стороны съ раздражаемой, но и на противоположной.

Рефлексы наблюдаются одинаковымъ образомъ и у млекопитающихъ. Надо только, перерѣзавъ спинной мозгъ въ спинной части, подождать нѣсколько дней, чтобы дать пройти травматическому раздраженію (скоропроходящіе судороги) и разстройствамъ кровообращенія (проходящій параличъ). Спинной мозгъ млекопитающихъ болѣе чувствителенъ къ различнымъ травматическимъ поврежденіямъ, чѣмъ мозгъ лягушки. Новорожденные млекопитающіе пригодны для этихъ опытовъ, чѣмъ взрослые. У нихъ, впрочемъ, всѣ движенія совершаются по типу рефлексовъ; мозговая кора у нихъ еще не развита, а также и центробѣжные пути (пирамидальные), выходящіе изъ нея. Пирамидальнымъ волокнамъ еще недостаетъ мѣлиноваго покрова и всѣ эти анатомическіе элементы еще невозбудимы ¹⁾.

Иррадіація рефлекторныхъ импульсовъ.—Въ передней части тѣла наблюдаются еще рефлексы послѣ перерѣзки какъ верхней части шейнаго участка, такъ и спинного отдѣла, лишь бы только раздраженіе падало на переднюю конечность. Какъ общее правило, рефлексъ возможенъ еще съ парой спинномозговыхъ нервовъ, соединенныхъ мостомъ изъ сѣраго вещества. Говоря теоретически, для возникновенія рефлекса было бы достаточно одного центростремительнаго волокна, соединеннаго съ волокномъ

¹⁾ Это имѣетъ мѣсто по отношенію не ко всѣмъ млекопитающимъ: справедливо напр. для собаки, кролика, но не для тѣхъ животныхъ, которыя рождаются способными къ хожденію и съ вполне функционирующими органами чувствъ, какъ лошадь, рогатый скотъ и т. под.

центробѣжнымъ. Самымъ простымъ случаемъ представляется тотъ, гдѣ можно раздражать одинъ чувствительный нервъ извѣстной мышцы; такой случай у лошади представляетъ *m. sternocleidomastoideus* и констрикторы глотки (Chaudeau). Въ этомъ случаѣ, увеличивая прогрессивно интенсивность раздраженія, можно замѣтить сперва сокращеніе только той мышцы, нервъ которой возбуждается, затѣмъ сокращеніе соотвѣтственной мышцы на противоположной сторонѣ и, наконецъ, мышцъ очень отдаленныхъ.—Такъ какъ чувствительныя волокна въ конечности перемѣшаны обыкновенно съ волокнами двигательными, то наипаче достаточно ограничиться однимъ раздраженіемъ кожи.

Если, обезглавивъ лягушку, сохранить въ цѣлости большой участокъ спинного мозга съ соотвѣтствующими нервами, то слабое, но достаточное, раздраженіе задней лапки вызываетъ въ послѣдней рефлекторное движеніе; болѣе сильное раздраженіе вызоветъ также движеніе лапки на противоположной сторонѣ тѣла (перекрестный рефлексъ); дальнѣйшее усиленіе раздраженія распространяетъ рефлекторный актъ на переднюю конечность той же стороны тѣла и затѣмъ только на переднюю конечность противоположной стороны. Исключенія изъ этого закона [Pflüger], по которому распространяются рефлексы у лягушки, рѣдки ¹⁾. Если раздѣлить спинной мозгъ вдоль по средней линіи, рефлексы ограничатся одной возбуждаемой стороной.—Такимъ образомъ, въ противоположность *простымъ, элементарнымъ рефлексамъ* имѣются еще *сложные рефлексы*.

Цѣлесообразный характеръ рефлекторныхъ движеній.—Какъ у млекопитающихъ, такъ и у лягушки, центростремительное возбужденіе нормально иннервируетъ рефлекторнымъ путемъ *физиологическія группы* мускуловъ, т. е. группы мускульныхъ волоконъ, которыя нормально дѣйствуютъ всѣ разомъ; такъ напр. всѣ сгибатели или всѣ разгибатели конечности, всѣ мускулы дыхательные или выдыхательные. Раздраженіе чувствительныхъ волоконъ носа вызываетъ чиханіе, которое требуетъ гармоническаго участія множества мышцъ. Сильный кашель, представляющій слѣдствіе раздраженія слизистой оболочки гортани, точно также предполагаетъ совмѣстное участіе чуть не всѣхъ мышцъ тѣла.—Обыкновенные рефлекторные акты никогда не состоятъ, слѣдовательно, изъ беспорядочныхъ сокращеній мышцъ, не координированныхъ для извѣстныхъ, очень опредѣленныхъ, движеній. Можно было бы сказать, напротивъ, они рассчитаны для достиженія извѣстной цѣли. Причина этого заключается въ томъ, что спинной мозгъ приспособленъ для болѣе легкаго выполненія такихъ рефлекторныхъ актовъ, которые являются для него привычными, предпочтительно предъ всякими другими для него возможными.

При раздраженіи, обезглавленная лягушка сначала трогаетъ задними лапками то мѣсто кожи, къ которому приложенъ раздражитель. Стоитъ ее щипнуть и лапки начнутъ *отталкивать* инструментъ.

Если смочить кожу укусуной кислотой, происходитъ движеніе совсѣмъ другого характера: лапки начнутъ *тереть* раздражаемое мѣсто. Замѣчательный слѣдующій фактъ: прикоснемся къ бедру капелькой укусуной кислоты; лапка соотвѣтственной стороны станетъ стирать кислоту; отрѣжемъ теперь эту лапку ниже колѣна: послѣ нѣсколькихъ безплодныхъ попытокъ стереть ка-

¹⁾ Уклоненія отъ этого закона очень важны, о нихъ рѣчь чрезъ три параграфа ниже.

пельку удаленной лапкой, это будетъ исполнено затѣмъ лапкой противоположной стороны.—Во всѣхъ этихъ различныхъ условіяхъ спинной мозгъ никогда не возбуждается одинаковымъ образомъ и въ одинаковой степени. Щипаніе кожи не возбуждаетъ тѣхъ же самыхъ нервныхъ волоконъ и такимъ же образомъ, какъ капля уксусной кислоты. Что поэтому удивительнаго въ томъ, что нервный актъ въ центрахъ, а слѣдовательно, и периферическая реакція, различны въ обоихъ случаяхъ? Послѣ отрѣзанія лапки у лягушки, раздражаемой кислотой, не получается больше самаго перваго рефлекторнаго акта (стираніе кислоты), но такъ какъ прижигающее вещество продолжаетъ раздражать, то продолжаютъ также и центральные процессы. Можно представить себѣ, что центральные импульсы, продолжая повторяться, распространяются наконецъ на придаточные пути менѣе употребительные, именно на тѣ, которые имѣютъ отношеніе къ бедру и лапкѣ противоположной стороны. Легко также понять, что прижиганіе лапки лягушки вызываетъ импульсъ въ мышцахъ той же стороны, тогда какъ прижиганіе одного бока у угря вызываетъ импульсъ въ мышцахъ противоположной стороны, такъ какъ въ томъ и другомъ случаѣ эти импульсы наиболѣе пригодны для удаленія животнаго отъ раздражителя и такъ какъ центры у животнаго совсѣмъ неповрежденнаго приспособлены уже преимущественно къ тому, чтобы производить такіа рефлекторныя движенія ¹⁾).

Эта координація рефлекторныхъ движеній, то обстоятельство, что спинно-мозговые рефлекторные акты нормально совершаются легче по однимъ направленіямъ, чѣмъ по другимъ,—перестаетъ существовать, если повысить чувствительность спинного мозга, особенно стрихниномъ. Этотъ агентъ, по-видимому, удаляетъ препятствія для распространенія импульсовъ въ извѣстныхъ направленіяхъ; кромѣ того, сокращенія становятся болѣе продолжительными и вмѣстѣ съ тѣмъ похожими на непрерывный тетанусъ. Отравленная стрихниномъ лягушка охватывается внезапными и продолжительными сокращеніями всѣхъ мышцъ тѣла; такъ какъ сила разгибателей преобладаетъ надъ сгибателями, то члены остаются фиксированными въ состояніи разгибательнаго столбняка [заднія конечности, но не переднія]: *общіе безпорядочные рефлексы*. Подобное состояніе встрѣчается у человѣка при травматическомъ тетанусѣ и при гидрофобіи: чрезвычайное повышеніе рефлекторной способности спинного мозга и продолжительность рефлекторныхъ сокращеній.

Общіе координированные рефлексы, въ особенности, если они требуютъ участія очень удаленныхъ другъ отъ друга мышцъ, заставляютъ предполагать, что бѣлое вещество нѣкоторыхъ столбовъ спинного мозга связываетъ, въ функциональномъ отношеніи, отдаленныя части сѣраго вещества. Особенно это вѣрно для млекопитающихъ; какъ бы ни былъ мало сложенъ координированный рефлексъ, онъ предполагаетъ участіе продолговатаго мозга и воз-

¹⁾ Еще замѣчательный примѣръ того, какъ характеръ рефлекса мѣняется не только съ мѣстомъ раздраженія, но и съ силою его, даетъ слѣдующій опытъ (Luchsinger 1880). Если у обезглавленныхъ ужа, тритона, ящерицы поглаживать слегка хвостъ, то онъ пригибается къ раздражителю; если же его раздражать сильнѣе, то онъ рѣзко уклоняется отъ него. Рефлексъ представляетъ здѣсь не только видимую цѣлесообразность, но измѣняетъ свой характеръ въ прямо противоположный, когда раздраженіе становится сильнѣе.

возможность такого рефлекса исчезает, если продолговатый мозг отделен от спинного. Продолговатый и средний мозг содержат, как мы это увидим, центры для самых различных сложных рефлекторных актов. Эти центры действуют на периферию через посредство сбраго вещества спинного мозга, с которым они соединены бѣлымъ веществомъ столбовъ послѣдняго.

Однако, даже у высшихъ млекопитающихъ, достаточно одного спинного мозга, чтобы произвести нѣкоторые довольно сложные рефлексы. Такъ, если щекотать въ крестцовой области кожу собаки, спинной мозгъ которой перерѣзанъ въ верхней части спины по меньшей мѣрѣ восемь дней назадъ, то лапа той же стороны тѣла придетъ въ движеніе, чтобы чесать раздражаемое мѣсто, какъ это дѣлается и нормально. Это движеніе предполагаетъ координированное и поочередное дѣйствіе сгибателей и разгибателей ноги, бедра и пальцевъ. Итакъ, въ этомъ отношеніи между млекопитающимъ и лягушкой существуетъ разница только въ степени. Обезглавленная утка можетъ еще плавать, нырять и даже летать (Тархановъ), если у нея поддерживать искусственное дыханіе ¹⁾. Координація, принадлежность рефлекторной реакціи къ цѣлесообразнымъ по виду актамъ, не зависитъ отъ средняго и продолговатаго мозга. Самое простое рефлекторное движеніе, ограниченное однимъ единственнымъ нервомъ, уже представляется координированнымъ въ томъ смыслѣ, что оно всегда состоитъ изъ одновременнаго дѣйствія *физиологическихъ группъ* мышцъ, и это по очень простой причинѣ, изложенной выше.

Такимъ образомъ рефлексы не составляютъ принадлежности одного только спинного мозга. Рефлексы, и очень сложные, получаютъ также послѣ перерѣзки, отдѣляющей продолговатый мозгъ отъ средняго, или же по отдѣленіи средняго мозга отъ собственно большаго. Къ числу такихъ рефлексовъ принадлежатъ: ходьба, бѣгъ, летаніе и пр. (см. дальше, средний мозгъ).

Во всѣхъ этихъ опытахъ перерѣзается спинной мозгъ, средний, или мозговые полушарія, чтобы исключить всякія ощущенія и всякія сознательныя мозговія вліянія (быть можетъ волевія), болѣе или менѣе мѣшающія рефлексамъ проявляться. Но послѣдніе все равно существуютъ и при цѣлости нервной системы. Мы увидимъ даже, что большая часть движеній, совершаемыхъ въ неповрежденномъ состояніи человѣкомъ или животнымъ, носятъ, въ большей или меньшей степени, характеръ рефлексовъ. Ходьба, рвота, чиханіе, миганіе и пр. принадлежатъ къ нимъ. Они совершаются безъ нашего вѣдома. Нѣкоторые изъ нихъ происходятъ даже помимо нашей воли. Эти примѣры показываютъ, что, если воля, сознание, и не принимаютъ участія въ произведеніи рефлексовъ, было бы ошибочно думать, что они не имѣютъ никакого вліянія на нѣкоторые изъ рефлексовъ: мы можемъ, по желанію, остановить чиханіе и, вообще, большое число рефлексовъ. Только вліяніе воли не простирается до того, чтобы совершенно ихъ уничтожить. Мы можемъ также ускорять рефлексы этой категоріи и даже совершать нѣко-

¹⁾ Аналогичныя наблюденія сдѣланы на голубѣ (Singer 1884).

Является вопросъ, представляетъ ли это особенность птицъ или то же самое можно наблюдать вообще на животныхъ съ длинной шеей, гдѣ травматическое вліяніе, вызванное отдѣленіемъ спинного мозга отъ продолговатаго, можетъ быть, не вносить очень сильныхъ разстройствъ во взаимныя отношенія локомоторныхъ центровъ спинного мозга, такъ какъ всѣ они значительно удалены отъ мѣста пораненія.

торые изъ нихъ по желанію, при отсутствіи всякаго периферическаго возбудителя.

Различныя вліянія, увеличивающія или уменьшающія рефлекторную способность спинного мозга. Угнетеніе или задержаніе рефлексовъ. — А) Рефлекторная способность повышена у

животнаго, отравленнаго стрихниномъ, или которому стрихнинъ просто приложенъ къ сѣрому веществу спинного мозга (у лягушки): слѣдовательно, стрихнинъ дѣйствуетъ на само сѣрое вещество (а не на нервы). Для отравленнаго животнаго достаточно легкаго сотрясенія, дуновенія, чтобы вызвать общія конвульсіи, быстро ведущія къ смерти (у млекопитающихъ путемъ асфиксіи) ¹⁾.

В) Рефлекторная способность понижена или даже уничтожается совсѣмъ при дѣйствіи нѣкоторыхъ веществъ; и опять таки, эти послѣднія вліяютъ на сѣрое вещество. Къ таковымъ относятся: опіумъ, хлороформъ, бромистый калий и пр. Часто указанный эффектъ замѣчается лишь послѣ стадіи миометнаго повышенія рефлекторной способности.

Рефлекторная способность спинного мозга понижается подъ вліяніемъ нѣкоторыхъ частей центральной нервной системы.

1) Только что было указано, что воля, т. е. дѣятельность большихъ полушарій, можетъ, въ извѣстной мѣрѣ, тормозить рефлексы, имѣющіе стремленіе обнаружиться ²⁾.

2) Въ оптическихъ доляхъ лягушки найденъ (Сѣченовъ) второй *аппаратъ головного мозга, задерживающій рефлекторные акты* у этого животнаго. Поперечный разрѣзъ, проведенный позади оптическихъ долей, усиливаетъ рефлекторную чувствительность спинного мозга у лягушки, лишенной полушарій. По этой, главнымъ образомъ, причинѣ, прежде чѣмъ приступать къ опытамъ надъ рефлекторной способностью спинного мозга, устраняютъ путемъ перерѣзки вліяніе большого и средняго мозга. Задерживающее вліяніе оптическихъ долей на рефлекторные акты обнаруживается и болѣе прямымъ образомъ. Удаливъ у лягушки полушарія, раздражаютъ оптическія доли, прикладывая къ нимъ кристаллы поваренной соли. Тогда спинномозговые рефлексы, вызываемые [кислотнымъ] раздраженіемъ кожи, появляются болѣе поздно и даже могутъ совсѣмъ не появиться. Если теперь отдѣлить отъ спинного мозга оптическія доли, раздражаемыя поваренной солью, въ спин-

¹⁾ Мышцы дыхательнаго аппарата при этомъ тоже впадаютъ въ состояніе сокращенія, но такъ какъ подобныя сокращенія имѣютъ характеръ длительныхъ столбняковъ, то они и не ведутъ къ ритмическому обновленію воздуха въ легкихъ. Въ то же время сильно и обильно появляющіяся общія судороги быстро ведутъ, какъ и слѣдуетъ ожидать, къ чрезмѣрно повышенной венозности крови.

Н. В.

²⁾ О тормозящихъ дѣйствіяхъ при раздраженіи коры полушарій будетъ рѣчь въ соответственномъ отдѣлѣ.

Что большія полушарія мѣшаютъ правильному проявленію рефлексовъ, это демонстрируется нагляднѣе всего такъ называемымъ «квакательнымъ опытомъ». Если удалить на лягушкѣ большія полушарія, то поглаживаніе кожи спины пальцемъ вызываетъ каждый разъ кваканіе животнаго. Ничего подобнаго и никакой правильности не обнаруживаетъ такое же поглаживаніе на животномъ съ цѣлыми большими полушаріями. (Опытъ описалъ сначала Raton 1846; его анализировали подробно Goltz и Vulpian).

Н. В.

номъ мозгу восстанавливается первоначальная живость рефлексовъ. Зрительныя доли, повидимому, и при нормальныхъ условіяхъ постоянно оказываютъ такое задерживающее вліяніе ¹⁾).

3) Задерживающее вліяніе зрительныхъ долей составляетъ только частный случай очень общаго закона. Въ самомъ дѣлѣ, раздраженіе любого центростремительнаго нерва задерживаетъ и ослабляетъ рефлекторныя движенія: очень сильное раздраженіе сѣдалищнаго нерва можетъ даже не сопровождаться никакимъ движеніемъ. Сюда же относятся факты слѣдующаго рода:

¹⁾ У лягушки *lobi optici* (*corpora bigemina*) соотвѣтствуютъ четверохолмію высшихъ животныхъ. При описанномъ опытѣ остаются обыкновенно не снесенными и зрительныя бугры.

Раздраженіе указанныхъ частей не производитъ угнетенія тактильной чувствительности, а только болевой.

На что дѣйствуетъ здѣсь химическое раздраженіе, остается неизвѣстнымъ. Между тѣмъ при приложеніи раздраженія къ нервнымъ центрамъ является самымъ важнымъ вопросъ, вызываетъ ли оно (кристаллъ соли) свои эффекты непосредственнымъ дѣйствіемъ на клѣтки (т. е. специфическіе элементы для центровъ) или только на волокна бѣлаго вещества, проходяція здѣсь въ большомъ количествѣ и спускающіяся къ ниже лежащимъ нервнымъ центрамъ? Эти проводники могли бы быть напр. тѣми же самыми, чрезъ посредство которыхъ и большія полушарія оказываютъ свое тормозящее дѣйствіе на рефлексы спинного мозга. Мнѣ кажется болѣе вѣроятнымъ послѣднее предположеніе. Въ самомъ дѣлѣ, химическая раздражительность нервныхъ клѣтокъ, гдѣ бы она выражалась ясными положительными реакціями, вообще представляется сомнительной (стр. 503). Да и трудно допустить, чтобы такой раздражитель, какъ кристаллъ соли, могъ дѣйствовать долго на нервныя клѣтки, не убивая ихъ, какъ это требуется для даннаго опыта. Съ другой стороны хорошо извѣстно, что нервное волокно требуетъ для себя химическаго раздражителя въ очень концентрированномъ растворѣ; когда подобное раздраженіе приложено къ чувствительному нерву, оно вызываетъ сильное угнетеніе въ центральной системѣ (стр. 438).

Что возбужденіе пирамидныхъ пучковъ можетъ вызывать угнетеніе рефлекторной дѣятельности спинного мозга, это слѣдуетъ считать установленнымъ.

Но въ явленія, производимыя химическимъ раздраженіемъ среднихъ частей мозга, могли бы быть также замѣшаны и возбужденія зрительныхъ (а также и слуховыхъ) нервовъ; т. е. что тутъ имѣютъ дѣло со случаемъ рефлекторнаго угнетенія (*Langendorff*).

Съ теоретической точки зрѣнія представляется тоже мало вѣроятнымъ, чтобы имѣлся специфическій центръ для произведенія торможений въ самыхъ разнообразныхъ частяхъ центральной нервной системы. Скорѣе слѣдуетъ думать, какъ изложено мною далѣе, что явленія торможения развиваются въ организмѣ рядомъ съ явленіями возбужденія, въ ихъ интересахъ и въ интересахъ общей иннерваціи.

Что по снесеніи среднихъ частей и продолговатаго мозга рефлекторная раздражительность спинного мозга повышается, это требуетъ особаго разсмотрѣнія, такъ какъ всякая перерѣзка мозгового ствола вноситъ сложныя, колеблющіяся и длительныя измѣненія въ раздражительность. По отношенію къ данному вопросу важно имѣть въ виду тотъ фактъ, что половинная перерѣзка сдѣланная *выше* зрительныхъ бугровъ, производитъ тоже повышеніе рефлекторной раздражительности (*Herzen, Langendorff*).

чиханію можно помѣшать потираніемъ носа, при щекотаніи всякое рефлекторное движеніе подавляется, если кусать себя языкъ. Сказанное относится также и къ волевымъ движеніямъ; они могутъ быть задержаны жестокой болью: невозможность ходить или держаться на ногахъ при сильныхъ коликахъ, паденіе всего тѣла при очень болѣзненныхъ ранахъ и пр. У человѣка, какъ и у животныхъ, большой мозгъ служитъ сильнымъ тормазомъ для рефлекторныхъ актовъ.

Итакъ, мы видимъ, что *рефлекторный результатъ возбужденія центростремительнаго нерва не зависитъ единственно отъ этого возбужденія, но еще отъ состоянія въ данный моментъ (дѣятельности или отдыха) другихъ частей нервной системы.* То же самое раздраженіе у одного и того же животнаго можетъ вызывать то одинъ рефлексъ, то другой, то оставаться безъ эффекта.

Скорость передачи чрезъ сѣрое вещество спинного мозга.—Въ опытахъ надъ вліяніями, которыя уменьшаютъ или повышаютъ рефлекторную способность спинного мозга, опредѣляется время, протекающее между моментомъ раздраженія и началомъ сокращенія ¹⁾. Такимъ образомъ можно было показать, что распространеніе нервной волны по спинному мозгу происходитъ значительно медленнѣе, чѣмъ по нерву. Эта скорость сильно измѣнчива; въ среднемъ у лягушки она около 8 метровъ противъ 27 метровъ, полученныхъ для нерва. Тѣ же самыя наблюденія были сдѣланы надъ теплокровными животными (только здѣсь всѣ эти передачи болѣе быстры).

По всей вѣроятности, именно эта вставка сѣраго вещества, концевыхъ древовидностей и нервныхъ клѣтокъ, слѣдуетъ причиною этого замедленія нервной волны въ сѣромъ веществѣ спинного мозга и, вообще, во всѣхъ центрахъ ²⁾.

¹⁾ Измѣненія въ состояніяхъ рефлекторной раздражительности опредѣляются довольно удобно по методу Т ü r k'a. Приготавливаютъ слабый растворъ сѣрной кислоты (1—3 на 1000) и погружаютъ въ него обѣ или одну заднія лапки. Смотря по степени раздражительности, лягушка вытягиваетъ лапки изъ кислоты чрезъ большее или меньшее число секундъ (потомъ лапки промываютъ водой).

Здѣсь время, протекающее между погруженіемъ лапокъ въ кислоту и началомъ рефлекса, не есть истинное время скрытаго раздраженія, такъ какъ идетъ всегда нѣкоторое неизвѣстное время на то, чтобы кислота начала возбуждать чувствующие нервы кожи. Когда хотятъ точнѣе опредѣлить время, протекающее между раздраженіемъ и началомъ рефлекса, пользуются обыкновенно электрическимъ раздраженіемъ или нервнаго ствола, или опредѣленнаго участка кожи. Последнее, конечно, лучше, такъ какъ при этомъ скорѣе можно вызвать разчлененные рефлексы, приближающіеся къ нормальнымъ. Но на возбужденіе нервныхъ окончаній въ кожу идетъ, вѣроятно, тоже нѣкоторое время.

Н. В.

²⁾ Необходимо ясно различать два свойства спинного мозга: а) скорость, съ которою онъ можетъ проводить возбужденія по своей длинѣ и б) скорость, съ которою онъ реагируетъ, когда возбужденіе достигло какого-либо его центра.

Какъ *скорость проведенія* въ чувствующихъ путяхъ спинного мозга Ехпег (1874) нашель 8 метровъ въ секунду, въ двигательныхъ 8—12 метровъ. Опредѣленія производились такимъ образомъ, что на человѣкѣ записывалось «время реакціи» (см. дальше), причемъ въ сравниваемыхъ опытахъ возбужденію надо было проходить то меньшую, то большую длину пути по спинному мозгу. Для проведенія въ двигательныхъ путяхъ ту же цифру нашель и Вирсхандтъ; въ чув-

Способность рефлекторныхъ движеній дѣлаться распространенными и даже общими служить неопровержимымъ физиологическимъ доказательствомъ того, что всякій нервъ, или даже каждое отдѣльное центростремительное волокно посредствомъ центровъ находится въ физиологической связи со всеми частями нервной системы. Съ другой стороны, для того чтобы любая мышца конечности могла возбуждаться раздраженіемъ любого центростремительнаго волокна, необходимо, чтобы каждое двигательное волокно находилось въ физиологической связи со всеми центростремительными нервами.

Кривая рефлекторнаго сокращенія не походитъ на кривую одиночнаго мышечнаго сокращенія, но на кривую очень короткаго тетануса.

Большія двигательныя клѣтки переднихъ роговъ отлично возбуждаются электрическимъ и механическимъ путемъ (въ противоположность тому, что думали прежде), напр. если ихъ ранить иглой (Birge); сокращеніе, которое при этомъ получается, всегда носитъ тетанический характеръ, т. е. оно вызывается рядомъ импульсовъ. Отдѣльный индукціонный ударъ, достаточно интенсивный, нанесенный по длинѣ спинного мозга лягушки, всегда вызываетъ тетанусъ, также какъ и механическіе удары по мозгу ¹⁾.

Въ общемъ рефлекторные центры не приходятъ въ дѣятельность подъ вліяніемъ одиночнаго раздраженія: надо по меньшей мѣрѣ 3—4 электрическихъ удара по чувствительному нерву, чтобы вызвать рефлекторный актъ (у лягушки). Сосудодвигательные нервы, опускающіеся изъ средняго мозга, точно также требуютъ 3—4 электрическихъ удара, чтобы придти въ дѣятельность ²⁾. Мы знаемъ, кромѣ

ствующихъ путей, по нему, проводимость очень различна для болевыхъ и осязательныхъ впечатлѣній. Для послѣднихъ будто бы доходить до 27—50 метровъ.— На лягушкѣ Ціомъ указывалъ скорость проведенія 1—2 метра въ секунду—очень малую. Gotch и Horsley (1891), изучая электрическія явленія на спинномъ мозгу теплокровнаго, нашли скорость проведенія въ центрифугальныхъ путяхъ его въ 39,5 метровъ.—Очень вѣроятно поэтому, что проведеніе въ бѣломъ веществѣ совершается съ тою же скоростью, что и въ периферическихъ нервахъ.

Опредѣленіе второй величины (*b*) получило названіе *времени рефлекса*, подъ чѣмъ разумѣется время, протекающее между приходомъ возбужденія по центростремительному пути и переходомъ его на двигательный, которое слѣдов. потребляется, такъ сказать, самимъ рефлекторнымъ центромъ. Его опредѣляли Helmholtz, Rosenthal, Exner, Wundt. Оно оказывается варьирующимъ съ силой раздраженія, именно укорачивается при болѣе сильныхъ раздраженіяхъ. Вообще между 0,01—0,05 сек. Такъ какъ въ произведеніи самаго простаго рефлекса замѣшаны двѣ клѣтки, то на приведеніе каждой изъ нихъ въ дѣятельное состояніе шла бы половина этого времени. Но такія расчисленія связаны со многими условными допущеніями, о чемъ рѣчь будетъ ниже.

Н. В.

¹⁾ Отдѣльный индукціонный ударъ является недействительнымъ или крайне трудно возбуждающимъ первые центры (стр. 503). Если онъ проходитъ по длинѣ спинного мозга, то конечно можетъ вызвать тетаническое сокращеніе, потому что при этомъ онъ долженъ пройти чрезъ рядъ кончающихся въ немъ чувствительныхъ и двигательныхъ корешковъ.

Относительно раздражительности нервныхъ центровъ срав. стр. 502.

Н. В.

²⁾ По Rosenthal'ю наилучшій эффектъ даютъ раздраженія въ числѣ 16 въ секунду. Ludwig со своими учениками (Stirling, Ward) находилъ, что, если

того, что спинномозговые центры всегда посылают ряд импульсов въ нервы мышц (стр. 408). Изъ всего этого, повидимому, вытекаетъ заключеніе, что *нервные, спинномозговые центры всегда дѣйствуютъ съ извѣстнымъ ритмомъ.*

Анатомическая теорія спинномозговыхъ рефлексовъ.—

Судя по всему, что мы знаемъ, одни и тѣ же периферическія центростремительныя волокна служатъ для проведенія и рефлекторныхъ, и сознательныхъ импульсовъ. Большое число вѣтвленій (благодаря коллатеральнымъ вѣтвямъ), которое представляютъ центростремительныя волокна по ихъ вступленіи въ спинной мозгъ, даетъ возможность нервной волнѣ по одному направленію доходить до психическихъ центровъ, по другому до рефлекторныхъ. Для простыхъ рефлексовъ этотъ путь отлично извѣстенъ. Коллатеральныя чувствительныя вѣтви (фиг. 204) прямо направляются, на уровнѣ ихъ входа, къ двигательнымъ клѣткамъ переднихъ роговъ; посредствомъ концевыхъ развѣтвленій вѣтви передаютъ клѣткамъ нервный импульсъ путемъ контакта. Съ клѣтки импульсъ переходитъ на нервный отростокъ ея, который и представляетъ двигательное волокно. Этотъ путь называется *рефлекторной* (иначе: короткой сензитиво-моторной) дугой. Та же самая двигательная клѣтка и ея волокно, съ другой стороны, могутъ получать волевые импульсы черезъ коллатералы пирамидальныхъ волоконъ.

Восходящая и нисходящая вѣтви чувствительныхъ волоконъ, въ то же самое время, посылаютъ рядъ коллатеральныхъ вѣтвей, проникающихъ въ болѣе или менѣе отдаленные этажи спинного мозга и изъ которыхъ нѣкоторые могутъ оканчиваться у двигательныхъ клѣтокъ этихъ отдаленныхъ уровней. *Иррадіація рефлексовъ въ одноименной половинѣ тѣла* совершается посредствомъ *рефлекторныхъ дугъ болѣе длинны.* Нисходящія отвѣтвленія чувствительныхъ волоконъ, повидимому, служатъ исключительно для рефлексовъ; они заслуживаютъ названія „рефлекторныхъ бифуркацій“.

Что касается *перекрестныхъ рефлексовъ*, пути для нихъ менѣе хорошо извѣстны. Ихъ можно указать нѣсколько. Прежде всего коллатеральныя чувствительныя вѣтви, переходящія по сѣрой спайкѣ на противоположную сторону спинного мозга (фиг. 201). Затѣмъ должны идти въ счетъ комиссуральныя клѣтки (та же фиг.): нервныя отростки нѣкоторыхъ изъ этихъ клѣтокъ оканчиваются въ сѣромъ веществѣ противоположной стороны. Комиссуральный невронъ могъ бы быть вставленъ между периферическимъ центростремительнымъ нервнымъ волокномъ и двигательной клѣткой спинного мозга.

Наконецъ, центростремительныя волокна или, вѣрнѣе, ихъ коллатеральныя вѣтви (фиг. 205) оканчиваются у клѣтокъ столбовъ и клѣтокъ комиссуральныхъ. Отъ обоихъ родовъ этихъ клѣтокъ идутъ кверху и книзу волокна по спинному мозгу, давая все время коллатеральныя вѣтви, которыя проникаютъ въ сѣрое вещество и вступаютъ въ извѣстное отношеніе съ самыми различными двигательными клѣтками: въ результатѣ *иррадіація одноименныхъ и перекрестныхъ рефлексовъ; рефлекторныя или сензитиво-моторныя дуги болѣе длинны.*—Нѣкоторыя изъ этихъ дугъ простираются въ средній мозгъ (четверохолміе и пр.).

измѣнять частоту раздраженій (слабыхъ) въ предѣлахъ отъ $2\frac{1}{2}$ до 20 въ секунду, то всегда должно упасть одно и то же число раздраженій, чтобы начался рефлексъ. Т. е. промежутокъ между ними въ этихъ предѣлахъ не имѣетъ вліянія, а только ихъ число.

Понятно, что, смотря по функциональному состоянію этихъ боковыхъ вѣтвей или ихъ окончаній въ данное мгновеніе, нервная волна чувствительнаго волокна можетъ то пойти вверхъ, преимущественно къ мозговой корѣ, то пойти къ двигательнымъ спинномозговымъ центрамъ: и породить то ощущение, то рефлексъ; рефлексъ то ограниченный, то иного характера.

Состояніе въ данный моментъ спинномозговой двигательной клѣтки, къ которой направляется нервная волна, сильно вліяетъ на характеръ рефлекса, вызваннаго извѣстнымъ раздраженіемъ. Эта же клѣтка можетъ быть такимъ же точно образомъ возбуждена раздраженіемъ другого волокна, подходящаго къ ней съ периферіи или изъ другой части нервныхъ центровъ, именно изъ мозговой коры. Доказано, что одна и та же двигательная клѣтка можетъ сочленяться съ нѣсколькими концевыми развѣтвленіями очень различнаго происхожденія. Подробности этого сложнаго анатомическаго строенія еще не совсѣмъ извѣстны. Къ тому же вопросу мы вернемся еще разъ въ главѣ о мозжечкѣ, гдѣ мы представимъ на фиг. 212 способъ, посредствомъ котораго съ одной клѣткой Purkinje сочленяются два концевыхъ развѣтвленія различнаго происхожденія. То же самое имѣетъ мѣсто во всей центральной нервной системѣ, но только вездѣ обнаруживается труднѣе, чѣмъ въ мозжечкѣ. Эффектъ другой нервной волны можетъ быть такого характера, что онъ ослабитъ дѣятельность двигательной клѣтки, *задержитъ* рефлексъ, или даже его уничтожитъ. Мы укажемъ здѣсь на многочисленныя коллатеральныя вѣтви волоконъ боковыхъ столбовъ (и переднихъ?), которыя по пирамидальнымъ пучкамъ спускаются изъ самыхъ верхнихъ этажей нервной оси, именно изъ гангліевъ средняго мозга (ослабляющихъ спинномозговые рефлексъ) и даже изъ мозговой коры; этимъ путемъ мы можемъ по произволу задерживать возникающіе рефлексъ.

Наконецъ, пирамидальныя пути могутъ также волевымъ образомъ иннервировать тѣ же самыя двигательныя клѣтки, тѣ же простые рефлекторныя центры.

Полученіе сложныхъ, координированныхъ рефлексовъ тоже является вполне понятнымъ по этой анатомической схемѣ. Нервная волна направляется, по многочисленнымъ коллатеральнымъ чувствительнымъ вѣтвямъ, къ нѣсколькимъ двигательнымъ клѣткамъ, въ нѣсколько простыхъ рефлекторныхъ центровъ и, само собой, преимущественно по опредѣленнымъ направленіямъ, по тѣмъ, которыя болѣе всего проходимы для возбужденія, благодаря повторенію раньше бывшихъ рефлекторныхъ актовъ.

Въ случаѣ безпорядочныхъ рефлексовъ (стрихнинный тетанусъ) надо допустить, что проводимость всѣхъ боковыхъ вѣтвей увеличена; нервная волна безпорядочно и неправильно разливается по всѣмъ путямъ для нея доступнымъ.

[Тормозящія и возбуждающія взаимодѣйствія между рефлекторными центрами.]—Состояніе возбужденія однихъ рефлекторныхъ центровъ постоянно отзывается на раздражительности другихъ. Говоря вообще, вытекающія отсюда вліянія бываютъ двоякаго рода: или первично возбужденный рефлекторный центръ понижаетъ, тормозитъ дѣятельность другихъ, или онъ, напротивъ, вызываетъ въ другихъ центрахъ болѣе или менѣе повышенную возбудимость, держитъ ихъ въ состояніи болѣе легкой воспримчивости. Притомъ вліянія того или другого рода могутъ быть или (а) болѣе или менѣе постоянными, тоническими, или (b) они получаютъ рѣзкій, спорадическій характеръ.

а) Примѣромъ для вліяній перваго рода можно привести слѣдующій опытъ. Если обезглавить лягушку и повѣсить ее вертикально, такъ чтобы одна, напр. правая, ея сторона освѣщалась дневнымъ разсѣяннымъ свѣтомъ.

а другая была затѣнена, то въ освѣщенной половинѣ рефлекторная раздражительность повышается, въ затѣненной понижается. Если потомъ перевернуть лягушку на 180° , то бывшая затѣненной, теперь освѣщаемая сторона получаетъ повышенную раздражительность, другая сторона настолько же приблизительно проигрываетъ (измѣренія раздражительности производились по методу Türgsk'a). И это новое отношеніе опять продолжается въ такомъ видѣ, пока продолжаютъ условія неодинаковаго освѣщенія (Введенскій 1879). Аналогичныя наблюденія были сдѣланы и надъ людьми, и въ особенности надъ истеричными, гдѣ колебанія раздражительности получаютъ иногда крайне рѣзкій характеръ подѣ влияніемъ уже слабыхъ воздѣйствій: такъ отъ одного наложенія пластинки какого-либо металла или магнита на кожу руки той половины тѣла, которая страдаетъ притупленіемъ чувствительности, слабостью мышцъ и т. д., получалось повышение всѣхъ этихъ функцій въ этой половинѣ тѣла, въ то время какъ другая половина тѣла часто теряла въ соотвѣтственной мѣрѣ въ чувствительности и въ мышечной силѣ (Bürg, Charcot, Westphal и др.). Явленіе это получило названіе „переноса“ (transfert).

Въ этихъ случаяхъ двѣ симметричныя половины тѣла оказываются стоящими въ антагонистическихъ отношеніяхъ другъ къ другу. Въ другихъ условіяхъ и на другихъ физиологическихъ снарядахъ, напротивъ, эффектъ можетъ быть одинаковымъ въ обѣихъ симметричныхъ частяхъ тѣла (примѣръ—суженіе сосудовъ въ обѣихъ конечностяхъ при погруженіи одной изъ нихъ въ холодную воду, стр. 257), за то онъ является противоположнымъ въ нѣкоторыхъ другихъ органахъ. Классическій фактъ антагонистическаго отношенія между несимметричными органами даютъ сосудодвигатели кожныхъ сосудовъ съ одной стороны, органовъ брюшной полости съ другой (стр. 176; тамъ же и другіе примѣры). Однако здѣсь еще трудно дать общую формулу, потому что отношенія между отдѣльными частями тѣла могутъ измѣняться крайне разнообразно въ виду очень разнообразныхъ условій жизнедѣятельности. Такъ, несомнѣнно антагонистическія отношенія между сосудодвигателями наружныхъ покрововъ и брюшныхъ органовъ могутъ смѣняться параллельными дѣйствіями послѣ принятія обильной пищи (стр. 177), когда дѣятельность органовъ пищеваренія съ одной стороны и кожная регуляція общей температуры тѣла съ другой требуютъ этого.

Также и для обыкновеннаго рефлекторнаго аппарата (кожно-мышечнаго) возможны и другія отношенія. По Langley'ю, отражательная дѣятельность задней конечности понижается, если перерѣзать сѣдалищный нервъ на другой сторонѣ. Можно думать, что этотъ послѣдній нервъ, дѣйствуя нормально въ одинаковыхъ условіяхъ и вмѣстѣ съ нервомъ другой стороны, содѣйствуетъ параллельно съ нимъ своими центростремительными возбужденіями повышенію рефлекторной раздражительности въ обѣихъ половинахъ спинного мозга. Рядомъ съ этимъ слѣдуетъ припомнить всѣмъ извѣстный фактъ, что раздраженіе, исходящее изъ одного большого зуба, можетъ сдѣлать человѣка болѣзненно-чувствительнымъ къ самымъ разнообразнымъ внѣшнимъ впечатлѣніямъ.

Такимъ образомъ тоническое возбужденіе однихъ рефлекторныхъ центровъ отзывается на другихъ центрахъ то пониженіемъ, то повышеніемъ возбудимости. И есть основанія предполагать, что такія двойственныя влиянія комбинируются въ нормальныхъ условіяхъ извѣстнымъ цѣлесообразнымъ путемъ.

b) Когда дѣло идетъ не о слабыхъ и постоянныхъ рефлекторныхъ влія-

ніяхъ, а о болѣе или менѣе рѣзкомъ и спорадическомъ рефлекторномъ воздѣйствіи, то на другихъ рефлекторныхъ приборахъ наичаще наблюдаютъ при этомъ тормозящее дѣйствіе. На такія явленія обратилъ особенное вниманіе Goltz (1868) и на нихъ указывалось уже выше (стр. 529, подъ 3). Если на лягушкѣ, дающей правильно „квакательный рефлексъ“, раздражать сильно какой-либо чувствующій нервъ, то рефлексъ этотъ уже болѣе не вызывается. Обезглавленный самецъ лягушки упорно охватываетъ передними лапами палецъ при прикосновеніи къ кожѣ между ними—обнимательный рефлексъ (см. средніе отдѣлы головного мозга); рефлексъ этотъ тотчасъ же прекращается, если сдавить сильно заднюю конечность ¹⁾.

Но рядомъ съ этимъ можно наблюдать факты противоположнаго рода, на которые, какъ мнѣ кажется, обращали не достаточно вниманія. Приложенное другое раздраженіе иногда не только не парализуетъ ранѣе существовавшій рефлексъ, но, напротивъ, *усиливаетъ* его. Въ этомъ можно убѣдиться по отношенію къ тому же обнимательному рефлексу. Когда онъ дѣйствуетъ въ переднихъ лапкахъ лягушки, *слабое* сдавливаніе задней лапки ведетъ къ замѣтному усиленію самого обнимательнаго рефлекса. И это, по видимому, довольно распространенное явленіе.

Если наблюдать мышцы дыхательнаго прибора лягушки и вызвать какимъ либо способомъ тоническое возбужденіе обоихъ верхнегортанныхъ нервовъ, то умѣренное раздраженіе сѣдалищнаго нерва (механическое, электрическое) производитъ такой эффектъ, какъ будто бы это послѣднее дѣйствуетъ тоже на верхнегортанный нервъ; если же привести въ тоническое возбужденіе оба блуждающихъ нерва, то такое же раздраженіе сѣдалищнаго нерва усиливаетъ эффектъ именно этихъ нервовъ. Получается такое впечатлѣніе, что всякое новое умѣренное раздраженіе прежде всего дѣйствуетъ, такъ сказать, въ руку существующаго уже тоническаго раздраженія. (Введенскій 1881). Сходное съ этимъ по смыслу явленіе наблюдалъ также В. Данилевскій (1886). Онъ даетъ ему очень сложное объясненіе. Мнѣ кажется, подобныя явленія говорятъ прежде всего о томъ, что проведеніе въ центральной системѣ не имѣетъ той степени изоляціи, которую обычно здѣсь принимаютъ. Когда съ какого-либо чувствующаго нерва сюда приходитъ слабое возбужденіе, оно можетъ быть недостаточнымъ, для того чтобы вызвать эффектъ въ ближайшихъ къ нему (покоящихся или, можетъ быть, даже нѣсколько угнетенныхъ) центрахъ, въ то же время оно, распространяясь все дальше и дальше, дойдя—хотя и въ сильно ослабленной степени—до центровъ, находящихся уже въ нѣкоторомъ возбужденіи, усиливаетъ дѣйствіе этихъ послѣднихъ. (Съ аналогичнымъ явленіемъ мы встрѣтимся при раздраженіи коры большихъ полушарій).

Причина этого усиленія по существу можетъ быть та же самая, на которую я указывалъ по поводу извѣстныхъ явленій на нервѣ (стр. 445) и которую я привлекалъ для объясненія лавинообразнаго нарастанія возбужденія.

¹⁾ Что второе приложенное раздраженіе должно быть сильнымъ, это надо понимать въ относительномъ смыслѣ. Luchsinger наблюдалъ, что ужъ, будучи обезглавленъ и подвѣшенъ въ вертикальномъ положеніи, самъ по себѣ періодически совершаетъ нѣсколько извивательныхъ движеній въ силу какихъ-то внутреннихъ возбужденій. Если въ началѣ такихъ движеній прикоснуться къ нему слегка, на чавшіяся движенія тотчасъ же прекращаются. Можно считать такое прикосновеніе уже сильнымъ раздражителемъ по отношенію къ тѣмъ слабымъ возбужденіямъ, которыя лежатъ въ основѣ періодически появляющихся движеній.

Въ приведенныхъ примѣрахъ второе (короткое) раздраженіе оказывало свое вліяніе на существующее уже тоническое возбужденіе. Но сходные эффекты можно наблюдать, если на разныя отдѣлы нервной системы падаютъ одновременно и два короткихъ раздраженія (Wundt, Exner). Раздраженія могутъ быть и не совершенно одновременными; однако промежутокъ между ними не долженъ быть болѣе $\frac{1}{10}$ сек. При этомъ условіи благоприятное вліяніе одного раздраженія на другое сказывается ясно даже и тогда, если каждое изъ обоихъ раздраженій само по себѣ субминимально, т. е. не вызываетъ дѣйствія въ одиночку (Exner 1883)¹⁾.

Такимъ образомъ и короткія раздраженія отзываются на другихъ нервныхъ центрахъ двоякимъ образомъ, и повышающимъ, и угнетающимъ. Не слѣдуетъ думать, что эти вліянія случайны и не подчиняются какой-либо законности. Какъ и для раздраженій а), для нихъ можно въ настоящее время намѣтить нѣкоторыя общія правила, гдѣ указывается рядомъ мѣсто и для возбуждающихъ, и тормозящихъ воздѣйствій.

Но сначала замѣчаніе относительно возбуждающихъ дѣйствій. Не слѣдуетъ думать (къ чему давалъ бы поводъ законъ, сформулированный Pflüger'омъ, стр. 525), что рефлекторное возбужденіе разливается, по мѣрѣ своего нарастанія, на другіе центры путемъ непосредственнаго сосѣдства, идя такимъ образомъ все далѣе и далѣе. Законъ Pflüger'a примѣнимъ только къ животнымъ, передвигающимся по преимуществу прыжками, какъ лягушка и кроликъ, но и здѣсь не всегда. Напротивъ, на животныхъ, у которыхъ обычный актъ передвиженія заключается въ поочередномъ дѣйствіи обѣихъ переднихъ конечностей, какъ и обѣихъ заднихъ (тритонъ, ящерица, саламандра, собака), возбужденіе съ одной конечности легко перебрасывается по діагонали на конечность другой стороны, неоднородную съ раздражаемой, т. е. напр. съ правой передней на заднюю лѣвую (Luchsinger, Чувскій). Это заставляетъ признать, что для распространенія возбужденій съ одного рефлекторнаго центра на другіе существуютъ нѣкоторые лучше сформированные и лучше проторенные въ обычной жизни животнаго пути, и что центры, связывающіе эти пути, поставлены въ болѣе близкія взаимодѣйствія по отношенію другъ къ другу. Такіе центры возбуждаются крайне

¹⁾ Последний авторъ справедливо находитъ, что такія явленія не могутъ считаться за результатъ суммированія (да и на нервѣ явленіе, обозначаемое этимъ словомъ, едва ли есть въ дѣйствительности таковое; стр. 445). Такое отношеніе между двумя раздраженіями онъ обозначаетъ, въ противоположность торможенію, словомъ «Bahnung». Но это слово прежде всего заставляетъ думать о подготовленіи путей, что вѣроятно было бы очень односторонне, какъ и для явленій стрихниннаго отравленія (стр. 533). Въ подобныхъ случаяхъ съ терминомъ должно бы обращаться прежде всего къ состоянію активныхъ частей центральной нервной системы—нервныхъ клѣтокъ: вѣроятно въ этихъ послѣднихъ пробуждается болѣе высокая возбудимость, болѣшая молекулярная подвижность и готовность отвѣчать собственной реакціей. Изъ русскихъ словъ, для обозначенія подобнаго вліянія на центры и по противоположенію съ торможеніемъ, мнѣ казалось бы болѣе подходящимъ слово: *взбадриваніе*. Хотя это слово звучитъ нѣсколько странно, но оно близко отвѣчаетъ смыслу отношеній, какія можно предположить въ центральной нервной системѣ.

легко или одновременно, или въ ближайшей послѣдовательности (функціональная или физиологическая ассоціація) ¹⁾.

Рядомъ съ этимъ, въ обычныхъ актахъ возбужденія, посылаются стимулы *тормозящаго* характера на центры мышцъ *антагонистическихъ*. Эти послѣднія вліянія мы рассмотримъ подробнѣе въ физиологiи большихъ полушарій. Здѣсь пока достаточно указать на одинъ хорошо изученный примѣръ (Sherrington 1893): въ то время какъ при „сухожильномъ рефлексѣ“ сокращается *m. vastus internus* (и отчасти *m. cruralis*), антагонистическая мышца (сгибатель) испытываетъ нѣкоторое расслабленіе (уменьшеніе тонуса, стр. 538). Съ другой стороны, раздраженіе чувствующихъ волоконъ, идущихъ отъ этой антагонистической мышцы, угнетаетъ „сухожильный рефлексъ“; наоборотъ, послѣ перерѣзки тѣхъ же волоконъ рефлексъ рѣзко усиливается (выпаденіе тонического дѣйствія этихъ центростремительныхъ волоконъ на центръ, опредѣляющій сухожильный рефлексъ).

Къ той же категоріи *цѣлесообразно и параллельно развивающихся взаимодѣйствій стимулирующаго и тормозящаго характера* между нервными центрами слѣдуетъ отнести, вѣроятно, всѣ указанные выше (стр. 315, 375, 312) факты, гдѣ сокращеніе мышцы, сжимающей и опорожняющей какую-либо полость, сопровождается одновременнымъ съ этимъ расслабленіемъ сфинктера для той же полости].

Отдѣльные рефлекторные центры спинного мозга.—

А) Рефлексы на мышцы животной жизни, иннервируемыя и волевымъ путемъ.—Мы видѣли, что въ спинномъ мозгу для каждой пары нервовъ существуетъ рефлекторный центръ; въ принципѣ центръ существуетъ для каждаго отдѣльнаго центростремительнаго волокна, соединеннаго съ двигательной клѣткой, находящейся на томъ же уровнѣ. Центры эти представлены клѣтками, которыя даютъ происхожденіе спинномозговымъ двигательнымъ нервамъ. Центростремительные нервы всякой мышцы съ момента ихъ вступленія въ спинной мозгъ, кажутся соединенными съ двигательными клѣтками, дающими нервы къ той же мышцѣ. Дѣятельность именно этой чувствительно-двигательной или короткой рефлекторной дуги производитъ простой и вмѣстѣ важный рефлексъ, извѣстный подъ именемъ *сухожильнаго рефлекса*. Раздраженіе извѣстной мышцы, ударъ по ея сухожилю, производитъ въ этой мышцѣ, у человѣка даже въ состояніи бодрствованія, неизбѣжно рефлекторное вздрагиваніе [срав. 479 стр.]. Центростремительный путь этого рефлекторнаго механизма данъ чувствительными нервами мышцъ, сухожилій, сочленовныхъ связокъ. Центръ его находится въ спинномъ мозгу, такъ какъ сухожильный рефлексъ сохраняется, и даже усиливается, въ задней части тѣла послѣ перерѣзки спинного мозга въ спинной области ²⁾.

¹⁾ Нѣкоторыя сходныя съ этимъ явленія наблюдаются въ извѣстныхъ условіяхъ также на лягушкѣ и кроликѣ. Уже Sanders-Ezn (1867) замѣтилъ, что если лягушка безъ гемисферъ лежитъ на животѣ, то раздраженіе колѣна снаружи вызываетъ въ этой конечности сгибаніе и вмѣстѣ съ этимъ выпрямленіе той же конечности на другой сторонѣ. Если она виситъ въ воздухѣ, то рефлексъ не переходитъ такъ легко на другую сторону. Аналогичное наблюдалось и при электрическомъ раздраженіи кожи (Gergens).

Н. В.

²⁾ «Сухожильный рефлексъ» оказывается собственно не рефлексомъ. Скрытое время, протекающее отъ момента удара по сухожилю до начала сокращенія, такъ основы физиологии.

Такой рефлекторный механизм дѣйствуетъ обыкновенно у насъ при стояннн, ходьбѣ и пр. Если при ходьбѣ спотыкается нога, оставшіеся нечаянно съ опорой на одну единственную свою точку, пятка тотчасъ же опускается, тянетъ Ахиллесово сухожиліе съ его мышцами и послѣдніе немедленно приходятъ въ сокращеніе (рефлекторнымъ образомъ), прежде тѣмъ мы успѣемъ сознать предстоящую опасность потерять равновѣсіе. Точно также обжогъ, напр. конечности, вызываетъ рефлексъ, удаляющій конечность отъ горячаго тѣла. Впрочемъ, малая длина рефлекторной дуги, регулирующей ходьбу, представляетъ свою выгоду: импульсъ, идущій длиннымъ обходомъ черезъ средній мозгъ, или даже черезъ мозговую кору, пришелъ бы слишкомъ поздно.

Рефлекторный эффектъ измѣняется и притомъ въ значительной степени отъ одного случая къ другому, такъ какъ различныя мышцы сокращаются одновременно и въ самыхъ различныхъ комбинаціяхъ, смотря по обстоятельствамъ, но при этомъ всегда рефлекторно въ интересахъ сохраненія равновѣсія. Въ самомъ дѣлѣ, такой рефлексъ, хотя и спинномозговой, уже весьма сложенъ. Это значитъ, что въ немъ принимаетъ участіе большой отдѣлъ спинного мозга, что центръ даннаго рефлекса не представляется простымъ.—Сухожильный рефлексъ наблюдается на всѣхъ мышцахъ.

Маленькая часть сѣраго вещества спинного мозга составляетъ *простой рефлекторный центръ*, по скольку она служитъ для произведенія простаго рефлекса, ограниченнаго одной мышцей. Этотъ центръ можетъ приходить въ дѣятельность одновременно съ другими однородными съ нимъ центрами, въ различныхъ сочетаніяхъ, подъ вліяніемъ нѣкоторыхъ частей средняго мозга, образующихъ *центры высшаго порядка* и направляющихъ дѣйствія элементарныхъ рефлекторныхъ центровъ.

Автоматизмъ спинного мозга. Мускульный тонусъ.—Исслѣдованія, произведенныя главнымъ образомъ на лягушкѣ, привели къ изученію явленія, однороднаго съ сухожильнымъ рефлексомъ и породившаго мысль о непрерывномъ, тоническомъ, нервномъ вліяніи, которое мозгъ (продолговатый и средній) оказываетъ на всѣ мышцы животной жизни, и притомъ безъ участія стимуловъ со стороны центrostремительныхъ нервовъ. Такое вліяніе представляло бы *автоматическую иннервацию*, съ убѣдительными примѣрами которой мы встрѣтимся дальше, въ продолговатомъ мозгѣ. Этотъ мышечный тонусъ во всякомъ случаѣ наблюдается и у высшихъ животныхъ. Факты сюда относящіеся суть слѣдующіе.

Возьмемъ заднія конечности лягушки вмѣстѣ съ позвоночнымъ столбомъ и подвѣсимъ препаратъ за этотъ послѣдній. Если перерѣзать теперь одинъ сѣдалищный нервъ, та нога и лапка, нервъ которыхъ оставленъ нетронутымъ, окажутся слегка согнутыми; другая же конечность виситъ совершенно расслабленной. Слѣдовательно, существуетъ непрерывное нервное вліяніе, идущее къ мышцамъ ноги по нетронутому сѣдалищному нерву. Оно носитъ рефлекторный характеръ: достаточно перерѣзать

коротко, какъ это можетъ быть только при прямомъ раздраженіи мышцы, но отнюдь не рефлекторномъ (Waller 1890, Gotch 1896). Однако послѣ перерыва въ рефлекторной дугѣ и при наркозѣ почти всегда прекращается это явленіе. Объяснять можно дѣло такимъ образомъ, что цѣлость и чувствующихъ и двигательныхъ путей необходимы для того, чтобы поддерживать мышцу на извѣстной высотѣ раздражительности. Поэтому діагностическое значеніе его для извѣстныхъ болѣзней центральной нервной системы остается тѣмъ не менѣе очень важнымъ.

задние корешки, чтобы эта нога вытянулась, как и другая (опытъ Brondgeest'a) Чувствительныя волокна сѣдалищнаго нерва болѣе или менѣе вытянутыя тяжестью висѣющей и ненормально растянутаго ноги поддерживаютъ этотъ родъ «рефлекторнаго тонуса» ¹⁾.

Послѣ перерѣзки спиннаго мозга у лягушки въ шейной части, туловище и конечности въ силу рефлекторной иннерваціи стремятся принять подобранную форму, характерную въ покоѣ для цѣлаго животнаго. Надо полагать, что эта поза есть самая естественная, требующая наименьшаго количества иннерваціи въ центробѣжной и центростремительной частяхъ. Какъ только какой-либо членъ будетъ выведенъ изъ этого положенія, центростремительныя нервы кожи, мышцъ, сухожилій и пр. получаютъ механическое возбужденіе, т. е. сдѣлаются источникомъ центростремительныхъ импульсовъ; при нормальныхъ условіяхъ животное стремится уничтожить возникшіе импульсы, измѣняя для этого положеніе своихъ членовъ. Нѣтъ ничего удивительнаго въ томъ, что эти импульсы, нося рефлекторный характеръ при нормальныхъ условіяхъ, продолжаютъ возникать и послѣ перерѣзки шейной части спиннаго мозга. Въ самомъ дѣлѣ, послѣ того какъ травматическое потрясеніе въ тѣлѣ (или въ перерѣзанномъ шейномъ отдѣлѣ спиннаго мозга) обезглавленной лягушки успокоится спустя минутъ пятнадцать, конечности, сначала вялыя и парализованныя, подтягиваются къ туловищу, животное принимаетъ сидячую позу ²⁾, которую оно и занимаетъ снова каждый разъ, какъ пробуютъ вытянуть ему ногу. Перерѣзка заднихъ корешковъ, прекращающая центростремительныя импульсы, прекращаетъ также и стремленіе животнаго принимать свою характерную позу. Значеніе описаннаго рефлекса заключается въ томъ, что онъ ведетъ лягушку постоянно къ подобранной позѣ и держитъ ее готовою къ прыганью.—Съ только что описаннымъ мускульнымъ тонусомъ изслѣдователи сближали сухожильный рефлексъ, а также слѣдующіе факты, наблюдающіеся на высшихъ животныхъ.

а) Перерѣзанная поперекъ мышца дѣлается всегда короче и рана становится зияющей.—Это явленіе зависитъ отъ того, что всякая мышца въ нормальномъ состояніи нѣсколько вытянута за предѣлы своего упругаго равновѣсія. Кромѣ того, рана является источникомъ возбужденій для мышцы и разъ сократившаяся мышца не растягивается уже больше, если ее не побуждаетъ къ этому внѣшняя сила.

б) При параличѣ личнаго нерва съ одной стороны лицо человѣка искривляется въ сторону непарализованной половины. Дѣло въ томъ, что сокращенія мышцъ

¹⁾ Какъ видно изъ приведеннаго анализа самаго явленія, мышечный тонусъ никоимъ образомъ не можетъ быть причисленъ къ актамъ *автоматической* дѣятельности спиннаго мозга, какъ это сказано въ началѣ этого параграфа. Примѣръ послѣдней скорѣе можетъ быть указанъ въ дѣятельности лимфатическихъ сердецъ, которыхъ у лягушки 2 пары (задняя пара расположена очень удобно для изученія, находясь около конца копчиковой кости, поверхностно подъ кожей). Даны доказательства, что лимфатическія сердца продолжаютъ пульсировать послѣ перерѣзки заднихъ корешковъ и останавливаются въ своей дѣятельности послѣ разрушенія нижней части спиннаго мозга. Однако ритмику ихъ поддерживаетъ, какъ кажется, отчасти и периферическій нервный центръ. См. В е л и к і й. Зап. Акад. Наукъ, 1884.

Н. В.

²⁾ Точнѣе говоря, лягушка по снесеніи средняго и продолговатаго мозга лежитъ *плашмя* съ подтянутыми къ туловищу конечностями. Только пока цѣлы сейчасъ названныя части лягушка сохраняетъ посадку, характерную для этого животнаго и собаки (съ приподнятой передней частью тѣла).

Н. В.

совершаются, конечно, активно, но мышцы активно не растягиваются. Въ настоящемъ случаѣ, мышцы одной стороны лица являются антагонистами мышцъ другой стороны; парализованныя мышцы больше не растягиваютъ своихъ антагонистовъ, которые съ этого момента и остаются укороченными.

В) Рефлексы на органы внутренностей.—Спинной мозгъ содержитъ также рефлекторные центры для движеній, которые обыкновенно совершаются или совсѣмъ произвольно, или частью произвольно, частью рефлекторно. Къ ихъ числу относятся движенія большинства внутренностей. Центры для послѣднихъ состоятъ изъ участковъ сѣраго вещества, дающихъ начало соотвѣтственнымъ центробѣжнымъ нервамъ. Въ этихъ случаяхъ, обыкновенно, дѣло идетъ о сокращеніи гладкихъ мышечныхъ волоконъ. Однако самыя различныя поперечнополосатыя мышцы могутъ также вмѣшиваться здѣсь въ дѣло.—Наконецъ, спинной мозгъ заключаетъ также центры для рефлекторной иннерваціи нѣкоторыхъ железъ, главнымъ образомъ, потовыхъ (въ конечностяхъ). Железы, повидимому, никогда не иннервируются произвольно.

Центры, о которыхъ говорится, подчинены другимъ, расположеннымъ въ болѣе высокихъ отдѣлахъ центральной нервной системы. Но, въ противоположность тому, что существуетъ для мышцъ конечностей, они играютъ сами важную роль въ нормальныхъ отправленіяхъ органовъ и менѣе тѣсно подчинены центрамъ высшаго порядка, даже большого мозга.

Открыты и изучены слѣдующіе центры:

1^о *Анальный центръ* (с. anospinale) для дефекаціи, расположенный у кролика и у собаки въ поясничной части спинного мозга (Masius и Vanlair, Goltz). Онъ дѣйствуетъ на sphincter ani и возбуждается черезъ нервы слизистой оболочки въ anus, проходящіе чрезъ plexus hemorrhoidalis и plexus mesentericus inferior.

2^о *Центръ мочевого пузыря* (с. vesicospinale) для выведенія мочи (Masius). Имѣется одинъ центръ для сфинктера шейки мочевого пузыря и одинъ для detrusor urinae; оба расположены въ поясничной части спинного мозга очень близко одинъ подлѣ другого. Они дѣйствуютъ вполне согласно только подъ вліяніемъ большого мозга.

3^о *Генитальные центры.*—Въ поясничномъ отдѣлѣ спинного мозга находится *центръ сокращеній матки и влагалища*. Plexus uterinus содержитъ въ себѣ соотвѣтственныя центробѣжныя и центростремительныя волокна. У кролика послѣ перерѣзки спинного мозга въ спинной части этотъ центръ легко приходитъ въ дѣятельность подъ вліяніемъ раздраженія матки. У женщинъ (въ особенности рождавшихъ) онъ сильно возбуждается раздраженіемъ внутренней поверхности матки и раздраженіемъ сосковъ. Собака самка съ перерѣзаннымъ въ спинной части мозгомъ подвергалась течкѣ, была способна къ соитію и родила нормально (Goltz и Freusberg).—Поясничный мозгъ заключаетъ *рефлекторный центръ эрекціи*. Центростремительными нервами служатъ нервы кожи penis'a. Центробѣжные пути суть двоякаго рода: сосудорасширяющіе нервы, выходящія изъ plexus sacralis, *nervi erigentes* собаки (Eckhard, [Никольскій]), и двигательныя нервные волокна для m. ischio-cavernosus и m. transversus profundus perinei, выходящія изъ 3-й и 4-й пары крестцовыхъ нервовъ. Двѣ послѣднихъ мышцы могутъ также иннервироваться волевымъ путемъ. Nervi erigentes (сосудорасширители) могутъ быть приведены въ дѣятельность раздраженіемъ Вароліева моста и мозговыхъ ножекъ. Равнымъ образомъ они возбуждаются черезъ мозговые полушарія (посредствомъ психическихъ представленій половыхъ актовъ). — У кролика

на уровнѣ 4-го поясничнаго позвонка находится *центръ выбрасыванія сѣмени*, иннервирующій выносящіе каналы посредствомъ волоконъ, происходящихъ изъ 4-й и 5-й поясничной пары и проходящихъ по большому симпатическому стволу. Онъ также иннервируетъ *m. bulbosavernosum* посредствомъ волоконъ, происходящихъ изъ 3-й и 4-й пары крестцовыхъ нервовъ (*B u d g e*).

4° *Центры сосудоуживателей и сосудорасширителей*, подчиненные главенству сосудодвигательнаго центра въ продолговатомъ мозгу (стр. 171). Мозговая кора также оказываетъ на нихъ вліяніе.

5° *Центръ для расширенія зрачка* (*c. ciliospinale*), иннервирующій расширителя радужной оболочки, находится въ нижней части шейнаго отдѣла спиннаго мозга. Онъ можетъ возбуждаться подъ вліяніемъ дѣятельности почти всѣхъ чувствительныхъ нервовъ. Экстирпація одной половины этой спинномозговой области вызываетъ суженіе зрачка той же стороны. Этотъ центръ, кажется, подчиненъ другому центру высшаго порядка, расположенному на уровнѣ четверохолмія.

6° *Потоотдѣлительные центры* для заднихъ лапъ кошки и, вѣроятно, для отдѣленія пота на всемъ туловищѣ человѣка. Они также подчинены господству центра высшаго порядка въ среднемъ мозгу.

Мы отмѣтимъ замѣчательную разницу въ большей или меньшей легкости, съ которой возбужденіе различныхъ нервовъ доходить до мозговой коры. Въ обыкновенное время дѣятельность центростремительныхъ нервовъ внутренностей ограничивается тѣмъ, что они вызываютъ рефлекторные акты и ихъ возбужденіе не доходить до мозговой коры. Но, вслѣдствіе патологическихъ процессовъ (воспаленіе этихъ органовъ) чувствительность центростремительныхъ нервовъ чрезвычайно повышается и тогда ихъ возбужденія, получая ненормальную интенсивность, становятся сознательными; свидѣтельствомъ служатъ кишечныя колики, жестокая зубная боль, и даже ощущеніе, извѣстное подъ именемъ «сердцебіенія».

Указанная особенность центростремительныхъ нервовъ внутренностей производить обычно только рефлекторные импульсы привела *Marshall Hall'a* (около 1840) къ построенію своей теоріи эксцито-моторныхъ нервовъ. Всякая чувствительная точка периферіи должна быть соединена съ большимъ мозгомъ посредствомъ одного спеціальнаго центростремительнаго волокна (сознательнаго) и съ рефлекторными центрами посредствомъ другого центростремительнаго волокна. Всякое мышечное волокно точно также получаетъ центробѣжное, сознательное волокно и другое (также центробѣжное) изъ отдѣла рефлекторныхъ центровъ. Перерѣзка спиннаго мозга въ шейной части простирается на одни только сознательныя волокна (центробѣжныя и центростремительныя) и оставляетъ нетронутыми волокна «эксцито-моторныя» (центростремительныя и центробѣжныя).—Эта теорія оставлена по множеству мотивовъ, изъ которыхъ главный тотъ, что предполагать двойственность периферическихъ волоконъ оказывается излишнимъ.

Тонусъ сфинктеровъ.—Въ области гладкихъ мышечныхъ волоконъ существуетъ *тонусъ сфинктеровъ* (*pylorus, cardia, anus*, шейка мочевого пузыря и пр.), препятствующій содержимому полыхъ органовъ уходить изъ нихъ; во время естественнаго опорожненія органовъ этотъ тонусъ долженъ быть побѣжденъ. Тонусъ сфинктеровъ гомологиченъ тонусу произвольныхъ мышцъ. Легко замѣтить, что сфинктеръ во время покоя слегка замкнутъ даже послѣ перерѣзки всѣхъ его нервныхъ связей со спиннымъ мозгомъ. Слѣдовательно, указанная степень суженія не зависитъ отъ одного только спиннаго мозга. Однако же, когда содержимое внутренностнаго органа въ совершенно неповрежденномъ тѣлѣ стремится пройти черезъ сфинктеръ,

оно раздражает центростремительные нервы слизистой оболочки и эти послѣдніе путемъ рефлекса, центръ котораго для многихъ нервовъ находится въ спинномъ мозгу, вызываютъ болѣе энергичное сокращеніе сфинктера.

Вообще, *гладкія мышечныя волокна внутренностей и выдѣлительныхъ протоковъ*, повидимому, подчинены рефлекторному спинномозговому центру. Выше мы уже указали многіе примѣры. Вѣроятно, существуютъ еще и центры намъ неизвѣстные. Съ другой стороны, во многихъ внутреннихъ органахъ происходятъ сокращенія, которыя совершаются безъ участія центральной нервной системы (сердце, кишки, мочеточники и пр.). Предполагаютъ, что эти движенія, по крайней мѣрѣ во многихъ случаяхъ (сердце, кишки и пр.), зависятъ отъ какого-либо периферическаго центра, расположеннаго въ томъ же самомъ органѣ или въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ нимъ.

2-й Отдѣлъ. — Продолговатый и средній мозгъ.

Съ фیزیологической точки зрѣнія представляется удобнымъ разсматривать вмѣстѣ продолговатый мозгъ, Вароліевъ мостъ, мозговые ножки, четверохолміе и зрительные бугры. Все, что намъ извѣстно объ отправленіяхъ зрительныхъ бугровъ, заставляетъ насъ присоединять ихъ скорѣе къ названнымъ частямъ головного мозга, чѣмъ къ полушаріямъ; анатомы, впрочемъ, давно уже такъ поступаютъ, основываясь на эмбриологическихъ соображеніяхъ. Мы будемъ называть среднимъ мозгомъ, преимущественно, тѣ части, которыя расположены надъ продолговатымъ (Вароліевъ мостъ, мозговые ножки, четверохолміе и зрительные бугры). — Наконецъ, мозжечекъ въ фیزیологическомъ отношеніи совершенно естественно присоединяется къ среднему мозгу.

Въ перечисленныхъ частяхъ (продолговатый мозгъ, Вароліевъ мостъ, мозговые ножки, четверохолміе, зрительные бугры) мы снова встрѣчаемъ основныя свойства спинного мозга. Съ одной стороны эти части служатъ просто для проведенія импульсовъ, сознательныхъ и безсознательныхъ — *проводящая роль*; съ другой стороны эти части содержатъ многочисленныя центры для рефлекторныхъ [и автоматическихъ] движеній: *нервные центры* продолговатаго и средняго мозга.

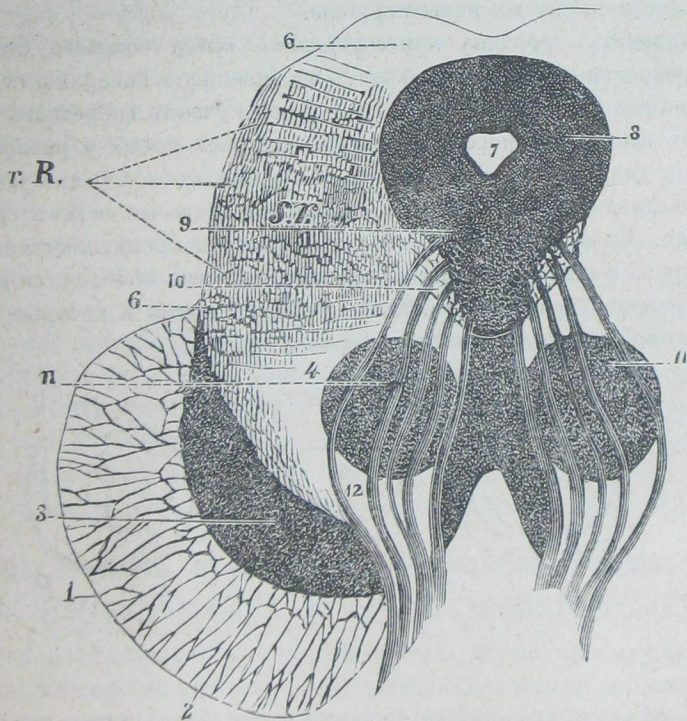
Фیزیологическое экспериментированіе надъ частями, о которыхъ идетъ рѣчь, до чрезвычайности трудно, такъ какъ ихъ нервныя элементы служатъ для весьма разнородныхъ отправленій, собраны на небольшомъ пространствѣ и анатомически не вполне ясно разграничены. Малѣйшее пораненіе задѣваетъ, обыкновенно, нѣсколько рефлекторныхъ центровъ, затѣмъ проводящіе рефлекторныя пути, нисходящіе, и восходящіе, а часто еще сознательныя проводящіе пути, идущіе изъ большихъ полушарій. Разстройства, замѣчаемыя послѣ операціи или раздраженія, обыкновенно, сложны и ихъ анализъ почти невозможенъ.

Мы послѣдовательно разсмотримъ продолговатый и средній мозгъ, какъ мѣсто „нервныхъ центровъ“ и какъ „проводникъ“ импульсовъ.

Анатомія. — Продолговатый и средній мозгъ представляютъ видоизмѣненный верхній конецъ спинного мозга съ очень большимъ усложненіемъ въ его частяхъ. Вслѣдствіе расхожденія частей спинного мозга на уровнѣ четвертаго желудочка, сѣрое вещество отбрасывается къ дорзальной поверхности, а бѣлое вещество образуетъ вентральную часть средняго мозга. Еще выше, центральный каналъ замыкается четверохолміемъ на уровнѣ Сильвіева водопровода. Итакъ въ результатѣ

сѣрое вещество перемѣстилось въ *дорзальный этажъ*, бѣлое вещество въ *вентральный этажъ* среднего мозга. Первое покрываетъ бѣлое вещество; отсюда его названіе «покрова» вентрального этажа.

Дорзальный этажъ. Сѣрое вещество.—Тотъ фактъ, что продолговатый и средний мозгъ содержатъ множество рефлекторныхъ центровъ, находятъ свое анатомическое выраженіе въ *значительномъ развитіи сѣраго вещества* и въ *сѣтчатомъ расположеніи* значительной части бѣлаго. Одни пирамидальные пучки спинного мозга остаются въ вентральномъ этажѣ среднего мозга. Другіе пучки (исключая мозжечковый) въ большей или меньшей степени проникаютъ въ дорзальный этажъ и тамъ распадаются, начиная съ продолговатого мозга, въ одно изъ самыхъ сложныхъ сплетеній. Изъ продольныхъ волокна становятся поперечными. Они пронизываютъ, рассыпаются между другими продольными и поперечными волокнами. Смыслъ этого явленія тотъ, чтобы вступить въ тѣсную связь съ волокнами, идущими изъ самыхъ различныхъ мѣстъ тѣла. Все ретикулярное вещество (фиг. 206, *s. r.*) пронизано гангліозными клѣтками, отдѣлившимися отъ сѣраго



Фиг. 206.—Поперечный разрѣзъ черезъ средній мозгъ на уровнѣ задней пары четверохолмія (6). 7 центральный каналъ; 8 покровъ изъ сѣраго вещества, его окружающій, съ ядромъ (9), дающимъ происхожденіе п. oculomotorio (12); *s. r.* ретикулярная субстанція дорзальнаго этажа; *r. R.* слой Рей'евой ленты; 10 задній продольный пучекъ; 11 красное ядро верхней мозжечковой ножки; 3 черное вещество Sömmerring'a; 1, 2 основаніе мозговой ножки (по Testut).

центрального вещества, окружающаго центральный каналъ; въ этихъ клѣткахъ мы должны видѣть анатомическій субстратъ нервныхъ центровъ, столь многочисленныхъ въ этой области. Въ силу указаннаго расположенія въ одной маленькой группѣ нервныхъ клѣтокъ могутъ оканчиваться различныя центробежные волокна и отсюда можетъ иннервироваться множество периферическихъ мышцъ при помощи простыхъ [нижнихъ] центровъ.

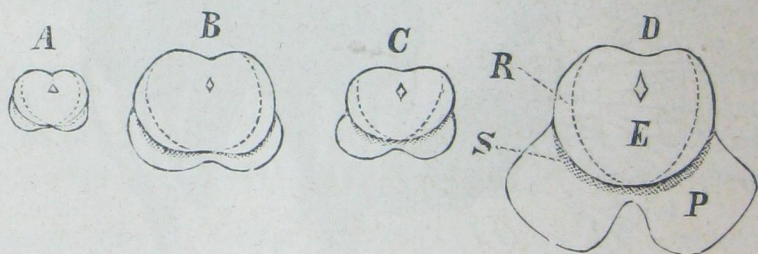
Въ дорзальномъ этажѣ среднего мозга замѣчается боково-брюшной пучекъ, менѣе сѣтчатый (фиг. 206, *r. R.*), съ волокнами, господствующее направленіе

которыхъ продольное. Эти пучки, которые замѣтны на поверхности среднего мозга въ формѣ петли или Reil'евой ленты, содержать въ себѣ большую часть сознательныхъ центростремительныхъ путей (чувствительныхъ), идущихъ къ большому мозгу. Reil'евъ пучекъ мы можемъ принять за средній (чувствительный) этажъ среднего мозга, въ противоположность вентральному, по преимуществу или даже исключительно, двигательному, и дорзальному этажу—рефлекторному.

Скопленія сѣраго вещества, богатыя клѣтками, заложены въ дорзальномъ этажѣ. Они представляютъ продолженія въ продолговатомъ мозгу переднихъ и заднихъ роговъ спинного мозга, отрѣзанныя отъ сѣрой центральной массы перекрещиваніемъ пирамидальныхъ волоконъ и извѣстныхъ пучковъ заднихъ столбовъ. Изъ нихъ берутъ начало черепные нервы (двигательные и чувствительные) за исключеніемъ обонятельнаго и оптическаго.

Вентральный этажъ. Бѣлос вещество.—Говоря вообще, столбы спинного мозга продолжаютъ въ средній. Но съ продолговатаго мозга начинается съ ними глубокая перетасовка. Они дѣлятся на части, перекрещиваются по средней линіи, затѣмъ соединяются въ новыя группы.

1) Въ пирамидахъ волокна *пирамидальнаго пучка* бокового столба сначала образуютъ перекрестъ и затѣмъ переходятъ на брюшную поверхность, къ средней линіи; соединившись съ прямымъ пирамидальнымъ пучкомъ (передняго столба), они поднимаются въ гемисферы черезъ основаніе мозговой ножки и расширеніе ея въ головномъ мозгу (внутренняя капсула). Въ Вароліевомъ мосту ихъ волокна болѣе или менѣе разъединяются волокнами, идущими изъ мозжечка черезъ среднюю мозжечковую ножку. Начиная съ продолговатаго мозга и преимущественно съ Вароліева моста, справа и слѣва отъ пирамидальныхъ пучковъ, появляются другіе пучки, которые съ первыми образуютъ основаніе мозговой ножки и которые всѣ отправляются въ мозговое полушаріе той-же стороны.



Фиг. 207.

2) *Прямой мозжечковый пучекъ* (боковыхъ столбовъ) идетъ черезъ нижнюю мозжечковую ножку той же стороны въ мозжечекъ.

3) *Задніе столбы*, пройдя чрезъ свои ядра въ продолговатомъ мозгу, частью направляются въ мозжечекъ черезъ нижнюю мозжечковую ножку. Другая часть ихъ волоконъ перекрещивается въ пирамидахъ (чувствительный перекрестъ, немного выше двигательнаго перекреста) и направляется въ Reil'евъ пучекъ. Пучекъ Reil'я, повидимому, получаетъ съ другой стороны отъ задняго пучка еще пучекъ прямой, не перекрещенный.

4) *Gowers'овъ пучекъ* (боковой столбъ) также доходитъ до пучка Reil'я.

5) *Основные пучки* передне-боковыхъ столбовъ образуютъ такъ называемый «промежуточный» пучекъ, который, подымаясь въ дорзальный этажъ до четверохолмія, разсыпается въ задній продольный пучекъ (10, фиг. 206).

Другія анатомическія детали выяснятся изъ дальнѣйшаго.

Meunier установилъ основное различіе между дорзальнымъ этажемъ (покровъ,

tegmentum) и вентральнымъ этажемъ (основаніе) мозговой ножки и частями Варолиева моста, составляющими его продолженіе. Сѣтководное образованіе ограничивается почти исключительно дорзальнымъ этажемъ. Сверхъ того, этотъ этажъ, мѣсто рефлекторныхъ центровъ среднего мозга, примыкаетъ вверху къ четверохолмію и къ зрительнымъ буграмъ—органамъ, которые по изслѣдованіямъ физиологовъ представляютъ сложные рефлекторные центры. Такимъ образомъ дорзальный этажъ, въ силу своихъ связей съ другими частями мозга и по своему сѣтчатому строенію, служить, повидимому, преимущественно для иннервации рефлекторныхъ движеній.

Нижній же этажъ состоитъ прежде всего изъ волоконъ, значительная часть которыхъ (пирамидальныя волокна) идетъ изъ мозговой коры прямо къ спинному мозгу. Въ общемъ волокна его оканчиваются на верхнемъ концѣ въ мозговыхъ полушаріяхъ, признаваемыхъ за органъ разума. Итакъ, этотъ этажъ, повидимому, служить прежде всего для проведенія сознательныхъ импульсовъ, преимущественно центробѣжныхъ, такъ какъ большая часть центростремительныхъ идетъ по пучкамъ Reil'я, расположеннымъ въ дорзальномъ этажѣ.

Функциональная разница между двумя этажами выражается еще нѣкоторыми другими анатомическими признаками. При рожденіи у человѣка сознательной жизни почти не существуетъ; всѣ движенія или рефлекторныя, или автоматическія; большія полушарія вовсе не функционируютъ. Основаніе мозговой ножки тогда сѣроватаго цвѣта, его волокна еще не содержатъ мѣлина (по крайней мѣрѣ пирамидальныя); волокна дорзальнаго этажа, напротивъ, хорошо развиты и содержатъ мѣлинь. Съ другой стороны, въ ряду позвоночныхъ по мѣрѣ пониженія умственнаго развитія, основаніе мозговой ножки все болѣе уменьшается (такъ же, какъ и большія полушарія), а дорзальный этажъ получаетъ сравнительное преобладаніе, какъ это свидѣтельствуетъ схема (по Meynert'у) на фиг. 207, представляющая поперечные разрѣзы мозговыхъ ножекъ на уровнѣ четверохолмія: *D* у человѣка, *C* у обезьяны (*cercopithecus*), *B* у собаки, *A* у морской свинки. Далѣе мы увидимъ, что двигательныя разстройства, слѣдующія за экстирпацией мозговой коры, у различныхъ видовъ животныхъ, выражены тѣмъ яснѣе, чѣмъ лучше развито основаніе мозговой ножки. Слѣдовательно, развитіе основанія мозговой ножки можетъ служить мѣркой участія большихъ полушарій въ иннервации волевыхъ движеній.

Средній мозгъ, какъ проводникъ импульсовъ сознательной жизни, центробѣжныхъ и центростремительныхъ.

Что касается *центробѣжныхъ, волевыхъ путей*, перерѣзка основанія мозговой ножки вызываетъ параличъ всей противоположной половины тѣла. Отдѣленіе пирамидъ другъ отъ друга по средней линіи и поперечная перерѣзка одной пирамиды понижаетъ въ обѣихъ половинахъ тѣла способность къ движеніямъ, не парализуя ее нигдѣ (*Schiff, Vulpian, Philippeaux, Laborde* и др.). Эти поврежденія не безразличны однако для другихъ частей, кромѣ проводящихъ путей, и потому результаты опытовъ возможно толковать различно.

Анатомія, руководясь изученіемъ развитія нервной системы и явленій послѣдовательнаго перерожденія при ея поврежденіяхъ, пополнила наши свѣдѣнія относительно проводящихъ волевыхъ путей въ среднемъ мозгу. Они состоятъ изъ волоконъ пирамидальныхъ пучковъ. Выйдя изъ мозговой коры, пирамидальныя волокна образуютъ среднюю треть внутренней кап. сулы; ниже они составляютъ среднюю треть (1, фиг. 206) основанія мозговой ножки. Наконецъ, въ пирамидахъ большинство ихъ перекрещивается и идетъ на образованіе пирамидальнаго пучка (перекрещеннаго) бокового столба.

Меньшая ихъ часть, не перекрещиваясь, спускается въ передній столбъ гдѣ они образуютъ прямой пирамидальный пучекъ.

Сознательные, центростремительные пути (чувствительные) въ среднемъ мозгу скрыты въ массѣ дорзальнаго этажа и укрыты отъ всякой возможности экспериментированія надъ ними. Замѣтимъ однако же, что чувствительность слабѣетъ на обѣихъ сторонахъ тѣла какъ послѣ продольнаго сѣченія, такъ и поперечнаго въ продолговатомъ мозгу. Поперечный разрѣзъ мозговой ножки вызываетъ потерю чувствительности въ противоположной половинѣ тѣла. Слѣдовательно, чувствительные пути отчасти перекрещиваются въ среднемъ мозгу, что согласуется и съ анатомическими данными.

Опять таки анатомія и изученіе перерожденій, наступающихъ за поврежденіями нервной системы, пролили нѣкоторый свѣтъ въ этой области.

Главнымъ путемъ въ среднемъ мозгу для центростремительныхъ импульсовъ, направляющихся къ большому мозгу, служитъ слой *Reil'*евой ленты (Flechsig, Eddinger, Бехтеревъ, Монаковъ, Déjerine и др.). Этотъ пучекъ волоконъ, расположенный въ дорзальномъ этажѣ средняго мозга (фиг. 206, *r. R.* и фиг. 207, *R.*) въ положеніи промежуточномъ между обоими этажами, обособляется мало по малу въ направленіи снизу вверхъ, начиная съ продолговатаго и средняго мозга. Онъ собираетъ прежде всего чувствительныя волокна, идущія изъ заднихъ столбовъ спинного мозга (прерванные въ ядрѣ Burdach'a въ продолговатомъ мозгу), а также волокна Gowers'овскаго пучка. Затѣмъ, онъ усиливается волокнами черепныхъ чувствительныхъ нервовъ, а именно: слухового и, вѣроятно, тройничнаго. Такимъ образомъ онъ представляетъ большой объединитель центростремительныхъ путей, идущихъ къ большому мозгу. Его атрофія обуславливаетъ гемипарезъ въ противоположной половинѣ тѣла (Déjerine и др.). Кверху одни изъ этихъ пучковъ проходятъ черезъ четверохолміе и затѣмъ проникаютъ посредствомъ *brachia conjunctiva* [*br. corporis quadrigemini*] въ полушарія, коры которыхъ они достигаютъ путями не вполне извѣстными, именно черезъ заднюю треть внутренней капсулы, черезъ петлю чечевичнаго ядра и пр.; другіе прямо входятъ въ зрительныя бугры (Монаковъ).

Средняя часть *Reil'*ева пучка подвергается восходящему перерожденію при поврежденіяхъ Burdach'ова ядра, вставленнаго въ задній столбъ ¹⁾.

¹⁾ Здѣсь говорится о быстромъ перерожденіи нервныхъ волоконъ, исходныя клѣтки которыхъ разрушены. Его наблюдали Monéu, Kahler и Pick, P. Meyer, Déjerine въ *Reil'*евомъ пучкѣ послѣ поврежденій продолговатаго мозга (ядеръ его для заднихъ столбовъ). Съ другой стороны, описывалось перерожденіе *Reil'*ева пучка вплоть до самыхъ ядеръ заднихъ столбовъ, или, по меньшей мѣрѣ, его атрофія (нисходящая), послѣ поврежденій большихъ полушарій, а именно Роландовой коры, зрительныхъ бугровъ и т. д. (Витковскій, Бехтеревъ, Déjerine, Монаковъ, Hösel, Mahaim). Если признать за волокнами *Reil'*ева пучка центростремительную природу, ихъ нисходящее перерожденіе является не вполне понятнымъ, такъ какъ ихъ трофическіе центры находятся въ продолговатомъ мозгу. По Монаковъ, здѣсь мы имѣемъ дѣло не столько съ быстро совершающимся перерожденіемъ, сколько съ очень медленной атрофіей волоконъ, могущей дойти до перерожденія. Нервные волокна, утратившія свои фізіологическія окончанія, атрофируются, повидимому, медленно (годами), если они сохраняютъ связь со своими питательными центрами.

Пути волевой иннервации образуютъ въ среднемъ мозгу плотный пучекъ, болѣе или менѣе изолированный отъ сосѣднихъ частей. Варолиевъ мостъ есть единственное мѣсто, гдѣ волокна разъединяются и пронизываются волокнами (подвергаются также физиологическому вліянію послѣднихъ), идущими изъ мозжечка (черезъ среднюю мозжечковую ножку), координаціоннаго центра волевыхъ движеній. Книзу и кверху отъ средняго мозга волокна волевыхъ движеній разбредаются, чтобы съ одной стороны достигнуть до мышцъ, съ другой до нервныхъ центровъ для послѣднихъ (у Роландовой борозды).

Сознательные центростремительные пути Reil'евой ленты, напротивъ, заложены въ дорзальномъ этажѣ, рефлекторномъ.

Вдоль всего средняго мозга отъ Reil'евой ленты то отдѣляются пучки (коллатеральные?), то входятъ въ нее; Reil'ева лента представляетъ сѣтчатое строеніе.

Благодаря этому устройству, коллатеральнымъ вѣтвямъ волоконъ не приходится проходить длиннаго пути, чтобы достигъ разнообразныхъ рефлекторныхъ центровъ, расположенныхъ вдоль средняго мозга въ дорзальномъ этажѣ.

По длинѣ средняго мозга чувствующие пути прерываются одинъ или нѣсколько разъ въ клѣткахъ (въ лучѣ Burdach'a, въ четверохолміи и пр.).

Они слагаются изъ нѣсколькихъ нейроновъ, тогда какъ волевые пути представляютъ волокна, которыя тянутся отъ мозговой коры до спинного мозга.

Именно эти перерывы такъ долго мѣшали прослѣдить ходъ чувствующихъ путей, такъ какъ эти послѣдніе защищены отъ перерожденія вставкой нервныхъ клѣтокъ.

Нѣтъ надобности прибавлять, что ничто не доказываетъ, чтобы пирамидальные пути были единственными волевыми путями и волокна Reil'ева пучка единственными чувствующими волокнами, идущими къ большому мозгу.

Рефлекторные и автоматическіе центры въ продолговатомъ и среднемъ мозгу.

Прежде всего въ продолговатомъ и среднемъ мозгу, въ ядрахъ ихъ, дающихъ происхожденіе двигательнымъ черепнымъ нервамъ, заложены *элементарные рефлекторные центры низшаго порядка*.

Большое значеніе слѣдуетъ приписать *рефлекторнымъ центрамъ высшаго порядка*, управляющимъ сложными рефлекторными движеніями и имѣющимъ въ своей зависимости элементарные рефлекторные центры. Находясь въ значительномъ числѣ, они управляютъ наиболѣе важными функціями животной жизни.

Мы знаемъ уже, что у высшихъ млекопитающихъ рефлексы въ конечностяхъ (органахъ животной жизни), если они мало-мальски сложны и координированы, предполагаютъ участіе продолговатаго или средняго мозга, т. е. высшій рефлекторный центръ для такихъ движеній находится въ названной области. Съ другой стороны, почти всѣ главные центры, управляющіе важными рефлекторными движеніями внутреннихъ органовъ (органовъ растительной жизни), находятся въ тѣхъ же частяхъ центральной нервной системы. Многіе изъ этихъ рефлекторныхъ центровъ дѣйствуютъ безо всякихъ стимуловъ со стороны периферіи. Ихъ называютъ *автоматическими центрами*, или скорѣе рефлекторно-автоматическими, такъ какъ всѣ они могутъ быть возбуждаемы и со стороны центростремительныхъ нервовъ. Эти автоматическіе центры могутъ дѣйствовать непрерывно, *тонически*, или съ перерывами, обыкновенно правильными, т. е. *ритмически*. Мы рассмотримъ какъ *тониче-*

скій, такъ и *ритмическій автоматизмъ* по поводу отдѣльныхъ частныхъ случаевъ.

Не надо представлять себѣ рефлекторные центры въ видѣ анатомическихъ и хорошо разграниченныхъ единицъ. Одни только простые рефлекторные центры болѣе или менѣе подходятъ подъ эту форму; что же касается центровъ болѣе сложныхъ, ихъ дѣятельность опредѣляется совмѣстнымъ дѣйствіемъ нервныхъ элементовъ различныхъ мѣстъ организма. Ни физиологически, ни анатомически ихъ нельзя точно разграничить. Все, что мы знаемъ, это только то, что данная центральная дѣятельность совершается въ такихъ то областяхъ центральной нервной системы и, вѣроятно, въ дорзальномъ этажѣ среднего мозга.

I. Рефлекторные (и автоматическіе) центры для внутреннихъ органовъ. — 1) *Дыхательный центръ.* Онъ—рефлекторный, автоматическій и ритмическій (см. стр. 219 и слѣд.). Послѣ перерѣзки на уровнѣ шеи обоихъ блуждающихъ нервовъ, всѣ центростремительныя волокна, идущія къ центру изъ легкихъ, бронховъ и гортани, оказываются перерѣзанными, и тѣмъ не менѣе дыхательныя движенія еще продолжаютъ совершаться съ ритмомъ слегка измѣненнымъ, но правильнымъ; кромѣ того, перерѣзкѣ подвергалась болѣшая часть остальныхъ центростремительныхъ нервовъ, и тѣмъ не менѣе ритмическая иннервація дыхательныхъ мышцъ не прекращалась. Уже Legallois призналъ, что дѣйствующій такимъ образомъ дыхательный центръ долженъ находиться въ продолговатомъ мозгу. Онъ нашелъ, что дыхательныя движенія еще продолжаютъ совершаться въ туловищѣ послѣ того, какъ продолговатый мозгъ отдѣленъ отъ частей, лежащихъ впереди его, и что при отдѣленіи продолговатаго мозга отъ спинного сохраняются дыхательныя движенія лица.

Flourens, разыскивая дыхательный центръ (вслѣдъ за Galien'омъ и Legallois), открылъ, что двустороннее поврежденіе вполне опредѣленной части четвертаго желудочка (сѣтчатого вещества дорзального этажа) по содѣйствію съ ядромъ, изъ котораго происходитъ блуждающій нервъ, у средней линіи, нѣсколько выше ядра, дающаго происхожденіе для n. glossopharyngeus, поражаетъ сразу теплокровное животное, моментально прекращая всякія дыхательныя движенія и вызывая быструю асфиксію (жизненный узелъ Flourens'a).

Дыхательный центръ въ продолговатомъ мозгу есть центръ автоматическій. Онъ иннервируетъ дыхательныя движенія, хотя бы онъ не получалъ импульсовъ изъ другихъ частей нервной системы. Въ дѣйствительности же, онъ находится подъ безпрестаннымъ вліяніемъ всякаго рода нервныхъ возбужденій, которыя до него доходятъ. Такимъ образомъ вліяютъ и психическіе центры. Мы можемъ по желанію задерживать или ускорять дыханіе, но только въ извѣстныхъ предѣлахъ. Сверхъ того, онъ есть центръ рефлекторный. Возбужденія блуждающаго нерва, тройничнаго, зрительнаго, слухового и чувствительныхъ нервовъ кожи постоянно отражаются при посредствѣ его на дыхательныхъ мышцахъ и регулируютъ его иннервацію, которая могла бы опредѣляться и имъ однимъ. За болѣе подробными деталями относительно этихъ дыхательныхъ рефлексовъ мы отсылаемъ къ стр. 219 и слѣд.

По поводу дыхательнаго центра намъ въ первый разъ представляется вопросъ объ *автоматизмѣ* нервныхъ центровъ. Этотъ центръ еще иннервируетъ правильно дыхательныя мышцы безъ посредничества центростремительныхъ нервовъ, послѣ

того, какъ перерѣзаны блуждающій и почти всѣ центростремительные нервы, — именно послѣ двойной перерѣзки мозга, изъ которыхъ одна произведена надъ дыхательнымъ центромъ, другая ниже выхода центробѣжныхъ дыхательныхъ нервовъ. И не получая вѣдшихъ раздражающихъ вліяній, онъ посылаетъ къ периферіи двигательныя иннерваціи (см. однако на стр. 222 возраженія, сдѣланныя M a r s c k w a l d'омъ и Ш и п и л о в о й).

Если вникнуть въ суть дѣла, этотъ «автоматизмъ» удивительно близокъ съ рефлексамъ въ собственномъ смыслѣ. Ускоряя искусственно легочную вентиляцію, мы удалимъ изъ крови почти всю углекислоту и насытимъ ее кислородомъ. Кровь, возвращающаяся черезъ вены, будетъ еще красной, артеріальной. Въ такихъ случаяхъ дыхательный центръ перестаетъ дѣйствовать, онъ приходитъ въ *апноэ* (стр. 225). Слѣдовательно, дѣятельность дыхательнаго центра вызываютъ сравнительное отсутствіе кислорода и присутствіе извѣстнаго количества углекислоты въ немъ и въ его межкѣлочныхъ пространствахъ. Вообще, центры возбуждаются только импульсами, приносимыми нервнымъ волокномъ, въ данномъ же случаѣ возбужденіе производится опредѣленнымъ химическимъ составомъ питательныхъ жидкостей, омывающихъ нервныя кѣтки. Ясно, что съ точки зрѣнія кѣлочной жизни эти тканевыя жидкости представляютъ нѣчто вѣднее по отношенію къ нервной кѣлкѣ, въ такой же мѣрѣ, какъ и функціональное состояніе нервнаго волокна, дѣйствующаго на нее путемъ контакта. Къ тому же, существуетъ множество примѣровъ въ этомъ родѣ. Всѣ рефлекторные центры продолговатаго и средняго мозга, и даже центры спинного мозга, могутъ возбуждаться, когда кровь внезапно становится венозной, или же, когда внезапно останавливается кровообращеніе (общія судороги при этихъ условіяхъ; см. стр. 224). Это имѣетъ мѣсто въ особенности на сосудодвигательныхъ центрахъ. Отдѣлительные центры для пота, заложенные въ спинномъ и продолговатомъ мозгу, приходятъ въ дѣятельность, когда повышается температура крови. Мы знаемъ, что возбудимость нервовъ повышается, когда нарушается внезапно ихъ нормальное питаніе и что только позднѣе возбудимость снова уменьшается и исчезаетъ. Указанное свойство, повидимому, присуще всей нервной системѣ. Мы знаемъ, что «повышенная возбудимость» есть синонимъ «слабago возбужденія», но непрерывнаго.

Что же касается вопроса, почему дыхательный центръ посылаетъ центробѣжные импульсы не иначе, какъ ритмически, то отвѣтить на него можно только очень смутными гипотезами, что здѣсь излишне. Періодичность дѣятельности, ритмъ, оказываются свойственными большому числу нервныхъ (нервные центры) и мышечныхъ органовъ (верхушка сердца, мочеточникъ и проч.).

Поперечная перерѣзка бокового столба спинного мозга на шеѣ уничтожаетъ дыхательныя движенія одной этой стороны (Schiff). Послѣ раздѣленія продолговатаго мозга по средней линіи дыхательныя движенія продолжаютъ совершаться въ обѣихъ половинахъ синхронично. Синхронизмъ исчезаетъ, если перерѣзать блуждающій нервъ (прекращается центростремительное вліяніе, которое оказываеь блуждающій нервъ на дыхательный центръ). Итакъ, въ указанныхъ мѣстахъ предполагаютъ двойной дыхательный центръ, обѣ половины котораго соединены въ функціональномъ отношеніи. Если разрѣзать продолговатый мозгъ въ сагиттальномъ направленіи по средней линіи, возбужденіе одного тройничнаго нерва въ носу продолжаетъ дѣйствовать (въ смыслѣ остановки) на обѣ стороны дыхательнаго аппарата.

Christiani на двѣ третьяго желудочка открылъ вдыхательный центръ, при посредствѣ котораго возбужденія зрительнаго и слухового нервовъ от-

ражаются на дыхательных мышцахъ. Послѣ экстирпации этого центра (прекращеніе вдыхательныхъ рефлексовъ съ зрительнаго и слухового нервовъ) можно демонстрировать существованіе выдыхательнаго центра въ переднихъ буграхъ четверохолмія. Наконецъ, задніе бугры четверохолмія заключаютъ участокъ, играющій роль вдыхательнаго центра (Martin и Booker). Всѣ эти факты поколебали болѣе или менѣе мнѣніе, будто въ продолговатомъ мозгу имѣется единственный дыхательный центръ. Léon Fredericq сверхъ того показалъ, что отравленіе хлоралемъ уничтожаетъ вдыхательные рефлексъ и оставляетъ одни выдыхательные. Кажется, поэтому, что во всякомъ случаѣ надо признать существованіе выдыхательнаго центра (или нѣсколькихъ), отличнаго отъ вдыхательнаго (одного или нѣсколькихъ); хлораль парализуетъ только послѣдній ¹⁾. Сбѣненіе, практиковавшееся Floarens'омъ, разрушаетъ перекрестъ, черезъ который проходятъ волокна, идущія изъ различныхъ частей нервной системы и принимающія участіе въ иннервации дыхательныхъ движеній.

Доказано (P. Rokitsky, Schroff, Langendorff, Wertheimer), что, послѣ перерѣзки шейнаго мозга подъ продолговатымъ, на животномъ еще возникаютъ нѣкоторыя ритмическія дыхательныя движенія то самопроизвольно, то рефлекторно при раздраженіи кожи. Это наблюдается преимущественно на недавно родившихся животныхъ, отравленныхъ стрихниномъ. Итакъ, центръ (или центры) въ продолговатомъ мозгу принадлежатъ къ центрамъ высшаго порядка; онъ управляетъ элементарными центрами расположенными въ спинномъ мозгу и состоящими изъ ядеръ, дающихъ происхожденіе дыхательнымъ центробѣжнымъ нервамъ. Нормально, эти элементарные центры дѣйствуютъ только подъ вліяніемъ возбужденій, идущихъ изъ центра продолговатаго мозга. — Это служитъ новымъ доказательствомъ того, что сказано выше, именно, что спинномозговые центры, будучи изолированы развиваютъ ту дѣятельность, къ которой они привыкли въ обычныхъ условіяхъ.

2) *Сосудодѣятельный центръ*. См. первую часть, стр. 170 и слѣдующія. Центръ высшаго порядка (одинъ сосудосуживающій и одинъ сосудорасширяющій), расположенный въ среднемъ мозгу позади четверохолмія (Овсяниковъ), управляетъ дѣятельностью центровъ низшаго порядка, расположенныхъ въ спинномъ мозгу. Самъ онъ находится подъ вліяніемъ большого мозга. Сосудосуживающій центръ есть центръ тоническій, т. е. онъ непрерывно иннервируетъ сосудосуживающіе нервы. Эта *тоническая дѣятельность* отчасти *рефлекторнаго характера*, отчасти *автоматическаго* въ такой же мѣрѣ, какъ дѣятельность дыхательнаго центра; венозность и отсутствіе крови возбуждаютъ его въ сильной степени.

3) *Сердечный центръ* продолговатаго мозга (см. стр. 167). Сердце содержитъ автоматическій центръ въ самомъ себѣ. Тотъ, который расположенъ въ продолговатомъ мозгу (ядра, дающія происхожденіе блуждающему и при-

¹⁾ Однако опытъ съ хлораль-гидратомъ (стр. 229) можетъ быть толкуемъ такъ, что этотъ ядъ понижаетъ вообще возбудимость дыхательныхъ центровъ, по чему всякія раздраженія блуждающаго нерва легко вызываютъ *остановку* дѣятельности дыхательнаго аппарата.

бавочному нервамъ), повидимому, дѣйствуетъ обыкновенно на сердце только путемъ рефлекса ¹⁾).

4) *Диабетическій уколъ* (см. стр. 330) не надо понимать въ смыслѣ центра для образованія въ печени сахара. Своимъ дѣйствіемъ уколъ, вѣроятно, объясняетъ разрушенію сосудосуживающаго центра печени или, скорѣе, раздраженію сосудорасширяющаго центра, такъ какъ дѣйствіе укола исчезаетъ черезъ нѣсколько часовъ ²⁾).

5) Въ продолговатомъ мозгу существуетъ, повидимому, *центръ высшаго порядка для отдѣленія пота*. Въ зависимости отъ него находятся потовые центры низшаго порядка, расположенные въ спинномъ мозгу (потоотдѣленіе туловища и конечностей) и въ среднемъ мозгу (потѣніе головы). Онъ непосредственно приводится въ дѣйствіе никотиномъ, камфарой, уксуснокислымъ аммоніемъ, повышеніемъ температуры крови и пр. Его возбуждаетъ также мускаринъ, но послѣдній дѣйствуетъ болѣе сильно на периферическіе отдѣлительные аппараты.—Въ продолговатомъ мозгу существуютъ аналогичные *центры для отдѣленія слюны и слезъ*.

6) *Мигательный центръ*. Возбужденіе центростремительныхъ волоконъ тройничнаго нерва, оканчивающихся въ роговой оболочкѣ, въ соединительной оболочкѣ и кожѣ въ сосѣдствѣ глаза, отражается чрезъ продолговатый мозгъ на лицевой нервъ. Это служитъ примѣромъ элементарнаго рефлекса, центръ котораго находится въ среднемъ мозгу. Сильное возбужденіе зрительнаго нерва также производитъ это дѣйствіе. Рефлекторное миганіе всегда двусторонне. Дѣйствіемъ воли можно производить это движеніе и на одной сторонѣ.

7) Продолговатый и средній мозгъ заключаютъ *центры для чтанія, кашля, сосанія, жеванія, рвоты и глотанія*.

Элементарные центры для сокращенія каждой глоточной мышцы расположены въ ядрахъ, дающихъ происхожденіе блуждающему (включительно съ прибавочнымъ) и симпатическому нервамъ. Такъ какъ чувствительные нервы этихъ мышцъ обособлены (въ видѣ исключенія) отъ ихъ двигательныхъ нервовъ, то Chauveau могъ продемонстрировать здѣсь примѣръ абсолютно элементарнаго рефлекса: слабое возбужденіе одного изъ этихъ чувствительныхъ нервовъ вызываетъ сперва сокращеніе только одной соотвѣтственной мышцы; если раздраженіе усилить, видно, какъ всту-

¹⁾ Какъ было указано выше, у большинства животныхъ дѣйствіе этого центра тоже тоническое.

Онъ возбуждается и автоматическимъ путемъ (стр. 168). Въ самое послѣднее время Ціонъ (1898) находитъ, что центръ этотъ дѣйствуетъ только рефлекторнымъ путемъ и что стимулы для него исходятъ изъ hypophysis. Большее или меньшее давленіе въ этой железнѣ опредѣляетъ большее или меньшее вліяніе блуждающихъ нервовъ на сердце. Даже при томъ высокомъ давленіи въ сосудахъ, которое наступаетъ послѣ закрытія брюшной аорты, не происходитъ замедленія сердцебиеній, если предварительно сдѣлана экстирпація hypophysis.

По опытамъ того же автора эта железа поставляетъ и *прямо въ кровь* какое-то содержащее фосфоръ вещество, которое дѣйствуетъ такимъ же образомъ на сердце и общее кровяное давленіе, какъ и механическій моментъ наполненія железы кровью.

Н. В.

²⁾ Ср. однако примѣч. на стр. 331.

Н. В.

пають въ дѣйствіе другія мышцы глотки и даже конечностей. Глотаніе во всей своей совокупности предполагаетъ существованіе центра высшаго порядка, лежащаго около того же самого уровня, но объединяющаго именно ядра блуждающихъ нервовъ. Нормальное глотаніе двусторонне. Элементарный рефлексъ можетъ ограничиваться одной стороной.

Глотаніе произвольно только въ своей первой фазѣ, протекающей во рту (Donders). Сокращеніе глотки и пищевода есть рефлекторный актъ, наступающій вслѣдъ за первой фазой только въ томъ случаѣ, если эта первая фаза сопровождается введеніемъ въ глоточный зѣвъ какого нибудь тѣла, пищевого кома или жидкости вродѣ слюны. Первую фазу мы можемъ выполнять по желанію и безъ пищи какъ угодно часто, но послѣ 3—5 послѣдовательныхъ глотаній безъ пищи не оказывается во рту болѣе достаточнаго количества слюны, чтобы раздражать слизистую оболочку глоточнаго зѣва; въ такомъ случаѣ вторая фаза глотательнаго акта не слѣдуетъ болѣе за первой. Точно также подавляютъ этотъ второй, рефлекторный актъ глотанія, дѣлають его невозможнымъ, парализуя кокаиномъ чувствительность глотки.

Ушные врачи заставляютъ пациента проглатывать небольшое количество воды каждый разъ, когда они желаютъ открыть начало Евстахіевой трубы при помощи глотанія. Перистальтическое движеніе, распространяющееся по пищеводу до желудка, передается стѣнкой пищевода не вслѣдствіе непрерывности. Такъ, если раздѣлить эту трубку на живомъ животномъ на нѣсколько поперечныхъ частей, онѣ правильно сокращаются сверху внизъ въ своей нормальной послѣдовательности. Такимъ образомъ центростремительный импульсъ, вѣроятно, исходитъ изъ зѣва глотки (nn. glossopharyngeus и vagus) и приводитъ въ дѣйствіе глотательный центръ въ продолговатомъ мозгу. Этотъ послѣдній иннервируетъ послѣдовательно и въ опредѣленномъ порядкѣ различныя мышечныя волокна пищевода. Нервный механизмъ глотанія въ послѣднее время хорошо изучили Кронеске и его ученики Falk и Meltzer (см. также стр. 309—311).

II. Центры рефлексовъ на мышцы животной жизни. —

Средній мозгъ, понимаемый въ тѣхъ размѣрахъ, которые мы ему придали (Вароліевъ мостъ, мозговые ножки, четверохолміе, зрительные бугры, мозжечекъ) управляетъ весьма важными рефлекторными движеніями въ области мышцъ животной жизни. Нѣкоторые изъ этихъ рефлексовъ очень просты, элементарны. Ихъ центры образованы очень ограниченными частями сѣраго вещества, напр. ядромъ глазодвигательнаго нерва, ядромъ личного нерва и пр. Другія же рефлекторныя движенія требуютъ гармоничнаго содѣйствія большинства частей средняго мозга. По отношенію къ этимъ рефлекторнымъ актамъ понятіе о центрѣ становится настолько обширнымъ, что почти расплывается. Эти движенія, часто весьма сложныя, происходятъ еще послѣ удаленія большихъ полушарій (органа сознанія), т. е. какъ и слѣдуетъ настоящимъ рефлексамъ. Одни изъ этихъ движеній исключительно рефлекторны, другія же могутъ совершаться и подъ вліяніемъ воли, или же воля можетъ ихъ видоизмѣнять, умѣрять или даже останавливать. Въ ихъ цѣломъ они направлены на сохраненіе равновѣсія тѣла при стояніи, ходьбѣ и пр. и на координированіе всѣхъ, такъ называемыхъ, волевыхъ движеній конечностей и пр.

1) **Глазные рефлексы.** а) *Дѣйствіе зрачка на свѣтъ* есть исключительно рефлексъ и притомъ элементарный (см. далѣе, четверохолміе).

б) *Миганіе.* Возбужденіе центростремительныхъ волоконъ тройничнаго

нерва, оканчивающихся въ роговицѣ, конъюнктивѣ и кожѣ въ окружности глаза, отражается на лицевой нервѣ. Это второй примѣръ элементарнаго рефлекса, центръ котораго (ядро личнаго нерва) находится въ среднемъ мозгу. Рефлексъ всегда двусторонній. Воля можетъ вызывать это движеніе и на одной сторонѣ.

с) *Движеніе глаза.* См. далѣе, четверохолміе.

2) Координація движеній конечностей и всего туловища.—Животное, лишенное однихъ только полушарій (органа сознанія), держится на ногахъ въ состояніи равновѣсія. Положенное на спину оно быстро встаетъ. Если его раздражать, оно ходитъ, летаетъ и пр. Но при ближайшемъ наблюденіи замѣтно, что эти движенія совершаются не въ тѣхъ самыхъ условіяхъ и не такимъ же образомъ, какъ у животнаго нормальнаго.

Движенія не совершаются въ тѣхъ же самыхъ условіяхъ. Обыкновенно, животное безъ полушарій приходитъ въ движеніе только въ томъ случаѣ, если оно получаетъ стимулы съ периферіи: возбужденіе чувствующаго периферическаго нерва, щипанье, при подсыханіи какой-либо части тѣла, при усталости отъ однообразнаго стоянія и пр., или же если его побуждаетъ естественная потребность, голодъ, жажда (возбужденіе нервовъ внутренностей). Оно не приходитъ въ движеніе въ тѣхъ условіяхъ, въ которыхъ нормально животное побуждается дѣятельностью полушарій. Такимъ образомъ въ немъ не вызываетъ движеній видъ или, скорѣе, узнаваніе своего хозяина, животныхъ своего вида, своей посуды для фды, знакомаго кнута и пр.,—всѣ условія, предполагающія психическую дѣятельность, распознаваніе или память. Такое животное представляетъ очень сложную рефлекторную машину, дѣйствующую только подъ вліяніемъ различныхъ периферическихъ стимуловъ. Волевые, церебральные стимулы для такихъ движеній и дѣйствій у него уничтожены вмѣстѣ съ полушаріями большого мозга.

Они не производятъ болше этихъ движеній тѣмъ же способомъ. Тонкое распредѣленіе движеній въ видахъ достиженія цѣли среди безконечно разнообразныхъ внѣшнихъ условій, въ значительной степени отсутствуетъ поскольку выполненіе этихъ движеній предполагаетъ сознательное внимательство ощущеній. Другія центростремительныя вліянія управляютъ этими движеніями, помимо внимательства сознанія. Сюда принадлежатъ впечатлѣнія со стороны регуляторовъ равновѣсія, доставляемые преддверьемъ уха. Ихъ участіе въ нервныхъ актахъ остается, въ общемъ, нетронутымъ: положенное на спину животное встаетъ, держится въ состояніи равновѣсія. Возбужденія съ чувствительныхъ нервовъ членовъ, по крайней мѣрѣ отчасти, находятся въ такомъ же положеніи. Напротивъ, координація этихъ движеній, поскольку она зависитъ отъ осозательныхъ ощущеній (и вообще отъ ощущеній сознательныхъ), повидимому отсутствуетъ въ значительной степени. Побуждаемое голодомъ, оперированное животное движется, какъ бы ищетъ, выставляетъ ротъ впередъ, къ землѣ, но не можетъ схватить надлежащимъ образомъ пищу и справиться съ нею во рту. Кусокъ, вложенный въ горло, проглатывается, такъ какъ чисто рефлекторное глотаніе сохраняется.

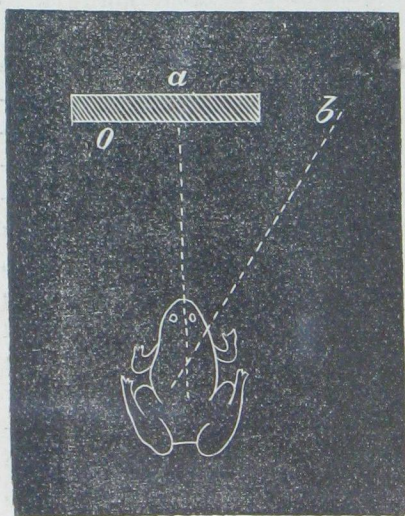
Оперированное животное не различаетъ, повидимому, вкусовыхъ ощущеній (вкусовые впечатлѣнія отражаются на волевыхъ движеніяхъ, только пройдя черезъ полушарія). Оно избѣгаетъ препятствій, но неловко (потеря осозательной памяти), и т. д., и т. д.

Движенія, получающіяся отъ выучки („фокусы“, „штуки“ и др.), исчезаютъ совершенно вмѣстѣ съ полушаріями. Собака, привыкшая давать лапу

и т. п., не дѣласть этого болѣе. У человѣка, всѣ движенія, получившіяся отъ воспитанія, исчезаютъ вслѣдствіе поврежденій полушарій.

Возбужденіе нервовъ, принадлежащихъ органамъ высшихъ чувствъ, какъ зрѣніе, слухъ и т. д., болѣею частью проходятъ чрезъ психическіе центры. Ихъ участіе въ волевыхъ движеніяхъ утрачивается почти совершенно вмѣстѣ съ большими полушаріями. Однако въ этомъ отношеніи существуютъ значительныя различія, если спускаться внизъ по лѣстницѣ позвоночныхъ. Млекопитающее послѣ экстирпаціи полушарій, повидимому, болѣе не «видитъ», тогда какъ рефлексъ на зрачекъ подъ вліяніемъ возбужденія сѣтчатки сохраняется. Лишенный полушарій голубь, наоборотъ, избѣгаетъ при помощи зрѣнія препятствій во время полета. Онъ реагируетъ, когда производятъ очень сильный шумъ. Лишенная полушарій лягушка избѣгаетъ препятствій при прыганіи. Болѣе чѣмъ сомнительно, чтобы эти животныя послѣ удаленія полушарій получали еще зрительныя ощущенія. Мы должны себѣ представить, что возбужденія зрительнаго нерва управляютъ движеніями ихъ тѣла по типу рефлексовъ, не проходя черезъ мозговую кору; приблизительно, какъ у насъ чувство равновѣсія управляетъ тѣми же самыми движеніями.

Полушарія суть органы, развившіеся повидимому позже всего въ филогенетической эволюціи. Они представляютъ результатъ наибольшей спеціализаціи въ центральныхъ функціяхъ. Сознаніе, первоначально неясное и, болѣе или менѣе, разсѣянное по всей центральной нервной системѣ, все болѣе и болѣе локализовалось въ нихъ. Нервные отправления, совершающіяся преимущественно во внутренней средѣ нашего тѣла, въ условіяхъ простыхъ и мало измѣнчивыхъ, защищенные отъ внѣшнихъ вліяній, напр. сокращенія сердца, измѣненія въ сосудахъ и вообще во внутренностяхъ, остаются болѣе или менѣе внѣ вліянія органа сознанія. Тогда какъ движенія, производимыя мышцами животной жизни, выполненіе



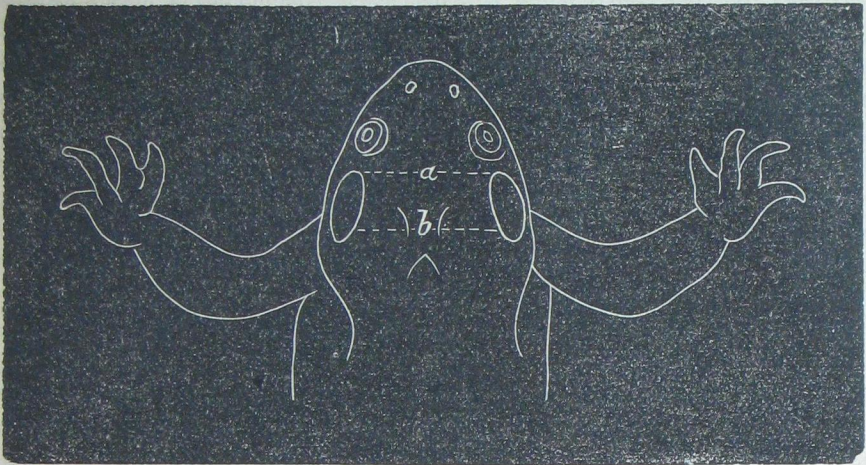
Фиг. 208.

которыхъ предполагаетъ непрерывное вмѣшательство многочисленныхъ импульсовъ, идущихъ съ периферіи, болѣе или менѣе подчинены вліянію органа сознанія, органа въ филогенетическомъ отношеніи новаго. Послѣ удаленія полушарій эти движенія продолжаютъ выполняться посредствомъ первичныхъ двигательныхъ центровъ, но болѣе точная ихъ координація (тѣмъ болѣе сложная, чѣмъ выше животное) отчасти есть дѣло большихъ полушарій, центра, въ которомъ собираются сознательныя впечатлѣнія. Сознаніе, развиваясь, спеціализируясь, въ то же время сдѣлалось исключительнымъ достояніемъ этого центрального органа, филогенетически явившагося позже всѣхъ. Внизу лѣстницы нѣкоторые движенія болѣе исключительно, чѣмъ у высшихъ позвоночныхъ, выпадаютъ на долю среднемозговыхъ

центровъ. Чѣмъ ниже спускаться по лѣстницѣ, тѣмъ менѣе явственными становятся послѣдствія удаленія обоихъ мозговыхъ полушарій.

Лягушка безъ полушарій до обманчивости походитъ при покоѣ на здоровое животное. Но она не хватаетъ больше добычи и умерла бы съ голоду, еслибы ей не клали пищу въ глотку. Ее можно такимъ образомъ сохранить живой въ теченіи одного и даже двухъ дѣтъ. Она остается на мѣстѣ, если ее не раздражать; въ послѣднемъ

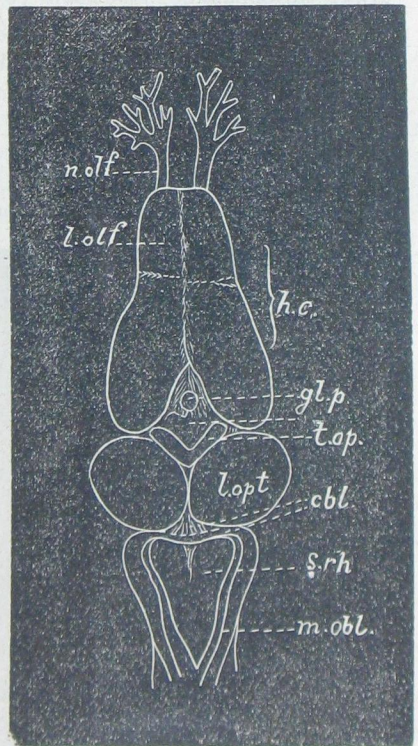
случаѣ она прыгаетъ, затѣмъ снова успокаивается. Будучи положена на столъ, она уходитъ, иногда спустя только нѣкоторое время; высыханіе кожи, вѣроятно, служить въ



Фиг. 209.

этомъ случаѣ внѣшнимъ возбудителемъ. Положенная на спину она быстро переворачивается. Въ водѣ она правильно плаваетъ до тѣхъ поръ, пока не наткнется на какое-либо препятствіе, за которое она уцѣпляется, послѣ чего и остается въ покоѣ. При раздраженіи лягушка, обыкновенно, скачетъ прямо впередъ. Но, если передъ ней поставить препятствіе *a*, фиг. 208, то она обыкновенно избѣгаетъ его, обходя справа или слѣва, напр. въ направленіи *b* (Goltz).

Наблюденіе надъ лягушками, у которыхъ удаляли все болѣе и болѣе значительныя части головного мозга въ направленіи къ продолговатому, позволяетъ въ большей или меньшей степени опредѣлить относительное значеніе разныхъ его частей, какъ нервныхъ центровъ. Полученные такимъ образомъ результаты, во всякомъ случаѣ, не могутъ быть перенесены безусловно на высшихъ млекопитающихъ. Что же касается оперативныхъ способовъ, можно вскрывать черепъ и удалять извѣстныя части; можно также довольствоваться проведеніемъ поперечныхъ разрѣзовъ черезъ покровы и кости. Разрѣзъ *a*, на уровнѣ переднихъ краевъ обѣихъ барабанныхъ перепонокъ (фиг. 209), отдѣляетъ большія полушарія (фиг. 210, *h.c.*). Нѣсколько болѣе кзади (*b* фиг. 209) онъ, кромѣ того, отдѣляетъ зрительныя доли (*l. opt.* фиг. 210)¹⁾ и рудиментарныя зрительныя бугры. Еще



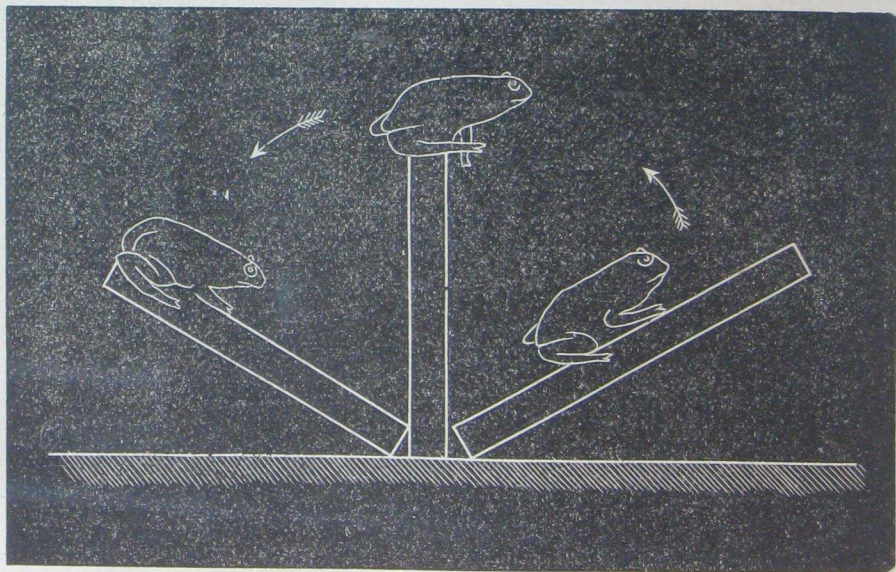
Фиг. 210.—Центральная нервная система лягушки. *n. olf.* обонятельный нервъ; *l. olf.* обонятельная доля; *h. c.* большія полушарія; *gl. p.* glandula pinealis; *t. ap.* зрительныя бугры; *l. opt.* зрительныя доли (четверохолміе); *cbl.* мозжечокъ; *s. rh.* sinus rhomboidalis (4 желудочекъ); *m. obl.* продолговатый мозгъ.

¹⁾ Зрительныя доли (*lobi optici*) лягушки соотвѣтствуютъ четверохолмію высшихъ животныхъ.

болѣе кзади, на уровнѣ поперечной линіи, соединяющей задніе края обѣихъ барабанныхъ перепонокъ, поперечный разрѣзъ отдѣляетъ продолговатый мозгъ отъ спинного. Послѣ отдѣленія полушарій всѣ рефлексы совершаются легко: въ періодъ метанія икры самецъ упорно обнимаетъ самку. Онъ квакаетъ каждый разъ, какъ ему поглаживаютъ кожу на спинѣ. Лягушка производитъ даже такіа координированныя движенія, которыя она, повидимому, не совершала бы въ нормальномъ состояніи. Если положить ее на руку и слегка поворачивать послѣднюю, она переползаетъ съ извѣстной ловкостью съ одной стороны на другую. Если рука дѣлаетъ движеніе болѣе рѣзкое, лягушка прыгаетъ, какъ и неповрежденное животное. Опытъ дѣлается довольно интереснымъ, если вмѣсто руки поворачивать (по направленію стрѣлокъ, фиг. 211) доску, на которой сидитъ животное. Это послѣднее продѣлываетъ тогда акробатическія упражненія, представленныя по Goltz'у на фиг. 211.

Удалимъ еще кое-что, т. е. зрительныя доли. Лягушка все еще превосходно держится на лапкахъ, переворачивается, если положить ее на спину. При раздраженіи она уже не прыгаетъ, но ползетъ какъ жаба. Она при поворачиваніи руки не старается больше переходить съ одной стороны на другую, но тяжело падаетъ на землю. Если мы удалимъ еще мозжечекъ и продолговатый мозгъ, животное не переворачивается больше, когда его положить на спину, и не передвигается съ мѣста на мѣсто, когда его раздражаютъ. Но оно придаетъ всѣмъ своимъ конечностямъ подобранное положеніе [о которомъ была рѣчь выше, въ ученіи о спинномъ мозгѣ], которое мы знаемъ. Въ періодъ метанія икры туловище [самца] обнимаетъ самку или подставленный палецъ. Этотъ послѣдній рефлексъ происходитъ даже въ сегментѣ, состоящемъ изъ однихъ переднихъ конечностей съ соответственной частью спинного мозга ¹⁾.

Голубь или курица безъ полушарій съ сохраненіемъ средняго мозга, включая сюда зрительныя доли (четверохолміе), держатъ себя почти такъ



Фиг. 211.

же, какъ и лягушка въ тѣхъ же условіяхъ. Данную операцію эти животныя переносятъ замѣчательно хорошо. Голубь прямо стоитъ на ногахъ, дѣлаетъ нѣсколько

¹⁾ Этотъ такъ называемый «обнимательный рефлексъ» получается *послѣ* обезглавленія самца и во всякое другое время года, только въ болѣе слабой формѣ. Спаль-

шаговъ, затѣмъ останавливается безъ движенія, втянувъ прижатую голову къ туловищу или даже спрятавъ ее подъ крыло; перѣдко онъ чиститъ свои перья. Послѣ нѣсколькихъ часовъ покоя, онъ снова — иногда повидимому самопроизвольно или же вслѣдствіе происшедшаго шума, въ особенности же вслѣдствіе прикосновенія къ нему — начинаетъ ходить, часто какъ бы желая убѣжать. Подброшенный на воздухъ онъ летитъ вдаль, какъ нормальный голубь, *избѣгаетъ* при полетѣ *препятствій* и осторожно садится на выступающій край стола или скамьи. Но онъ никогда не сойдетъ со стула; при паденіи онъ немного хлопаетъ крыльями, затѣмъ падаетъ на землю. Онъ сидитъ на пальцѣ, какъ ручной соколъ, не боится больше собакъ и пр. Иногда онъ поклевывается, какъ бы желая ѣсть, но онъ могъ бы умереть съ голоду возлѣ своей пищи. Онъ глотаетъ все, что ему кладутъ въ ротъ, и такимъ образомъ можетъ быть сохраненъ живымъ втеченіи мѣсяцевъ и даже одного года. Если случайно удалены были также зрительныя доли, животное не сохраняетъ уже хорошо равновѣсія, не умѣетъ летать, самое большее хлопаетъ крыльями, если подбросить его на воздухъ; оно умираетъ втеченіе первыхъ дней послѣ операціи.

Удаленіе полушарій у взрослыхъ млекопитающихъ мало выполнимо. Большею частью они умираютъ тотчасъ, вѣроятно, вслѣдствіе сильныхъ кровотеченій. Тѣмъ не менѣе эта попытка удалась при выполненіи операціи въ нѣсколько пріемовъ, каждый разъ послѣ выздоровленія отъ предшествовавшей операціи. Животныя держатъ себя почти такъ же, какъ голубь безъ полушарій.

Пробовали также выяснитъ функціональное значеніе различныхъ частей средняго мозга въ дѣлѣ сохраненія равновѣсія и координаціи движеній, раздражая ихъ въ отдѣльности и экстирпируя съ такимъ расчетомъ, чтобы не затронуть другихъ частей мозга. Мы перечислимъ для каждаго изъ этихъ органовъ результаты, полученные по этимъ методамъ. Вообще, симптомы, наблюдаемые въ этихъ условіяхъ, сложны и трудны для толкованія. Они являются результатомъ паралитическихъ явленій (производимыхъ удаленіемъ извѣстныхъ частей) и раздраженій (травматическихъ), причемъ первыя болѣе или менѣе продолжительны, послѣднія преходящи. Тѣмъ не менѣе преходящій характеръ не всегда доказываетъ, что симптомъ происходитъ отъ раздраженія. Въ частности двигательный параличъ, происходящій отъ удаленія или перерѣзки извѣстной части, можетъ исчезнуть вслѣдствіе того, что другіе центральные отдѣлы могли черезъ нѣкоторое время болѣе или менѣе замѣстить функціи недостающаго центра.

Эту замѣщающую (викарирующую) дѣятельность мы найдемъ сильно развитой въ большихъ полушаріяхъ.

Наблюдаемые такимъ образомъ симптомы суть слѣдующіе:

1) *Двигательные параличи*. Они рѣдко бываютъ полными. Мышечное сокращеніе не происходитъ больше въ опредѣленной комбинаціи, такъ какъ центральный рефлекторный органъ или центростремительные проводники, его возбуждающіе, разрушены. Но та же самая мышца можетъ еще сокращаться въ другихъ комбинаціяхъ, подъ вліяніемъ другихъ рефлекторныхъ

ное обнаруженіе этого рефлекса въ періодѣ метанія покры даже на цѣломъ животномъ ставилось въ связь съ наполненіемъ vesiculae seminalis сперматозоидами: стоитъ вырѣзать или опорожнить пузырекъ отъ содержимаго, и рефлексъ тотчасъ прекращается (Т а р х а н о в ъ 1887). Позднѣйшія изслѣдованія совершенно расходятся съ этимъ заключеніемъ (Steinach 1894). См. послѣднюю, XV гл.

центровъ или благодаря волевому импульсу, идущему изъ мозговой коры. Эта особенность совершенно нераздѣльна съ понятіемъ о рефлекторныхъ центрахъ высшаго порядка, имѣющихъ въ своемъ подчиненіи центры элементарные, низшаго порядка.

2) *Анестезіи* или параличи чувствительности. Проводники чувствительности сильно разбросаны въ среднемъ мозгу; вслѣдствіе этого извѣстный родъ чувствованій можетъ не доставать, тогда какъ другія сохраняются. Такъ какъ анализъ ощущеній у животныхъ очень труденъ, понятна неясность, господствующая въ этомъ отношеніи. Сверхъ того, по всей вѣроятности, возбужденіе центростремительнаго волокна двоятся въ среднемъ мозгу: отчасти оно направляется по сознательному пути къ мозговой корѣ, частью уклоняется (по системѣ коллатеральныхъ волоконъ) по направленію къ рефлекторнымъ центрамъ; одинъ изъ этихъ эффектовъ раздраженія можетъ свестись къ нулю, тогда какъ другой остается.

Вотъ явленія, происходящія отъ паралича. Явленія же травматическаго раздраженія таковы:

3) *Боль*: крикъ животнаго, движенія.

4) *Контрактуры*, всегда преходящія. Онѣ происходятъ отъ возбужденія центростремительныхъ элементовъ, рѣдко центробѣжныхъ.

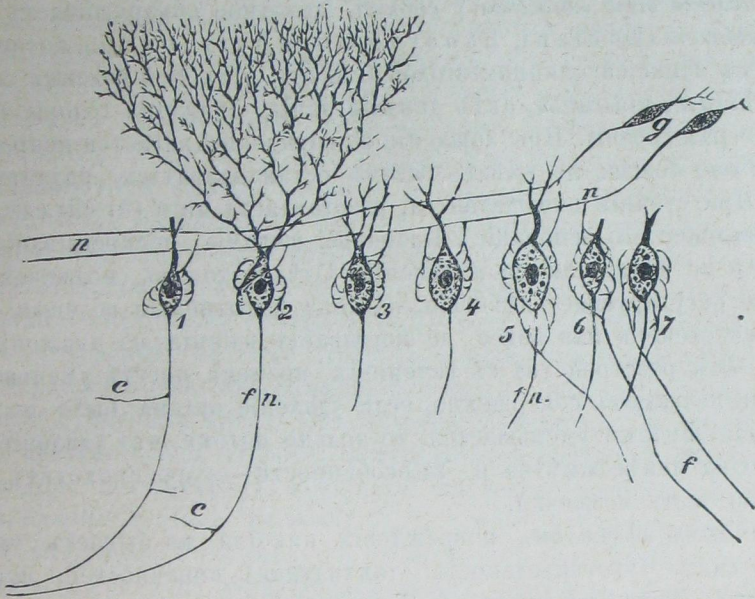
5) *Насильственные движенія*. Животное при желаніи двигать свое тѣло или конечности перемѣщается постоянно въ одну и ту же сторону на подобіе разстроившейся машины. Движенія, повидимому, происходятъ отъ травматическихъ раздраженій; они скоропроходящи и разнообразны.

Мозжечекъ. — *Анатомія.* — Въ общемъ мозжечекъ представляетъ обильную массу сѣраго вещества, въ которую направляются многочисленные центростремительныя (по отношенію къ нему) волокна, и изъ которой выходятъ многочисленные центробѣжныя. Система нервныхъ клѣтокъ здѣсь чрезвычайно развита какъ въ отношеніи ихъ количества, такъ и въ отношеніи ихъ сложности въ частности. Между прочимъ нервныя клѣтки его воспроизводятъ и тѣ два типа, которые мы различали уже въ спинномъ мозгу. Однѣ изъ нихъ имѣютъ очень длинный нервный отростокъ, выходящій изъ органа черезъ бѣлое вещество, берущее отъ него начало. Другія имѣютъ болѣе или менѣе короткіе нервные отростки, развѣтвляющіеся еще въ мозжечкѣ: ассоціаціонныя клѣтки, устанавливающія разнообразныя иннерваціонныя вліянія. Результатомъ этого является координація движеній всего тѣла и конечностей,—координація, составляющая главную функцію мозжечка. Такъ называемыя клѣтки Purkinje (фиг. 212, 1—7), расположенныя въ одномъ слое мозжечковой коры, постоянно обращаютъ на себя вниманіе своимъ объемомъ и обильнымъ вѣтвленіемъ своихъ протоплазматическихъ отростковъ. Онѣ имѣютъ по одному нервному отростку *f. n.*, выпускающему коллатеральныя вѣтви *c* еще въ мозжечковой корѣ.

Фиг. 212 показываетъ замѣчательное соединеніе этихъ клѣтокъ Purkinje съ нервными волокнами; *g* обозначаетъ двѣ клѣтки такъ называемаго молекулярнаго слоя мозжечка. Нервный отростокъ *n* такой клѣтки, весьма длинный, даетъ коллатеральныя вѣтви, концевыя развѣтвленія которыхъ окружаютъ клѣтки Purkinje на подобіе корзинки. Тѣ же самыя клѣтки Purkinje сочленяются, съ другой стороны, съ концевыми развѣтвленіями волоконъ (*f*), идущихъ изъ другого источника. Вотъ вполне ясный примѣръ того, что одна и та же нервная клѣтка можетъ возбуждаться со стороны различныхъ нервныхъ волоконъ.

Бѣлое вещество мозжечка, составленное изъ волоконъ, входящихъ или выходящихъ изъ него, образуетъ три мозжечковыхъ ножки. *Нижняя ножка* содержитъ

преимущественно центростремительныя волокна, идущія изъ спинного мозга, именно въ мозжечковомъ пучкѣ боковыхъ столбовъ, продолженіе задняго столба и, быть можетъ, продолженіе слухового нерва, какъ нерва чувства равновѣсія. *Сред-*



Фиг. 212. — Отношеніе кѣлокъ Purkinje къ нервнымъ волокнамъ. 1—7 кѣлки Purkinje, изъ которыхъ одна (2) нарисована съ подраздѣленіями своихъ вѣтвистыхъ отростковъ, достигающими поверхности мозжечковой коры; *f. n.* нервный отростокъ этой кѣлки; онъ посылаетъ коллатеральныя вѣтви (*c*) и направляется въ бѣлое вещество; *g*, двѣ кѣлки молекулярнаго слоя коры; каждая изъ нихъ посылаетъ осевоцилиндрическій отростокъ съ коллатеральными вѣтвями, концевыя древовидности которыхъ тѣсно окружаютъ кѣлки Purkinje; фибриллярная корзинка, окружающая кѣлочное тѣло, образована съ другой стороны концевыми развѣтвленіями нервныхъ волоконъ (*f*), идущихъ изъ другого источника.

нижая мозжечковая ножка разсматривалась какъ простая комиссура между обѣими мозжечковыми половинами. Однако можно считать за фактъ, что волокна ея переходятъ черезъ среднюю линію и проникаютъ очень глубоко въ пучки, проходящіе въ основаніи мозговыхъ ножекъ, именно въ пирамидальныя пучки, со вставкой тутъ нервныхъ кѣлокъ. Можно предполагать, что нервныя вліянія, участвующія въ координаціи волевыхъ движеній, выходятъ этимъ путемъ изъ мозжечка и вступаютъ въ связь съ пирамидальными, волевыми, путями. Что же касается *верхней мозжечковой ножки*, которая входитъ въ большое полушаріе противоположной стороны послѣ перекрещиванія подъ четверохолміемъ, она проводитъ, повидному, сознательныя нервныя возбужденія; но вопросъ еще, являются ли они въ отношеніи большихъ полушарій центростремительными или центробѣжными?

Въ мозжечкѣ волокна нижней мозжечковой ножки направляются преимущественно, къ рѣсничному тѣлу мозжечка, которое является также главнымъ исходнымъ пунктомъ и для верхней ножки. Волокна средней мозжечковой ножки исходятъ изъ различныхъ областей мозжечковой коры.

Мозжечекъ принимаетъ весьма сильное участіе въ сохраненіи равновѣсія тѣла и въ координаціи всѣхъ движеній, которыя называются волевыми. Таково заключеніе изъ всѣхъ опытовъ надъ мозжечкомъ, начиная съ первыхъ, произведенныхъ Flourens'омъ. Эта функція мозжечка настолько очевидна, что часто въ немъ желаютъ видѣть единственный *центръ координаціи волевыхъ движеній*. Но въ ней участвуютъ также другія части средняго мозга (зрительныя бугры, область четверохолмія и пр.). Опыты были произ-

ведены Floigen's'омъ надъ голубемъ (гдѣ они очень легки). Потомъ множествомъ авторовъ ¹⁾ опыты дѣлались на голубѣ и другихъ животныхъ и въ итогѣ всѣ приходятъ къ тѣмъ же самымъ экспериментальнымъ выводамъ.

По удаленіи всего мозжечка у собаки, животное обнаруживаетъ родъ *мозжечковой атаксіи* (Luciani, Laborde, Borgherini и пр.), которую можно сравнить съ атаксіей спинномозговой (см. стр. 518). Всѣ волевые движенія—ходьба, бѣганье, прыганье, актъ даванія лапы, движенія головы для хватанія пищи—разстроены. При хожденіи животное подвигается неправильными скачками; оно больше не умѣетъ разомъ останавливаться, падаетъ головой впередъ. При стояніи оно шатается, разставляетъ ноги (чтобы сдѣлать шире поддерживающее его основаніе). Плаванье, жеваніе, поскребываніе когтями совершенно не подвергаются измѣненію. Слѣдовательно, мозжечекъ оказываетъ свое регулирующее дѣйствіе на такъ называемыя волевые движенія, въ меньшей степени или вовсе не оказываетъ вліянія на движенія автоматическія.—Эти разстройства съ теченіемъ времени могутъ уменьшиться, но никогда не исчезаютъ совершенно, если удаленіе органа было полнымъ. И если атаксія замѣтно уменьшается, то только потому, что удаленіе было неполнымъ. Она менѣе замѣтна и—въ особенности—скоро проходитъ, если удалить только часть мозжечка.

Первичнымъ эффектомъ поврежденія никогда не бываетъ уменьшеніе мышечной силы. Чувствительность (тактильная) конечностей, повидимому, не нарушена. Тѣмъ не менѣе, если завязать оперированному животному глаза, то, не получая со стороны зрѣнія указаній о положеніи своихъ членовъ въ пространствѣ, оно послѣ нѣсколькихъ абсолютно безплодныхъ попытокъ ходить ложится и больше не удается подвинуть его къ хожденію. Можно членамъ придавать самыя ненормальныя положенія, и животное ихъ не поправитъ. Члены находятся въ состояніи расслабленности, въ чувствительно-двигательномъ параличѣ своего рода.

Нѣтъ ни насильственныхъ движеній, ни страбизма [косоглазіе и вслѣдствіе того двойственное зрѣніе], ни нистагма (непроизвольное дрожаніе глазъ), развѣ только въ видѣ эффектовъ травматическаго раздраженія и совершенно исчезающихъ.

Наоборотъ, насильственныя движенія всего тѣла, уклоненія глазъ и нистагмы (которыя также представляютъ насильственныя движенія) наблюдаются при одностороннихъ поврежденіяхъ мозжечка и въ тѣмъ большей степени, чѣмъ больше приближаются къ мозжечковымъ ножкамъ, въ особенности къ средней. Послѣ перерѣзки этой послѣдней (какъ и верхней) животное катается вокругъ своей передне-задней оси (къ сторонѣ, противоположной поврежденію). Движеніе происходитъ въ противоположномъ направленіи послѣ перерѣзки нижней ножки. Во время покоя животное ложится на сторону насильственнаго движенія; глаза остаются расходящимися. — Эти симптомы обыкновенно проходятъ; отчасти они происходятъ, повидимому, отъ раздраженія (преходящаго). Поскольку они являются послѣдствіемъ перерыва проводящихъ путей, эти послѣдніе могутъ быть восполнены другими импульсами въ чувствительной сферѣ.

Раздраженіе мозжечка точно также вызываетъ насильственныя движенія глазъ, головы и даже всего тѣла. Ferrier указываетъ, что, смотря по

¹⁾ Schiff, Longet, Vulpian, Lussana, Luciani, Borgherini, Albertoni, Ціонъ, Бехтеревъ и др.

тому, прикладываются ли раздражающіе электроды (индукціонный токъ) къ верхней или задней части червеобразной доли, происходитъ поднятіе или опусканіе глазъ. Раздраженіе боковыхъ долей вызываетъ сложныя движенія глазъ къ раздражаемой сторонѣ (не перекрещенный эффектъ). Глазныя движенія сопровождаются зрачковыми, главнымъ образомъ, суженіемъ.—Если пропускать, по примѣру Hitzig'a, электрическій токъ черезъ мозжечковую область у человѣка, происходитъ головокруженіе. Обыкновенно индивидуумъ падаетъ въ сторону положительнаго полюса. Ему кажется, что предметы и его тѣло наклоняются въ одну сторону и, стараясь выпрямиться, онъ падаетъ.—У человѣка наблюдалась одно- и двусторонняя атрофія мозжечка; движенія тѣла при этомъ были затруднены, происходили какъ у пьяныхъ.

Нижняя мозжечковая ножка приводитъ къ мозжечку множество центростремительныхъ импульсовъ (мозжечковый пучекъ боковыхъ столбовъ спинного мозга, продолженіе заднихъ столбовъ и, вѣроятно, вестибулярную вѣтвь слухового нерва, что особенно замѣтно у лошади). Возбужденія, приходящіе этими путями и берущія начало отъ чувства равновѣсія и, вѣроятно, отъ мышечнаго чувства всѣхъ членовъ, вступаютъ въ мозжечкѣ въ очень сложныя отношенія, результатомъ которыхъ является *поддержаніе равновѣсія тѣла и координація волевыхъ движеній*. Надо думать, что отъ совокупнаго дѣйствія этихъ возбужденій возникаютъ въ мозжечкѣ центробѣжныя импульсы, уходящіе черезъ среднюю мозжечковую ножку, чтобы въ области Варолиева моста вступить въ отношенія съ такъ называемыми собственно волевыми путями, какъ они представлены пирамидальными пучками. Эта координація движеній, вызываемыхъ органомъ воли, изъята отъ сознанія.

Центростремительные импульсы чувства равновѣсія безсознательны; возбужденія со стороны мышечнаго чувства являются таковыми въ сильной степени. Мы знаемъ, съ другой стороны, что ходьба напр. въ значительной степени происходитъ безъ вѣдома нашего сознанія. Регулированіе ходьбы посредствомъ сухожильныхъ рефлексовъ также безсознательно. Центральнымъ органомъ его служитъ спинной мозгъ. Роль мозжечка вполне сравнима съ этой функціей спинного мозга.

Замѣтимъ, что удаленіе мозжечка цѣликомъ, уничтожая весь этотъ регулирующий механизмъ, производитъ какъ паралитическое явленіе только общую атаксію. Асимметричныя поврежденія мозжечка и, въ особенности, поврежденія одной изъ *нижнихъ мозжечковыхъ ножекъ*, нарушая равновѣсіе между регулирующими центростремительными возбужденіями обѣихъ сторонъ, производятъ одностороннія нарушенія волевыхъ движеній (насиленные движенія). Однако остается рѣшить, представляются-ли эти насильственные движенія паралитическими, вызванными разрывомъ проводящихъ путей, или же они происходятъ отъ травматическаго раздраженія, т. е. отъ односторонняго преобладанія иннервации. Въ пользу послѣдней гипотезы приводятъ фактъ, что они проходящи, и, въ особенности, то обстоятельство, что ихъ точно также вызываетъ электрическое раздраженіе мозжечка (одностороннимъ преобладаніемъ возбужденій).

Надрѣзъ *средней мозжечковой ножки*, проводника къ путямъ волевой иннервации, долженъ имѣть и дѣйствительно имѣеть почти тѣ же послѣдствія, какъ надрѣзываніе нижней ножки или разрушеніе одного мозжечковаго полушарія. Раздраженіе ея имѣетъ результатомъ (въ качествѣ насильственнаго движенія; см. ниже) вращательное движеніе всего животнаго вокругъ своей продольной оси.

Есть ли средняя мозжечковая ножка проводникъ двигательныхъ или центростремительныхъ возбужденій? Судя по предыдущему, она центробѣжна относительно мозжечка, центростремительна относительно пирамидальныхъ волоконъ Вароліева моста или въ отношеніи сѣраго вещества, которое приводитъ въ связь два вида волоконъ въ Вароліевомъ мосту. Названія „двигательный“ и „центростремительный“, заимствованныя отъ периферическихъ нервовъ, не примѣнимы болѣе къ этому роду межцентральныхъ волоконъ. Смотря по тому, на какую стать точку зрѣнія, они либо двигательны, либо центростремительны. Они и не являются дѣйствительно чувствующими, такъ какъ ихъ функциональное состояніе не дѣлается сознательнымъ, не распространяется до мозговой коры.

Что касается *верхней мозжечковой ножки*, объ ея функціяхъ ничего не извѣстно. Она направляется въ большое полушаріе противоположной стороны, преимущественно къ чечевичному ядру и, вѣроятно, также къ зрительному бугру. Есть ли это путь сознательный, центробѣжный или центростремительный по отношенію къ большому мозгу? Ея поврежденія (разрѣзы) производятъ манежное движеніе, чаще всего въ ту же сторону.

Разстройства координаціи, происходящія отъ асимметричной экстирпаціи и раздраженія мозжечка, сильно походятъ на тѣ, которыя вызываюся раздраженіемъ преддверья. Это понятно, такъ какъ въ одномъ случаѣ дѣйствуютъ на периферическій органъ чувства равновѣсія, въ другомъ на центральный.

Глазныя движенія, особенно вращенія вокругъ зрительной оси, участвуютъ въ ориентированіи головы и тѣла и притомъ путемъ рефлекторнымъ, подъ вліяніемъ возбужденій вестибулярнаго нерва (см. дальше, чувство равновѣсія). Слѣдовательно, они должны появляться, съ характеромъ насильственныхъ движеній, при раздраженіяхъ и одностороннихъ параличахъ центральныхъ аппаратовъ для чувства равновѣсія.

Животное, лишенное мозжечка, служитъ доказательствомъ, что зрительныя впечатлѣнія болѣе или менѣе замѣняютъ функціи мозжечка или, вѣрнѣе, они содѣйствуютъ той же цѣли, но дѣйствуя на большой мозгъ, а не на мозжечекъ.

Упомянемъ наконецъ о мнѣніи Gall'я, который считалъ мозжечекъ возбудителемъ половыхъ функцій.

Вароліевъ мостъ. Мозговые ножки. — 1) *Поперечный разрѣзъ мозговой ножки* вызываетъ въ видѣ непосредственного эффекта травматическое раздраженіе, проявленія боли и конвульсій въ противоположной половинѣ тѣла (возбужденіе всѣхъ сознательныхъ путей, центростремительныхъ и центробѣжныхъ противоположной половины тѣла). Въ то же время животное падаетъ на противоположную сторону и вскорѣ замѣчаютъ, что вся противоположная половина тѣла парализована и анестезирована. — Преимущественно въ случаѣ неполной перерѣзки получаютъ насильственные движенія, именно манежныя. При *манежномъ движеніи* животное, стараясь уйти, идетъ постоянно и все въ одномъ направленіи по окружности круга.

Оно можетъ также *кружиться какъ стрѣлка часовъ вокругъ задней части своего тѣла, остающейся неподвижной*. Бываютъ, затѣмъ, *вращательныя движенія всего тѣла* вокругъ оси, то переднезадней, то поперечной (кувырканье).

Всѣ эти движенія могутъ смѣняться одно другимъ и большая часть ихъ проходящи. Поэтому они кажутся происходящими отъ различій въ степени одного и того же поврежденія и обыкновенно бываютъ проявленіями травматическаго раздраженія. Часто движеніе одного направленія замѣняется

потомъ движеніемъ противоположнаго направленія. Это указываетъ, повидимому, на то, что непосредственный эффектъ поврежденія состоитъ въ ментальномъ возбужденіи нѣкоторыхъ нервныхъ путей, которые вскорѣ окажутся парализованными (разрѣзомъ). Противорѣчія авторовъ относительно направленія движеній или уклоненій послѣ того или другого поврежденія имѣютъ, слѣдовательно, разнообразныя причины.— Эти насильственные движенія были наблюдаемы послѣ поврежденій продолговатаго мозга, мозжечковыхъ ножекъ, мозжечка, мозговыхъ ножекъ, зрительныхъ бугровъ и даже полосатаго тѣла.

Насильственные движенія можно наблюдать у человѣка при сохраненіи психическихъ функцій, какъ слѣдствіе поврежденій различныхъ частей средняго мозга. Болѣзнь проявляется ощущеніемъ неминуемаго паденія на бокъ; чтобы помѣшати, человѣкъ кидается въ другую сторону и падаетъ. Это указываетъ на вмѣшательство чувствующихъ моментовъ въ произведеніе такихъ насильственныхъ движеній.

Важный для клиники примѣръ насильственного движенія представляетъ *сочетанное уклоненіе головы и глазъ*: глаза и голова повернуты въ одну и ту же сторону, тогда какъ руки могутъ быть повернуты въ противоположную сторону. Дѣло идетъ о поврежденіяхъ въ частяхъ сосѣднихъ съ зрительными буграми или скорѣе въ нихъ самихъ; можетъ быть и мозговая ножка принимаетъ тутъ участіе.

Неполная перерѣзка одной *мозговой ножки* производитъ манежное движеніе, вогнутость котораго обращена обыкновенно къ неоперированной сторонѣ.—То же самое дѣйствіе получалось при поперечной перерѣзкѣ одного *зрительнаго бура*; могло быть, что причиной этого и была перерѣзка лежащей подъ нимъ мозговой ножки. Возможность же того, что причиной эффекта были сами зрительные бугры, вытекаетъ изъ свойства тѣхъ центральныхъ механизмовъ, которые здѣсь заключены. Движеніе становится противоположнымъ, смотря по тому, сдѣланъ ли надрѣзъ нѣсколько болѣе спереди или сзади; это указываетъ намъ на сложность нервныхъ механизмовъ, которые его производятъ.

2) *Надрѣзы и удаленія частей Варолева моста* причиняютъ, въ качествѣ непосредственнаго эффекта, проявленія боли и различныя судороги. Спустя нѣкоторое время послѣ перерѣзки, замѣчаются различныя явленія паралича и потери чувствительности, кромѣ того, насильственные, манежныя движенія. Поперечный разрѣзъ, т. е. поражающій продольныя волокна, производитъ тѣ же паралитическія явленія, какъ и поперечный разрѣзъ мозговой ножки. Явленія боли зависятъ, повидимому, отчасти отъ поврежденія чувствительнаго корешка тройничнаго нерва. Продольный разрѣзъ захватываетъ волокна средней мозжечковой ножки; въ общемъ дѣйствіе его такое же, какъ перерѣзки самой ножки.

Если подозрѣваютъ у человѣка поврежденіе средняго мозга, важно доказать, имѣются ли нѣтъ перекрестные параличи или анестезіи лица на одной сторонѣ, туловища и членовъ на другой. Такое поврежденіе можетъ въ самомъ дѣлѣ сказаться на черепныхъ нервахъ (личной, глазодвигательный, или ихъ ядра) той же стороны и, чрезъ пирамидальные пучки, пока еще не перекрещенные, на спинномозговыхъ нервахъ противоположной стороны.

Судорожный центръ.—Сѣрое вещество средняго мозга особенно чувствительно къ извѣстнымъ раздраженіямъ. Если кровь внезапно становится ве-

нозой или вдругъ кровообращеніе въ головномъ мозгу прерывается (задушеніе, мозговое кровоизліяніе, перевязка обѣихъ сонныхъ и обѣихъ подключичныхъ артерій и пр.), всѣ нервныя центры продолговатаго мозга и Вароліева моста приходятъ въ сильное возбужденіе (прежде, чѣмъ совсѣмъ прекратить свою дѣятельность), и это даже по удаленіи полушарій, пока продолговатый мозгъ и Вароліевъ мостъ остаются неповрежденными. Такое же дѣйствіе оказываютъ электрическое раздраженіе Вароліева моста, отравленіе пикротоксиномъ. Мы уже знаемъ, что сосудодвигательный и дыхательный центры при этихъ условіяхъ возбуждаются въ сильной степени. Центры, иннервирующие волевые мышцы, въ этомъ отношеніи не представляютъ исключенія: замѣчаются общія судороги, болѣе или менѣе эпилептического характера. Это послѣднее наблюденіе породило мнѣніе, конечно довольно эксцентричное, о *судорожномъ центръ* въ продолговатомъ мозгу (N o t h n a g e l). Повидимому, болѣе правдоподобно допустить, что въ этомъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ безпорядочными возбужденіями множества центровъ или, вѣрнѣе, множества элементовъ, участвующихъ въ координаціи волевыхъ движеній и комбинирующихся въ этомъ мѣстѣ. Было бы абсурдомъ допускать особый центръ для функцій, нормально не существующей. Въ подобномъ случаѣ происходитъ сильное безпорядочное возбужденіе, которое можно сравнить съ возбужденіемъ сѣраго вещества спинного мозга при отравленіи стрихниномъ. Сверхъ того общія судороги могутъ вызываться раздраженіемъ и другихъ частей центральной нервной системы, именно мозговой коры.

Четверохолміе. — На уровнѣ четверохолмія, гдѣ прежде всего мы находимъ бугры его самого, затѣмъ лежащее подъ ними сѣрое вещество, а также прилегающее сѣтковидное вещество (см. фиг. 206 стр. 543), заключающія центры для множества рефлекторныхъ дѣйствій; одни изъ центровъ простые, поскольку они зависятъ отъ ядра для п. oculomotorius (лежащаго впереди aqueductus 9), другіе сложные, высшаго порядка. Область четверохолмія служить, съ другой стороны, и мѣстомъ назначенія, и мѣстомъ прохожденія множества центростремительныхъ возбужденій, которыя (при посредствѣ коллатеральныхъ волоконъ) дѣйствуютъ на эти рефлекторные центры. Къ числу ихъ принадлежатъ зрительные нервы, которые проходятъ черезъ передніе бугры, направляясь къ корѣ затылочной области. Въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ буграми проходитъ или, вѣрнѣе, пересѣкаетъ ихъ массу, Рейльевъ пучекъ (фиг. 206, г. R), большой коллекторъ центростремительныхъ волоконъ, идущій къ мозговой корѣ. Онъ приноситъ туда проводящія пути (перекрещенные), идущіе изъ заднихъ столбовъ спинного мозга, вѣроятно волокна тройничнаго нерва и навѣрно (къ заднимъ буграмъ) волокна, идущія изъ слухового нерва противоположной стороны.

Понятно поэтому, что экстирпаціи и раздраженія, производившіяся въ области самого четверохолмія, часто вліяли роковымъ образомъ на болѣе глубокія части.

Четверохолміе, какъ мѣсто прохожденія зрительныхъ волоконъ. — Удаленіе переднихъ бугровъ вызываетъ полную слѣпоту обонхъ глазъ при максимальномъ расширеніи и неподвижности обоихъ зрачковъ. Разрушеніе бугровъ одной стороны у кролика и голубя (животныхъ съ полнымъ перекрещиваніемъ оптическихъ нервовъ) производитъ слѣпоту глаза противоположной стороны; при двусторонней экстирпаціи слѣпота полная (Flourens, Longet, Schiff и пр.). У собаки (при неполномъ перекрещиваніи зрительныхъ нервовъ) односторонняя экстирпація производитъ слѣпоту только половины (со стороны операціи) сѣтчатокъ того и другого

глаза (геміанопія, см. далѣ). Надо полагать, что у всѣхъ животныхъ съ неполнымъ перекрещиваніемъ зрительныхъ нервовъ въ *chiasma*, экстирпация бугровъ одной стороны не уничтожаетъ зрѣнія ни въ одномъ глазу, но уменьшаетъ его въ обоихъ (т. е. уничтожаетъ его въ двухъ противоположащихъ частяхъ обоихъ зрительныхъ полей), совершенно какъ у собаки.

Область четверохолмія, какъ мѣсто рефлекторныхъ центровъ. — Прежде всего здѣсь находится элементарный центръ *сѣтчатко-зрачковаго рефлекса*. Освѣщеніе сѣтчатки вызываетъ сокращеніе (одинаковое для обоихъ глазъ) сфинктера зрачка въ томъ и въ другомъ глазу. Слѣдовательно, это есть двусторонній рефлексъ. Центростремительнымъ путемъ служить зрительный нервъ, центробѣжнымъ — глазодвигательный или, вѣрнѣе, волокна этого нерва, родящіяся изъ головки ядра глазодвигательнаго нерва. Эта часть ядра служитъ для нихъ центральнымъ органомъ. Сѣтчатко-зрачковый рефлексъ остается послѣ удаленія большихъ полушарій, а у человѣка при параличахъ въ области послѣднихъ. — Удаленіе четверохолмія потому производитъ расширение и неподвижность зрачка, что при этомъ повреждается ядро глазодвигательнаго нерва.

Gudden изъ опытовъ надъ перерожденіемъ волоконъ зрительнаго аппарата заключилъ, что центростремительныя волокна, служащія для послѣдняго рефлекса, отличаются своимъ большимъ калибромъ отъ собственно зрительныхъ волоконъ. Они оканчиваются въ переднихъ буграхъ противоположной стороны (перекрестный эффектъ). Болѣе тонкія зрительныя волокна только проходятъ черезъ бугры по пути къ мозговой корѣ. Эти сѣтчатко-зрачковыя волокна можно было бы привести какъ примѣръ чисто эксцитомоторныхъ волоконъ въ смыслѣ Marshall Hall'a. Тѣмъ не менѣе не будемъ забывать, что здѣсь идетъ рѣчь не о волокнахъ настоящаго периферическаго нерва, но о волокнахъ межцентральныхъ. По Hirschberg и Uthoff, эти волокна должны оканчиваться въ *ganglion habenulae*, который могъ бы считаться рефлекторнымъ центромъ для движеній радужной оболочки. Слѣдуетъ отмѣтить, что этотъ гангліи находится въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ головкой ядра глазодвигательнаго нерва, которая именно и даетъ начало двигательнымъ волокнамъ зрачка.

Движенія глазъ. — На уровнѣ четверохолмія находятся центры для очень разнообразныхъ движеній глазъ. Раздраженія *n. vestibuli* производятъ эти движенія въ видѣ чистыхъ рефлексовъ, именно вращеніе вокругъ передне-задней глазной оси. Ихъ назначеніе обезпечить оріентированіе и равновѣсіе головы въ пространствѣ (см. далѣ чувство равновѣсія). Пучекъ Reil'я приносить къ заднимъ буграмъ волокна слухового нерва.

Боковыя движенія, поднятіе, опусканіе и схождение глазъ всегда двусторонни. Они иннервируются рефлекторными механизмами, помѣщающимися въ четверохолміи и въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ нимъ. Тѣмъ не менѣе, воля оказываетъ на нихъ очень большое вліяніе. Возбужденіе периферіи сѣтчатки вызываетъ боковыя движенія глазъ, цѣль которыхъ состоитъ въ томъ, чтобы заставить изображенія освѣщеннаго предмета падать на оба центральныя углубленія сѣтчатокъ. Эти движенія могутъ совершаться произвольно; обыкновенно же они въ сильной степени носятъ характеръ рефлекторныхъ движеній.

Боковое движеніе обоихъ глазъ происходитъ каждый разъ, какъ возбуждаются свѣтомъ одіоименныя периферическія части обѣихъ сѣтчатокъ. Возбужденіе разноименныхъ частей, наоборотъ, вызываетъ движенія схождения или расхождения. На ос-

нованіи патологическихъ наблюденій, слѣдовало бы принять центръ схождения отличный отъ центра боковыхъ движеній. Схождение можетъ быть парализовано, тогда какъ боковыя движенія остаются. Этотъ параличъ схождения не зависитъ отъ паралича прямыхъ внутреннихъ мышцъ, такъ какъ, напр., при смортѣни въправо прямая внутренняя мышца лѣваго глаза дѣйствуетъ нормально. Итакъ, ядра, дающія происхождение глазодвигательнымъ нервамъ, элементарные рефлекторные центры, находятся подъ управленіемъ центровъ высшаго порядка (центровъ схождения, боковыхъ движеній), находящихся въ ихъ сосѣдствѣ, но отъ которыхъ они отличаются.

Электрическія раздраженія, наносимыя различнымъ мѣстамъ переднихъ бугровъ четверохолмія, вызываютъ у животныхъ сложныя, очень разнообразныя движенія обоихъ глазъ, сопровождающіяся движеніями зрачковъ. Если эти раздраженія очень сильны (распространяются на нижележащія части), они производятъ различныя движенія конечностей и проявленія боли.

Въ рукахъ Adamüsk'a электрическое раздраженіе четверохолмія, въ особенности передней половины (у собакъ, кроликовъ), дало сложныя движенія глазъ, различныя, смотря по раздражаемому мѣсту. Раздраженіе одного передняго бугра вызываетъ вращеніе глазъ къ противоположной сторонѣ. Раздраженіе, приложенное между обоими передними буграми, вызываетъ схождение глазъ. Однако не доказано, въ какой мѣрѣ эти движенія происходятъ отъ раздраженія бугровъ, или же отъ раздраженія лежащихъ подъ ними ядеръ, дающихъ начало двигательнымъ глазнымъ нервамъ, такъ какъ раздраженіе однихъ этихъ ядеръ въ различныхъ мѣстахъ ихъ длины вызываетъ очень разнообразныя глазныя движенія (Hensen и Voelkers).

Laborde и Duval, показавъ, что п. oculomotorius получаетъ нѣкоторыя волокна отъ ядра, дающаго начало для п. abducens противоположной стороны, обнаружили одинъ изъ нервныхъ механизмовъ, участвующихъ въ ассоціированныхъ движеніяхъ глазъ; такимъ образомъ ядро, дающее начало отводящему нерву глаза, можетъ иннервировать разомъ наружную прямую мышцу одной стороны и внутреннюю прямую противоположной стороны (боковыя движенія обоихъ глазъ).

Сильное раздраженіе четверохолмія, распространяясь до лежащей подъ нимъ ретикулярной субстанции (покровъ основанія мозговой ножки), вызываетъ вмѣстѣ съ вращеніемъ глазъ различныя движенія тѣла и конечностей, а также проявленія боли. Поэтому говорятъ о рефлекторныхъ центрахъ для различныхъ движеній тѣла, расположенныхъ на уровнѣ четверохолмія. Проявленія боли становятся понятными, такъ какъ слой Reil'евой ленты, прежде всего чувствительный, тѣсно прилегаетъ къ буграмъ. Что касается движеній туловища и конечностей, ничто не доказываетъ, что бы они не зависѣли отъ раздраженія мозговыхъ ножекъ.

Зрительные бугры.

Пробовали выяснитъ функціи зрительныхъ бугровъ, раздражая послѣдніе, перерѣзая ихъ и разрушая по частямъ (Nothnagel, Laborde и A. Lemoine и пр.). Вслѣдствіе глубокаго положенія органа и его тѣсныхъ связей съ окружающими органами, экспериментированіе надъ нимъ принадлежитъ къ числу наиболѣе трудныхъ: при этомъ легко повреждаются другія части. Въ сущности опыты дали лишь немного результатовъ, къ тому же трудно объяснимыхъ.

Чаще всего наблюдается послѣ экстирпацій *разстройство въ области*

зрѣнія. Такъ какъ зрительный нервъ проходитъ по поверхности задней части бугра (*pulvinar*) и даже въ глубинѣ его, волокна его удаляются вмѣстѣ съ зрительнымъ бугромъ. У животныхъ съ полнымъ перекрестомъ зрительныхъ нервовъ (въ *chiasma*) глазъ противоположной стороны слѣпнетъ совершенно. У высшихъ млекопитающихъ съ частнымъ перекрестомъ зрительныхъ нервовъ, получается геміанопія, совершенно такъ же какъ при поврежденіяхъ мозговой коры (см. дальше).

Что касается разстройствъ другихъ функций, разрушеніе одного зрительнаго бугра дало однимъ изслѣдователямъ лишь отрицательный результатъ (*Nothnagel*), другіе получили нѣкоторое разстройство волевыхъ движеній, насильственные позы и движенія. *Ferrier*, *Laborde* и *Lemoine* въ видѣ продолжительнаго эффекта при частичномъ разрушеніи бугровъ наблюдали анестезію всей противоположной половины тѣла. Электрическое раздраженіе вызывало то бѣганіе, крики, дрожаніе глазъ (*Ferrier*, *Carville* и *Duguet*), то не производило никакого дѣйствія (*Laborde* и *Lemoine*). Не всегда можно сказать, въ какой степени наблюдаемые симптомы происходятъ оттого, что при опытахъ этого рода задѣваютъ нижележащую мозговую ножку или даже внутреннюю капсулу.

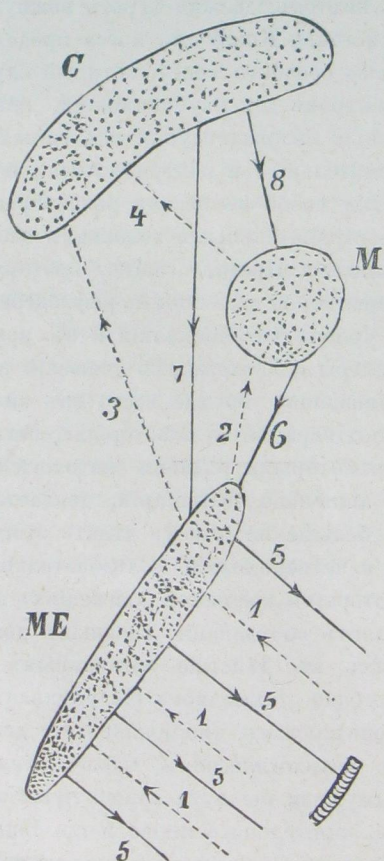
И тѣмъ не менѣе столь значительная масса самихъ зрительныхъ бугровъ и сѣтчатой субстанции, лежащей подъ четверохолміемъ, пересѣкаемая множествомъ нервныхъ волоконъ, идущихъ изъ спинного мозга и зрительнаго нерва, содержащая, съ другой стороны, множество нервныхъ клѣтокъ, должна играть важную роль въ отправленіяхъ центральной нервной системы. Книзу эта масса продолжается безъ разграниченія въ дорзальный этажъ среднего мозга, который служитъ вмѣстилищемъ множества рефлекторныхъ центровъ для внутренностей, центровъ, перечисленныхъ на стр. 421 и слѣд. Нервные волокна, идущія изъ самыхъ различныхъ столбовъ спинного мозга (центростремительныя и центробѣжныя), направляются туда, разсыпаются и вступаютъ между собой въ весьма разнообразныя отношенія; напр. по отношенію къ центростремительнымъ волокнамъ слой *Reil*'ева столба и зрительныя волокна въ четверохолміи. Предполагаютъ, поэтому, что какъ книзу это образованіе служитъ преимущественно сѣдалищемъ рефлексовъ для органовъ внутренностей, такъ кверху, на уровнѣ четверохолмія и въ зрительныхъ буграхъ, находятся рефлекторные центры для сложныхъ движеній въ области мышцъ животной жизни. Эта мысль, вытекающая прежде всего изъ анатомическихъ связей этихъ частей (*Meunert*), подтверждается нѣкоторыми экспериментальными данными, изложенными выше, и нѣкоторыми рѣдкими патологическими наблюденіями. Мы видѣли, что животное, лишенное полушарій, двигается вполне хорошо, сохраняетъ равновѣсіе; но оно больше не можетъ дѣлать этого, если удалить вмѣстѣ съ тѣмъ зрительные бугры и четверохолміе. Слѣдовательно, зрительный бугоръ долженъ участвовать въ нѣкоторыхъ волевыхъ движеніяхъ на подобіе мозжечка. Область четверохолмія опредѣляетъ координацію глазныхъ движеній при посредствѣ механизмовъ, приводимыхъ въ дѣйствіе зрительнымъ и вестибулярнымъ нервами. Зрительный бугоръ точно также могъ бы управлять иннервацией всякихъ сложныхъ движеній въ конечностяхъ, эмоціональными движеніями лица и всего тѣла, если судить по патологическимъ наблюденіямъ (*Nothnagel*). Центростремительными путями служили бы пути общей чувствительности, въ частности пути мышечнаго чувства, зрительнаго нерва и пр. Было бы понятно тогда, что поврежденія зрительныхъ бугровъ (такъ же, какъ поврежденія мозжечка), не производятъ настоящихъ параличей, но только влекутъ за собой

исчезание некоторых сложных движений, напр. паралич эмоциональных движений лица без настоящего паралича лицевого нерва.

Меуперт держится мнѣнія, что большинство сложных движений совершается прежде всего по формѣ чистыхъ рефлексовъ, центры для которыхъ находятся именно въ зрительныхъ буграхъ, — субкортикальные центры. — Каждый изъ этихъ центровъ посылаетъ при своей дѣятельности къ корѣ полушарій (черезъ лучистую корону) возбужденія, дающія происхождение «иннервационнымъ ощущеніямъ отъ совершенныхъ движений». Послѣднія комбинируются въ церебральной корѣ съ самыми разнообразными чувственными свѣдѣніями (зрительными, осязательными, мышечными и т. д.), доставляемыми вышнимъ предметомъ или же периферическими органами, находящимися въ движеніи. Только тогда, располагая этими «двигательными образами», кора большихъ полушарій могла бы иннервировать въ свою очередь тѣ же самыя движенія, или чрезъ пути сознательно-двигательные (пирамидальные), или стимулируя субкортикальные рефлекторные центры.

Теорія рефлексовъ высшаго порядка въ продолговатомъ и среднемъ мозгу.

Распространеніе нервнаго возбужденія отъ одного волокна къ другому въ среднемъ мозгу совершается совершенно такъ же, какъ и въ спинномъ, посред-



Фиг. 213.

ствомъ коллатеральныхъ отвлѣченій, заканчивающихся концевыми древовидностями, соприкасающимися съ нервными клѣтками. Подробности этого расположенія, болѣе или менѣе извѣстныя для спинного мозга, еще не были изучены въ среднемъ мозгу. Фиг. 213 есть схема, представляющая грубымъ образомъ механизмъ этихъ иннерваций. *C* обозначаетъ кору большихъ полушарій. *M* субкортикальные ганглии, зрительный бугоръ, область четверохолмія и пр. *ME* есть спрое вещество спинного мозга; 1 центrostремительныя периферическія волокна, оканчивающіяся въ элементарныхъ рефлекторныхъ центрахъ, въ спромъ веществъ спинного мозга. Возбужденіе, достигая такого центра по центrostремительному волокну 1, можетъ дать начало элементарному рефлексу, отразиться на центробѣжномъ волокну 5. Но оно можетъ также по центrostремительному волокну 3 подняться и въ мозговую кору *C*, которая, со своей стороны, можетъ послать стимулъ на центробѣжное волокно 5 посредствомъ межцентрального волокна 7 и элементарнаго центра. Часто также центrostремительная волна волокна 1 восходитъ по межцентральному волокну 2 къ рефлекторному центру высшаго порядка *M*. Механизмъ этого послѣдняго таковъ, что онъ иннервируетъ всегда

въ опредѣленномъ сочетаніи множество рефлекторныхъ центровъ низшаго порядка.

Когда онъ приходитъ въ дѣятельность, онъ возбуждаетъ посредствомъ одного центробѣжнаго волокна 6 многія периферическія центробѣжныя волокна категоріи 5.

Какое отношеніе должны мы предположить между мозговой корой С и субкортикальными рефлекторными центрами высшаго порядка? Мы можемъ совершать волевымъ образомъ множество координированныхъ движеній въ рубчатыхъ мышцахъ, которыя совершаются еще и послѣ удаленія мозговой коры. Въ этомъ случаѣ предполагають участіе волоконъ 7, идущихъ отъ мозговой коры прямо къ элементарнымъ центрамъ. Такъ дѣло происходитъ, повидимому, во многихъ случаяхъ. — Вторая возможность слѣдующаго рода. Въмѣсто того, чтобы дѣйствовать прямо на ядра, дающія начало периферическимъ нервамъ, иннервировать ихъ каждое въ отдѣльности, мозговая кора можетъ также дѣйствовать на периферію посредствомъ рефлекторнаго центра высшаго порядка, вліяя на него черезъ центробѣжное волокно 8 (межцентральное). Таковъ, повидимому, случай сложныхъ актовъ, совершающихся обыкновенно въ формѣ рефлексовъ, въ особенности, сосудодвигательныхъ реакцій. То же самое имѣетъ мѣсто, кажется, для многихъ движеній въ конечностяхъ, которыя обыкновенно мы разсматриваемъ, какъ волевые. Впрочемъ въ этомъ отношеніи существуютъ сильныя различія однихъ животныхъ отъ другихъ. Можно замѣтить, что, чѣмъ ниже спускаться по животной лѣстницѣ, тѣмъ больше иннервацій, принадлежащихъ у высшихъ млекопитающихъ къ числу волевыхъ, приобретаетъ характеръ чистыхъ рефлексовъ: мозговая кора убываетъ въ пользу рефлекторныхъ центровъ средняго мозга.

Въ этихъ различныхъ механизмахъ принимаютъ еще участіе многочисленныя тормозящія вліянія, которыя у неповрежденнаго животного оказываютъ преимущественно ганглии средняго мозга и мозговая кора. — Если подбросить на воздухъ голубя безъ полушарій, мы у него вызовемъ центростремительныя возбужденія, преимущественно съ тактильныхъ нервовъ и нервовъ чувства равновѣсія (полукружные каналы), которыя вызовутъ къ дѣятельности рефлекторный механизмъ летанія. Пока животное летаетъ центростремительныя возбужденія (нервы мышечнаго чувства и чувства равновѣсія) безостановочно будутъ дѣйствовать на рефлекторный центръ высшаго порядка (перерѣзка заднихъ корешковъ разстраиваетъ координированные рефлексы). Но вотъ голубь приближается къ препятствію, о которое онъ ударился бы, если бы продолжалъ двигаться по прямой линіи; теперь возбужденіе зрительнаго нерва измѣняетъ иннервацію въ центрѣ и, естественно, въ такомъ же самомъ направленіи, какъ это было бы у неповрежденнаго животного.

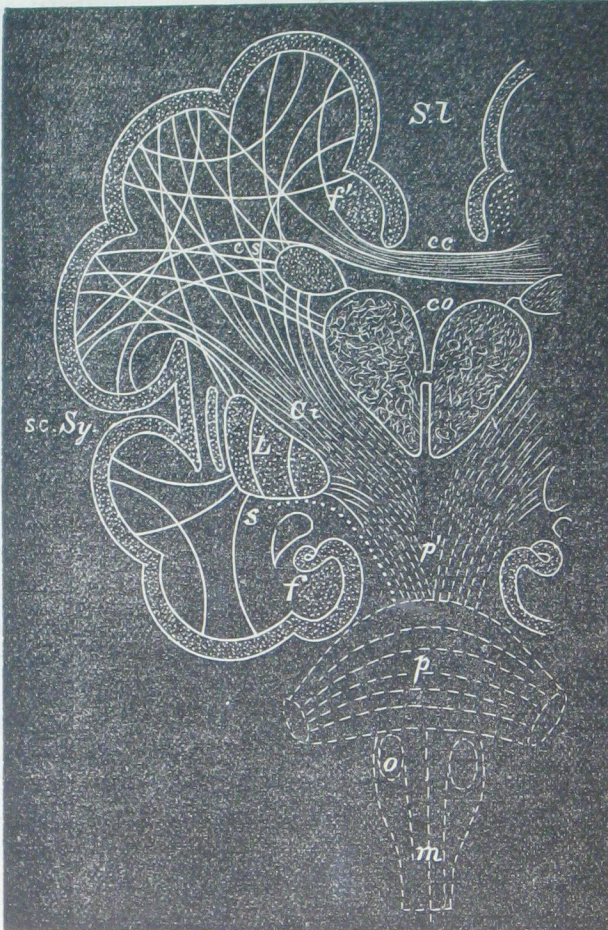
3-й Отдѣлъ. — Большія полушарія.

Анатомическій обзоръ. — Здѣсь можетъ быть рѣчь только о нѣкоторыхъ подробностяхъ строенія полушарій, важныхъ съ фізіологической точки зрѣнія.

На фиг. 214 схема представляетъ поперечный разрѣзъ большого мозга, сдѣланный въ вертикальномъ направленіи на уровнѣ средины зрительныхъ бугровъ. Основаніе мозговыхъ ножекъ p' , Вароліевъ мостъ P и продолговатый мозгъ m , обозначенные прерывчатыми линіями, находятся позади, внѣ плоскости сѣченія; эти части добавлены здѣсь для того, чтобы показать нѣкоторыя важныя отношенія ихъ къ большому мозгу.

Полушарія насажены на мозговья ножки, какъ на двѣ подставки. Пучки основанія мозговыхъ ножекъ проходятъ, расходясь въ стороны, подъ зрительными буграми; затѣмъ они идутъ вверхъ и проникаютъ между чечевицеобразнымъ ядромъ L

съ одной стороны, зрительнымъ бугромъ *co* и полосатымъ [хвостатымъ] тѣломъ *sc* съ другой; тутъ пучки волоконъ расходятся еще болѣе по всѣмъ направленіямъ и входятъ въ различныя части мозговой коры. Тамъ, гдѣ волокна идутъ между гангліями основанія мозга, они расходятся вѣерообразно сзади напередъ и образуютъ *внутреннюю капсулу* (*Ci*) чечевицеобразнаго ядра (въ противоположность внѣшней капсулѣ того же ядра). За предѣлами внутренней капсулы волокна, расходясь по всѣмъ направленіямъ, образуютъ *лучистый вѣнецъ* и вступаютъ въ различныя части мозговой коры слѣд. образомъ. Въ основаніи мозговой ножки мы можемъ отличить три части: внутреннюю, среднюю и внѣшнюю. Изъ лѣвой половины фиг. 215 (схема поперечнаго разрѣза мозга въ горизонтальномъ направленіи)



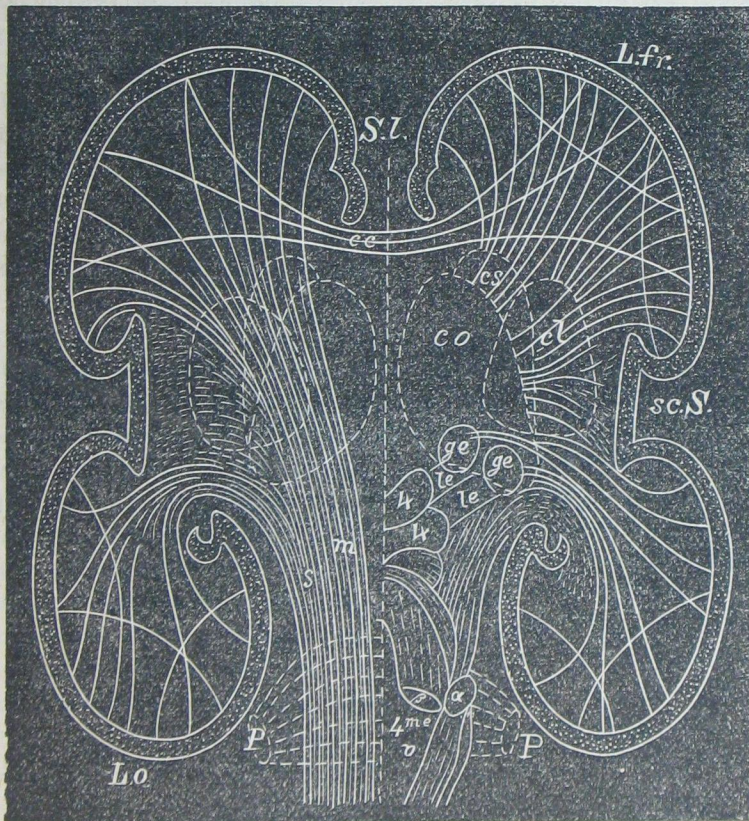
Фиг. 214.

можно видѣть, что внутренняя часть *m* продолжается, преимущественно, въ переднюю часть внутренней капсулы и лучистаго вѣнца, предназначенныя для лобной области мозговой коры; средній отдѣлъ мозговой ножки идетъ въ среднюю часть внутренней капсулы и преимущественно въ тѣ части лучистаго вѣнца, которыя достигаютъ темянной области коры. Наконецъ, внѣшняя часть мозговыхъ ножекъ переходитъ въ заднюю треть внутренней капсулы; въ лучистомъ вѣнцѣ ея волокна входятъ, преимущественно, въ затылочную долю коры и въ височную.

Дальнѣйшій ходъ книзу этихъ различныхъ пучковъ далеко не такъ простъ, какъ это показано на нашихъ двухъ рисункахъ. Средняя часть мозговой ножки, которая кверху оканчивается въ темянной долѣ коры, служить, главнымъ образомъ, продолженіемъ пирамидальныхъ пучковъ спинного мозга, послѣ ихъ перекрещиванія въ пирамидахъ. Внѣшняя

часть мозговой ножки (задняя треть внутренней капсулы), идущая, преимущественно, изъ затылочной и височной части коры, подраздѣляется, разсыпается въ большей или меньшей степени въ продолговатомъ мозгу и за его предѣлами не была еще прослѣжена.—Наконецъ, внутренняя часть мозговой ножки (передняя треть внутренней капсулы), идущая отъ лобной части коры, не спускается ниже Вароліева моста: перерожденіе волоконъ мозговой ножки, какъ результатъ поврежденія передней трети внутренней капсулы, никогда не заходитъ дальше Вароліева моста (*Vulpien*). По *Wernicke* эти волокна, будто бы, переходятъ здѣсь среднюю линію и составляютъ большую часть среднихъ мозжечковыхъ ножекъ, по которымъ они вступаютъ въ мозжечекъ.

Средняя часть (а быть может и внутренняя) основанія мозговой ножки, а также соответствующія имъ части внутренней капсулы, служатъ для проведенія центробѣжныхъ (сознательныхъ) возбужденій. Пути сознательно-центростремительные идутъ къ мозговой корѣ черезъ волокна пучка Reil'я (фиг. 206), который собираетъ внизу центростремительныя волокна заднихъ столбовъ (прерванныя въ ядрѣ Burdach'a) и Gowers'ова пучка, затѣмъ волокна слухового нерва и, вѣроятно, тройничного. Разсматриваемый пучекъ проходитъ выше по сосѣдству съ задней половиной внутренней капсулы, къ которой онъ посылаетъ волокна, такъ же какъ чрезъ *ansa lentiformis* къ самому чечевицеобразному ядру, и къ мозговой корѣ (именно къ темянной долѣ), частью въ видѣ особыхъ волоконъ, частью въ видѣ волоконъ, соединяющихся съ внутренней капсулой. Тѣмъ не менѣе, окончанія волоконъ въ большомъ мозгу требуютъ еще дальнѣйшихъ изслѣдованій.



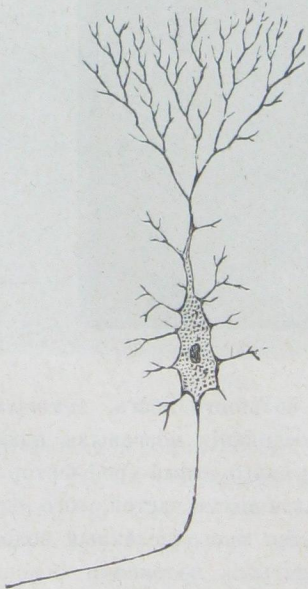
Фиг. 215.

По Meynert'у, создателю детальной анатоміи большого мозга, зрительные бугры (и четверохолміе) не получаютъ волоконъ изъ основанія мозговыхъ ножекъ; въ нихъ главное мѣсто заканчиванія для волоконъ верхняго этажа (рефлекторнаго и чувствительнаго) мозговыхъ ножекъ. Изъ самыхъ различныхъ частей этого сѣраго ядра (*co*, фиг. 215, правая половина) лучисто расходятся многочисленныя волокна, которыя болѣе или менѣе тѣсно сливаются съ лучистыми волокнами основанія мозговой ножки, образуютъ съ ними лучистый вѣнецъ и расходятся въ самыя различныя части мозговой коры. Зрительные бугры въ этомъ отношеніи похожи на четверохолміе, *brachia conjunctiva* которыхъ точно также способствуютъ образованію лучистаго вѣнца. Meynert считаетъ, что лучистыя волокна, исходяція изъ зрительныхъ бугровъ (и изъ четверохолмія), служатъ, преимущественно, для передачи центростремительныхъ импульсовъ.

Анатомическая связь чечевицеобразного ядра *L* и полосатого [хвостатого] тѣла съ представляется весьма спорной. По *Wernicke* ви́шняя часть чечевицеобразного ядра (извѣстно, что этихъ частей три) и все полосатое тѣло суть гомологи мозговой коры; подобно послѣдней, эти части представляютъ корковые центры, получающіе съ периферіи центростремительныя волокна (именно посредствомъ *Reil*'ева пучка) и посылающіе къ периферіи центробѣжныя (отчасти, по крайней мѣрѣ, чрезъ основаніе мозговой ножки). Однако эти части соединены съ теменною областію коры посредствомъ множества волоконъ, изъ которыхъ одни только проходятъ черезъ нихъ, другія представляютъ ассоціаціонныя волокна.

Помимо лучистыхъ волоконъ мозговыхъ ножекъ и лучистыхъ пучковъ, выходящихъ изъ зрительныхъ бугровъ, въ бѣломъ веществѣ полушарія мы находимъ еще двѣ другихъ системы волоконъ, расположеніе которыхъ видно изъ фиг. 214 и 215. Во первыхъ, *коммиссуральныя волокна* (*се*), составляющія различныя коммиссуры мозга, въ особенности мозолистое тѣло. *Meunert* показалъ, что они соединяютъ гомологичныя корковыя точки обоихъ полушарій. Затѣмъ, имѣется еще множество волоконъ, соединяющихъ корковыя точки извилинъ одного и того же полушарія; это—*волокна ассоціаціонныя* (*Meunert*). Первые волокна соединяютъ тождественныя части той и другой коры, ассоціаціонныя волокна связываютъ различныя части коры одного и того же полушарія. Эти послѣднія волокна играютъ такую же роль, какъ ассоціаціонныя волокна спинного мозга, которыя мы также назвали коммиссуральными.

Мозговая кора образуетъ сплошной покровъ изъ сѣраго вещества, вполне покрывающій полушарія. Къ нему направляются всѣ волокна лучистаго вѣнца, и различныя части его въ изобиліи соединены между собою въ функциональномъ отношеніи при помощи коммиссуральныхъ и ассоціаціонныхъ волоконъ. Многочис-



Фиг. 216.

ленные нервныя клѣтки, въ которыхъ заканчиваются или берутъ начало волокна лучистаго вѣнца, повидимому, служатъ носителями всякихъ сознательныхъ иннервацій. Нервный актъ дѣлается сознательнымъ, если онъ привлекаетъ къ участію мозговую кору; тѣ нервныя акты, которые въ ней завершаются, порождаютъ «ощущенія», тѣ же, которые исходятъ изъ нея, служатъ физиологическимъ субстратомъ того, что мы называемъ «волей».

Ramon y Cajal отличаетъ нѣсколько типовъ корковыхъ нервныхъ клѣтокъ. Прежде всего большія пирамидальныя клѣтки (фиг. 216) съ многочисленными, обильно вѣтвящимися, протоплазматическими отростками и съ нервнымъ отросткомъ у основанія. Эти послѣдніе отростки покрываются мѣлиномъ, становятся настоящими нервными волокнами, выпускаютъ коллатеральныя вѣтви (оканчивающіяся концевыми развѣтвленіями). Часть этихъ волоконъ направляется въ бѣлое вещество, выходящее изъ коры, именно во внутреннюю капсулу; другія превращаются въ коммиссуральныя или ассоціаціонныя волокна (клѣтки коммиссуральныя и ассоціаціонныя). Нервные отростки

меньшихъ клѣтокъ направляются, главнымъ образомъ, въ полоски бѣлаго вещества, проходящія въ самой мозговой корѣ. Нѣкоторые изъ клѣтокъ посылаютъ изъ себя будто бы нѣсколько чисто нервныхъ отростковъ. По крайней мѣрѣ, большая часть

этихъ волоконъ не выходитъ изъ предѣловъ самой мозговой коры. Въ виду ихъ периферическихъ связей и ихъ значительнаго обилія въ тѣхъ корковыхъ областяхъ, которыя признаются по преимуществу двигательными (темянная кора), большія пирамидальныя кѣтки издавна уже носятъ названіе «двигательныхъ».

I. Большія полушарія служатъ сѣдалищемъ психическихъ функцій.—Это положеніе при первомъ взглядѣ кажется имѣющимъ

степень достовѣрности аксіомы. Между тѣмъ изъ доказательствъ, на которыя ссылаются, нѣтъ ни одного прямого, безспорнаго; всѣ они болѣе или менѣе косвенны. 1) Поврежденія большого мозга, именно у человѣка, *часто* уменьшаютъ или уничтожаютъ такого рода умственные проявленія, какъ сознаніе, воля, память и пр., тогда какъ поврежденія периферическихъ нервовъ и спинного мозга оставляютъ эти способности нетронутыми. Среди патологическихъ и экспериментальныхъ поврежденій головного мозга такое дѣйствіе производятъ *часто* тѣ, которыя затрагиваютъ *только* полушарія или даже только мозговую кору (прогрессивный параличъ есть прототипъ поврежденій такого рода).—2) Всѣ периферическіе нервы, въ концѣ концовъ, направляются въ полушарія; понятно, что психическій центръ долженъ быть концомъ всѣхъ центробѣжныхъ, волевыхъ нервовъ.—3) Всѣмъ мозгамъ сравнительно съ всѣмъ остальнымъ тѣломъ, въ ряду животныхъ, включая сюда человѣческія расы, находится въ прямомъ отношеніи къ умственному развитію животнаго.—4) Въ ряду позвоночныхъ большое значеніе имѣетъ относительное развитіе полушарій и рефлекторныхъ ганглиевъ средняго мозга, въ частности четверохолмія. Если спускаться по животной лѣстницѣ, оказывается, что четверохолміе все болѣе выигрываетъ въ развитіи по отношенію къ полушаріямъ.—5) У новорожденнаго дитяти въ основаніи мозговой ножки почти нѣтъ мѣллина, тогда какъ волокна верхняго этажа, направляющіяся въ рефлекторныя гангліи, уже снабжены имъ.—6) Было замѣчено, что индивидуумы, одаренные большими умственными способностями, *часто* имѣютъ объемистый черепъ и увѣсистый мозгъ. Тогда какъ средній вѣсъ мозга отъ 1400—1500 граммовъ, мозгъ поэта Байрона вѣсилъ 2238 граммовъ, мозгъ Кромвелля 2233 грамма и мозгъ Кювье 1829 граммовъ. Но и въ этомъ правилѣ много исключеній: мозгъ Гамбетты оказался относительно небольшихъ размѣровъ. Мозгъ женщины легче, чѣмъ мозгъ мушны, въ среднемъ онъ вѣситъ 1300 граммовъ.—7) Мѣру умственныхъ способностей полагали найти въ развитіи мозговыхъ извилинъ, которыя должны, повидимому, увеличивать корковую массу. Мозгъ знаменитаго математика Гаусса имѣлъ чрезвычайно развитыя извилины. Это утвержденіе стоитъ только упоминанія. У нѣкоторыхъ очень умныхъ животныхъ бываетъ мало извилинъ, а у другихъ мало смѣшленныхъ (жвачныя) бываетъ ихъ много.—8) Экстирпация полушарій у животныхъ уничтожаетъ всякіе признаки разума. Наблюденія надъ такими животными очень показательны въ этомъ отношеніи (см. стр. 553—557). Эта операція низводитъ животное до состоянія простой рефлекторной и автоматической машины, очень сложной, правда, но которая приходитъ въ движеніе только подъ вліяніемъ вѣшнихъ или внутреннихъ возбудителей, указанныхъ выше. Исчезаютъ всякіе признаки памяти, разсудка, какъ побудительныхъ причинъ къ дѣятельности. Заключеніе, что вѣшныя функціи составляютъ отправленіе удаленнаго органа, кажется законнымъ ¹⁾.

¹⁾ Были сдѣланы наблюденія (Schradder, Goltz 1888), что, когда пройдетъ извѣстное время послѣ снесенія обоихъ полушарій, голуби совершаютъ безъ всякихъ вѣшнихъ поводовъ движенія, которыя имѣютъ видъ какъ бы произвольныхъ, перепрыгиваютъ съ одного неустойчиваго предмета на другой; что лягушки

Мы сказали, что поврежденія полушарій уничтожаютъ *часто* признаки интеллектуальныхъ способностей. Нерѣдко можно однако констатировать у человѣка, что разрушеніе или потеря значительныхъ количествъ мозгового вещества полушарій не причиняютъ потери того, что, обыкновенно, называютъ разумомъ. Болѣе того, цѣлое полушаріе у человѣка и у животныхъ можетъ быть разрушено или удалено безъ какого либо замѣтнаго уменьшенія умственныхъ способностей, хотя на противоположной половинѣ тѣла и замѣчается нѣкоторое разстройство произвольныхъ движеній и чувствительности, которое мы охарактеризуемъ далѣе.

Floarens думалъ на основаніи своихъ наблюденій, что у голубя происходить прогрессивное уменьшеніе всѣхъ умственныхъ способностей, идущее рядомъ съ удаленіемъ все болѣе и болѣе значительной массы полушарій. Кромѣ того, онъ полагалъ, что самыя различныя части большого мозга сходны въ смыслѣ отправленій, что всѣ онѣ равно способствуютъ развитію разума, приблизительно такъ же, какъ различныя части печени способствуютъ выдѣленію желчи. Другими словами, здѣсь отсутствовала бы какая-либо **ЛОКАЛИЗАЦІЯ ФУНКЦІЙ**.

Идеи Floarens'a оставались господствующими въ физиологіи до 1870 г., не смотря на работы Bouillaud и Broca надъ афазіей, не смотря на анатомическія дедукціи Meynert'a. Въ этомъ году Fritsch и Hitzig положили начало экспериментальной физиологіи головного мозга, показавъ, что электрическое раздраженіе опредѣленной части коры вызываетъ сокращеніе опредѣленныхъ мышцъ

хватаютъ мухъ, закапываются въ землю при наступленіи зимнихъ холодовъ и т. под. Однако эти наблюденія не опровергаютъ приведеннаго общаго заключенія. Что внутри животнаго возникаютъ разнообразныя стимулы къ движеніямъ (продолжительное и безцѣльное хожденіе), что движенія контролируются впечатлѣніями съ органовъ зрѣнія и осязанія, это объяснимо вполнѣ безъ допущенія присутствія сознанія. Привычныя акты, въ особенности которые должны совершаться быстро, получаютъ и въ нормальной жизни животнаго характеръ по преимуществу рефлекторный. Стоить присмотрѣться лѣтомъ къ спокойно сидящей собакѣ и видѣть, какъ она производитъ хватательныя движенія своею пастью всякій разъ, когда предъ ней близко пролетаетъ муха. Впрочемъ сами эти наблюдатели признаютъ, что оперированныя такимъ образомъ животныя самостоятельно никогда не принимаютъ пищи, что имъ чужды всякія аффективныя состоянія, какъ страхъ предъ врагомъ и т. под. Какъ бы ни были отчетливы ихъ реакціи на зрительныя и другія впечатлѣнія, самое большое можно найти здѣсь сходство съ дѣйствіями лунатика, которому тоже чужды страхъ, досада отъ неудачи и пр.

Однако у рыбъ, гдѣ полушарія составляютъ только небольшой придатокъ къ среднему мозгу, и послѣ снесенія ихъ сохраняется, повидимому, нѣкоторая способность къ произвольнымъ движеніямъ и къ выбору пищи (Steiner, Vulpian).

Когда идетъ дѣло о наблюденіи на животномъ долгое время спустя послѣ удаленія большого мозга (какъ у Schradet'a), необходимо считаться теперь съ тѣмъ фактомъ, что этотъ органъ способенъ къ регенераціи, идущей отъ оставшихся частей его. Такія находки сдѣлали послѣ экстирпацій на разныхъ животныхъ Voit (1868), Поповъ, Marinesco и др. Нѣсколько случаевъ новообразованій были описаны и для человѣка (литература приведена у Stroebе, *Centralbl. f. allg. Pathol.*, 1895). Наконецъ, въ послѣднее время Vitzou (1897) прослѣдилъ подробно картину параллельнаго [анатомическаго и функциональнаго] возстановленія на обезьянѣ и собакѣ послѣ снесенія затылочныхъ долей.

на противоположной сторонѣ тѣла. Теперь же, когда вопросъ о локализацияхъ въ области большихъ полушарій рѣшенъ экспериментально въ утвердительномъ смыслѣ, мы можемъ только удивляться тому, что мнѣніе Flourens'a могло быть принято, тогда какъ самыя маловажныя отправления организма локализованы самымъ явнымъ образомъ. Однако мы увидимъ далѣе, что здѣсь надо различать два вопроса. Локализациа корковыхъ отправлений не мѣшаетъ тому, чтобы со снятіемъ все большихъ и большихъ участковъ коры, уменьшались *проявленія интеллекта, происходящія отъ гармоническаго участія самыхъ различныхъ частей полушарій.*

Чувствительные и двигательные центры коры большихъ полушарій.

Техника.—Способы, служащіе для изслѣдованія функцій большихъ полушарій, заключаются въ экстирпацияхъ и раздраженіяхъ. Эти два способа пополняютъ другъ друга. Что касается раздраженій, въ настоящее время можно сказать, что всѣ части полушарій способны возбуждаться, въ особенности посредствомъ электричества. Эта истина, по многимъ причинамъ, долгое время была неизвѣстна.

Во первыхъ, нервные элементы менѣе возбудимы, чѣмъ периферическіе нервы. Затѣмъ, расстройства кровообращенія, связанныя съ требующимися операціями, очень легко уничтожаютъ отправления нервныхъ элементовъ большого мозга. Къ тому же, анализъ эффектовъ, наблюдаемыхъ на периферіи вслѣдъ за раздраженіемъ центральныхъ частей, не былъ достаточно усовершенствованъ. Это послѣднее замѣчаніе примѣнимо столько же, если не болѣе, и къ частичнымъ экстирпациямъ коры полушарій.

Нѣкоторые участки коры отличаются тѣмъ, что раздраженіе ихъ вызываетъ, какъ одно изъ очевидныхъ явленій, движенія въ извѣстныхъ частяхъ тѣла, тѣхъ или другихъ, смотря по тому, какое мѣсто было подвергнуто раздраженію. Для другихъ же участковъ коры движенія, вызываемыя раздраженіемъ, не такъ явственны и даже только недавно были констатированы. Но за то частичныя экстирпациа этихъ послѣднихъ мѣстъ причиняютъ весьма явственную потерю чувствительности въ области того или другого органа высшихъ чувствъ. Такимъ образомъ нѣкоторое время различали въ корѣ области двигательную и чувствительную, психомоторную и психосензорную. Это различіе безусловно не можетъ быть болѣе поддерживаемо, такъ какъ съ одной стороны возбужденіе такъ называемой психосензорной коры производитъ движенія (собственно говоря, иного характера, чѣмъ при раздраженіи психомоторной коры), съ другой стороны экстирпациа такъ называемой психомоторной корковой области производитъ тоже явленія анестезіи. Тѣмъ не менѣе мы сохранимъ принятое уже раздѣленіе для удобства дальнейшаго изложенія и классификаціи явленій.

Наконецъ, вещество полушарій возбуждается, хотя и слабо, химическими агентами (поваренная соль *in substantia*) и механическими (*Tamburini* и др.).

Разграниченіе корковыхъ или психическихъ центровъ вызываетъ много несогласій. Уже изъ осмотра коры вытекаетъ, что эти центры анатомически не разграничены; борозды на поверхности полушарій, благодаря своей измѣнчивости, не могутъ служить для строгаго ихъ разграниченія. Анатомическіе элементы, напр. клѣточные (настоящіе носители отправления), у одного индивида занимающіе одну извилину, у другого расположены въ сосѣдней. Это

оказывается еще болѣе вѣрнымъ при сравненіи животныхъ различныхъ видовъ.—Кромѣ того, навѣрно на периферіи извѣстной области анатомическіе элементы одного центра смѣшаны съ анатомическими элементами другого. Это обстоятельство дало поводъ различать центральныя поля *абсолютныя* и *относительныя*. Первые доставляютъ всегда и даже исключительно одинъ извѣстный периферическій эффектъ (параличъ и возбужденіе). вторыя поля вызываютъ эффекты различные и непостоянные.—Наконецъ, сокращеніе одной и той же мышцы иногда можетъ быть вызываемо раздраженіемъ нѣсколькихъ центровъ. Напр., существуетъ особый центръ для наружнаго уха, но ушная раковина можетъ также приходить въ движеніе подъ вліяніемъ слухового центра, вызывающаго сложныя движенія, помогающія акту слуханія. Отсюда и выходило, что центръ извѣстной части тѣла локализовался часто въ различныхъ мѣстахъ коры ¹⁾.

А. Такъ называемые чувственные центры коры.

І. Психоптическій центръ.—У человѣка, обезьяны, собаки, птицъ и пр. затылочная кора содержитъ оптический центръ, функціональное состояніе котораго вызываетъ зрительныя ощущенія.

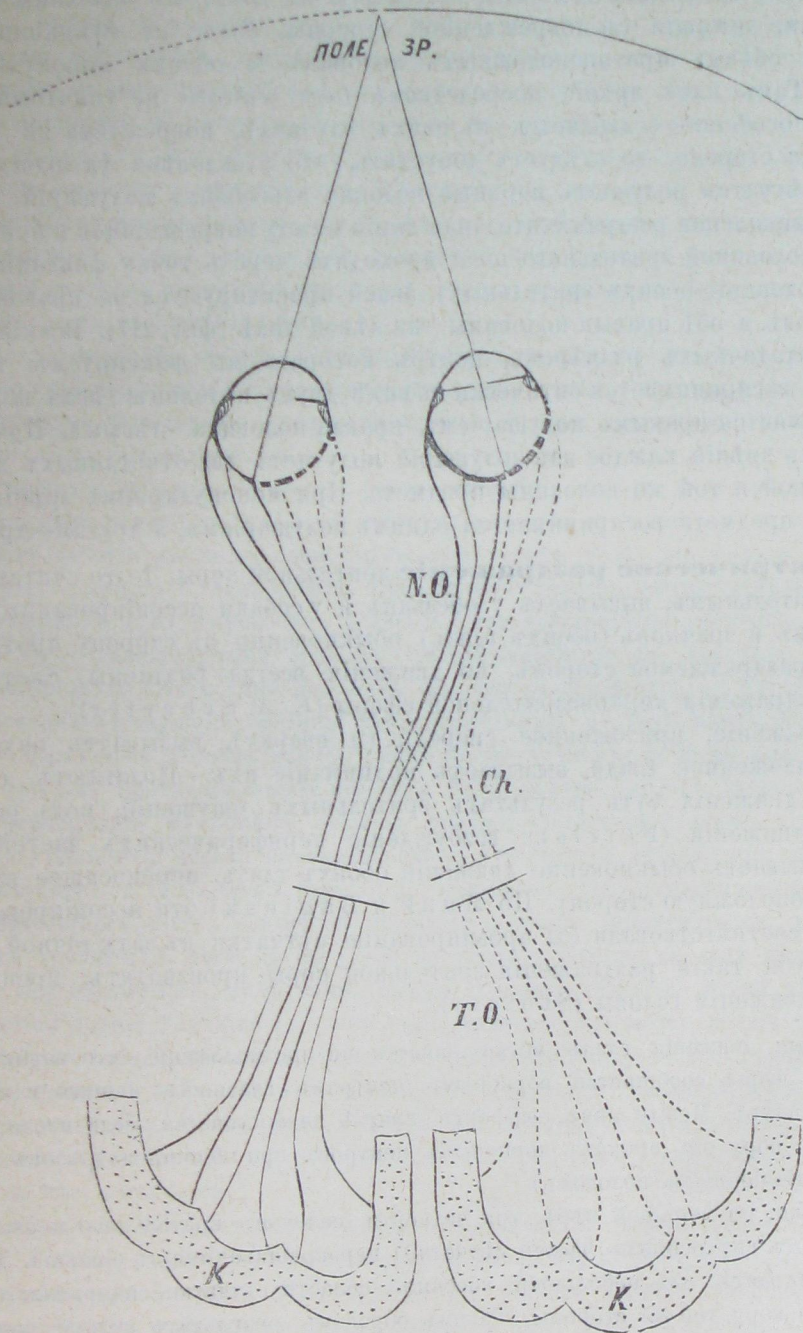
Двусторонняя *экстирпация* этой коры производитъ слѣпоту. Экстирпация съ одной стороны уничтожаетъ зрѣніе въ противоположномъ глазу у животныхъ съ полнымъ перекрестомъ зрительныхъ волоконъ въ *chiasma*, какъ напр. у голубя.

Экстирпация всей коры затылочной доли у послѣдняго животнаго дѣлаетъ его слѣпымъ на глазъ противоположной стороны. У высшихъ млекопитающихъ (собака, обезьяна) односторонняя экстирпация затылочной коры ограничиваетъ зрѣніе обоихъ глазъ (вызываетъ пробѣлы въ обоихъ зрительныхъ поляхъ), но вполне не уничтожаетъ его ни въ одномъ изъ нихъ, такъ какъ сѣтчатка каждаго глаза соединена съ обоими полушаріями.—Каждое зрительное волокно, повидимому, имѣетъ корковую точку, въ которой оно оканчивается, и эти центральныя окончанія, повидимому, распределены по мозговой площади приблизительно такъ же, какъ и палочки и колбочки въ сѣтчаткѣ (Munk).

Особенно интересна экстирпация затылочной коры у обезьяны, такъ какъ мозгъ обезьяны больше всего походитъ на человѣческій. Предположимъ, что удалена кора правой затылочной доли. Правая половина той и другой сѣтчатки больше не функціонируетъ. Животное ничего не видитъ, ничего не замѣчаетъ во всей лѣвой половинѣ зрительнаго поля. У этого животнаго по меньшей мѣрѣ треть волоконъ зрительнаго нерва—все волокна, выходящія изъ половины сѣтчатки со стороны виска—направляется въ полушаріе той же стороны. Двѣ другія трети переходятъ въ зрительномъ перекрестѣ срединную линію и направляются въ затылочную кору противоположной стороны. Двусторонняя экстирпация дѣлаетъ обезьяну окончательно слѣпой (H. Munk).

¹⁾ Изъ множества авторовъ, способствовавшихъ основанію современной физиологии головного мозга, упомянемъ: Fritsch и Hitzig, Ferrier, Carville и Duret, Munk, Lussana, Goltz, Luciani, Tamburini, Schaefer, Albertoni, Fr. Franck, Pitres, Charcot, Vulpian, Vitzou и пр. и пр. Анатомо-патологическія наблюденія надъ человѣкомъ производили Charcot, Déjerine и пр., что также много способствовало разъясненію этихъ вопросовъ.

У человека психооптический центр и вообще центральный зрительный аппарат расположен так же, как у обезьяны. Множество патологических наблюдений, из которых некоторые имеют значение настоя-



Фиг. 217.—Схема зрительного нервного аппарата по отношению к полю зрѣнія. *K* кора зрительныхъ центровъ въ затылочной долѣ; *T.O.* зрительная полоска *tractus opticus* и лучистое расхожденіе зрительныхъ волоконъ по направленію къ корѣ; *Ch.* зрительный перекрестъ; *N.O.* зрительный нервъ.

щихъ опытовъ, показываетъ, что каждая сѣтчатка соединена съ обоими полушаріями. Перекрещенный зрительный пучекъ, нѣсколько болѣе толстый,

тѣмъ прямой, происходитъ изъ внутренней половины сѣтчатки [фиг. 217]. Одностороннее разрушеніе какъ затылочной коры, такъ и бѣлаго пучка, идущаго изъ этой доли къ зрительнымъ буграмъ, наконецъ, разрушеніе зрительной полосы вызываетъ геміопію, состоящую въ томъ, что половины обѣихъ сѣтчатокъ, лежащія съ поврежденной стороны, болѣе не функционируютъ (слѣпота обѣихъ противоположныхъ половинъ ¹⁾ обѣихъ монокулярныхъ полей). Такъ какъ зрѣніе посредствомъ *fovea centralis* не уничтожается и даже не особенно ослабляется въ этихъ случаяхъ, повреждена ли правая или лѣвая сторона, то слѣдуетъ допустить, что у человѣка физиологическій центръ сѣтчатки получаетъ нервные волокна изъ обѣихъ полушарій. Кроме того, вертикальная разграничительная линія между поврежденной и неповрежденной половиной зрительнаго поля проходитъ черезъ точку фиксаціи. Обѣ лѣвыя половины обѣихъ зрительныхъ полей проектируются на правой затылочной долѣ, а обѣ правыя половины—на лѣвой долѣ (фиг. 217). Всякій предметъ достаточныхъ размѣровъ, центръ котораго мы фиксируемъ, такимъ образомъ воспринимается оптически въ видѣ двухъ половинъ: лѣвая половина воспринимается правымъ полушаріемъ, правая половина—лѣвымъ. При бинокулярномъ зрѣніи каждое изъ полушарій получаетъ два отчетливыхъ изображенія одной и той же половины предмета. При монокулярномъ зрѣніи одна половина предмета воспринимается однимъ полушаріемъ, а другая—другимъ.

Электрическое раздраженіе зрительной коры, долго считавшееся неэффективнымъ, вызываетъ у обезьянъ и у собаки ассоціированныя движенія вѣкъ и зрачковъ (обѣихъ глазъ) обыкновенно въ сторону противоположную раздражаемой сторонѣ, но движенія всегда различны, смотря по мѣсту раздраженія корково-зрительной сферы (E. A. Schaefer).

Раздраженіе, приложенное спереди (и вверху), вызываетъ опусканіе глазъ; приложенное сзади, вызываетъ подниманіе ихъ.—Полагаютъ, что эти сложныя движенія суть результатъ зрительныхъ ощущеній, родъ рефлекторныхъ движеній (Fergier); возбужденіе периферическихъ частей сѣтчатки вызываетъ обыкновенно движеніе обѣихъ глазъ, переносящее взглядъ въ противоположную сторону. По Munk и Baginski эти ассоціированныя движенія соотвѣтствовали бы проецированію сѣтчатки въ затылочной корѣ.

У голубя такія раздраженія зрительной коры производятъ, преимущественно, движенія головы (Steiner).

Сложныя движенія глазъ могли навести на предположеніе, что возбужденіе зрительной коры сообщается корковымъ центрамъ глазныхъ мышцъ и мышцъ вѣкъ (см. далѣе). Между тѣмъ, эффектъ ничуть не измѣняется, если изолировать затылочную кору отъ прочихъ корковыхъ центровъ при помощи надрѣзовъ (перерѣзка ассоціаціонныхъ волоконъ).

У собаки, по меньшей мѣрѣ, три четверти волоконъ зрительнаго нерва (все отходящія отъ внутреннихъ частей сѣтчатки) перекрещиваются въ *chiasma*. Тѣ же, которыя выходятъ изъ небольшой височной области сѣтчатки, направляются въ затылочную кору той же стороны. Такимъ образомъ, результатъ полной экстирпации затылочной коры на одной сторонѣ, напр. правой, будетъ слѣдующій. Съ перваго взгляда правый глазъ кажется функционирующимъ нормально, а лѣвый ослѣпшимъ. Если прикрыть правый глазъ, животное сперва ничего, повидимому, не видитъ: если заставить его двигаться, оно натывается на окружающіе предметы.

¹⁾ Т. е. внутренней половины сѣтчатки въ одномъ глазу, наружной въ другомъ.

Нѣсколько недѣль спустя, зрѣніе этимъ глазомъ на столько улучшается, что позволяетъ животному избѣгать препятствій при медленной ходьбѣ.

Дѣло въ томъ, что у собаки наибольшая часть сѣтчатки, включительно съ областью самаго отчетливаго зрѣнія, иннервируется полушаріемъ противоположной стороны. Очень небольшой височный отдѣлъ сѣтчатки, иннервируемый полушаріемъ той же стороны, продолжаетъ функционировать послѣ экстирпаціи затылочной коры противоположной стороны; но только зрѣніе при помощи его настолько несовершенно, что не можетъ служить даже для избѣганія грубыхъ препятствій. Потомъ собака, въ силу практики, выучивается пользоваться имъ для ориентировки, хотя, очевидно, само зрѣніе, т. е. острота его, нисколько не увеличивается. Въ то же время можно показать, что въ правомъ глазу, съ виду нормальномъ, находится височный отдѣлъ небольшой величины, невозбудимый свѣтомъ—пробѣлъ съ носовой стороны въ зрительномъ полѣ, такого же размѣра, какъ еще функционирующая часть въ лѣвомъ глазу.

Послѣ экстирпаціи обоихъ психооптическихъ центровъ (что надо дѣлать въ нѣсколько пріемовъ) собака становится совершенно слѣпой. Слѣдуетъ только широко экстирпировать затылочную кору, захватывая и кору внутренней поверхности, обращенную къ *falx cerebri*.

Экстирпація небольшихъ частей психооптического центра уничтожаетъ зрѣніе только въ опредѣленныхъ отдѣлахъ сѣтчатки и всегда въ однихъ и тѣхъ же. Она порождаетъ слѣпые мѣста въ одиночномъ зрительномъ полѣ, окруженные поясами, въ которыхъ животное еще видитъ. Опредѣленіе такихъ нечувствительныхъ къ свѣту участковъ дало возможность доказать, что чувствующие элементы сѣтчатки связаны съ психосензорными точками, распределенными въ мозговой корѣ по двумъ измѣреніямъ почти такъ же, какъ палочки распределены въ сѣтчаткѣ. Такимъ образомъ экстирпація средины затылочной коры въ томъ мѣстѣ, которое на фиг. 218 обозначено словомъ *зрѣніе*, уничтожаетъ зрѣніе въ области самаго яснаго видѣнія въ глазу противоположной стороны. Если, теперь, закрыть здоровый глазъ, или экстирпировать съ обѣихъ сторонъ средину затылочной коры, зрительные симптомы становятся весьма замѣчательными. Отчетливое зрѣніе, при посредствѣ центра сѣтчатки, т. е. въ точкѣ фиксаціи, уничтожено. Оно сохранилось въ остальномъ зрительномъ полѣ. Животное довольно хорошо ориентируется, избѣгаетъ большихъ препятствій даже на бѣгу, но не узнаетъ больше по виду самыхъ знакомыхъ ему предметовъ, такъ напр. своего хозяина, хлыста, куска мяса и пр. Впослѣдствіи зрѣніе улучшается, такъ какъ животное научается лучше объяснять себѣ недостаточныя зрительныя ощущенія: узнаетъ по виду своего хозяина, пищу и пр. Раздраженіе этого мѣста не вызываетъ глазныхъ движеній, развѣ только движенія конвергенціи, тогда какъ раздраженіе другихъ точекъ влечетъ за собой ассоціированныя движенія въ сторону, совершенно какъ раздраженіе соответственныхъ мѣстъ сѣтчатки.

Миллсъ иначе толкуетъ замѣчательные результаты своихъ опытовъ и наблюдений. Собака, у которой экстирпирована часть затылочной коры, обозначенная надписью «зрѣніе» (фиг. 218),—будетъ ли это съ обѣихъ сторонъ или съ одной, лишь бы въ послѣднемъ случаѣ закрыть былъ здоровый глазъ,—еще видѣть, но не узнаетъ больше знакомыхъ предметовъ. Она находится, говорить Миллсъ, въ положеніи новорожденнаго, который долженъ учиться распознавать предметы по виду. вмѣстѣ съ этой частью мозговой коры удалены болѣе или менѣе продолжительно сохраняющіяся зрительныя впечатлѣнія, благодаря которымъ животное узнаетъ уже видѣнный имъ предметъ. Зрительныя впечатлѣнія не приводятъ больше ему на память толпу другихъ ощущеній, которыя прежде

доставлялъ ему видѣнный предметъ. Оно потеряло образы или зрительныя представленія предметовъ. Возможно, что послѣднія хранились около экстирпированной точки, быть можетъ въ анатомическихъ элементахъ, отличающихся отъ чувствующихъ элементовъ коры; они и могли быть удалены вмѣстѣ съ корой. Въ обыкновенное время не вся зрительная кора служила бы для образованія этого склада зрительныхъ представленій; послѣ удаленія его вступаютъ въ дѣятельность сохранившіяся сосѣднія части коры. Животное снова должно начать откладывать тамъ свои зрительныя впечатлѣнія и ассоціировать ихъ съ другими ощущеніями, которыя доставляются дѣйствіемъ предметовъ на прочія чувства: оно должно заново *учиться видѣть*. Состояніе глаза послѣ удаленія указанныхъ частей коры, т. е. потеря зрительныхъ представленій, у Munk'a носитъ названіе *душевной или интеллектуальной слѣпоты* (Seelenblindheit). Та же часть сѣтчатки, у которой удалены чувствующіе центры коры и которая, слѣдовательно, не можетъ больше производить зрительныхъ ощущеній, — она поражена *корковой слѣпотой*. — По нашему мнѣнію, вся совокупность извѣстныхъ фактовъ не допускаетъ иного объясненія, кромѣ даннаго выше. Munk, видимо, слишкомъ руководился соображеніями, заимствованными изъ классической психологіи.

Состояніе, аналогичное наблюдаемому у собаки послѣ удаленія корковой области самага отчетливаго зрѣнія, довольно часто замѣчается у человѣка. При болѣзни, извѣстной подъ именемъ scotoma centralis, периферія сѣтчатки обоихъ глазъ функціонируетъ нормально, но физиологическій центръ сѣтчатки нечувствителенъ. Пораженный такой болѣзью человѣкъ отлично ходитъ по самымъ люднымъ улицамъ, легко оріентируется и избѣгаетъ препятствій, но онъ больше не узнаетъ ни лицъ, ни предметовъ, сколько нибудь небольшихъ. Онъ не можетъ уже читать, не различаетъ выраженія лица своего собесѣдника, не замѣчаетъ за столомъ, что ему кладутъ на тарелку и т. д. Онъ ведетъ себя такъ, какъ будто онъ пораженъ «интеллектуальной слѣпотой»; часто онъ одержимъ полной «корковой слѣпотой» въ *macula lutea*. — Munk экстирпировалъ у собаки затылочную кору и такимъ образомъ, что оставалась нетронутой центральная область. Собака при этомъ держитъ себя какъ человѣкъ, у котораго не функціонируетъ больше периферія сѣтчатки, но который отлично видитъ въ точкѣ фиксаціи. Такой патологическій случай наблюдается иногда у человѣка. Субъектъ читаетъ мельчайшій шрифтъ, фиксируемый непосредственно, но онъ не умѣетъ оріентироваться въ пространствѣ, на все натывается и не смогъ бы пройти по сколько нибудь многолюдной улицѣ безъ риска быть раздавленнымъ. Онъ находится въ положеніи того, кто вздумалъ бы смотрѣть передъ собой чрезъ длинную, очень узкую трубку.

У человѣка въ числѣ мозговыхъ поврежденій описаны симптомы, которые можно было бы назвать «душевной» или «психической слѣпотой»; индивидуумъ еще видитъ, но не распознаетъ ничего по виду. Значительное количество этихъ наблюденій объясняется совмѣстными зрительными расстройствами. Тѣмъ не менѣе мы не хотимъ отрицать возможности подобныхъ состояній. Представленіе о предметѣ предполагаетъ ассоціацію множества ощущеній, локализовавшихся въ различныхъ мѣстахъ коры (см. дальше), именно зрительныхъ ощущеній, вызывавшихся этимъ предметомъ. Полагаютъ, что въ этихъ случаяхъ патологическій процессъ поражаетъ преимущественно соединительные ассоціаціонные пути между психооптическимъ центромъ и болѣе далекими частями, тогда какъ центроостремительные проводники и зрительныя клѣтки коры относительно не тронуты. Поэтому видъ предмета не можетъ больше вызывать путемъ ассоціаціи другихъ впечатлѣній, доставлявшихся тѣмъ же предметомъ; его уже нельзя больше узнать по виду. Если бы эти факты были наблюдаемы съ полною очевидностью, все-таки

это не заставило бы локализовать зрительныя представленія въ однихъ специальныхъ анатомическихъ элементахъ (клеточныхъ) зрительной коры, а ощущенія въ другихъ элементахъ той же коры.

У человѣка наблюдается и полная корковая слѣпота. Тогда сохраняются зрачковые рефлексъ на свѣтъ, центръ которыхъ находится на уровнѣ четверохолмія. Въ нѣкоторыхъ болѣзняхъ головного мозга возбужденіе психооптическихъ центровъ можетъ вызывать галлюцинаціи зрѣнія, ограничивающіяся иногда однимъ глазомъ и даже частью одной сѣтчатки. Въ послѣднемъ случаѣ эта часть сѣтчатки можетъ быть нечувствительной къ вѣшнему свѣту, можетъ страдать скотомой по причинѣ центральнаго характера.

Ferrier, Luciani, Tamburini и др. вызывали экстирпаціей всей коры затылочной доли точно также геміопію у обезьяны. Но тотъ же самый результатъ они получали, когда экстирпировался *gyrus angularis*, окружающій концы Сильвиевой борозды и спускающійся въ височную долю. Munk доказалъ, что поврежденіе въ этомъ мѣстѣ одной только коры не рѣзстриваетъ зрѣнія; послѣднее наступаетъ только въ томъ случаѣ, когда поврежденіе идетъ сколько-нибудь глубоко. Тогда затрагивается большой пучекъ бѣлаго вещества, идущій изъ затылочной доли къ зрительнымъ буграмъ и четверохолмію, т. е. проводящіе пути къ корковому зрительному центру.

II. Центральный ходъ зрительныхъ волоконъ отъ сѣтчатки къ психооптическому центру.—Съ патологической точки зрѣнія это важный вопросъ, который выяснился главнымъ образомъ благодаря фізіологическимъ изысканіямъ.

Первымъ является вопросъ о полномъ или частномъ перекрещиваніи въ *chiasma*. Уже Newton, чтобы объяснить нѣкоторые факты бинокулярнаго зрѣнія, предположилъ у человѣка половинное перекрещиваніе. Простая анатомія легко обнаруживаетъ, что у рыбъ и птицъ перекрещиваніе зрительныхъ нервовъ въ *chiasma* полное, но она не въ силахъ разрѣшить тотъ же вопросъ у млекопитающихъ. У нихъ безъ сомнѣнія перекрещиваніе существуетъ, вопросъ только въ томъ, полное оно или неполное. Рѣшительное доказательство доставилъ Nissl. При помощи ножа, пропущеннаго черезъ небный сводъ, онъ раздѣлялъ у молодыхъ кошекъ *chiasma* сагиттальнымъ разрѣзомъ по медіальной линіи. Животныя еще продолжали видѣть: доказательство, что перекрещиваніе неполное. Факты, приведенные выше, доказываютъ въ свою очередь, что у собаки, обезьяны и человѣка каждое изъ полушарій сообщается съ обѣими сѣтчатками. Уже на основаніи одной аналогіи мы могли бы придти къ допущенію, что и у послѣднихъ животныхъ тоже, именно въ *chiasma*, часть зрительныхъ волоконъ переходитъ медіальную линію. Патологическія наблюденія, сдѣланныя надъ человѣкомъ, обнаруживаютъ это съ очевидностью. И дѣйствительно, потеря одного глаза влечетъ за собой перерожденіе зрительнаго нерва по направленію къ центрамъ. Это перерожденіе переходитъ *chiasma* и простирается на нѣкоторые пучки обѣихъ зрительныхъ полосокъ. Разрушеніе одной зрительной полоски, нѣсколько разъ наблюдавшееся у человѣка, производитъ геміопію такого рода, что половины обѣихъ сѣтчатокъ съ поврежденной стороны болѣе не функционируютъ, такъ какъ раздѣлительная линія проходитъ черезъ *fovea centralis*. Отсюда слѣдуетъ предположить, что прямой, не перекрещенный, пучекъ у человѣка довольно объемистъ. Полагаютъ, что онъ заключаетъ въ себѣ, по крайней мѣрѣ, треть всего зрительнаго нерва. У обезьянъ прямой пучекъ нѣсколько меньше, у собаки онъ очень малъ, а у птицъ и рыбъ его вовсе не имѣется.

Нѣсколько мѣсяцевъ спустя послѣ экстирпаціи обонхъ глазъ у молодой со-

баки или у кролика, оба зрительныхъ нерва оказываются атрофированными или вѣрнѣе неразвившимися. Атрофія распространяется черезъ *chiasma* на зрительныя полоски и даже на нѣкоторыя части сѣраго вещества большого мозга. Однако полоски атрофируются не пѣликомъ, что доказываетъ, что *chiasma* и зрительныя полоски заключаютъ также волокна, не имѣющія ничего общаго съ зрительными нервами (*G u d d e n*) и переходящія въ перекрестъ съ одной полоски на другую. Поэтому не всѣ центральныя окончанія волоконъ въ *tractus optici* можно считать служащими функціи зрѣнія.

Зрительная полоска, обогнувъ основаніе мозговой ножки, подымается на поверхность задняго конца зрительнаго бугра и дѣлится на два корешка, изъ которыхъ одинъ, наружный, направляется къ *corpus geniculatum externum*, другой, внутренній, къ *corpus geniculatum internum*. Большое количество волоконъ наружнаго корешка оканчивается въ *corpus geniculatum externum*. Есть такія, которыя переходятъ эту границу; одни изъ нихъ вступаютъ въ сѣрое вещество переднихъ бугровъ четверохолмія черезъ *brachia conjunctiva anteriora*, другія теряются на поверхности и въ глубинѣ *pulvinar* зрительныхъ бугровъ. Внутренній корешокъ полоски оканчивается въ *corpus geniculatum internum*. Нѣкоторыя изъ его волоконъ, повидимому, поднимаются къ большому мозгу вмѣстѣ съ основаніемъ мозговой ножки, наконецъ другія (не зрительныя) достигаютъ заднихъ бугровъ четверохолмія черезъ *brachia conjunctiva posteriora*. Съ другой стороны, тѣ части головного мозга, гдѣ заканчиваются волокна зрительной полоски, соединены съ мозговой корой: четверохолміе посредствомъ *brachia conjunctiva*, *corpus geniculatum externum* и *pulvinar*, посредствомъ многочисленныхъ волоконъ лучистаго вѣнца, направляющихся въ затылочную кору (зрительная лучистость *Gratiolet*).

У новорожденнаго животнаго послѣ экстирпаціи глазъ *corpus geniculatum externum*, *pulvinar* и передніе бугры четверохолмія атрофируются. Внутренній корешокъ полоски, *corpus geniculatum internum* и задніе бугры четверохолмія остаются безъ измѣненія (*G u d d e n*). Слѣдовательно, къ зрительной системѣ принадлежитъ только наружный корешокъ зрительной полоски, *corpus geniculatum externum*, *pulvinar* и передніе бугры четверохолмія. Атрофія точно также распространяется на кору затылочной доли (*M u n k, Charcot*).

Зрительныя волокна изъ этихъ различныхъ мѣстъ сходятся для образованія пучка, проходящаго у задняго конца внутренней капсулы, который, затѣмъ, направляется спереди назадъ, черезъ затылочную долю, къ затылочной корѣ.

Ретино-пупиллярныя волокна въ зрительномъ нервѣ, вызывающія свѣтовой рефлексъ на зрачекъ, толще (по *G u d d e n*'), чѣмъ собственно зрительныя волокна. Они направляются къ *corpus geniculatum externum*, но дальше его не идутъ.

III. Психо-акустическій центръ. — На основаніи согласныхъ результатовъ, полученныхъ *Ferrier* и *M u n k*омъ, въ корѣ височной доли, нѣсколько къ краю ея, находится кортикоакустическій центръ (для собаки см. фиг. 218 въ мѣстѣ, обозначенномъ *слухъ*; для обезьяны см. фиг. 219, стр. 589, въ *B*). Разрушеніе этой коры на большомъ протяженіи вызываетъ глухоту въ противоположномъ ухѣ.

Ferrier доказалъ существованіе этого центра у обезьяны, кролика, шакала и кошки. *M u n k* описываетъ «душевную» и «корковую глухоту». Первая является результатомъ ограниченной экстирпаціи коры *B* (фиг. 219), центральной точки психоакустическаго центра. На основаніи того, что было сказано о душевной

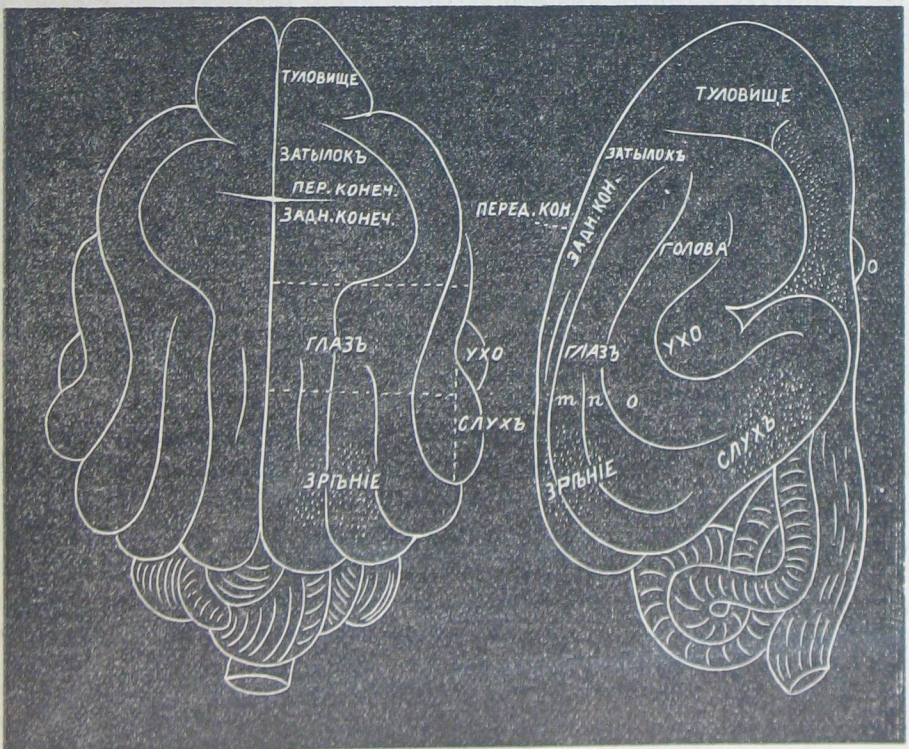
слѣпотѣ, здѣсь рѣчь идетъ, вѣроятно, о полной потерѣ нѣкоторыхъ слуховыхъ ощущеній.

Наконецъ, по Munk, Baginski, Steiner, раздраженіе этого психоакустическаго центра прерывистымъ токомъ производитъ ассоціированныя движенія ушей и всей головы, которыя могутъ быть сравниваемы съ получаемыми отъ раздраженія зрительнаго центра коры (движенія вниманія съ цѣлю прислушиванія) и являются весьма отличными отъ вызываемыхъ раздраженіемъ центра ушной раковины. Ferrier, Fritsch и Hitzig давно уже отмѣтили движенія наружнаго уха при раздраженіи височной коры. Ferrier даже назвалъ ихъ рефlekсами, хотя они и ограничивались ухомъ противоположной стороны (у обезьяны послѣ раздраженія мѣста 14, фиг. 220). Въ результатъ однако мы еще не умѣемъ съ достовѣрностью отличать движеній, вытекающихъ изъ слуховыхъ ощущеній, отъ движеній, вызываемыхъ раздраженіемъ центра наружнаго уха.

IV. Коровые центры обонятельныхъ и вкусовыхъ ощущеній не опредѣлены съ достаточной точностью, такъ какъ реакціи животныхъ подъ вліяніемъ этихъ ощущеній слишкомъ мало характерны. По-видимому, ихъ надо искать въ корѣ основанія большаго мозга. Ferrier оба центра помѣщаетъ (у обезьяны и у человѣка) въ gyrus uncinatus, см. фиг. 223. Munk помѣщаетъ обонятельный центръ у собаки точно также въ основаніи большаго мозга, въ gyrus hippocampi (та же фигура).

В. Двигательные корковые центры.

Электрическія раздраженія въ области, лежащей около *sulcus cruciatus*



Фиг. 218.

собаки (фиг. 218), вызываютъ сокращенія самыхъ различныхъ группъ мышцъ туловища и конечностей, но всегда на противоположной сторонѣ тѣла. Если

раздраженіе дѣйствуетъ на мѣсто, обозначенное *перед. кон.*, у конца *sulcus cruciatus*, приходитъ въ дѣятельность мышцы передней конечности. Мышцы задней конечности начинаютъ дѣйствовать, если раздраженіе падаетъ на мѣсто, указанное буквами *задн. кон.*, позади *sulcus cruciatus*. Открыть центръ для затылка, для туловищныхъ мышцъ, для мышцъ лица, иннервируемыхъ личнымъ нервомъ (*голова*), и центръ для вѣшнихъ мышцъ глаза; оба послѣднихъ надъ *fissura Sylvii* — Раздраженіе мѣста *ухо* вызываетъ (по *Munk*у) движенія въ ушныхъ мышцахъ противоположной стороны; если же оно падаетъ на мѣсто, обозначенное *глазъ*, то вызываются движенія въ мышцахъ глазной области на противоположной сторонѣ. Эти послѣднія мѣста не надо смѣшивать съ психооптическимъ и психоакустическимъ центрами, обозначенными на фиг. 218 какъ *зрѣніе* и *слухъ*, которые служатъ вмѣстилищемъ специфическихъ ощущеній этихъ органовъ чувствъ. На поверхности полушарій найдены также центры для самыхъ различныхъ мѣстъ тѣла. Впереди *sulcus cruciatus*, въ лобной долѣ, *Munk* помѣщаетъ центръ для затылка (*затылокъ*), а въ передней лобной лопасти центръ для туловища. Центры эти пока еще сомнительны. Въ поясѣ, помѣченномъ *голова*, расположенъ рядъ центровъ для различныхъ мѣстъ лица (ротъ, языкъ и пр.). Въ частности, въ передней части лобной доли указываютъ центръ для голосовыхъ движеній гортани (*Krause*).

Можно еще подробнѣе расчленивъ эти „корковые“ или, какъ ихъ часто называютъ, *психомоторные* центры; въ центрѣ для передней конечности можно опредѣлить одну точку, раздраженіе которой производитъ сокращеніе сгибателей и другую, которая вызываетъ сокращеніе разгибателей той же конечности (*Luciani* и *Tamburini*). *Ferrier* подвинулъ далеко впередъ анализъ корковыхъ центровъ въ особенности у обезьяны (фиг. 220).

Характеръ сокращеній, вызываемыхъ раздраженіемъ различныхъ т. наз. двигательныхъ центровъ. — Одиночное и не слишкомъ интенсивное раздраженіе, приложенное напр. къ центру для какой либо конечности, вызываетъ въ ней слабое движеніе, нѣчто вродѣ дрожанія, которое весьма похоже на продолжительное простое вздрагиваніе мышцы, въ дѣйствительности же это непродолжительный тетанусъ. Чуть только раздраженіе становится сильнѣй, сокращеніе является болѣе продолжительнымъ, получается уже явственный тетанусъ. При раздраженіи еще болѣе сильнымъ, въ особенности, если оно продолжительно, мышцы раздражаемаго центра приходятъ въ настоящій тетанусъ, затѣмъ мышцы сосѣднихъ центровъ и т. д.; возбужденіе распространяется мало по малу (по всей корѣ) и въ концѣ концовъ животное охватывается общими и обоюдосторонними судорогами, похожими на эпилептическія. Если изолировать какой нибудь центръ посредствомъ множества надрѣзовъ, то его мышцы не вовлекаются въ конвульсіи при раздраженіи какой-либо другой части коры. — Послѣ перваго и втораго эпилептическаго припадка часто для вызова его вновь достаточно малѣйшаго раздраженія ¹⁾.

Послѣдствія экстирпаціи „двигательныхъ центровъ“. — Ограниченная экстир-

¹⁾ Если нѣсколько разъ къ ряду раздражали извѣстную «двигательную точку» и перешли затѣмъ къ раздраженію новой точки, то это послѣднее раздраженіе иногда даетъ эффектъ первой точки. Это объясняется крайне повышенной раздражительностью первой точки; вѣтви тока, приходящія къ ней, достаточны, чтобы возбудить ее. Въ самомъ дѣлѣ, при новыхъ раздраженіяхъ второй точки, эффекты первой перестаютъ появляться.

пація коры въ указанныхъ мѣстахъ сопровождается характерными *разстройствами движенія и чувствительности* въ соотвѣтственныхъ периферическихъ органахъ противоположной стороны.

Положимъ, экстирпированъ „центр“ правой передней конечности. Животное способно двигать этой конечностью при ходьбѣ, бѣгая, прыгая, при всякихъ сложныхъ движеніяхъ, требующихъ обыкновенно участія обѣихъ половинъ тѣла; слѣдовательно, настоящаго паралича нѣтъ. Но движенія этой конечности неловки: животное поскальзывается на гладкомъ мѣстѣ, подымаясь по лѣстницѣ, оступается (этой лапой); нога будто отдавлена къ ступнѣ. Часто она подгибается въ ту или другую сторону, опирается тыльной частью вмѣсто подошвенной и пр. Эти разстройства съ теченіемъ времени улучшаются и, если экстирпація была не слишкомъ велика, исчезаютъ совершенно. Они остаются навсегда, если экстирпирована обширная часть коры, если „центръ конечности“ былъ удаленъ вполне. — Разсматриваемая конечность въ то же время представляетъ извѣстную нечувствительность (Schiff). Если дотронуться, дня три, четыре спустя послѣ операціи, пальцемъ до одной изъ трехъ здоровыхъ лапъ, животное тотчасъ же начинаетъ ее осматривать, удаляетъ ее и, если оно злое, пробуетъ кусаться. Ногу же, центръ которой экстирпированъ, можно медленно переставлять, сгибать въ суставахъ, не вызывая ни малѣйшаго сопротивленія со стороны животного. Животное оставляетъ ее въ какомъ угодно положеніи, пока не начинаетъ ходить. При ходьбѣ животное ползается этой лапой, но неловко: то слишкомъ высоко ее подниметъ, то слишкомъ низко. Разстройства особенно явственны тогда, когда при ходьбѣ приходится преодолевать препятствія или круто поворачивать. Животное этой ногой никогда не сдѣлаетъ изолированнаго движенія, чтобы схватить чтонибудь, почесаться. Карабкаясь куданибудь, животное опирается только на здоровую переднюю конечность, другая же виситъ. Если оно ранѣе было выучено подавать лапу по командѣ, то больше не исполняетъ этого или подаетъ другую. Поставленное на столъ такимъ образомъ, чтобы лапа, о которой говорится, ступала въ пустоту, животное не подтянетъ ее, но оставитъ висѣть. Если теперь оно вздумаетъ ходить, оно начинаетъ работать всѣмъ туловищемъ и тремя остальными ногами, чтобы не упасть со стола. — Изъ всего этого вытекаетъ, что конечность, центръ которой удаленъ, лишилась тактильной и мышечной чувствительности. Животное не сознаетъ больше положеній ноги; слѣдовательно, оно и не можетъ по произволу измѣнять и регулировать ея движеній. Оно, вѣроятно, лишилось всякихъ сознательныхъ представленій о движеніяхъ этой конечности и не владѣетъ ею по желанію и отдѣльно отъ прочихъ. Но въ силу рефлекторной или автоматической иннерваціи оно владѣетъ ею одновременно съ остальными, приблизительно такимъ же образомъ, какъ оно производитъ движенія всѣми частями тѣла послѣ удаленія обоихъ полушарій (стр. 553). Кора, о которой идетъ рѣчь, заключаетъ въ себѣ корковый *психосензорный* (рядомъ съ психомоторнымъ) центръ для осознательной и мышечной чувствительности этой ноги (H. Munk), совершенно въ томъ же смыслѣ, какъ затылочная кора заключаетъ корковый центръ для зрительныхъ ощущеній.

Эта потеря чувствительности, которой не замѣтили во время первыхъ опытовъ, въ настоящее время считается очень важнымъ фактомъ. Ею объясняются и всѣ вышеупомянутыя разстройства въ движеніяхъ, сопровождающія также экстирпацію коры. Въ самомъ дѣлѣ, разстройства эти весьма схожи съ тѣми, которыя получаютъ отъ перерѣзки заднихъ корешковъ

спинномозговыхъ нервовъ. Понятно, что животное, не чувствуя больше своей конечности, производитъ ею и движенія ненормальныя. Неловкость движеній получается отъ того, что точная регуляція и вѣрность ихъ не устанавливается больше постоянными поправками, происходящими отъ центростремительныхъ возбужденій, особенно со стороны нервовъ тактильных и мышечнаго чувства. Этотъ параличъ довольно похожъ на потерю возможности хватать пищу губами, которая наблюдается на лошади послѣ перерѣзки обоихъ суборбитальныхъ нервовъ, чисто чувствительныхъ для верхнихъ губъ (Exner). Движенія, вызываемыя кортикальнымъ раздраженіемъ, представлялись бы родомъ рефлексовъ (Schiff).

Разстройства чувствительности вполнѣ явственны только въ томъ случаѣ, если экстирпація коры сколько нибудь обширна. Понятно, что простое пониженіе чувствительности или частную потерю чувствительности трудно бываетъ обнаружить, такъ какъ они причиняютъ лишь мало замѣтныхъ разстройствъ движеній.

Наконецъ, эта анестезія уменьшается и, повидимому, исчезаетъ около мѣсяца спустя, если только экстирпація была не очень обширна, такъ какъ въ послѣднемъ случаѣ анестезія остается окончательной.

Бываютъ случаи, когда у человѣка, какъ послѣдствіе измѣненія полушарій, наблюдается анестезія одной или нѣсколькихъ конечностей. Такіе больные могутъ почти нормально двигать этими конечностями при условіи, что они смотрятъ на послѣднія. Напротивъ, такая конечность опускается какъ парализованная, если больной перестаетъ смотрѣть на нее или находится въ темнотѣ. Точно также собака, потерявшая чувствительность въ лапѣ, будетъ ею двигать ненормально, безсознательнымъ путемъ. Причина здѣсь аналогична съ той, по которой собака не трогается съ мѣста, когда ей предлагаютъ кусокъ говядины въ части зрительнаго поля, ставшей слѣпой вслѣдствіе экстирпаціи зрительной коры. Въ обыкновенное время это зрительное впечатлѣніе неминуемо вызвало бы очень сложное движеніе животного, чего теперь однако нѣтъ; оно (движеніе) парализовано, если угодно, въ томъ же самомъ смыслѣ, какъ уничтожаются, измѣняются вслѣдствіе экстирпаціи коркового центра для ноги, затылка и т. д. нѣкоторыя ограниченныя движенія. Мы знаемъ, что собака еще способна къ движеніямъ послѣ экстирпаціи обоихъ большихъ полушарій. Лапа, центръ которой удаленъ, двигается, повидимому, подъ вліяніемъ двигательныхъ центровъ средняго мозга. Но эти центры не приводятся больше въ дѣятельность впечатлѣніями, исходящими изъ этой конечности. Кромѣ того, исчезла сознательная регулировка движеній этой конечности, поскольку она происходитъ отъ сознательныхъ ощущеній, получаемыхъ изъ этой конечности. Исчезли и движенія этой лапы, происходяшія вслѣдствіе двигательныхъ импульсовъ, идущихъ изъ мозговой коры. Къ ихъ числу принадлежитъ «подаваніе» лапы. Оперированная собака не подаетъ ее болѣе, такъ какъ всѣ настоящія и прошедшія ощущенія, происходившія изъ этой лапы, утрачены: собака больше не ощущаетъ этой лапы и не имѣетъ объ ней никакого представленія (тактильнаго и пр.). У человѣка аналогичное явленіе представляетъ глухонѣмота. Глухонѣмой не говорить, потому что не слышитъ. Въ силу упражненія онъ можетъ выучиться говорить съ помощью однихъ только ощущеній (осознательныхъ и пр.), доставляемыхъ ртомъ, языкомъ, глоткой. Тогда онъ говоритъ почти такъ же, какъ онъ чиститъ себѣ зубы языкомъ.

Замѣчено, что движенія, вызываемыя въ лапѣ раздраженіемъ ея кортикальнаго центра, ничуть не похожи на движенія, совершаемыя животнымъ волевымъ образомъ; они или ограничиваются нѣсколькими мышцами, или, если они болѣе

обще, то похожи на беспорядочныя судороги; слѣдовательно, они не являются послѣдствіемъ субъективныхъ ощущеній и имъ недостаетъ координаціи для опредѣленной цѣли. Прежде всего, весьма вѣроятно, что двигательный результатъ электрическаго раздраженія коры, всегда болѣе или менѣе грубый, долженъ быть отличнымъ отъ нормальной иннервации этихъ частей, безконечно лучше расчлененной. Съ другой стороны, мы знаемъ уже корковыя области, электрическое раздраженіе которыхъ производитъ хорошо комбинированныя и даже ассоціированныя движенія.

Разстройства движенія, слѣдующія за экстирпацией коры, тѣмъ менѣе выражены, чѣмъ ниже стоитъ въ лѣстницѣ позвоночныхъ то животное, надъ которымъ производятъ опытъ. Этотъ результатъ могъ быть заранее предусмотрѣнъ, судя по результатамъ удаленія полушарій цѣликомъ. По мѣрѣ нисхожденія по животной лѣстницѣ, мозговая кора принимаетъ все меньшее участіе въ обычныхъ движеніяхъ животного.

Возстановленіе движенія и чувствительности въ конечности, центръ которой экстирпированъ (отчасти), есть фактъ такого же рода, какъ возстановленіе зрѣнія у животного, у котораго отчасти экстирпированъ психооптический центръ. Другими словами, оно только кажущееся. Животное научается замѣщать съ помощью остающихся ощущеній недостающія центростремительныя возбужденія. Во первыхъ это возстановленіе бываетъ полнымъ, какъ кажется, только въ случаѣ очень небольшихъ экстирпаций. Если же экстирпация обширна, хотя бы даже она не захватывала всего центра конечности, всегда можно констатировать, что эта конечность менѣе чувствительна къ прикосновенію, чѣмъ три остальные; кромѣ того, всегда можно замѣтить, что въ ея движеніяхъ чего то недостаетъ, что спустя одинъ, два года, лапа дѣлается какъ бы отдавленной, пригнувшейся къ ступнѣ. Возстановленіе исчезаетъ, если заставить напр. животное ходить съ завязанными глазами (N e l).

Дѣйствуетъ ли раздраженіе, приложенное къ моторнымъ центрамъ, на клѣтки коры или на лежащія подъ ними нервныя волокна?—Если кору снять и раздражать лежащее подъ ней бѣлое вещество, направляющееся отъ нея къ внутренней капсулѣ, то получается почти тотъ же двигательный эффектъ. Этимъ именно путемъ и прослѣдили въ глубину до внутренней капсулы за ходомъ волоконъ, о которыхъ идетъ рѣчь. Повидимому, они не проходятъ черезъ чечевицеобразное и полосатое ядра, такъ какъ раздраженіе ихъ, также какъ и раздраженіе зрительнаго бугра, не дало никакого двигательнаго эффекта. Разрушеніе полосатаго тѣла тоже не мѣшаетъ и двигательнымъ реакціямъ отъ этихъ раздраженій (C a r v i l l e и D u r e t). Тѣмъ не менѣе полагаютъ, что при опытахъ надъ мозговой корой въ самомъ дѣлѣ раздражаютъ сѣрое вещество, т. е. нервный центръ. Дѣйствительно, если, отдѣливъ кору, снова помѣстить ее на мѣсто, раздраженіе, только что бывшее достаточнымъ, оказывается недостаточнымъ; потребуются болѣе сильныя токи (P u t n a m). Кромѣ того, F r a n k и P i t r e s нашли, что время скрытаго раздраженія, протекающее отъ момента его приложенія до периферической реакціи, составляетъ отъ 0,05—0,10 сек., если раздражаютъ кору; оно дѣлается на $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ меньше, если раздражать обнаженное бѣлое вещество; а мы знаемъ, что сѣрое вещество вообще проводитъ медленнѣе, чѣмъ бѣлое ¹⁾.—Все эти факты доказы-

¹⁾ Тутъ очевидно дѣло идетъ не о разницѣ въ проведеніи въ собственномъ смыслѣ (такъ какъ путь проведенія въ сравниваемыхъ двухъ случаяхъ крайне

ваютъ, что раздражается сѣрое вещество, но центробѣжныя волокна, выходящія изъ него, могутъ также раздражаться и непосредственно.

У самыхъ разнообразныхъ позвоночныхъ (у крысы, морской свинки, кролика, шакала, кошки, собаки, обезьяны и др.) были открыты корковые центры того же самаго рода въ переднихъ частяхъ большого мозга для различныхъ мѣстъ тѣла. Разстройства движенія и чувствительности, аналогичныя съ вышеописанными, были констатированы у человѣка, какъ слѣдствіе поврежденій аналогичныхъ частей коры. (См. далѣ стр. 596 и слѣдующія).

У новорожденныхъ животныхъ, по крайней мѣрѣ у тѣхъ (какъ напр. кроликъ), которые рождаются въ мало развитомъ состояніи, раздраженіе психомоторныхъ центровъ не даетъ периферическаго эффекта (Тархановъ, Lemoine, Marcassé и пр.). Миелинъ еще мало или вовсе не развитъ въ волокнахъ этихъ мѣстъ.

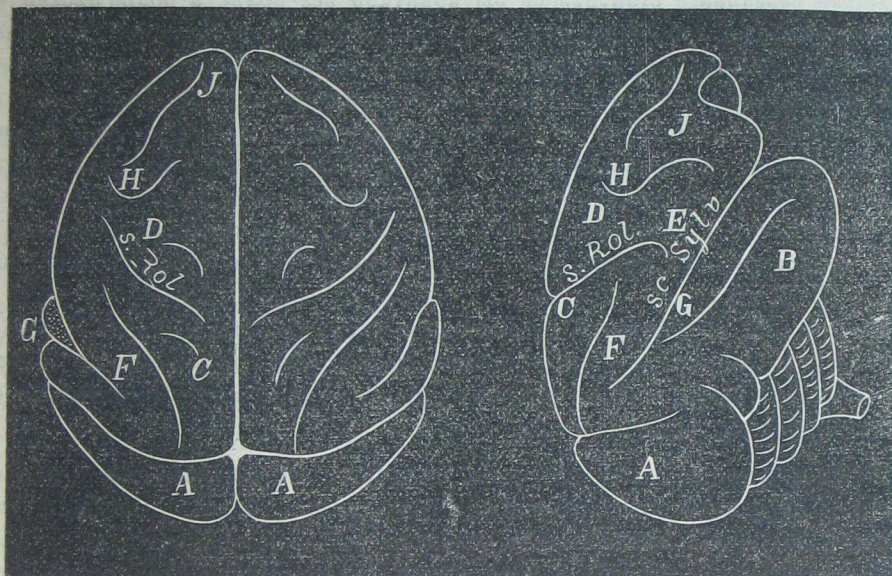
Замѣчено, что двигательныя разстройства, слѣдующія за снесеніемъ «двигательной» коры, тѣмъ сильнѣе выражены, чѣмъ умнѣ животное, чѣмъ болѣе было у него движеній, пріобрѣтенныхъ обученіемъ, т. е. выполняемыхъ обыкновенно волей. Мало замѣтныя у низшихъ позвоночныхъ, у лягушки и даже у птицъ, крысы, кролика (здѣсь чистыхъ рефлексовъ достаточно для большинства координированныхъ движеній), эти разстройства у обезьяны и у человѣка становятся весьма чувствительными. У человѣка такія движенія, какъ писаніе, игра на фортепіано и пр., которымъ надо было учиться, обыкновенно послѣ поврежденій коры исчезаютъ навсегда или, если и возвращаются, то медленно и несовершенно; наоборотъ бываетъ съ глазами мышцами, движенія которыхъ носятъ скорѣе рефлекторный характеръ: послѣднія мышцы никогда такъ полно не парализуются при чисто корковыхъ поврежденіяхъ, какъ напр. мышцы рукъ, иннервируемыя болѣе исключительно волей.

V. Топографія мозговой коры обезьяны представляетъ большой интересъ благодаря своему болѣе непосредственному примѣненію къ человеку. Въ корѣ у обезьяны легко распознать основныя части человѣческаго мозга. Именно, имѣется Роландова борозда (фиг. 219 s. Rol.), вокругъ которой группируются «двигательныя» центры такимъ же образомъ, какъ у собаки вокругъ sulcus cruciatus. Эта послѣдняя борозда, слѣдовательно, гомологична Роландовой (или центральной) обезьяны и человѣка.—Фигура 219 изображена по Munk'y. На ней можно различить психооптический центръ *A* и психоакустическій *B*. Въ *F* находится психомоторный и психосензорный центръ наружныхъ мышцъ глаза и сосѣднихъ частей лица. Въ *G* точно также находится психосензорный центръ

мало отличается по своей длинѣ), но о способности болѣе или менѣе быстро реагировать въ отвѣтъ на раздраженіе съ одной стороны нервнаго центра, съ другой нервнаго волокна. Нервная клѣтка всегда болѣе медленно переводитъ раздраженіе въ возбужденіе (срав. стр. 503), чѣмъ нервъ, реагирующий, повидимому, на раздраженіе тотчасъ же, безъ всякаго скрытаго періода.

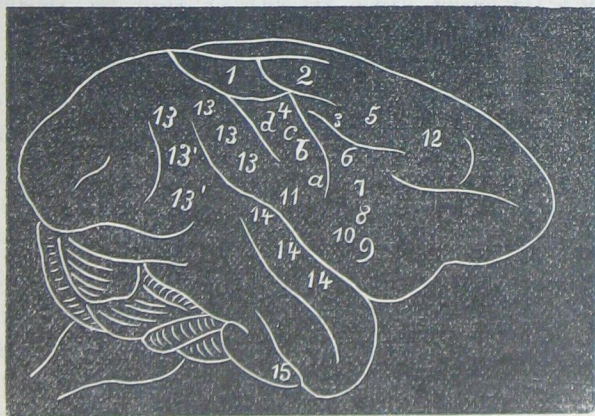
Однако изъ цитируемыхъ разницъ въ быстротѣ реакціи дѣлать заключенія слѣдуетъ съ большими оговорками. Въ самомъ дѣлѣ, скорость передачи возбужденія, въ проводящихъ путяхъ должна значительно измѣняться въ зависимости отъ силы проводимаго возбужденія. Въ данномъ случаѣ, когда одинъ разъ возбужденіе вызывается путемъ раздраженія коры, другой разъ путемъ раздраженія бѣлаго вещества, нельзя ручаться даже за приблизительно одинаковую силу возникающихъ возбужденій.

наружного уха. *C* область задней конечности, *D* передней. Область для головы (ея чувствительность и движение мышц, преимущественно лицевых) обозначена



Фиг. 219. — Мозг обезьяны по Н. Мунк. Кортиковые центры: *A* психооптический; *B* психоакустический; *C* для задней конечности; *D* для передней конечности; *F* для глазной области; *G* для наружного уха; *H* для затылочной области; *J* для туловища. — *sc*. *Syl'r.* fissura Sylvii; *s. Rol.* sulcus Rolandicus.

через *E*, для затылка чрезъ *H*, для туловища чрезъ *I*. — Вылущение *H* производить особую оцѣненность туловища, вѣроятно, вслѣдствіе потери чувствитель-



Фиг. 220. — Кортиковые центры обезьяны, по Ferrier. «Двигательные центры» обозначены цифрами 1—8, затѣмъ 11, 12 и буквами *a*, *b*, *c*, *d*. — 1. Движеніе впередъ задней конечности; 2. Сложныя движенія задней конечности, направленные для схватыванія предмета или чесанія кожи живота; 3. Движенія хвоста, комбинируемыя съ движеніями, указанными подъ 2; 4. Сгибаніе и приведеніе руки; 5. Вытягиваніе руки и кисти руки; 6. Повертываніе кнаружи (*Supinatio*) и сгибаніе предплечья; 7. Сжиманіе угла рта; 8. Приподыманіе носового крыла и верхней губы; 11. Сжиманіе угла рта и сокращеніе *m. cuticularis* шеи, ведущее къ наклоненію головы въ сторону противоположную раздражаемой; 12. Отыриваніе глазъ и повертываніе ихъ и головы въ противоположную сторону; *a*, *b*, *c*, *d*, движенія отдѣльныхъ пальцевъ; 13, 13'. Раздраженіе этихъ мѣстъ (*gyrus angularis*) вызываетъ движенія глазъ и вѣкъ, соединенныя съ движеніями всего тѣла. Это какъ бы рефлекторныя движенія, вызываемыя субъективными зрительными ощущеніями. *Gyrus angularis* разсматривается, какъ психооптический центръ, такъ какъ двустороннее разрушеніе его дѣлаетъ животное слѣпымъ. Однако это объясненіе вѣроятно ошибочно, такъ какъ едва ли можетъ быть сомнѣніе, что психооптический центръ въ дѣйствительности расположенъ въ затылочной корѣ.

ности, которая сопровождаетъ это поврежденіе. — Послѣ удаленія *I* (гомолога передней части лобной доли человека) теряется чувствительность туловища и болѣе

или менѣе уничтожаются движенія этого послѣдняго. Животное теряетъ способность хорошо сгибаться во всѣ стороны.

Послѣ сказаннаго становилась бы понятной все болѣе и болѣе рѣзкая атрофія [недоразвитіе] лобной доли по мѣрѣ того, какъ спускаться по лѣстницѣ позвоночныхъ. Туловище и затылокъ становятся все болѣе неподвижными; ихъ движенія совершаются такъ, какъ будто это негнущіяся части. Въ особенности туловище птицы оказывается почти совсѣмъ неподатливымъ; отсюда ясна бесполезность сложныхъ корковыхъ иннервацій для туловища этихъ животныхъ и становится понятнымъ относительно малое развитіе лобной доли. Наоборотъ у обезьяны, и въ особенности у человѣка, стояніе на двухъ ногахъ требуетъ очень дѣятельнаго и безпрестаннаго участія туловища. Поэтому лобная доля у нихъ весьма развита (Н. Мунк).

На фиг. 220 представлена локализация психомоторныхъ центровъ у обезьяны по Ferrier. Анализъ въ ней проведенъ далѣе, чѣмъ въ схемѣ по Мунк'у. Тѣмъ не менѣе между обоими авторами господствуетъ согласіе относительно большинства крупныхъ разграниченій.

Вліяніе коры на сосуды, сердце, образованіе тепла и проч.—При раздраженіи или снесеніи различныхъ частей передняго отдѣла большихъ полушарій изслѣдователи получали измѣненія въ сердечномъ ритмѣ и въ сосудодвигательныхъ дѣйствіяхъ (увеличеніе общаго кровяного давленія), а также замѣтное повышеніе температуры всего тѣла (Bochefontaine, Brown-Séquard, Ch. Richet) ¹⁾. Странность этихъ наблюденій исчезаетъ, если подумать, до какой степени психическія состоянія вліяютъ на сердце и сосудодвигательные нервы. При надрѣзываніи большого мозга въ вертикальномъ направленіи на уровнѣ головки полосатаго тѣла температура тѣла повышается на нѣсколько градусовъ (5—10°). Очевидно, здѣсь мы имѣемъ дѣло съ увеличеніемъ развитія теплоты.

Раздраженія, приложенныя къ различнымъ мѣстамъ коры, вызываютъ движенія *кишечнаго канала*. Кромѣ того извѣстно, что нѣкоторыя сознательныя состоянія коры (воля, испугъ) могутъ производить выведеніе кала и мочи (разслабленіе сфинктеровъ, сокращеніе другихъ волоконъ). Нравственныя волненія точно также вліяютъ на *сердце, влагалище*. Въ общемъ, нѣтъ такого внутренняго органа, на которомъ не отзывалось бы вліяніе головного мозга, но наши знанія не идутъ далѣе констатированія факта вообще.

Противорѣчія авторовъ, писавшихъ по фізіологіи мозговой коры, многочисленны какъ въ области фактовъ, такъ и въ толкованіи ихъ. Нѣтъ факта, включая самое существованіе локализаций, который бы не отрицался Goltz'емъ почти вполнѣ. По Brown-Séquard'у въ мозговой корѣ находятся клѣтки и волокна различныхъ фізіологическихъ значеній, но они не сгруппированы по функціямъ. Этотъ авторъ распространяетъ на большой мозгъ свои особые взгляды, о которыхъ было упомянуто на стр. 519, по поводу спинного мозга. вмѣстѣ со

¹⁾ Вліяніе на просвѣтъ сосудовъ и температуру наблюдали Eulenburg и Landois, Hitzig, на кровяное давленіе В. Данилевскій, Stricker, на отдѣленія железъ Lépine, Vulpien и т. д.

Понятно, что раздраженіе коры электричествомъ должно давать въ подобныхъ опытахъ эффекты, противоположныя снесенію ея. Такъ, по отношенію къ температурѣ, первое даетъ пониженіе, второе повышеніе ея въ извѣстныхъ мышцахъ другой стороны тѣла.

своимъ ученикомъ Д и р и у онъ допускаетъ, что поврежденіе т. наз. двигательной коры можетъ имѣть различныя послѣдствія, но что эти послѣдствія динамогеннаго характера, какъ въ отношеніи параличей (торможеніе), такъ и въ отношеніе конвульсій.

На стр. 575 мы отмѣтили нѣсколько спорныхъ пунктовъ относительно локализации и протяженія различныхъ центровъ. Эти центры непостоянны у различныхъ видовъ и даже у различныхъ индивидуумовъ одного и того же вида, если только считать исходной точкой, какъ это обыкновенно и дѣлается, борозды и извилины. Къ этому надо добавить, что сколько нибудь сильное электрическое раздраженіе распространяется [путемъ вѣтвленій тока] на далекое разстояніе, къ другимъ центрамъ, а также и вглубь къ проводникамъ, идущимъ изъ другихъ областей, даже къ подкорковымъ гангліямъ. Последнее замѣчаніе примѣнимо также къ результатамъ, полученнымъ при частныхъ экстирпаціяхъ.

Одинъ изъ источниковъ для ошибокъ открывающійся все болѣе и болѣе, заключается въ слѣдующемъ. Мы видѣли, что въ мозговой корѣ для всякаго небольшого периферическаго участка, напр. для каждой мышцы, находится соотвѣтствующая корковая точка. Раздраженіе, которое ограничивается только этой точкой, вызываетъ сокращеніе одного только разсматриваемаго мускула. Но тотъ же самый центръ можетъ приходить въ дѣйствіе путемъ ассоціаціи, вслѣдствіе возбужденія многихъ другихъ точекъ коры. Существуетъ напр. центръ (элементарный) для ушной раковины и центръ для шейныхъ мышцъ. Но вотъ, раздраженіе зрительной или слуховой области коры вызываетъ сложныя и ассоціированныя движенія, въ которыхъ тоже принимаетъ участіе какъ ушная раковина, такъ и шея.

Мы судимъ о дѣйствіи какого-либо раздражаемаго центра по наблюдаемымъ периферическимъ эффектамъ. Но, съ одной стороны, мы не замѣчаемъ множества другихъ послѣдствій этого раздраженія, именно ощущенийъ; съ другой стороны, для того, чтобы возбужденіе психосензорнаго центра одного изъ органовъ высшихъ чувствъ проявилось, требуется участіе другихъ частей. Параличъ этихъ послѣднихъ можетъ быть принятъ за параличъ этого психосензорнаго центра.

Двигательные и чувствующие элементы коры. — Существуютъ ли въ корѣ полушарій клѣтки и волокна, изъ которыхъ одни можно было бы назвать «двигательными», другія «чувствительными»? Такое раздѣленіе функций, заимствованное отъ периферическихъ нервовъ, лишь съ большими ограниченіями можетъ быть приложено къ нервной системѣ. Коровыя области, болѣе спеціально двигательнаго характера, богаты большими пирамидальными клѣтками. Коровыя области органовъ чувствъ содержатъ въ себѣ очень мало названныхъ клѣтокъ. Вслѣдствіе этого въ упомянутыхъ клѣткахъ склонны видѣть двигательные элементы, а въ маленькихъ клѣткахъ чувствующие. Доказательствъ, однако, нѣтъ, что это такъ и на самомъ дѣлѣ. Многія пирамидальныя клѣтки, именно тѣ, которыя выпускаютъ чрезъ внутреннюю капсулу психомоторныя волокна, могутъ быть названы «двигательными». Что же касается чувствующихъ элементовъ, прежде всего представляется вѣроятнымъ, что волокна, проводящія отъ периферіи къ корѣ, не продолжаютъ въ корковыя клѣтки. Относительно ихъ концевыхъ развѣтвленій неизвѣстно, расположены ли они около спеціальныхъ клѣтокъ (небольшихъ) или возлѣ пирамидальныхъ клѣтокъ или, наконецъ, возлѣ тѣхъ и другихъ разомъ. Множество мозговыхъ клѣтокъ (со своими волокнами) не вступаетъ, повидимому, ни въ какую прямую связь ни съ пирамидальными волокнами, ни съ волокнами (центростремительными), оканчивающимися въ корѣ. Эти клѣтки со своими отростками вставлены на пути корковой иннерваціи. Спрашивается

представляют ли онѣ носителей чувствительности подобно тому, какъ пирамидальныя кѣтки представляют носителей волевыхъ импульсовъ? Гдѣ начинается движеніе и гдѣ чувствительность? Болѣе чѣмъ вѣроятно, что такой границы не существуетъ (см. примѣръ этого рода на стр. 562, по поводу мозжечка) и что ее можно предполагать то тамъ, то здѣсь, смотря по тому, на какую стать точку зрѣнія.

Функциональная дѣятельность мозговой коры, органа сознанія, совершается по схемѣ рефлекторныхъ актовъ, только безконечно болѣе сложной. Возбужденіе, которое приходитъ въ кору, можетъ сдѣлаться сознательнымъ (но не обязательно каждый разъ). Но оно не останавливается въ этомъ мѣстѣ, точно также, какъ возбужденіе чувствующаго нерва не останавливается у обезглавленной лягушки въ сѣромъ веществѣ, гдѣ оканчиваются задніе корешки. Оно стремится распространиться на другія части центральной нервной системы, именно на ядра, дающія происхожденіе двигательнымъ нервамъ и на эти послѣдніе. Точно также какъ рефлекторный центръ, напр. сегментъ спинного мозга, съ извѣстной точки зрѣнія оказывается чувствительнымъ (= воспринимающимъ) и двигательнымъ въ то же время, такъ и корковый центръ можетъ быть воспринимающимъ (сознательно-чувствующимъ) и вмѣстѣ съ тѣмъ двигательнымъ. Когда проникнуть въ суть этихъ процессовъ, вѣроятно, стануть говорить предпочтительно о возбужденіяхъ, получаемыхъ и освобождаемыхъ кѣтками (кѣткостремительныхъ и кѣткобѣжныхъ).

Корковая эпилепсія.—Мы видѣли, что слабое раздраженіе нервныхъ центровъ вызываетъ непродолжительное сокращеніе соответственныхъ мышцъ, но длящееся дольше, чѣмъ простое вздрагиваніе, получающееся отъ раздраженія двигательнаго нерва. Если раздраженіе болѣе сильно, начинаютъ сокращаться мышцы всего тѣла, включая и мышцы противоположной стороны; животное можетъ быть охвачено общими судорогами. Тѣ же самыя *эпилептоидныя общія конвульсіи* наблюдаются часто у животныхъ, подвергшихся вылущеніямъ коры ¹⁾.—Чтобы помѣшать распространенію возбужденія съ одного центра на сосѣдніе, его изолируютъ посредствомъ надрѣзовъ коры. Послѣ снесенія извѣстнаго центра, возбужденіе сосѣдней коры болѣе не распространяется путемъ иррадіаціи на его мышцы ²⁾. Итакъ, распространеніе возбужденія въ корѣ одного полушарія совер-

¹⁾ Сомнительно, чтобы къ общимъ судорогамъ вело именно то обстоятельство, что удалены извѣстныя части коры. Вѣроятнѣе искать объясненія для такихъ случаевъ въ томъ, что снесеніе коры въ однихъ участкахъ сопровождается сильными воспалительными раздраженіями въ оставшихся частяхъ. Вызванное такимъ образомъ экспериментально раздраженіе Ferrier и Landois находили достаточнымъ для произведенія общихъ судорогъ. Мнѣ приходилось наблюдать на собакахъ, что очень обширныя обнаженія обоихъ полушарій сильно располагаютъ или даже сами собою ведутъ къ общимъ судорогамъ.

Что касается вызова эпилептоидныхъ судорогъ электрическимъ раздраженіемъ, то это происходитъ и послѣ снесенія коры, когда, стало быть, раздраженіе дѣйствуетъ прямо на бѣлое вещество; но по Ziehen'у въ этомъ случаѣ появляются только тонические судороги, никогда клоническія.

Н. В.

²⁾ Однако въ этомъ явленіи могутъ быть замѣшаны и тормозящія дѣйствія, стимулы къ которымъ исходятъ изъ мѣста надрѣзовъ.

Бубновъ и Heidenhain находили, что, если вызвано тоническое сокращеніе извѣстныхъ мышцъ (рефлекторнымъ ли путемъ, или предшествовавшимъ

шается посредством ассоциационныхъ волоконъ. Распространеніе на противоположную сторону (общія судороги), повидимому, происходитъ не черезъ комиссуральные волокна мозолистого тѣла, но при участіи спинного мозга ([Левашевъ], Frank и Pitres, Dupuy).—Нѣкоторыя формы эпилепсіи у члвѣка сильно походятъ на эти общія конвульсіи животныхъ, подвергшихся воздействию на мозговую кору. Онѣ начинаются съ одной группы мышцъ, распространяются затѣмъ на всю половину тѣла и потомъ только на противоположную половину (Jackson'ова эпилепсія).

[Тормозящія дѣйствія при раздраженіи мозговой коры.]—Иногда результатомъ искусственнаго раздраженія „двигательной области“ является не сокращеніе какой-либо мышцы, а, напротивъ, подавленіе существовавшего предъ этимъ мышечнаго сокращенія. Наблюденіе такого рода сдѣлали впервые Бубновъ и Heidenhain (1881). Въ нѣкоторыхъ стадіяхъ морфійнаго наркоза мышцы легко впадаютъ въ контрактуру. Таковая напр. развивается въ извѣстной мышцѣ послѣ того, какъ болѣе или менѣе сильно раздражался ея корковый центръ; ее можно вызвать и рефлекторнымъ путемъ. И вотъ такая контрактура тотчасъ же разрѣшается, если къ той же точкѣ коры приложить слабое раздраженіе. Но то же самое происходитъ и при раздраженіи какой-либо другой точки коры.

Мало того: подобная контрактура прекращается точно такъ же, если животному погладить лапу, подуть ему на морду, окликнуть (сходство съ явленіями на гипнотизированныхъ людяхъ). Это послѣднее обстоятельство, т. е., что контрактура можетъ быть прекращена всякимъ другимъ возбужденіемъ, вышедшимъ откуда бы то ни было, отнимаетъ, повидимому, у описаннаго явленія определенное функціональное значеніе. Однако авторы сдѣлали изъ него тотъ теоретическій выводъ, о которомъ уже упоминалось выше (стр. 228, примѣч. 2): извѣстный нервный центръ подавляется въ своей дѣятельности, если новыя возбужденія падаютъ на него за время его дѣятельности, и, напротивъ, онъ вызывается къ дѣятельности, если тѣ же возбужденія застаютъ его въ покоѣ. Однако можно привести еще болѣе фактовъ, говорящихъ и противъ этого вывода, именно такихъ, гдѣ новыя возбужденія не только не парализуютъ эффектъ существующихъ уже возбужденій, но усиливаютъ его; притомъ факты этого рода относятся къ животнымъ, не находящимся въ особомъ состояніи наркоза (срав. стр. 535 и 536). Итакъ теоретическій выводъ этихъ авторовъ не можетъ никоимъ образомъ имѣть значенія общаго правила; само явленіе по смыслу входитъ въ группу тѣхъ, о которыхъ говорилось выше, когда у насъ была рѣчь о подавленіи эффектовъ тонического возбужденія въ спинномъ мозгу какимъ-либо новымъ раздраженіемъ. Въ самомъ дѣлѣ, и сами названные авторы склонны были приписать происхожденіе наблюдавшейся контрактуры двигательнымъ клѣткамъ спинного мозга. Тогда все явленіе, по общему смыслу, имѣло бы сходство съ наблюденіемъ Luchsinger'a, сдѣланнымъ на ужѣ (стр. 535); къ нему прибавляется то, что прекращеніе движенія можетъ быть также вызвано и раздраженіемъ любыхъ частей коры.

Такого же рода наблюденіе сдѣлалъ Sherrington (1894). На обезьянъ были перерѣзаны предварительно nn. oculomotorius и trochlearis; оставшаяся непарализованной одна только наружная прямая мышца глаза впадаетъ въ сильное тоническое сокращеніе. Какъ только къ корѣ прикладывается раздраженіе, тонусъ сильнымъ раздраженіемъ коры), то оно тотчасъ же прекращается, если къ корѣ приложить слабое раздраженіе. Объ этомъ еще дальше.

этотъ прекращается (глазъ, повороченный до этого кнаружи, возвращается къ средней линіи). Торможеніе здѣсь вызывалось тоже съ различныхъ мѣстъ коры (а также и при раздраженіи субкортикальных частей). Опытъ этотъ заслуживаетъ вниманія въ особенности потому, что здѣсь въ наблюдаемый эффектъ никоимъ образомъ не можетъ быть замѣшано сокращеніе антагонистическихъ мышцъ.

Можно было бы думать поэтому, что точки коры являются въ данномъ отношеніи довольно безразличными и что торможеніе, вызываемое раздраженіемъ ихъ, сказывается только на нервныхъ центрахъ, находящихся въ особомъ состояніи, свойственномъ контрактурѣ. Что это не такъ, что по крайней мѣрѣ для извѣстныхъ тормозящихъ дѣйствій, вызываемыхъ отсюда, надо приписать совершенно опредѣленное значеніе, въ томъ можно убѣдиться внимательнымъ сличеніемъ эффектовъ *одновременнаго раздраженія на обоихъ полушаріяхъ* съ одной стороны однозначныхъ точекъ, съ другой стороны антагонистическихъ. Какъ было сказано (стр. 584), для передней конечности эти антагонистическія точки являются на поверхности полушарій достаточно расчлененными. И вотъ, если раздражать центръ для сгибателей на лѣвомъ полушаріи, то это ведетъ къ пониженію раздражительности одноименнаго центра на правомъ полушаріи и къ повышенію раздражительности центра разгибателей на томъ же правомъ полушаріи. Относящіеся сюда явленія получаютъ разнообразныя формы и все они говорятъ въ одномъ и томъ же направленіи (Введенскій)¹⁾. Нельзя не видѣть здѣсь полной цѣлесообразности въ согласованіи возбуждающихъ и тормозящихъ эффектовъ. Въ то время какъ раздраженіе извѣстной точки коры вызываетъ свой первичный эффектъ, вмѣстѣ съ этимъ создаются условія, благоприятныя для центровъ, дѣйствующихъ обычно въ сочетаніи съ нимъ, и угнетающія вліянія для центровъ, производящихъ антагонистическіе эффекты. Нѣкоторые указанія на этотъ принципъ мы встрѣтили уже въ явленіяхъ спинного мозга (стр. 537); но тамъ онъ не могъ быть обнаруженъ съ полною наглядностью, потому что дѣйствія антагонистовъ смѣнялись и чередовались очень быстро. Здѣсь же другое дѣло: приложеніемъ тетанизирующаго раздраженія къ извѣстной двигательной точкѣ коры вызывается тетаническое сокращеніе и этимъ дается достаточное время для изученія одновременныхъ измѣненій раздражительности на корѣ другого полушарія.

Какъ видно, по условіямъ возбужденія одноименные центры того и другого полушарія стоятъ въ антагонистическихъ отношеніяхъ другъ къ другу и, когда они возбуждаются одновременно, то одинъ подавляетъ эффекты другого или наоборотъ самъ подавляется въ своемъ дѣйствіи, смотря по силѣ приложеннаго раздраженія. При этомъ подразумѣваются раздраженія относительно слабыя. Но что должно получиться, если на каждый изъ нихъ будетъ дѣйствовать сильное раздраженіе? Приложенное въ отдѣльности такое раздраженіе вызываетъ въ соотвѣтственныхъ мышцахъ *равномѣрный столбнякъ*. Если же два подобныхъ раздраженія скомбинировать вмѣстѣ, явленія тотчасъ же рѣзко измѣняются: мышцы той и другой конечности впадаютъ въ быстро чередующіяся *клоническія сокращенія*. Это послѣднее явленіе въ связи съ предыдущими фактами, становится тоже совершенно понятнымъ какъ результатъ быстрой смѣны возбуждающихъ и тормозящихъ дѣйствій. каковыя и должны быстро чередоваться въ данныхъ условіяхъ.

¹⁾ Сообщено на III международномъ сѣздѣ Психологій (въ Мюнхенѣ), 1896 г. — Жур. Русск. Общ. Охр. Нар. Здравія, 1897, январь.

Въ совершенномъ согласіи со сдѣланнымъ мною общимъ выводомъ говорить и новые опыты, которые произвели совмѣстно Sherrington и Н. Hering (1897). Они обращались опять къ мышцамъ, находящимся въ состояніи тоническаго сокращенія, и, раздражая извѣстныя точки коры, вмѣстѣ съ сокращеніемъ въ однихъ мышцахъ вызывали расслабленіе въ мышцахъ антагонистическихъ.

Всѣми этими опытами не разрѣшается пока вопросъ, какими путями развиваются описанныя тормозящія дѣйствія. Возможны два главныя предположенія: а) извѣстная точка одного полушарія одновременно съ импульсами къ своимъ ближайшимъ (по функціональной связи) двигательнымъ центрамъ спинного мозга посылаетъ въ другое полушаріе по однимъ коммиссуральнымъ волокнамъ импульсы, производящіе торможеніе, по другимъ волокнамъ импульсы, сказывающіеся повышеніемъ раздражительности въ извѣстныхъ точкахъ этого послѣдняго; или же б) та же точка можетъ развивать указанныя сейчасъ двойственныя вліянія на соответственные центры спинного мозга. До сихъ поръ извѣстные факты не даютъ возможности рѣшать вопросъ въ томъ или другомъ смыслѣ. Наблюдая совозбужденіе опредѣленныхъ мышцъ и на одноименной сторонѣ, нѣкоторые авторы высказывались за переходъ возбужденія на эту сторону въ спинномъ мозгу (Левашевъ); другіе находили указанія въ противоположномъ смыслѣ (Wertheimer и Lepage (1896).

Далѣе возникаетъ очень интересный вопросъ о томъ, какимъ образомъ *одно и то же раздраженіе* коры можетъ вызвать разомъ въ однихъ аппаратахъ явленія возбужденія, въ другихъ явленія угнетенія. Еще недавно многіе фізіологи (въ особенности французскіе) были расположены всѣ случаи торможенія толковать какъ явленія *интерференціи*. Два возбужденія, интерферируя между собою, могутъ будто бы повести къ взаимному уничтоженію эффектовъ, какъ это доказано для извѣстныхъ случаевъ взаимнаго дѣйствія другъ на друга свѣтовыхъ или звуковыхъ волнъ. Однако стоитъ только обратиться къ лучше изученнымъ случаямъ тормозящихъ дѣйствій, чтобы видѣть несостоятельность такого толкованія. Въ самомъ дѣлѣ, если стать на эту точку зрѣнія, то требуется съ необходимостью, что для того, чтобы возникло взаимное уничтоженіе двухъ рядовъ возбужденій, чтобы получился нулевой эффектъ отъ нихъ, интерферирующія возбужденія должны находиться другъ къ другу въ совершенно опредѣленныхъ отношеніяхъ какъ со стороны періода, такъ и со стороны силы составляющихъ ихъ волнъ возбужденія. Именно этого и нельзя допустить въ случаяхъ фізіологическаго угнетенія. Такъ, сердце можетъ быть остановлено въ своей дѣятельности то болѣе, то менѣе сильными, то болѣе, то менѣе частыми раздраженіями блуждающаго нерва. То же наблюдается и въ другихъ случаяхъ угнетенія. Раздражитель, вызывающій такой эффектъ, можетъ въ извѣстныхъ, большихъ предѣлахъ измѣняться въ своей частотѣ и силѣ, и тѣмъ не менѣе его эффектъ все время остается тормозящимъ. Какимъ же образомъ въ подобныхъ случаяхъ могли бы уничтожаться взаимно угнетаемыя возбужденія съ одной стороны, угнетающія съ другой, если бы они подлежали обычнымъ законамъ интерференціи?

Напротивъ, всѣ явленія, относящіяся къ угнетенію въ нервныхъ центрахъ, какъ и явленія, наблюдаемыя на обыкновенномъ нервно-мышечномъ препаратѣ (стр. 405 и 406) заставляютъ думать, что въ подобныхъ случаяхъ дѣло идетъ о нѣкоторыхъ однородныхъ, неколеблющихся измѣненіяхъ въ состояніи того фізіологическаго снаряда, который служитъ мѣстомъ угнетенія. Возвращаясь въ частности къ изстоящему случаю, можно высказать напр. слѣдующее гипотетическое предположеніе. Допустимъ, что взаимныя отношенія между нейронами (стр. 497)

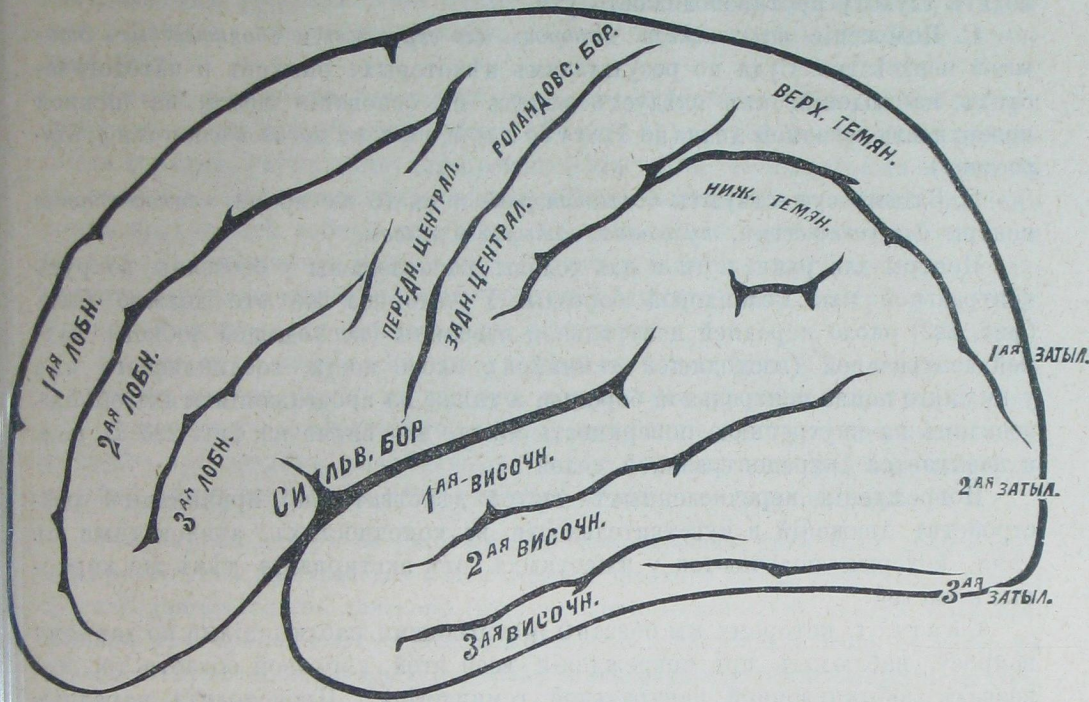
представляют такую большую подвижность, что они могут изменяться уже под действием обычных возбуждений. В самом деле, в этом допущении нет ничего невероятного, так как речь идет об отростках живых протоплазматических клеток, изменяющихся может быть не медленнее, чем таковые же отростки обыкновенной амёбы. Тогда можно было бы сделать предположение, что возбуждения, приносимые по одним волокнам к нервной клетке, являются благоприятными для интимности соприкосновения ее с другими нейронами, а следовательно и для проведения возбуждений; напротив, возбуждения, приходящие по другим волокнам, ведут к тому, что данный нейрон более или менее обособляется и изолируется от действия на него возможных возбуждений. В силу чего могъ получаться этот последний эффект, можно пока высказывать опять тоже одни предположения. Это могло бы, например, происходить в силу особого расположения по отношению к клетке волоконъ, развивающихъ этот последний эффект; но это могло бы быть также следствиемъ особеннаго сильнаго действия возбуждений, приходящихъ по послѣднимъ волокнамъ. В самомъ деле, здѣсь разницы въ отношеніяхъ могутъ быть и не качественными, а только количественными. Возможно представить слѣдующее сравненіе. Если на голую амёбообразную клетку действовать очень слабыми токами, то она обнаруживаетъ нѣкоторое оживленіе въ движеніяхъ своихъ отростковъ; но если ее раздражать болѣе сильными токами, то она втягиваетъ свои отростки и принимаетъ округлую форму, что считается выражающимъ ее общее сокращеніе. Въ такомъ направленіи можно дѣлать очень разнообразныя догадки. Рѣшить вопросъ должны будущія изслѣдованія].

С. Физиологическая топографія коры большихъ полушарій у человѣка.

1. Аналогія между поверхностью полушарій у человѣка и обезьяны позволяетъ переносить на него главные результаты, полученные на этой послѣдней; тѣмъ болѣе, что множество патологическихъ наблюденій (Charcot, Ferré, Déjerine и пр.) доказало основательность этого приѣма. Ferrier зашелъ весьма далеко по этому пути. Онъ указываетъ, что мельчайшія подробности, замѣченныя имъ на корѣ мозга обезьяны (фиг. 220), имѣются въ мозгу человѣка. Однако положительныя данныя не позволяютъ заходить столь далеко. Лучше ограничиться пока провизорно разграниченіемъ большихъ областей. Такимъ образомъ, мы имѣемъ (фиг. 222) слѣдующее:

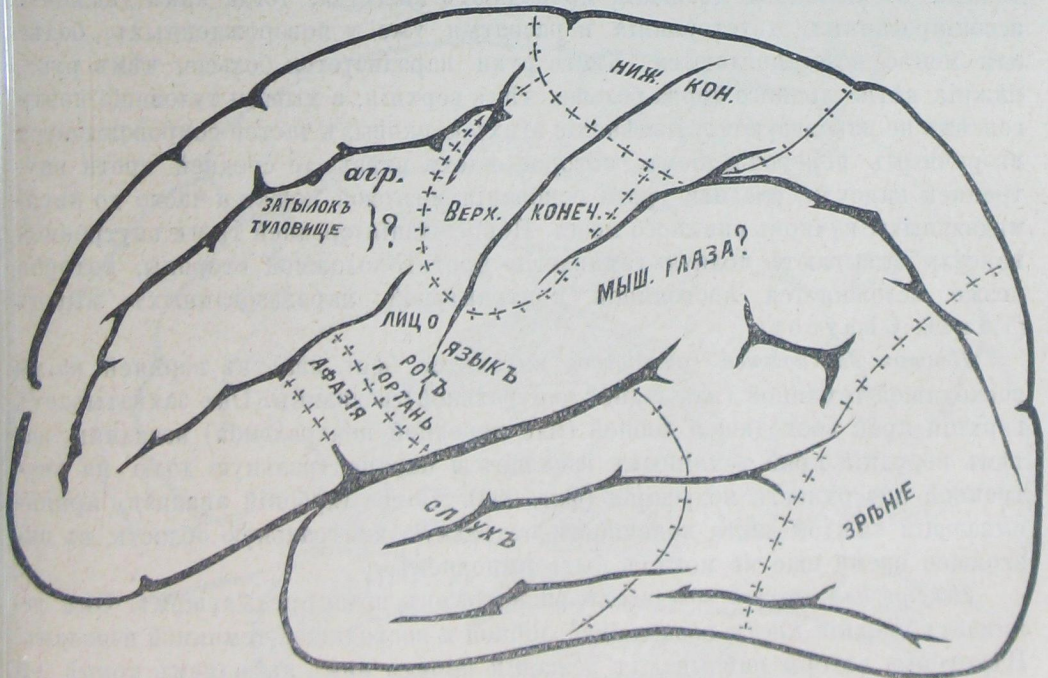
А. *Психооптический центръ*, лежащій на поверхности затылочной доли (см. фиг. 222, *зрѣніе*). Онъ простирается болѣе или менѣе на темянную извилину и медиальную сторону затылочной доли. Поврежденія коры въ этомъ мѣстѣ, а также разрушеніе бѣлаго вещества, идущаго къ ней, даютъ начало зрительнымъ расстройствамъ. Каждый разъ, какъ поврежденія касаются одной стороны, зрительныя расстройства носятъ характеръ геміопіи (полная геміопія или симметричныя пробѣлы въ обѣихъ противоположныхъ половинахъ обонхъ зрительныхъ полей). Множество патологическихъ наблюденій доказываетъ такимъ образомъ, что это дѣйствительно такъ. Совершенно естественно, что границы этого центра опредѣляются авторами нѣсколько различно; онъ захватываетъ даже нѣсколько заднюю часть темянныхъ извилинъ. Средина центра расположена у верхушки затылочной доли. Зрительныя волокна, выходящія изъ него, заключены въ большомъ пучкѣ сагиттальныхъ волоконъ, который пронизываетъ затылочную долю; далѣе, они представляютъ тѣсное отношеніе къ заднему краю капсулы.

В. Психоакустическій центръ, расположенный гдѣ-либо въ височной корѣ.



Фиг. 221.—Большія полушарія челоѣка съ ихъ извилинами.

Поврежденія этой области влекутъ за собой глухоту противоположнаго уха



Фиг. 222.—Физиологическая тонографія большихъ полушарій челоѣка.

(Kahler и Pick). Наблюденій надъ нимъ пока еще сдѣлано слишкомъ

мало. Поврежденія задней трети внутренней капсулы точно также производят глухоту противоположнаго уха.

С. Положеніе *психическихъ центровъ для вкусовыхъ и обонятельныхъ ощущенийъ* неизвѣстно. Судя по результатамъ нѣкоторыхъ опытовъ и патологическихъ наблюденій, ихъ слѣдуетъ искать въ основаніи мозга, на нижней поверхности височной доли (по Ferrier и Munk въ *gyrus uncinatus* и *g. hippocampi*).

Д. Затѣмъ существуютъ *психомоторные* и въ то же время *психосензорные* центры для *конечностей, туловища, затылка и головы*.

Центры для руки, ноги и для головы расположены у обезьяны вокругъ центральной или Роландовой борозды. У человѣка же это должно быть (фиг. 222) около передней центральной извилины (восходящей лобной), задней центральной (восходящей темянной), около моста, соединяющаго ихъ у нижняго конца центральной борозды, а также на продолженіи этихъ обѣихъ извилинъ на внутреннюю поверхность мозга, что видно на фиг. 223 *L. p. c.* и называется „парацентральной долей“.

Поврежденія перечисленныхъ частей дѣйствительно причиняють расстройства движеній и чувствительности въ конечностяхъ, аналогичныя съ тѣми, которыя получаютъ у животныхъ отъ экстирпаціи тѣхъ же корковыхъ частей.

Charcot, которому мы обязаны прекрасными наблюденіями по данному вопросу, наблюдалъ при поврежденіи всей этой корковой области то, что называлъ „обыкновенной центральной гемиплегіей“. Происходитъ параличъ всей противоположной половины тѣла, сперва полный (двигательныя расстройства вначалѣ болѣе рѣзко выражены, чѣмъ у животныхъ), но мало по малу видоизмѣняющійся въ томъ смыслѣ, что чисто волевые или пріобрѣтенныя воспитаніемъ движенія пропадаютъ навсегда, тогда какъ движенія ассоціированныя, двустороннія и развитыя уже у новорожденныхъ, болѣе или менѣе восстанавливаются. Кисть руки парализуется больше, чѣмъ рука, нижнія вѣтви личнаго нерва больше, чѣмъ верхнія, а мышцы туловища почти совсѣмъ не парализуются. Измѣненіе этихъ корковыхъ частей сопровождается вторичнымъ перерожденіемъ, которое идетъ внизъ до средней трети внутренней капсулы, средней трети основанія мозговой ножки и часто до пирамидальныхъ пучковъ спинного мозга. Поврежденія средней трети внутренней капсулы вызываютъ полную гемиплегію противоположной стороны, которая позже осложняется постоянной контрактурой парализованныхъ мышцъ (Türk, Charcot).

Центръ для *нижней конечности* находится (фиг. 222) въ верхней части восходящей темянной (или задней центральной) извилины. Онъ захватываетъ верхній край восходящей лобной (или передней центральной) извилины, затѣмъ передній край темянныхъ извилинъ и парацентральную долю на внутренней поверхности полушарія (фиг. 223). Болѣе глубокій анализъ, приписывающій каждой части конечности отдѣльную центральную область, въ настоящее время еще не можетъ быть выполненъ.

Центръ для *верхней конечности* расположенъ подъ предыдущимъ. Онъ занимаетъ среднія трети восходящей лобной и восходящей темянной извилинъ. Нѣкоторые авторы описываютъ лежащій передъ нимъ въ заднемъ концѣ 2-й лобной извилины (фиг. 222) центръ аграфіи (*apr.*, см. дальше). Его отношеніе къ центру верхней конечности аналогично тому, на которое мы укажемъ сейчасъ для центра афазіи и центра для рта, гортани.

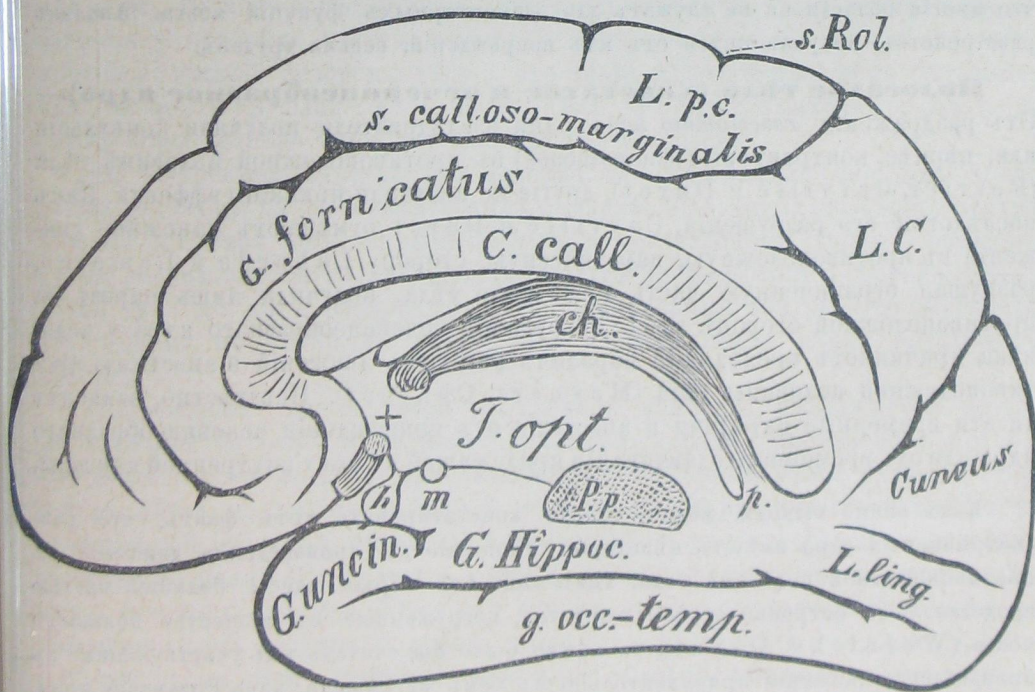
Центръ для головы и лица, рта, языка помѣщается въ нижней трети обѣихъ центральныхъ извилинъ. Онъ нѣсколько захватываетъ третью лобную извилину. Каждому изъ этихъ органовъ соотвѣтствуетъ отдѣльная область коры (фиг. 222).

Центръ для гортани, по скольку гортань есть органъ голоса. Такой центръ существуетъ въ лобной долѣ собаки (Krause) и управляетъ одними движеніями гортани, служащими для произведенія звука. У человѣка на основаніи нѣкоторыхъ патологическихъ наблюденій его помѣщаютъ въ самомъ нижнемъ концѣ восходящей лобной извилины, въ томъ мѣстѣ, гдѣ онъ по Simon и Horsley помѣщается у обезьяны. Дыхательными движеніями гортани заведуетъ преимущественно среднемозговой дыхательный центръ (стр. 548). Коровый центръ для нихъ еще не извѣстенъ.

Центръ рѣчи, афазія. Въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ центрами рта и гортани, передъ ними, въ заднемъ концѣ третьей лобной извилины (фиг. 222) существуетъ замѣчательное мѣсто, разрушеніе котораго (въ лѣвомъ полушаріи) производитъ, какъ нашелъ Вроса, особыя расстройства членораздѣльной рѣчи, извѣстныя подъ именемъ *афазіи* (см. дальше).

Упомянутый центръ не гомологиченъ предыдущимъ, такъ какъ поврежденіе его производитъ расстройства очень сложной функціи мозга, требующей участія другихъ двигательныхъ центровъ (рта, гортани). Психическій центръ членораздѣльной рѣчи принадлежитъ къ высшей категоріи сравнительно напр. съ центрами конечностей, которые управляютъ болѣе элементарными отправленіями. Центры гортани, рта также служили бы элементарнымъ, въ извѣстной степени, функціямъ мозга, если бы они не находились въ зависимости отъ центра членораздѣльной рѣчи, принадлежащаго къ центрамъ высшаго порядка.

Центръ глазной области (вѣки, глазныя мышцы и пр.), должно быть, по-



Фиг. 223. — Медіальная поверхность большого полушарія у человека.

мѣщается въ *g. marginalis* и во 2-омъ *g. parietalis*. Точное положеніе его еще неизвѣстно съ достовѣрностью (фиг. 222). То же самое можно сказать о слѣдующемъ центрѣ.

Центръ области наружнаго уха; его помѣщаютъ въ заднемъ концѣ 1-й височной извилины.

Центры для шеи, затылка и туловища еще плохо опредѣлены; ихъ слѣдуетъ искать, повидимому, въ заднемъ концѣ двухъ первыхъ лобныхъ извилинъ и на медіальной поверхности мозга на томъ же уровнѣ.

Поврежденія въ центрахъ для конечностей, ограничивающіяся мозговой корой, повидимому, и у человѣка также не вызываютъ настоящаго паралича въ соответственныхъ конечностяхъ противоположной стороны. Что всегда исчезаетъ, такъ это движенія, пріобрѣтенныя воспитаніемъ. Хожденіе и пр. остается, повидимому, въ той мѣрѣ, поскольку оно иннервируется подкорковыми центрами.

По нѣкоторымъ наблюденіямъ центры для такихъ внутреннихъ органовъ, какъ напр. гортань,—въ особенности, если органы не двойные,—всегда иннервируются вмѣстѣ, даже если функционируетъ корковый центръ только одной стороны. Слѣдовательно, одностороннія поврежденія не могутъ вызвать въ этихъ органахъ ни односторонняго, ни двусторонняго паралича.—Наблюденій такого рода пока еще не много. Очень возможно, что во многихъ изъ указанныхъ случаевъ мы имѣемъ дѣло съ психическими центрами высшаго порядка, аналогичными центру афазіи. Что касается гортани, ея движенія иннервируются при самыхъ различныхъ актахъ: при дыханіи, произведеніи звука, натуживаніи, мимикѣ, испугѣ и пр. Понятно, что со времени *Ferrier* и *Duret* авторы могли вызывать въ ней движенія при раздраженіи самыхъ различныхъ мѣстъ мозга.

Отправленія обширныхъ областей мозговой коры (загибы ея внутрь и ея медіальная поверхность, обращенная къ серповидной складкѣ) еще не опредѣлены. Судя по результатамъ поврежденія въ извилинѣ *Bros* (афазія), возможно, что многія области ея не служатъ для элементарныхъ функций мозга. Анализъ разстройствъ, получающихся отъ ихъ поврежденій, весьма труденъ.

Полосатое тѣло (хвостатое и чечевицеобразное ядро).—

Отъ раздраженія *хвостатаго ядра* одни изслѣдователи получили конвульсіи или, вѣрнѣе, контрактуры (*pleurosthenos*) въ противоположной половинѣ тѣла (*Ferrier*, *Carville* и *Duret*), другіе не получили никакого эффекта. Какъ послѣдствіе его разрушенія, *Carville* и *Duret* отмѣчаютъ манежное движеніе въ противоположную, паретическую, сторону. *Laborde* и *Lemoine*, разрушая ограниченную часть полосатаго тѣла, получили лишь парезъ на противоположной сторонѣ тѣла. Разрушеніе чечевицеобразнаго ядра у человѣка причиняетъ преходящій параличъ волевыхъ движеній и анестезію противоположной половины тѣла (*Meunert*, *Charcot*). Незвѣстно, зависятъ ли эти временные параличи и анестезіи отъ поврежденія чечевицеобразнаго ядра или отъ временнаго сдавливанія прилежащей къ нему внутренней капсулы.

Какъ общій выводъ, можно только констатировать тотъ фактъ, что разсматриваемыя ядра имѣютъ нѣкоторое отношеніе къ произведенію движеній въ противоположной половинѣ тѣла. Такъ какъ эти сѣрыя массы большей частью представляютъ островки сѣраго вещества, погруженные въ вещество большого мозга (*Wernicke*, *Ducal*), то можно было бы считать ихъ участвующими въ произведеніи движеній приблизительно въ томъ же смыслѣ, какъ Роландову кору. Параличъ, получающійся отъ ихъ разрушенія, весьма похожъ на параличъ, который слѣдуетъ за удаленіемъ этой коры.

Бѣлое вещество полушарій. — Во первыхъ, въ немъ находится множество ассоціаціонныхъ волоконъ, которыя соединяють въ функціональномъ отношеніи части коры одного полушарія. Предполагають, что коммиссуральныя волокна мозолистого тѣла соединяють такимъ же образомъ гомологичныя части обѣихъ полушарій. Наконецъ, многочисленныя волокна лучистаго вѣнца соединяють кору съ подкорковыми гангліями или идутъ еще дальше къ периферіи. Отъ лучистаго вѣнца беретъ происхожденіе внутренняя капсула, расширеніе основанія мозговой ножки, нѣкоторые пучки которой (пирамидальныя) были прослѣжены до спинного мозга.

Бѣлое вещество раздражимо.

Оказывается, что раздраженіе средней трети внутренней капсулы вызываетъ, въ общемъ, тѣ же периферическіе эффекты, какъ и раздраженіе Роландовой коры (Глики и др.). Слѣдовательно, въ ней находятся двигательныя волевые пути, отходящіе отъ Роландовой области. У человѣка разрушеніе этой части внутренней капсулы, включая сюда, пожалуй, и переднюю треть, производитъ параличъ волевыхъ движеній во всей противоположной половинѣ тѣла, осложняющійся вскорѣ постоянной контрактурой парализованныхъ мышцъ (Türck, Charcot). Наконецъ, экспериментальное разрушеніе различныхъ частей внутренней капсулы производитъ у высшихъ млекопитающихъ такія же функціональныя разстройства, какъ въ предыдущемъ случаѣ (Veysseyre, Laborde и Lemoine и др.).

Нисходящее перерожденіе, слѣдующее за экстирпаціей Роландовой коры, было прослѣжено во внутренней капсулѣ (средняя треть), основаніи мозговой ножки (средняя треть) и пирамидахъ (гдѣ эти волокна отчасти перекрещиваются) до пирамидальныхъ пучковъ спинного мозга. Передняя треть капсулы получаетъ волокна отъ лобной доли, средняя треть изъ Роландовой коры и задняя треть изъ затылочной и височной коры. Въ виду этого понятно, что столь частыя въ этихъ мѣстахъ кровоизліянія у человѣка могутъ вызывать какъ гемиплегію, такъ и анестезію противоположной половины тѣла и что такія разстройства тѣмъ обширнѣе, чѣмъ поврежденіе ближе къ капсулѣ, чѣмъ оно дальше находится отъ коры (возлѣ коры волокна болѣе разбросаны, разъединены).

Во внутренней капсулѣ эти волокна не перемѣшаны: они тутъ точно также заложены въ систематическомъ порядкѣ. Выходящія изъ одного центра волокна остаются соединенными вмѣстѣ, а составленные такимъ образомъ пучки располагаются во внутренней капсулѣ по направленію спереди назадъ почти такъ же, какъ распредѣлены соотвѣтственные центры. Это вытекаетъ изъ опытовъ, въ которыхъ раздражали изолированные пучки внутренней капсулы.

Поврежденія задней трети внутренней капсулы, находящейся между зрительнымъ бугромъ и чечевицеобразнымъ ядромъ, производятъ потерю чувствительности во всей противоположной половинѣ тѣла, включая сюда потерю слуха на противоположной сторонѣ и потерю чувствительности въ одноименной половинѣ сѣтчатки (утрачивается противоположная половина зрительнаго поля). Итакъ здѣсь мѣсто прохожденія всѣхъ центростремительныхъ волоконъ, прежде чѣмъ они потомъ разбредутся по направленію къ поверхностнымъ частямъ большого мозга (чувствительная площадка Charcot). Въ этомъ мѣстѣ сходятся зрительныя волокна, которыя вскорѣ направляются назадъ къ затылочной корѣ, помѣщаясь въ большомъ сагиттальномъ пучкѣ, проходящемъ подъ краевой извилиной (g. marginalis); поврежденія его

вызываютъ геміанопію совершенно такъ же, какъ поврежденія затылочной коры. Съ другой стороны, Рейевъ пучекъ приноситъ сюда, именно черезъ *brachia conjunctiva* четверохолмія, центростремительные проводники отъ самыхъ различныхъ мѣстъ тѣла, происходящіе изъ спинного мозга, затѣмъ слуховыя волокна и, вѣроятно, волокна чувствующихъ черепныхъ нервовъ за исключеніемъ зрительнаго и обонятельнаго (см. стр. 546). При поврежденіяхъ задней трети внутренней капсулы затрогиваются всѣ центростремительные проводники. И такъ какъ всѣ области,—или по меньшей мѣрѣ большая часть—мозговой коры чувствительны, то, начиная съ „чувствительной площадки“, волокна Рейевой ленты должны достигать самыхъ различныхъ мѣстъ коры (путями еще не вполне извѣстными, см. стр. 546).

Полагаютъ, что передняя треть внутренней капсулы, перерождающаяся послѣ поврежденій совершенно такъ же, какъ и средняя треть, въ центробѣжномъ направленіи (*Charcot, Brissaut*), служитъ тоже для психомоторныхъ иннерваций (лобной области?). Ниже эти пучки образуютъ среднюю треть основанія мозговой ножки. Далѣе Вароліева моста они не были прослѣжены.

Задняя треть внутренней капсулы продолжается въ боковую треть основанія мозговой ножки. Ея волокна, которыя не были прослѣжены далѣе продолговатаго мозга, послѣ поврежденія подвергаются восходящему перерожденію (?). Это, повидимому, характеризуетъ ихъ до продолговатаго мозга какъ центростремительные пути. Кѣтки, отъ которыхъ они происходятъ, расположены гдѣ нибудь въ продолговатомъ мозгу, а концевыя развѣтвленія ихъ находятся въ мозговой корѣ.

Мозолистое тѣло.—Когда съ теченіемъ времени возстановляются функціи, утратившіяся послѣ экстирпаціи коры, то это приписываютъ посредничеству мозолистого тѣла. Такъ какъ волокна его являются связующими между гомологичными корковыми участками обоихъ полушарій, то предположили, что этимъ путемъ одно полушаріе можетъ восполнять другое. Однако послѣ перерѣзки мозолистого тѣла по средней линіи походка животнаго и всѣ его движенія остаются нормальными (*Longet, Magendie* и др.). Сверхъ того, раздраженія, приложенныя къ различнымъ мѣстамъ этой массы волоконъ, не дали никакого ощутительнаго эффекта (*Fr. Frank*, подтверждающій *Longet*).

По *Mott* и *Schaefer* раздраженіе мозолистого тѣла у обезьяны, если оно приложено спереди, вызываетъ двустороннія движенія глазъ; приложенное болѣе кзади, производитъ движенія въ рукахъ и плечахъ; еще дальше кзади раздраженіе вызываетъ движенія въ заднихъ конечностяхъ. Волокна должны дѣйствовать при помощи мозговой коры, такъ какъ экстирпація послѣдней прекращаетъ двигательный эффектъ.

Интеллектуальныя явленія при поврежденіяхъ мозговой коры. БОЛЬШОЙ МОЗГЪ И ИНТЕЛЛЕКТЪ.—Мы отмѣтили мнѣніе *Florens'a*, по которому всѣ интеллектуальныя способности одновременно и прогрессивно уменьшаются по мѣрѣ удаленія все болѣе значительной части полушарій. Эта мысль въ настоящее время поддерживается снова съ нѣкоторыми измѣненіями (*Goltz, Lannegrasse* и др.).

Дѣйствительно, по мѣрѣ того, какъ удаляется все большее число психосензорныхъ центровъ, животное все больше и больше теряетъ въ своей дѣеспособности. Оно становится соннымъ, мало интересуется окружающими предметами. Собаки становятся даже кувливыми. Если экстирпація очень велика,

животное впадает въ крайнее тупоуміе: оно представляетъ рефлекторную машину, способную ѣсть. Мы можемъ легко дать себѣ отчетъ въ измѣненіяхъ разума и настроенія, которыя являются послѣ послѣдовательныхъ экстирпацій. Положимъ, удалена большая часть одного или обоихъ психооптическихъ центровъ. Животное сохранить зрѣніе, но не сумѣетъ больше руководиться своими зрительными ощущеніями. Оно можетъ показаться очень тупымъ, такъ какъ, сохраняя зрѣніе, оно не пытается даже схватить предлагаемый ему кусокъ мяса, который находится въ пробѣлахъ его зрительнаго поля. Предположимъ къ этому, что болѣе или менѣе поврежденъ психоакустическій центръ. Для того, кто не знаетъ зрительныхъ и слуховыхъ разстройствъ животнаго, тупоуміе покажется еще болѣе значительнымъ. Животное не узнаетъ больше, не руководясь зрѣніемъ и слухомъ, ни себѣ подобныхъ, ни своего хозяина. Понятно, что, находясь въ такомъ состояніи, оно становится угрюмымъ и, по возможности, ищетъ уединенія. Наконецъ, въ томъ случаѣ, когда всѣ психосензорные центры удалены вполне, или въ большей своей части, животное лишается всѣхъ своихъ ощущеній, обыкновенно служащихъ причиной такъ называемыхъ интеллектуальныхъ реакцій. Оно теперь не болѣе, какъ рефлекторная машина, хотя и весьма сложная. Не только не возникаетъ больше новыхъ ощущеній, но еще недостаетъ всѣхъ прошлыхъ, которыя нормально могутъ пробуждаться у животнаго путемъ ассоціаціи, путемъ *памяти*, и которыя часто являются побудителями къ дѣйствіямъ или модификаторами дѣйствій, когда таковыя выполняются на самомъ дѣлѣ. Слѣдовательно можно сказать по справедливости, что всѣ психосензорные центры участвуютъ въ произведеніи интеллектуальныхъ проявленій. Но съ фیزیологической точки зрѣнія этотъ интеллектъ не надо принимать за нѣчто одно цѣлое, какъ его понимаютъ философы. Съ нашей точки зрѣнія у животнаго эти проявленія являются результатомъ совмѣстнаго дѣйствія, участія всѣхъ корковыхъ центровъ. Разумъ, понимаемый въ смыслѣ опредѣленія философовъ, исчезалъ бы совершенно прогрессивно, по мѣрѣ того какъ удаляются все болѣе значительныя части мозга, хотя бы отправленія въ послѣднемъ и были локализованы. Поэтому желаніе считать разумъ достояніемъ исключительно лобной доли большого мозга было, безъ сомнѣнія, ошибкой.

Физиологія, какъ наука экспериментальная, не распространяетъ своихъ соображеній далѣе того, что изложено сейчасъ. Она изучаетъ только центро-стремительныя и центробѣжныя иннерваціи и разыскиваетъ механическія, химическія и пр. условія, которыя вліяютъ на нихъ. Идти же далѣе сказаннаго, отыскивать соотношенія между данными фیزیологическими и психологическими, это значило бы становиться на неизвѣстную и шаткую почву.

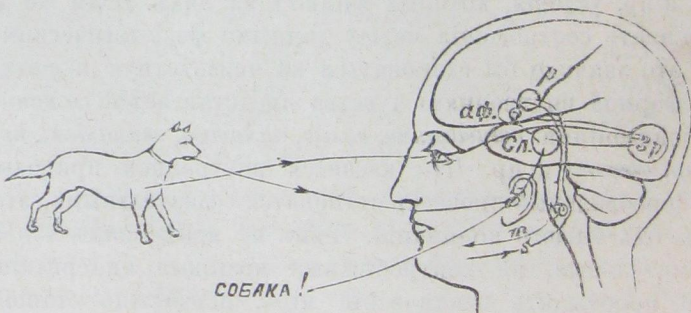
Общей формой внутренняго чувства представляется *сознаніе* съ его различными проявленіями: *ощущеніями, волею, памятью, вниманіемъ, представленіемъ вѣншихъ предметовъ* и пр. Что касается внутренней природы сознанія и того, какъ церебральный процессъ становится сознательнымъ, это совершенно ускользаетъ отъ нашего пониманія. Тѣмъ не менѣе намъ извѣстно, что ни центростремительныя, ни центробѣжныя мозговыя иннерваціи не должны непременно пробуждать психическій міръ, неизбѣжно становиться сознательными. Быть тому или нѣтъ, это въ значительной степени зависитъ отъ особаго состоянія, въ которомъ находится наша нервная система въ тотъ моментъ, какъ происходитъ возбужденіе коры, положимъ, вслѣдствіе периферическаго импульса. Это состояніе, фیزیологическая сущность котораго неизвѣстна, есть *вниманіе*.

Ощущение и воля. Физиологически ощущение слѣдуетъ разсматривать, какъ возбужденіе, заканчивающееся въ корѣ, органѣ сознанія; воля является центробѣжнымъ стимуломъ, становящимся сознательнымъ. Мы совершенно находимся въ невѣдѣніи относительно мѣста, гдѣ возбужденіе, проходящее рядъ путей въ полушаріяхъ, становится сознательнымъ, гдѣ оно вызываетъ ощущение и гдѣ оно пробуждаетъ въ нашемъ внутреннемъ чувствѣ явленіе воли. Элементарное ощущение, повидимому, должно локализоваться въ корковыхъ центрахъ, съ которыми мы познакомились раньше. Оно представляетъ специфическую энергію извѣстныхъ нервныхъ элементовъ (корковыхъ). Такимъ образомъ каждой чувствующей периферической точкѣ соответствуетъ кортико-сензорная (въ видѣ нервной клѣтки?). Вотъ что можно сказать по отношенію къ *качеству ощущенія*.

Опытъ выяснилъ замѣчательный законъ, управляющій соотношеніемъ между интензивностью ощущеній и интензивностью внѣшняго раздраженія. Хотя физиологическая причина этого [такъ называемаго] *психофизическаго закона* коренится, вѣроятно, въ мозговомъ веществѣ, мы предпочитаемъ изложить его далѣе (см. „органы чувствъ“, вступленіе).

Можно представить себѣ, что *физиологическимъ субстратомъ воли* является функціональное состояніе большихъ пирамидальныхъ клѣтокъ (которые, какъ мы знаемъ, иннервируютъ центробѣжные волевые пути, волокна пирамидальныхъ пучковъ), тогда какъ ощущение было бы результатомъ функціональнаго состоянія одной изъ ассоціаціонныхъ клѣтокъ, всѣ отростки которой вѣтвятся въ самой корѣ и вступаютъ въ общеніе съ центростремительными волокнами, идущими съ периферіи, путемъ извѣстнаго соприкасанія съ ихъ концевыми развѣтвленіями. Однако волевое проявленіе предполагаетъ, обыкновенно, представленіе о внѣшнемъ предметѣ или же о способѣ удовлетворенія какой нибудь потребности, однимъ словомъ, представленіе о цѣли, достичь которой имѣется въ виду. Стало быть, физиологическій процессъ воли надо представлять гораздо болѣе сложнымъ, чѣмъ процессъ ощущенія. Онъ является результатомъ участія нѣсколькихъ корковыхъ иннервацій, завершающихся возбужденіемъ пирамидальныхъ клѣтокъ.

Представленіе предмета.—У ребенка, поѣвшаго винограда, остается отъ него множество ощущеній: зрительныхъ, осязательныхъ, вкусовыхъ, чувство утоленія жажды и проч. Эти ощущенія, получившіяся разомъ или послѣдо-



Фиг. 224.—Схема, поясняющая, какъ складывается умственный образъ, соответствующій представленію предмета.

вательно, ассоціируются одно съ другимъ (посредствомъ ассоціаціонныхъ волоконъ и множества ихъ коллатеральныхъ вѣтвей); совокупность этихъ

иннерваций становится сознательной подъ именемъ *представленія* о предметѣ. Ассоціація данныхъ ощущеній такова, что стоитъ вызвать одно изъ нихъ напр. дѣйствительнымъ возбужденіемъ какого-либо периферическаго нерва, чтобы пробудились всѣ остальные и вызвали представленіе о виноградѣ. Путемъ воспитанія у ребенка съ представленіемъ о виноградѣ до такой степени ассоціировались два *условныхъ* чувственныхъ знака: одинъ слуховой, другой зрительный, что воспроизведенія этихъ знаковъ достаточно, чтобы пробудить въ сознаніи всѣ ощущенія, доставленные этимъ предметомъ. Слуховой знакъ дается произнесеніемъ слова „виноградъ“ (названіе), зрительнымъ знакомъ служить печатное или написанное слово „виноградъ“ (чтеніе).

Фиг. 224 пытается представить путь, которымъ образуется понятіе „собака“. Зрительныя ощущенія, которыя животное вызвало у ребенка, локализируются въ психооптической корѣ (*Зр.*). Ребенокъ слышитъ голосъ животного,—образуются слуховыя ощущенія, локализирующіяся въ височной корѣ (*Сл.*). Кромѣ того, можно предположить еще раздраженіе центра руки (осязательныя ощущенія, пожалуй, еще ощущеніе боли отъ укуса животнымъ). Эти, отличающіяся другъ отъ друга, ощущенія, связанные черезъ посредство ассоціаціонныхъ волоконъ, соединяющихъ различные центры, образуютъ представленіе, понятіе о собакѣ. Другое ощущеніе, слуховое, получившееся отъ произнесенія слова „собака“, ассоціируетъ названіе животного съ самимъ животнымъ.

Пробужденіе одного изъ этихъ ощущеній не предполагаетъ непременно, что оно получилось непосредственно отъ периферическаго раздраженія. Оно можетъ быть вызвано въ сознаніи другимъ чувственнымъ знакомъ, ассоціированнымъ съ нимъ совершенно другимъ путемъ. Различныя звенья этой ассоціаціонной цѣпи могутъ даже совсѣмъ не сознаваться и тогда представленіе о предметѣ можетъ явиться нашему сознанію съ нѣкоторымъ характеромъ самопроизвольности. Дѣйствіе, которое можетъ произойти отъ этого представленія о предметѣ, можетъ тоже со своей стороны явиться сознанію съ характеромъ самопроизвольнаго; въ этихъ случаяхъ въ особенности мы любимъ говорить о „волѣ“. Однако намъ слѣдуетъ представлять себѣ подобный актъ какъ такой, который опредѣляется всевозможными мозговыми иннервациями, изъ которыхъ однѣ свѣжія, большинство—прежнія, но пробуждены путемъ ассоціаціи.

Представленія о предметахъ хотѣли локализовать въ отдѣльныхъ нервныхъ элементахъ, особыхъ отъ психосензорныхъ элементовъ. Съ такимъ же правомъ можно предположить, что представленіе о предметѣ получается отъ одновременнаго и опредѣленнаго участія нѣсколькихъ кортикосензорныхъ центровъ.

Представленіе о предметѣ всегда сопровождается, въ сущности, двигательной иннервацией. Животное, не имѣющее еще опыта, дитя, чувствуя или видя предметъ, производитъ сложное движеніе либо конечностями, либо всѣмъ тѣломъ для того, чтобы овладѣть предметомъ, и совершаетъ это съ правильностью, которая связываетъ рефлекторное движеніе и соответственное центростремительное возбужденіе. Позже, это движеніе хватанія можетъ больше не происходить, благодаря задерживанію, которое оказываютъ ощущенія, полученные раньше отъ того же предмета (опытъ, воспитаніе). Сказанное въ особенности подтверждается фактами, недавно найденными и названными *кумберландизмомъ*¹⁾. Всѣмъ извѣстно,

¹⁾ Называютъ также бишопизмомъ и даже «чтеніемъ мыслей», хотя дѣло

что они представляют. Какомунибудь лицу приказывают упорно думать о каком-нибудь предмете, о цифре и т. д. Будучи скольконибудь опытным, не трудно заметить, что испытуемый субъект особенно легко движется по направлению к данному предмету. Не трудно заставить такого субъекта описать напр. рукой цифру, о которой он думает и т. д.¹⁾

По мнѣнію Меунерта, всякая психическая функція, всякое представленіе о предметѣ или, даже, понятіе о немъ въ значительной степени оказывается состоящимъ изъ двигательныхъ иннервацій: правильнѣе сказать, они состоятъ изъ ощущенія двигательной иннерваціи, и это на томъ основаніи, что воспроизведеніе какого-либо ощущенія, какого-либо чувственнаго качества предполагаетъ участіе одной или нѣсколькихъ мышцъ.

Представленія о предметѣ въ весьма значительной степени являлись бы поэтому иннервационными ощущеніями (гипотетическими) и данными, доставляемыми мышечнымъ чувствомъ. Такія представленія въ бѣльшей ихъ части будутъ *двигательными образами*, производящими периферическій двигательный эффектъ, которыми и пользуются искусники въ опытахъ кумберландизма.

Если у человѣка повреждена внутренняя капсула (средняя треть), то получается полный параличъ такъ называемыхъ волевыхъ движеній въ конечностяхъ противоположной стороны тѣла. У животныхъ, наоборотъ, поврежденія полушарій никогда не влекутъ за собой полныхъ параличей. Полное удаленіе обоихъ мозговыхъ полушарій не вліяетъ даже на всѣ сложныя движенія, свойственныя данному виду животнаго. Отсюда слѣдовало бы предположить, что мозговая кора человѣка принимаетъ болѣе широкое участіе, чѣмъ у животныхъ, въ такъ наз. волевыхъ движеніяхъ. Однако предшествующіе факты показываютъ, повидимому, что также и у человѣка всѣ сложныя движенія, служащія для стоянія, ходьбы, однимъ словомъ, всѣ сложныя движенія, присущія виду, могутъ совершаться безъ участія двигательной коры.

Слѣдуя взгляду, особенно полно развитому Меунерт'омъ, движенія тѣла и конечностей, присущія человѣческому виду, сначала совершаются въ формѣ рефлексовъ и иннервируются подкорковыми центрами, зрительными буграми, четверохолміемъ, дорзальнымъ этажемъ средняго мозга; это все органы, которые, какъ показали опыты (стр. 552 и слѣдующія), содержатъ рефлекторные центры, которыхъ достаточно для иннерваціи разсматриваемыхъ движеній. Иннервація этихъ движеній, въ концѣ концовъ, становится сознательной (ощущенія иннерваціи), благодаря участію многочисленныхъ волоконъ лучистаго вѣнца, соединяющихъ подкорковые центры съ корой. При этихъ только условіяхъ мозговая кора, получивъ множество извѣстій (мышечныхъ, зрительныхъ, осязательныхъ) какъ отъ подкорковыхъ центровъ, такъ и съ периферіи, относительно рефлекторнаго движенія, можетъ, въ свою очередь, иннервировать послѣднее волевымъ путемъ; это

заключается, очевидно, только въ отгадываніи ихъ по произвольнымъ мышечнымъ движеніямъ.

Н. В.

¹⁾ Для графическаго воспроизведенія совершаемыхъ произвольныхъ движеній придуманы различныя записывающіе приборы. Таковъ приборъ, построенный Спиро (Одесса, 1881). Для той же цѣли пользуются четырьмя воздушными коробками (стр. 111), изъ которыхъ двѣ служатъ для принятія отъ „задумавшаго“ субъекта движеній руки въ двухъ перпендикулярныхъ другъ къ другу направленіяхъ, а двѣ другія для нанесенія соотвѣтственной записи.

Н. В.

совершается либо посредством пирамидальных волоконъ, или, что болѣе вѣроятно, просто дѣйствіемъ на среднмозговой двигательный центръ, или же на оба разомъ, такъ что одна иннервація исправляется участіемъ другой.

Такимъ путемъ приходимъ къ *представленію о движеніяхъ* (Bewegungsvorstellungen), къ *двигательнымъ образамъ*, какъ виновникамъ такъ наз. волевыхъ движеній.

Взглядъ этотъ слѣдуетъ нѣсколько видоизмѣнить для движеній, являющихся результатомъ воспитанія (игра на роялѣ, письмо, рѣчь и пр.), которыя надо заучивать сильнѣе, чѣмъ предыдущія. Съ самаго начала они выполняются сознательно, волевымъ путемъ. Они иннервируются мозговой корой посредствомъ пирамидальныхъ пучковъ. Впослѣдствіи различныя части этихъ движеній могутъ утратить характеръ сознательности, произвольности, и тогда они могутъ выполняться такъ, какъ будто бы ими завѣдывалъ центральный нервный механизмъ, существующій съ самаго рожденія и могущій функционировать безъ внимательства мозговой коры. Слѣдовательно, мы должны предположить, что, въ силу повторенія, корковая иннервація можетъ сдѣлаться безсознательной, такъ какъ функционирующая область становится болѣе или менѣе изъятой отъ нашего самосознанія.—Эти движенія, иннервація которыхъ есть результатъ воспитанія, такъ же отлично исчезаютъ у животныхъ при поврежденіяхъ мозговыхъ полушарій, какъ и у человѣка.

Анализъ различныхъ расстройствъ рѣчи, чтенія и письма, слѣдующихъ за поврежденіями большого мозга, является пригоднымъ для того, чтобы дать возможность заглянуть въ тѣ центральные нервныя механизмы, которые должны функционировать въ проявленіяхъ интеллекта. Расстройства эти извѣстны подъ именемъ афазіи, алексіи, аграфіи и пр.

Афазія. — Чтобы человѣку отвѣтить сообразно заданному вопросу, въ центральной нервной системѣ должны произойти слѣдующіе акты. 1) Надо, чтобы человѣкъ услышалъ сказанныя слова (возбужденіе височной коры, составляющей психоакустическій центръ). 2) Человѣкъ долженъ понять сказанныя слова; другими словами, они должны пробудить въ немъ происходившія раньше и ассоціированныя иннерваціи слуха, осязанія, зрѣнія и пр. Говоря иначе, должна проснуться идея. Это можно назвать *слуховымъ воспоминательнымъ образомъ*. 3) Результатомъ 2-го явится довольно сложная двигательная иннервація, наслѣдіе прежнихъ опытовъ, составленная изъ ощущеній отъ двигательныхъ возбужденій голосовыхъ мышцъ (существованіе чего сомнительно) и ощущеній осязательныхъ и мышечныхъ отъ голосовыхъ органовъ. Ассоціацію этихъ ощущеній можно назвать *воспоминательнымъ образомъ произношенія* (Charcot). Въ результатъ иннервація переходитъ съ одной корковой области, или вѣрнѣе, съ чувствующихъ корковыхъ элементовъ, въ другую область, двигательную или, правильнѣе, на двигательные элементы. 4) Двигательные импульсы должны дойти до периферическихъ мышцъ.

Судя по фактамъ патологическимъ, эти два воспоминательныхъ образа, одинъ сензорный, другой двигательный, болѣе спеціально локализируются въ определенныхъ мѣстахъ, въ корковыхъ поясахъ, смежныхъ съ раньше описанными элементарными центрами, но слегка отличающихся отъ нихъ. Слуховые образы локализируются въ височной корѣ, двигательные образы произношенія по близости съ центрами для голосовыхъ органовъ. Разъ оказывается недочетъ въ какомъ нибудь изъ этихъ физиологическихъ процессовъ, членораздѣльная рѣчь разстраивается вполнѣ или отчасти.

Первато условія недостаетъ у глухихъ. У нихъ не функционируетъ периферическій нервный аппаратъ, внутреннее ухо и слуховой нервъ. Глухой не мо-

жетъ отвѣчать правильно на вопросъ; если онъ глухъ съ дѣтства, онъ не можетъ даже выучиться говорить (глухонѣмой). Осязательныя и мышечныя ощущенія голосовыхъ органовъ, конечно, могутъ въ извѣстной степени замѣнять слуховыя ощущенія, хотя и съ большимъ трудомъ. Воспоминательный образъ, который даютъ эти ощущенія, можетъ вызвать двигательный образъ членораздѣльной рѣчи.

Но въ этомъ случаѣ глухонѣмой учится говорить при помощи ощущеній, сходныхъ съ тѣми, которыя служатъ ему, когда онъ чистить себѣ зубы языкомъ.

Если не выполнено условіе 4-е, существуетъ двигательный параличъ. Причиной его могутъ быть периферическіе нервы, обыкновенно же средній мозгъ.

При отсутствіи или разстройствѣхъ въ условіяхъ 2-мъ и 3-мъ получается афазія. Когда не образуется слухового образа, когда рѣчь остается непонятою, получается *сензорная афазія*. Когда разрушенъ или измѣненъ двигательный образъ членораздѣльной рѣчи, наступаетъ *двигательная афазія* (Wernicke).

Въ томъ случаѣ, когда мы называемъ вещи, которыя видимъ, сенсорный элементъ—зрительной природы. Если зрительный образъ больше не воспроизводится (въ затылочной корѣ), а данный субъектъ все еще сохраняетъ зрѣніе, то это будетъ афазія сенсорнозрительная, а не слуховая.

Двигательная афазія.—Названіе афазіи прилагается по преимуществу къ этой формѣ; Вгоса имѣлъ въ виду именно ее и призналъ, что наиболѣе частой причиной двигательной афазіи является поврежденіе задняго конца или основанія 3-й лѣвой лобной извилины (стр. 597, фиг. 222, *афазія*).

Кора, поврежденіе которой производитъ эту афазію, расположена въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ центрами органовъ голоса (губъ, языка, гортани), но не совпадаетъ съ ними. Тѣмъ не менѣе считать ее за центръ для членораздѣльной рѣчи въ томъ же значеніи, какъ напр. элементарный центръ для языка, представляется мало вѣроятнымъ. Изъ этого примѣра можно видѣть, въ какомъ широкомъ смыслѣ слѣдуетъ понимать слово корковый «центръ» высшаго порядка. Правильнѣе будетъ принять, что различныя иннерваціи, включая сюда таковыя для правой стороны, участіе которыхъ необходимо въ рѣчи, болѣе или менѣе стекаются къ этому мѣсту, какъ къ перекресту, прежде чѣмъ иннервировать центры (элементарныя) органовъ голоса.

При двигательной афазіи звуковыя мышцы не парализованы, пониманіе произносимыхъ словъ нетронуто, больной можетъ выражать свои мысли письменно, но не можетъ найти иннерваціи для произнесенія словъ. Афазія эта бываетъ или полной, или же больной сохраняетъ способность произносить только нѣкоторыя слова или слоги, которыми онъ отвѣчаетъ на всякій предложенный ему вопросъ. Вгоса опубликовалъ одинъ случай (неполной двигательной афазіи), въ которомъ больной (по имени Le Long) произносилъ только пять словъ: *oui, non, trois* вмѣсто *trois, toujours* и *Le Lo* вмѣсто *Le Long*. Всѣ числа онъ выражалъ словомъ *trois* и въ то же самое время старался помощью пальцевъ выразить число, которое онъ хотѣлъ сказать. Есть случаи, когда больной повторяетъ всѣ слова, произносимыя при немъ. Но стоитъ захотѣть ему самому говорить, какъ онъ начинаетъ путать слова: вмѣсто того чтобы сказать ножъ, говоритъ вилка.

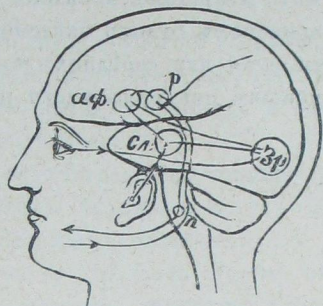
Wernicke хотѣлъ сдѣлать изъ этихъ послѣднихъ формъ афазіи специальную категорію, которая однако не сдѣлалась общепринятою и названа афазіей проводимости. Она будто бы происходитъ отъ перерыва путей, соединяющихъ слуховой образъ съ двигательнымъ образомъ членораздѣльной рѣчи. Анатомическое поврежденіе коренилось бы въ *insula*, въ глубинѣ Сильвіевой борозды.

Пониманіе произносимыхъ и написанныхъ словъ сохраняется при этомъ.

Паралича звуковыхъ мышцъ нѣтъ. Но, какъ выражается В г о с а, больнымъ позабыть способъ, какъ надо произносить слова. Положеніе больного сходно съ положеніемъ ребенка, который уже понимаетъ то, что ему говорятъ, но не умѣетъ еще самъ говорить.

Въ рѣчи часто принимаетъ также участіе зрительный элементъ въ видѣ чувственного фактора. Бываетъ, что больной, при поврежденіяхъ затылочной доли, не можетъ отыскать названія предмета, который онъ видитъ: это случай афазіи зрительной, въ противоположность слуховой. Частный случай этого состоянія будетъ изложенъ далѣе подъ именемъ алексіи.

Двигательная афазія почти во всѣхъ случаяхъ происходитъ вслѣдствіе поврежденія лѣваго полушарія. Въ этомъ поразительномъ фактѣ видятъ связь съ тѣмъ другимъ, что большинство людей обыкновенно правши и слѣдовательно пользуются, главнымъ образомъ, лѣвымъ полушаріемъ. Известно нѣсколько случаевъ, когда поврежденіе было въ правомъ полушаріи, и больные оказывались лѣвшами.



Фиг. 225.—Схема, поясняющая афазію.

Дѣ же г і н е опубликовалъ одинъ примѣръ подкорковой двигательной афазіи, который былъ вызванъ простымъ перерывомъ проводящихъ путей.

Чувственная афазія (сензорная) или *словесная глухота*.—Больной можетъ выговаривать всѣ слова, читая ихъ, или когда слова произносятся возлѣ него; слухъ больного не страдаетъ. Всѣ слова онъ слышитъ, но не понимаетъ больше ихъ значенія. Больного болѣе или менѣе справедливо можно сравнить съ говорящимъ попугаемъ. Въ этотъ случай прервана связь, установленная искусственно [практикой] между слуховымъ знакомъ (стр. 605) и представленіемъ о предметѣ или идеей. Эта афазія иногда бываетъ полной, обыкновенно же неполной. Такой больной напр. не понимаетъ больше разговора на томъ языкѣ, которымъ онъ владѣлъ. Чаще всего утраченное свойство восстанавливается, но только въ томъ смыслѣ, что забытый языкъ изучается какъ бы заново, какъ въ дѣтствѣ. Эти случаи часто осложняются глубокими расстройствами психическихъ функций (умопомѣшательство). Въ нѣкоторыхъ случаяхъ причиною этой афазіи оказалось поврежденіе *левой* височной доли (окрестности или самый психоакустическій центръ).—Сензорная афазія въ большей или меньшей степени соответствуетъ душевной глухотѣ М и н к'а (стр. 582), но тутъ есть и глухота, и отсутствіе воспоминательныхъ слуховыхъ образовъ.

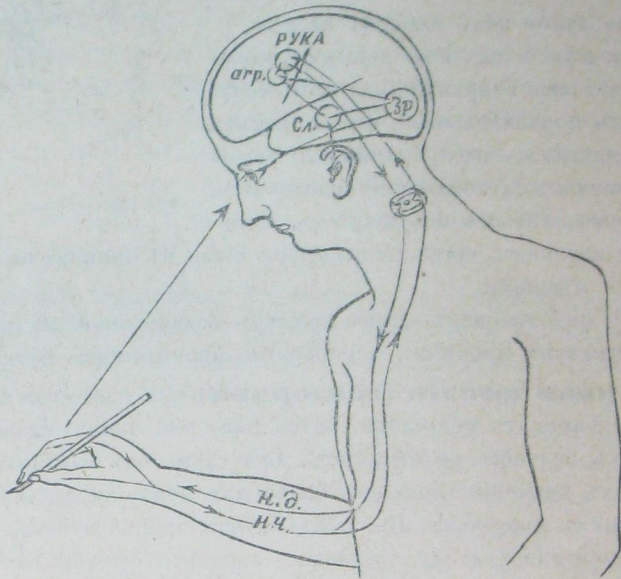
Въ чувственной афазіи различаютъ два случая: афазію слуховую и зрительную. Страдающій зрительной афазіей не можетъ отыскать названій предметовъ, на которые онъ смотритъ. Въ томъ случаѣ, когда больной теряетъ способность понимать написанныя или напечатанныя слова, болѣзнь называется „алексіей“ (см. далѣе).

Аграфия.—Писаніе есть актъ абсолютно аналогичный рѣчи. Для того, чтобы писать подъ диктовку, требуются воспоминательные образы двоякаго рода: сенсорные и моторные. Но въ данномъ случаѣ сенсорный образъ зрительный (а не слуховой), тогда какъ двигательный образъ соответствуетъ кисти руки и всей рукѣ (обыкновенно правой стороны).

При страданіяхъ аграфіей существуетъ недочетъ двигательнаго образа. Чтеніе про себя сохраняется: больной видитъ и понимаетъ написанное. Кромѣ того ему понятенъ разговоръ; писать же самъ онъ не можетъ, хотя мышцы руки (правой)

и въ частности кисти не парализованы. Аналогично съ этимъ состояніе піаниста, который можетъ читать ноты даже вслухъ, играть же больше не можетъ.

Аграфія представляетъ состояніе, гомологичное двигательной афазіи. Выражаясь терминологіей Chacot, у больного утраченъ двигательный воспомина-тельный образъ письма. Болѣе того, руку такого больного можно заставить выполнять извѣстныя движенія (напр. пишущія) и онъ ихъ не пойметъ. Вѣроятно со временемъ будетъ найдено, что причиной аграфіи служитъ поврежденіе центра кисти руки или сосѣднихъ съ нимъ частей. Его помѣщали даже передъ самымъ корковымъ центромъ кисти руки или вблизи его, въ заднемъ концѣ или основаніи



Фиг. 226.—Схема, поясняющая аграфию.

2-й лобной извилины (*агр.* фиг. 222, стр. 597). Аграфія обыкновенно бываетъ неполной. Къ ней часто присоединяется двигательная афазія, такъ какъ центръ пишущихъ мышцъ расположенъ непосредственно рядомъ съ извилиной Вроса. Такой больной разучается говорить и писать, однако онъ понимаетъ всякое слово, съ которымъ къ нему обращаются, и можетъ читать про себя.

Алексія или словесная слѣпота.—Алексія представляетъ частный случай зрительной афазіи. Больной разучился понимать письменные или печатные знаки. У него сохраняется зрѣніе, способность писать, но понимать прочитаннаго онъ не можетъ. Онъ можетъ говорить и понимать самого себя, также какъ и своихъ собесѣдниковъ. Алексія бываетъ общей или частной. Одинъ больной могъ еще прочесть цифру за цифрой число 766, но не понималъ, почему 7 поставлено раньше обѣихъ шестерокъ. Точно также можетъ утратиться способность чтенія нотъ, тогда какъ больной отлично еще играетъ по слуху на рояли, скрипкѣ и пр.

По всѣмъ видимымъ признакамъ при этомъ бываетъ поврежденъ психооптическій центръ въ затылочной корѣ, такъ какъ алексія часто сопровождается геміопическими зрительными расстройствами.

Довольно часто встрѣчающееся сочетаніе алексіи съ двигательной афазіей, повидимому, указываетъ на то, что при алексіи поврежденіе часто можетъ находиться въ пред-роландовой извилинѣ. Тѣмъ не менѣе до сихъ поръ еще не могли

установить различія между сенсорной (настоящей) алексіей и двигательной. При этой послѣдней сохраняется лишь возможность читать про себя. Случаи послѣдняго рода, какъ кажется, обыкновенно смѣшиваются съ двигательной афазіей.

При алексіи также часто бываетъ правая гемипсія, т. е. поврежденіе *леваго* полушарія. У больного, который былъ лѣвшой, поврежденнымъ оказалось правое полушаріе (Landolt).

Въ случаяхъ словесной слѣпоты мозговая ассоціація, развитая воспитаніемъ, между нѣкоторыми зрительными ощущеніями и представленіемъ о предметѣ, нарушена. Разрывъ цѣпи мозговыхъ иннервацій, относящихся къ чтенію и письму, находится въ мѣстѣ зрительнаго воспоминательнаго образа.

Мы имѣемъ въ данномъ случаѣ передъ собой замѣчательный примѣръ замѣщенія функцій въ большомъ мозгу. Многие изъ этихъ больныхъ могутъ вызывать воспоминательные образы при помощи осязательныхъ и мышечныхъ ощущеній. Имъ удастся достичь возможности чтенія, но съ трудомъ. Чтобы вспомнить буквы, они должны, переведя съ нихъ глаза, жестомъ начертить себѣ ихъ форму (Landolt).

Charcot, на основаніи указаннаго принципа, придумалъ способъ леченія алексіи, словесной слѣпоты; онъ изобрѣлъ нѣчто вродѣ чтенія, основаннаго на мышечномъ чувствѣ.

Сонъ и аналогичныя съ нимъ состоянія.—Относительно внутренней причины перемежаемости церебральныхъ функцій, состоящей изъ сна и бодрствованія, у насъ имѣется лишь незначительное количество данныхъ. Повидимому, фізіологическій сонъ наступаетъ при нѣкотораго рода мозговомъ утомленіи, которое можно сравнить съ утомленіемъ нервовъ и мышцъ; оно ведетъ къ уменьшенію мозговой возбудимости. Такъ какъ возбудимость мозгового вещества уменьшена, внѣшніе раздражители возбуждаютъ въ немъ дѣятельность въ меньшей степени; отсюда происходитъ сонъ (Pflüger).

Эта гипотеза сильно подтверждается наблюденіемъ надъ патологическими случаями болѣе или менѣ полной анестезіи въ органахъ чувствъ. При этомъ наступаетъ упорная сонливость, которую часто стараются приписать общей атоніи мозга. Но въ рѣдкія минуты пробужденія подобные субъекты не обнаруживаютъ никакого умственного разстройства. Случаи частной анестезіи, напр. съ сохраненіемъ функцій только одного глаза и одного уха, показываютъ, что сонливость безъ сомнѣнія происходитъ оттого, что внѣшнія возбужденія не достигаютъ до нервныхъ центровъ. Стоитъ закрыть глазъ [и заткнуть ухо], посредствомъ которыхъ больной еще сохраняетъ сношенія съ окружающимъ внѣшнимъ міромъ, и онъ немедленно заснетъ глубокимъ сномъ (Гейбель 1877) ¹⁾.

Во время естественнаго и хлороформеннаго сна сосуды мозговой поверхности сужаются (Durhan, Fr. Franck, Mosso и пр.). По Heger'у въ это время кровообращеніе въ гангліяхъ мозгового основанія чрезвычайно усилено.

Сравнительная анемія мозговой коры является какъ бы послѣдствіемъ расширенія сосудовъ въ основаніи мозга. Остается еще рѣшить, служатъ ли эти измѣненія мозгового кровообращенія причиной или, что болѣе вѣроятно, они являются слѣдствіемъ сна?

¹⁾ Послѣдній фактъ описанъ Strümpell'емъ (1877); теоретическое воззрѣніе въ этомъ родѣ развивалось Гейбелемъ (1876).

Преуер причину сна видѣлъ въ накопленіи молочной кислоты въ крови (вещество, вызывающее въ мышцахъ усталость).

Количество фосфатовъ въ мочѣ во время сна вмѣсто того, чтобы уменьшаться, оказывается скорѣе увеличеннымъ.

При зимней спячкѣ въ некоторыхъ животныхъ всѣ ихъ функціи понижаются до минимума [стр. 214 и 256].

Глубина сна, измѣряемая интенсивностью внѣшняго раздраженія, требуемого для того, чтобы пробудить отъ сна (Kohlschutter 1862 и 1869), достигаетъ своей максимальной величины во время перваго часа ¹⁾. Затѣмъ она непрерывно понижается до самаго пробужденія.—Во время этого максимума, повидимому, не бываетъ сновидній. Когда же сонъ не особенно глубоокъ, внѣшнія возбужденія чувствующихъ элементовъ безъ сомнѣнія достигаютъ до большого мозга и придаютъ сновидніямъ определенное направленіе. Однако и внутреннихъ возбужденій, повидимому, достаточно, чтобы вызвать послѣднія (автоматизмъ большого мозга). Какъ кажется, они возникаютъ вслѣдствіе того, что одни церебральныя возбужденія перестаютъ подвергаться вліянію дѣятельности другихъ частей большого мозга, дѣйствующихъ въ состояніи бодрствованія. Эти возбужденія такимъ образомъ распространяются по необыкновеннымъ направленіямъ, которымъ они не слѣдуютъ во время бодрствованія. Мозговая кора во время сновидній функционируетъ, повидимому, только отчасти.

Такимъ образомъ мозговыя функціи во время сна болѣе или менѣе слабѣютъ. Сказанное относится также ко всѣмъ функціямъ нервной системы. Требуется необычайно сильныя возбужденія для того, чтобы вызвать малѣйшую реакцію ²⁾. Зрачекъ суженъ (вслѣдствіе перевѣса сфинктера), такъ какъ различныя части головного мозга не возбуждаютъ больше его расширителя (черезъ посредство *centr. cilio-spinale*).

Въ моментъ пробужденія зрачекъ расширяется даже и въ томъ случаѣ, если на глазъ падаетъ свѣтъ.

Во время сна слегка замедляется всѣ функціи организма (біеніе сердца, дыхательныя движенія, отдѣленія и пр.).

Гипнотическій сонъ, животный магнетизмъ. — Факты, описанные подъ этими именами, весьма сходны со сновидніями. Вслѣдствіе различныхъ пріемовъ (магнетическіе пассы, смотрѣніе на блестящій предметъ или въ лицо), имѣющихъ цѣлью вызвать у гипнотизируемаго субъекта особенныя и продолжительныя ощущенія, мозговыя отправленія испытываютъ глубокія измѣненія. Характернымъ признакомъ гипноза служить, повидимому, то, что большой мозгъ продолжаетъ функционировать, но большая часть чувствующихъ импульсовъ, настоящихъ и прошлыхъ (воспомина-

¹⁾ По Mönninghoff и Priesbergen чрезъ 1½ часа отъ начала сна.

Н. В.

²⁾ Въ общемъ, внѣшняя картина сна хорошо объясняется (Rabl-Ruckart, Duvai) предположеніемъ, что во время него становится менѣе интимнымъ соприкасаніе между различными нервами головного мозга.—Но это не указываетъ ближайшей и первичной причины. Послѣдняя вѣроятно сводится къ накопленію въ нервныхъ центрахъ и крови какихъ-либо отбросовъ жизненнаго обмѣна, которые и дѣйствуютъ на нервные центры какъ бы наркотизирующимъ образомъ. За время сна эти вещества постепенно разрушаются или выделяются. Нѣтъ никакихъ строгихъ данныхъ думать, чтобы это была именно молочная кислота и только она одна.

Н. В.

нія), не принимаютъ нормальнаго участія въ его функціяхъ или даже не принимаютъ его вовсе. Напротивъ, одинъ родъ чувствующихъ импульсовъ,—правильнѣе сказать импульсы, исходящіе изъ одного источника (гипнотизера), продолжаетъ руководить мозговой дѣятельностью. И, такъ какъ дѣйствуютъ одни только эти импульсы или почти они одни, ихъ вліяніе становится безусловно господствующимъ. Происходитъ нѣчто аналогичное съ тѣмъ, когда сновидѣніямъ нормальнаго сна даютъ специальное направленіе при помощи опредѣленныхъ ощущеній. Загипнотизированный тотъ же лунатикъ, только его состояніе обыкновенно вызывается по произволу другого лица. Поскольку поступки гипнотизируемаго находятся во власти гипнотизера, явленія аналогичны съ тѣмъ, что давно описано подъ именемъ «внушенія». Если гипнотизеръ, какъ это часто бываетъ, подавляетъ у гипнотизируемаго субъекта всякія сознательныя ощущенія и всякую внѣшнюю дѣятельность, состояніе субъекта сильно походитъ на нормальный сонъ. Мозгъ паціента продолжаетъ функціонировать, но такъ, какъ будто бы не существовало для него всего міра за исключеніемъ гипнотизера.

Всѣ, повидимому, болѣе или менѣе способны подвергаться гипнозу.

Питаніе центральной нервной системы.

Центральная нервная система, состоящая изъ головного и спинного мозга, подвѣшена въ окружающемъ ее костномъ вмѣстилищѣ такимъ образомъ, что она плаваетъ въ цереброспинальной жидкости. Сказанное вполне справедливо по отношенію къ спинному мозгу и въ значительной степени относится къ головному, желудочки котораго наполнены тою же жидкостью. Широкія и плотныя перепончатыя складки, отходящія отъ твердой мозговой оболочки, проникаютъ въ большія борозды мозговой массы и способствуютъ поддержанію частей этой послѣдней въ всячемъ положеніи, какъ бы плавающими. Вслѣдствіе этого, сотрясенія, сдавливанія черепа, не могутъ вліять на отдѣльныя части мозгового вещества и ранить ихъ. Они передаются всему содержимому черепной коробки и распространяются по нему такимъ образомъ, какъ будто бы оно представляло однородную и запертую въ своемъ вмѣстилищѣ жидкость. Кромѣ того, и измѣненія кровяного давленія, измѣняющія объемъ мозга, не могутъ раздавить послѣдній притискиваніемъ его къ черепной коробкѣ. Измѣненія внутричерепного давленія, вытекающія отсюда, уравниваются тѣмъ, что цереброспинальная жидкость можетъ перемѣщаться въ различныя мѣста и даже выходитъ изъ костной коробки. Мозговое вещество защищено внутричерепной жидкостью почти такимъ же образомъ, какъ плодъ защищенъ амніотической жидкостью и Кортіевъ органъ эндолимфой и перилимфой. Наконецъ, спинной мозгъ можетъ перемѣщаться безъ разрывовъ при всѣхъ столь частыхъ сгибаніяхъ позвоночника.

Содержимое черепной коробки обыкновенно находится подъ давленіемъ нѣсколько превышающимъ атмосферное, именно на 50—100 мм. водяного столба. Когда черепная коробка вскрыта, или пока она еще не закрылась (роднички у младенцевъ), можно констатировать мозговыя пульсаціи, происходящія отъ измѣненій артеріальнаго кровяного давленія; они синхроничны съ пульсомъ, дыхательными движеніями и пр. (Luys, Fr. Frank и др.).

Цереброспинальная жидкость не есть простой трансудатъ сосудовъ, но продуктъ секреторной дѣятельности (паутинной оболочки?). По химическому составу она рѣзко отличается отъ трансудатовъ. Реакція ея нейтральная

или слегка щелочная. Въ ней содержится 99% воды и только 1% твердыхъ веществъ. Среди послѣднихъ преобладаютъ соли (особенно калийныя), отъ 7—8 ч. на 1000 (аналогично физиологическому раствору NaCl). Протеидовъ содержится всего только 1 на 1000 (глобулины и пропептонъ или альбумоза, альбумина нѣтъ). Наконецъ, имѣются слѣды пирокатехина, восстанавливающаго растворъ окиси мѣди въ ѣдкомъ кали; глюкозы нѣтъ (Bussy, Turner, Halliburton).

Жидкость заключена въ субарахноидальныхъ полостяхъ, подъ висцеральнымъ листкомъ паутинной оболочки. Въ эти полости изливается межтканевая лимфа нервной системы изъ околососудистыхъ пространствъ. Выводными каналами служатъ влагалища, сопровождающія корешки спинномозговыхъ и черепныхъ нервовъ. При прохожденіи нервовъ черезъ кости головы и позвоночника, мозговые оболочки сопровождаютъ нервы и нервные корешки, оставляя между собой щели, одна изъ которыхъ находится въ сообщеніи съ субарахноидальной полостью. Эти щели сильно развиты у зрительнаго, обонятельнаго и слуховаго нервовъ. Щели зрительнаго нерва доходятъ до самаго глазного яблока. Если выпрыснуть въ цереброспинальную жидкость измельченное въ порошокъ вещество, оно разносится до самаго глаза. На основаніи сдѣланныхъ изслѣдователями расчетовъ, количество цереброспинальной жидкости достигаетъ 80—150 гр.

Savazzani указываетъ, что жидкость утромъ имѣетъ болѣе щелочную реакцію, чѣмъ вечеромъ (мозгъ во время покоя выдѣляетъ меньше кислоты?). Будучи удалена изъ мозговой полости, жидкость восстанавливается весьма медленно (1 часъ). Химическія вещества, введенныя въ кровь, могутъ быть открыты въ этой жидкости только по прошествіи часа. Такимъ образомъ отдѣленіе ея совершается очень медленно.

Очень спорнымъ представляется вопросъ о балансѣ между черепной и спинномозговой жидкостью. Можетъ ли количество одной изъ нихъ увеличиваться насчетъ оттока другой, когда это требуется напр. для уравниванія измѣненій объема головного мозга, вызванныхъ сосудодвигательными колебаніями? Правильнымъ, повидимому, будетъ утвердительный отвѣтъ на этотъ вопросъ (A. Richet; но Bochefontaine, Mosso придерживаются отрицательнаго взгляда).

На границѣ между каждыми двумя позвонками находится по перепончатоволокнистой пластинкѣ, которыя дополняютъ каналъ, образуемый оболочками; онѣ могутъ слегка подаваться подъ напоромъ спинномозговой жидкости (уравниваніе артеріальныхъ пульсацій головного мозга).

Артеріальная кровь приносится къ головному мозгу двумя позвоночными артеріями и двумя внутренними сонными. Въ артеріальномъ Виллизіевомъ шестиугольникѣ, при основаніи мозга, эти четыре артеріальныя вѣтви образуютъ обширныя анастомозы.

Многоугольникъ Willis'a есть своего рода резервуаръ, питаемый четырьмя приносящими артеріями; изъ него смѣшанная кровь четырехъ артерій разносится по всѣмъ мозговымъ артеріямъ. Вслѣдствіе этого, расстройства кровообращенія въ одной или нѣсколькихъ приносящихъ артеріяхъ этого круга не можетъ повредить мозговому кровообращенію. Такъ, у собаки перевязка трехъ изъ приносящихъ артерій не вызываетъ замѣтныхъ симптомовъ, обязанныхъ разстройству мозгового кровообращенія. Тѣмъ не менѣе наблюденія надъ человѣкомъ показали, что, при вертикальномъ положеніи тѣла, зажатіе одной или обѣихъ позвоночныхъ артерій влечетъ за

собой непродолжительный обморокъ (=мозговой анеміи). Наоборотъ, заграждение хотя бы одной изъ артерій, выходящихъ изъ шестиугольника Willis'a, вызываетъ анемію и даже омертвѣніе той области, въ которой эта артерія распространяется. Причина лежитъ въ томъ обстоятельствѣ, что мозговія артеріи мало анастомозируютъ или вовсе не анастомозируютъ между собой. Однако, въ этомъ послѣднемъ отношеніи, какъ и въ нѣкоторыхъ другихъ, слѣдуетъ различать артерии, распространяющіяся въ мозговой корѣ и въ извилинахъ, отъ артерій, питающихъ центральныя ядра и смежное съ ними бѣлое вещество (Duret, Neubner).

Артеріи извилинъ большого мозга берутъ начало изъ передней, средней и задней мозговыхъ артерій и представляютъ ихъ конечныя вѣтви. Каждая изъ этихъ трехъ артерій распространяется въ опредѣленной корковой области ¹⁾. Сначала онѣ проходятъ въ мягкой мозговой оболочкѣ, идутъ очень длиннымъ и извилистымъ путемъ, вѣтвисто дѣлясь, и проникаютъ въ борозды между извилинами. На всемъ ихъ пути отъ нихъ отходятъ мелкія артеріи, тоже извилистыя, анастомозирующія такимъ образомъ, что на мозговой корѣ и въ лежащемъ подъ нею бѣломъ веществѣ образуется обширная сосудистая сѣтъ.

Артеріи центральныхъ ядеръ, большею частью, отходятъ отъ начала стволовъ мозговыхъ артерій. Въ извѣстныхъ мѣстахъ онѣ отходятъ въ большомъ количествѣ, идутъ снизу вверхъ черезъ продыравленные части мозга и въ прямомъ направленіи вступаютъ въ сѣрыя ядра (зрительные бугры, чечевицеобразныя ядра, полосатыя тѣла и пр.). Всѣ эти артеріи конечныя; онѣ не образуютъ анастомозъ и инъцированное одной изъ нихъ не наполняетъ области распространенія другой, въ особенности же корковой области.

Въ отношеніи периферическаго распространенія артерій дѣлятся на гангліозныя и корковыя. Тогда какъ послѣднія отличаются длиной, извилистостью и анастомозируютъ между собой, гангліозныя артеріи коротки, не извилисты и безусловно конечныя.—Тѣмъ не менѣе анастомозы между корковыми артеріями не настолько многочисленны, чтобы послѣднія совершенно утратили характеръ концевыхъ артерій. При закупоркѣ напр. Сильвиевой артерій, другія не въ состояніи въ достаточной мѣрѣ замѣстить ее въ области ея распространенія.

Описанное расположеніе артерій объясняетъ намъ, почему разрывы ихъ, вызывающіе *аноплексію*, почти исключительно падаютъ на артеріи гангліозныя. Вслѣдствіе ихъ небольшой длины и прямолинейнаго направленія, всякій необычайный напоръ кровяного давленія сказывается на нихъ сильнѣе (Mendel).

Артеріи чечевицеобразнаго ядра и полосатаго тѣла Charcot далъ даже характерное имя „артеріи мозговой геморрагій“. Въ корѣ, наоборотъ, преобладаютъ процессы перерожденія, анеміи.

Замѣчательное отличіе венозной системы головного мозга представляютъ венозные синусы твердой мозговой оболочки; это большіе резервуары, способные принять въ одинъ моментъ, и очень быстро, избытокъ венозной крови. Отличительной чертой венозной кровеносной системы, въ противоположность артеріальной, является ея богатство анастомозами, которыя имѣются даже между венами коры и венами центральныхъ гангліевъ.

¹⁾ Указанныя области (см. напр. Testut, *Traité d'anatomie humaine*) важно знать для опредѣленія мѣста патологическихъ процессовъ въ головномъ мозгу.

Количество крови, содержащейся въ черепѣ, сравнительно не велико. Отсюда не слѣдуетъ дѣлать вывода, будто питательный обмѣнъ здѣсь слабъ. Въ мышцахъ кровь, такъ же какъ и въ мозгу, составляетъ всего только 5—10 процентовъ вѣса цѣлаго органа и, тѣмъ не менѣе, мышцы оказываются весьма дѣятельными очагами сторапія.

Сѣрое вещество нервныхъ центровъ значительно богаче капиллярами, чѣмъ бѣлое; обстоятельство это доказываетъ, что функціональное горѣніе должно быть интензивнѣе въ первомъ веществѣ, нежели въ послѣднемъ.

При богатствѣ сѣраго вещества капиллярами и питаніе его должно быть довольно интензивнымъ. Заключение это вытекаетъ также изъ того факта, что сѣрое вещество, несмотря на обильную доставку щелочной крови имѣетъ реакцію весьма слабо щелочную, даже слегка кислую. Наконецъ, интензивность процессовъ питанія особенно доказывается тѣмъ обильно подтвержденнымъ фактомъ, что анемія или внезапная остановка доставки артеріальной крови почти моментально прекращаетъ отправленія большого мозга, еще скорѣе, чѣмъ спинного (см. стр. 464). Мы уже упоминали, что у нѣкоторыхъ субъектовъ зажатіе одной и, особенно, обѣихъ неразвѣтвленныхъ позвоночныхъ артерій прекращаетъ сознаніе въ какихъ нибудь двѣ секунды. Поэтому не стоитъ останавливаться на сенсаціонныхъ разсказахъ о томъ, будто отрѣзанныя головы сохраняютъ сознаніе. Нѣкоторое подобіе основательности этому мнѣнію придало то обстоятельство, что среднечеребные ганглии дольше сопротивляются нарушенію кровообращенія, чѣмъ мозговая кора. Къ этому слѣдуетъ еще добавить, что всякій нервный центръ прежде, чѣмъ парализоваться, проходитъ короткую фазу возбужденія. Эта фаза возбужденія мозговой коры выражается звономъ въ ушахъ и искрами какъ бы въ полѣ зрѣнія, когда напр. подняться послѣ лежанія съ опущенной внизъ головой, или же при началѣ обморока (мозговая анемія вслѣдствіе моментальной остановки сердца). Въ среднемъ мозгу разсматриваемое возбужденіе выражается общими конвульсіями, длящимися нѣкоторое время послѣ исчезанія всякаго сознанія, затѣмъ возбужденіемъ блуждающаго нерва (замедленіе біеній сердца) и суженіемъ брюшныхъ сосудовъ.

Отрѣзанная голова переполнена кровью и мозгъ внезапно убитаго животнаго содержитъ ся много. Напротивъ, мозгъ животнаго, умершаго отъ медленной анеміи, вслѣдствіе повторныхъ кровопусканій, въ сильной степени лишенъ крови. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ есть время для того, чтобы образовалось достаточное количество цереброспинальной жидкости и межтканевой лимфы; вслѣдствіе этого дается возможность крови болѣе полно вытечь изъ мозга.—По той же самой причинѣ внезапное сдавливаніе черепной коробки, кровоизліянія, производятъ нѣкоторую анемію мозга, въ особенности вблизи сдавленнаго мѣста. Анемія, о которой мы говоримъ, обыкновенно преходящая, играетъ большую роль въ произведеніи начальныхъ симптомовъ, характеризующихъ подобные случаи.

Хотя анемія быстро прекращаетъ отправленія мозга, однако окончательная смерть его наступаетъ лишь чрезъ нѣкоторое время. (Brown-Séquard). Выпрыскивая въ сосуды отрѣзанной головы артеріальную кровь, можно на нѣкоторое время вызвать движенія въ лицѣ; тѣмъ не менѣе возбудителями ихъ служатъ, повидимому, центры продолговатаго мозга и субкортикальные (Hayem и Barrier, P. Loyer).

Сосудодвигатели головного мозга.—Cl. Bernard показалъ, что мозговые сосуды сужаются при раздраженіи симпатическаго нерва на шеѣ (вазokon-

стрикторы). Съ другой стороны, нельзя иначе объяснить множество наблюдений, какъ участіемъ сосудорасширяющихъ мозговыхъ нервовъ. Сосудодвигательная дѣятельность этого аппарата пока еще изучена очень не совершенно.

Дѣятельность головного мозга должна сопровождаться оживленнымъ притокомъ крови къ нему. По крайней мѣрѣ, во время сильныхъ волненій, даже при периферическихъ раздраженіяхъ во время сна, пульсаціи мозга усиливаются. Повидимому, хорошо доказано, что во время сна (естественнаго или хлороформеннаго) выпуклость мозга становится въ извѣстной степени анемичной.

Негер, установивъ тотъ фактъ, что при хлороформномъ снѣ кровь приливаетъ къ сосудамъ сѣтчатки, полагаетъ, что и во время естественнаго сна сосуды центральныхъ ганглиевъ расширены, а сосуды коры сужены. Такъ что существуетъ будто бы нѣкоторый сосудодвигательный антагонизмъ между сосудистой системой мозговой коры и системой мозгового основанія и центральныхъ ганглиевъ.

Мозговое кровообращеніе, обыкновенно, находится въ антагонизмѣ съ кровообращеніемъ прочихъ внутреннихъ органовъ, особенно брюшныхъ.

При множествѣ обстоятельствъ, въ которыхъ брюшные сосуды сжимаются, мозговые расширяются. При асфиксіи происходитъ сильное сжатіе брюшныхъ сосудовъ и расширеніе мозговыхъ (обыкновенно доказывающееся внутричерепнымъ давленіемъ).

Какъ общее правило, условія, вызывающія анемію брюшныхъ органовъ и приливъ крови къ головному мозгу, повышаютъ общее кровяное давленіе. Поэтому было сдѣлано предположеніе, что эта обратность отношеній между брюшнымъ и мозговымъ кровообращеніемъ чисто пассивнаго характера. При отливѣ крови отъ брюшныхъ органовъ вслѣдствіе раздраженія п. *splanchnici*, сосуды мозга расширяются будто бы чисто пассивно (оттекающей кровью).

Мнѣніе это представляется мало вѣроятнымъ, если подумать, насколько совершенно устроена сосудодвигательная регуляція въ органахъ, гораздо менѣ важныхъ, чѣмъ мозгъ. Неужели же этотъ послѣдній долженъ быть лишенъ этой столь могущественной защиты? Множествомъ авторовъ (Wertheimer, De Boeck и J. Verhoo gen) было констатировано, однако, что указанный приливъ крови къ мозгу не идетъ рука объ руку съ увеличеніемъ общаго кровяного давленія, но что въ немъ замѣшаны сосудодвигательныя вліянія.— Не трудно видѣть, что въ большинствѣ указанныхъ обстоятельствъ для мозга полезно получать больше крови. Поэтому можно было бы допустить такое толкованіе, что нервное вліяніе (сосудодвигательное) подавляется въ данныхъ случаяхъ, какъ излишнее. Roy и Sherrington принимаютъ, что увеличеніе общаго кровяного давленія производитъ прямое расслабляющее дѣйствіе на мышечныя волокна мозговыхъ сосудовъ.

Напротивъ, приливъ крови къ брюшнымъ сосудамъ во время пищеваренія сопровождается нѣкоторой анеміей мозга (потому умственная работа или купанье во время пищеваренія являются опасными).

Прикладываніе охлаждающихъ предметовъ къ покровамъ головы вызываетъ анемію мозга, благодаря чисто рефлекторному суженію сосудовъ (отсюда польза охлаждающихъ воздѣйствій на голову при приливахъ крови къ мозгу).

Химическіе и физическіе спутники мозговой дѣятельности.—Къ отысканію химическихъ и физическихъ измѣненій (электричество, теплота), сопровождающихъ мозговую дѣятельность, изслѣдователи были приведены тѣмъ предположеніемъ, что съ нею связано интенсивное питаніе мозга.

Химическія измѣненія. — Реакція сѣраго вещества нейтральная, самое большее слегка щелочная, а по словамъ нѣкоторыхъ авторовъ даже слегка кислая (Moleschott, Battistini). Дѣло въ томъ, что кислотность быстро увеличивается послѣ смерти (Langendorff) и съ такой скоростью, что совершенно невозможно успѣть съ анализомъ сѣраго вещества настолько быстро, чтобы оно не было измѣнено; однимъ словомъ происходитъ то же, что съ мышцами. Такъ же, какъ и въ послѣднихъ, кислотность сѣраго вещества зависитъ отъ присутствія молочной кислоты. Отсюда мы должны заключить, что дѣятельность сѣраго вещества сопровождается развитіемъ молочной кислоты въ количествѣ, достаточномъ для нейтрализованія кровяной жидкости. Утромъ, послѣ ночного отдыха мозга, спинномозговая жидкость имѣетъ менѣе щелочную реакцію, чѣмъ вечеромъ. Количество фосфатовъ въ мочѣ не только не уменьшается во время сна (въ виду составныхъ веществъ мозга, содержащихъ фосфоръ), но, скорѣе, увеличивается.

Реакція бѣлаго вещества болѣе щелочная, чѣмъ сѣраго.

Образованіе тепла въ мозгу (работы Schiffa, Mosso и др.).—При возбужденіи периферическихъ органовъ температура мозговой поверхности слегка повышается. Сказанное относится также къ прямому электрическому раздраженію мозговой коры. Температура обнаженного мозга прогрессивно понижается; при этомъ периферическія раздраженія, даже шумъ, немного задерживаютъ это прогрессивное паденіе. При естественномъ или хлороформномъ снѣ, при наркозѣ отъ морфія, температура мозга замѣтно понижается. У кураризованныхъ животныхъ температура мозга держится сравнительно хорошо, тогда какъ всѣ остальные органы холодѣютъ. Отравленіе стрихниномъ повышаетъ эту температуру.

Въ указанныхъ условіяхъ не всегда можно отличить, образуется ли теплота въ самомъ мозгу, или же она происходитъ отъ притока ея вмѣстѣ съ обильнымъ притокомъ крови въ расширенные сосуды.

Электрическія явленія при мозговой отяжеленности. — Исслѣдователи указываютъ на электрическія явленія, развивающіяся на поверхности большого мозга вслѣдъ за периферическими раздраженіями. Если раздражать лапу, ухо, глазъ, электрическій потенциалъ соответствующихъ центровъ уменьшается. Возбужденный центръ становится относительно отрицательнымъ (Щыбульскій, Данилевскій, Gotsch и Horsley, Fleischli др.).

ГЛАВА XIII.

ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГІЯ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХЪ НЕРВОВЪ.

Подраздѣленіе нервныхъ волоконъ по ихъ функціи. Нервы центростремительные и нервы центробѣжные.—

Хотя каждое нервное волокно способно проводить нервное возбужденіе въ томъ и другомъ направленіи (стр. 447), однако мы считаемъ доказаннымъ, что нормально оно проводитъ его только въ одномъ направленіи, и это зависитъ оттого, что только одно изъ двухъ окончаній нерва служитъ мѣстомъ рожденія физиологическаго раздраженія. Волокна, получающія раздраженіе исключительно на ихъ периферическихъ окончаніяхъ, всегда проводятъ въ направленіи къ центру; это нервы *центростремительные*. Тѣ же волокна, которыя получаютъ раздраженіе исключительно на ихъ центральномъ концѣ, всегда проводятъ по направленію къ периферіи; это—*центробѣжные* нервы.

Эффектъ нервнаго возбужденія зависитъ единственно отъ строенія того концевой прибора, въ который возбужденіе въ концѣ концовъ приходитъ: „*специфическая энергія*“ нервовъ.

Нервы центростремительные.—*Чувствительные нервы*, которые иногда подраздѣляются на специфическіе нервы *внѣшнихъ органовъ чувствъ* и на нервы *общей чувствительности*, относящіяся къ неопредѣленной чувствительности внутреннихъ органовъ, къ болевымъ ощущеніямъ и къ мышечному чувству. Но это опредѣленіе не можетъ имѣть притязанія на большую точность.

Центростремительные *эксцитомоторные нервы*. Прежде признавали, а нѣкоторые авторы и теперь еще признаютъ, существованіе такихъ центростремительныхъ нервовъ (въ особенности для внутренностей), которые служатъ для вызыванія въ центрахъ рефлекторныхъ дѣйствій. Мы не признаемъ между центростремительными нервами такихъ чистыхъ эксцитомоторовъ, такъ же какъ и между центробѣжными—исключительно рефлекторныхъ.

Новѣйшія открытія въ анатоміи спинного мозга показываютъ намъ, какимъ образомъ чувствительное волокно, посредствомъ своихъ отростковъ, становится эксцитомоторнымъ.—Волокна зрительнаго нерва относятся къ интра-церебральнымъ волокнамъ. Тѣ волокна его, которыя (по G u d d e n) служатъ только для проведенія возбужденій, опредѣляющихъ зрачковый рефлексъ, могутъ быть сравниваемы съ вѣтвями чувствительныхъ волоконъ спинного мозга, дѣйствующими на его двигательныя клетки. Данный случай нельзя поэтому разсматривать какъ примѣръ периферическихъ нервныхъ волоконъ, исключительно эксцитомоторныхъ.

Центробѣжные нервы.—1. *Двигательные нервы* для волоконъ поперечно-полосатыхъ мышцъ и для волоконъ гладкихъ мышцъ; къ послѣднимъ относятся и *сосудосуживающіе* нервы. *Нервы электрическихъ органовъ* нѣкоторыхъ рыбъ представляютъ разновидность двигательныхъ нервовъ.—2. *Секреторные нервы*, т. е. центробѣжные нервы, непосредственно вызывающіе отправленіе железистой протоплазмы (а не путемъ измѣненій кровообращенія въ железахъ). Существованіе подобныхъ нервовъ доказано въ первой части этой книги для слюнныхъ железъ (стр. 280), для потовыхъ железъ [и для отдѣленія сахара печенью, стр. 328]. Раздраженіе секреторныхъ нервовъ вызываетъ отдѣленіе и при полномъ отсутствіи кровообращенія; а дѣятельность слюнной железы развиваетъ давленіе секреторной жидкости даже болѣе высокое, чѣмъ давленіе артеріальной крови; наконецъ, измѣненія въ кровообращеніи железъ не сопровождаются соответствующими измѣненіями въ отдѣленіи ихъ.—3. *Умряющіе или задерживающіе нервы*. Центробѣжные нервы, дѣятельность которыхъ препятствуетъ проявленію функцій.

Образцомъ задерживающихъ нервовъ служить блуждающій нервъ въ его волокнахъ, задерживающихъ біенія сердца. Сюда относятся также сосудорасширяющіе нервы, п. *splanchnicus*, задерживающій сокращенія циркулярныхъ мышечныхъ волоконъ кишекъ; наконецъ, многочисленныя явленія задержки въ центральной нервной системѣ. Брюшные органы, приводимые въ движеніе сократительными волокнами, круговыми и продольными, получаютъ различные двигательные проводники для тѣхъ и другихъ. Примѣромъ могутъ служить п. *vagus* и п. *splanchnicus* по отношенію къ пищеварительному каналу: первый служитъ двигателемъ для круговыхъ волоконъ, послѣдній—для продольныхъ. И вотъ раздраженіе п. *vagi* прекращаетъ сокращеніе продольныхъ волоконъ, то же производитъ раздраженіе п. *splanchnici* съ круговыми волокнами, и, благодаря этому, *pylorus* открывается. Все болѣе и болѣе подтверждается, что опредѣленное нервное раздраженіе, будучи двигательнымъ для одного рода мышечныхъ волоконъ, оказываетъ задерживающее дѣйствіе на волокна другого рода. Это относится къ пищеварительному каналу и къ мочевому пузырю. Чтобы объяснить эти противоположныя дѣйствія одного нервнаго волокна на различные мышечные аппараты, часто предполагаютъ, что нервъ не дѣйствуетъ непосредственно на мышечныя волокна, а на периферическія нервныя клѣтки (см. объ этомъ по поводу иннерваціи сердца и сосудовъ).

4. *Трофическіе нервы*, т. е. центробѣжные нервы, дѣятельность которыхъ регулируетъ питательный обмѣнъ въ весьма разнообразныхъ анатомическихъ элементахъ. Извѣстное число наблюдений порождаетъ мысль о трофическихъ нервахъ, предназначенныхъ для всѣхъ клѣточныхъ элементовъ нашего тѣла (эпителиальныхъ, соединительно-тканыхъ, костныхъ и проч.). Эти нервы регулируютъ здѣсь питаніе такимъ же образомъ, какъ двигательные и секреторные нервы регулируютъ питаніе мышечныхъ волоконъ и секреторныхъ клѣтокъ, или какъ нервныя клѣтки—питаніе выходящихъ изъ нихъ волоконъ.

Мысль о такихъ трофическихъ нервахъ не представляетъ сама по себѣ ничего невозможнаго. Многочисленны примѣры нарушенія питанія нѣкоторыхъ органовъ, въ зависимости отъ заболѣванія ведущихъ къ нимъ нервовъ. Физиологическими данными, повидимому, лучше всего доказывающими существованіе трофическихъ нервовъ, являются нарушенія питанія (воспалительныя процессы) въ глазу и во рту, послѣ перерѣзки тройничнаго нерва, такъ же

какъ воспаленіе легкихъ, вслѣдъ за перерѣзкой обоихъ блуждающихъ нервовъ. Относительно изслѣдованія и критики этихъ фактовъ, мы отсылаемъ къ „физиологіи тройничнаго и блуждающаго нервовъ“; тамъ мы увидимъ, что эти наблюденія не доказываютъ существованія трофическихъ нервовъ или трофическихъ волоконъ въ нѣкоторыхъ нервахъ, и что нарушеніе питанія, вслѣдъ за перерѣзкой извѣстныхъ нервовъ, такъ же хорошо можетъ быть объяснено другими функціональными нарушеніями, происходящими отъ самой перерѣзки нервовъ (въ особенности параличами, нарушеніемъ чувствительности и способности къ движенію, сосудодвигательными вліяніями и проч.).

А. Спинно-мозговые нервы.

Законъ Ch. Bell'я.—*Передніе корешки спинномозговыхъ нервовъ служатъ для центробѣжной иннервации, задніе—для центростремительной.*—Этотъ законъ былъ установленъ и формулированъ другимъ образомъ: *передніе корешки суть двигательные, задніе—чувствительные.* Это произошло отъ того, что сначала изъ центробѣжныхъ нервовъ знали только двигательные и даже только нервы поперечно-полосатыхъ или произвольныхъ мышцъ, точно такъ же какъ еще и теперь изъ центростремительныхъ нервовъ мы знаемъ только чувствительные. Съ тѣхъ поръ открыты еще другіе центробѣжные нервы, а именно, секреторные и задерживающіе. Насколько мы знаемъ пути этихъ центробѣжныхъ волоконъ, мы видимъ, что всѣ они выходятъ изъ спинного мозга передними корешками (а изъ головного мозга черепными нервами, соотвѣствующими переднимъ корешкамъ спинныхъ нервовъ).

Доказательство закона Bell'я въ особенности очевидно для двигательныхъ и чувствительныхъ волоконъ лягушки, когда производятъ опыты на корешкахъ поясничныхъ нервовъ, предназначенныхъ для заднихъ конечностей. Послѣ предварительнаго обнаженія этихъ нервовъ, раздраженіе, перерѣзка или простой щипокъ заднихъ корешковъ ихъ, вызываетъ движеніе всего животнаго; если ущипнуть передній корешокъ, то происходитъ сокращеніе въ соотвѣствующей конечности, само-же животное остается покойнымъ. Послѣ перерѣзки задняго корешка, раздраженіе периферическаго конца его не вызываетъ никакой реакціи, а за раздраженіемъ центрального конца—слѣдуетъ реакція со стороны всего животнаго. Послѣ перерѣзки передняго корешка, раздраженіе центрального конца его не производитъ никакого эффекта, за раздраженіемъ-же периферическаго—слѣдуетъ сокращеніе той конечности, къ которой направляется корешокъ.

Перерѣзка заднихъ поясничныхъ корешковъ дѣлаетъ нечувствительной соотвѣствующую заднюю часть: ее можно рѣзать безъ всякой реакціи со стороны животнаго. Перерѣзка-же переднихъ корешковъ лишаетъ способности къ движенію; животное волочитъ заднія конечности и не можетъ болѣе производить ими движенія. Любопытенъ тотъ случай, когда у лягушки съ одной стороны перерѣзаны задніе поясничные корешки, а съ другой—передніе: животное тянетъ парализованную ногу, но реагируетъ всѣмъ тѣломъ, если ущипнуть эту ногу; оно не сдѣлаетъ ни малѣйшаго движенія, если щипать другую ногу, способную къ движенію, которою животное владѣетъ, но которая не чувствительна.

Справедливость закона Ch. Bell'я точно также была доказана и у млекопитающихъ: секреторныя волокна, вазомоторы, какъ сосудосуживающіе, такъ

и сосудорасширяющіе, задерживающіе нервы—всѣ выходятъ изъ спинного мозга передними корешками, а изъ головного—по нервамъ, соответствующимъ переднимъ спинномозговымъ корешкамъ ¹⁾.

Stricker давно уже утверждалъ, что сосудорасширяющія волокна заднихъ конечностей выходятъ изъ заднихъ корешковъ поясничной части спинного мозга.—Хотя вовсе нѣтъ подтвержденія этого, однако Magat, одинъ изъ наиболѣе значительныхъ противниковъ Stricker'a, нашелъ у молодой собаки нѣсколько сосудорасширяющихъ волоконъ, выходящихъ изъ заднихъ корешковъ поясничной части спинного мозга. Остается ожидать болѣе полныхъ изслѣдованій, прежде чѣмъ допустить исключенія изъ закона Bell'a.

У высшихъ животныхъ доказательство справедливости закона Bell'a представляетъ нѣкоторыя затрудненія, на которыя натолкнулся Magendie, и чего болѣе или менѣе могъ избѣжать J. Müller, экспериментируя надъ лягушкой. Дѣло идетъ объ явленіяхъ возвратной чувствительности и о sensibilitas, т. е. зависимости двигательной способности отъ сохраненія чувствительныхъ нервовъ.

Возвратная чувствительность (Sensibilité récurrente).—Справедливо, что также и у млекопитающихъ животныхъ центrostремительныя чувствительныя волокна всѣ выходятъ изъ заднихъ корешковъ спинного мозга. Но и самъ по себѣ спинной мозгъ и его оболочки чувствительны, равно какъ они получаютъ и собственные сосудодвигательные нервы. Чувствительныя волокна, предназначенныя для самого мозга и выходящія чрезъ задніе его корешки, вскорѣ достигаютъ своего назначенія. Легко понять, что для многихъ изъ нихъ самый короткій путь лежитъ въ направленіи къ переднимъ корешкамъ. Это такъ и есть на самомъ дѣлѣ. Поэтому у млекопитающаго животнаго за раздраженіемъ неповрежденныхъ переднихъ корешковъ слѣдуетъ несомнѣнное проявленіе боли. Но эта чувствительность не зависитъ отъ центrostремительныхъ волоконъ, выходящихъ изъ переднихъ корешковъ мозга, потому что, послѣ перерѣзки передняго корешка, раздраженіе периферическаго его конца еще болѣзненно, раздраженіе-же центрального конца, какъ и у лягушки, не производитъ никакого эффекта. Чувствительность передняго корешка исчезаетъ, если перерѣзать соответствующій задній корешокъ. Слѣдовательно, чувствительность заимствуется отъ заднихъ корешковъ, нѣкоторыя волокна которыхъ, достигая точки соединенія съ передними, описываютъ дугу и возвращаются снова въ спинномозговую каналь черезъ передній корешокъ. Это и есть настоящія возвратныя волокна (Schiff, Cl. Bernard). Рѣдко передній корешокъ обязанъ своей чувствительностью нѣсколькимъ заднимъ корешкамъ. Что касается мѣста, гдѣ центrostремительныя волокна описываютъ дуги и дѣлаются возвратными, то это происходитъ для большей части ихъ въ точкѣ соединенія обоихъ корешковъ; однако многія дѣлаются возвратными нѣсколько далѣе, въ периферическомъ нервѣ (Cl. Bernard).

Возвратная чувствительность переднихъ корешковъ мозга представляетъ только частный случай общаго закона, доказаннаго съ особенной очевидностью Arloing'омъ и Tripier, по которымъ периферическіе нервы обмѣ-

¹⁾ Теперь несомнѣнны существенныя исключенія изъ этого закона; см. примѣч. на стр. 171 и 514.

ниваются своими волокнами повсюду, гдѣ они приходятъ между собой въ соприкосновеніе, все равно, будь то нервы двигательные, или чувствительные.

Такимъ образомъ волокна, заимствованныя нервомъ отъ одного или нѣсколькихъ сосѣднихъ, центростремительныхъ и центробѣжныхъ, нервовъ, идутъ затѣмъ или въ центростремительномъ направленіи, или въ направленіи центробѣжномъ. Въ первомъ случаѣ получается явленіе возврата, совершенно такое же, какъ и въ спинномозговыхъ корешкахъ. Окончанія этихъ волоконъ по большей части предназначены для самихъ нервныхъ стволовъ (*nervi nervorum*) и одни изъ нихъ оказываются сосудодвигателями, другіе чувствительными (нервами общей чувствительности); наконецъ, нѣкоторыя способствуютъ, повидимому, иннерваціи такихъ органовъ, какъ напр. кожа. Заимствованныя волокна направляются также и къ периферіи и образуютъ здѣсь начало нервныхъ сплетеній, предназначенныхъ для конечностей. Этотъ способъ распредѣленія волоконъ очень распространенъ также на периферіи, вслѣдствіе чего происходитъ то, что можно назвать *побочнымъ распространениемъ* (*Vanlaire*); въ силу этого, напр., одинъ какой-либо участокъ кожи можетъ иннервироваться двумя различными периферическими нервами (*Richet* отецъ). Точно также въ силу анастомозовъ, находящихся напр. въ плечевомъ или сѣдалищномъ сплетеніяхъ, какая-либо мышца конечности получаетъ свою двигательную иннервацію отъ корешковъ многихъ нервовъ. Эти особенности имѣютъ то фізіологическое значеніе, что такимъ образомъ какъ бы подкрѣпляется иннервація извѣстной мышцы или извѣстнаго участка кожи, благодаря чему отпаивленіе периферическаго органа не страдаетъ отъ поврежденія какого-либо одного нерва. Вотъ примѣры заимствованной чувствительности и заимствованной способности къ движенію: 1) *chorda tympani* представляетъ изъ себя центробѣжныя волокна, которыя *n. lingualis* (вполнѣ центростремительный) получилъ отъ *n. facialis*; 2) послѣ перерѣзки *n. mediani* его периферическій конецъ еще обладаетъ чувствительностью (явленіе возврата); 3) нервы: *oculomotorius*, *abducens*, *trochlearis*, *facialis*—чисто двигательные въ началѣ, становятся затѣмъ и чувствительными по выходѣ ихъ изъ черепа; 4) развѣтвленія *n. facialis* являются весьма чувствительными, благодаря присутствію волоконъ, заимствованныхъ отъ тройничнаго нерва; 5) перерѣзка нерва (чувствительнаго) какой-либо конечности часто вовсе не лишаетъ чувствительности тотъ участокъ, который макроскопически иннервируется однимъ только этимъ нервомъ.

Senso-mobilitas ¹⁾. — *Magendie*, провѣряя законъ *Ch. Bell'*я, не могъ объяснить себѣ, почему осель, послѣ перерѣзки одного, а въ особенности обоихъ подглазничныхъ нервовъ (исключительно чувствительныхъ), не могъ болѣе захватывать пищу верхнею губою, которая была какъ-бы парализована. *Magendie* не зналъ, въ какой мѣрѣ центростремительная иннервація сама по себѣ необходима для успѣшнаго исполненія произвольныхъ движеній. Оперированное такимъ образомъ однокопытное животное не захватываетъ уже пищи настоящимъ образомъ, потому что оно ея не чувствуетъ; но паралича верхней губы нѣтъ. Мы уже знаемъ много фактовъ этого рода изъ фізіологіи мозга. Ехнер далъ имъ названіе «*sensu-mobilitas*».

¹⁾ Въ русскомъ языкѣ нѣтъ соответствующаго термина для передачи французскаго слова «*sensu-motricité*», почему оно и переведено латинскимъ терминомъ «*sensu-mobilitas*».

Спинно-мозговые нервы.—Частная физиология спинномозговых нервовъ, являющихся повсюду смѣшанными (центростремительными и центробѣжными), основывается на анатомическомъ ихъ распредѣленіи. Но все же мы должны остановиться нѣсколько болѣе на физиологій нѣкоторыхъ спинномозговыхъ волоконъ, центростремительныхъ и центробѣжныхъ, совокупность которыхъ составляетъ такъ называемый „симпатическій“ нервъ.

Изслѣдованія Vanlair'a показываютъ, что кожа на лапѣ собаки имѣетъ мало участковъ, иннервируемыхъ только однимъ нервомъ этой конечности, но что по болѣе части здѣсь встрѣчается смѣшанная иннервація отъ двухъ и даже отъ трехъ нервовъ. Судя по нѣкоторымъ клиническимъ наблюденіямъ, то же имѣетъ мѣсто и у человѣка, по крайней мѣрѣ, въ нѣсколькихъ случаяхъ полной перерѣзки одного нерва конечности не получалось полной потери чувствительности или же получалась только кратковременная анестезія (на нѣсколько часовъ или дней). Кажется, что здѣсь слѣдуетъ признать, согласно взглядамъ Brown-Séquard'a, кратковременное задерживающее вліяніе, производимое поврежденіемъ нерва на волокна, развѣтвляющіяся въ томъ же пространствѣ по способу побочнаго распространенія. Это задерживающее вліяніе должно выполняться при участіи центровъ.

Физиологическое значеніе *межпозвоночныхъ узловъ* остается пока очень темнымъ. Неизвѣстно даже, проходитъ-ли у млекопитающихъ нервное возбужденіе чрезъ самое клѣтку (какъ у рыбъ, гдѣ эти клѣтки биполярны), или же возбужденіе съ периферическаго волокна прямо переходитъ на корешковое, минуя клѣтку. Последнее намъ кажется болѣе вѣроятнымъ, такъ какъ, если лишить вполне задній корешокъ съ его ганглиемъ кровообращенія, то периферическій нервъ оказывается почти неутомимымъ, какъ будто бы на пути его не было включено нервныхъ клѣтокъ (Nuel). Клѣтка, питающій органъ (трофическій) волокна, у высшихъ животныхъ какъ бы выбрасывается изъ нервной дуги, какъ недѣятельный элементъ.—Gaule недавно описалъ наблюденіе, что, послѣ поврежденія межпозвоночныхъ узловъ, наступали многочисленныя нарушенія питанія въ органахъ, къ которымъ направляются нервные корешки. Gaule приписываетъ по этому ганглиямъ трофическое вліяніе на самые органы.

Что касается двигательныхъ корешковъ, то одна мышца какой-либо конечности иннервируется двумя и даже тремя корешками, т. е. двумя или тремя мозговыми сегментами. Каждый изъ корешковъ иннервируетъ только часть мышцы.

Что касается перерожденія периферическихъ нервовъ послѣ ихъ перерѣзки, то объ этомъ смотр. стр. 465 и слѣдующія.

Nervus sympathicus.—Въ прежнее время симпатическій нервъ считался по физиологическому дѣйствію какъ бы второй, не зависящей отъ спинного мозга, нервной системой, которая завѣдуетъ функціями питанія, тогда какъ спинно-мозговая система завѣдуетъ функціями отношенія къ внѣшнему міру (Bichat). Подобно тому какъ спинно-мозговые нервы выходятъ изъ сѣраго вещества головного и спинного мозга, точно также и вѣтви симпатическаго нерва происходятъ изъ сѣраго вещества симпатическихъ узловъ, а въ особенності изъ узловъ самого ствола.

Мало по малу это мнѣніе было поколеблено; именно, нашли, что нервныя функціи, присущія симпатическому нерву, должны быть отнесены на счетъ соединительныхъ вѣточекъ, входящихъ въ него изъ спинно-мозговой системы; далѣе, что „нервные центры“ этихъ иннервацій находятся не въ гангліяхъ симпатическаго нерва, а въ спинно-мозговыхъ центрахъ: разъ соединительныя вѣточки перерѣзаны, иннервація тотчасъ-же прекращается. Сюда

въ особенности относятся сосудосуживающія и сосудорасширяющія дѣйствія, сокращенія матки, вліяніе нервовъ, ускоряющихъ дѣятельность сердца и проч.

Послѣ разрушенія всей спинно-мозговой нервной системы тѣмъ не менѣе остаются нѣкоторые иннерваціонныя вліянія, продолжающія дѣйствовать на органы, снабженные вѣточками отъ симпатическаго нерва. Сюда преимущественно относятся сокращеніе сердца и перистальтика кишѣкъ, затѣмъ сокращеніе многихъ внутреннихъ органовъ, преимущественно выводныхъ протоковъ нѣкоторыхъ железъ, а также ритмическія сокращенія нѣкоторыхъ сосудовъ, вполнѣ изолированныхъ отъ вліянія спинно-мозговой нервной системы. Поэтому все еще допускаютъ, что многія изъ этихъ иннервацій дѣйствительно зависятъ отъ самихъ узловъ симпатическаго нерва, а спинно-мозговые волокна только вліяютъ на нихъ то задерживающимъ, то усиливающимъ образомъ.

Существуетъ довольно распространенное мнѣніе, что узлы симпатическаго ствола представляютъ «иннерваціонные центры» (еще мало изученные), преимущественно для внутреннихъ органовъ. Относительно этого мнѣнія — которое, быть можетъ, и справедливо — важно замѣтить слѣдующее. Въ настоящее время мы не имѣемъ еще фактовъ, доказывающихъ положительно, что скопленіе периферическихъ ганглиевъ играетъ роль автоматическаго или рефлекторнаго «центра». Факты, повидимому, самые доказательные, какъ сокращеніе сердца, сокращеніе изолированныхъ сосудовъ, движеніе кишечника, — допускаютъ и другое объясненіе. Именно, гладкія мышечныя волокна, кажется, сами по себѣ могутъ играть роль нервныхъ центровъ.

Въ симпатическомъ нервѣ заключаются не только центробѣжныя спинно-мозговые волокна (напр. сосудосуживающія), вступающія въ соединительныя вѣтви при посредствѣ переднихъ корешковъ, но также и центростремительныя спинномозговые волокна, которые поднимаются черезъ *rami communicantes* и черезъ задніе корешки. Эти послѣднія волокна обыкновенно проводятъ не ясно выраженные чувствованія и многія изъ нихъ долгое время считались прототипомъ центростремительныхъ эксцитомоторныхъ нервовъ. Отъ нихъ то и зависитъ тупая чувствительность внутреннихъ органовъ. Многія же изъ нихъ не вызываютъ почти никакихъ ощущеній (*n. depressor*).

N. sympathicus представляетъ итакъ очень развитое сплетеніе нервныхъ волоконъ, въ которое вставлены многочисленныя гангліозныя кѣтки (питающія образованія?).

Функциональное значеніе различныхъ отдѣловъ *n. sympathici* было изложено въ частности по поводу функций соответствующихъ органовъ. Ограничимся здѣсь тѣмъ, что напомнимъ функціи этого нерва по ходу его анатомическаго распредѣленія.

А. Шейная часть *n. sympathici*.—1. Волокна, расширяющія зрачекъ. Они берутъ начало изъ спинного мозга, на границѣ между шейной и грудною частью его, и выходятъ чрезъ соответственные корешки, чтобы образовать стволъ *n. sympathici* (смотри далѣе—радужная оболочка). 2. Двигательныя волокна для гладкихъ мышцъ глазницы и вѣкъ. 3. Сосудосуживающія волокна для головы, лица и мозга. 4. Сосудорасширяющія волокна для языка, внутренней поверхности щекъ, и, вѣроятно, для всей головы. 5. Секреторныя (и сосудосуживающія) волокна для слюнныхъ, слезныхъ и потовыхъ железъ головы и шеи.

В. Грудная и брюшная часть п. sympathici.—1. *Nervi cardiaci*, выходящіе изъ симпатическаго нерва, а именно, центробѣжные нервы, *ускоряющіе дѣятельность сердца* (nn. accelerantes, стр. 168) и *центростремительный депрессорный нервъ* для кровяного давленія (n. depressor, стр. 168 и 175). 2. *Nn. splanchnici*, содержащіе сосудодвигательныя волокна для кишекъ и для большей части брюшныхъ органовъ. Это—двигательныя нервы для продольныхъ волоконъ и задерживающіе—для циркулярныхъ, въ мускулатурѣ тонкихъ кишекъ и желудка (Pflüger, Ehrmann, van Bogaam-Нонекгеест, Morat), при чемъ, вѣроятно, оба эти эффекта обязаны однимъ и тѣмъ же нервнымъ волокнамъ. 3. О функциональномъ значеніи *plexus solaris* мало извѣстно. Вырѣзываніе его подаетъ поводъ къ мало выясненнымъ нарушеніямъ пищеваренія, къ атрофіи поджелудочной железы съ послѣдующимъ диабетомъ (Munk и Klebs) и къ ацетонуріи (Lustig). 4. Въ брюшной части п. sympathici заключаются центростремительныя и центробѣжныя (спинно-мозговья) волокна, заведующія *движеніями мочевого пузыря, матки, стѣнныхъ пузырьковъ, толстой кишки*, а также *сосудодвигательныя* волокна, какъ для этихъ органовъ, такъ и для туловища и конечностей, и, наконецъ, *секреторныя* волокна для потовыхъ железъ нижней части тѣла.

В. Черепные нервы.

I. Nervus olfactorius.—Смотр. далѣе: „*органъ обонанія*“.

II. Nervus opticus.—Смотр. далѣе: „*органъ зрѣнія*“. Что касается перекреста нервовъ въ chiasma, то объ этомъ смотр. стр. 581.

Относительно чистыхъ рефлексовъ, вызываемыхъ раздраженіемъ зрительнаго нерва, слѣдуетъ указать: суженіе зрачка (смотр. далѣе—iris) и затѣмъ замѣчательное вліяніе этого нерва на обмѣнъ веществъ. Свѣтовое раздраженіе сѣтчатки увеличиваетъ, у лягушки, поглощеніе кислорода и выдѣленіе CO₂ (Moleschott, Bécharde, Pflüger, Fubini и друг.). Если производить опыты на ослѣпленной лягушкѣ, то этотъ обмѣнъ веществъ, хотя и увеличивается подѣ вліяніемъ свѣта, но въ меньшей степени, чѣмъ въ предыдущемъ случаѣ. Быть можетъ также, что п. opticus служитъ двигателемъ для колбочекъ сѣтчатки (смотр. далѣе: «внутренніе феномены, происходящіе въ сѣтчаткѣ подѣ вліяніемъ свѣта»).

III. Nervus oculomotorius.—Онъ выходитъ изъ передней части ядра, лежащаго впереди aquaeductus Sylvii и служащаго продолженіемъ переднихъ роговъ спинного мозга. Это нервъ въ своемъ началѣ исключительно двигательный, но уже въ sinus cavernosus онъ анастомозируетъ съ первой вѣтвью п. trigemini, чѣмъ и объясняется чувствительность его развѣтвленій. Онъ служитъ двигательнымъ нервомъ для глазныхъ мышцъ: rectus internus, rectus superior, rectus inferior, obliquus inf. и levator palpebrae sup. Онъ иннервируетъ также двѣ внутреннія мышцы глаза: sphincter pupillae и m. ciliaris (эти волокна проходятъ черезъ ganglion ciliare). Кажется, что п. trigeminus также заключаетъ въ себѣ нѣсколько суживающихъ зрачекъ волоконъ. При параличѣ п. oculomotorii получается опущеніе верхняго вѣка и постоянное отклоненіе глаза наружу; зрачекъ расширенъ и аккомодация прекращается (глазъ постоянно остается приспособленнымъ къ его *punctum remotum*).

Начальное ядро п. oculomotorii, изъ задней части котораго беретъ начало также п. trochlearis, представляется вытянутымъ въ длину, подѣ четверохолміемъ, впереди aquaeductus Sylvii, близъ срединной линіи.

Въ дѣйствительности, этотъ рядъ клѣтокъ состоитъ изъ многихъ ядеръ, анатомически отдѣльныхъ, по одному для каждой мышцы. Нѣкоторыя изъ этихъ ядеръ отличаются даже меньшимъ калибромъ своихъ клѣтокъ. Извѣстно, что изъ верхушки этого ядра, достигающей до дна 4-го желудочка, выходятъ волокна, иннервирующія *m. ciliaris* и *m. sphincter pupillae*. Эта часть ядра получаетъ питаніе отъ иной артеріальной провинціи, чѣмъ остальная его часть: именно, отъ вѣточекъ, отходящихъ отъ *art. communicans post.* (Heubner). Этимъ объясняется тотъ фактъ, что очень часто, при поврежденіи только задней части ядра, получается параличъ однихъ внѣшнихъ мышцъ глаза, тогда какъ внутреннія мышцы функционируютъ нормально.

Ducal и Laborde показали, что *n. oculomotorius* получаетъ пучекъ волоконъ отъ начального ядра *n. abducentis* противоположной стороны. Эта анатомическая особенность, кажется, вліяетъ на движеніе обоихъ глазъ къ боковой линіи: получается сокращеніе *m-li recti ext.* одного глаза и *m-li recti int.* другого.

IV. Nervus trochlearis.—Онъ беретъ начало изъ задней части гангліозной массы, дающей начало и для *n. oculomotorius*. Вопросъ о томъ, перекрещивается-ли онъ до выхода изъ мозговой массы въ *valvula Vieussenii*, не рѣшенъ еще положительно. Будучи исключительно двигательнымъ нервомъ въ своемъ началѣ, онъ вскорѣ дѣлается вмѣстѣ съ тѣмъ чувствительнымъ, вслѣдствіе анастомозовъ съ тройничнымъ нервомъ въ стѣнкѣ *sinus cavernosi*. Онъ иннервируетъ только одну мышцу глаза, *m. obliquus superior*. Параличъ его производитъ ненормальный поворотъ глаза вокругъ передне-задней оси; поворотъ этотъ почти не замѣтенъ для посторонняго, но у самого больного является диплопія и кажущееся искривленіе предметовъ, видимыхъ соотвѣствующимъ глазомъ.

V. Nervus trigeminus.—Это съ самаго начала смѣшанный нервъ: онъ имѣетъ одинъ чувствительный и одинъ двигательный корешокъ. Чувствительный корешокъ проходитъ черезъ *ganglion Gasseri*, гомологичный межпозвоночнымъ узламъ. Двигательный корешокъ беретъ начало изъ гангліозной массы, расположенной вверху 4-го желудочка и составляющей часть переднихъ роговъ (спинного мозга), какъ-бы сдвинутую въ стороны при превращеніи спинного мозга въ продолговатый. Чувствительный корешокъ беретъ начало изъ различныхъ гангліозныхъ массъ и отдѣльныхъ клѣтокъ, разбросанныхъ по всему среднему и даже продолговатому мозгу. Надо думать, что эта часть представляетъ чувствительный корешокъ, соотвѣствующій не только двигательному корешку того же нерва, но еще и нервамъ глазныхъ мышцъ, лицевому нерву и даже отчасти подъязычному.

Чувствительному корешку обязана своей чувствительностью кожа и слизистыя оболочки головы (включая сюда глазъ съ его придатками); исключеніемъ являются: бѣлая часть глотки, задняя часть языка (иннервируемая *n. vago* и *n. glossopharyngeo*), Евстахіева труба и барабанная полость (иннервируемая *n. glossopharyngeo*), наиболѣ глубокая часть наружного слухового прохода (иннервируемая *n. vago*), часть ушной раковины и задняя часть головы (иннервируемая чрезъ *nn. cervicales*). Параличъ *n. lingualis* уничтожаетъ вкусъ въ передней части соотвѣствующей половины языка; это зависитъ, вѣроятно, оттого, что *n. glossopharyngeus* (вкусовой нервъ) посылаетъ къ *plexus tympanicus* волокна, достигающія до *ganglion oticum* и до *n. lingualis* черезъ посредство *n. petrosi superficialis minoris*.

Чувствительный корешокъ *n. trigemini* вызываетъ очень важныя рефлексы съ лица. Прежде всего *миганіе*: *n. trigeminus* является какъ-бы стражемъ глаза;

затѣмъ *чизаніе*, при чемъ онъ охраняетъ дыхательные пути; наконецъ *выделение слюны и слезъ*.

Двигательный корешокъ является прежде всего *жевательнымъ нервомъ*; имъ иннервируются: *m. temporalis*, *m. masseter*, оба *mm. pterygoidei* (*m. buccinator* иннервируется чрезъ *n. facialis*), затѣмъ *m. mylohyoideus* и переднее брюшко *digastrici* (заднее брюшко иннервируется чрезъ *n. facialis*). Отъ него же получаютъ иннервацию *m. tensor tympani* и *tensor palati mollis*.

Займствованныя центробѣжныя волокна. *R. ophthalmicus* содержитъ секреторныя (центробѣжныя) волокна для слезной железы, займствованныя отъ симпатическаго нерва (*Reich*). *N. trigeminus* содержитъ сосудодвигательныя волокна для различныхъ органовъ, къ которымъ онъ направляется, въ особенности для внутреннихъ частей глаза (*iris*, *choroidea*, *retina*). Эти послѣднія волокна, происходящія по большей части отъ симпатическаго нерва, присоединяются къ тройничному на периферіи. — *N. trigeminus* точно также содержитъ волокна, расширяющія зрачекъ, происходящія изъ шейной части *nervi sympathici* и идущія вмѣстѣ съ *arteria vertebralis*. Слѣдовательно, волокна, расширяющія зрачекъ, не всѣ (или вовсе не) заключаются въ симпатическомъ корешкѣ отъ *ganglion ciliare* или *ophthalmicum* (*Fr. Frank*).

Параличъ n. trigemini сопровождается у человѣка непосредственными весьма яркими симптомами. Больной можетъ жевать только на сторонѣ не парализованной. Затѣмъ появляется нечувствительность мѣстѣ, иннервируемыхъ чувствительными волокнами нерва; прикосновеніе къ роговицѣ и къ глазу не вызываетъ болѣе миганія.

Со временъ *Magendie*, очень часто производились опыты на кроликахъ съ перерѣзкою *n. trigemini* внутри черепа.

Вонзаютъ въ черепъ особый остроконечный ножъ на желаемую (заранѣе опредѣленную) глубину, проникая впереди наружнаго слухового прохода. Направляютъ ножъ горизонтально, держась основанія черепа; достигаютъ желаемой глубины, поворачиваютъ лезвіе книзу и вытягиваютъ ножъ, приподнимая ручку и тѣмъ придавливая лезвіе къ скалпистой части. Животное испускаетъ крикъ, — доказательство, что нервъ перерѣзанъ.

Если операція произведена удачно, то животное не мигаетъ уже на этой сторонѣ при легкомъ дотрагиваніи до роговой оболочки; оно не двигаетъ также соответствующей ноздрей при уколѣ ея. — Самое интересное при такой перерѣзкѣ *n. trigemini* заключается въ разстройствахъ питанія *sui generis*, появляющихся черезъ 2—5 дней, въ особенности въ глазу (на сторонѣ оперированной) и во рту (съ обѣихъ сторонъ).

Слизистая оболочка носа краснѣетъ, а на губахъ и деснахъ появляются изъязвленія. — Въ глазу начинается *невро-паралитическій кератитъ*: роговая оболочка мутнѣетъ, слущивается и инфильтрируется гноемъ; часто она всецѣло погибаетъ отъ нагноенія, которое въ концѣ концовъ захватываетъ все глазное яблоко (*Magendie*).

Эти разстройства питанія, въ особенности глаза, долгое время разсматривались какъ доказательство существованія *трофическихъ волоконъ*, т. е. центробѣжныхъ волоконъ, регулирующихъ внутреннее питаніе ткани роговицы. Когда недостасть этой трофической иннервации, то и наступаютъ разстройства питанія; отсюда и названіе кератита „невро-паралитическій“. — Но *Snellen* снялъ невро-паралитическую тайну съ этого воспаленія; онъ показалъ, что воспаленіе и изъязвленіе объясняются другими разстройствами,

происходящими отъ перерѣзки *n. trigemini*. Это было подтверждено многими другими авторами (Senftleben, Feuer и др.).—Послѣ перерѣзки *n. trigemini* не происходитъ болѣе миганія, такъ какъ глазъ становится нечувствительнымъ; роговица высыхаетъ, и попадающая на нее изъ воздуха пыль не удаляется миганіемъ; кромѣ того животное постоянно натывается нечувствительнымъ глазомъ на окружающіе предметы. Результатомъ всего этого и является воспаленіе роговицы. Последняя не защищена достаточно, если животному искусственно сомкнуть оба вѣка, потому что вѣки также не чувствительны, а животное постоянно натывается на окружающіе предметы. Но если передъ глазомъ (кролика) помѣстить кончикъ его же ушной раковины (иннервируемой шейными нервами), то получается новая „защита глаза“, и воспаленія не происходитъ. Можно также предотвратить воспаленіе, помѣстивъ передъ глазомъ часовое стеклышко, которое предохранитъ глазъ отъ высыханія и отъ пыли.—Перерѣзка *n. trigemini* не только лишаетъ глазъ чувствительности, но еще и парализуетъ нѣкоторые сосудодвигательные нервы глаза, въ особенности сосудорасширяющіе, заключающіеся въ стволѣ *n. trigemini*. А тотъ органъ, сосудодвигательные нервы котораго не функционируютъ нормально, предрасположенъ къ воспаленію (хотя одно прекращеніе сосудодвигательнаго дѣйствія само по себѣ недостаточно, чтобы вызвать воспаленіе).

Такой же кератитъ часто наблюдается у человѣка послѣ паралича *n. trigemini*. Простой параличъ *n. facialis*, препятствующій смыканію вѣкъ, не вызываетъ кератита, потому что наружныя мышцы глаза двигаютъ этотъ послѣдній такимъ образомъ, что роговица можетъ быть вытираема отъ пыли и прячется подъ верхнее вѣко. Напротивъ, воспаленіе имѣетъ мѣсто, когда вѣки уничтожены или когда рубцовыя сморщиванія стягиваютъ ихъ и фиксируютъ кверху и книзу (при ожогахъ лица, оспѣ и проч.).

Что касается изъязвленій во рту, то можно замѣтить, что у кролика, послѣ перерѣзки *n. trigemini*, вслѣдствіе паралича жевательныхъ нервовъ одной стороны, нижняя челюсть отклоняется въ противоположную сторону. Вслѣдствіе этого, зубы съ обѣихъ сторонъ стоятъ ненормально и ранятъ губы и щеки. Дѣйствительно, замѣчаемыя изъязвленія вполне соотвѣтствуютъ зубамъ и появляются нѣсколько ранѣе на оперированной сторонѣ, потерявшей чувствительность и лишенной рефлекторной защиты (Rollel).

VI. Nervus abducens. — Онъ беретъ начало изъ ядра, расположеннаго на уровнѣ 4-го желудочка, по близости средней линіи, по сосѣдству съ ядромъ *n. facialis*,—изъ ядра, соотвѣтствующаго переднимъ рогамъ спинного мозга. Будучи исключительно двигательнымъ въ своемъ началѣ, онъ затѣмъ занимаетъ внутри черепа чувствительныя волокна отъ тройничнаго нерва. Имъ иннервируется только одна мышца—*m. rectus externus*—глаза. При параличѣ его, глазъ отклоняется кнутри.

VII. Nervus facialis.—Онъ беретъ начало изъ ядра, находящагося позади ядра *n. abducens*; къ нему присоединяются нѣсколько волоконъ изъ ядра послѣдняго нерва. Въ своемъ началѣ онъ является исключительно центробѣжнымъ нервомъ, но уже при выходѣ изъ *foramen stylo-mastoideum* заключаетъ въ себѣ чувствительныя волокна, происходящія изъ анастомозовъ съ тройничнымъ и блуждающимъ нервами. Вѣтви *n. facialis* затѣмъ снова анастомозируютъ съ тройничнымъ нервомъ; послѣ перерѣзки, центральные и

периферическіе концы ихъ очень чувствительны (возвратная чувствительность).

N. facialis иннервируетъ всѣ мимическія мышцы лица, включая сюда и *m. buccinator*. Имъ иннервируется также *m. stylo-hyoideus*, заднее брюшко *digastri* и *m. stapedius*; отъ него же снабжаются двигательными волокнами мышцы наружнаго уха и *m. platysma myoides* (которыя получаютъ также двигательныя волокна отъ шейныхъ нервовъ). Повидимому, онъ посылаетъ также двигательныя волокна къ нѣкоторымъ мышечнымъ отдѣламъ мягкаго неба (черезъ *n. petrosus superficialis major*, *n. vidianus*, *ganglion spheno-palatinum* и *nn. palatini*), и при посредствѣ *chorda tympani*—нѣсколько таковыхъ же волоконъ къ языку.

N. facialis служитъ секреторнымъ нервомъ для слюнныхъ железъ; его волокна достигаютъ подчелюстной и подъязычной железъ черезъ *chorda tympani*, а околоушной железы, вѣроятно, черезъ *n. petrosus superficialis minor*, *ganglion oticum*, а отсюда черезъ *n. auriculo-temporalis* (стр. 280). Сосудорасширяющія волокна, содержащіяся уже первично въ лицевомъ нервѣ, достигаютъ слюнныхъ железъ (и языка) тѣмъ же путемъ (черезъ *chorda tympani*).

Chorda tympani доставляетъ также языку вкусовыя волокна, заимствованныя, повидимому, отъ *n. glossopharyngei* на уровнѣ съ *foramen stylo-mastoideum*, и поднимающіяся затѣмъ въ *can. Fallopii*, чтобы достигнуть *chorda tympani* (по *D u v a l'*ю нѣкоторыя изъ этихъ волоконъ, выйдя изъ начальнаго ядра *n. glossopharyngei*, соединяются съ лицевымъ нервомъ уже въ мозгу и образуютъ *portio intermedia Wrisbergii*).

При параличѣ (очень часто) лицевого нерва, лицо скошено въ непарализованную сторону и лицевыя складки парализованной стороны сглажены (сама же эта сторона является неподвижной). Глазъ на парализованной сторонѣ не закрывается (параличъ *m. li orbicularis*); существуетъ слезотеченіе, потому что маленькая мышца *Horner'a* не оттягиваетъ болѣе слезнаго сосочка внутрь и этотъ послѣдній не погружается уже въ слезный резервуаръ. Язычекъ отклоненъ (въ нѣкоторыхъ случаяхъ) въ здоровую сторону; голосъ принимаетъ слегка носовой отбѣнокъ.

VIII. Nervus acusticus.—Это нервъ, проводящій слуховыя возбужденія (смотри далѣе, *органъ слуха*) и возбужденія, опредѣляющія ощущенія равновѣсія тѣла (смотри далѣе, *чувство равновѣсія*). Онъ является нервомъ исключительно центростремительнымъ и беретъ начало въ 4-мъ желудочкѣ изъ двухъ ядеръ, служащихъ продолженіемъ заднихъ роговъ спинного мозга. Одинъ корешокъ его (замѣтный особенно у лошади) выходитъ, кажется, изъ мозжечка (*n. vestibularis*?).

Черезъ верхнюю оливу и пучекъ *Reil'a* противоположной стороны, онъ находится въ несомнѣнно доказанной связи съ заднимъ четверохолміемъ (противоположной стороны). Отсюда онъ достигаетъ черезъ заднюю соединительную вѣтвь до внутренней капсулы (задней трети), а затѣмъ до коры височной доли. Наименѣе извѣстенъ центральный путь вѣтви его, образующей *n. vestibularis*.

IX. Nervus glosso-pharyngeus.—Онъ беретъ начало изъ узла, расположеннаго въ нижней части 4-го желудочка и простирающагося въ массу продолговатаго мозга, а книзу до ядра *n. vagi*. Этотъ узелъ, очевидно, служитъ продолженіемъ заднихъ роговъ спинного мозга.

Существуютъ несогласія по вопросу, не происходятъ-ли нѣкоторыя волокна еще и отъ двигательнаго ядра. Вѣроятно, что *n. glosso-pharyngeus*

является въ началѣ исключительно центростремительнымъ, и что двигательныя волокна, содержащіяся въ немъ на периферіи, происходятъ изъ анастомозъ его, въ особенности съ лицевымъ нервомъ (въ *plexus tympanicus* и внѣ черепа), а, можетъ быть, также изъ анастомозъ съ блуждающимъ нервомъ (внѣ черепа).

N. glosso-pharyngeus прежде всего вкусовой нервъ (смотри далѣе, *органъ вкуса*). Что касается вкусовыхъ волоконъ *n. facialis* и *n. trigemini*, то они, по всей вѣроятности, заимствованы отъ *n. glosso-pharyngei*.

Онъ заключаетъ въ себѣ также волокна, заведующія общою чувствительностью корня языка, *isthmus faucium*, верхней части глотки, Евстахіевой трубы и барабанной полости. Раздраженіе слизистой оболочки глотки вызываетъ *рефлекторный актъ* глотанія, рвоты и отдѣленія слюны. *N. glosso-pharyngeus* производитъ еще одно любопытное дѣйствіе, именно, задерживаетъ глотаніе въ пищеводѣ. Многія изъ его чувствительныхъ волоконъ происходятъ отъ *n. trigemini* (черезъ *plexus tympanicus* и черезъ анастомозы съ *n. trigeminus* внѣ черепа).

N. glosso-pharyngeus заключаетъ двигательныя вѣточки (заимствованныя имъ, вѣроятно, отъ *n. facialis* и *n. vagi*) къ большей части мышцъ мягкаго неба (и *constrictor med. pharyngis*?), и сосудорасширяющія волокна, заимствованныя также отъ одного изъ этихъ нервовъ, къ корню языка (*Vulpian*).

X и XI. *Nervus vagus s. pneumogastricus* и *nervus accessorius Willisii s. spinalis*. — Мы рассмотримъ вмѣстѣ оба эти нерва: они дѣйствительно анатомически и физиологически стоятъ очень близко другъ къ другу. Каждый изъ нихъ имѣетъ двойное начало, изъ двухъ начальныхъ гангліозныхъ массъ, изъ которыхъ одна служить продолженіемъ переднихъ роговъ спинного мозга, а другая заднихъ его роговъ. Столбъ сѣраго вещества, служащаго продолженіемъ заднихъ роговъ (выше онъ продолжается въ начальный узелъ для *n. glosso-pharyngei*), доставляетъ нѣсколько нитей для *n. accessorii* и образуетъ большую часть волоконъ *n. vagi*. Двигательный узелъ его составляетъ часть переднихъ роговъ, какъ бы сдвинутую въ стороны и отдѣленную отъ самихъ переднихъ роговъ, въ особенности, перекрестомъ пирамидъ. Эти начальные гангліи простираются книзу вплоть до шейной части спинного мозга.

Благодаря такому способу образованія, оба нерва въ своемъ началѣ являются смѣшанными, при чемъ *n. accessorius* преимущественно центробѣжнымъ, а *n. vagus* преимущественно центростремительнымъ. Многочисленные анастомозы блуждающаго нерва (по выходѣ его изъ черепа) съ сосѣдними черепными нервами, доставляютъ ему волокна весьма разнообразныя по ихъ физиологическому значенію. Особенную важность имѣетъ анастомоза между *n. vagus* и *n. accessorius*. Добрая часть корешковъ *n. accessorii* отдѣляется отъ этого послѣдняго и присоединяется къ *n. vagus*. Въ конечномъ распредѣленіи обоихъ нервовъ мы должны разсмотрѣть: а) часть *n. spinalis* (*n. accessorii*), не соединенную съ *n. vagus* и б) первный стволъ, образующійся отъ соединенія *n. vagi* съ значительной частью *n. spinalis*, — стволъ, которому даютъ также названіе „*n. vago-spinalis*“.

N. accessorius Willisii, или скорѣе его часть, оставшаяся послѣ соединенія его съ *n. vagus*, является нервомъ, исключительно двигательнымъ. Спорно еще, есть-ли въ немъ съ самаго начала чувствительныя волокна или нѣтъ? *Cl. Bernard* полагаетъ, что здѣсь дѣло идетъ только о возвратной чувствительности. Во всякомъ случаѣ, эта вѣтвь *n. accessorii* заимствуетъ значитель-

ную степень чувствительности отъ анастомозъ его съ первой и второй парой шейныхъ нервовъ. *N. accessorius*—двигательный нервъ для *m.m. sternocleido-mastoideus* и *trapezius*. Центробѣжныя функціи второй вѣтви *n. accessorii*, т. е. той вѣтви, которая соединяется съ *n. vagus*, будутъ разсмотрѣны вмѣстѣ съ послѣднимъ нервомъ (волокна, замедляющія дѣятельность сердца, и двигательныя волокна для гортани).

N. vago-spinalis въ своемъ началѣ представляетъ очень сложный, съ физиологической точки зрѣнія, нервный стволъ; затѣмъ онъ становится еще болѣе сложнымъ вслѣдствіе анастомозъ при основаніи черепа съ сосѣдними нервами ¹⁾. Конечное распредѣленіе этого нерва сложно до такой степени, что требуется физиологическое изслѣдованіе, чтобы опредѣлить всѣ тѣ органы, къ которымъ онъ направляется. Впрочемъ, онъ распредѣляется преимущественно во внутреннихъ органахъ, и его физиологія изложена главнымъ образомъ по поводу этихъ послѣднихъ.

Центробѣжныя функціи *n. vago-spinalis*.—Нельзя сомнѣваться, что корешки *n. vagi* въ собственномъ смыслѣ заключаютъ двигательныя волокна (*Van Kempen, Chauveau, Cl. Bernard*; противъ этого: *Bischoff* и *Longet*): раздраженіе этихъ корешковъ вызываетъ сокращенія въ глоткѣ и въ мягкомъ небѣ. Это не мѣшаетъ тѣмъ же самымъ органамъ получать двигательныя волокна и отъ прибавочнаго нерва. Изъ центробѣжныхъ иннерваций, производимыхъ *n. vago-spinalis*, извѣстны слѣдующія:

Въ пищеварительномъ каналѣ: а) движенія глотки, небной занавѣски (отчасти) и пищевода, и задерживающее дѣйствіе на *cardia* желудка. б) Движенія желудка (*Chauveau, Stilling, Bischoff, van Braam Hueskegeest, Morat*). Однако, этотъ послѣдній органъ еще можетъ освобождаться отъ пищи послѣ перерѣзки обоихъ блуждающихъ нервовъ. в) Сосудорасширяющее и секреторное дѣйствіе на желудокъ. д) Сокращеніе циркулярныхъ волоконъ и задержка движенія продольныхъ мышечныхъ волоконъ въ тонкихъ кишкахъ (*Ehrmann 1875* и др.). е) Сокращеніе селезенки (*Oehl*).

Сосудодвигательное, въ особенности сосудорасширяющее, дѣйствіе на печень и на почки (*Cl. Bernard*). *Masius* показалъ, что поврежденія, наблюдаемая (*Artaud* и *Butte*) въ почкахъ послѣ интерстиціальной инъекціи въ блуждающій нервъ на шеѣ, зависятъ отъ присутствія въ стволѣ этого нерва сосудоуживающихъ волоконъ, предназначенныхъ для почки.

Движенія въ мочевомъ пузырьѣ (*Oehl*).

На сердце *n. vagus* оказываетъ задерживающее дѣйствіе черезъ волокна добавочнаго нерва (смотр. стр. 165 и слѣд.).

Въ дыхательномъ аппаратѣ.—*N. vagus* иннервируетъ мышцы гортани и гладкія мышечныя волокна трахеи и бронховъ. Спорно еще, происходятъ ли двигательныя волокна для гортани исключительно отъ *n. spinalis* или также и отъ *n. vagi*. Кажется, въ этомъ отношеніи наблюдается значительная разница въ зависимости отъ вида животнаго и даже индивидуальности.

Центростремительныя функціи *n. vago-spinalis*.—Это чувствительный нервъ глотки, пищевода, желудка, гортани, бронховъ и легкихъ. Чувствительность въ этихъ органахъ смутная, но *рефлекторныя воздѣйствія*, вызываемыя раздраженіемъ ихъ, очень сильны. Укажемъ на слѣдующія:

Въ пищеварительномъ каналѣ.—а) *Рвота* вызывается въ особенности раз-

¹⁾ Именно, у собаки *n. vago-spinalis* на шеѣ соединяется съ шейною частью *n. sympathici* (*n. vago-sympathicus*).

драженіемъ задней стѣнки глотки (получающей также центростремительныя волокна отъ п. glosso-pharyngeus) и раздраженіемъ слизистой оболочки желудка. б) *Глотаніе* вызывается раздраженіемъ (присутствіемъ инородныхъ тѣлъ, какъ напр. разжеванного пищевого комка) корня языка, глотки и пищевода. с) *Икота*—вслѣдствіе раздраженія слизистой оболочки желудка. д) *Отдѣленіе желудочнаго сока и слюны* — отъ раздраженія слизистой оболочки желудка.

Въ дыхательномъ аппаратѣ.—Раздраженіе входа въ гортань вызываетъ: а) *закрытіе ея* и кромѣ того б) *кашель*.—Кашель можетъ быть вызванъ раздраженіемъ и другихъ волоконъ п. vagi, а именно, кашель является, если дотронуться до стѣнки въ глубинѣ наружнаго слухового прохода (иннервируемой п. vago). Впрочемъ, у чувствительныхъ субъектовъ, кашель можетъ быть вызванъ раздраженіемъ (въ особенности холодомъ) всѣхъ частей тѣла. с) *Дыхательный ритмъ* сильно измѣняется (видъ рефлекторнаго дѣйствія) при раздраженіи различныхъ центростремительныхъ волоконъ, которыя п. vagus получаетъ изъ легкихъ и изъ гортани (смотри стр. 227 и слѣдующія).

Въ аппаратѣ кровообращенія.—Въ особенности слѣдуетъ указать: а) *дѣйствіе* п. depressoris на кровяное давленіе. Но этотъ нервъ заимствованъ отъ nervus sympathicus. б) Прижиганіе сѣрной кислотой задней стороны сердечныхъ ушковъ вызываетъ, у лягушки и у новорожденной кошки, общія судороги, но только въ томъ случаѣ, когда неповрежденъ, по крайней мѣрѣ, одинъ блуждающій нервъ.

Воспаленіе легкихъ послѣ перерѣзки блуждающихъ нервовъ.—Перерѣзка обоихъ блуждающихъ нервовъ (ее производятъ обыкновенно ниже отхожденія того и другого п. laryngei sup.) производитъ параличъ мышцъ гортани, анестезію и параличъ глотки, пищевода, трахеи и бронховъ. Прекращается также рефлекторное кашлянiе, предназначенное для изгнанія инородныхъ тѣлъ (пищи, питья, слюны), проникающихъ въ дыхательные пути. А такъ какъ пища, питье и слюна задерживаются теперь въ пищеводѣ и глоткѣ, вслѣдствіе паралича ихъ мышцъ, то онѣ тѣмъ легче проникаютъ въ дыхательные пути, которые уже не могутъ быть прикрыты сверху парализованными мышцами гортани. Результатомъ этого является, спустя 1—3 дня, пневмонія (воспаленіе легкихъ) со смертельнымъ исходомъ.

Нечувствительность гортани, когда перерѣзаны только оба nn. laryngei sup., иногда сама по себѣ достаточна, чтобы вызвать пневмонію. Измѣненіе въ дыхательномъ ритмѣ, послѣ перерѣзки обоихъ блуждающихъ нервовъ (очень большой размахъ дыхательныхъ движеній), и сильный приливъ крови къ легкимъ (вслѣдствіе перерѣзки вазомоторовъ), также, кажется, могутъ содѣйствовать происхожденію такой пневмоніи. Пневмонію послѣ перерѣзки обоихъ блуждающихъ нервовъ наблюдали уже Valsalva, Morgagni и Legallois. Еще въ очень недавнее время, она разсматривалась какъ доказательство существованія трофическихъ волоконъ для легочной ткани, — волоконъ, содержащихся въ стволѣ блуждающаго нерва. Труды Traube, Boddaert, O. Frey и другихъ не оставили сомнѣнія, что объясненія этого нужно искать въ двигательныхъ и чувствительныхъ нарушеніяхъ являющихся результатомъ перерѣзки обоихъ блуждающихъ нервовъ, и что пневмонія, о которой идетъ рѣчь, вовсе не „невро-паралитическая“ пневмонія какъ и измѣненія въ глазу, наступающія послѣ перерѣзки тройничнаго нерва¹⁾.

¹⁾ О дальнѣйшихъ изслѣдованіяхъ по этому вопросу см. примѣч. на стр. 233.

XII. *Nervus hypoglossus*.—Получивъ начало изъ одной, или скорѣе изъ двухъ гангліозныхъ массъ, расположенныхъ въ нижнемъ углу 4-го желудочка и служащихъ продолженіемъ переднихъ роговъ спинного мозга, *n. hypoglossus*, чисто центробѣжный нервъ по своему происхожденію, является двигательнымъ нервомъ всѣхъ мышцъ языка, включая сюда *m. genio-hyoideus* и *m. thyreo-hyoideus*. Онъ приноситъ къ языку сосудосуживающія волокна, заимствованныя отъ симпатическаго нерва (вслѣдствіе анастомозы его съ *ganglion cervicale superius*).

N. hypoglossus доставляетъ также языку чувствительныя волокна, заимствованныя отъ *n. vagus* и *n. lingualis*. Путемъ анастомозирующей петли съ нервной шейной парой, онъ снабжаетъ двигательными волокнами мышцы: *sterno-hyoideus*, *omo-hyoideus* и *sterno-thyreoides*.

При параличѣ подъязычнаго нерва, языкъ, высунутый изо рта, отклоняется своей верхушкой въ парализованную сторону, потому что выдвиганіе впередъ языка зависитъ въ особенности отъ сокращенія поперечныхъ его волоконъ. При закрытомъ ртѣ языкъ отклоняется въ сторону непарализованную.



ГЛАВА XIV.

ОРГАНЫ ЧУВСТВЪ.

ВВЕДЕНІЕ.

Огромное большинство центrostремительныхъ нервовъ, если не всѣ они, не ограничиваются тѣмъ, что вызываютъ въ нервныхъ центрахъ раздраженіе центробѣжныхъ волоконъ, т. е. не ограничиваются однимъ рефлекторнымъ актомъ; по крайней мѣрѣ въ извѣстныхъ случаяхъ, во внутреннемъ сознаніи образуется понятіе о функціональномъ состояніи центральныхъ окончаній (въ мозговой корѣ) самихъ нервовъ, въ формѣ „ощущенія“. Возбужденное состояніе нѣкоторыхъ центrostремительныхъ нервовъ легко распространяется вплоть до мозговой коры, тогда какъ для другихъ нервовъ иннервационный путь къ мозговой корѣ болѣе или менѣе затрудненъ и возбужденіе встрѣчаетъ большія препятствія при своемъ прохожденіи. Такимъ образомъ раздраженіе извѣстныхъ нервовъ вызываетъ, въ огромномъ большинствѣ случаевъ, ощущеніе. Это—нервы органовъ чувствъ. Другіе нервы, въ особенности происходящіе отъ внутреннихъ органовъ, вызываютъ только въ исключительныхъ случаяхъ чувствованія и притомъ довольно смутныя; этимъ нервамъ иногда даютъ названіе „эксито-моторныхъ“ центrostремительныхъ нервовъ (стр. 619).

Ощущеніе, обнаруживаемое нашимъ внутреннимъ сознаніемъ, недоступно строгому опредѣленію и не можетъ быть выражено словомъ. Обычный языкъ ограничивается только указаніемъ, что извѣстное ощущеніе вызвано извѣстнымъ внѣшнимъ вліяніемъ, дѣйствующимъ на наши органы (чувствъ), напр., что голубой цвѣтъ, или точнѣе, ощущеніе голубого цвѣта, есть то, что вызывается видомъ голубого неба и т. под.

Далѣе, наше внутреннее сознаніе различаетъ функціональное состояніе того или другого нервнаго аппарата; такъ, возбужденное состояніе зрительно-нервнаго аппарата признается какъ ощущеніе свѣта; состояніе слухового нервнаго аппарата—какъ ощущеніе слуха, и такъ далѣе для различныхъ нервныхъ аппаратовъ, проводящихъ центrostремительные импульсы. Различаютъ обыкновенно *пять* различныхъ категорій, пять главныхъ видовъ ощущеній, изъ которыхъ каждое вызывается только спеціальнымъ нервнымъ аппаратомъ; чтобы получать ощущенія зрительныя, слуховыя, вкусовыя, обонятельныя и осязательныя, мы имѣемъ пять органовъ чувствъ: зрѣнія, слуха, вкуса, обонянія и осязанія. Что касается существенныхъ нервныхъ частей, то каждый органъ состоитъ изъ: а) периферическаго окончанія (которое раздражается внѣшнимъ агентомъ), б) одного или нѣсколькихъ нервовъ (которые проводятъ возбужденіе къ центрамъ большого мозга) и с) изъ конеч-

наго центрального образованія въ корѣ большихъ полушарій, возбужденное состояніе котораго и познается нашимъ внутреннимъ сознаніемъ какъ ощущеніе.

Этотъ перечень органовъ чувствъ, обычно принятый, нуждается въ пополненіи, ибо есть еще и другіе виды ощущеній; назовемъ, напр., чувство температуры, мышечное чувство, чувство равновѣсія тѣла, которыя заслуживаютъ отдѣльнаго описанія съ такимъ же правомъ, какъ и пять предшествующихъ категорій ощущеній.

Наше внутреннее сознаніе не находитъ никакого сходства между различнаго рода ощущеніями, доставляемыми нашими органами чувствъ.

Роль, предназначенная для каждой изъ трехъ существенныхъ анатомическихъ частей какого-либо органа, слѣдующая:

1. То *свойство* какого-либо органа чувствъ, что дѣятельное состояніе его выражается въ сознаніи ощущеніемъ и притомъ ощущеніемъ того или другого вида или качества, всецѣло принадлежитъ центральному конечному образованію. Это послѣднее устроено такимъ образомъ, что его собственное функціональное состояніе можетъ быть сознаваемо, какъ ощущеніе одного только опредѣленнаго рода; причина этого намъ неизвѣстна и мы должны ограничиться признаніемъ этого за существенное свойство самихъ кортикальныхъ центровъ. Наоборотъ, одинъ и тотъ же видъ ощущенія вызывается непременно однимъ и тѣмъ же центральнымъ органомъ. Слуховой центръ, какимъ бы образомъ онъ не раздражался, даетъ только слуховыя ощущенія; послѣднія не могутъ быть вызваны возбужденіемъ никакого другого кортикальнаго центра. Въ этомъ состоитъ законъ *специфической энергіи органовъ чувствъ*, сформулированный Ж. Мюллеромъ, законъ, который распространяется (стр. 619) на всѣ нервы, какъ центробѣжные, такъ и центrostремительные.

2. Нервы суть ничто иное, какъ только индифферентные проводники; по всей вѣроятности, состояніе возбужденія для всѣхъ ихъ одно и то же, но каждый изъ нихъ свое состояніе возбужденія, вслѣдствіе анатомическихъ причинъ, передаетъ особому кортикальному центру.

3. Значеніе периферическаго окончанія слѣдующее. Нервы могутъ раздражаться въ каждой точкѣ своего пути общими нервными раздражителями (давленіемъ, уколомъ, электричествомъ и проч.). Но периферическое окончаніе устроено (химически и физически) такимъ образомъ, что оно преимущественно и очень легко раздражается только однимъ раздражителемъ, — называемымъ *специфическимъ или адекватнымъ раздражителемъ* этого органа чувствъ, — и этотъ раздражитель не принадлежитъ къ числу обыкновенныхъ раздражителей нервовъ. Колебанія эфира съ опредѣленной длиною волны легко раздражаютъ периферическое окончаніе зрительнаго нерва, и однако тѣ же колебанія, какъ не принадлежащія къ обыкновеннымъ нервнымъ раздражителямъ, вовсе не раздражаютъ самихъ волоконъ зрительнаго нерва. Волнообразное колебаніе эндолимфы составляетъ точно также адекватный раздражитель для чувства слуха; дѣйствіе нѣкоторыхъ пахучихъ веществъ возбуждаютъ чувство обонянія и проч. — Возможно, что одинъ и тотъ же внѣшній агентъ будетъ раздражать периферическія окончанія двухъ органовъ чувствъ; тогда онъ вызоветъ два ощущенія, между которыми не будетъ никакого сходства. Извѣстныя колебанія эфира, ударяя на периферическое окончаніе зрительнаго нерва, вызываютъ зрительныя ощущенія, и тѣ же колебанія, ударяя на периферическіе концы нѣкоторыхъ кожныхъ нервовъ, вызываютъ ощущеніе тепла. — Периферическія нервныя окончанія большинства органовъ

чувствъ окружены особыми анатомическими придатками, которые, устраняя всѣ обыкновенные раздражители нервовъ, напротивъ, обезпечиваютъ легкій доступъ специфическому раздражителю. Этимъ-то добавочнымъ органамъ, соединеннымъ съ периферическими окончаніями соотвѣтственныхъ нервовъ, часто даютъ названіе „органовъ чувствъ“. Благодаря существованію такого органа около сѣтчатки, колебанія эфира дѣйствуютъ на периферическіе концы зрительнаго нерва настолько исключительно [по сравненію съ другими раздражителями], что зрительныя ощущенія становятся для насъ почти непреложнымъ указаніемъ на существованіе колебаній эфира, и если случайно зрительныя ощущенія вызываются какою-либо другою причиною, мы, тѣмъ не менѣе, представляемъ себѣ существованіе какого-либо свѣтящагося тѣла. Слуховыя ощущенія говорятъ намъ также только о звуковыхъ колебаніяхъ воздуха.

Что еще болѣе обособляетъ, съ фізіологической точки зрѣнія, нервный аппаратъ органовъ чувствъ, это — периферическое и центральное окончаніе нервныхъ волоконъ: первое опредѣляетъ чувствительность аппарата къ специфическому раздражителю, второе опредѣляетъ тотъ эффектъ, который возбужденнымъ состояніемъ вызывается во внутреннемъ сознаніи, т. е. качество ощущенія. Нервные волокна суть только простыя проводники, и состояніе возбужденія ихъ, вѣроятно, одинаково во всѣхъ нитяхъ. Они могутъ проводить возбужденія по обоимъ направленіямъ; но, при правильномъ отправленіи нашихъ органовъ, раздраженіе является на периферическомъ концѣ и распространяется въ центростремительномъ направленіи вдоль волоконъ, вплоть до центровъ.

Если бы центральное окончаніе волокна зрительнаго нерва, вмѣсто того, чтобы быть связаннымъ со спеціальной нервной клѣткой, было соединено съ какимъ-либо мышечнымъ волокномъ, то дѣйствіе свѣта на сѣтчатку произвело бы не свѣтовое ощущеніе, а сокращеніе мышцъ. Далѣе, предположимъ, что волокно зрительнаго нерва обоими своими концами было бы соединено съ двумя мышечными волокнами. Если раздражать (напр., давленіемъ) это зрительно-нервное волокно по срединѣ, то за этимъ послѣдовало бы сокращеніе обоихъ мышечныхъ волоконъ. — Законъ специфической энергіи органовъ чувствъ (и, вообще, всѣхъ нервныхъ аппаратовъ), формулированный J o h. M ü l l e r'омъ, выражается очень наглядно слѣдующимъ фиктивнымъ предположеніемъ (D o n d e r s): если бы, перерѣзавъ слуховой и зрительный нервы, мы могли сплѣсть центральный конецъ зрительнаго нерва съ периферическимъ концемъ слухового, и наоборотъ, то мы увидѣли бы громъ и услышали бы молнію.

Что касается конечной причины, благодаря которой состояніе возбужденія извѣстной центральной нервной клѣтки, всегда и исключительно, порождаетъ одно опредѣленное ощущеніе, то эта причина намъ совершенно неизвѣстна. Но много-ли лучше мы знаемъ причину, благодаря которой за раздраженіемъ какого-либо мышечнаго волокна всегда слѣдуетъ сокращеніе его, а за таковымъ же раздраженіемъ желѣзистыхъ клѣтокъ слѣдуетъ опредѣленная секреція? И однако вѣдь нѣтъ ни малѣйшаго сомнѣнія, что спеціальная особенность «нервно-мышечнаго» аппарата зависитъ единственно отъ химическаго и физическаго строенія мышцы.

Отношеніе между нашими ощущеніями и вызывающими ихъ вѣншими дѣятелями. Психо-физическій законъ. — При помощи нашихъ ощущеній мы ориентуемся среди окружающихъ насъ предметовъ и судимъ о нѣкоторыхъ свойствахъ ихъ и объ отношеніяхъ ихъ какъ къ намъ, такъ и о взаимныхъ между собою. Такъ какъ отъ этихъ выводовъ зависитъ весь нашъ образъ дѣйствія, то приходится

спросить себя, благодаря какимъ основнымъ свойствамъ ощущеній мы опредѣляемъ свои отношенія къ вѣшнему міру? — При огромномъ разнообразіи нашихъ ощущеній, мы начинаемъ съ того, что разбиваемъ ихъ на различныя видовыя группы, которыя могутъ быть болѣе или менѣе многочисленны, смотря по той точкѣ зрѣнія, на которую мы станемъ. Затѣмъ между ощущеніями одного и того же вида мы различаемъ еще большую или меньшую ихъ *интензивность*.

Относительно видовъ ощущеній, спекулятивная философія задалась вопросомъ, соответствуютъ-ли наши ощущенія вѣшнымъ предметамъ, дѣйствующимъ на наши органы чувствъ, адекватны-ли они между собою. Предварительно надо рѣшить одинъ вопросъ, разрѣшеніе котораго служить отвѣтомъ на вышеизложенное. Этотъ предварительный вопросъ заключается въ томъ, объективны или субъективны наши ощущенія? Въ физиологіи считается аксіомой, что наши ощущенія не составляютъ атрибута вѣшныхъ предметовъ, но суть только выраженія нашего собственного состоянія. Цвѣтъ красный, зеленый и проч. не принадлежитъ вѣшнымъ предметамъ, но возникаетъ въ нашей нервной системѣ, когда извѣстные вѣшніе агенты дѣйствуютъ на опредѣленные аппараты этой системы. Ощущеніе есть извѣстное состояніе нашей центральной нервной системы; оно возникаетъ въ нашемъ внутреннемъ сознаніи каждый разъ, когда наша психо-чувствительная субстанція подвергается какому-либо раздраженію. Нѣтъ никакого сходства между нашими ощущеніями и вѣшными агентами, ихъ вызывающими: одинъ и тотъ же агентъ, дѣйствуя на различныя части нашей нервной системы, вызываетъ здѣсь ощущенія, рѣшительно не имѣющія между собой ничего общаго; одинъ и тотъ же агентъ вызываетъ въ одной и той же части нервной системы различныя ощущенія, смотря по различному состоянію этой части въ данный моментъ (по состоянію питанія, усталости и проч.). Справедливость этого выясняется изъ каждой послѣдующей страницы.

Итакъ, нѣтъ закона, который бы сближалъ природу или сущность вѣшняго агента съ внутренней природой ощущенія. Для насъ достаточно того, что извѣстныя различія между вѣшными агентами соответствуютъ нѣкоторымъ, но постояннымъ, различіямъ въ ощущеніяхъ; если только извѣстными различіямъ между вѣшными агентами соответствуютъ нѣкоторыя постоянныя различія между ощущеніями, этого для насъ довольно, чтобы ориентироваться. Одинъ и тотъ же звукъ языка у разныхъ народовъ изображается совершенно различными знаками, но въ каждомъ, отдѣльно взятомъ, языкѣ одни и тѣ же знаки всегда изображаютъ одни и тѣ же звуки. Точно также, *наши ощущенія не что иное, какъ знаки вѣшныхъ предметовъ, отличные отъ нихъ самихъ, которые, однако, разсудокъ привыкъ толковать всегда въ одномъ и томъ же значеніи* (Helmholtz). Воспріятія, получаемыя отъ вѣшныхъ предметовъ, и выводимыя отсюда умозаключенія о ихъ природѣ и ихъ соотношеніяхъ не вытекаютъ прямо изъ нашихъ ощущеній: это актъ не физиологическій, а психологическій.

Это не мѣшаетъ однако возможности и даже легкости объективированія нашихъ ощущеній, вслѣдствіе природнаго, врожденнаго механизма центральной нервной системы. Извѣстно, что у нѣкоторыхъ животныхъ способность объективировать и локализовать развита отъ рожденія. У человѣка обнаруживается много личной опытности въ дѣлѣ объективированія ощущеній.

Мы руководствуемся также *интензивностью* нашихъ ощущеній; она служитъ намъ для сужденія о количествѣ, о силѣ вѣшняго раздражителя. Мы

знаемъ, что вообще интензивность ощущенія возрастаетъ съ интензивностью раздраженія. Но каково точное соотношеніе между ними? На первый взглядъ кажется, что между ними есть пропорціональность: если, напримѣръ, раздраженіе удваивается или утраивается, то должно удвоиться и утроиться и ощущение. Однако этого нѣтъ на самомъ дѣлѣ. Правда, мы доходимъ до того, что можемъ наконецъ *судить*, что данный бѣлый свѣтъ вдвое или втрое ярче другого, что извѣстная тяжесть, которую мы взвѣшиваемъ на рукѣ, вдвое или втрое тяжелѣе другой. Три степени интензивности раздражителя дѣйствительно вызываютъ различныя ощущенія; но само ощущение, будетъ-ли оно вдвое или втрое сильнѣе? Мы увидимъ, что нѣтъ. Мы дознали по опыту, что одно ощущение, сравниваемое съ подобнымъ ему другимъ, вызывается, напримѣръ, вдвое большею яркостью или вдвое большею тяжестью; но эта способность различенія не заложена сама по себѣ въ ощущеніяхъ.

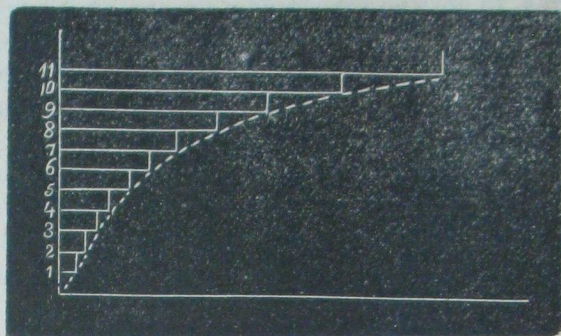
Если раздражитель сначала дѣйствуетъ очень слабо, то отъ него не получается никакого ощущенія, хотя онъ на дѣлѣ уже дѣйствуетъ. Если мы удаляемся отъ какого-либо звучащаго тѣла, то слуховое ощущение уменьшается и исчезаетъ на нѣкоторомъ разстояніи, хотя звуковыя волны еще доходятъ до нашего уха. Увеличивая интензивность раздраженія, доходятъ, наконецъ, до того, что получаютъ ощущение, и это послѣднее возрастаетъ вмѣстѣ съ раздраженіемъ, но только до извѣстнаго предѣла, за которымъ увеличеніе раздраженія не сопровождается болѣе нарастаніемъ ощущенія. Внутри этихъ предѣловъ, интензивность ощущенія замѣтно представляетъ замѣчательное отношеніе къ интензивности раздраженія. *Для того чтобы ощущение возрастало замѣтнымъ образомъ, нужно, чтобы раздраженіе увеличивалось всегда на извѣстную часть своей интензивности.* Для того чтобы почувствовать, что тяжесть, которую я держу въ рукѣ, увеличилась замѣтнымъ образомъ, необходимо, чтобы къ ней прибавили одну и ту же часть ($\frac{1}{17}$) ея вѣса, выражать ли тяжесть граммами, фунтами или килограммами. Возьмемъ для примѣра ощущение бѣлага свѣта. Пусть въ нашемъ полѣ зрѣнія находится однородный бѣлый экранъ, раздѣленный на двѣ половины, изъ которыхъ каждая сзади освѣщается отдѣльной свѣчей. Приблизимъ къ экрану одну изъ свѣчей, и интензивность свѣта съ этой стороны увеличится; измѣримъ разстояніе свѣчи отъ экрана въ тотъ моментъ, когда нашъ глазъ чуть замѣтитъ разницу въ освѣщеніи обѣихъ половинъ; мы найдемъ, что яркость освѣщенія одной половины экрана на $\frac{1}{150}$ болѣе освѣщенія другой. Если каждая половина освѣщена 2-мя или 10-ю свѣчами, находящимися на одномъ и томъ же разстояніи, то мы найдемъ, что всегда освѣщеніе одной половины на $\frac{1}{150}$ превышаетъ освѣщеніе другой въ тотъ моментъ, когда мы начинаемъ ощущать разницу между ними. Законъ этотъ справедливъ также для слуховыхъ ощущений, для которыхъ чувствительная разница равняется $\frac{1}{3}$. Онъ также достаточно хорошо установленъ для осязательныхъ ощущений.

Этотъ законъ, опредѣляющій интензивность ощущенія по отношенію къ интензивности раздраженія, извѣстенъ подъ именемъ *психо-физическаго закона*.

Фиг. 227 графически представляетъ психо-физическій законъ (формулированный Фешнег'омъ). На линіи вертикальныхъ ординатъ нанесены замѣтныя нарастанія ощущенія; эти нарастанія предполагаются равными между собой и равными *minimum'у* замѣтнаго ощущенія (1, 2, 3 и т. д.). Горизонтальныя линіи представляютъ длины пропорціональныя величинѣ раздраженій, необходимыхъ для вызова замѣтнаго количества нарастанія въ ощущеніи. Тогда какъ пріоросты ощущений равны, раздраженія должны увеличиваться гораздо быстрѣе. [Тогда отно-

шеніе между нарастаніями ощущенія и нарастаніями раздраженія будетъ выражено] гиперболой (пунктированная кривая).

При одинаковыхъ нарастаніяхъ раздраженія ощущеніе растеть сначала быстро, затѣмъ медленнѣе и не можетъ перейти извѣстнаго предѣла.



Фиг. 227.

Вотъ математическія формулы психо-физическаго закона: а) *ощущеніе растеть въ арифметической прогрессіи, тогда какъ интенсивность раздраженія въ геометрической* (формула Е. Н. Вебера); б) *ощущенія возрастаютъ пропорціонально логарифмамъ раздраженій* (формула Фехнера), а не пропорціонально самимъ раздраженіямъ ¹⁾.

Органъ зрѣнія ²⁾.

А. Зрительныя ощущенія.

Получаемыя нами зрительныя ощущенія происходятъ отъ возбужденія нервныхъ клѣтокъ коры затылочной доли головного мозга, — психическаго зрительнаго центра, въ которомъ оканчиваются волокна п. optici. Периферическое окончаніе зрительнаго нерва, состоящее изъ палочекъ и колбочекъ сѣтчатки, устроено такимъ образомъ, что оно чрезвычайно легко раздражается извѣстными колебаніями эфира, служащими для него специфическимъ *адекватнымъ раздражителемъ*. Далѣе, это периферическое окончаніе окружено прибавочными органами, составляющими глазное яблоко; органы эти служатъ для того, чтобы защитить сѣтчатку отъ общихъ нервныхъ раздражителей и въ то же время обезпечить легкій и правильный доступъ для специфическаго раздражителя зрительнаго аппарата, т. е. для колебаній эфира.

І. Раздраженіе нервно-зрительнаго аппарата различными внѣшними агентами.—Нервно-зрительный органъ можетъ быть раздражаемъ и общими раздражителями нервной системы. Электричество вызываетъ зрительныя ощущенія; давленіе на глазъ, перерѣзка и дерганіе зри-

¹⁾ Противъ «психо-физическаго закона» Фехнера (противъ его общности для разнообразныхъ воспріятій, противъ справедливости лежащаго въ основѣ его положенія, что чуть замѣтные приросты ощущенія суть всегда равныя между собою величины для нашего сознанія, и т. д.) сдѣланы многія возраженія. Для желающихъ познакомиться подробнѣе съ вопросомъ рекомендуется статья Ехнег'а въ Handb. der Physiol. издан. Hermann'омъ, I, и сочиненіе Wundt'а по физиологической психологіи.

Для желающихъ составить первоначальное понятіе о всемъ разнообразіи методовъ физиологіи, примѣняющихся къ изученію психическихъ явленій, можно указать переводъ книги: Бинэ. Введеніе въ эксперим. психологію. СПб. 1895.

Н. В.

²⁾ Ученіе о зрѣніи редактировано В. П. Курчинскимъ, профессоромъ Юрьевскаго Университета.

тельного нерва ведутъ къ тѣмъ же результатамъ. Перерѣзка нерва порождаетъ именно свѣтовое ощущеніе, а не какое-нибудь другое, напр., слуховое. Внутренніе питательные процессы производятъ *свѣтовой хаосъ* поля зрѣнія, *собственное мерцаніе сѣтчатки*, состоящее изъ тѣхъ сѣрыхъ неясныхъ образовъ, которые мы видимъ въ полѣ зрѣнія, когда долго остаемся съ закрытыми глазами. Зрительныя галлюцинаціи, по всей вѣроятности, происходятъ отъ ненормальнаго питанія кортикальныхъ зрительныхъ центровъ. Колебанія эфира (адекватный раздражитель) раздражаютъ однако зрительный аппаратъ такимъ особымъ образомъ, что хотя бы мы испытывали зрительныя ощущенія, производимыя какимъ либо другимъ агентомъ, мы, тѣмъ не менѣе, предполагаемъ существованіе свѣтящагося тѣла; это подтверждаютъ *свѣтовые фосфены*, получаемые отъ давленія на глазное яблоко: мы видимъ свѣтящійся кружокъ въ полѣ зрѣнія на сторонѣ, противоположной производимому давленію, т. е. мы какъ бы видимъ свѣтящееся тѣло, способное произвести испытываемое нами ощущеніе.

Ясно, что подобныя *субъективныя* свѣтовые ощущенія, не вызванныя какимъ-либо объективнымъ свѣтомъ, т. е. колебаніями эфира, не могутъ дать намъ возможности „видѣть“ окружающіе насъ предметы. Человѣкъ, получившій въ темнотѣ ударъ въ глазъ, не можетъ „видѣть“ своего обидчика, не смотря на тѣ блестящія искры, которыя явились слѣдствіемъ полученнаго удара. Въ крайнемъ случаѣ, полученное ощущеніе можетъ дать ему только неясное понятіе о томъ кулакѣ, который его ударилъ.

Перерѣзка неперерожденнаго зрительнаго нерва (которую приходится дѣлать при нѣкоторыхъ болѣзняхъ глаза) сопровождается свѣтовыми и, кромѣ того, вѣроятно, болевыми ощущеніями. При вывихѣ глазного яблока кпереди (и при дерганіи, слѣдовательно, зрительнаго нерва) больные жалуются на свѣтовое ощущеніе, интенсивное до болѣзненности. Чрезмѣрное раздраженіе оптического аппарата свѣтомъ также сопровождается болѣзненнымъ ощущеніемъ.

Очевидно, нѣтъ никакого сходства между нашими зрительными ощущеніями и порождающими ихъ колебаніями эфира. Зрительное ощущеніе есть только реакція нашего коркового зрительнаго центра, и мы совершенно невѣрно приписываемъ это внѣшнимъ предметамъ. При отсутствіи нервно-зрительныхъ центровъ не было бы вовсе свѣта, но колебанія эфира, тѣмъ не менѣе, продолжали бы существовать; и весьма возможно, что мы занялись бы даже изученіемъ ихъ физическихъ свойствъ, законовъ ихъ отраженія и проч., только намъ и въ голову не пришло бы говорить о свѣтовыхъ, красныхъ, зеленыхъ и друг. колебаніяхъ.

II. Дѣленіе свѣтовыхъ ощущеній. Качество свѣтовыхъ ощущеній.—При обыкновенномъ зрѣніи на нашу сѣтчатку падаютъ смѣшанныя колебанія эфира, состоящія изъ волнъ весьма различной длины. Изолируемъ эти колебанія съ помощью призмы или спектроскопа. Изъ каждой части солнечнаго спектра будутъ исходить тогда колебанія съ одной только какою-нибудь длиною волны. Изучимъ теперь, какое зрительное дѣйствіе производятъ эти колебанія съ одинаковой длиною волнъ, т. е. свѣтовые лучи одной и той же преломляемости.

Смѣсь всѣхъ солнечныхъ лучей, ударяющая на какую-либо точку сѣтчатки, даетъ ощущеніе бѣлаго цвѣта. Это первый видъ зрительнаго ощущенія; есть еще много другихъ. Лучи солнечнаго спектра съ самой меньшей преломляемостью вовсе не дѣйствуютъ на нашу сѣтчатку (*темныя тепловыя лучи*). Затѣмъ идутъ, по степени ихъ преломляемости, лучи, вызывающіе ощущеніе краснаго цвѣта; слѣдующіе, болѣе преломляемые, — ощущеніе оранжеваго цвѣта;

затѣмъ другіе, дающіе послѣдовательно ощущенія: желтаго, зеленаго, голубого, синяго и фіолетоваго. Но солнечный спектръ заключаетъ лучи съ еще меньшей длиною волнъ, чѣмъ фіолетовые; это лучи ультра-фіолетовые, опять таки темные, называемые *химическими лучами*, потому что они, незначительно согрѣвая тѣла, вызываютъ съ большей легкостью, чѣмъ лучи съ болѣе длиною волною, нѣкоторыя химическія реакціи.

Причина того, что мы не видимъ обонхъ краевъ спектра, зависитъ не отъ особыхъ колебаній эфира, но отъ устройства сѣтчатки. Нужно допустить, что сѣтчатка доступна дѣйствию (химическому, см. ниже) только волнъ средней длины и не воспріимчива къ волнамъ другой болѣе или меньшей длины.

Въ тѣхъ предѣлахъ, въ которыхъ колебанія эфира дѣйствуютъ на зрительный аппаратъ, они вызываютъ, такъ сказать, безконечное количество зрительныхъ ощущеній, изъ которыхъ одно незамѣтно переходитъ въ другое, начиная отъ одного края видимаго солнечнаго спектра до другого: мы различаемъ здѣсь безконечное количество спектральныхъ цвѣтовъ. Привычка заставляетъ однако насъ различать и именовать только нѣкоторые изъ этихъ цвѣтовъ. Другіе люди, при другихъ условіяхъ, различали именовали бы другіе цвѣта. Такимъ образомъ мы имѣемъ, въ порядкѣ преломляемости ихъ, слѣдующіе лучи: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синій и фіолетовый. Каждый изъ этихъ цвѣтовъ отличается отъ другого своимъ „*тономъ*“ или своимъ „*оттѣнкомъ*“. Нужно замѣтить еще два другихъ отличія между цвѣтами солнечнаго спектра. Желтый цвѣтъ производитъ на насъ впечатлѣніе самаго сильнаго, въ свѣтовомъ отношеніи, цвѣта; солнечный спектръ имѣетъ maximum „*свѣтовой интензивности*“ въ желтомъ цвѣтѣ; начиная отсюда, интензивность эта уменьшается къ обоимъ концамъ спектра. Фіолетовый цвѣтъ имѣетъ самую слабую свѣтовую интензивность.—Наконецъ, то „*нѣчто*“, что составляетъ „*тонъ*“ цвѣта, болѣе или менѣе обнаруживается въ различныхъ спектральныхъ оттѣнкахъ; смотря по болѣе или менѣе выраженному характеру цвѣтового ощущенія, мы судимъ о болѣе или менѣе сильной „*насыщенности*“ цвѣта. Насыщенность, конечно, наименьшая въ желтомъ цвѣтѣ спектра. Изъ другихъ цвѣтовъ спектра весьма насыщеннымъ является красный, а въ особенности фіолетовый и голубой цвѣта.—Слѣдовательно, мы различаемъ въ нашихъ зрительныхъ ощущеніяхъ три существенныя особенности: „*тонъ*“ или „*оттѣнокъ*“, „*свѣтовую интензивность*“ и „*насыщенность*“.

Одно время полагали, что причина того, что мы не видимъ обонхъ концовъ спектра, заключается въ поглощеніи этихъ крайнихъ лучей прозрачными средами глаза; дѣйствительно, эти послѣднія болѣе поглощаютъ крайніе лучи, чѣмъ средніе, но онѣ все-таки не поглощаютъ ихъ вполне.

Говорятъ часто о *тепловой, свѣтовой и химической энергіи* или *силѣ* солнечнаго спектра. Эти три силы отдѣльно заложены въ солнечномъ спектрѣ, т. е. какая нибудь опредѣленная длина волнъ очень легко можетъ вызывать, напримѣръ, нѣкоторыя химическія реакціи, не оказывая особаго дѣйствія на сѣтчатку и не согрѣвая замѣтнымъ образомъ подвергающихся ей дѣйствию тѣлъ. Свѣтовая сила достигаетъ maximum'a въ желтой части спектра и отсюда неравномѣрно уменьшается къ обоимъ концамъ его. Тепловая сила доходитъ до maximum'a въ лучахъ, расположенныхъ далѣе красныхъ, которые не производятъ никакого впечатлѣнія на сѣтчатку. Такъ называемая химическая или актиническая сила имѣетъ maximum своего напряженія въ ультра-фіолетовыхъ лучахъ, которые вовсе не дѣйствуютъ на сѣтчатку и не согрѣваютъ замѣтнымъ образомъ тѣлъ.—Тепловая сила какой-либо точки спектра можетъ служить лучшимъ мѣриломъ энергіи или суммы

движенія, заключающейся въ соответствующихъ лучахъ.—Химическая сила должна быть понимаема лишь въ томъ смыслѣ, что въ природѣ имѣются вещества, способныя вступить въ химическую реакцію подъ вліяніемъ, главнымъ образомъ, короткихъ колебаній эфира; но она совершенно не можетъ служить мѣриломъ физической энергіи колебаній.—Неодинаковая свѣтовая сила различныхъ мѣстъ спектра зависитъ отъ того, что нервно-зрительная субстанція устроена (химически и физически) такимъ образомъ, что она возбуждается болѣе сильно только колебаніями средней длины.

Болѣе высокая свѣтовая сила желтыхъ лучей вовсе не служитъ доказательствомъ большей физической энергіи ихъ.

Вотъ все, что касается ощущеній, вызываемыхъ въ нашемъ зрительномъ аппаратѣ лучами одной только какой нибудь преломляемости. Цвѣтамъ спектра даютъ иногда названіе *простыхъ цвѣтовъ*, такъ какъ они вызваны въ нашемъ зрительномъ аппаратѣ одной опредѣленной длиной волнъ. Спектроскопъ показываетъ намъ, что всѣ естественные цвѣта окружающихъ насъ предметовъ *смѣшанные*, или лучше сказать, что цвѣтовые ощущенія, вызванныя видомъ этихъ предметовъ, происходятъ отъ смѣшенія различной длины волнъ. Эти предметы окрашены, какъ мы увидимъ, потому, что они отражаютъ волны всѣхъ длинъ, исходящія отъ солнца, за исключеніемъ одной или нѣсколькихъ, которыя и поглощаются окрашеннымъ тѣломъ.

Для того чтобы физиологически изучить *смѣшанные цвѣта*, заставимъ на одно и то же мѣсто сѣтчатки падать смѣсь цвѣтовъ спектра, т. е. различныя комбинаціи простыхъ лучей. Мы уже знаемъ, что смѣсь всѣхъ солнечныхъ лучей въ той пропорціи, въ какой они достигаютъ земли, производитъ ощущение бѣлаго цвѣта.—Не слѣдуетъ, впрочемъ, думать, что бѣлый цвѣтъ—ощущеніе сложное, для внутренняго сознанія оно будетъ столь же простымъ, какъ и ощущеніе краснаго или голубого цвѣта спектра.

Соединимъ попарно простые естественные цвѣта или простые солнечные лучи. Прежде всего надо сказать о „*дополнительныхъ цвѣтахъ*“. Дополнительными спектральными лучами называются такіе, которые, будучи смѣшаны въ такой же пропорціи, какъ и въ солнечномъ свѣтѣ, дадутъ ощущение бѣлаго цвѣта. Слѣдующіе цвѣта считаются дополнительными: красный и голубовато-зеленый, оранжевый и лазуревато-голубой, желтый и индиго-синій; зеленовато-желтый и фіолетовый. Каждый цвѣтъ имѣетъ въ спектрѣ дополнительный себѣ, за исключеніемъ зеленого, дополнительнымъ цвѣтомъ къ которому служитъ пурпуровый или алый; ощущение послѣдняго не вызывается ни однимъ изъ простыхъ лучей и не находится въ солнечномъ спектрѣ, а есть результатъ смѣшенія краснаго цвѣта съ фіолетовымъ.

Смѣшеніе недополнительныхъ цвѣтовъ спектра даетъ въ результатъ не бѣлый, но другіе цвѣта, идентичные съ цвѣтами спектра, но менѣе насыщенные, болѣе блѣдные, какъ бы съ примѣсью къ спектральному цвѣту бѣлаго. Относительно результата смѣшенія найдено слѣдующее правило: а) если два смѣшиваемые цвѣта находятся въ солнечномъ спектрѣ на меньшемъ другъ отъ друга разстояніи, чѣмъ ихъ дополнительные, то въ результатъ получится одинъ изъ цвѣтовъ спектра, находящихся между двумя смѣшиваемыми. б) Если же два смѣшиваемые цвѣта болѣе удалены другъ отъ друга, чѣмъ ихъ дополнительные, то въ результатъ будетъ или пурпуровый цвѣтъ (не находящійся въ спектрѣ), или же цвѣтъ, расположенный между однимъ изъ смѣшиваемыхъ и соответствующимъ краемъ спектра. Пурпуровый цвѣтъ получается именно отъ смѣшенія краснаго съ фіолетовымъ. Розовый же цвѣтъ

есть тотъ же пурпуровый, только менѣе насыщенный, болѣе блѣдный, какъ бы съ примѣсью бѣлаго.

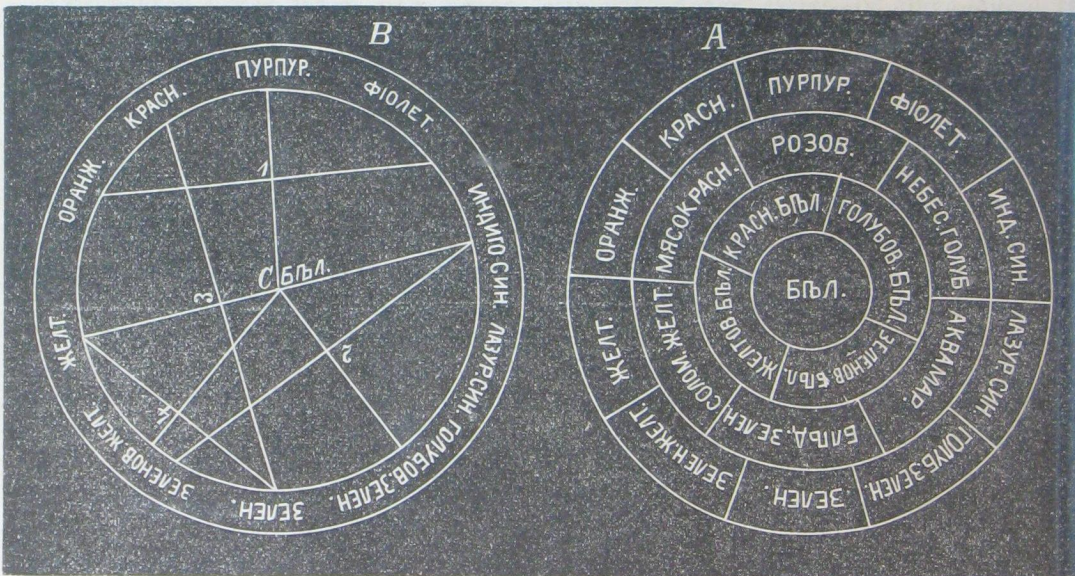
„Черный“ цвѣтъ есть вполнѣ реальное ощущеніе, котораго нельзя смѣшивать съ отсутствіемъ зрительнаго ощущенія [напр., съ тѣмъ впечатлѣніемъ, какое мы получаемъ отъ пространства, находящагося позади головы], и вызывается отсутствіемъ свѣтовыхъ лучей.

„Серый“ цвѣтъ—это черный съ большей или меньшей примѣсью бѣлаго, или же—малой интензивности бѣлый цвѣтъ. Смотря по количеству примѣшиваемаго бѣлаго или чернаго цвѣта, онъ болѣе или менѣе приближается къ первому или ко второму. „Темнымъ“ называется всякій цвѣтъ, когда онъ мало интензивенъ (съ большою примѣсью чернаго цвѣта). Если темными будутъ цвѣта краснаго конца спектра, то говорятъ о „коричневомъ“ цвѣтѣ.

Смѣшиваніе спектральныхъ цвѣтовъ попарно даетъ намъ, въ отношеніи новыхъ цвѣтовыхъ ощущеній, только пурпуровый цвѣтъ.

Цвѣта, происходящіе отъ такого смѣшенія менѣе насыщены, чѣмъ спектральные цвѣта, болѣе „блѣдные“, чѣмъ эти послѣдніе. Но они не представляютъ для насъ новыхъ ощущеній. Можно получить всѣ болѣе блѣдные оттѣнки какого-либо спектральнаго тона, примѣшивая къ этому послѣднему бѣлый цвѣтъ. Чѣмъ болѣе въ цвѣтѣ примѣси бѣлаго, тѣмъ менѣе онъ насыщенъ.

III. Результаты смѣшиванія спектральныхъ цвѣтовъ синоптически представлены на *хроматическомъ кругѣ* Newton'a (фиг. 228). Мы можемъ расположить



Фиг. 228.—А. Хроматическій кругъ Newton'a. В. Изображеніе результатовъ отъ смѣшенія спектральныхъ цвѣтовъ.

всѣ спектральные цвѣта, переходящіе незамѣтно одинъ въ другой, и пурпуровый, принадлежащій къ насыщеннымъ цвѣтамъ и незамѣтно переходящій въ красный и фіолетовый (если постепенно измѣнять оттѣнки его составныхъ частей),—на периферіи круга; помѣстивъ пурпуровый цвѣтъ между краснымъ и фіолетовымъ (фиг. А). Центръ круга занятъ бѣлымъ цвѣтомъ. Между послѣднимъ и насыщенными цвѣтами расположены, по радіусамъ круга, всѣ варіаціи спектральныхъ цвѣтовъ, въ зависимости отъ различной насыщенности ихъ, при этомъ онѣ размѣщены въ та-

комъ порядкѣ, что цвѣта всего менѣе насыщенные находятся всего ближе къ центру. Пары дополнительныхъ цвѣтовъ находятся на обоихъ концахъ діаметровъ. Срединѣ каждаго діаметра, т. е. центръ круга, занята бѣлымъ цвѣтомъ. Смѣшиваемъ теперь два не-дополнительныхъ цвѣта; полученный въ результатѣ оттѣнокъ будетъ соответствовать срединѣ хорды, соединяющей взятые цвѣта (фиг. В), и указывается проходящимъ черезъ эту точку радіусомъ; онъ будетъ тѣмъ менѣе насыщенъ, чѣмъ болѣе хорда приближается къ центру, т. е. чѣмъ болѣе удалены два составляющихъ его цвѣта другъ отъ друга въ спектрѣ.—Слѣдовательно, по этому рисунку можно узнать, какимъ окажется въ нашемъ ощущеніи результатъ смѣшенія двухъ естественныхъ цвѣтовъ, будутъ-ли они лежать ближе или дальше въ солнечномъ спектрѣ, чѣмъ ихъ дополнительные цвѣта.

Въ предыдущемъ случаѣ, мы смѣшивали длины волнъ въ такой пропорціи, въ какой онѣ находятся въ солнечномъ спектрѣ. Что произойдетъ, если мы уменьшимъ одну изъ составныхъ частей, или ослабимъ нѣсколько одну изъ нихъ, прежде чѣмъ смѣшать съ другой? Въ этомъ случаѣ всегда получаются болѣе блѣдные оттѣнки спектральныхъ цвѣтовъ. Пусть это будутъ два дополнительныхъ цвѣта? Тогда въ результатѣ получится ощущение съ оттѣнкомъ цвѣта преобладающаго и этотъ оттѣнокъ будетъ тѣмъ менѣе насыщенъ, чѣмъ такое преобладаніе менѣе выражено. Пусть, наоборотъ, это будутъ два не-дополнительныхъ цвѣта? Тогда въ результатѣ будетъ цвѣтъ, промежуточный между ними, приближающійся къ тому, который преобладаетъ; кромѣ того, онъ никогда не будетъ насыщенъ до maximum'a.

Смѣшиваніе цвѣтовъ болѣе, чѣмъ попарно, также не даетъ намъ новыхъ ощущеній. Сверхъ того, съ тремя цвѣтами, достаточно удаленными между собой въ солнечномъ спектрѣ, мы можемъ достигнуть того, что было невозможно съ двумя цвѣтами, именно, если мы смѣшаемъ три вида такихъ лучей во всевозможныхъ комбинаціяхъ, то получимъ всевозможные цвѣта, всевозможныя зрительныя ощущенія, только ни одно изъ нихъ не будетъ имѣть maximum'a насыщенности; всѣ они будутъ болѣе или менѣе блѣдны.

Эти три цвѣта, называемые „основными“, можно выбирать какіе угодно. Но разъ даны два изъ нихъ, то этимъ вполне опредѣляется третій цвѣтъ.

Это заставляетъ насъ еще разъ обратиться къ хроматическому кругу Newton'a (В).

Напримѣръ, красный, зеленый и фіолетовый суть основные цвѣта. Чтобы получить бѣлый цвѣтъ, соединяють сначала зеленый съ фіолетовымъ въ извѣстной пропорціи; это дастъ голубовато-зеленый цвѣтъ, который служитъ дополнительнымъ къ красному, избранному нами третьему цвѣту. Что касается до полученія другихъ оттѣнковъ изъ этихъ трехъ цвѣтовъ, то оно очень ясно вытекаетъ изъ представленнаго здѣсь круга. Можно было бы также выбрать три другихъ основныхъ цвѣта.

Естественные цвѣта обыкновенно составлены болѣе, чѣмъ изъ трехъ составныхъ частей. Всѣ предметы въ природѣ имѣютъ ту или другую окраску, если только они не одинаково отражаютъ всякой длины волны, изъ которыхъ состоитъ падающій на нихъ солнечный свѣтъ, но поглощаютъ изъ нихъ одну или двѣ, а остальные отражаютъ къ глазу наблюдателя. Въ пучкѣ лучей, достигающихъ въ этомъ случаѣ сѣтчатки, имѣется прежде всего нѣсколько паръ взаимно дополнительныхъ лучей, вызывающихъ ощущеніе блага цвѣта; затѣмъ имѣется тотъ цвѣтъ, дополнительный котораго поглощенъ; въ результатѣ получится ощущение этого цвѣта, но съ примѣсью блага. Нѣтъ ни

одного цвѣта въ природѣ настолько же насыщеннаго, какъ соотвѣтствующій ему цвѣтъ спектра.

Спектроскопъ, разлагающій естественные цвѣта, прежде всего указываетъ, что эти цвѣта смѣшанные; затѣмъ полученный спектръ никогда не бываетъ сплошнымъ: онъ представляетъ большіе или меньшіе пропуски, соотвѣтствующіе дополнительному цвѣту даннаго.

IV. Методы смѣшенія цвѣтовъ.—1. Самымъ лучшимъ изъ всѣхъ методовъ, съ фізіологической точки зрѣнія, и даже единственнымъ, позволяющимъ намъ рѣшить нѣкоторые вопросы, является спектральный методъ. Экранъ, помѣщенный на пути разложенныхъ призмой лучей, даетъ возможность перехватить большее или меньшее число ихъ и пропустить даже только одинъ изъ нихъ, если въ экранѣ сдѣлана очень узкая щель. Этотъ послѣдній лучъ можетъ быть полученъ, въ случаѣ надобности, на второмъ экранѣ, будучи отклоненъ отъ прямого пути зеркаломъ или призмой. Если разложить такимъ образомъ два или нѣсколько смѣшанныхъ лучей, то можно сдѣлать такъ, что опредѣленная точка на второмъ экранѣ (бѣлая, когда отражаютъ волны всѣхъ длинъ) получить волны только двухъ или нѣсколькихъ длинъ, смѣсь которыхъ эта точка и посылаетъ къ глазу наблюдателя; такимъ образомъ накладываютъ другъ на друга различные части одного или нѣсколькихъ спектровъ.

2. Заставимъ быстро вращаться дискъ съ различно окрашенными секторами. Если быстрота вращенія достаточно велика, тогда, благодаря устойчивости впечатлѣній сѣтчатки (смотри ниже), эффектъ, производимый различными цвѣтами диска, будетъ какъ бы одновременный. —Такихъ опытовъ нельзя произвести съ простыми цвѣтами; но послѣ всего вышеизложеннаго ясно, что единственнымъ неудобствомъ этого будетъ меньшая степень насыщенности полученнаго въ результатѣ цвѣта.

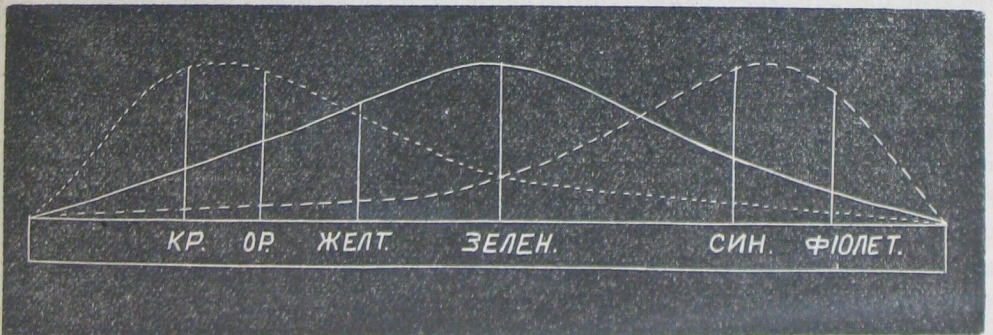
3. Нельзя пользоваться смѣшеніемъ порошкообразныхъ или жидкихъ цвѣтныхъ веществъ, потому что такое смѣшеніе будетъ отвѣчать не суммированію цвѣтовъ, какъ въ двухъ предыдущихъ методахъ, а наоборотъ, ихъ вычитанію. Окрашивание, напр., жидкости зависитъ оттого, что она поглощаетъ лучи данной преломляемости; смѣсь проходящихъ лучей составляетъ дополнительный (но не насыщенный) цвѣтъ къ поглощеннымъ лучамъ; спектроскопъ даетъ намъ точныя указанія въ этомъ отношеніи. Если смѣшиваютъ двѣ окрашенныхъ жидкости, между которыми не происходитъ никакой химической реакціи, то результатъ будетъ такой же, какой получится, если свѣтъ послѣдовательно проходитъ черезъ обѣ жидкости, т. е. въ данномъ случаѣ проходятъ только лучи, не поглощенные ни одной изъ нихъ. Относительно смѣшенія окрашенныхъ порошковъ, получаются почти такія же явленія: каждая частица является маленькимъ прозрачнымъ тѣльцемъ, которое окрашиваетъ проходящій пучекъ лучей путемъ поглощенія нѣкоторой его части. Свѣтъ отчасти поглощается, проходя черезъ первую частицу; та часть его, которая проходитъ, отчасти отражается болѣе глубокою частицей (другого цвѣта), а отчасти проникаетъ далѣе и подвергается вторичному поглощенію, новому отраженію и т. д. Результатомъ будетъ то, что естественные цвѣта, очень мало насыщенные, будутъ въ то же время и мало свѣтящимися.

Заставляя проходить бѣлый цвѣтъ послѣдовательно черезъ два стекла или двѣ жидкости, окрашенные въ дополнительные цвѣта (напр., красный и зеленый), получаютъ не бѣлый, но черный цвѣтъ: вторая среда поглощаетъ то, что еще осталось отъ первой.

Надо замѣтить, что, хотя многія изъ смѣсей свѣтовыхъ лучей являются эквивалентными съ физиологической точки зрѣнія, но того же нельзя сказать о нихъ съ точки зрѣнія физической. Нѣкоторыя изъ этихъ смѣшеній не имѣютъ никакого сходства другъ съ другомъ, за исключеніемъ ихъ идентичнаго дѣйствія на глаза; таковы, напр., различныя пары дополнительныхъ лучей. Фотографическая пластинка чернѣетъ подъ вліяніемъ смѣси пурпуровыхъ и зеленовато-голубыхъ лучей, но она остается весьма свѣтлою подъ вліяніемъ смѣси краснаго и голубовато-зеленаго. И однако обѣ эти смѣси производятъ на зрительный аппаратъ одно и тоже ощущеніе бѣлаго цвѣта. Въ томъ и другомъ случаѣ причина различнаго дѣйствія зависитъ не отъ колебаній эфира, а отъ двухъ воспринимающихъ аппаратовъ: фотографической пластинки и нервно-зрительнаго аппарата.

V. Теорія зрительныхъ ощущеній Young-Helmholtz'a.—Тѣмъ фактомъ, что всѣ зрительныя ощущенія могутъ быть получены при смѣшеніи трехъ цвѣтовъ (стр. 645), воспользовался Young (1807 г.), чтобы построить физиологическую теорію цвѣтовъ, теорію, долгое время остававшуюся неоцѣненной и подтвержденную лишь въ недавнее время Helmholtz'емъ.

Мы уже видѣли, что каждая точка сѣтчатки способна дать намъ очень большое количество весьма различныхъ зрительныхъ ощущеній. Чтобы остаться вѣрнымъ принципу специфической энергіи нервовъ, слѣдуетъ ли предположить, что въ каждой точкѣ сѣтчатки оканчивается такъ много различныхъ нервныхъ волоконъ? Достаточно противопоставить анатомическую невозможность этого. — Можно довольно удовлетворительно объяснить особенности зрительныхъ ощущеній, предполагая, что три различныхъ волокна, изъ которыхъ каждое имѣетъ специфическую энергію, т. е. вызываетъ въ его кортикальномъ окончаніи специфическое ощущеніе, оканчиваются въ каждой чувствительной точкѣ сѣтчатки, положимъ въ каждой колбочкѣ. 1. Одинаковое раздраженіе всѣхъ трехъ окончаній даетъ ощущеніе бѣлаго цвѣта. 2. Раздраженіе одного изъ этихъ волоконъ даетъ ощущеніе краснаго, такое же раздраженіе другого даетъ ощущеніе зеленаго и, наконецъ, третьяго — ощущеніе голубого: слѣдовательно, каждое изъ волоконъ имѣетъ специфическую энергію для даннаго цвѣта. 3. Первая энергія, красная (или вѣрнѣе соотвѣтствующее волокно) болѣе всего чувствительна къ колебаніямъ съ



Фиг. 229.—Кривыя трехъ энергій нервно-зрительнаго аппарата, по теоріи Young-Helmholtz'a. Внизу солнечный спектръ: *кр.*—красный цвѣтъ, *ор.*—оранжевый и проч. Красная энергія изображена пунктиромъ, зеленая—сплошной линіей, а голубая—прерывистой линіей.

длинными волнами и менѣе къ другимъ колебаніямъ; зеленая энергія, въ особенности, чувствительна къ колебаніямъ средней длины, мало чувствительна къ прочимъ колебаніямъ; наконецъ, третья, голубая энергія, чувстви-

тельна къ короткимъ колебаніямъ болѣе, чѣмъ ко всѣмъ другимъ.—Данный цвѣтъ, простой или сложный, возбуждаетъ, однако, всѣ три энергіи, и цвѣтовое ощущеніе будетъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ болѣе возбужденіе какой-либо одной энергіи превалируетъ надъ другими. На фиг. 229 изображены кривыя трехъ этихъ энергій. Оранжевые лучи, напримѣръ, возбуждаютъ болѣе всего красную энергію (изображено пунктиромъ), менѣе зеленую (сплошная линія) и еще менѣе—голубую (прерывистая линія); то же можно сказать и о другихъ лучахъ спектра. Выбрали красную, зеленую и голубую, какъ специфическія энергіи, по разнымъ причинамъ, одна изъ которыхъ есть положеніе краснаго цвѣта въ концѣ спектра.

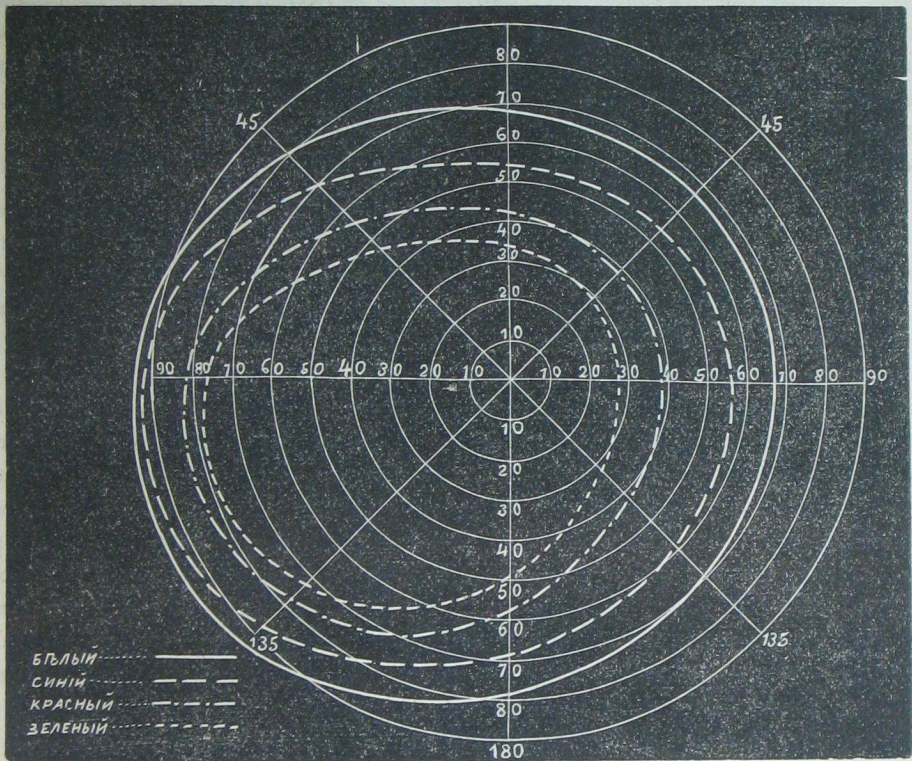
Эта теорія Young'a, вообще довольно общепринятая, не свободна, однако, отъ возраженій. Независимо отъ того, что гистологія не открыла никакихъ анатомическихъ особенностей, которыя могли бы служить *субстратомъ* для принятія трехъ специфическихъ энергій, существуютъ еще и другія, чисто фізіологическія, возраженія противъ этой теоріи. Тѣмъ не менѣе, ея придерживаются, и прежде всего потому, что она позволяетъ разобраться въ безчисленныхъ явленіяхъ, относящихся къ зрительнымъ ощущеніямъ (открытія въ этой области сдѣланы благодаря, главнымъ образомъ, этой теоріи), а затѣмъ также и потому, что мы не можемъ пока замѣнить ее другой, вполне удовлетворительной теоріей.

Мы считаемъ излишнимъ излагать въ этомъ учебникѣ другія теоріи, какъ напр., теорію Hering'a, хотя эта послѣдняя, въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ, казалась бы намъ болѣе состоятельною.

VI. Хроматическія ощущенія на периферіи поля зрѣнія.—Нѣсколько ниже мы рассмотримъ подробно поле зрѣнія, состоящее изъ совокупности крайнихъ пространственныхъ точекъ, видимыхъ нами въ то время, когда мы устремляемъ взглядъ на какую-либо опредѣленную точку. Поле зрѣнія занимаетъ немного болѣе полусферы, находящейся передъ нашими глазами. Мы увидимъ также, что предметъ, который мы *фиксируемъ* взглядомъ, даетъ изображенія на *fovea centralis* и на *macula lutea* сѣтчатки.

Способность видѣть цвѣта, которую мы передъ этимъ разсмотрѣли, совершается при помощи фізіологическаго центра сѣтчатки; это будетъ такъ называемое „прямое зрѣніе“. Если свѣтящійся предметъ даетъ изображеніе на периферіи сѣтчатки, если будетъ, слѣдовательно, „не прямое зрѣніе“, то мы уже не испытываемъ того же самаго цвѣтового ощущенія, которое получалось при прямомъ зрѣніи. Чтобы убѣдиться въ этомъ, слѣдуетъ двигать отъ периферіи поля зрѣнія къ точкѣ фиксаціи четырехугольный кусочекъ окрашенной бумажки, величиною напр. въ 1 кв. сантиметръ. Опытъ удастся всего лучше, если кто-либо другой двигаетъ эти окрашенные бумажки въ полѣ зрѣнія субъекта, которому совершенно неизвѣстенъ ихъ цвѣтъ. Тогда находятъ, что на границѣ поля зрѣнія не узнается ни одинъ изъ цвѣтовъ окрашенныхъ бумажекъ; затѣмъ достигаютъ пояса, въ которомъ узнаются желтый и голубой цвѣта; далѣе, и уже довольно близко къ точкѣ фиксаціи, узнаются зеленый и красный цвѣта, и послѣднее, наиболѣе центральное мѣсто занимаетъ фіолетовый цвѣтъ. На крайней периферіи всѣ цвѣта производятъ ощущеніе неопредѣленнаго сѣроватаго цвѣта, то же самое, которое производитъ здѣсь и бѣлый цвѣтъ; этотъ послѣдній, впрочемъ, видѣнъ далѣе къ периферіи, чѣмъ всѣ остальные. Фиг. 230 представляетъ (по системѣ, которая будетъ изложена ниже) поле зрѣнія лѣваго глаза съ цвѣтовыми грани-

цами. Центр круга соответствует точкѣ фиксации; самая вѣшняя окружность, описанная вокругъ точки фиксации, представляетъ границу полусферы



Фиг. 230.—Схема полей зрѣнія для разныхъ цвѣтовъ, на лѣвомъ глазу, по Landolt'у.

пространства, находящагося впереди насъ. Всѣ цвѣтоты границы поля зрѣнія гораздо шире по направленію къ виску, чѣмъ по направленію къ носу.

Опыты, произведенные Landolt'омъ, доказываютъ, что цвѣта могутъ быть видимы вплоть до периферіи поля зрѣнія, если они достаточно интенсивны и достаточно насыщены, чего никогда не бываетъ въ естественныхъ цвѣтахъ. Если, наоборотъ, опытъ производить надъ цвѣтами солнечнаго спектра, тогда цвѣта эти узнаются на пространствѣ всего поля зрѣнія. Слѣдовательно, периферія сѣтчатки также способна давать намъ цвѣтоты (хроматическія) ощущенія, но только она менѣе воспріимчива къ нимъ.

Прежде чѣмъ распознать истинный оттѣнокъ того цвѣта, который двигаютъ отъ периферіи къ центру поля зрѣнія, его видятъ окрашеннымъ въ другой, не принадлежащій ему оттѣнокъ: слѣдовательно, цвѣтовое поле зрѣнія окружено поясомъ, въ которомъ оттѣнки цвѣтовъ извращаются.

Тотчасъ послѣ рожденія функционируетъ только фізіологическій центръ сѣтчатки, и новорожденный не имѣетъ еще периферическаго поля зрѣнія; послѣднее развивается мало по малу, распространяясь отъ точки фиксации къ периферіи (Caignet).

VII. Дисхроматопсія (цвѣтотая слѣпота). Дальтонизмъ ¹⁾.
—Отъ 3 до 4% мужчинъ и 1 — 2% женщинъ отъ рожденія видятъ цвѣта

¹⁾ Авторами, наиболѣе способствовавшими разъясненію явленій цвѣтотой слѣпоты, были: Holmgren, Donders и друг.

иначе, чѣмъ большинство людей: опредѣленные колебанія эфира вызываютъ въ ихъ зрительномъ аппаратѣ другія ощущенія, чѣмъ у всѣхъ остальныхъ людей. „Цвѣтотъ слѣпота, дисхроматопсiя, дальтонизмъ.“—вотъ тѣ названія, которыя даются этому ненормальному цвѣтоощущенію). „Цвѣтотъ слѣпота“ вовсе не подходящій терминъ, такъ какъ лица, страдающія этой аномаліей, вовсе не слѣпы къ цвѣтамъ, и тѣмъ болѣе ко всѣмъ цвѣтамъ. Названіе „дальтонизмъ“, по имени знаменитаго химика Д а л ь т о н а, будетъ всего лучше сохранять для того вида дисхроматопсiя, которымъ страдалъ этотъ ученый.

Скажемъ, предварительно, нѣсколько словъ о возможности подобной аномаліи вообще и о способѣ опредѣленія ея. А ргііи мы не знаемъ, испытываетъ-ли нашъ сосѣдь при видѣ какого-либо предмета то же самое зрительное ощущеніе, что и мы: ощущеніе, какъ явленіе внутреннее, не можетъ быть сообщено однимъ индивидуумомъ—другому. А и В, каждый въ отдѣльности, испытываютъ иное ощущеніе при видѣ спѣлой вишни и иное при взглядѣ на небесный сводъ. Съ ранняго дѣтства ихъ учили называть эти ощущенія краснымъ и голубымъ цвѣтомъ; каждый изъ нихъ испытываетъ всегда одно и то же ощущеніе при видѣ предметовъ, дающихъ одни и тѣ же колебанія эфира; они называютъ постоянно эти ощущенія краснымъ, голубымъ, бѣлымъ и т. д. цвѣтомъ; они согласны между собой и никогда не смѣшиваютъ этихъ цвѣтовъ. Ихъ чувственные спектры могутъ быть прямо противоположны другъ другу: А, подѣ влияніемъ колебаній длинныхъ волнъ, можетъ имѣть такое же ощущеніе, какое В испытываетъ въ присутствіи колебаній съ короткими волнами. Лишь только А замѣчаетъ разницу въ своихъ цвѣтовыхъ ощущеніяхъ, какъ ту же разницу находятъ и В; противорѣчія между ними не будетъ, и поэтому нельзя узнать истинную сущность дѣла. Но если А, получая вообще разнообразныя цвѣтоты ощущенія, не замѣчаетъ болѣе разницы въ своихъ ощущеніяхъ тамъ, гдѣ эту разницу находятъ другіе, тогда мы можемъ считать его цвѣтотое чувство ненормальнымъ, что и наблюдается довольно часто у людей. Весьма вѣроятно, что только очень небольшое число людей видитъ цвѣта совершенно одинаково (Donders). То, что мы разумѣемъ подѣ именемъ «дисхроматопсiя», есть не что иное, какъ крайнее проявленіе этой особенности. Но всего чаще, повидимому, встрѣчаются переходныя степени между нормальнымъ цвѣтоощущеніемъ и вполне выраженными аномаліями.

Ни къ чему не поведетъ, если мы станемъ спрашивать у людей, подозрѣваемыхъ въ дисхроматопсiю, названіе того или другого цвѣта, находящагося передѣ ихъ глазами. Между различными цвѣтами, между различными зрительными ощущеніями, кромѣ различія въ тонѣ, существуютъ еще и другія различія, напр. въ свѣтотой интенсивности. Индивидуумъ, отличающійся отъ рожденія ненормальнымъ цвѣтоощущеніемъ, видитъ, что другіе люди находятъ различіе въ цвѣтахъ тамъ, гдѣ онъ этого различія вовсе не замѣчаетъ; и такъ какъ для него важно все-таки, въ борьбѣ за существованіе, дѣлать точно такія же различія въ цвѣтахъ, какія дѣлаютъ его сверстники (напр., если онъ, въ дѣтствѣ, идетъ въ лѣсъ собирать землянику и не различаетъ ея отъ окружающей зелени), то онъ старается оцѣнить различныя оттѣнки своихъ ощущеній, и довольно хорошо справляется со своею задачей. Онъ отлично распознаетъ предметы по ихъ формѣ тамъ, гдѣ другіе люди пользуются болѣе бросающимися въ глаза цвѣтотыми отличіями (напр., вишни на деревѣ, отличающіяся и по формѣ отъ листьевъ); кромѣ того онъ обращаетъ вниманіе на свѣтотую интенсивность лучей, различно окрашенныхъ для нормальнаго цвѣтоощущенія.

Мы видимъ, что лица, страдающія дисхроматопсiей, получаютъ менѣе цвѣтотыхъ ощущеній, чѣмъ остальные люди. Наша номенклатура цвѣтовъ является

слишкомъ богатой для нихъ. Во многихъ случаяхъ они прилагаютъ цвѣтвые опредѣленія къ различіямъ въ свѣтовой интензивности. Покажите имъ красные, зеленые, бѣлые и др. предметы, и они вамъ скажутъ названіе каждаго цвѣта, которое мы даемъ этимъ предметамъ. Они назовутъ даже совершенно правильно каждый цвѣтъ въ солнечномъ спектрѣ. Поступая такимъ образомъ, изслѣдуютъ вовсе не систему ощущеній испытываемаго субъекта, но его большую или меньшую способность пользоваться номенклатурой, которая можетъ не соответствовать его ощущеніямъ, но которою онъ только научился удачно пользоваться. Поэтому придумали способы изслѣдованія «системы цвѣтовыхъ ощущеній» такого субъекта, не обращаясь къ его «памяти названій». Изъ этихъ способовъ мы укажемъ два: первый изъ нихъ лучше всего можетъ дать намъ представленіе о дѣйствительно испытываемыхъ такими людьми ощущеніяхъ, а второй болѣе пригоденъ для практическаго опредѣленія этой аномаліи.

Человѣкъ, страдающій дисхроматопсіей, совершенно вѣрно называетъ различныя мѣста спектра. Это объясняется тѣмъ, что онъ можетъ сравнивать между собой различныя лучи спектра, одновременно находящіеся передъ его глазами. Если же, закрывъ отъ него предварительно спектръ экраномъ съ узкой вертикальной щелью, показывать ему послѣдовательно лучи спектра, то онъ будетъ путаться въ своей цвѣтовой номенклатурѣ, такъ какъ для него нѣтъ болѣе возможности сравнивать. Результатъ окажется еще болѣе поразительнымъ, если медленно перемѣщать спектръ, позади экрана, такимъ образомъ, чтобы послѣдовательно подставлять всѣ колебанія эфира. Напримѣръ, подставляютъ то мѣсто спектра, которое мы называемъ оранжевымъ; больной будетъ имѣть цвѣтовое ощущеніе, которое онъ вообще называетъ „желтымъ“. Мы подставляемъ лучи съ меньшей преломляемостью, онъ продолжаетъ видѣть тотъ же цвѣтъ, который онъ назоветъ нѣсколько болѣе темнымъ. Пока мы доходимъ до зеленого цвѣта спектра, цвѣтъ для него не измѣняется. Въ голубовато-зеленой части спектра онъ увидитъ сѣроватый цвѣтъ (средняя линія). Затѣмъ, въ нашемъ голубомъ цвѣтѣ спектра онъ укажетъ наступленіе другого цвѣтового ощущенія, которое онъ назоветъ „голубымъ“, и это послѣднее ощущеніе остается неизмѣннымъ до конца видимаго спектра съ лучами наибольшей преломляемости.

Подобное цвѣтовое чувство составлено только изъ двухъ ощущеній: изъ желтаго (мы увидимъ, что оно дѣйствительно желтое) въ половинѣ спектра съ меньшей преломляемостью и изъ голубого въ половинѣ съ болѣе преломляемостью. Но въ первой половинѣ спектра свѣтовая интензивность достигаетъ своего максимумъ въ нашемъ желтомъ цвѣтѣ; отсюда она постепенно уменьшается въ обѣ стороны, въ особенности по направленію къ нашему красному цвѣту. Въ сторону зеленого цвѣта свѣтовая интензивность уменьшается не такъ сильно, но зато уменьшается насыщенность, пока не сдѣлается равной нулю въ нашемъ голубовато-зеленомъ цвѣтѣ. То же самое явленіе повторяется въ половинѣ спектра съ наибольшей преломляемостью. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ испытываемый смѣшиваетъ красный, оранжевый, желтый и зеленый цвѣта. Въ особенности обращаетъ на себя вниманіе смѣшеніе зеленого цвѣта съ краснымъ. Смѣшеніе фіолетоваго и голубого цвѣта наблюдается всего чаще.

Второй способъ изслѣдованія, болѣе практическій, состоитъ въ томъ, что предлагаютъ изслѣдуемому лицу цѣлую массу предметовъ одинаковой формы, но самой разнообразной окраски: насыщеннаго, мало насыщеннаго и темнаго цвѣта, напримѣръ, коллекцію мотковъ цвѣтнаго гаруса. Выбираютъ

одинъ мотокъ, положимъ блѣдно-зеленаго цвѣта, и предлагаютъ испытываемому лицу выбрать изъ кучи всѣ тѣ мотки, которые имѣютъ тотъ же цвѣтъ, хотя бы и другой насыщенности. Онъ выбираетъ зеленые цвѣта, но съ замѣтнымъ колебаніемъ; весьма возможно, что онъ отброситъ ихъ послѣ минутнаго размысленія, что уже достаточно характерно; затѣмъ онъ вдругъ схватываетъ мотокъ краснаго цвѣта.

Поэтому понятно, какими признаками отличаются лица, страдающія дисхроматопсіей, въ обыденной жизни. Дѣти не могутъ найти земляники въ травѣ; красная палочка сюргуча, брошенная въ траву, не можетъ быть ими найдена. Въ особенности вечеромъ, въ сумерки, такія лица не различаютъ окраски нѣкоторыхъ цвѣтковъ; зеленый (голубоватый) цвѣтъ кажется имъ сѣрымъ и проч.

Тѣмъ не менѣе, можно встрѣтить желѣзнодорожныхъ машинистовъ, страдающихъ этой аномаліей, которые въ теченіе многихъ лѣтъ исполняли свою службу, не дѣлая ошибки въ цвѣтныхъ сигналахъ. Но понятно, что опытность подобнаго лица можетъ измѣнить ему при необычныхъ условіяхъ, когда, напримѣръ, туманъ внезапно закроетъ цвѣтной сигналъ. Во время ночи, въ особенности, зеленое можетъ быть принято за красное и обратно ¹⁾.

Только что описанный видъ дисхроматопсіи является самымъ частымъ и извѣстенъ подъ именемъ «дальтонизма». Въ крайне рѣдкихъ случаяхъ смѣшиваются также желтый и голубой цвѣта; такія лица видятъ въ спектрѣ только два цвѣта, красный и зеленый, отдѣленные другъ отъ друга нашимъ желтымъ цвѣтомъ.

Faure и Delbœuf высказали мнѣніе, что врожденный дальтонизмъ можетъ быть излеченъ. Фактическое изслѣдованіе показываетъ, однако, что это утвержденіе основано, вѣроятно, на какой нибудь ошибкѣ.

Любопытенъ тотъ случай пріобрѣтенной дисхроматопсіи, который наблюдается послѣ принятія внутрь сантонина, въ дозахъ вовсе не токсическихъ, — тогда все видится въ желтомъ цвѣтѣ.

Спрашивается, каковы же въ дѣйствительности цвѣтовые ощущенія дальтониковъ, ощущенія, называемыя ими обыкновенно желтымъ и голубымъ. Доказано, что это дѣйствительно желтый и голубой цвѣтъ. Мы наблюдали нѣсколько случаевъ пріобрѣтеннаго дальтонизма ²⁾, а Holmgren одинъ случай врожденнаго, ограничивавшагося однимъ только глазомъ.

По теоріи Young-Helmholtz'a относительно зрительныхъ ощущеній, предполагають, что у дальтоника не достаетъ красной энергіи сѣтчатки. Дисхроматопсія является, по нашему мнѣнію, однимъ изъ главныхъ камней преткновенія для этой теоріи.

VIII. Способъ возникновенія возбужденія въ нервно-зрительномъ аппаратѣ. ³⁾—Очень слабый свѣтъ, падающій на сѣтчатку, не вызываетъ никакого ощущенія. Необходима извѣстная интензивность ко-

¹⁾ Мы имѣемъ свѣдѣніе о подобной ошибкѣ, сдѣланной лицомъ, страдающимъ пріобрѣтенной дисхроматопсіей.

²⁾ Заболѣванія зрительнаго нерва обыкновенно ведутъ къ той или другой формѣ дисхроматопсіи.

³⁾ Различные фізіологическіе процессы, производящіе зрительныя ощущенія, происходятъ отчасти въ сѣтчаткѣ, а отчасти въ другихъ частяхъ нервно-зрительнаго аппарата, именно въ психо-оптическомъ центрѣ. Когда ниже мы будемъ говорить о возбужденіи сѣтчатки, то, въ дѣйствительности, дѣло идетъ о возбужденіи всего нервно-зрительнаго аппарата.

лебаний эфира, чтобы привести въ дѣйствіе нервно-зрительный аппаратъ. Болѣе сильный свѣтъ, способный возбудить сѣтчатку, не порождаетъ ощущенія въ тотъ самый моментъ, когда онъ достигаетъ сѣтчатки: проходитъ извѣстный, довольно длинный скрытый періодъ времени, необходимый для передачи нервного возбужденія мозгу. Состояніе возбужденія, измѣряемое интенсивностью ощущенія, разъ начавшись, требуетъ извѣстнаго времени, чтобы достигнуть своего maximum'a. Чувственный результатъ мгновеннаго раздраженія сѣтчатки, на примѣръ, одиночною электрической искрой, можетъ быть изображенъ кривой, подобной таковой же кривой мышечнаго сокращенія (фиг. 156, стр. 397).

Въ точкѣ *x* приложено раздраженіе, за которымъ слѣдуетъ скрытый періодъ *xu*; затѣмъ раздраженіе начинаетъ ощущаться (быть можетъ тогда, когда подѣйствовавшій свѣтовой раздражитель уже исчезъ изъ поля зрѣнія); это раздраженіе возрастаетъ до извѣстнаго maximum'a и затѣмъ уменьшается. — Такимъ образомъ, мы имѣемъ скрытый періодъ возбужденія, періодъ нарастанія возбужденія и, наконецъ, періодъ уменьшенія его. Однако, эти промежутки времени гораздо короче, чѣмъ при раздраженіи мышцы. — Общая продолжительность возбужденія средней интенсивности, по вычисленію Plateau, равняется 0,35 секунды.

Эта продолжительность бываетъ болѣе значительной при болѣе интенсивности раздраженія. Если въ теченіе очень короткаго времени пристально смотрѣть на солнечный дискъ и затѣмъ отвести взоръ, то продолжаешь видѣть, въ теченіе нѣсколькихъ минутъ, солнце въ его нормальномъ цвѣтѣ, но съ меньшей интенсивностью его блеска.

Если въ глазъ попадаютъ очень слабо освѣщенные цвѣта, или же они дѣйствуютъ въ теченіе чрезвычайно короткаго времени, то получается ощущеніе не какого-либо опредѣленнаго цвѣта, а просто сѣраго цвѣта. Цвѣтовое ощущеніе возникаетъ только тогда, когда наблюдаемый цвѣтъ достаточно интенсивенъ или же когда онъ дѣйствуетъ достаточно долгое время. (Смотр. по этому предмету, между прочими, труды A. Charpentier).

Опредѣленная продолжительность возбужденія сѣтчатки находитъ многочисленныя примѣненія въ употребленіи „вращающихся дисковъ“ и объясняетъ множество наблюденій, изъ коихъ нѣкоторые мы теперь и рассмотримъ.

1. Вращающіеся диски. — Если второе, третье и т. д. возбужденіе сѣтчатки наступаетъ раньше, чѣмъ предшествующія имѣли время замѣтнымъ образомъ ослабѣть, то возбужденіе и его чувственный эффектъ становятся непрерывными: получается родъ тетануса зрительнаго аппарата. То же происходитъ и при раздраженіи сѣтчатки постояннымъ источникомъ свѣта.

Представимъ себѣ теперь вращающійся дискъ, секторы котораго окрашены попеременно въ черный и бѣлый цвѣтъ, и на который мы смотримъ, когда онъ начинаетъ вращаться. Въ тотъ моментъ, когда бѣлый секторъ даетъ свое изображеніе на какомъ либо мѣстѣ сѣтчатки, послѣдняя получаетъ здѣсь раздраженіе; спустя мгновеніе, изображеніе чернаго сектора появляется на томъ же мѣстѣ и раздраженіе пропадаетъ. Увеличивая скорость вращенія, приводимъ изображеніе втораго бѣлаго сектора на то же мѣсто сѣтчатки прежде, чѣмъ вполне исчезъ физиологическій эффектъ отъ перваго бѣлаго сектора: тогда наблюдается „мельканіе“ (неполный тетанусъ нервно-зрительнаго аппарата). Если увеличивать еще больше скорость вра-

щенія, то дискъ представится равномерно сѣрымъ: очевидно, возбужденіе не успѣваетъ еще ослабѣть въ замѣтной степени, какъ слѣдующее уже достигаетъ своего maximum'a; получается полный тетанусъ перво-зрительнаго аппарата.

J. Plateau нашелъ, что свѣтовая интензивность диска, когда цвѣтъ его стать однороднымъ, равняется той, которую получили бы, распредѣливъ по всему диску лучи, отраженные одними только бѣлыми секторами. Если поверхность черныхъ секторовъ равна, напримѣръ, поверхности бѣлыхъ, то свѣтовая интензивность полученнаго оттѣнка равняется половинѣ интензивности бѣлыхъ секторовъ; это то же самое, какъ если бы мы получали постоянное раздраженіе сѣтчатки, на половину меньшее, чѣмъ то, которое производится бѣлыми секторами. Аналогичныя явленія получаютъ и тогда, когда вмѣсто бѣлыхъ и черныхъ секторовъ берутъ цвѣтные (стр. 646).

2. Благодаря длительности впечатлѣній сѣтчатки, колеблющаяся струна кажется растянutoю по плоскости между двумя крайними предѣлами ея колебанія. Если на такой чернаго цвѣта колеблющейся струнѣ намѣтить бѣлую точку, то послѣдняя представится въ видѣ линіи.—Въ двухъ крайнихъ положеніяхъ своего колебанія струна кажется болѣе отчетливой: раздраженія сѣтчатки, вызываемыя промежуточными положеніями струны, благодаря ихъ длительности, сливаются вмѣстѣ, въ крайнихъ же положеніяхъ, гдѣ скорость уменьшается, воздѣйствіе на сѣтчатку длится болѣе долгое время.—Сюда также могутъ быть отнесены тѣ свѣтящіеся слѣды, которыми забавляются дѣти, наблюдая въ темнотѣ движеніе раскаленнаго угля.—На томъ же принципѣ основывается употребленіе микроскопа à vibrations, который даетъ возможность наблюдать траекторію колеблющагося камертона.—Marey, намѣчая блестящей точкой концы крыльевъ насѣкомыхъ, дѣлалъ видимымъ движеніе ихъ.—*Стробоскопическій* методъ представляетъ другое примѣненіе этого принципа. Представимъ себѣ очень быстрое періодическое движеніе, напримѣръ, колебаніе камертона, и пусть каждый періодъ его колебанія продолжается извѣстное время t , не слишкомъ длинное. Если послѣ каждаго промежутка $t, 2t, 3t, \dots, nt$ дѣлать видимымъ колеблющейся предметъ или, что все равно, если освѣщать его электрическими искрами, появляющимися черезъ промежутки t , то эффектъ перваго воздѣйствія на сѣтчатку не успѣетъ замѣтнымъ образомъ уменьшиться, когда наступитъ второе; это воздѣйствіе становится какъ бы непрерывнымъ, и мы видимъ предметъ въ покоѣ, на одномъ мѣстѣ, такъ какъ онъ дѣлается видимымъ въ одной и той же точкѣ своего пути. Но если сдѣлать промежутки между электрическими искрами нѣсколько большими, чѣмъ время t (напримѣръ $t+a, 2t+2a, \dots, nt+na$), то движеніе становится замѣтнымъ, хотя и очень медленнымъ. Если мы послѣ каждаго промежутка t будемъ освѣщать сосудъ, изъ котораго, капля за каплей и черезъ тотъ же промежутокъ времени t вытекаетъ вода, то капля воды будетъ казаться намъ висящею на воздухѣ. Она можетъ казаться намъ даже поднимающеюся обратно въ сосудъ, если мы будемъ освѣщать ее въ промежутки, равные $t-a$, или очень медленно падающею внизъ, если мы будемъ освѣщать черезъ промежутки $t+a$ (причемъ a менѣе t).—Если послѣдовательно помѣщать передъ глазомъ какую либо фигуру, нарисованную въ различныхъ положеніяхъ, то будетъ казаться, что эта фигура находится въ движеніи (фенакистоскопъ J. Plateau и стробоскопъ).

3. **Послѣдовательныя изображенія или слѣды, положительныя и отрицательныя.**—Вообще, когда въ силу длительности впечатлѣній сѣтчатки мы продолжаемъ видѣть свѣтящійся предметъ послѣ его исчезновенія, мы говоримъ о *слѣдѣ* или *послѣдовательномъ изображеніи* предмета. Только что описанныя явленія могутъ служить примѣромъ слѣдовъ. Если вечеромъ пристально смогрѣть на пламя лампы и затѣмъ быстро заслонить его отъ глаза рукой, продолжая смотрѣть неподвижно и не закрывая глазъ, то въ продолженіе нѣкоторой части секунды можно еще видѣть пламя въ его натуральномъ цвѣтѣ; затѣмъ пламя измѣнитъ тонъ, сдѣлается цвѣтнымъ, исчезнетъ и снова появится, представляя постоянныя перемѣны въ окраскѣ. Если смотрѣть днемъ на предметъ болѣе сложный, напр., переплетъ окна, то мы будемъ еще видѣть его спустя мгновенія послѣ того, какъ закрываемъ глаза рукой; затѣмъ, въ теченіе довольно значительнаго промежутка времени, мы будемъ видѣть окно въ темномъ полѣ зрѣнія, но только свѣтлыя части его (стекла) будутъ казаться темными, а темныя части (рама) будутъ казаться свѣтлыми. Называютъ „положительными слѣдами“ тѣ, въ которыхъ цвѣтъ видимаго предмета не измѣняется, и „отрицательными слѣдами“ тѣ, въ которыхъ свѣтлыя части предмета кажутся темными, и наоборотъ.

Первое изъ этихъ двухъ изображеній, положительное, лучше наблюдается послѣ мгновеннаго освѣщенія предмета, отрицательное же послѣ продолжительнаго освѣщенія или фиксаціи предмета.

Если предметъ, фиксируемый взглядомъ, будетъ состоять не изъ бѣлыхъ и черныхъ только, а и изъ цвѣтныхъ частей, то отрицательный слѣдъ всегда будетъ окрашенъ въ дополнительный цвѣтъ, напр., въ зеленый, если предметъ былъ красный и проч.

Отрицательные слѣды станутъ болѣе ясными, если мы, вмѣсто того чтобы оставлять сѣтчатку въ полной темнотѣ, переводимъ взглядъ на поверхность равномерно-сѣраго цвѣта; тогда мы, какъ выражаются, развиваемъ отрицательный слѣдъ на сѣромъ фонѣ.

Объясненіе отрицательныхъ слѣдовъ по теоріи Young-Helmholtz'a, слѣдующее. Если мы смотримъ на бѣлый квадратъ на черномъ фонѣ, то часть сѣтчатки, на которую падаетъ изображеніе квадрата, утомляется, тогда какъ остальная часть ея отдыхаетъ; если же теперь мы переведемъ взглядъ на равномерно-бѣлую поверхность, то этотъ виѣшній раздражитель, будучи однимъ и тѣмъ же для всей сѣтчатки, произведетъ меньшій физиологическій эффектъ на утомленную часть, и то, что передъ этимъ казалось бѣлымъ, будетъ казаться относительно темнымъ. Если мы нѣкоторое время смотримъ на окрашенный предметъ, зеленый напримѣръ, то мы утомляемъ въ этомъ мѣстѣ сѣтчатки зеленую энергію; переведемъ затѣмъ взглядъ на равномерно-сѣрую поверхность, которая возбуждаетъ одинаково всѣ три энергіи; тогда воздѣйствіе на зеленую энергію въ точкѣ сѣтчатки, только что подвергшейся раздраженію зеленымъ цвѣтомъ, будетъ уменьшено; двѣ другія энергіи будутъ возбуждаться сильнѣе, чѣмъ зеленая, и полученный въ результатъ цвѣтъ отрицательнаго слѣда долженъ быть пурпуровымъ, дополнительнымъ къ зеленому. Продѣлывая то же самое съ какимъ угодно цвѣтомъ, мы въ отрицательномъ слѣдѣ имѣемъ средство получать дополнительные къ нимъ цвѣта.—Тотъ фактъ, что отрицательные слѣды получаются и при закрытыхъ глазахъ, объясняется свѣтовымъ хаосомъ. Допуская, что этотъ хаосъ сѣраго цвѣта, надо предположить, что внутреннее питаніе одинаково возбуждаетъ всѣ три энергіи; и если предварительно одна изъ нихъ

или всё три будутъ утомлены, то свѣтовой хаосъ въ этомъ мѣстѣ окрасится въ дополнительный цвѣтъ, или же будетъ темнѣе въ сравненіи съ остальнымъ полемъ зрѣнія.

Отрицательный слѣдъ благаго предмета, въ особенности очень яркаго (напр., солнца или движущагося въ темнотѣ раскаленнаго угля), не остается темнымъ; онъ окрашивается подъ конецъ послѣдовательно въ самые разнообразные цвѣта и представляетъ явленіе *цветныхъ фазъ*. Helmholtz предполагаетъ, что утомленіе является для одной энергіи позднѣе, чѣмъ для другой, отчего и зависятъ эти цвѣтныя фазы.

Яркость и цвѣтъ отрицательныхъ слѣдовъ отличаются часто большою свѣтовой интенсивностью и значительною насыщенностью, превышающими интенсивность свѣтового хаоса или того сѣраго фона, на которомъ мы развиваемъ отрицательный слѣдъ. Helmholtz утверждаетъ, что эта яркость и эта насыщенность на самомъ дѣлѣ не такъ велики, какъ это думаютъ, что наше сужденіе, т. е. психическій актъ, представляетъ ихъ себѣ болѣе интенсивными, чѣмъ этого заслуживаетъ физиологическое явленіе, дѣйствительно вызванное въ нашей нервно-зрительной субстанціи. J. Plateau, около 50 лѣтъ тому назадъ, уже указывалъ для объясненія этихъ явленій на новую (неопредѣленную) дѣятельность сѣтчатки, слѣдовавшую всегда за первоначальною дѣятельностью, но въ обратномъ направленіи. Hering въ недавнее время доказалъ самымъ очевиднымъ образомъ основательность этого утвержденія; именно, что яркость въ отрицательномъ слѣдѣ можетъ замѣтно превышать яркость свѣтового хаоса или той сѣрой поверхности, на которой развиваютъ этотъ слѣдъ. Этимъ подрывается, слѣдовательно, объясненіе отрицательныхъ слѣдовъ усталостью сѣтчатки.

При движеніи глазного яблока отрицательный слѣдъ исчезаетъ. Fick признаетъ, что это движеніе, способствуя циркуляціи питательныхъ соковъ сѣтчатки, уничтожаетъ утомленіе, зависящее, вѣроятно, подобно утомленію мышцы, отъ химическихъ причинъ.

IX. Явленіе одновременнаго свѣтового контраста.—Подъ именемъ одновременнаго контраста соединяютъ явленія, имѣющія большую или меньшую связь съ послѣдовательными слѣдами и состоящія въ видоизмѣненіяхъ оттѣнка и яркости, которыя такъ часто наблюдаютъ при видѣ предмета, представляющагося бѣлымъ и чернымъ, или же окрашеннымъ въ различные цвѣта. Эти измѣненія особенно ясно выступаютъ на линіяхъ, разграничивающихъ различно окрашенныя части. Вотъ относящіеся сюда замѣчательныя явленія.

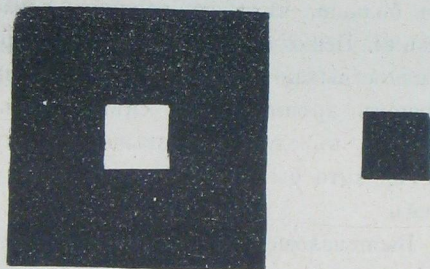
Если помѣстить маленькій сѣрый кусочекъ бумаги на широкій окрашенный листъ и еще лучше если все это покрыть бѣлымъ прозрачнымъ листомъ, то сѣрый кусочекъ бумаги принимаетъ дополнительный цвѣтъ фона.

Сюда также относится явленіе *цветныхъ тѣней*. Въ темной комнатѣ, куда проникаетъ только небольшое количество дневнаго свѣта, ставятъ зажженную свѣчу передъ бѣлой бумагой. Карандашъ, напр., помѣщенный соотвѣствующимъ образомъ, будетъ бросать на бумагу двѣ тѣни: одна, зависящая отъ дневнаго свѣта, содержитъ только красноватый свѣтъ свѣчи, другая, зависящая отъ свѣчи—только бѣлый дневной свѣтъ. Остальная часть бумаги представляется окрашенной въ красновато-желтый цвѣтъ, являющийся результатомъ смѣшенія дневнаго свѣта со свѣтомъ свѣчи. Тѣнь отъ дневнаго свѣта, освѣщенная желтовато-краснымъ свѣтомъ свѣчи, представится въ ея истинномъ цвѣтѣ; напротивъ, тѣнь отъ свѣчи, содержащая бѣлый дневной свѣтъ, будетъ казаться голубоватаго цвѣта, дополнительнаго

къ желтому цвѣту фона. Можно видоизмѣнить опытъ, помѣщая окрашенное стекло между свѣчей и карандашомъ: тогда тѣнь, освѣщаемая однимъ дневнымъ свѣтомъ, будетъ всегда казаться окрашенною въ цвѣтъ, дополнительный къ цвѣту стекла.

J. Plateau объясняетъ явленія одновременнаго контраста реакціей сосѣднихъ мѣстъ сѣтчатки,—реакціей, сопровождающей всякое воздѣйствіе на сѣтчатку, подобно тому какъ онъ объяснилъ отрицательные слѣды реакціей извѣстнаго мѣста сѣтчатки, послѣ возбужденія ея (реакція по времени и реакція по пространству). Helmholtz опять-таки ссылается въ данномъ случаѣ на обманъ сужденія, но не съ бѣлымъ основаніемъ, какъ и относительно отрицательныхъ слѣдовъ. Негингъ показалъ, что эта «реакція сѣтчатки по времени и по пространству» (по выраженію Plateau) существуетъ на самомъ дѣлѣ.

X. Иррадіація.—Бѣлый квадратъ на черномъ фонѣ, фиг. 231, кажется бѣльшимъ, чѣмъ черный квадратъ на бѣломъ фонѣ и, однако, на самомъ дѣлѣ они имѣютъ одинаковую величину. Во многихъ случаяхъ бѣлая поверхность кажется надвигающеюся на темный фонъ. Если держать линейку противъ ламповаго пламени, то край ея на уровнѣ пламени кажется выемчатымъ. Въ другихъ случаяхъ черное кажется увеличеннымъ на счетъ бѣлаго.



Фиг. 231.

Иррадіація—таково названіе, даваемое этимъ явленіямъ—зависитъ (въ большинствѣ случаевъ, по крайней мѣрѣ) отъ круговъ разсѣянія на сѣтчаткѣ, т. е. отъ аномаліи рефракціи глаза, въ особенности отъ неправильнаго астигматизма хрусталика: всякое бѣлое изображеніе съ большими или меньшими кругами свѣторазсѣянія на не освѣщенномъ фонѣ должно казаться бѣльшимъ, чѣмъ если бы оно было исполнѣ отчетливымъ.

Психо-физическій законъ можетъ быть примѣненъ для объясненія явленій иррадіаціи. Почему вообще мы не видимъ краевъ иррадирующаго предмета менѣе свѣтлыми, чѣмъ остальная часть его? Это потому, что различіе въ яркости между бѣлымъ квадратомъ фиг. 231 и ближайшими кругами разсѣянія слишкомъ мало, чтобы быть замѣтнымъ.

Всѣмъ извѣстно явленіе иррадіаціи подъ названіемъ «черной капли». Если держать передъ свѣтомъ указательный и большой пальцы и сближать ихъ между собой, то можно видѣть, прежде чѣмъ они коснутся другъ друга, какъ бы черную каплю, въ видѣ мостика помѣщающуюся въ очень маломъ пространствѣ между обоими пальцами. Намъ кажется, что пальцы соединены на большомъ протяженіи, тогда какъ они едва только касаются другъ друга: ихъ соединяетъ черная капля. Это будетъ примѣръ иррадіаціи чернаго на бѣломъ.

Объясненіе то же, что и выше: круги разсѣянія растягиваютъ на большую поверхность малое количество проходящаго между двумя пальцами свѣта, въ такой степени, что нашъ глазъ не различаетъ его. Когда звѣзда проходитъ мимо солнца, происходитъ то же явленіе. Во время прохожденія, напр. Венеры черезъ дискъ солнца, нельзя опредѣлить точнаго момента кажущагося прикосновенія планеты къ солнечному диску, также какъ и того момента, когда она покинетъ его.

Главная причина этого заключается въ глазу наблюдателя, а не въ несовершенствѣ оптическаго инструмента.

Чувствительность сѣтчатки къ разницѣ въ степени освѣщенія.—Справедливость психо-физическаго закона доказана (стр. 639) относительно ощущеній бѣлаго цвѣта; этотъ законъ справедливъ также и относительно хроматическихъ ощущеній. Бѣлый свѣтъ средней интенсивности долженъ увеличиться на $\frac{1}{150}$, чтобы была замѣтна разни́ца въ освѣщеніи.

Для того, чтобы стала замѣтной разни́ца въ интенсивности цвѣтовъ, надо увеличивать (С. Лама́нскій):

Красный	на $\frac{1}{70}$.	Зеленый	на $\frac{1}{236}$.
Оранжевый	» $\frac{1}{78}$.	Голубой	» $\frac{1}{212}$.
Желтый	» $\frac{1}{236}$.	Фиолетовый	» $\frac{1}{109}$.

Другіе авторы получили нѣсколько иные результаты, но всѣ вообще согласны въ томъ, что въ красномъ и оранжевомъ цвѣтѣ спектра чувствительность къ разни́цамъ освѣщенія наименьшая, а въ желтомъ, зеленомъ и голубомъ она даже больше, чѣмъ въ бѣломъ цвѣтѣ (чувствительность къ разницѣ освѣщенія будетъ тѣмъ больше, чѣмъ эта разни́ца, едва достаточная чтобы стать замѣтной, будетъ меньше). Психо-физическій законъ справедливъ для зрительныхъ ощущеній только въ извѣстныхъ предѣлахъ свѣтовой интенсивности, въ предѣлахъ освѣщенія при обычномъ зрѣніи. Когда свѣтъ очень интенсивенъ, ощущеніе нарастаетъ менѣе быстро и, въ случаѣ чрезвычайной интенсивности свѣта, оно уже вовсе не нарастаетъ, хотя бы интенсивность еще увеличилась (происходитъ поврежденіе сѣтчатки).

Вышеизложенное объясняетъ нѣкоторые факты, наблюдаемые ежедневно въ области зрительныхъ ощущеній. Свѣтъ очень слабой интенсивности, напр. лунный, бросаетъ замѣтную тѣнь на бѣлую бумагу, если помѣстить карандашъ между бумагой и источникомъ свѣта. Если приблизить къ бумагѣ лампу, то эта тѣнь исчезнетъ; тѣнь, бросаема́я отъ лампы, въ свою очередь исчезнетъ, если освѣтитъ бумагу при помощи солнечнаго свѣта. (Тѣнь исчезаетъ потому, что ея освѣщеніе разнится теперь меньше чѣмъ на $\frac{1}{150}$ часть отъ освѣщенія фона). Нельзя прямо видѣть звѣзды среди бѣлаго дня; но ихъ можно увидѣть, если, лежа на спинѣ, смотрѣть на небо черезъ длинную трубу устранивающую солнечный свѣтъ. Теперь понятна также причина почему различныя цвѣта картины лучше различаются при среднемъ освѣщеніи, при которомъ эта картина нарисована. Когда смотреть черезъ темное стекло на пламя лампы или на небо съ освѣщенными облаками, или же на солнце (при солнечномъ затмѣніи), то различаютъ здѣсь такія детали, которыя не доступны для невооруженнаго глаза. Ночью, въ особенности темной, бѣлые предметы кажутся относительно болѣе свѣтлыми, чѣмъ днемъ.

Вотъ то, что касается ощущеній бѣлаго цвѣта. Психо-физическій законъ объясняетъ также слѣдующія явленія изъ области цвѣтовыхъ ощущеній. Голубой цвѣтъ, для котораго дифференціальная чувствительность очень велика, различается при гораздо болѣе слабомъ освѣщеніи, чѣмъ красный цвѣтъ, даже во время очень темной ночи, тогда какъ въ началѣ сумерекъ оранжевый цвѣтъ кажется темно-коричневымъ. Хотя красный цвѣтъ среди бѣлаго дня кажется болѣе интенсивнымъ, чѣмъ голубой, но при слабомъ освѣщеніи будетъ совершенно обратное.

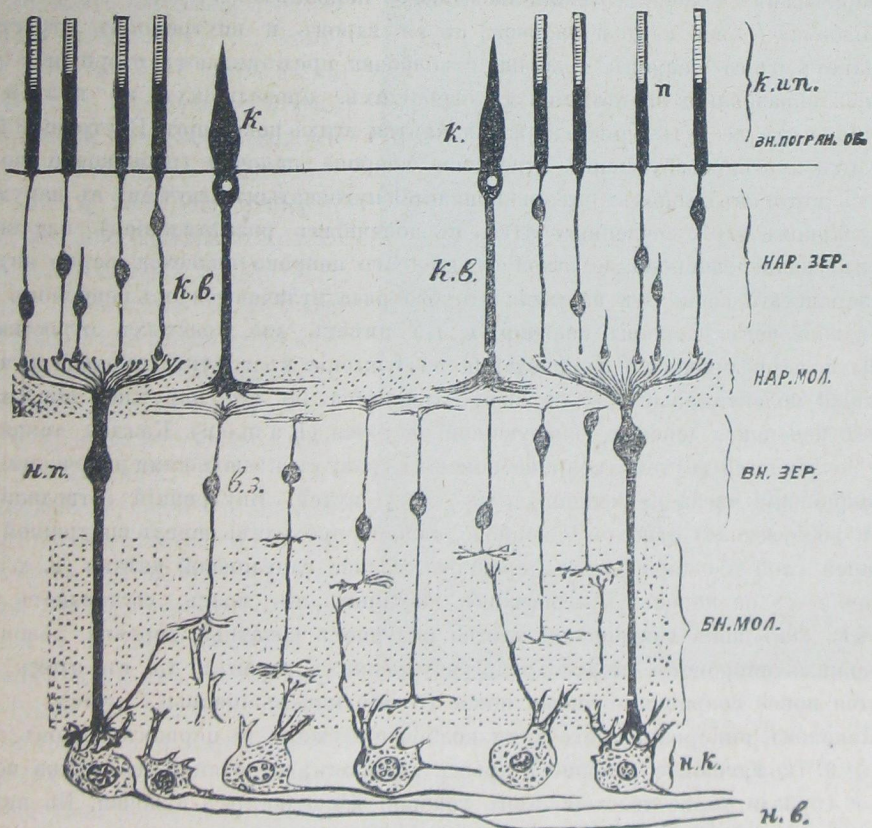
Наконецъ, психо-физическій законъ примѣняется также для объясненія явленій иррадіаціи. (Смотр. выше).

XI. Какой элементъ сѣтчатки возбуждается свѣтомъ?

Въ какомъ мѣстѣ сѣтчатки физическій міръ (колебанія эфира) соприкасается съ міромъ физиологическимъ?—Все заставляетъ насъ признать палочки и колбочки именно тѣми элементами, въ которыхъ колебанія эфира поражаютъ нервное возбужденіе. Самое очевидное доказательство этого вытекаетъ

изъ того факта, что мѣстомъ самаго отчетливаго зрѣнія является *fovea centralis*, сохраняющая здѣсь изъ всѣхъ элементовъ сѣтчатки однѣ только колбочки. Несомнѣнно, что первныя волокна нечувствительны къ свѣту, такъ какъ свѣтъ, падающій на сосокъ зрительнаго нерва (заключающій одни только волокна), не ощущается нами. (Смотр. ниже: *острота зрѣнія* и *поле зрѣнія*; *слѣпое пятно*). А такъ какъ въ *fovea centralis* отсутствуютъ другія слои сѣтчатки, кромѣ колбочекъ, то и нужно признать послѣднія за элементъ, чувствительный къ свѣту (свѣтовоспринимающій элементъ).—Палочки должны имѣть то же физиологическое значеніе, что и колбочки, потому что многія высшія животныя на всемъ протяженіи ихъ сѣтчатки имѣютъ только палочки. Наконецъ, какъ бы далеко въ животной лѣстницѣ ни слѣдить органъ зрѣнія, всегда можно найти въ периферическомъ окончаніи зрительнаго нерва образованія, похожія на колбочки и палочки; понятно, что въ каждомъ сложномъ органѣ, какъ бы различно ни измѣнялся онъ въ животной лѣстницѣ, существенный его элементъ будетъ и самымъ постояннымъ.

Наконецъ, мы можемъ видѣть тѣни, бросаемыя сосудами сѣтчатки, если свѣтъ пропикаетъ въ глазъ косо спереди назадъ. Необходимо, слѣдовательно, чтобы элементы,



Фиг. 232.—Схема нервныхъ элементовъ въ сѣтчаткѣ (по Рашон у Сажаля). Объясненіе въ текстѣ.

воспринимающіе свѣтъ, находились въ наружныхъ слояхъ сѣтчатки, такъ какъ сосуды расположены въ внутреннихъ слояхъ ея. Н. Müller, сравнивая кажущуюся величину сосудовъ сѣтчатки, видимыхъ изъ энтоптически и проэктированныхъ на стѣнѣ, отстоящей на извѣстномъ разстояніи отъ его глаза, вычислилъ, что плоскость, въ

которой ощущаются эти тѣни, почти совпадаетъ съ плоскостью палочекъ и колбочекъ. Что касается подробностей этого опыта, то объ этомъ смотр. ниже: *этиопическія излечія*. Говоря объ *остротѣ зрѣнія*, мы рассмотримъ и другіе факты, подтверждающіе то же самое.

Методъ Golgi (стр. 511), давшій возможность Рабѣну Сажаго ближе ознакомиться со строеніемъ сѣтчатки, былъ очень важенъ и для изученія самой центральной нервной системы. Мы послѣдовательно прослѣдимъ нервный путь, начиная отъ палочекъ вплоть до волоконъ зрительнаго нерва, черезъ извѣстные уже издавна слои сѣтчатки (фиг. 232): слой палочекъ и колбочекъ (*к. и п.*), слой наружныхъ зеренъ (*нар. зер.*), наружный молекулярный слой (*нар. мол.*), слой внутреннихъ зеренъ (*вн. зер.*), внутренний молекулярный слой (*вн. мол.*), слой нервныхъ клѣтокъ (*н. к.*), кончающихся нервными волокнами (*н. в.*) на внутренней поверхности сѣтчатки. Начиная отъ слоя палочекъ и колбочекъ и до слоя нервныхъ волоконъ мы имѣемъ послѣдовательный рядъ сочетанныхъ между собою трехъ *нейроновъ* (см. стр. 496), изъ которыхъ каждый состоитъ изъ нервной клѣтки и несущаго отъ нея возбужденіе нервного волокна.

Каждая клѣтка имѣетъ одинъ или нѣсколько вѣтвящихся, болѣе или менѣе длинныхъ, отростковъ, по которымъ къ ней доходятъ возбужденія (гомологичныхъ периферическимъ волокнамъ спинномозговыхъ нервовъ).

Колбочка (равно какъ и палочка) съ ея ядромъ и внутреннимъ отросткомъ, составляетъ одинъ нейронъ. Палочки и колбочки представляютъ вторичныя эпителиальныя образованія на вѣтвящихся отросткахъ, проводящихъ къ клѣткѣ возбужденія, ядра же суть самыя нервныя клѣтки этихъ нейроновъ. Внутренній (отводящій отъ клѣтки возбужденіе) отростокъ нейрона палочки (палочковое волокно старыхъ авторовъ) тонокъ: онъ оканчивается пуговчатымъ вздутіемъ въ наружномъ молекулярномъ слое, сочленяясь здѣсь съ конечнымъ развѣтвленіемъ или кисточкою слѣдующаго нейрона. Клѣткой слѣдующаго нейрона является зерно внутреннего зернистаго слоя. Эти нейроны второго ряда отличаются отъ нейроновъ палочекъ и колбочекъ. Нейронъ палочки (*н. п.*) имѣетъ два толстыхъ отростка, изъ которыхъ периферическій (проводящій возбужденіе къ клѣткѣ) проходитъ черезъ наружный молекулярный слой и распространяется по его наружной поверхности въ видѣ конечнаго деревца,—палочковой кисточки (Рабѣн). Каждая такая кисточка сочленяется (путемъ соприкосновенія) сразу съ нѣсколькими палочками—первое сокращеніе числа проводящихъ къ мозгу путей. Внутренній (отводящій отъ клѣтки возбужденіе) отростокъ нейрона палочки проходитъ черезъ внутренний молекулярный слой и оканчивается деревцомъ вблизи гангліозной клѣтки (*н. к.*). Эта послѣдняя съ ея нервнымъ отросткомъ, идущимъ въ мозгъ, составляетъ третій нейронъ. Такъ какъ гангліозная клѣтка получаетъ конечныя деревца разомъ отъ нѣсколькихъ нейроновъ второго ряда (внутреннихъ зеренъ), то въ этомъ мѣстѣ является новое сокращеніе числа, новое сліяніе иннервационныхъ путей.

Началомъ иннервационнаго пути колбочки служить, въ первомъ нейронѣ, отростокъ *к. в.* (колбочковое волокно старыхъ авторовъ), отводящій отъ клѣтки возбужденіе и гораздо болѣе толстый, чѣмъ таковой же отростокъ палочки. На внутренней поверхности наружнаго молекулярнаго слоя этотъ отростокъ превращается въ конечное деревцо, соприкасающееся съ аналогичнымъ деревцомъ нейрона второго ряда. Этотъ второй нейронъ (внутреннее зерно, *в. з.*) отличается своею тонкостью отъ нейрона палочки. Его приводящій къ клѣткѣ отростокъ начинается на внутренней поверхности наружнаго молекулярнаго слоя древовиднымъ развѣтвленіемъ, а тонкій, отводящій отростокъ прямо проходитъ черезъ внутренний молекулярный слой и превращается въ конечное деревцо, либо прилегающее къ гангліозной

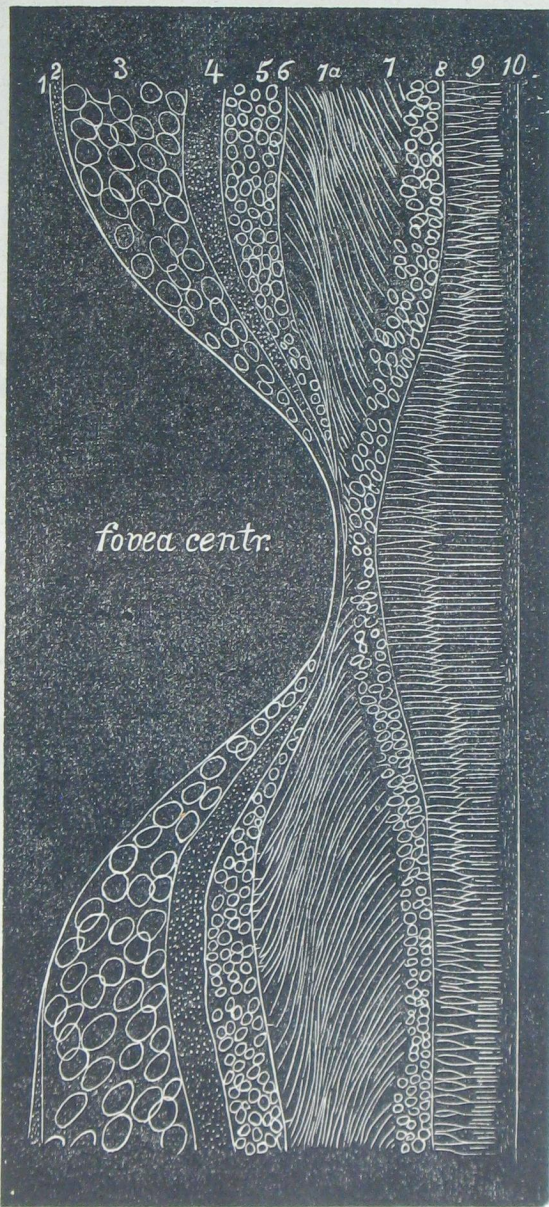
клеткъ, либо находящееся на различныхъ уровняхъ (обыкновенно 5) въ внутреннемъ молекулярномъ слое. Въ послѣднемъ случаѣ, вѣтвящійся отростокъ гангліозной клетки достигаетъ соответственнаго уровня, чтобы прійти въ прикосновеніе съ этимъ конечнымъ деревцомъ. Наконецъ, нейронъ третьяго ряда не представляетъ ничего, что бы заслуживало особаго упоминанія.

Что касается колбочекъ, то для нихъ также существуетъ два сокращенія иннервационныхъ путей, именно, въ двухъ мѣстахъ взаимнаго сочетанія послѣдовательныхъ нейроновъ.

Можно, слѣдовательно, заранѣе сказать, что число колбочекъ и палочекъ на много превышаетъ число волоконъ зрительнаго нерва. Salzer насчиталъ (у человѣка) около 7 колбочекъ и палочекъ на одно волокно зрительнаго нерва.

Наконецъ, главнымъ образомъ въ толщѣ вѣшняго молекулярнаго слоя и слоя внутреннихъ зеренъ есть многочисленныя клетки, не изображенныя на фиг. 232, которыя соединяють болѣе или менѣе отдаленные элементы одного и того же слоя, это—ассоціаціонныя клетки. Онѣ, по всей вѣроятности, и производятъ явленія контраста и иррадіаціи.

Предшествующее относится къ периферіи сѣтчатки. Фиг. 233 изображаетъ, по M. Schultze, строеніе физиологическаго центра сѣтчатки т. е. *fovea centralis* и прилежащаго къ ней пояса—*maculae luteae*. У человѣка *fovea centralis* состоитъ только изъ колбочекъ (9). Послѣднія, впрочемъ, являются очень развитыми. Другіе слои почти совершенно отсутствуютъ въ *fovea centralis*; напротивъ, гангліозныя клетки и внутреннія зерна скопляются въ *macula lutea*, а отводящія возбужденіе отъ клетки отростки нейроновъ перваго ряда принимаютъ косвенное направленіе и достигаютъ до болѣе периферическихъ областей. Такъ какъ *fovea centralis* служитъ мѣстомъ наиболѣе отчетливаго зрѣнія, то сѣтчатка состоитъ здѣсь только изъ однихъ



Фиг. 233.—Схема строения сѣтчатки въ *fovea centralis* и въ прилежащей къ ней части *maculae luteae* (по Max Schultze)—1. Membrana limitans interna. 2. Слой нервныхъ волоконъ. 3. Слой гангліозныхъ клетокъ. 4. Внутренній молекулярный слой. 5. Слой внутреннихъ зеренъ. 6. Межзернистый (или наружный молекулярный) слой. 7 и 7a. Слой наружныхъ зеренъ, раздѣленный на два слоя на уровнѣ *maculae luteae*, благодаря особому расположенію волоконъ колбочекъ. 8. Membrana limitans externa. 9. Слой палочекъ и колбочекъ. 10. Слой ретикулярнаго пигмента.

свѣтовоспринимающихъ элементовъ, именно изъ колбочекъ. Выходящія отсюда волокна должны идти въ косвенномъ центробѣжномъ направленіи, чтобы достигнуть нейроновъ второго ряда, отбѣсненныхъ въ *macula lutea*. Далѣе, въ *fovea centralis* каждый нейронъ второго ряда (внутреннее зерно) соответствуетъ только одной, а самое большее двумъ колбочкамъ. То же самое можно сказать и относительно соединенія гангліозныхъ клѣтокъ съ нейронами второго ряда (R a m ó n).

Вообще, въ *fovea centralis* почти или даже вовсе нѣтъ сокращенія числа иннервационныхъ путей. Раздраженіе одной колбочки можетъ отдѣльно дойти до мозга, чего нельзя сказать относительно остальной части сѣтчатки.

Въ сѣтчаткѣ, точно такъ же, какъ и въ центральной нервной системѣ, не существуетъ непрерывнаго соединенія между послѣдовательными нейронами, а только сближеніе или нѣчто вродѣ сочлененія ихъ между собою (R a m ó n y C a j a l).

XII. Внутреннія явленія, происходящія въ палочкахъ и колбочкахъ подѣ влияніемъ свѣта.—Пурпуръ сѣтчатки.—
A priori, колебанія эфира могли бы или механически раздражать палочки и колбочки, подобно дѣйствию звуковыхъ колебаній на органъ слуха, или просто согрѣвать ихъ, или, наконецъ, они могли бы вызывать въ нихъ, подобно дѣйствию вкусовыхъ веществъ на вкусовые сосочки, химическій процессъ, который въ свою очередь могъ бы послужить причиной раздраженія нервныхъ волоконъ. Не слѣдуетъ, однако, упускать изъ вида, что физиологическій процессъ въ колбочкахъ можетъ быть существенно отличенъ отъ процесса въ нервныхъ волокнахъ, точно также какъ этотъ послѣдній можетъ отличаться отъ физиологическаго процесса, вызываемаго въ клѣткахъ нервныхъ центровъ.

Послѣдняя гипотеза, т. е. *гипотеза химическаго дѣйствія свѣта*, должна быть допущена съ извѣстною вѣроятностью. Дѣйствительно, Boll открылъ въ палочкахъ особое вещество, очень чувствительное къ свѣту. Сѣтчатка позвоночныхъ животныхъ, заключающая въ себѣ много палочекъ (или однихъ только палочки), представляется въ свѣжѣмъ состояніи красной на ея наружной поверхности, обращенной къ сосудистой оболочкѣ. Эта красная поверхность быстро бѣлѣетъ подѣ влияніемъ свѣта, но красный цвѣтъ — *пурпуръ сѣтчатки* — вскорѣ снова появляется въ темнотѣ. Эта окраска зависитъ отъ присутствія въ наружныхъ членикахъ палочекъ, но не колбочекъ, краснаго вещества, *эритропсина*, *родопсина* или *пурпура сѣтчатки*, который можетъ быть выдѣленъ и который быстро бѣлѣетъ подѣ влияніемъ бѣлаго свѣта и различныхъ цвѣтныхъ лучей, кромѣ желтыхъ, дѣйствующихъ на него очень слабо. Надо, слѣдовательно, допустить, что свѣтъ производитъ здѣсь какое-то химическое измѣненіе, которое превращаетъ эритропсинъ въ безцвѣтное соединеніе. Разрушенный эритропсинъ очень быстро восстанавливается, но лишь до тѣхъ поръ, пока сѣтчатка находится въ соприкосновеніи съ пигментнымъ эпителиемъ. Этотъ послѣдній — чрезъ посредство сосудовъ *chorioideae* — доставляетъ, слѣдовательно, матеріалъ, необходимый для восстановления эритропсина. Ретинальный пурпуръ сохраняется въ сѣтчаткѣ неопредѣленно долгое время, если глазъ, вынутый въ темнотѣ, немедленно помѣститъ въ растворъ квасцовъ и держать, конечно, въ темнотѣ. Въ этомъ случаѣ опытъ надо производить при желтомъ пламени натрія, по причинѣ, указанной выше.—Если же помѣститъ на нѣкоторое время передъ окномъ кролика или лягушку, содержащихся предварительно въ темнотѣ, затѣмъ убить животное и, быстро вынувъ у него глаза, помѣститъ ихъ въ растворъ квасцовъ и предохранить отъ дѣйствія свѣта, то можно видѣть, даже спустя нѣсколько

дней, изображеніе окна на задней поверхности сѣтчатки (*оптограмма*): освѣщенные части окна будутъ казаться безцвѣтными, остальные красными. Слѣдуетъ производить опытъ быстро, потому что дневной свѣтъ очень скоро уничтожаетъ изображеніе, обезцвѣчивая всю сѣтчатку.

Не слѣдуетъ, однако, преувеличивать значенія эритропсина въ актѣ зрѣнія, такъ какъ можно еще хорошо видѣть и съ сѣтчаткой „обезцвѣченной“ свѣтомъ. Затѣмъ, пурпуръ сѣтчатки отсутствуетъ въ колбочкахъ и, слѣдовательно, во всей *fovea centralis*.

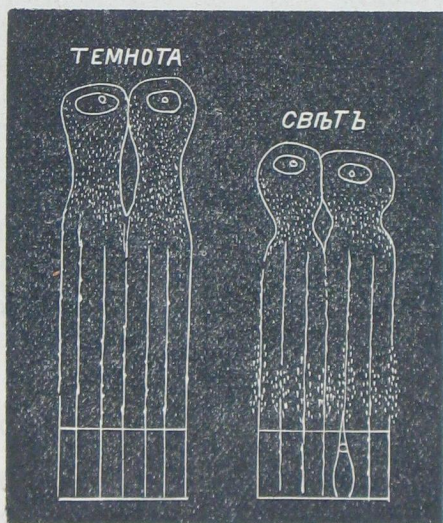
Въ настоящее время эритропсинъ занимаетъ насъ только потому, что онъ доказываетъ существованіе въ сѣтчаткѣ вещества, очень чувствительнаго къ свѣту. Очень возможно, что рядомъ съ этимъ существуютъ въ палочкахъ и колбочкахъ другія свѣточувствительныя вещества, химическое измѣненіе которыхъ раздражаетъ нервныя волокна. Эти вещества и продукты ихъ разложенія могутъ быть вполне безцвѣтны.

Нѣкоторыя другія внутреннія явленія, происходящія въ сѣтчаткѣ и важныя въ отношеніи процесса зрѣнія.

1. Пигментныя клѣтки сѣтчатки посылаютъ въ большомъ количествѣ нитевидные отростки между палочками и колбочками, и эти отростки доходятъ до *membrana limitans externa*. Кюппе доказалъ, что у лягушки, подѣ влияніемъ свѣта, кристаллы чернаго пигмента выходятъ изъ клѣтки (фиг. 234), проникаютъ черезъ нитевидные отростки до *membrana limit. ext.* и даютъ такимъ образомъ пигментные чехлы для палочекъ и колбочекъ. Въ темнотѣ кристаллы пигмента снова возвращаются въ клѣтку. Когда же палочки и колбочки освѣщены, кристаллы окружаютъ ихъ съ боковъ въ видѣ пигментнаго плаща, который поглощаетъ весь свѣтъ, проникающій между этими элементами: палочки и колбочки вслѣдствіе этого будутъ недоступны болѣе изолированному дѣйствію свѣта.

2. Внутренніе членики колбочекъ удлиняются въ темнотѣ и снова укорачиваются при дѣйствіи свѣта; они могутъ такимъ образомъ удлиниться въ 5—6 разъ противъ той величины, какую они имѣютъ въ темнотѣ. Эти измѣненія не стоятъ ни въ какой причинной связи съ выходомъ пигмента; они зависятъ главнымъ образомъ отъ непосредственнаго дѣйствія свѣта. Иногда освѣщеніе одного глаза, или даже кожи тѣла, измѣняетъ, повидимому, длину колбочекъ въ обоихъ глазахъ (*van Genderen Stort, Engelmann*).

3. **Электрическія явленія сѣтчатки.**—Наружная поверхность сѣтчатки (поперечный разрѣзъ зрительныхъ проводниковъ) является электроотрицательною по отношенію къ внутренней сторонѣ (къ продольной поверхности тѣхъ же проводниковъ). Свѣтъ, падая на сѣтчатку, уменьшаетъ эту разницу въ напря-



Фиг. 234.—Двѣ пигментныя клѣтки изъ сѣтчатки лягушки съ соответствующими палочками; въ одномъ случаѣ лягушка содержалась въ темнотѣ, въ другомъ—подвергалась дѣйствію солнечнаго свѣта (по Кюппе).

женіи электричества совершенно такъ же, какъ и въ первахъ (Holmgren и др.).

В. Зрѣніе или зрительныя сужденія.

Полезъ нашего органа зрѣнія не ограничивается доставленіемъ намъ того богатства ощущеній, которое мы только что рассмотрѣли. При помощи нашихъ зрительныхъ ощущеній мы ориентуемся среди внѣшнихъ предметовъ, т. е. дѣлаемъ заключеніе о ихъ относительномъ положеніи между собою и въ отношеніи насъ самихъ; мы оцѣниваемъ разстоянія между предметами, однимъ словомъ — мы „видимъ“ внѣшніе предметы. Но оцѣнка разстоянія не дана еще сама собою въ ощущеніяхъ: послѣднія являются только знаками, которые наше сознание научается истолковывать въ извѣстномъ смыслѣ (Helmholtz). Зрѣніе есть, слѣдовательно, актъ психическій и, какъ таковой, ускользаетъ отъ тѣхъ методовъ изслѣдованія, которыми располагаетъ физиологія. Мы можемъ, однако, замѣчать особенности нашихъ ощущеній, съ помощью которыхъ мы достигаемъ сужденія о внѣшнихъ предметахъ. Эта то сторона зрительнаго процесса и доступна физиологическому изслѣдованію.

Свѣтотыя ощущенія появляются тогда, когда нашъ перво-зрительный аппаратъ раздражается какимъ бы то ни было образомъ. Но для того, чтобы мы могли „видѣть“, надо нѣчто большее. Первое условіе „зрѣнія“, какъ однимъ такъ и двумя глазами, требуетъ какого-нибудь свѣта, который бы раздражалъ сѣтчатку; затѣмъ, свѣтотыя лучи должны достигать нашей сѣтчатки такимъ образомъ, чтобы на ней могло получиться изображеніе внѣшнихъ предметовъ. Прозрачныя среды глаза принимаютъ на себя эту роль, изучаемую подъ именемъ „діоптрики глаза“.

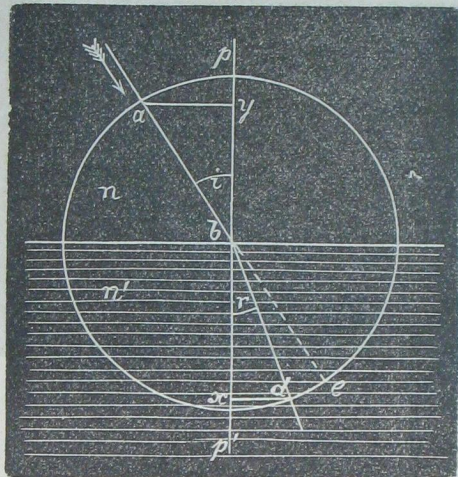
Теорія чечевичъ. — Напомнимъ въ общихъ чертахъ „теорію чечевичъ“, которая можетъ служить какъ бы введеніемъ въ діоптрику глаза.

Діоптрика.

Показатель преломленія. — Свѣтъ распространяется по прямой линіи лишь до тѣхъ поръ, пока онъ проходитъ черезъ однородную среду. Достигнувъ мѣста, гдѣ природа среды мѣняется, иначе говоря, переходя изъ одной среды въ другую, свѣтъ отчасти отражается къ первой средѣ (уголъ паденія равенъ углу отраженія); это тѣ лучи, которые дѣлаютъ видимыми предметы, или вѣрнѣе плоскости отдѣленія одной среды отъ другой. Отчасти же свѣтъ проходитъ въ другую среду и здѣсь слѣдуетъ первоначальному направленію только въ томъ случаѣ, если падаетъ перпендикулярно къ поверхности этой среды. При всякомъ другомъ паденіи, лучъ отклоняется отъ своего первоначальнаго направленія, но во второй средѣ продолжаетъ идти по прямой линіи: лучъ *преломляется*, откуда само явленіе получило названіе *преломленія* ¹⁾. 1. Падающій лучъ *ab* (фиг. 235) и преломленный лучъ *bd* расположены въ одной плоскости съ перпендикуляромъ къ поверхности *pb*, восстановленнымъ изъ точки паденія. 2. Уголъ паденія *abp* не равенъ углу преломленія *p'bd* но при двухъ данныхъ средахъ, какова бы ни была величина

¹⁾ Оптическимъ явленіямъ, зависящимъ отъ отраженія свѣта, часто даютъ названіе *катоптрическихъ явленій*; *діоптрическія* же явленія зависятъ отъ преломленія свѣта.

угла паденія, отношеніе синуса ay угла паденія къ синусу xd угла преломленія всегда одно и то же, т. е. $\frac{\sin. i}{\sin. r} = \text{постоянной величины}$. Обозначаютъ обыкновенно буквою n постоянную величину этого отношенія $\left(\frac{\sin. i}{\sin. r} = n \right)$ и называютъ ее «показателемъ преломленія». По общему правилу этотъ показатель больше единицы для луча, проходящаго изъ менѣе плотной среды въ среду болѣе плотную. Есть, впрочемъ, исключенія изъ этого правила; напримѣръ, для луча, проходящаго изъ алкоголя или изъ эфира въ воду (среду болѣе плотную), уголъ преломленія болѣе угла паденія. Вещество, имѣющее болѣе болшій показатель преломленія, чѣмъ какое-либо другое вещество, будетъ сильнѣе «преломляющимъ», чѣмъ это послѣднее.—Показатели преломленія были опредѣлены при прохожденіи свѣта изъ воздуха въ самыя разнообразныя жидкія и твердыя вещества, при чемъ за единицу принять показатель для луча, идущаго изъ пустоты въ воздухъ. Показатель преломленія кварца равняется 1,547, флинтгласа отъ 1,57 до 1,58, кронгласа 1,500, алкоголя 1,372, этиловаго эфира 1,358.



Фиг. 235.

Если лучъ свѣта проходитъ изъ одной среды въ другую, слабѣе преломляющую (напр., изъ воды въ воздухъ), то уголъ паденія меньше угла преломленія, отношеніе синусовъ ихъ будетъ меньше единицы; точное выраженіе величины его будетъ обратное тому, что было въ предыдущемъ случаѣ, т. е. $\frac{\sin. i}{\sin. r} = \frac{1}{n}$.

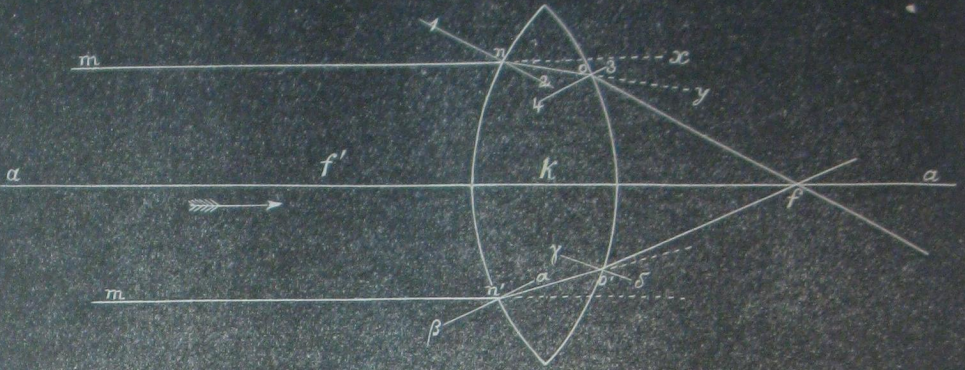
Преломленный лучъ *удаляется отъ перпендикуляра*, проходя изъ сильнѣе преломляющей среды въ среду слабѣе преломляющую.

Увеличивая все болѣе и болѣе уголъ паденія въ средѣ сильнѣе преломляющей, достигаютъ того, что уголъ преломленія будетъ превышать 90° , т. е. лучъ будетъ отраженъ въ первую среду: это полное внутреннее отраженіе.

Ходъ лучей черезъ чечевицы.—Чечевицы дѣлятся на *сферическія* и на *цилиндрическія*, по роду кривизны ихъ поверхностей. Мы займемся здѣсь первыми (о цилиндрическихъ чечевицахъ мы скажемъ нѣсколько словъ въ статьѣ объ «*астигматизмѣ*»). Поверхности сферической чечевицы представляютъ отръзки шара болѣе или меньшей кривизны. Сферическія чечевицы дѣлятся на двояковыпуклыя и двояковогнутыя, смотря по тому, будутъ-ли ихъ поверхности выпуклы или вогнуты.

Возьмемъ (фиг. 236) сперва стеклянную *двояковыпуклую чечевицу*, находящуюся въ воздухѣ. Представимъ себѣ два луча (идущихъ отъ очень далекаго источника свѣта), параллельныхъ между собой и параллельныхъ *оптической оси* aa , т. е. линіи, проходящей чрезъ середины обѣихъ поверхностей чечевицы. Разсмотримъ лучъ mn , параллельный оптической оси. Дойдя до чечевицы, онъ образуетъ съ перпендикуляромъ въ этой точкѣ поверхности, т. е. съ радіусомъ кривизны (1,2), уголъ паденія $1nt$ и уголъ преломленія $2no$. Этотъ послѣдній уголъ, лежащій въ сильнѣе преломляющей средѣ, будетъ меньше угла паденія. Преломленный лучъ не

будетъ, слѣдовательно имѣть первоначальнаго направленія mnx ; онъ приблизится къ оптической оси.



Фиг. 236.

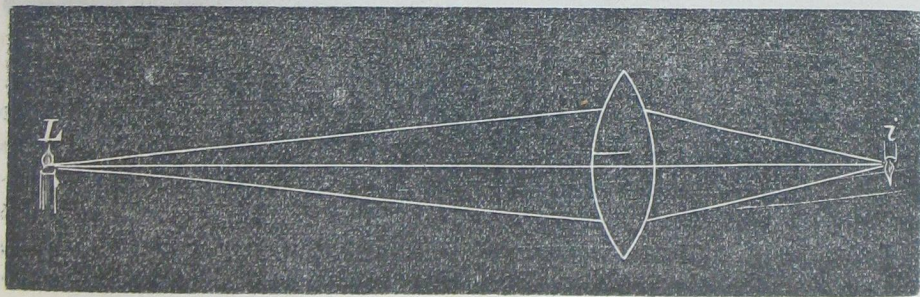
Въ самой чечевицѣ разсматриваемый лучъ продолжаетъ свой путь по прямой линіи (no) и, достигнувъ второй поверхности, подвергается новому преломленію. Онъ образуетъ здѣсь съ перпендикуляромъ ($4,3$) къ точкѣ паденія (т. е. съ радиусомъ кривизны) уголъ паденія $no4$ и уголъ преломленія nof ; но на этотъ разъ второй уголъ, какъ лежащій въ слабѣе преломляющей средѣ, будетъ больше угла паденія; лучъ, слѣдовательно, отклонится еще болѣе къ оптической оси, которую онъ пересѣчетъ въ точкѣ f , тѣмъ болѣе приближающейся къ чечевицѣ, чѣмъ болѣе будетъ показатель преломленія вещества чечевицы и чѣмъ болѣе будетъ выражена кривизна обѣихъ поверхностей ея.

Аналогичныя разсужденія могли бы показать намъ, что другіе параллельные оптической оси лучи пересѣкаютъ эту послѣднюю позади чечевицы. Далѣе, геометрическое построеніе показываетъ намъ, что лучи, не слишкомъ удаленные отъ оптической оси, всѣ пересѣкаются въ одной и той же точкѣ ея f , называемой «*главнымъ фокусомъ*» чечевицы.

Главный фокусъ двояковыпуклой чечевицы есть та точка ея оптической оси, идѣ всѣ лучи, параллельные этой оси и идущіе изъ безконечности (отъ одного и того же очень отдаленнаго источника свѣта), встрѣчаются снова, пройдя чечевицу. Разстояніе kf отъ главнаго фокуса до центра чечевицы называется *главнымъ фокуснымъ разстояніемъ*.—Ясно, что если бы лучи шли въ обратномъ направленіи и падали бы сначала на вторую поверхность чечевицы, то они образовали бы еще другой главный фокусъ f' , лежащій слѣва отъ чечевицы, на томъ же разстояніи отъ этой послѣдней, какъ и первый главный фокусъ. Двояковыпуклая чечевица имѣетъ, слѣдовательно, два главныхъ фокуса на одинаковомъ разстояніи отъ чечевицы,—передній и задній.—Если помѣстить источникъ свѣта въ одинъ изъ главныхъ фокусовъ, то свѣтовые лучи будутъ слѣдовать по тому же пути, но въ обратномъ направленіи (что легко построить), и будутъ параллельными по выходѣ изъ чечевицы.

Вотъ, слѣдовательно, каковъ будетъ ходъ лучей при источникѣ свѣта, находящемся въ безконечности, или же въ главномъ фокусѣ. Посмотримъ теперь, каково будетъ направленіе выходящихъ лучей, если источникъ свѣта занимаетъ другія положенія относительно чечевицы.—Когда источникъ свѣта въ безконечности, всѣ

лучи пересѣкутся въ главномъ фокусѣ. Приблизимъ источникъ свѣта, лежащій на оптической оси, тогда выходящіе лучи будутъ соединяться также въ одной точкѣ оптической оси, но точка эта будетъ лежать даѣе отъ чечевицы, чѣмъ главный фокусъ, въ чемъ легко можно убѣдиться простымъ построениемъ; эта точка соединенія будетъ отодвигаться тѣмъ болѣе, чѣмъ болѣе источникъ свѣта будетъ приближаться къ главному фокусу; когда источникъ свѣта будетъ въ главномъ фокусѣ, выходящіе лучи станутъ параллельными, и точка соединенія ихъ будетъ лежать въ безконечности. Если приблизить еще болѣе источникъ свѣта, то выходящіе изъ чечевицы лучи будутъ расходящимися: они не соединятся уже въ одной и той же точкѣ, но получаютъ направленіе лучей, какъ бы выходящихъ изъ точки съ другой стороны чечевицы. — Точки соединенія лучей свѣта, происходящихъ изъ промежуточныхъ между безконечностью и главнымъ фокусомъ точекъ, называются *сопряженными фокусами* относительно соответствующаго имъ разстоянія отъ источника свѣта. Существуетъ, значитъ, безконечное количество сопряженныхъ фокусовъ, между безконечностью и главнымъ фокусомъ; и когда пользуются терминомъ «сопряженный фокусъ», то всегда надо прибавлять, или на самомъ дѣлѣ, или мысленно: сопряженный фокусъ относительно того или другого положенія источника свѣта. Главный фокусъ является, слѣдовательно, сопряженнымъ фокусомъ относительно безконечности, а безконечность будетъ сопряженнымъ фокусомъ по отношенію къ главному фокусу. — Сопряженный фокусъ относительно положенія источника свѣта между главнымъ фокусомъ и чечевицей, не будетъ уже *дѣйствительнымъ*, а будетъ *мнимымъ* (выходящіе изъ чечевицы лучи будутъ имѣть такое направленіе, какъ если бы они выходили изъ этого мнимаго фокуса).

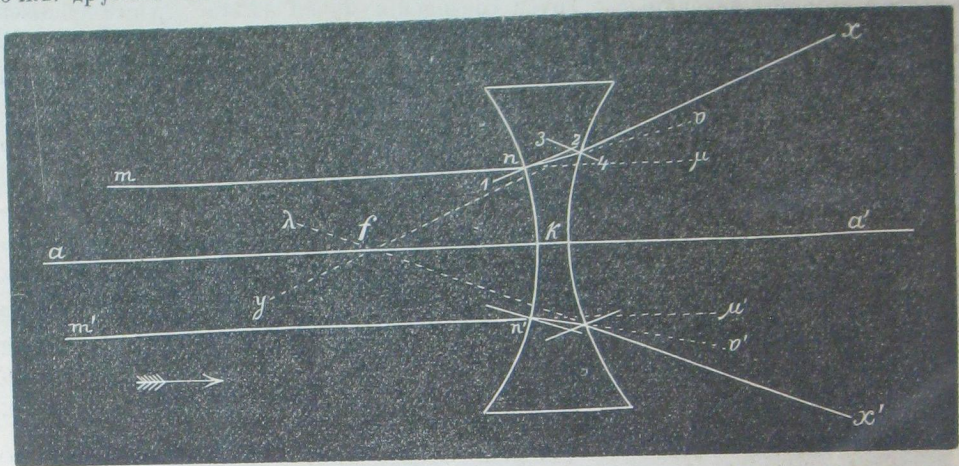


Фиг. 237.

Сопряженные фокусы обладаютъ свойствами, указанными уже по отношенію къ главнымъ фокусамъ; если (фиг. 237) помѣститъ источникъ свѣта въ сопряженномъ фокусѣ i , сопряженномъ по отношенію къ извѣстному положенію L этого источника свѣта, то сопряженный фокусъ перемѣстится въ ту точку (L), гдѣ сейчасъ передъ тѣмъ находился источникъ свѣта. — Можно, слѣдовательно, замѣщать сопряженный фокусъ источникомъ свѣта и наоборотъ, и ходъ лучей свѣта нисколько не измѣнится. Это правило очень важно: оно найдетъ существенное примѣненіе ниже, въ теоріи офтальмоскопа.

Разсмотримъ ходъ лучей свѣта черезъ *двоуконную чечевицу*. Возьмемъ (фиг. 238) лучи, параллельные между собою и параллельные оптической оси. Одинъ изъ этихъ лучей mn , достигая первой поверхности чечевицы, образуетъ съ радіусомъ кривизны $(1,2)$ уголъ паденія $mn1$, а въ самой чечевицѣ уголъ преломленія меньшій угла $pn2$ (уголъ $pn2$ равенъ углу $mn1$); преломленный лучъ не будетъ слѣдовать своему первоначальному направленію nr , но приблизится къ перпендикуляру, т. е. удалится отъ оптической оси. Достигнувъ второй поверхности, лучъ подвергнется вторичному преломленію; уголъ преломленія будетъ больше угла

паденія и лучъ удалится и отъ перпендикуляра $3,4$ и отъ оптической оси; онъ пойдётъ по направленію къ точкѣ x . Точно также можно найти, что и другой какой либо лучъ $m'n'$, идущій параллельно оптической оси, пройдя чечевицу, отклонится отъ оси, подобно первому лучу. Ясно, что всѣ лучи, параллельные главной оси, принимаютъ расходящееся направленіе по выходѣ изъ чечевицы, какъ если бы всѣ они выходили изъ одной точки f , лежащей съ той стороны чечевицы, съ которой находится и источникъ свѣта. Эта точка f будетъ «главнымъ фокусомъ» двояковогнутой чечевицы; но въ противоположность тому, что имѣло мѣсто въ двояковыпуклой чечевицѣ, здѣсь лучи не соединяются на самомъ дѣлѣ въ этой точкѣ: другими словами—этотъ главный фокусъ будетъ «мнимымъ». Точно такъ



Фиг. 238.

же, какъ и въ двояковыпуклыхъ чечевицахъ, здѣсь есть два мнимыхъ главныхъ фокуса, одинъ *передній* и одинъ *задній*, расположенныхъ на одинаковомъ разстояніи отъ чечевицы, а также и два равныхъ главныхъ фокусныхъ разстоянія.— Если приблизить источникъ свѣта къ чечевицѣ, то выходящіе изъ нея лучи будутъ еще болѣе расходящимися, чѣмъ въ первомъ случаѣ: получится рядъ *мнимыхъ сопряженныхъ фокусовъ*, расположенныхъ между главнымъ фокусомъ и чечевицей, и тѣмъ болѣе приближающихся къ этой послѣдней, чѣмъ болѣе приближается къ ней свѣтящаяся точка.

Можно видѣть, слѣдовательно, что лучи, выходящіе изъ одной и той же точки (какъ выражаются, *гомоцентрическіе лучи*),—точки, лежащей на оптической оси какой либо сферической двояковыпуклой или двояковогнутой чечевицы, соединяются или сами, или ихъ продолженія, въ фокусной точкѣ и даютъ здѣсь *дѣйствительное* или *мнимое изображение* свѣтящейся точки.

Двояковыпуклая чечевица называется также „собирающею“, потому что она заставляеть сходиться проходящіе черезъ нее лучи; чечевица же двояковогнутая называется „разсѣивающей“, потому что она заставляеть расходитьсѣ проходящіе черезъ нее лучи.

Собирающая чечевица имѣетъ главный фокусъ на сторонѣ, противоположной источнику свѣта; разсѣивающая чечевица имѣетъ фокусъ съ той же стороны, гдѣ находится источникъ свѣта. Въ многочисленныхъ вычисленіяхъ, которые приходится производить надъ этими элементами, относящимися къ той или другой чечевицѣ, надъ «оптическими постоянными» ея, условились признавать положительнымъ главное фокусное разстояніе собирающей чечевицы, и отрицательнымъ — такое же разстояніе разсѣивающей, обозначая первую величину знакомъ $+$, а

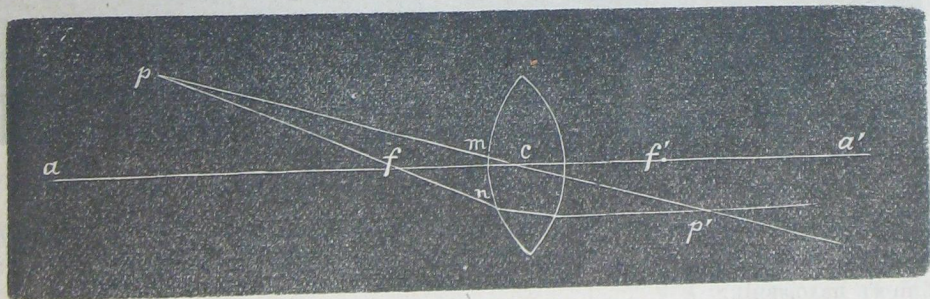
вторую знакомъ —; отсюда и названіе *положительной* и *отрицательной* чечевицы: первое—для собирающей чечевицы, второе—для разъивающей.

Построеніе изображеній въ сферическихъ чечевицахъ.—Если извѣстенъ ходъ лучей, выходящихъ изъ какой-нибудь точки главной *оптической оси*, то для построенія *изображенія* какого-либо *свѣтящагося предмета*, послѣ преломленія въ чечевицѣ, достаточно опредѣлить только ходъ черезъ чечевицу луча, идущаго внѣ *оптической оси*.

Эта задача легко можетъ быть рѣшена, если мы припомнимъ свойства *оптического центра* чечевицы.

Подобно тому, какъ лучъ, падающій на чечевицу по направленію главной *оптической оси*, проходитъ черезъ нее, не преломляясь, потому что онъ перпендикуляренъ къ обѣимъ поверхностямъ чечевицы, такъ же точно и другой какой-либо лучъ, направленный на средину того отдѣла главной *оптической оси*, который находится внутри чечевицы, этотъ лучъ проходитъ чрезъ нее, не отклоняясь отъ своего первоначальнаго направленія, все равно, будь то *положительная* или *отрицательная* чечевица. Эта точка есть *оптический центръ* чечевицы.

Собственно говоря, въ чечевицѣ существуетъ два *оптическихъ центра* (извѣстныхъ подъ именемъ *узловыхъ точекъ*), расположенныхъ на главной *оптической оси* очень близко одинъ отъ другого и отличающихся слѣдующимъ свойствомъ: падающій лучъ, направленный (до его паденія) на первую *узловую точку*, выходитъ изъ чечевицы параллельно пути своего паденія, но при этомъ смѣщается въ сторону такимъ образомъ, что кажется выходящимъ изъ второй *узловой точки*. Такъ какъ обѣ *узловые точки* находятся очень близко другъ отъ друга, то можно безъ ощутительной погрѣшности принять за *оптический центръ*—лишь одну точку, лежащую по срединѣ между двумя *узловыми точками*.



Фиг. 239.

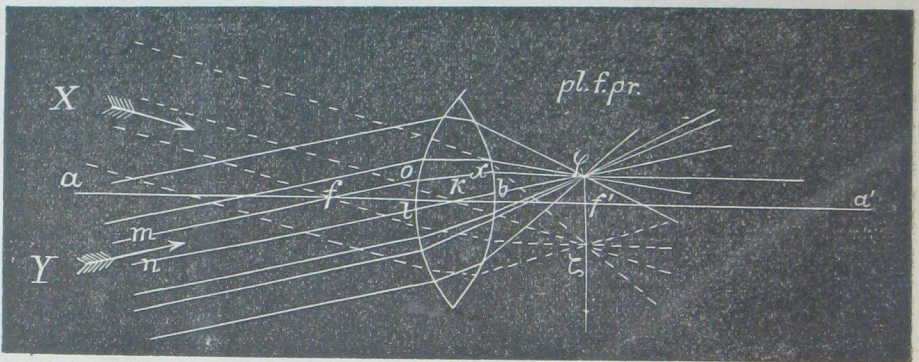
Какая-либо *свѣтящаяся точка* p (фиг. 239), не лежащая на главной *оптической оси* и расположенная на очень далекомъ или очень близкомъ разстояніи отъ чечевицы, но, во всякомъ случаѣ, далѣе главнаго фокуса ея, всегда посылаетъ одинъ лучъ pt по направленію къ *оптическому центру* c . Лучъ выйдетъ изъ чечевицы по направленію tsr' , не отклоняясь: построеніе его, слѣдовательно, для насъ всегда извѣстно. Эти *направляющіе лучи* служатъ *побочными оптическими осями*, на которыхъ образуются *побочные фокусы*. Построеніе второго луча, выходящаго изъ точки p , извѣстно намъ изъ предшествующаго. Дѣйствительно, эта *свѣтящаяся точка* посылаетъ къ чечевицѣ также лучъ pn , который проходитъ черезъ передній главный фокусъ f . Въ отношеніи чечевицы это равносильно выходженію луча изъ главнаго фокуса, поэтому, пройдя чечевицу, онъ направится параллельно главной *оси* и пересѣчетъ направляющій лучъ въ точкѣ p' . Доказано опытомъ и вычисленіемъ, что всѣ лучи, выходящіе изъ точки p , вновь

соединятся въ *побочной фокусной точкѣ* p' , которая, очевидно, будетъ пересѣченіемъ двухъ только что построенныхъ нами лучей.

Остается только неизвѣстнымъ ходъ послѣдняго луча чрезъ самое чечевицу. Что касается этого, то толщина чечевицы настолько мала, что мы можемъ пренебречь ею (въ нашихъ практическихъ выводахъ), подобно тому, какъ мы уже пренебрегли разстояніемъ между двумя узловыми точками. Мы можемъ свести такимъ образомъ чечевицу къ преломляющей плоскости, проходящей чрезъ ея оптический центръ.

Задача геометрическаго построенія изображенія свѣтящагося предмета такимъ образомъ рѣшена. Для построенія изображенія предмета, лежащаго на конечномъ разстояніи, необходимо только повторить построеніе лучей изъ каждой точки этого предмета, такимъ же образомъ, какъ это было нами сдѣлано (фиг. 239) относительно лучей, выходящихъ изъ точки p .

Легко убѣдиться, что это изображеніе будетъ *дѣйствительнымъ и обратнымъ*. Если бы предметъ находился ближе къ чечевицѣ, чѣмъ главный фокусъ (примѣръ простой лупы) то изображеніе было бы мнимое и прямое. Фиг. 240 также представляетъ построеніе обратнаго изображенія очень отдаленнаго предмета; построены только два пучка почти параллельныхъ лучей, выходящихъ изъ двухъ точекъ предмета X и Y .



Фиг. 240.

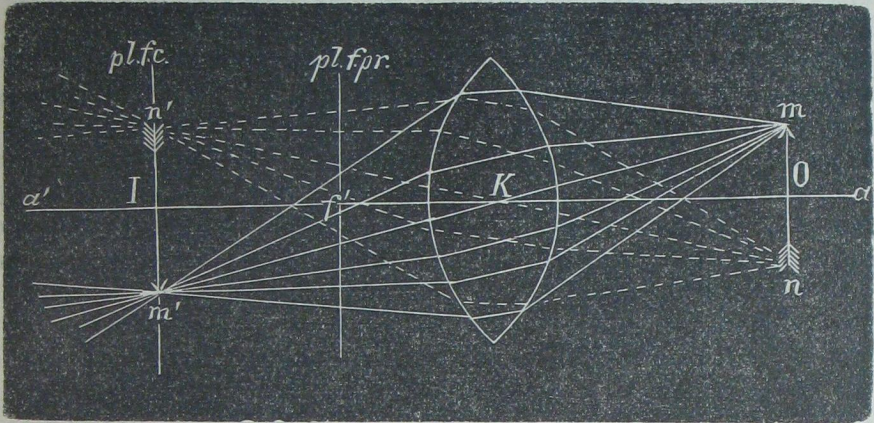
Построеніе изображенія много упрощается, если знать «*фокусныя плоскости*». Знаніе этихъ плоскостей является для насъ рѣшительно необходимымъ въ дальнѣйшемъ изложеніи.

Согласно предыдущему, если мы разсматриваемъ какой-либо предметъ, лежащій въ безконечности, то каждая точка его будетъ посылать къ чечевицѣ снопы лучей, которые всѣ соединятся въ фокусъ, лежащемъ въ какой-либо точкѣ направляющаго луча. Можно показать, что совокупность этихъ фокусныхъ точекъ лежитъ въ плоскости, перпендикулярной къ оптической оси на мѣстѣ главнаго фокуса. Для построенія изображенія предмета, лежащаго въ безконечности (очень отдаленнаго), надо, слѣдовательно, (фиг. 240) только провести различные направляющіе лучи—и именно столько, сколько въ предметѣ свѣтящихся точекъ,—тогда изображеніе каждой изъ этихъ точекъ получится въ томъ мѣстѣ, гдѣ направляющій лучъ ея пересѣчетъ главную фокусную плоскость.

Главной фокусной плоскостью (*pl. f. pr.*) называется плоскость, перпендикулярная къ оптической оси на мѣстѣ главнаго фокуса. Существуетъ двѣ главныхъ *фокусныхъ плоскости*, *передняя* и *задняя*, точно также какъ и два главныхъ фокуса.

Для болѣе близкаго предмета mn (фиг. 241) существуетъ *сопряженная фо-*

кусная плоскость (*vl. f. c.*), лежащая дальше от чечевицы, чѣмъ главная фокусная плоскость; очевидно, существуетъ безконечное количество сопряженныхъ фокусныхъ плоскостей, тѣмъ болѣе удаленныхъ, чѣмъ ближе къ чечевицѣ лежатъ



Фиг. 241.

предметъ. Сопряженная фокусная плоскость для предмета, находящагося въ передней главной фокусной плоскости, будетъ лежать въ безконечности, т. е. этотъ предметъ вовсе не дастъ изображенія.—Если предметъ будетъ находиться между переднимъ главнымъ фокусомъ и чечевицей, то мы получимъ мнимую фокусную плоскость.

Если взять двояковогнутую чечевицу, то фокусныя плоскости будутъ мними; продолженія лучей, выходящихъ изъ одной и той же точки (гомоцентрическіе лучи), пересекаютъ эти плоскости также въ одной только точкѣ. Направляющіе лучи и въ этомъ случаѣ даютъ намъ возможность построить изображеніе.

Оцѣнка преломляющей силы чечевицы.—Мы уже знаемъ вообще, что подѣ «преломляющей способностью» или «преломляющей силой» чечевицы надо понимать то свойство ея, въ силу котораго чечевица оказываетъ вліяніе на ходъ лучей свѣта, и которое въ большей степени выражено въ одной чечевицѣ, чѣмъ въ другой. Для насъ также понятно теперь, что изъ двухъ чечевицъ та, которая имѣетъ болѣе короткое фокусное разстояніе, должна имѣть болѣе сильную преломляющую способность, такъ какъ она всего болѣе отклоняетъ лучи свѣта. Легко доказать (и изъ предыдущаго мы можемъ видѣть, на какомъ основаніи), что преломляющая способность чечевицы зависитъ отъ кривизны обѣихъ ея поверхностей и отъ показателя преломленія того вещества, изъ котораго она сдѣлана. Чечевица будетъ тѣмъ «сильнѣе» и преломляющая способность ея тѣмъ выше, чѣмъ сильнѣе выражена кривизна ея поверхности (т. е. чѣмъ короче радіусъ кривизны ихъ) и чѣмъ больше показатель преломленія. Поэтому для того, чтобы двѣ чечевицы, одна изъ обыкновеннаго стекла, а другая изъ горнаго хрустала (или флинтгласа), имѣли одну и ту же преломляющую силу, необходимо, чтобы радіусы кривизны послѣдней чечевицы (изъ горнаго хрустала или флинтгласа) были длиннѣе радіусовъ кривизны первой чечевицы.

Предположимъ, что мы имѣемъ рядъ двояковыпуклыхъ чечевицъ съ одинаковымъ показателемъ преломленія и съ одинаковой кривизной поверхностей, вслѣдствіе чего онѣ будутъ обладать одинаковой преломляющей силой и будутъ имѣть одинаковое для всѣхъ нихъ главное фокусное разстояніе. Соединяя ихъ

по двѣ, по три, по четыре и т. д., мы удвоимъ, утроимъ, учетверимъ преломляющую силу полученной сложной системы.

Но возможно приготовить чечевицы, преломляющая сила которыхъ будетъ равняться сочетанію двухъ, трехъ и т. д. чечевицъ: мы будемъ имѣть тогда чечевицы въ два, три и т. д. раза болѣе сильныя, чѣмъ первоначальная.

Преломляющая сила чечевицы до такой степени находится въ зависимости отъ главнаго фокуснаго разстоянія ея, что обыкновенно и опредѣляютъ эту преломляющую силу съ помощью главнаго фокуснаго разстоянія (величины, легко измѣримой). Возьмемъ двѣ положительныя чечевицы, изъ которыхъ одна имѣетъ вдвое болѣе сильную преломляющую силу, чѣмъ другая: мы найдемъ, что фокусное разстояніе первой чечевицы будетъ равняться половинѣ фокуснаго разстоянія второй; чечевица, преломляющая втрое сильнѣе, будетъ имѣть втрое меньшее фокусное разстояніе; чечевица, преломляющая въ шесть разъ сильнѣе, будетъ имѣть фокусное разстояніе въ шесть разъ меньше и т. д., во всѣхъ случаяхъ, конечно, по сравненію съ первой изъ взятыхъ нами чечевицъ. Слѣдовательно, если мы будемъ удваивать, утраивать и т. д. преломляющую силу чечевицы, то фокусное разстояніе ея будемъ равно половинѣ, трети и т. д. Другими словами, главное фокусное разстояніе чечевицы находится въ обратномъ отношеніи къ преломляющей силѣ ея. Если обозначимъ преломляющую силу черезъ F_r , то соответствующее фокусное разстояніе будетъ равно $\frac{1}{F_r}$. Наоборотъ, если D будетъ фокусное разстояніе, то преломляющая сила будетъ $\frac{1}{D}$.

Діоптрика глаза (ходъ лучей свѣта въ глазу).

I. Предварительныя замѣчанія.—Существенное условіе хорошаго зрѣнія заключается въ томъ, чтобы въ глубинѣ глаза, на сѣтчаткѣ, являлись, по возможности, болѣе отчетливыя изображенія внѣшнихъ предметовъ. Среды глаза (роговица, водянистая влага, хрусталикъ и стекловидное тѣло) могутъ быть вполне прозрачны, сѣтчатка и зрительный нервъ вполне нормальны, и, однако, зрѣніе будетъ несовершенно, если діоптрическія условія, именно преломляющая сила средъ будетъ такова, что на сѣтчаткѣ не можетъ получиться ея изображеній внѣшнихъ предметовъ или эти изображенія будутъ неясными.

Займемся теперь разсмотрѣніемъ діоптрической роли этихъ прозрачныхъ средъ (считая ихъ дѣйствительно прозрачными) въ образованіи изображеній на сѣтчаткѣ.

Глазъ сравнивается, и сравненіе это вполне справедливо, съ камерой-обскурой, снабженной собирательной діоптрической системой. Фиброзная оболочка (*sclerotica* и *cornea*) и сосудистая (*chorioidea* и *iris*) служатъ стѣнками этой камеры-обскуры, зрачекъ служитъ отверстіемъ, дающимъ доступъ для лучей свѣта; собирающая діоптрическая система заключается въ прозрачныхъ средахъ, а изображенія получаютъ на сѣтчаткѣ, нервной оболочкѣ, натянутой въ глубинѣ этой камеры-обскуры.

Легко убѣдиться, что внѣшніе предметы образуютъ на днѣ глаза обратное изображеніе. Достаточно помѣстить въ темной комнатѣ глазъ, взятый отъ кролика-альбиноса, передъ тремя зажженными и образующими треугольникъ свѣчами, и мы увидимъ, благодаря прозрачности, черезъ склеру на зад-

немъ полюсъ глаза очень небольшое и обратное изображеніе трехъ свѣчей. Въ человѣческомъ глазу преломленіе въ общемъ такое же, какъ и въ глазу кролика; можно, дѣйствительно, наблюдать точно такое же изображеніе, если снять съ задняго полюса глаза, взятаго изъ человѣческаго трупa, оболочки (непрозрачныя вслѣдствіе пигмента) и закрыть полученное отверстіе матовымъ стекломъ или просвѣчивающей бумагой.

Глазъ не представляетъ, впрочемъ, простой камеры-обскуры, но его отверстіе снабжено положительной чечевицей, ибо прозрачныя среды играютъ въ дѣйствительности роль подобной чечевицы. Безъ этой чечевицы отверстіе зрачка было бы слишкомъ широко и не давало бы возможности образоваться на днѣ глаза отчетливому изображенію внѣшнихъ предметовъ.

II. Преломляющія поверхности и преломляющія среды глаза.—Свѣтъ, прежде чѣмъ достигнуть сѣтчатки, встрѣчаетъ въ глазу три преломляющія поверхности; онъ подвергается, слѣдовательно, тройному преломленію.

Первой преломляющей поверхностью является передняя поверхность роговицы, находящаяся между воздухомъ и веществомъ самой роговицы. Эта послѣдняя является веществомъ сильнѣе преломляющимъ, чѣмъ воздухъ; показатель преломленія ея очень близокъ къ показателю преломленія воды. Водянистая влага имѣетъ такой же (или почти такой же) показатель преломленія, какъ и роговица; не существуетъ, слѣдовательно, поверхности раздѣленія между роговицей и водянистою влагой въ смыслѣ преломленія (а также и въ смыслѣ отраженія поверхность эта незамѣтна); поэтому роговица и водянистая влага образуютъ сплошную діоптрическую систему въ видѣ положительной чечевицы, одна поверхность которой выпукла (положительный менискъ).

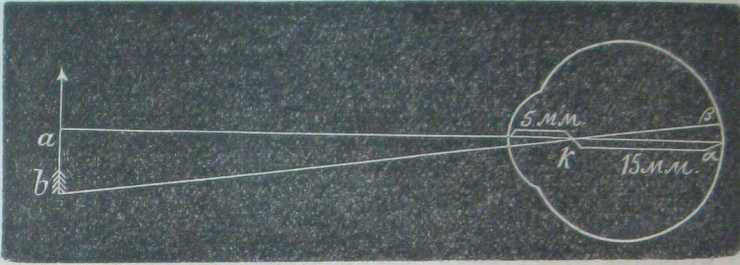
Хрусталикъ отличается большею преломляемостью, чѣмъ водянистая влага; лучъ свѣта преломляется на его передней, выпуклой поверхности въ томъ же направленіи, какъ и на передней поверхности роговицы. Лучи, получившіе сходящееся направленіе, дѣлаются еще болѣе сходящимися. На задней его поверхности (вогнутой относительно падающаго луча) лучъ въ третій разъ отклоняется все въ томъ же направленіи, ибо показатель преломленія стекловиднаго тѣла ниже показателя преломленія хрусталика—показатель преломленія стекловиднаго тѣла почти равенъ показателю преломленія водянистой влаги (и роговицы), такъ что хрусталикъ является двойко-выпуклою чечевицей, лежащей въ средѣ слабѣе преломляющей, чѣмъ само вещество его.

Въ общемъ, слѣдовательно, среды глаза составляютъ положительную діоптрическую систему (собирательную систему), такъ какъ всѣ поверхности его средъ заставляютъ лучи, выходящіе изъ одной точки, сближаться между собою.

III. Оптическія постоянныя глаза.—Вычислено, что оптическій центръ глаза—столь важная точка для опредѣленія величины рисуемыхъ на сѣтчаткѣ изображеній—лежитъ очень близко къ задней поверхности хрусталика, на 5 мм. кзади отъ передней поверхности роговицы и на 15 мм. впереди отъ сѣтчатки. Заднее главное фокусное разстояніе діоптрической системы глаза равно, слѣдовательно, 15 мм. Длина передне-задней оси глаза будетъ около 20 мм. Всѣ эти цифры округлены для простоты вычисленій, насколько это было возможно сдѣлать безъ ощутительной ошибки.

На самомъ дѣлѣ глазъ нѣсколько длиннѣе: онъ имѣетъ въ среднемъ около 25 мм. длины, но для обычныхъ потребностей глазной диоптрики можно безъ ощутительной ошибки принять за оптическія постоянныя человѣческаго глаза, какъ бы лишеннаго хрусталика, тѣ измѣренія, которые мы только что указали, причемъ радіусъ кривизны роговицы считается равнымъ 5 мм., а глазъ считается наполненнымъ водою. Такой упрощенный глазъ называютъ *редуцированнымъ глазомъ* (Donders), сведеннымъ къ одной только преломляющей поверхности.

Какова будетъ, напримѣръ, величина изображенія на сѣтчаткѣ отъ предмета (ba , фиг. 242) въ 6 метровъ высоты, находящагося на разстояніи 10 метровъ отъ глаза?



Фиг. 242.

Очень простое вычисленіе ясно изъ рисунка. Два подобныхъ треугольника abk и akb' даютъ отношеніе $\frac{x}{0,015} = \frac{6}{10}$, откуда $x = 0,009$ метр. = величинѣ изображенія на сѣтчаткѣ, или, вѣрнѣе, величинѣ хорды, соединяющей крайніе точки изображенія на сѣтчаткѣ; обѣ величины почти равны.

При отсутствіи въ глазу хрусталика остается преломленіе въ одной только поверхности роговицы. Преломляющая сила этой упрощенной системы будетъ меньше, чѣмъ таковая же сила настоящаго глаза; его главное фокусное разстояніе равняется 22 мм., считая отъ оптическаго центра, совпадающаго въ данномъ случаѣ съ центромъ кривизны роговицы (лежащимъ въ дѣйствительности на разстояніи 7,7 мм. взади отъ передней поверхности роговицы).

Передній главный фокусъ глаза лежитъ на разстояніи 13 мм. впереди отъ роговицы; $13 + 5 = 18$ мм., которые составляютъ, слѣдовательно, переднее фокусное разстояніе глаза. Это неравенство двухъ главныхъ фокусныхъ разстояній зависитъ отъ того, что послѣдняя среда, черезъ которую проходитъ лучъ свѣта, имѣетъ другой показатель преломленія, чѣмъ среда, находящаяся передъ глазомъ.

Преломляющая способность хрусталика замѣтнымъ образомъ увеличивается слѣдующею особенностью его строенія: его можно раздѣлить на цѣлый рядъ отдѣльныхъ пластинокъ, вложенныхъ одна въ другую, при чемъ показатель преломленія ихъ постепенно увеличивается по направленію къ центру хрусталика. Доказано, что въ силу такого строенія преломляющая способность хрусталика является болѣе высокой, чѣмъ если бы онъ имѣлъ одинъ и тотъ же показатель преломленія на всемъ своемъ протяженіи, при чемъ была бы взята средняя преломляемость между наружными слоями и ядромъ. Кромѣ того, нѣкоторые оптическіе недостатки и абerraція будутъ при этомъ уменьшены.

Аккоммодация.

I. Доказательство существованія въ глазу аккоммодации.—Въ нормальномъ глазу, въ силу только что разсмотрѣнныхъ нами явленій

преломленія, на сѣтчаткѣ получается отчетливое изображеніе весьма отдаленныхъ предметовъ: сѣтчатка находится въ главной фокусной плоскости діоптрической системы глаза. Изображеніе на сѣтчаткѣ предмета, болѣе близкаго къ глазу (напр., печатнаго шрифта на разстояніи 25 см.), по необходимости будетъ неяснымъ, въ силу тѣхъ же явленій преломленія. Однако же, судя по ежедневному опыту, мы можемъ видѣть вполне ясно на самыхъ различныхъ разстояніяхъ. Менѣе извѣстнымъ является тотъ фактъ, что мы не можемъ вполне ясно видѣть *одновременно* предметы, лежащіе на различныхъ разстояніяхъ.

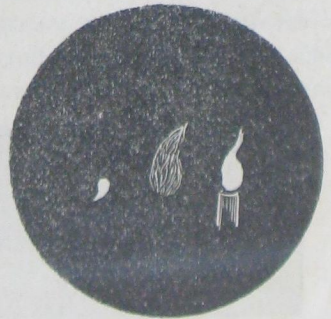
Самый простой опытъ однако даетъ возможность убѣдиться, что это именно такъ. Достаточно держать передъ глазомъ въ одномъ и томъ же направленіи двѣ булавки на двухъ различныхъ разстояніяхъ. Если взглядъ нашъ направленъ на обѣ булавки, то мы можемъ ихъ ясно видѣть, но если пристально смотрѣть на одну, то другая будетъ казаться неясной, и наоборотъ. Еще лучше, если смотрѣть черезъ сѣтку или черезъ кусокъ кисеи на дерево или на дома противоположной стороны улицы: если пристально смотрѣть на домъ, то сѣтка будетъ видна неясно; если же смотрѣть на петли сѣтки, то эти послѣднія будутъ ясно видимы, а домъ будетъ казаться неяснымъ. Изъ этого мы заключаемъ, что когда глазъ смотритъ вблизи, онъ не остается тѣмъ же самымъ, какъ при смотрѣніи вдаль.

Считая доказанною такимъ образомъ аккомодацию глаза къ различнымъ разстояніямъ, посмотримъ, въ чемъ заключается механизмъ ея. Каковы тѣ измѣненія, которыя являются въ глазу во время его *аккомодации*?

II. Измѣненія, происходящія въ прозрачныхъ средахъ во время аккомодации.—А priori можно сдѣлать различныя предположенія: роговица можетъ измѣнять свою кривизну, хрусталикъ можетъ подвигаться впередъ или назадъ или мѣнять свою кривизну, показатели преломленія средъ могутъ измѣняться, глазъ можетъ удлинняться и укорачиваться, напр., подъ вліяніемъ дѣйствія наружныхъ глазныхъ мышцъ. Было произведено опытное изслѣдованіе этихъ различныхъ гипотезъ: Стратеръ, затѣмъ Helmholtz, доказали, что, съ діоптрической точки зрѣнія, аккомодация зависитъ отъ измѣненія, наступающаго въ кривизнѣ хрусталика. При смотрѣніи вблизи, этотъ послѣдній становится болѣе выпуклымъ, въ особенности его передняя поверхность, и наоборотъ, при смотрѣніи вдаль онъ дѣлается болѣе плоскимъ.

Къ такому результату пришли, измѣряя величину катоптрическихъ (зависящихъ отъ отраженія) изображеній Purkinje-Sanson'a, полученныхъ вслѣдствіе отраженія отъ поверхностей, ограничивающихъ различныя среды глаза. Измѣряютъ эти изображенія, полученные отъ одного и того же свѣтящагося предмета, въ одномъ случаѣ, когда глазъ смотритъ вдаль, въ другомъ, когда онъ разсматриваетъ и ясно видитъ близкіе предметы.

Чтобы имѣть возможность ясно наблюдать эти изображенія, зависящія отъ отраженія (фиг. 243), освѣщаютъ глазъ въ темной комнатѣ при помощи свѣчи. Лучи, выходящіе изъ этой послѣдней и падающіе на глазъ, отчасти будутъ отражаться каждой преломляющей поверхностью глаза; поя-



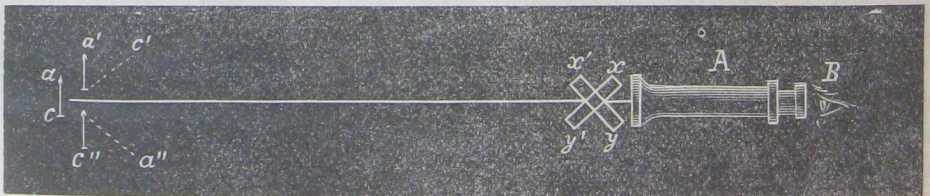
Фиг. 243. — Катоптрическія изображенія въ глазу.

вится столько изображений, сколько отражающих поверхностей (поверхностей, разделяющих две среды с различными показателями преломления), т. е. их будет три: одно, отраженное от роговицы, представляющей выпуклое зеркало; второе, отраженное от передней (точно так же выпуклой) поверхности хрусталика; наконец, третье, отраженное от задней поверхности хрусталика, т. е. вогнутого зеркала. Легче всего можно видеть отражение от роговицы: оно будет прямым и очень светлым, вследствие большей разницы между преломляемостью воздуха и роговицы. Изображение, отраженное от задней поверхности хрусталика, еще достаточно легко может быть видимо: оно будет обратным и уменьшенным по сравнению с первым и достаточно светлым; если двигать свѣчу, то оно перемѣщается въ обратномъ направленіи, чѣмъ первое изображение; это же послѣднее, будучи прямымъ изображеніемъ, движется въ ту же сторону, куда и свѣча. Третье изображение, которое трудно всею увидѣть, является болѣе слабымъ, чѣмъ изображение отъ роговицы, также прямымъ, но очень слабо освѣщеннымъ; его надо искать глубоко въ глазу, позади изображенія отъ роговицы; движется оно въ ту же сторону, какъ и это послѣднее.

Cramer и Helmholtz нашли, и это было многократно проверено, что изображение отъ роговицы не измѣняется при измѣненіи аккомодации глаза. Изображение отъ передней поверхности хрусталика становится меньшимъ при аккомодации къ ближе лежащему предмету. Изображение отъ задней поверхности хрусталика нѣсколько измѣняется подобнымъ же образомъ, но меньше, чѣмъ изображение отъ передней поверхности его. Изъ этого вытекаетъ, что *хрусталикъ становится болѣе выпуклымъ при смотрѣніи вблизи*, въ особенности на своей передней поверхности; при смотрѣніи вдаль онъ дѣлается болѣе плоскимъ.

Не слѣдуетъ думать, что слабое освѣщеніе третьяго изображенія указываетъ на менѣе полное отраженіе лучей свѣта отъ передней, чѣмъ отъ задней поверхности хрусталика. Обѣ его поверхности граничатъ со средами одинаковой преломляемости, онѣ отражаютъ почти одно и то же количество свѣта; только въ первомъ случаѣ это количество свѣта распределяется на большемъ пространствѣ, чѣмъ во второмъ. Изображеніе отъ роговицы можно видѣть на разстояніи и днемъ: оно составляетъ «блескъ» глазъ. Въ глазной практикѣ присутствіе въ глазу катоптрическихъ изображеній, зависящихъ отъ хрусталика, является часто единственнымъ вѣрнымъ признакомъ присутствія самого хрусталика.

Понятно, что точная оцѣнка величины этихъ изображеній и, въ особенности, констатированіе тѣхъ малыхъ измѣненій, которыя происходятъ въ этой величинѣ, вещь далеко не легкая. Вотъ принципъ «офтальмометра» Helmholtz'a, инструмента, даващаго возможность его автору произвести эти измѣренія. Известно, что



Фиг. 244.—Принципъ офтальмометра Helmholtz'a.

если смотрѣть на какой-либо предметъ черезъ стеклянную пластинку, помѣщенную перпендикулярно къ направленію зрѣнія, то предметъ будетъ виденъ въ его истинномъ положеніи.

Если же смотрѣть черезъ пластинку наискось, то предметъ будетъ казаться смѣщеннымъ вправо или влѣво, смотря по направленію наклона пластинки. Можно также помѣстить двѣ такія пластинки (фиг. 244 $x'y$ и $x'y'$) одну надъ другой и смотрѣть на предметъ ac черезъ обѣ пластинки, по возможности, ближе къ разграничивающей ихъ линіи (и притомъ черезъ зрительную трубу А). Если теперь отклонять обѣ пластинки въ противоположномъ направленіи, то одна пластинка будетъ смѣщать изображеніе вправо ($a'c'$), а другая влѣво ($a''c''$): предметъ покажется раздвоеннымъ. Увеличивая наклоненіе обѣихъ пластинокъ, достигаютъ того, что конецъ a'' одного изображенія будетъ совпадать съ концемъ c' другого: оба изображенія передвинутся какъ разъ на величину самого предмета. Эта величина можетъ быть вычислена, если извѣстенъ показатель преломленія стеколь, толщина ихъ и уголъ, образованный между ними въ тотъ моментъ, когда совпадутъ оба конца a'' и c' . Вмѣсто одного источника свѣта можно помѣстить передъ глазомъ два: тогда можно измѣрять не величину одного только изображенія, которую трудно опредѣлить, а разстояніе между обоими изображеніями.

Вычислено сверхъ того, что та степень измѣненія, которая наблюдается въ хрусталикѣ, вполне достаточна для объясненія аккомодации, и что, слѣдовательно, другіе факторы, возможные а priori и указанные нами выше, не имѣютъ никакого значенія. Къ тому же не наблюдается ни малѣйшаго слѣда аккомодации въ глазу, лишенномъ хрусталика (послѣ операціи катаракты).

III. Механизмъ аккомодациі. Роль рѣсничной мышцы.—

Объяснивъ аккомодацию съ діоптрической точки зрѣнія, остается найти тѣ вліянія, благодаря которымъ хрусталикъ измѣняетъ свою кривизну. Конечно, для этого необходима двигательная сила, сократительныя волокна; послѣднія существуютъ въ глазу только въ радужной оболочкѣ и въ рѣсничномъ тѣлѣ.

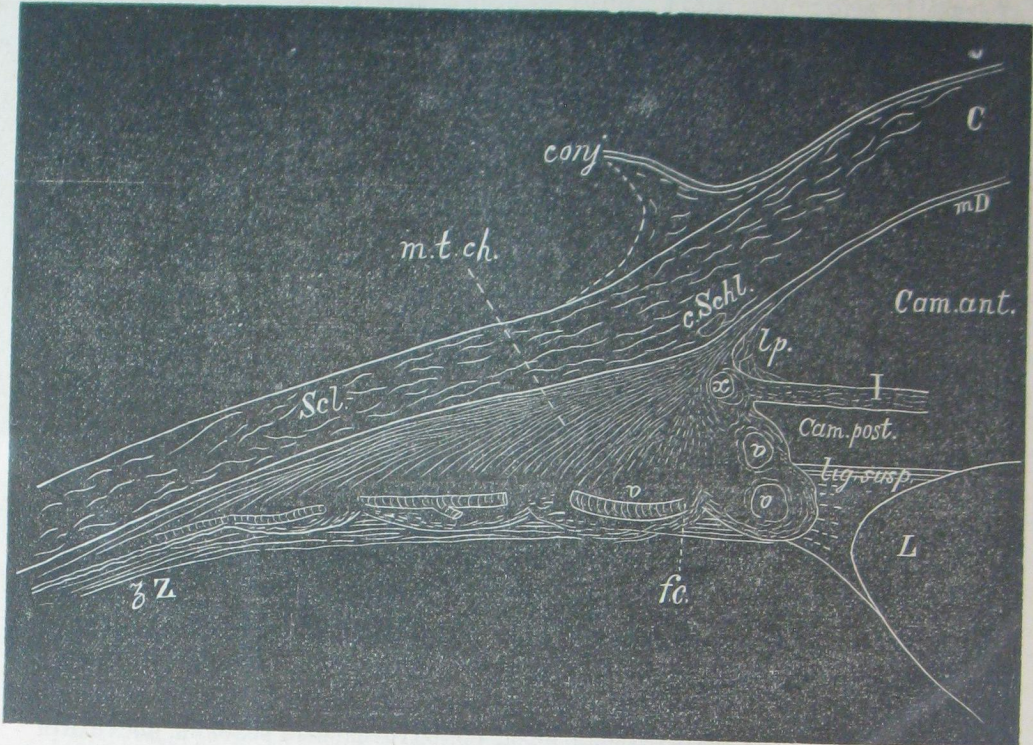
Волокна радужной оболочки должны быть изъяты изъ нашего разсмотрѣнія на томъ основаніи, что полное отсутствіе *iridis*, многократно наблюдавшееся, оставляетъ нетронутой способностью аккомодации. Остается, слѣдовательно, рѣсничная мышца. Чтобы составить себѣ понятіе о способѣ дѣйствія этой мышцы на хрусталикъ, необходимо обратиться къ слѣдующимъ наблюденіямъ и опытамъ.

1) Извлеченный изъ глаза хрусталикъ и хрусталикъ, вынутый вмѣстѣ съ глазомъ изъ трупа, имѣетъ болѣе сферическую форму, чѣмъ въ живомъ глазу. Предоставленный собственной упругости, онъ становится болѣе выпуклымъ, чѣмъ въ живомъ глазу. Надо допустить, слѣдовательно, что на живой глазъ дѣйствуютъ какія-то внутриглазныя вліянія, которыя даютъ чечевицѣ глаза другую форму, по сравненію съ той, какую она стремится принять въ силу своего молекулярнаго строенія. Необходимо кромѣ того, чтобы при разсматриваніи близкихъ предметовъ рѣсничная мышца противодействовала этимъ вліяніямъ и давала возможность хрусталику приблизиться къ той формѣ, которую онъ стремится принять, благодаря своей упругости.

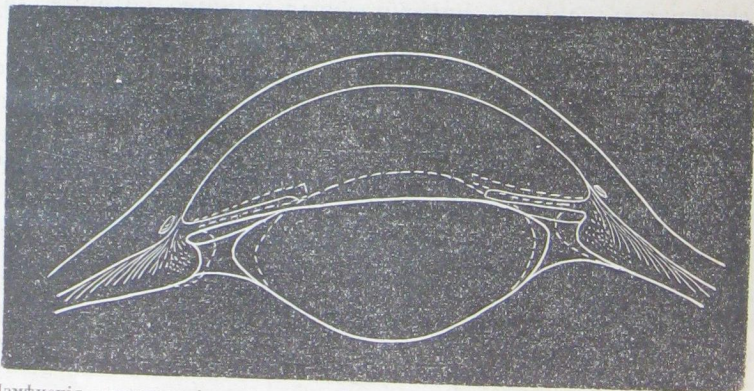
2) Никогда въ живомъ состояніи рѣсничные отростки не касаются экватора хрусталика. Это вполне опровергаетъ теорію, которая ссылается на сдавленіе экватора хрусталика рѣсничными отростками при сокращеніи циркулярныхъ волоконъ рѣсничной мышцы.

3) Если вызывать сокращенія рѣсничной мышцы, раздражая п. *oculomotorius*, то движеніе рычага, образованнаго булавками, воткнутыми черезъ глазныя оболочки, показываетъ, что сосудистая оболочка и отчасти рѣсничное тѣло екользятъ кпереди по внутренней поверхности склеры (Hensen и Völkers). Это движеніе, понятно, будетъ зависѣть отъ сокращенія ме-

ридіональних волоконъ рѣсничной мѣшцы (вполнѣ заслуживающихъ, слѣ-



Фиг. 245.—Рѣсничная область глаза (меридіональный разрѣзъ). Положеніе musculi ciliaris. Положеніе lig. suspensorii lentis и его отношеніе къ хрусталику. —conj.—conjunctiva; scl.—sclerotica, продолжающаяся впереди въ прозрачную часть corneae—C и заключающая въ себѣ canalis Schlemmii—c. Schl.; mD—membrana Descemeti, продолжающаяся въ сухожилие m. ciliaris, сухожилие, лежащее на внутренней сторонѣ Шлеммова канала и прикрытое ligamento pectinato iridis—lp.; I, iris; cam. ant.—передняя камера; cam. post.—задняя камера; L—хрусталикъ; lig. susp.—ligamentum suspensorium lentis, прикрѣпленное къ хрусталику спереди и сзади его экватора, а также и къ самому экватору. Это ligamentum suspensorium, называемое также zonula Zinnii, состоитъ изъ гліановыхъ волоконъ и беретъ начало отъ ora serrata и отъ внутренней поверхности corporis ciliaris; оно проходитъ между рѣсничными отростками, съ которыми срастается, и достигаетъ экватора хрусталика. — Рѣсничное тѣло есть не что иное, какъ утолщеніе (треугольное на поперечномъ разрѣзѣ) средней оболочки глаза (сосудистой и пигментной). Его мышечные элементы принимаютъ два различныхъ направленія и образуютъ двѣ маленькихъ мышцы. Одни волокна имѣютъ меридіональное по отношенію къ глазу направленіе: они прикрѣпляются спереди къ периферіи Десметовой точки прикрѣпленія; m. tensor chorioideae—m. t. ch. (Brücke). Другая часть рѣсничной мышцы f. c. имѣетъ круговое направленіе вокругъ глаза; v.—вены на внутренней поверхности рѣсничной мышцы и рѣсничныхъ отростковъ; онѣ приносятся къ экватору глаза кровью, происходящую отъ радужной оболочки и рѣсничной мышцы; x, большой артеріальный кругъ радужной оболочки.



Фиг. 246.—Измѣненія, наступающія въ переднемъ сегментѣ глаза во время аккомодации (по Lando). Дополнительно, названія: tensor chorioideae Brücke) и сверхъ того отъ круговыхъ волоконъ.

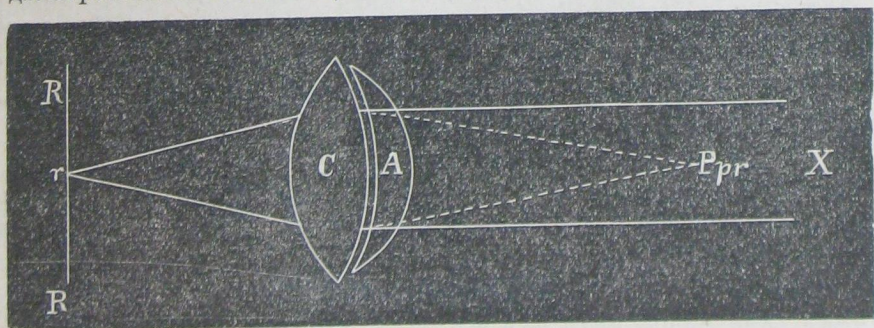
4) При офтальмоскопическомъ изслѣдованіи глазъ, на которыхъ была произведена иридектомія, и у которыхъ не достаетъ одного сектора радужной оболочки, можно замѣтить, что въ моментъ аккомодациі на близкое разстояніе (фиг. 246) рѣсничные отростки смѣщаются нѣсколько впередъ и внутрь не доходя однако до соприкосновенія съ экваторомъ хрусталика, который ускользаетъ отъ нихъ (O. Becker и Cossius).

Въ то же время радужная оболочка нѣсколько придвигается къ роговицѣ вслѣдствіе увеличившейся кривизны передней поверхности хрусталика.

Всѣ эти факты подтверждаютъ слѣдующую теорію, высказанную Helmholtz'емъ относительно того способа, посредствомъ котораго рѣсничная мышца вліяетъ на измѣненіе кривизны хрусталика. Ligamentum suspensorium lentis постоянно тянетъ экваторъ хрусталика и придаетъ ему болѣе плоскую форму во время бездѣйствія рѣсничной мышцы. Вслѣдъ за сокращеніемъ послѣдней и за перемѣщеніемъ сосудистой оболочки (и рѣсничнаго тѣла) впередъ (и внутрь), периферія стекловиднаго тѣла и начало lig. suspensorii на экваторѣ глаза, тѣсно сращенное съ внутренней поверхностью сосудистой оболочки и рѣсничнаго тѣла, отодвигаются также впередъ и внутрь по направленію экватора хрусталика. При расслабленіи lig. suspensorii и при уменьшеніи вслѣдствіе этого его воздѣйствія на экваторъ хрусталика, этотъ послѣдній можетъ приблизиться къ своей первоначальной формѣ, въ зависимости отъ его эластичности, и сдѣлаться болѣе выпуклымъ. Меридіональныя и круговыя волокна содѣйствуютъ той же самой цѣли.

Итакъ аккомодациа къ близкимъ предметамъ (положительная аккомодациа) есть активный актъ, зависящій столько же отъ аккомодативнаго нерва (n. oculomotorius), сколько и отъ мышцы. Впрочемъ, Mogat пришелъ къ убѣжденію, что раздраженіе симпатическаго нерва на шеѣ производитъ отрицательную аккомодациу, т. е. аккомодациу для дали (задерживающія нервныя волокна для рѣсничной мышцы?).

IV. Сила аккомодациі (или амплитуда аккомодациі).
Ширина аккомодациі.—Аккомодациа можетъ быть представлена въ видѣ діоптрической величины, именно въ видѣ выпуклой чечевицы, извѣст-



Фиг. 247.—Діоптрическое изображеніе аккомодативной силы.

ной преломляющей силы (Donders). Пусть RR' , на фиг. 247, будетъ экраномъ сѣтчатки, а чечевица C совокупностью діоптрической системы нормальнаго глаза. Разстояніе между экраномъ и чечевицей таково, что параллельные лучи, идущіе отъ лежащей въ безконечности (очень отдаленной) точки X , соединяются въ фокусѣ чечевицы r , на сѣтчаткѣ, и такое соединеніе лучей происходитъ безъ всякой аккомодациі. Мы могли бы приспособить этотъ глазъ къ разстоянію, напр., въ 20 см., помѣстивъ передъ нимъ положитель-

ную чечевицу съ фокуснымъ разстояніемъ въ 20 см.; эта чечевица, пусть это будетъ положительный менискъ *A*, дѣлаетъ параллельными лучи, выходящіе изъ точки *Ppr*, лежащей на разстояніи 20 см. передъ чечевицей; лучи, сдѣлавшись параллельными по выходѣ изъ мениска, соединятся теперь въ фокусѣ на сѣтчаткѣ. Не будь чечевицы *A*, лучи образовали бы сопряженный фокусъ сзади сѣтчатки, а на послѣдней получились бы круги свѣторазсѣянія. При помощи такой чечевицы *A* глазъ увидитъ, слѣдовательно, ясно источникъ свѣта, помѣщенный на разстояніи 20 см. въ точкѣ *Ppr*.—Аккоммодативная сила этого глаза можетъ быть выражена діоптрической величиной, именно чечевицей съ фокуснымъ разстояніемъ въ 20 см. Другой глазъ, который ясно видитъ, начиная съ большого разстоянія и кончая разстояніемъ въ 8 см., будетъ имѣть болѣе высокую аккоммодативную силу, выражающуюся положительной чечевицей съ главнымъ фокуснымъ разстояніемъ въ 8 см. Этой-то аккоммодативной силой мы можемъ пользоваться по желанію или всей или только частью ея, смотря по тому, смотримъ ли мы на болѣе или менѣе близкомъ разстояніи.

Нормальный глазъ, который послѣдовательно аккомодируетъ соответственно двойной, тройной, четверной и т. д. діоптрической величиной, т. е. съ фокуснымъ разстояніемъ въ 1 м., $\frac{1}{2}$ м., $\frac{1}{3}$ м., $\frac{1}{4}$ м. и т. д., приближаетъ тѣмъ самымъ *punctum proximum* на 1 м., 33 см., 25 см. и т. д. Одинъ и тотъ же глазъ можетъ привести въ дѣйствіе аккоммодационную діоптрическую величину вдвое, втрое и т. д. болѣшую. Соотвѣтственные укороченія ширины аккоммодациі, или линейныя перемѣщенія *punctum remotum*, при одинаковыхъ количествахъ аккоммодациі, будутъ, слѣдовательно, весьма различны. Они уменьшаются тѣмъ значительно, чѣмъ болѣе приближаемся къ глазу.

Не слѣдуетъ смѣшивать *силу аккоммодациі, или амплитуду аккоммодациі, величину діоптрическую, съ шириной аккоммодациі, величиной линейной.*

„Амплитуда аккоммодациі“ есть та положительная преломляющая сила, которую глазъ способенъ себѣ добавить въ силу сокращенія своей рѣсничной мышцы. Эта способность различна у разныхъ людей. „Ширина аккоммодациі“—это пространство между *punctum proximum*, *Ppr*, т. е. самой близкой точкой, къ которой глазъ еще можетъ приспособиться, и *punctum remotum*, *Pr*, т. е. самой отдаленной точкой, къ какой возможно еще приспособленіе. Въ двухъ вышеупомянутыхъ случаяхъ ширина аккоммодациі простиралась начиная отъ 20 и 8 см. до безконечности.

Ниже мы узнаемъ практическіе методы для опредѣленія *punctum proximum* и *punctum remotum*. Здѣсь же достаточно упомянуть, что нормальный глазъ, имѣющій *punctum remotum* въ безконечности, ясно видитъ на далекомъ разстояніи.—*Punctum proximum* можетъ быть опредѣленъ, если приближать къ глазу очень тонкія волокна (паутины) или металлическія нити (оптометръ съ нитями). Если приближать ихъ все болѣе и болѣе, то глазъ ясно опредѣляетъ точное разстояніе, на какомъ онѣ начинаютъ утолщаться и блѣднѣть; это показываетъ, что аккоммодациа истощается, что она не въ состояніи привести на сѣтчатку сопряженный фокусъ при столь короткомъ разстояніи.

Положеніе *punctum remotum* зависитъ, слѣдовательно, отъ чисто физическихъ условій прозрачныхъ средъ глаза, тогда какъ положеніе *punctum proximum* зависитъ отъ сокращенія рѣсничной мышцы. Рефракція глаза, зависящая отъ положенія *punctum remotum*, часто называется *статической рефракціей* въ противоположность *динамической рефракціи*, т. е. аккоммодациі. Пер-

вая существуетъ еще въ вышущенномъ глазу и можетъ быть опредѣлена даже на трупѣ, вторая исчезаетъ вмѣстѣ съ жизнью.

V. Зависимость аккоммодациі отъ возраста. Пресбіопія.

—Опыты, произведенные надъ людьми различнаго возраста, показали: а) что аккоммодативная сила приблизительно одинакова у лицъ одного и того же возраста, б) что она уменьшается вмѣстѣ съ возрастомъ и что уменьшеніе начинается съ 10 лѣтъ и продолжается до старости и въ 70—75 лѣтъ аккоммодативная сила дѣлается равной нулю. *Punctum proximum* все болѣе и болѣе отодвигается, ширина аккоммодациі суживается, начиная отъ глаза, и наконецъ исчезаетъ къ 75 годамъ, когда *Ppr* совпадаетъ съ *Pr*; тогда можно видѣть отчетливо только на далекихъ разстояніяхъ. Другими словами, то положительное стекло, которое мы въ состояніи прибавлять къ нашей діоптрической системѣ благодаря сокращенію рѣсничной мышцы, имѣетъ тѣмъ большее фокусное разстояніе, чѣмъ мы становимся старѣе. Слѣдующая таблица показываетъ это уменьшеніе аккоммодациі и положеніе *punctum proximum* (для нормальнаго глаза) въ различномъ возрастѣ.

Возрастъ.	Разстояніе <i>punctum proximum</i> въ сантиметр.
10	7
15	8
20	10
30	14
40	25
50	40
60	100=1 метру
75	∞

Это имѣетъ то практическое значеніе, что, начиная съ возраста въ 40—45 лѣтъ, нормальный глазъ не можетъ уже ясно видѣть на разстояніи ближе 25—30 см., т. е. на томъ разстояніи, на которомъ мы разсматриваемъ обыкновенно мелкіе предметы, напр., печатныя буквы; тогда говорятъ, что такое лицо стало *пресбіопомъ*, или страдаетъ *пресбіопіей*. Такимъ образомъ пресбіопія не болѣзнь, а физиологическое состояніе, столь же естественное, какъ появленіе бороды въ извѣстномъ возрастѣ.

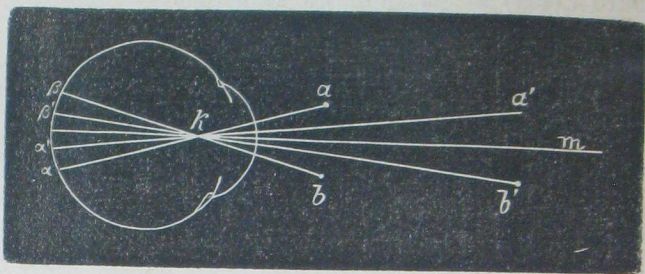
Что касается причины этого уменьшенія аккоммодациі въ зависимости отъ возраста, то ея нельзя искать въ преждевременной старческой слабости рѣсничной мышцы, тѣмъ болѣе невѣроятной, что уменьшеніе аккоммодациі начинается съ 10 лѣтъ, когда другія мышцы находятся еще въ полномъ развитіи. Причина этого кроется въ хрусталикѣ, который, уплотняясь въ направленіи отъ своего центра и теряя такимъ образомъ упругость, не можетъ уже по прежнему приближаться къ сферической формѣ. При надавливаніи пальцемъ на хрусталикъ въ возрастѣ въ 25 лѣтъ ощущается уже твердое ядро въ центрѣ; къ 75 годамъ весь хрусталикъ дѣлается плотнымъ: онъ принимаетъ стойкую форму, сокращенія рѣсничной мышцы уже не оказываютъ на него никакого дѣйствія. Уплотненіе хрусталика—явленіе гомологичное сжатию верхнихъ слоевъ эпидермиса; волокна хрусталика суть видоизмѣненные эпидермоидальныя клѣтки; клѣтки, занимающія центръ хрусталика, соотвѣтствуютъ именно эпидермоидальной поверхности.

Пресбиюію можно исправить, помѣщая передъ глазомъ выпуклое стекло, достаточно сильное, чтобы пополнить недостатокъ аккомодациі и перенести *Ppr* на 25 см.

Острота зрѣнія.

Изученіе рефракціи и аккомодациі приводитъ насъ къ вопросу объ *остротѣ зрѣнія*, т. е. о различающей способности глаза или, вѣрнѣе, сѣтчатки. Вопросъ этотъ имѣетъ важное значеніе для полнаго разъясненія статической и динамической рефракціи. Въ простѣйшемъ случаѣ, острота зрѣнія, являющаяся, главнымъ образомъ, *функцией сѣтчатки*, состоитъ въ различеніи съ помощью органа зрѣнія двухъ свѣтящихся точекъ или скорѣе двухъ точечныхъ впечатлѣній на сѣтчаткѣ.

Если пристально смотрѣть на двѣ черныя точки *a* и *b* (фиг. 248) на бѣломъ фонѣ, или бѣлыя точки на черномъ фонѣ, и притомъ все болѣе и



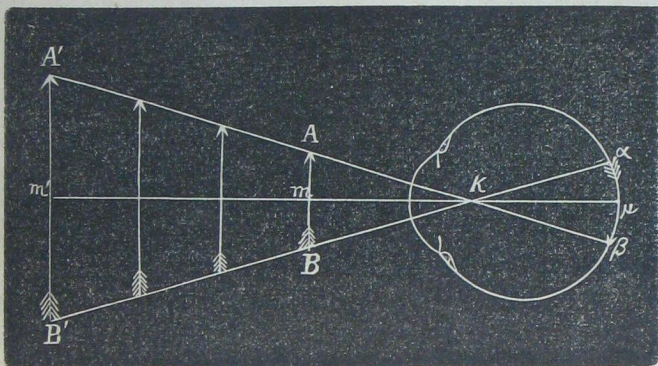
Фиг. 248.

болѣе отдаляться отъ нихъ, то наступитъ моментъ, когда обѣ точки будутъ казаться слившимися, и это произойдетъ на тѣмъ меньшемъ разстояніи отъ глаза, чѣмъ ближе другъ къ другу лежатъ обѣ точки. Что же происходитъ въ это время въ нашемъ глазу? Очевидно, на сѣтчаткѣ также получаютъ двѣ свѣтлыхъ точки на темномъ фонѣ или двѣ темныхъ точки α и β на освѣщенномъ фонѣ. Оба эти изображенія на сѣтчаткѣ все болѣе и болѣе приближаются другъ къ другу по мѣрѣ того, какъ мы удаляемся отъ предмета; и если два ретинальных впечатлѣнія сблизятся между собой болѣе извѣстнаго предѣла, то нашъ органъ зрѣнія не ощущаетъ ихъ раздѣльно, но сливается въ одно впечатлѣніе. Ясно, что различающая способность будетъ тѣмъ больше, чѣмъ болѣе могутъ сблизиться между собой ретинальные впечатлѣнія, не сливаясь въ одно для нашего внутреннего сознанія, и наоборотъ: острота зрѣнія находится въ обратномъ отношеніи съ величиной изображенія на сѣтчаткѣ, еще достаточно различаемаго.

Мы не можемъ непосредственно измѣрить величину изображеній на сѣтчаткѣ или, вѣрнѣе, разстояніе между двумя освѣщенными точками ея, но эта величина изображенія на сѣтчаткѣ легко вычисляется (стр. 674), если намъ извѣстна величина предмета и разстояніе его отъ глаза. Часто даже оставляютъ въ сторонѣ вычисленіе величины изображенія на сѣтчаткѣ, и наблюдаютъ только *уголъ зрѣнія*, уголъ akb , образованный линіями, которыя соединяютъ крайнія точки предмета съ оптическимъ центромъ глаза или даже просто съ глазомъ. Одной и той же величиной изображенія на сѣтчаткѣ всегда соотвѣтствуетъ одинъ и тотъ же уголъ зрѣнія. По мѣрѣ того, какъ мы удаляемся отъ двухъ точекъ предмета, уголъ зрѣнія умень-

шается, и при предельной величинѣ этого угла обѣ точки сливаются. Чѣмъ меньшимъ можетъ сдѣлаться уголъ зрѣнія, подѣ которымъ мы видимъ обѣ точки безъ того, чтобы онѣ сливались, тѣмъ больше будетъ острота зрѣнія: слѣдовательно, острота зрѣнія находится также въ обратномъ отношеніи съ наименьшимъ угломъ зрѣнія, подѣ которымъ мы различаемъ еще двѣ точки.

Слѣдуетъ замѣтить также, что точно такое же изображеніе на сѣтчаткѣ $\alpha\beta$ (фиг. 249) можетъ быть произведено предметами весьма различной величины, AB , $A'B'$ и пр., помѣщенными на различныхъ разстояніяхъ; необходимо только, чтобы уголъ зрѣнія былъ всегда одинъ и тотъ же.



Фиг. 249.

Доказано опытомъ, что большинство людей различаетъ двѣ точки подѣ угломъ зрѣнія въ 1 минуту. Этотъ уголъ былъ принятъ какъ средній, хотя у многихъ людей онъ доходитъ до полуминуты. Лица, не различающія двухъ точекъ подѣ угломъ въ 1 минуту, обладаютъ уже недостаточной остротой зрѣнія. Уголъ зрѣнія въ полминуты соответствуетъ на сѣтчаткѣ величинѣ въ 3—4 микромиллиметра, т. е. 3—4 колбочкамъ *foveae centralis*.

Въ глазной практикѣ для опредѣленія остроты зрѣнія пользуются не двумя точками, а печатными буквами и фигурами. Острота зрѣнія является драгоценнымъ диагностическимъ признакомъ для распознаванія многихъ заболѣваній глаза и именно сѣтчатки. Предполагаютъ, что глазъ съ нормальной остротой зрѣнія различаетъ печатныя буквы, обыкновенно, подѣ угломъ въ 5 мин. (Snellen).

Величина изображенія на сѣтчаткѣ не имѣетъ, слѣдовательно, прямого соотношенія съ величиной предмета, потому что одинъ и тотъ же предметъ можетъ давать на сѣтчаткѣ изображенія весьма различной величины, и, съ другой стороны, предметы, совершенно не равные по величинѣ, могутъ давать на сѣтчаткѣ одинаковое изображеніе. Мы не *видимъ*, слѣдовательно, предметовъ въ ихъ истинной величинѣ; мы видимъ ихъ только подѣ нѣкоторой угловой величиной; но мы *судимъ* о ихъ дѣйствительной величинѣ при помощи всевозможныхъ другихъ средствъ, не имѣющихъ связи съ воздѣйствіемъ на сѣтчатку, какъ, впрочемъ, мы увидимъ это ниже.

Изъ вопроса о наименьшемъ уголѣ зрѣнія непосредственно вытекаетъ вопросъ (затронутый уже на стр. 658) о томъ, какіе элементы сѣтчатки возбуждаются свѣтомъ. Въ самомъ дѣлѣ, для того, чтобы два точечныхъ изображенія на сѣтчаткѣ оставались раздѣльными для нашего внутренняго сознанія, необходимо, чтобы чувствительные къ свѣту элементы были въ достаточномъ количествѣ и находились между собой на такомъ маломъ разстояніи, какое требуется для наименьшаго угла зрѣнія. Колбочки и палочки удовлетворяютъ этому требованію въ *fovea*

centralis, на которой всегда получаются изображенія предметовъ, фиксируемыхъ нашимъ взглядомъ. Можно было бы ожидать, что найдется острота зрѣнія еще большая, чѣмъ та, которая соответствуетъ углу въ полминуты; этотъ уголъ въ дѣйствительности соответствуетъ 3—1 колбочкамъ *foveae centralis*. На это ответимъ, что для того, чтобы два ретинальных впечатлѣнія были ощущаемы раздѣльно, не достаточно, чтобы они касались двухъ сосѣднихъ колбочекъ, ибо источникъ свѣта съ двойной интенсивностью, давая свое изображеніе между двумя колбочками или на нихъ обѣихъ, давалъ бы тотъ же самый результатъ; необходимо, чтобы два воздѣйствія были раздѣлены одной неосвѣщенной или менѣе другихъ освѣщенной колбочкой.

Является другой вопросъ, именно вопросъ о *свето-воспринимающей единицѣ* сѣтчатки. Діоптрическіе недостатки глаза (неправильный астигматизмъ, см. дальше) и диффракція свѣта на зрачковыхъ краяхъ радужной оболочки дѣлаютъ всегда изображеніе свѣтящейся точки на сѣтчаткѣ болѣе или менѣе неяснымъ. Вычислено, что въ силу этихъ недостатковъ діоптрической системы глаза, острота зрѣнія не можетъ превосходить наблюдаемую норму, если даже допустить, что каждая колбочка составлена въ свою очередь изъ извѣстнаго числа чувствительныхъ элементовъ, отличныхъ одинъ отъ другого (Altmann). Вопросъ о *свето-воспринимающей единицѣ* не рѣшается, слѣдовательно, предыдущимъ, и фактъ, что наблюдаемая въ дѣйствительности острота зрѣнія совпадаетъ съ возможнымъ *шарпшотомъ*, зависящимъ отъ недостатковъ діоптрической системы, ничего не выясняетъ относительно этого вопроса. Мы считаемъ доказаннымъ, что въ дѣйствительности каждая колбочка *maculae luteae* состоитъ изъ нѣсколькихъ свето-воспринимающихъ единицъ. Доказательства основаны на нѣкоторыхъ явленіяхъ энтоптического зрѣнія, изложеніе которыхъ отвлекло бы насъ слишкомъ далеко.

Острота зрѣнія является, кромѣ того, выраженіемъ функциональной независимости свето-воспринимающихъ единицъ сѣтчатки (въ *fovea centralis*). Недостаточно, чтобы на сѣтчаткѣ существовали въ довольно большомъ числѣ точки, чувствительныя къ свѣту и сгущенныя на достаточно тѣсномъ пространствѣ; необходимо еще, чтобы нервное возбужденіе, вызванное свѣтомъ въ одной изъ этихъ точекъ, проводилось изолированно черезъ различные слои сѣтчатки до психическихъ центровъ. Дѣйствительно, Ramon y Cajal доказалъ, что въ *fovea centralis* не существуетъ сліянія, сокращенія числа иннервационныхъ путей, наблюдаемаго въ остальныхъ частяхъ сѣтчатки. Каждой колбочкѣ здѣсь соответствуетъ почти что изолированный путь вплоть до мозговыхъ центровъ. Гангліозныя клѣтки являются здѣсь биполярными. Въ остальной части сѣтчатки, гдѣ острота зрѣнія гораздо меньше, колбочки и палочки связаны по нѣсколько разомъ съ однимъ и тѣмъ же волокномъ зрительнаго нерва (см. стр. 662).

Острота зрѣнія на протяженіи сѣтчатки.

Поле зрѣнія. Слѣпое пятно.—Острота зрѣнія, опредѣленіе которой мы только что дали, достигается при такъ называемомъ *прямомъ зрѣніи*, когда мы „фиксируемъ“ взглядомъ разсматриваемый предметъ. Фиксируемый нами предметъ даетъ изображеніе на *fovea centralis* и на непосредственно прилегающихъ къ ней мѣстахъ. Но въ то время, когда мы неподвижно смотримъ на одну точку, мы видимъ еще и многіе другіе предметы. Мы называемъ „*полемъ зрѣнія*“ (для одного глаза) совокупность точекъ, видимыхъ нами въ то время, когда нашъ глазъ (одинъ только) остается устремленнымъ на одну точку. Это поле зрѣнія занимаетъ почти всю полусферу находяща-

гося передъ нами пространства. Различаютъ *прямое зрѣніе*, происходящее въ *fovea centralis*, и *непрямое зрѣніе*, происходящее въ остальной части сѣтчатки.

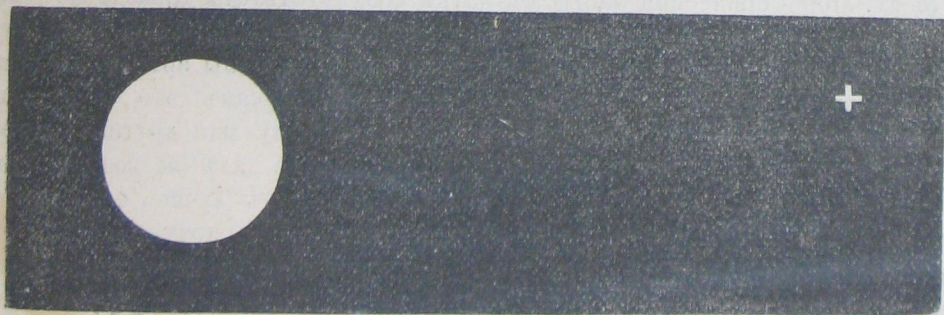
Огромное несовершенство непрямого зрѣнія бросается въ глаза съ перваго же раза. Если смотрѣть неподвижно на одну изъ напечатанныхъ здѣсь буквъ, то можно распознать едва 5—6 буквъ въ различныхъ направленіяхъ; остальные не распознаются. Буквы различаются только въ полѣ зрѣнія, соотвѣтствующемъ углу около 5° ; уголъ въ 5° почти соотвѣтствуетъ *fovea centralis*. Въ сторону отъ точки фиксаціи на 30 — 35° уже нельзя сосчитать пальцевъ на разстояніи одного метра.

Слѣдовательно, зрѣніе при помощи *желтаго пятна* и, въ особенности, при помощи остальной части сѣтчатки крайне несовершенно. Однако, не-прямое зрѣніе имѣетъ огромную важность: оно служитъ для *оріентированія*, тогда какъ прямое преимущественно для *зрѣнія*. При помощи непрямого зрѣнія мы замѣчаемъ присутствіе чего-либо, въ особенности какого-либо необычнаго движенія, и быстро направляемъ сюда взглядъ, чтобы *видѣть*, что это такое. При отсутствіи непрямого зрѣнія, что наблюдается при нѣкоторыхъ заболѣваніяхъ глаза, было бы то же, какъ если бы человѣкъ пожелалъ идти по улицѣ, смотря черезъ длинную узкую трубу. Обратное состояніе, т. е. отсутствіе прямого зрѣнія, наблюдается достаточно часто: такой человѣкъ нормально оріентируется на улицѣ, но не различаетъ даже чертъ лица своего собесѣдника.

Непрямое зрѣніе имѣетъ, слѣдовательно, большую важность. Крайне несовершенное, когда дѣло идетъ о различеніи двухъ сосѣднихъ точекъ, т. е. о «распознаваніи формы», оно тѣмъ не менѣе столь же пригодно, какъ и прямое зрѣніе для распознаванія присутствія какого-либо тѣла, если послѣднее велико или если оно движется (*Exner*), т. е. когда измѣняется освѣщеніе одной части сѣтчатки или когда освѣщеніе будетъ перемежающимся. (*Delboeuf*). Мы не замѣчаемъ пальцевъ, помѣщенныхъ по краю поля зрѣнія; но какъ только мы ихъ перемѣстимъ, мы замѣтимъ движеніе чего-то: чтобы «увидѣть», что это такое, мы направимъ сюда взглядъ.

У большей части животныхъ зрѣніе, повидимому, болѣе или менѣе походить на то, какое мы имѣемъ на периферіи сѣтчатки.

Мы знаемъ, слѣдовательно, одну замѣчательную точку въ полѣ зрѣнія,

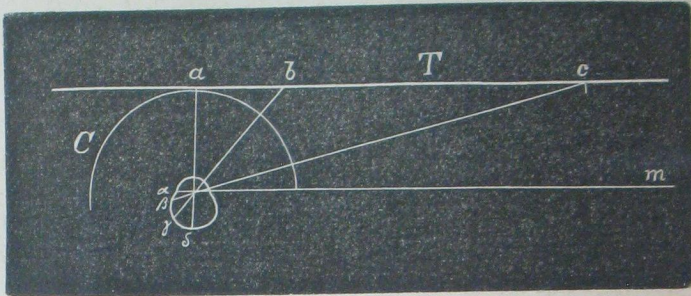


Фиг. 230.—Доказательство существованія слѣпнаго пятна въ полѣ зрѣнія.

точку фиксаціи, соотвѣтствующую *fovea centralis*. Есть еще другая точка, также весьма замѣчательная, но менѣе важная—*punctum caecum*, слѣпое пятно, или пятно *Mariotte'a*. Какъ показывать самое названіе, мы не видимъ ничего въ этомъ мѣстѣ нашего поля зрѣнія. Въ этомъ можно убѣ-

даться, фиксируя лѣвымъ глазомъ (закрывши правый глазъ) на разстояніе около 30 см. бѣлый крестъ на фиг. 250: большой бѣлый кружокъ тогда исчезнетъ и черный фонъ будетъ казаться на этомъ мѣстѣ сплошнымъ. Точно такое же слѣпое пятно существуетъ и въ правомъ глазу, кнаружи и нѣсколько книзу отъ точки фиксаціи. Оно соотвѣтствуетъ мѣсту вхожденія зрительнаго нерва въ глазъ, т. е. соску п. optici (лежащему кнутри и нѣсколько кверху отъ fovea centralis). Внѣшніе предметы, изображеніе которыхъ помѣщается на соскѣ, не замѣчаются нами.

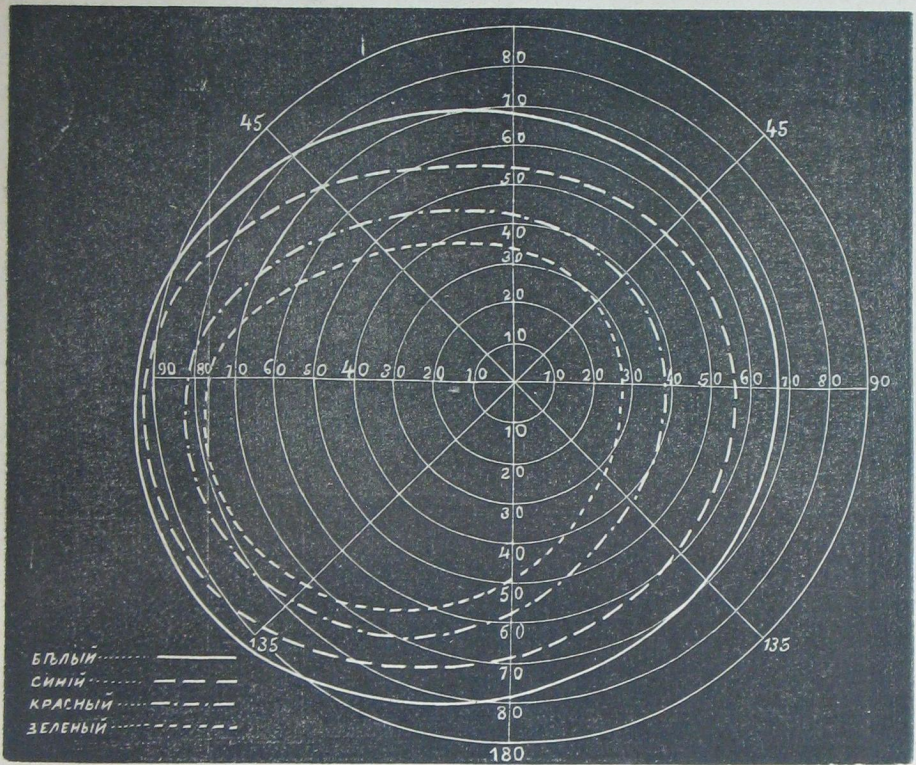
Первоначальное знакомство съ протяженіемъ поля зрѣнія можетъ быть получено, если мы помѣстимся передъ доской Т, достаточно близко отъ нея (фиг. 251), и будемъ фиксировать глазомъ все время одну точку a ; съ пери-



Фиг. 251. — Схема периметрическихъ опытовъ.

ферии поля зрѣнія придвигаютъ какой-либо свѣтящійся предметъ къ точкѣ фиксаціи и замѣчаютъ на доскѣ мѣсто, гдѣ предметъ начинаетъ быть видимымъ. Повторяютъ то же самое во многихъ меридіанахъ и, соединяя послѣдовательныя отмѣтки, очерчиваютъ болѣе или менѣе круглую границу поля зрѣнія вокругъ точки фиксаціи; такимъ образомъ на доскѣ получаютъ проэкцію поля зрѣнія. Величина этой проэкціи будетъ зависѣть, конечно, отъ того разстоянія, на которомъ глазъ помѣщается передъ доской. Но такое опредѣленіе поля зрѣнія очень несовершенно. На самомъ дѣлѣ желаютъ обыкновенно составить понятіе о функциональномъ состояніи сѣтчатки; желаютъ, напр., знать, какому поясу сѣтчатки соотвѣтствуетъ ненормальный пробѣлъ въ полѣ зрѣнія. Изъ фиг. 251 видно, что равнымъ величинамъ на сѣтчаткѣ, или равнымъ угламъ зрѣнія соотвѣтствуютъ крайне неравные пространства на доскѣ. Периферической части сѣтчатки соотвѣтствуетъ гораздо большее пространство на доскѣ, чѣмъ части, окружающей желтое пятно. Величины ab и ac на доскѣ относятся другъ къ другу не какъ углы зрѣнія, но какъ тангенсы этихъ угловъ. Затѣмъ, если предположить (какъ это и есть на самомъ дѣлѣ), что поле зрѣнія простирается по тому или другому направлению болѣе, чѣмъ на 90° , предшествующій опытъ не далъ бы возможности опредѣлить границы его. Этой цѣли можно достигнуть лучше, если начертить поле зрѣнія при помощи *периметра*, состоящаго изъ полуокруга (обруча) (фиг. 251), движущагося вокругъ горизонтальной оси; въ центрѣ кривизны этого полуокруга помѣщается испытуемый глазъ. Глазомъ фиксируютъ середину a полуокруга, въ то время какъ съ периферіи придвигаютъ свѣтящійся предметъ къ точкѣ фиксаціи. Величину угла поля зрѣнія въ тотъ моментъ, когда предметъ становится видимымъ, прямо можно прочитать на полуокругѣ, раздѣленномъ на градусы. Повторяютъ это опредѣленіе въ различныхъ меридіанахъ (вращая полуокругъ около его горизонтальной оси) и получаютъ *угловую величину* поля зрѣнія. Полученныя данныя могутъ быть на-

несены на схему, представляющую проекцію полусферы. Центр (фиг. 252) соответствует точкѣ фиксаціи. Концентрическіе круги вокругъ точки фиксаціи соответствуютъ угламъ отклоненія въ 40° . Внѣшняя жирная линія на



Фиг. 252.—Схема простого и цвѣтного поля зрѣнія лѣваго глаза (по Landolt'y).

этомъ рисунокѣ, не концентрическая съ точкой фиксаціи, указываетъ границы поля зрѣнія (лѣваго глаза, по Landolt'y); кнаружи въ 95° ,верху въ 53° , кнутри въ 47° и книзу въ 65° . Границы поля зрѣнія, слѣдовательно, не одинаковы въ различныхъ направленіяхъ. Кнаружи оно простирается болѣе, чѣмъ на 90° , въ другихъ направленіяхъ не достигаетъ 90° . Съ височной стороны часть сѣтчатки, чувствительная къ свѣту, имѣетъ меньшее протяженіе, чѣмъ со стороны носа; чувствительность къ свѣту болѣе периферической части ея давала бы возможность видѣть только собственный носъ. Нормальное поле зрѣнія у всѣхъ людей сходно.

Долго спорили о причинѣ такой громадной разницы между центральной и периферической остротой зрѣнія. Большое разстояніе между чувствительными элементами сѣтчатки на периферіи не служитъ объясненіемъ; правда, колбочки болѣе тонки въ *fovea centralis*, но не въ такой степени, чтобы этимъ можно было объяснить столь огромную разницу. Объясненіе заключается въ томъ, что выше было сказано (стр. 684) о функциональной независимости колбочекъ и палочекъ. Каждая колбочка *foveae centralis* имѣетъ свое собственное нервное волокно, тогда какъ на периферіи сѣтчатки нѣсколько колбочекъ и палочекъ соединены съ однимъ общимъ для нихъ нервнымъ волокномъ. Существуетъ довольно вѣроятное мнѣніе, что колбочки служатъ для остроты зрѣнія, а палочки преимущественно для воспріятія разницы въ силѣ свѣта. У человѣка колбочки наиболѣе многочисленны въ тѣхъ мѣстахъ сѣтчатки, которыя отличаются наибольшей остротой зрѣнія. Млекопитающія, зрѣніе которыхъ ограничивается только воспріятіемъ разницы въ освѣщеніи,

имѣютъ очень мало колбочекъ. Птицы, отличающіяся, повидимому, особенной остротой зрѣнія, имѣютъ много колбочекъ, а *fovea centralis* ихъ состоитъ даже исключительно изъ нихъ.

Слѣпое пятно вовсе не замѣчается въ полѣ зрѣнія, какъ черное пятно; поле зрѣнія кажется намъ въ этомъ мѣстѣ сплошнымъ, хотя здѣсь мы ничего не видимъ. Это мѣсто не является для насъ чернымъ, ибо, если смотрѣть на рисунокъ, на которомъ крестъ и кругъ фигуры 250 были бы черными на бѣломъ фонѣ, то бѣлый фонъ будетъ казаться сплошнымъ на мѣстѣ слѣпого пятна. Если мы будемъ пристально смотрѣть на бумагу съ нарисованными на ней квадратами, то рисунокъ какъ бы продолжается на мѣстѣ слѣпого пятна. Это доказываетъ, что наше *сознаніе* заполняетъ пространство слѣпого пятна, продолжая и на него поверхность окружающаго фона.

При обычныхъ условіяхъ мы не замѣчаемъ этого пятна точно такъ же, какъ не замѣчаемъ находящихся въ покоѣ предметовъ на периферіи поля зрѣнія. Въдѣ пятно *Mariotte'a* является наиболѣе неподвижнымъ предметомъ въ нашемъ полѣ зрѣнія (въ отношеніи насъ самихъ); въ окружающихъ его частяхъ острота зрѣнія будетъ такъ же слаба, какъ въ крайнихъ предѣлахъ поля зрѣнія. Это объясненіе (неподвижностью пятна и недостаточной остротой зрѣнія) того факта, что мы не замѣчаемъ слѣпого пятна, кажется намъ наиболѣе вѣроятнымъ. Дѣйствительно, слѣпое пятно производитъ на насъ такое же впечатлѣніе, какое мы получаемъ отъ пространства, лежащаго сзади нашей головы. Мы здѣсь ничего не видимъ, но это не есть вовсе ощущеніе черного цвѣта.

Аметропія. Аномаліи рефракціи.

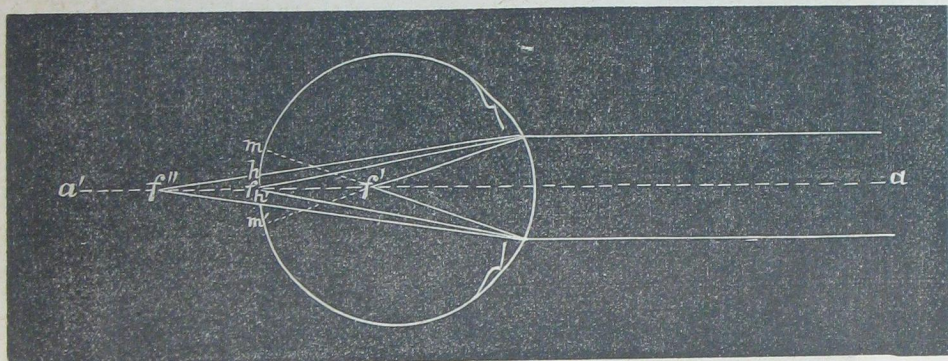
I. Эметропія, міопія и гиперметропія. — Составивъ себѣ предварительное понятіе объ остротѣ зрѣнія, мы имѣемъ практическія средства для опредѣленія *punctum remotum*, выражающаго состояніе статической рефракціи, и *punctum proximum*, выражающаго состояніе динамической рефракціи глаза, т. е. аккомодациі его. Мы постараемся пополнить то, что мы уже говорили о рефракціи и аккомодациі.

Раньше мы разсматривали исключительно нормальный глазъ, сѣтчатка котораго находится въ главной фокусной плоскости діоптрической системы, и который въ силу своей статической рефракціи приспособленъ къ далекимъ разстояніямъ. Въ дѣйствительности, быть можетъ, четверть всѣхъ глазъ не отвѣчаетъ этому опредѣленію нормальнаго глаза, безъ того, однако, чтобы въ нихъ можно было найти что-либо патологическое. Существуетъ прежде всего очень большое число глазъ, которые видятъ хорошо вдаль только въ томъ случаѣ, если смотрятъ черезъ болѣе или менѣе сильную отрицательную вогнутую чечвицу. Значитъ, въ такихъ глазахъ главный фокусъ діоптрической системы не совпадаетъ съ сѣтчаткой, а лежитъ впереди ея. Безъ корригирующаго стекла подобный глазъ видитъ вдаль плохо; изображеніе на сѣтчаткѣ очень отдаленныхъ предметовъ является неяснымъ. Приставивъ къ глазу вогнутое стекло, мы удлиннили тѣмъ главное фокусное разстояніе комбинированной системы: вогнутое стекло + среды глаза; мы отодвинули главный фокусъ на сѣтчатку, такъ какъ съ вогнутымъ стекломъ отдаленные предметы становятся отчетливо видимыми. Другими словами, мы *приспособили* такой глазъ къ безконечности. Такого рода глаза называются *близорукими* (*міопическими*), а подобное состояніе статической рефракціи — *міопіей* (отъ слова *μειν* — шуриться, что дѣлаютъ міопы, когда смотрятъ вдаль).

Ко второй категоріи относятся глаза, которые видятъ хорошо съ по-

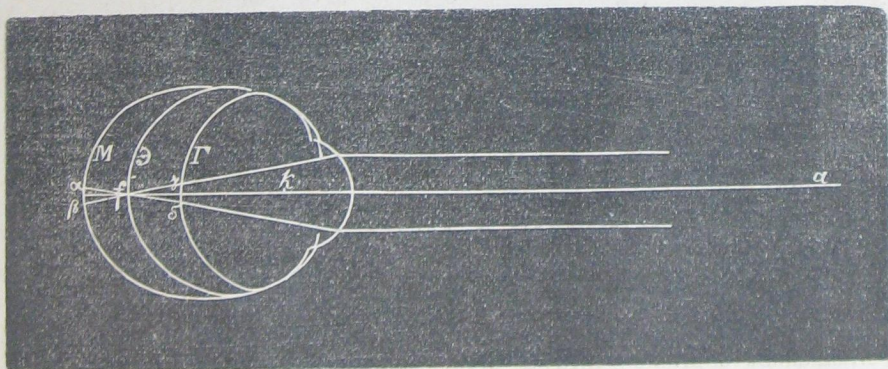
мощью выпуклой чечевицы. Главный фокус ихъ діоптрической системы лежитъ позади сѣтчатки, такъ какъ мы укорачиваемъ фокусное разстояніе, прибавляя къ глазу выпуклое стекло. Въ молодомъ возрастѣ такого рода глаза, называемые *дальнозоркими* (*гиперметропическими*), хорошо видятъ вдаль, такъ какъ они аккомодируютъ, и ихъ динамическая рефракція устанавливаетъ главный фокусъ на сѣтчатку.

Съ діоптрической точки зрѣнія нормальный, *эмметропическій* глазъ приспособленъ къ безконечности (иначе говоря, къ очень далекому разстоянію) въ силу своей статической рефракціи; безъ аккомодации онъ соединяетъ въ фокусъ f' (фиг. 253) на сѣтчаткѣ параллельные лучи, исходящіе отъ очень отдаленныхъ предметовъ. *Міопическій* глазъ имѣетъ главный фокусъ f' вне-



Фиг. 253.

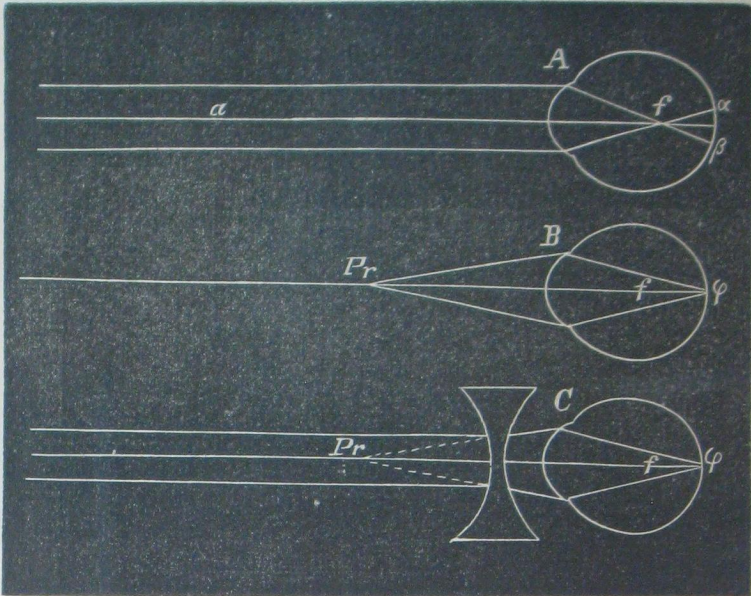
реди сѣтчатки; изображеніе на сѣтчаткѣ очень отдаленной свѣтящейся точки будетъ не въ видѣ точки, а въ видѣ круга разсѣянія mm' ; глазъ приспособленъ въ силу своей статической рефракціи къ конечному разстоянію: безъ аккомодации онъ соединяетъ въ фокусъ на сѣтчаткѣ расходящіеся лучи. *Гиперметропическій* глазъ имѣетъ главный фокусъ съ f'' позади сѣтчатки:



Фиг. 254. — Схемъ глазъ: эмметропическаго, міопическаго и гиперметропическаго. Сѣтчатка эмметропическаго глаза \mathcal{E} находится въ главной фокусной плоскости діоптрической системы; сѣтчатка міопическаго глаза M находится позади, а гиперметропическаго глаза G спереди той же фокусной плоскости.

изображеніе на сѣтчаткѣ очень отдаленной свѣтящейся точки (при отсутствіи аккомодации) будетъ не въ видѣ точки, а въ видѣ круга разсѣянія hh' ; глазъ не приспособленъ въ силу своей статической рефракціи ни къ одной реальной точкѣ (онъ не можетъ видѣть ясно ни вдаль, ни вблизи); онъ соединяетъ въ фокусъ на сѣтчаткѣ сходящіеся лучи, — такихъ лучей не существуетъ въ природѣ, по крайней мѣрѣ безъ предварительнаго прохожденія черезъ положительную чечевицу.

Какія анатомическія причины міопіи и гиперметропіи? *A priori*, разница въ преломляющей силѣ (въ радіусахъ кривизны преломляющихъ поверхностей или, напр., въ показателяхъ преломленія средъ) могла бы производить подобный результатъ; длина глаза была бы тогда одна и та же для всѣхъ трехъ состояній рефракціи.

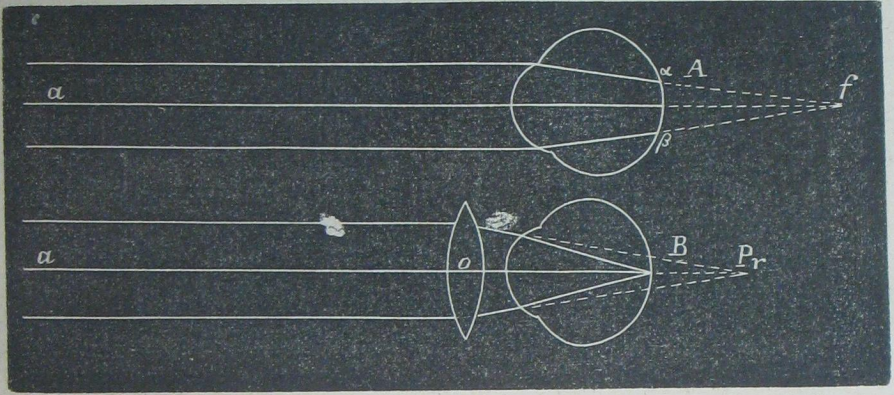


Фиг. 255.

Міопическій глазъ имѣлъ бы болѣе сильную, а гиперметропическій болѣе слабую діоптрическую систему, чѣмъ глазъ эмметропическій.—То же самое могло бы получиться, если бы, при одинаковыхъ во всѣхъ этихъ случаяхъ діоптрическихъ системахъ, измѣнялась длина глаза (фиг. 254). Опытъ показываетъ, что, дѣйствительно, послѣднее предположеніе всегда оправдывается на дѣлѣ: „міопическій глазъ“, слѣдовательно, синонимъ „слишкомъ длиннаго“ глаза, а „гиперметропическій“—„слишкомъ короткаго“ въ отношеніи преломляющей силы діоптрической системы; послѣдняя же во всѣхъ трехъ случаяхъ является одинаковой.

II. Опредѣленіе міопіи и гиперметропіи.—Подобно аккомодации, міопію и гиперметропію можно изобразить діоптрической величиной. Пусть *A* (фиг. 255) будетъ *міопическій глазъ*. Параллельные лучи (выходящіе изъ отдаленной точки) образуютъ фокусъ f впереди сѣтчатки; изображеніе на сѣтчаткѣ $\alpha\beta$ очень отдаленной свѣтящейся точки будетъ въ видѣ круга разсѣянія, а изображеніе очень отдаленнаго предмета будетъ неяснымъ. Пусть (фиг. 255, *B*) *Pr* (*punctum remotum*) будетъ самой далекой точкой, которую глазъ еще можетъ легко видѣть. Лучи, исходящіе изъ *Pr*, соединяются, слѣдовательно, въ сопряженномъ фокусѣ на сѣтчаткѣ; предметъ, находящійся на такомъ же разстояніи будетъ виденъ отчетливо. Для того, чтобы параллельные лучи, исходящіе изъ очень отдаленной точки, снова соединились въ фокусѣ на сѣтчаткѣ, необходимо (фиг. 255, *C*) помѣстить передъ глазомъ отрицательную чечевицу, которая дѣлаетъ расходящимися лучи параллельные, какъ бы исходящими изъ точки *Pr*. Стекло, дающее такой результатъ, *корригируетъ* міопію: оно даетъ возможность такому глазу видѣть вдаль. Міопическій глазъ, который хорошо видитъ вдаль при помощи отрицательной чечевицы

въ 25, 20, 33 и т. д. сантиметровъ фокуснаго разстоянія, имѣть какъ бы лишнія положительныя чечевицы въ 25, 20, 33 см. фокуснаго разстоянія. Такимъ образомъ глазъ, имѣющій избытокъ, равный чечевицѣ въ 25 см. фокуснаго разстоянія, будетъ болѣе міопическимъ, чѣмъ другой, отличающійся избыткомъ только на чечевицу въ 33 см. фокуснаго разстоянія; первый глазъ будетъ болѣе удлинненнымъ чѣмъ второй.



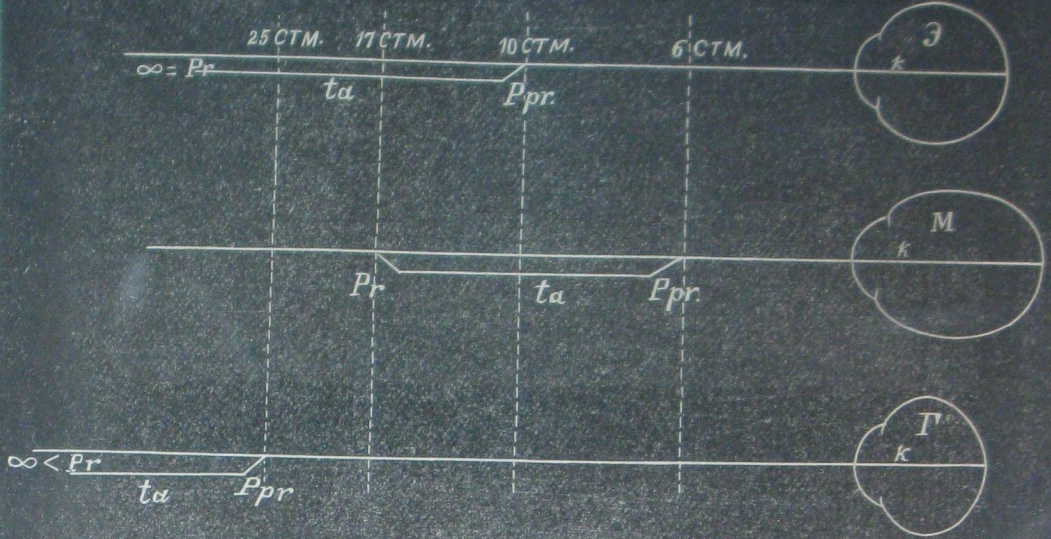
Фиг. 256.

Возьмемъ теперь, *гиперметропическій* глазъ. Параллельные лучи (фиг. 256, A), выходящіе изъ очень отдаленной точки, стремятся образовать фокусъ f позади сѣтчатки, если глазъ этотъ не аккомодируетъ. Изображеніе на сѣтчаткѣ $\alpha\beta$ очень отдаленной точки будетъ имѣть видъ круга разсѣянія и изображеніе на сѣтчаткѣ отдаленнаго (и еще болѣе изображеніе близкаго) предмета будетъ неяснымъ. Для того, чтобы такой глазъ хорошо видѣлъ вдаль безъ аккомодации, необходимо помѣстить передъ нимъ (фиг. 256, B) положительную чечевицу, которая дѣлаетъ сходящимися ея лучи, выходящіе изъ отдаленной точки, такъ что они соединяются въ фокусъ на сѣтчаткѣ. Стекло, дающее подобный результатъ, *корректируетъ* гиперметропію. Глазъ, видящій хорошо вдаль при помощи положительной чечевицы въ 20, 25, 33 см. фокуснаго разстоянія, имѣетъ недостатокъ этой именно преломляющей силы, чтобы быть эмметропическимъ. Глазъ, у котораго не хватаетъ, слѣдовательно (для того, чтобы быть эмметропическимъ), положительной чечевицы въ 20 см. фокуснаго разстоянія, будетъ болѣе гиперметропическимъ, чѣмъ другой, которому недостаётъ положительной чечевицы въ 25 см. фокуснаго разстоянія.

Слѣдовательно, міопическій глазъ въ силу своей статической рефракціи въ состояніи соединять въ фокусъ на сѣтчаткѣ расходящіеся лучи, гиперметропическій глазъ соединяетъ въ фокусъ на сѣтчаткѣ въ силу своей статической рефракціи сходящіеся лучи. И такъ какъ послѣднихъ лучей въ природѣ не существуетъ, то изъ этого слѣдуетъ, что безъ аккомодации гиперметропъ не могъ бы ничего видѣть ясно.

III. Аккомодация при всѣхъ трехъ состояніяхъ статической рефракціи.—Для одного и того же возраста аккомодативная способность одинакова для всѣхъ трехъ состояній рефракціи; сокращенія рѣсничной мышцы увеличиваютъ на одну и ту же величину преломляющую силу эмметропическихъ, міопическихъ и гиперметропическихъ глазъ. Но ширина аккомодации не будетъ одной и той же во всѣхъ трехъ случаяхъ, и именно отъ этого обстоятельства зависитъ бѣольшая часть особенностей зрѣнія у міоповъ и гиперметроповъ. Для того, чтобы объяснить это, рассмотримъ тройкаго рода глаза въ возрастѣ въ 20 лѣтъ, одинъ эмметропическій, другой міопическій и третій гиперметропическій.

Эмметропъ (фиг. 257, Э) можетъ, въ силу своей аккомодации, прибавлять къ своей діоптрической системѣ положительную чечевицу въ 10 см. фокуснаго разстоянія. Его *punctum proximum* лежитъ на разстояніи 10 см. впереди глаза. Ширина его аккомодации ta простирается, начиная отъ 10 см., впереди глаза до безконечности.



Фиг. 257.—Схемы ширины аккомодации при эмметропии Э, міопіи М и гиперметропіи Г.— ta ширина аккомодации; Ppr . *punctum proximum*; Pr . *punctum remotum*.

У міопна глазъ (фиг. 257, М) какъ бы усиленъ положительной чечевицей; положимъ, что его *punctum remotum* лежитъ на 17 см. впереди глаза. Такойъ глазъ, имѣющій уже избытокъ, равный положительной чечевицѣ въ 17 см. фокуснаго разстоянія, въ силу своей статической рефракціи, способенъ къ этому прибавить еще въ силу своей аккомодации положительную чечевицу въ 10 діоптрій. Его *punctum proximum* будетъ лежать ближе къ глазу, чѣмъ при эмметропіи. Ширина аккомодации будетъ болѣе приближена къ глазу, но въ то же время и уменьшена согласно тому принципу (см. стр. 680), что если *punctum remotum* уже придвинуть къ глазу, то одинаковое усиленіе аккомодации сокращаетъ ширину аккомодации въ меньшей степени.

Гиперметропическій глазъ (фиг. 257, Г) обладаетъ слишкомъ малой положительной чечевицей; чтобы видѣть вдаль, онъ уже пользуется преломляющей силой своей аккомодации, и ему, слѣдовательно, надо употребить больше усилій, чѣмъ эмметропическому глазу, чтобы привести *punctum proximum* по сю сторону безконечности. *Punctum proximum* Ppr будетъ здѣсь, при одинаковомъ возрастѣ, болѣе удалено отъ глаза, чѣмъ при эмметропіи. Ширина аккомодации будетъ очень велика, но болѣе удалена отъ глаза, чѣмъ при эмметропіи.

При одинаковомъ возрастѣ *punctum proximum* въ міопическомъ глазу лежитъ, слѣдовательно, ближе, а въ гиперметропическомъ—дальше отъ глаза, чѣмъ при эмметропіи.

По мѣрѣ уменьшенія аккомодации, Ppr удаляется отъ глаза и наконецъ совпадаетъ съ Pr —крайній предѣлъ, до котораго оно можетъ дойти.

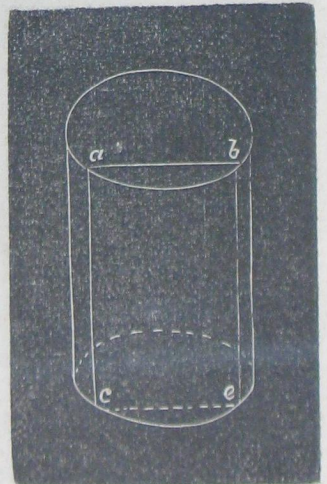
Мы видѣли, что *пресбіопія* наступаетъ у эметроповъ въ 40—45 лѣтъ. — Міопъ, взятый въ нашемъ примѣрѣ, навсегда сохраняетъ свое *punctum remotum* на 17 см.; онъ всегда будетъ ясно видѣть на этомъ разстояніи и вовсе не замѣтитъ потери своей аккомодациіи. Чтобы видѣть на разстояніи 30 см., онъ долженъ вооружить свой глазъ соответственнымъ отрицательнымъ стекломъ.

Міопъ не видитъ, слѣдовательно, хорошо вдаль, но хорошо видитъ вблизи. Гиперметропъ долженъ уже аккомодировать, чтобы видѣть вдаль; онъ аккомодируетъ, слѣдовательно, почти всегда, въ бодрственномъ состояніи, тогда какъ эметропъ аккомодируетъ только, когда желаетъ видѣть вблизи, а міопъ имѣетъ еще менѣе надобности въ аккомодированіи. Рѣсничная мышца бодрствующаго гиперметропа находится, слѣдовательно, почти въ постоянномъ состояніи сокращенія, подобно дельтовидной мышцѣ ребенка, котораго учитель въ наказаніе заставилъ, напр., въ теченіе четверти часа держать руку на воздухѣ; сначала это кажется легко, затѣмъ мышца устааетъ, рука падаетъ и, если ее тотчасъ поднять, то ощущается сильная болѣзненность въ мышцѣ. То же и при гиперметропіи, въ особенности при смотрѣніи вблизи; чтеніе, напр., идетъ сначала хорошо, затѣмъ рѣсничная мышца ослабѣваетъ, и требуется уже болѣе энергичная двигательная иннервация; печатныя буквы блѣднѣютъ, сливаются; наконецъ сокращеніе рѣсничной мышцы становится болѣзненнымъ и эта болѣзненность, иррадируя по лбу, причиняетъ головную боль, возвращающуюся при каждой попыткѣ къ чтенію. Этому разстройству зрѣнія дали названіе *астенопіи* въ то время, когда еще не знали его причины и не умѣли устранить его при помощи положительныхъ стеколъ.

Гиперметропъ становится пресбіопомъ раньше, чѣмъ эметропъ; онъ можетъ быть пресбіопомъ уже въ 15 лѣтнемъ возрастѣ. Міопъ никогда не становится пресбіопомъ, но при условіи, если его міопія достаточно велика.

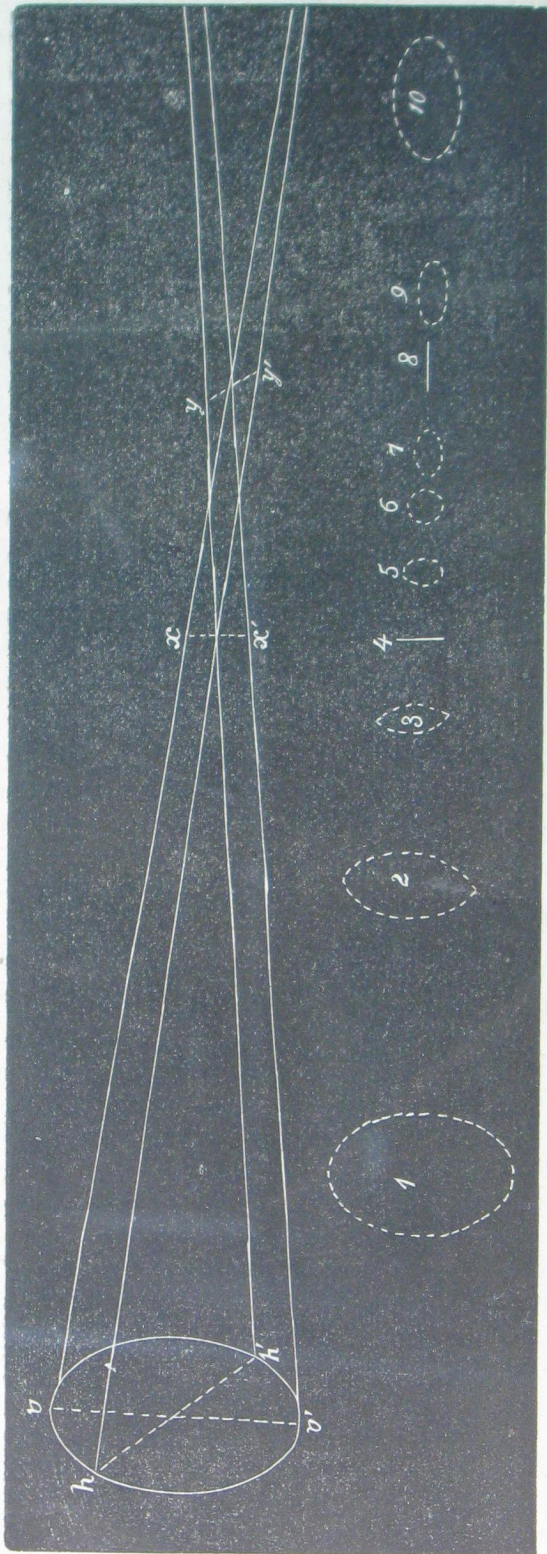
Астигматизмъ.

Астигматизмомъ (α —отрицаніе, *στίγμα*—точка) называются различныя состоянія рефракціи, общій характеръ которыхъ состоитъ въ томъ, что лучи, выходящіе изъ одной точки, не пересекаются снова въ фокусной точкѣ. До сихъ поръ мы разсматривали только такія состоянія рефракціи, когда лучи, исходящіе отъ какого либо предмета, стремятся снова соединиться въ фокусной точкѣ. Это бываетъ тогда, когда, при совершенно однородныхъ средахъ, преломляющія поверхности имѣютъ одинаковую кривизну въ различныхъ меридіанахъ, т. е. когда онѣ сферическія. Когда же это условіе не соблюдено, то рѣчь идетъ объ астигматизмѣ. Въ глазу различаютъ „правильный астигматизмъ“ и „неправильный астигматизмъ“. Первый, который можетъ быть скорректированъ соответствующими стеклами, зависитъ отъ неоднородности кривизны въ меридіанахъ роговой оболочки; второй, который вовсе не можетъ быть скорректированъ, зависитъ отъ недостатка однородности въ прозрачныхъ средахъ, преимущественно въ хрусталикѣ.



Фиг. 258.

I. Правильный астигматизм.—Отрѣзокъ стекляннаго цилиндра,



Фиг. 259. — Схема астигматической рефракции.

какъ это представлено на фиг. 258, имѣть максимумъ кривизны въ горизонтальной плоскости; эта кривизна постепенно уменьшается въ другихъ направленіяхъ и дѣлается равной нулю въ вертикальной плоскости. Преломленіе свѣтовыхъ лучей, которые проходятъ черезъ эту «положительную цилиндрическую чечевицу» (предполагая, что отрѣзокъ округленъ и углы его сглажены) будетъ наибольшее въ горизонтальномъ меридіанѣ и наименьшее, равное нулю, въ вертикальномъ, параллельномъ «оси» этого цилиндра. Легко можно представить себѣ и отрицательный цилиндръ, поверхность котораго будетъ представлять цилиндрически вогнутую кривизну.

Положимъ, что мы соединили положительный цилиндръ со сферической чечевицей: такая система будетъ имѣть одинъ меридіанъ съ тахіумъ'омъ преломляемости; эта преломляемость уменьшается въ другихъ меридіанахъ и будетъ меньше всего въ меридіанѣ, перпендикулярномъ къ первому. Изготавливаютъ чечевицы, которыя соединяютъ въ себѣ дѣйствіе двухъ стеколъ; онѣ имѣютъ тахіумъ кривизны въ одномъ меридіанѣ и мініумъ въ другомъ, перпендикулярномъ къ первому. Возьмемъ (фиг. 259) подобную положительную чечевицу съ кривизной, большей въ горизонтальномъ меридіанѣ hh' , чѣмъ въ вертикальномъ vv' .

Тѣ изъ лучей, выходящихъ изъ одной точки и падающихъ на эту чечевицу, которые проходятъ черезъ горизонтальный меридіанъ, соединяются въ фокусъ раньше, чѣмъ тѣ, которые проходятъ черезъ вертикальный; когда

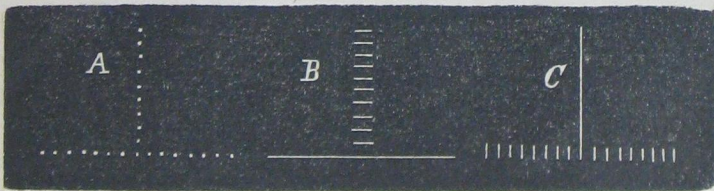
же эти послѣдніе соединятся въ фокусъ, первые становятся уже расходящимися.

Если мы примемъ на экранъ пучекъ выходящихъ свѣтящихся лучей, то найдемъ (см. фигуры, изображенныя пунктиромъ), что этотъ пучекъ не представляетъ болѣе конуса, а сѣченіе его будетъ эллиптическимъ съ длинной вертикальной осью. Эллипсисъ (1), сначала большой въблизи чечевицы, все болѣе и болѣе уменьшается, по мѣрѣ удаленія отъ нея: тамъ, гдѣ лучи, проходящіе въ горизонтальномъ меридіанѣ пересѣкаются въ фокусѣ, эллипсисъ превращается въ вертикальную линію (4) — это *первая фокусная линія*. Немного далѣе эллипсисъ является снова (5), скоро принимаетъ вытянутую въ горизонтальномъ направленіи форму (7), затѣмъ превращается въ горизонтальную линію (8) — это *вторая фокусная линія*, образующаяся на томъ мѣстѣ, гдѣ лучи вертикальнаго меридіана пересѣкаются въ фокусѣ. Съ этого момента мы получаемъ эллипсисъ, вытянутый въ горизонтальномъ направленіи и постепенно увеличивающійся (9 и 10). Итакъ, нигдѣ не получается точечнаго изображенія отъ свѣтящейся точки; только въ двухъ мѣстахъ это изображеніе будетъ болѣе всего отчетливымъ, именно въ формѣ линій, изъ которыхъ одна перпендикулярна къ другой.

Представимъ себѣ *астигматическій глазъ*. Пусть вертикальный меридіанъ данной діоптрической системы имѣетъ большую кривизну (какъ обыкновенно это и бываетъ). Мы можемъ достигнуть того же результата, поставивъ передъ нормальнымъ глазомъ положительный цилиндръ осью горизонтально. Зрительныя явленія будутъ слѣдующія:

1. Свѣтящаяся точка никогда не будетъ видима въ формѣ точки: на двухъ опредѣленныхъ разстояніяхъ она окажется яснѣе всего видимой въ формѣ маленькой горизонтальной или вертикальной линіи, смотря по тому, падаетъ ли на сѣтчатку первая или вторая фокусная линія.

2. Линіи, вертикальныя и горизонтальныя, никогда не могутъ быть видимы одновременно съ одинаковою ясностью. Когда глазъ ясно увидитъ однѣ изъ нихъ (аккомодируя къ нимъ), другія станутъ блѣдными, расплывчатыми. Всякая линія состоитъ изъ послѣдовательнаго ряда точекъ.



Фиг. 260.

Пусть А (фиг. 260) представляетъ фигуру, составленную изъ двухъ пунктирныхъ линій, взаимно перпендикулярныхъ. Если первая фокусная линія (въ глазу горизонтальная) упадетъ на сѣтчатку, то каждая точка будетъ вытянута горизонтально, явятся горизонтальные круги разсѣянія. Эти круги, покрывая взаимно другъ друга по горизонтальной линіи, становятся для нея невидимыми; для вертикальной же линіи они не закрываютъ другъ друга, и эта линія будетъ казаться толще и болѣе блѣдною, чѣмъ первая (В). Обратное произойдетъ въ томъ случаѣ, (С) когда мы, или удаляя линіи, или сильнѣе аккомодируя, заставимъ вертикальную фокусную линію упасть на сѣтчатку.

3. Всѣ предметы, напр. печатныя буквы, кажутся удлинненными въ одномъ направленіи (въ направленіи круговъ разсѣянія).

4. Острота зрѣнія будетъ ниже нормальной; такой глазъ не увидитъ буквъ подъ угломъ въ 5 минутъ, такъ какъ каждая точка предмета никогда

не дастъ на сѣтчаткѣ точечнаго изображенія. Контуры будутъ неясны, по крайней мѣрѣ въ одномъ изъ меридіановъ.

5. Астигматикъ будетъ видѣть лучше, смотря черезъ узкую (стенопическую) щель; ибо такимъ образомъ преграждается доступъ лучамъ, проходящимъ въ остальныхъ меридіанахъ, лучи же, проходящіе въ избранномъ меридіанѣ могутъ дать въ фокусѣ изображеніе точки. Тотъ же результатъ получится, если смотрѣть черезъ очень маленькую дырочку, сдѣланную въ экранѣ и составляющую лишь небольшую часть стенопической щели.

Почти всѣ глаза страдаютъ нѣкоторой степенью правильнаго астигматизма, болѣе или менѣе выраженнаго и зависящаго отъ того, что роговая оболочка имѣетъ большую кривизну въ вертикальномъ меридіанѣ.

Если смотрѣть на черныя полосы, лучеобразно расположенныя на бѣломъ фонѣ, то найдется очень немного людей, для которыхъ будутъ казаться всѣ полосы одинаково черными. Вращая передъ глазомъ очень слабое цилиндрическое стекло и послѣдовательно усиливая (или уменьшая, смотря по тому, будетъ ли это выпуклый или вогнутый цилиндръ) преломленіе въ различныхъ меридіанахъ, можно найти такое положеніе цилиндра, въ которомъ острота зрѣнія будетъ наибольшая, и другое, въ которомъ она будетъ наименьшая. Если теперь смотрѣть черезъ такую цилиндрическую линію на упомянутую лучеобразную фигуру, то при одномъ положеніи оси цилиндра разница въ отчетливости этихъ линій будетъ увеличиваться, при другомъ уменьшаться. Очевидно, если бы рефракція была одинакова во всѣхъ меридіанахъ, то глазъ долженъ бы былъ видѣть одинаково хорошо или одинаково плохо при всѣхъ положеніяхъ цилиндра. Но на дѣлѣ всегда бываетъ такъ, что въ одномъ положеніи цилиндръ исправляетъ, а въ другомъ усиливаетъ присущій каждому нормальному глазу правильный астигматизмъ.

Правильный астигматизмъ часто бываетъ настолько значителенъ, что нарушаетъ ясность зрѣнія. Его можно исправить, назначая для такихъ глазъ соответственныя цилиндрическія стекла.

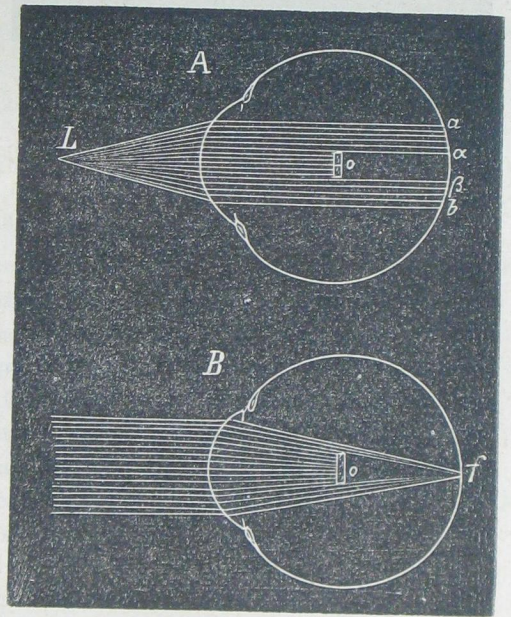
II. Неправильный астигматизмъ.—Если неправильность преломленія въ глазу такова, что она не можетъ быть исправлена помощью стеколъ, то говорятъ о „неправильномъ астигматизмѣ“. Лучи, выходящіе изъ одной точки и проходящіе черезъ такой глазъ, соединяются не въ одномъ фокусѣ, какъ обыкновенно, но въ нѣсколькихъ. Почти всѣ глаза страдаютъ нѣкоторой ощутительной степенью неправильнаго астигматизма, зависящаго отъ того, что хрусталикъ не представляетъ вполне однородной выпуклой чечевицы. Напомнимъ звѣздчатую фигуру, видимую на обѣихъ поверхностяхъ свѣже-вынутаго хрусталика; сообразно лучамъ этой фигуры прикрѣпляются волокна его. Такое положеніе дѣлитъ весь хрусталикъ на нѣсколько отдѣльныхъ секторовъ, точки соприкосновенія которыхъ лежатъ вокругъ передне-задней оси его. Эти секторы не обладаютъ одинаковымъ преломленіемъ; они не только имѣютъ различныя фокусныя разстоянія, но еще и не одинаково наклонены, впереди или къзади вокругъ оси хрусталика, такъ что даютъ призматическое отклоненіе: т. е. они не „центрированы“. Каждый секторъ хрусталика имѣетъ свой собственный фокусъ; это ведетъ къ *polyopia monocularis*, что ясно доказывается слѣдующимъ образомъ. Если помѣстить одно крахмальное зерно или одну крупинку ликоподія на такомъ разстояніи отъ глаза, что онъ не можетъ къ нимъ аккомодировать, лучше всего на разстояніи очень близкомъ, то глазъ увидитъ нѣсколько крупинокъ. Одни глаза видятъ вдвойнѣ, другіе втройнѣ и т. д.; это зависитъ отъ неодинако-

ваго числа секторовъ хрусталика. Два глаза одного и того же индивидуума различны въ этомъ отношеніи. Два, три и т. д. изображенія соприкасаются между собою, образуя звѣзду. Тотъ фактъ, что мы видимъ неподвижныя звѣзды, представляющія свѣтящіяся точки, въ звѣздчатой формѣ, объясняется въ большинствѣ случаевъ неправильнымъ астигматизмомъ хрусталика. А. фонъ-Гумбольдтъ упоминаетъ объ одномъ портномъ, который видѣлъ звѣзды въ формѣ точекъ; этотъ субъектъ отличался также исключительной остротой зрѣнія.

Энтоптическія явленія.

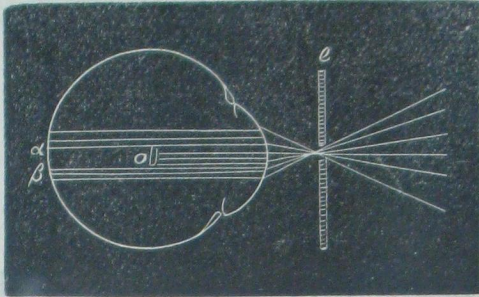
Часто любятъ восхвалять крайнее совершенство нашего глаза, какъ оптического аппарата. Въ дѣйствительности же, изготовляются оптическіе инструменты безконечно совершеннѣе нашего глаза, и было бы долго говорить о всѣхъ *несовершенствахъ* его діоптрической системы. Такъ, каждый глазъ страдаетъ нѣкоторой замѣтной степенью правильного и неправильнаго астигматизма. Онъ страдаетъ хроматической абберраціей, о чемъ свидѣлствуютъ красные и синіе круги, видимые нами на свѣтящихся предметахъ, къ которымъ мы не вполне аккомодируемъ, въ особенности, если мы закрываемъ одну половину зрачка. Далѣе, наши прозрачныя среды не имѣютъ ни полной прозрачности, ни полной однородности; подобныя непрозрачныя и неоднородныя мѣста поглощаютъ или отражаютъ нѣсколько больше свѣта, чѣмъ остальная среда, и при подходящихъ обстоятельствахъ бросаютъ тѣнь на нашу сѣтчатку; въ такихъ случаяхъ мы видимъ предметы, находящіеся въ нашемъ собственномъ глазу. Мы можемъ даже замѣтить неодинаковую прозрачность сѣтчатки. Мы можемъ разсмотрѣть детали нашей собственной *macula lutea* и *fovea centralis*!

Подъ именемъ *энтоптическихъ явленій* и разумѣютъ подобныя зрительныя воспріятія отъ различныхъ частей нашего собственного глаза. Разсмотримъ условія, позволяющія намъ видѣть предметы, находящіеся внутри глаза, т. е. выяснимъ, почему мы ихъ то видимъ, то нѣтъ. Для этого представимъ себѣ маленькое непрозрачное тѣло *o* (фиг. 261), находящееся вблизи сѣтчатки въ стекловидномъ тѣлѣ, и пусть глазъ будетъ освѣщенъ какимъ либо источникомъ свѣта. Если мы помѣстимъ глазъ на такомъ разстояніи отъ источника свѣта, что идущіе отъ него лучи (фиг. B) будутъ параллельны, и допустимъ, что они упадутъ на глазъ эметрона, который не аккомодируетъ, и если сопряженный фокусъ источника свѣта упадетъ на сѣтчатку, то мы вовсе не увидимъ непрозрачнаго тѣла; только изображеніе на сѣтчаткѣ будетъ нѣсколько менѣе освѣщено, чѣмъ при отсутствіи непрозрачнаго



Фиг. 261.

тѣла. Если же мы помѣстимъ глазъ на другомъ разстояніи, то появится тѣнь, падающая отъ непрозрачнаго тѣла на нашу сѣтчатку. Это, въ особенности, будетъ тогда, когда источникъ свѣта или еще лучше свѣтящаяся точка находится въ переднемъ главномъ фокусѣ глаза (или еще ближе), на разстояніи 13 мм. отъ роговой оболочки (фиг. 261, А), потому что тогда



Фиг. 262.

лучи, падающіе на сѣтчатку, будутъ параллельны, и отбрасываемая тѣнь будетъ особенно замѣтна. Этотъ опытъ производится съ капелькой ртути, которую приближаютъ къ глазу, или еще лучше (фиг. 262), если черезъ отверстіе, сдѣланное булавкой въ непрозрачномъ, помѣщенномъ вблизи глаза, экранѣ (напр., визитной карточкѣ), мы будемъ смотрѣть на равномерно освѣщенную поверхность, напр. небо: тогда края отверстія вслѣдствіе дифракціоннаго отклоне-

нія свѣтовыхъ лучей, сами становятся свѣтящимся предметомъ. Съ помощью этихъ различныхъ приспособленій въ полѣ зрѣнія можно видѣть т. н. *mouches volantes*, волокна, зерна и пр., плавающія въ стекловидномъ тѣлѣ самаго нормальнаго глаза.

Если, мигая, смотрѣть черезъ маленькое отверстіе, то можно видѣть, что поле зрѣнія пересекается поперечной полоской, зависящей отъ пояса слезъ на нашей роговицѣ. Если открывать и закрывать другой глазъ, то кругъ поля зрѣнія закрытаго глаза будетъ соответственно расширяться и суживаться, и мы увидимъ движенія нашей собственной радужной оболочки.

Удается даже увидѣть *сосуды собственной сѣтчатки* и даже *колбочки foveae centralis*. Чтобы видѣть развѣтвленія сосудовъ сѣтчатки, помѣщаются вечеромъ въ неосвѣщенную комнату и, пристально смотря на стѣну, двигаютъ изъ стороны въ сторону зажженной свѣчей. Тогда на стѣнѣ появляются въ сильно увеличенномъ видѣ крупныя сосуды сѣтчатки съ ихъ развѣтвленіями. Сосуды, будучи тѣлами от носительно непрозрачными и располагаясь во внутреннихъ слояхъ сѣтчатки, бросаютъ тѣнь на свѣто-чувствительный слой ея, который, само собою разумѣется, лежитъ позади сосудовъ. Н. Müller вычислилъ, что этотъ слой почти совпадаетъ со слоемъ палочекъ и колбочекъ.

Наконецъ, двигая передъ глазомъ экранъ съ маленькимъ отверстіемъ или узкой поперечной щелью, черезъ которую смотреть на большую освѣщенную поверхность (напр. на равномерно освѣщенное небо), можно увидѣть маленькіе сосуды и капилляры, окружающіе *fovea centralis*; эта послѣдняя (лишенная сосудовъ) представляетъ собою маленькій участокъ сѣтчатой оболочки круглой формы, на которомъ при благоприятныхъ обстоятельствахъ можно замѣтить узорчатый рисунокъ, составленный изъ маленькихъ кружковъ отъ находящихся въ этомъ мѣстѣ колбочекъ (N u e l).

Офтальмоскопія.

Освѣщеніе глазного дна.—На основаніи того, что зрачекъ у живого человѣка кажется чернымъ, нельзя еще вывести заключенія, что свѣтъ, проникающій въ глазъ, поглощается здѣсь вполнѣ, и ни одна часть его не

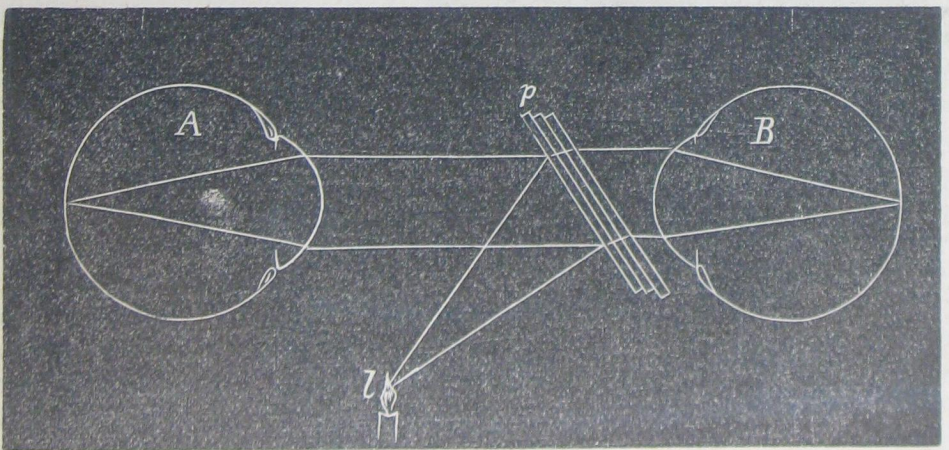
отражается обратно через зрачекъ. Въ дѣйствительности, черезъ зрачекъ выходитъ много лучей свѣта, но условія рефракціи здѣсь таковы, что лучи эти не могутъ достигнуть глаза наблюдателя; мы не можемъ, слѣдовательно, видѣть освѣщеннымъ глазного дна, поэтому зрачекъ долженъ казаться намъ чернымъ.

Припомнимъ законъ сопряженныхъ фокусовъ: совершенно не измѣняя хода лучей свѣта черезъ чечевицу, можно замѣнять изображеніе источникомъ свѣта и обратно. Пусть L (фиг. 237, стр. 667) будетъ источникъ свѣта, а i его изображение. Если мы замѣнимъ изображеніе источникомъ свѣта, то лучи, падающіе въ этомъ случаѣ на чечевицу справа налѣво, будутъ слѣдовать въ обратномъ направленіи по ранѣе пройденному ими пути: изображение получится тамъ, гдѣ раньше находился источникъ свѣта.—Если мы помѣстимъ въ точкѣ i экранъ, то на немъ получится изображеніе источника свѣта, которое само будетъ посылать лучи обратно къ чечевицѣ; лучи эти, пройдя черезъ чечевицу, дадутъ второе изображеніе (зависящее отъ перваго), но оно совпадетъ вполне съ источникомъ свѣта.

Глазъ можетъ, слѣдовательно, видѣть черезъ чечевицу изображеніе i только въ двухъ положеніяхъ: помѣстившись на мѣстѣ источника свѣта, причемъ онъ заслонилъ бы этотъ послѣдній, или же позади его, и тогда онъ увидѣлъ бы только этотъ источникъ свѣта, такъ какъ лучи, выходящіе изъ чечевицы, кажутся выходящими изъ этого источника.

Такъ это и бываетъ при обыкновенныхъ условіяхъ, когда глазъ освѣщенъ пламенемъ свѣчи, для того, чтобы посторонній глазъ могъ получить выходящіе лучи, онъ долженъ былъ бы помѣститься по направленію лучей, падающихъ отъ пламени на изслѣдуемый глазъ, а въ такомъ случаѣ лучамъ этимъ былъ бы прегражденъ путь. Въ томъ случаѣ, когда изслѣдуемый глазъ аккомодированъ къ источнику свѣта, что обыкновенно и имѣетъ мѣсто, мы не можемъ получать въ свой глазъ лучей, выходящихъ изъ изслѣдуемаго глаза.

И однако, давно уже было замѣчено, что глаза нѣкоторыхъ животныхъ свѣтятся въ темнотѣ, а также, что зрачекъ альбиносовъ кажется краснымъ.



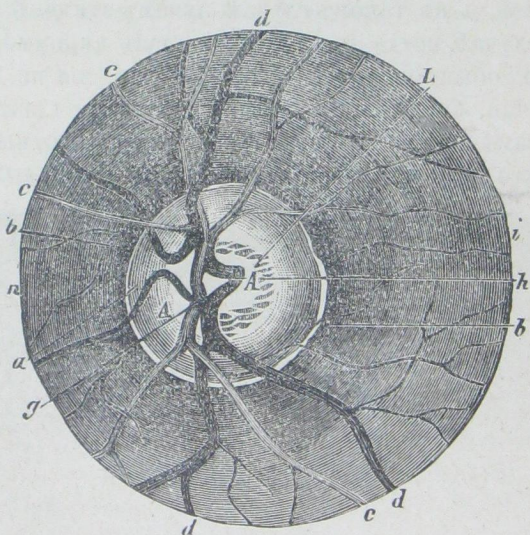
Фиг. 233.—Схема офтальмоскопическаго изслѣдованія (въ прямой видъ).— l , источникъ свѣта; p , нѣсколько стеклянныя пластинки, играющихъ роль офтальмоскопа; A изслѣдуемый глазъ; B изслѣдующій глазъ.

Послѣднее зависитъ отъ того, что въ такихъ глазахъ лучи свѣта проникаютъ черезъ склеру, лишенную пигмента; при выходѣ изъ глаза, эти лучи принимаютъ совершенно другое направленіе, чѣмъ то, по которому они входятъ

въ него. Наблюдали также при нѣкоторыхъ исключительныхъ условіяхъ, красное свѣщеніе зрачка въ глазахъ людей—не альбиносовъ. (Смотр. стр. 701).

Helmholtz нашелъ способъ видѣть свѣтящимся глазное дно человѣка, помѣщая свой собственный глазъ по направленію лучей, выходящихъ изъ другого глаза, и не преграждая въ то же время пути падающимъ лучамъ. Пусть *A* (фиг. 263) будетъ изслѣдуемый глазъ. Вмѣсто того, чтобы освѣщать этотъ глазъ свѣтомъ, лежащимъ впереди его, помѣстимъ источникъ свѣта сбоку, и пусть *B* будетъ нашъ собственный глазъ, передъ которымъ мы помѣщаемъ нѣсколько сложенныхъ вмѣстѣ стеклянныхъ пластинокъ *p* (напр., покровныхъ стеклышекъ). Лучи, падающіе на эту сложную пластинку, отчасти проходятъ черезъ нее, но большинство ихъ отражается. Мы можемъ дать этой стеклянной пластинкѣ такое направленіе, что лучи эти будутъ отражаться прямо въ изслѣдуемый глазъ. На днѣ этого послѣдняго получается изображеніе источника свѣта, которое въ свою очередь посылаетъ лучи, выходящіе изъ зрачка по тому же пути, какъ и лучи падающіе, но въ обратномъ направленіи. Эти лучи тотчасъ же встрѣчаютъ стеклянную пластинку, отъ которой часть ихъ будетъ отражаться по направленію къ источнику свѣта; другая же часть пройдетъ черезъ стекло и достигнетъ глаза наблюдателя, который будетъ видѣть красный зрачекъ глаза *A*, или, вѣрнѣе, онъ увидитъ черезъ зрачекъ красное глазное дно.

Но этого не достаточно, чтобы *видѣть* детали изслѣдуемаго глазного дна. Условіе для возможности видѣть эти детали заключается въ томъ, чтобы лучи, выходящіе изъ какой-либо точки сѣтчатки глаза *A*, соединялись въ фокусъ на сѣтчаткѣ глаза *B*. На самомъ дѣлѣ,



Фиг. 264.—Глазное дно, видимое офтальмоскопомъ, въ прямомъ видѣ.

положимъ, что изслѣдуемый глазъ вовсе не аккомодируетъ; лучи, выходящіе изъ какой-либо точки его сѣтчатки, становятся, слѣдовательно, параллельными (если глазъ этотъ эмметропическій); глазъ *B* (также эмметропическій) соединитъ эти лучи въ фокусъ на сѣтчаткѣ, если онъ не аккомодируетъ. Къ несчастью, при первыхъ попыткахъ *офтальмоскопированія* мы всегда, помимо желанія, аккомодируемъ къ тому довольно близкому разстоянію, на которомъ, какъ мы *знаемъ*, находится изслѣдуемое глазное дно. Научиться изслѣдовать глазное дно съ помощью *офтальмоскопа* — какъ

Helmholtz назвалъ свой ин-

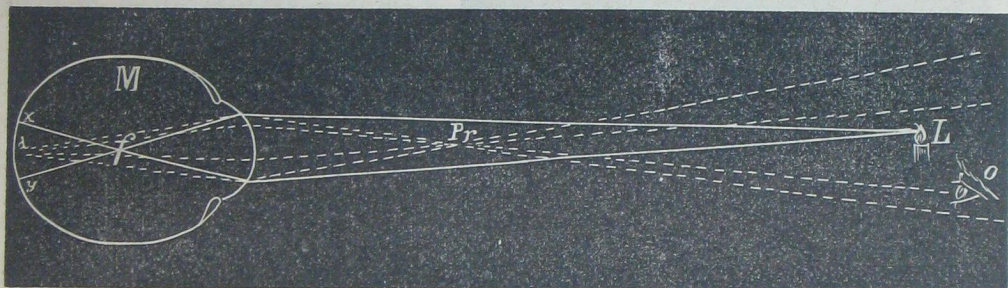
струментъ—значитъ, главнымъ образомъ, научиться разслаблять по желанію свою аккомодацию. Но и не умѣя разслабить рѣсничную мышцу, все же можно видѣть глазное дно, помѣщая передъ своимъ собственнымъ глазомъ отрицательную чечевицу, вполне нейтрализующую аккомодацию.

Этимъ способомъ можно видѣть (фиг. 264) на однообразно-красномъ фонѣ (лучи, отраженные отъ сѣти капилляровъ chorioideae) сосуды сѣтчатки, или скорѣе какъ бы свободно плавающіе на сѣтчаткѣ столбики крови; сѣтчатка и стѣнки со-

судовъ являются совершенно прозрачными. На этомъ красномъ фонѣ выдается блѣловатый кружокъ *A*, сосокъ зрительнаго нерва, изъ котораго выходятъ сосуды сѣтчатки, одна артерія (*g*) и одна вена (*h*), дѣляющіяся дихотомически при своемъ входѣ въ глазъ.—Все это является увеличеннымъ въ 15—20 разъ, потому что мы разсматриваемъ глазное дно черезъ лупу, образованную прозрачными средами изслѣдуемаго глаза.

Можно также, съ помощью другого приѣма, видѣть детали міопическаго и гиперметропическаго глаза и даже точно опредѣлить состояніе рефракціи изслѣдуемаго глаза. (Смотр. учебники офтальмоскопіи, гдѣ излагается также и другой способъ офтальмоскопированія, называемый изслѣдованіемъ «въ обратномъ видѣ»).

Можно и безъ офтальмоскопа получать лучи, выходящіе изъ пигментированнаго человѣческаго глаза, т. е. можно видѣть зрачекъ краснымъ, если этотъ глазъ не установленъ къ источнику свѣта.



Фиг. 265.

Предположимъ (фиг. 265) сильно міопическій глазъ *M*, освѣщенный очень отдаленнымъ источникомъ свѣта *L*. Выходящіе лучи (обозначенные пунктиромъ) будутъ сходиться къ *punctum remotum* *Pr* (которое является сопряженнымъ фокусомъ по отношенію къ сѣтчаткѣ), затѣмъ они принимаютъ расходящееся направленіе и проходятъ по большей части сбоку отъ источника свѣта: мы можемъ, слѣдовательно, помѣститься (въ точкѣ *O*) по направленію этихъ послѣднихъ лучей, не заслоняя свѣта. Первоначальныя наблюденія надъ свѣченіемъ пигментированныхъ человѣческихъ глазъ сдѣланы именно на міопическихъ глазахъ.—Наконецъ, пусть гиперметропическій глазъ, который не аккомодируетъ, освѣщенъ источникомъ свѣта, лежащимъ на какомъ-либо конечномъ разстояніи. Сѣтчатка находится впереди главнаго фокуса и выходящіе лучи будутъ расходящимися; глазъ наблюдателя можетъ получать эти лучи, не закрывая источника свѣта.—Сюда относится свѣченіе глазъ кошекъ и собакъ, которые (какъ и глаза всѣхъ до сихъ поръ изслѣдованныхъ животныхъ) отличаются сильною степенью гиперметропіи. Можно замѣтить свѣченіе этихъ глазъ только въ томъ случаѣ, если находится по направленію источника свѣта, особенно въ относительной темнотѣ; дѣйствительно, при дневномъ свѣтѣ мы не замѣчаемъ этого мерцанія, хотя нашъ глазъ и получаетъ выходящіе лучи, но интенсивность послѣднихъ слишкомъ слаба, сравнительно съ освѣщеніемъ самого животнаго и всѣхъ окружающихъ предметовъ.

Движеніе глаза.

Для того чтобы „видѣть“, т. е. выводить „зрительныя сужденія“, не достаточно только соединенія въ фокусѣ на сѣтчаткѣ въ видѣ точки лучей, выходящихъ изъ какой-либо точки предмета. Для этого необходимы также многочисленныя движенія головы, всего тѣла и, въ особенности, глазныхъ

яблоку, или върѣе необходима весьма точная оцѣнка движеній, сообщенныхъ глазу, головѣ и даже всему тѣлу (мышечное чувство).

Глазное яблоко можетъ быть сравниваемо съ сочленовною головкой, двигающейся въ сочленовной впадинѣ (въ данномъ случаѣ, въ Теноновой капсулѣ) во всѣхъ направленихъ, вокругъ безконечнаго числа осей, проходящихъ черезъ [центр] вращенія,

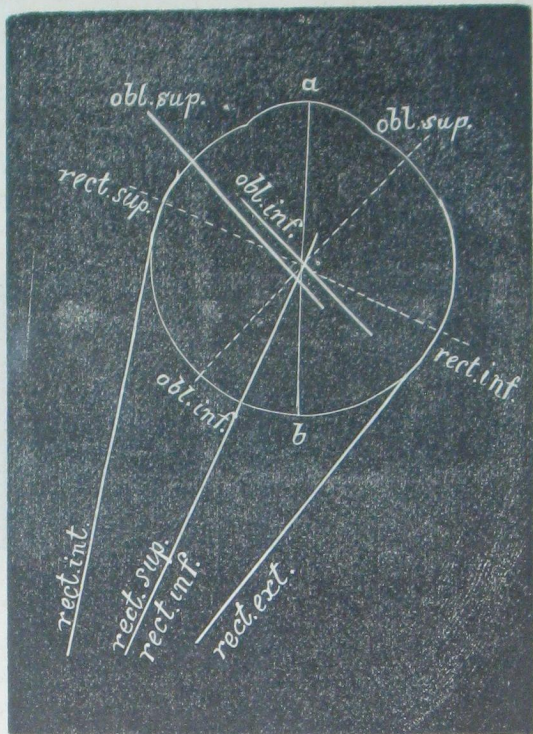
который остается неподвижнымъ: при нормальныхъ движеніяхъ, глазъ не двигается ни впередъ, ни назадъ. Центр вращенія почти совпадаетъ съ анатомическимъ центромъ глаза (лежитъ на 1,50 мм. кзади отъ этого послѣдняго).

Когда, слѣдовательно, центръ роговицы направляется кнутри, кверху и т. д., то задній полюсъ глаза производитъ движенія въ противоположномъ направленіи. Глазъ является какъ бы головкой шарообразнаго сустава.

Глазъ двигается подъ вліяніемъ шести его наружныхъ мышцъ: rectus sup., rectus inf., rectus ext., rectus int., obliquus sup. и obliquus inf. Такъ какъ центр вращенія глаза остается неподвижнымъ, то всякая мышца дѣйствуетъ на глазъ по плоскости, проходящей черезъ центр вращенія, черезъ неподвижное начало мышцы и черезъ точку прикрѣпленія ея къ главному

Фиг. 266.—Схема направленія дѣйствія и осей вращенія наружныхъ глазныхъ мышцъ (по Fick'у). Разрѣзъ праваго глаза и его придатковъ по горизонтальной плоскости.

яблоку. Это схематически изображено на фиг. 266. Шестъ мышцъ представляетъ три пары болѣе или менѣе одинаковыхъ мышечныхъ антагонистовъ. Если мы предположимъ, что голова стоитъ прямо, оба глаза направлены параллельно впередъ и вдаль, т. е. то положеніе, при которомъ всѣ двигательныя мышцы глаза находятся въ покой, то сокращенія *m. recti int.* и *recti ext.* производятъ вращеніе глаза вокругъ вертикальной оси; *m. rectus sup.* и *rectus inf.* вращаютъ глазъ вокругъ горизонтальной оси (обозначенной пунктированной линіей), оси, идущей отъ корня носа черезъ центр вращенія къ виску; *m. obliquus sup.* (неподвижнымъ фізіологическимъ прикрѣпленіемъ котораго служитъ блокъ) и *m. obliquus inf.* (обозначены сплошными линіями) производятъ вращеніе вокругъ оси, идущей спереди назадъ и сваружи внутрь (пунктированная линія). Если обѣ косыхъ мышцы дѣйствуютъ одновременно, то центръ роговицы смѣщается кнаружи; если дѣйствуетъ одинъ только *obliquus inf.*, то центръ роговицы смѣщается кверху и кнаружи, и въ то же время глазъ подвергается вращенію около его передне-задней оси *ab*, такъ что верхній конецъ вертикальнаго меридіана наклоняется кнаружи; если дѣйствуетъ одинъ *obliquus sup.*, то центръ роговицы смѣщается книзу и кнаружи, и глазъ поворачивается около его передне-задней оси, такъ что верхній конецъ вертикальнаго меридіана отклоняется кнутри. *M. rectus int.* на-



правляетъ центръ роговицы кнутри, а *m. rectus ext.*—кнаружи. *M. rectus sup.*, смѣщая роговицу кверху и немного кнутри, производитъ сверхъ того легкое вращеніе около передне-задней оси и поворачиваетъ верхній конецъ вертикальнаго меридіана кнутри. *M. rectus inf.* смѣщаетъ роговицу книзу и немного кнутри и отклоняетъ кнаружи верхній конецъ вертикальнаго меридіана.

При дѣйствіи мышцъ возможны, слѣдовательно, какія угодно вращательныя движенія; роговица можетъ вращаться по всѣмъ направленіямъ, если нѣсколько мышцъ дѣйствуютъ одновременно. Въ то же время, глазъ можетъ подвергаться самымъ различнымъ вращеніямъ вокругъ его передне-задней оси. Но найдено, что при производимыхъ въ дѣйствительности движеніяхъ, вращеніе глаза вокругъ его передне-задней оси совершенно почти избѣгается.

При всякомъ движеніи глаза предполагается, слѣдовательно, участіе по крайней мѣрѣ двухъ мышцъ. Мы дѣйствительно видимъ, что за исключеніемъ, можетъ быть, *m. recti. int. и ext.*, сокращеніе каждой мышцы производитъ вращеніе глаза вокругъ передне-задней оси, каждый разъ, когда смѣщается центръ роговицы. Необходимо, поэтому, чтобы одна или нѣсколько мышцъ стремились своимъ сокращеніемъ помѣшать такому вращенію.

Если отъ одной точки мы перемѣщаемъ нашъ взоръ по прямой линіи — положимъ, горизонтальной—до другой точки, то *линія взора* или *зрительная линія* (объ линіи различаются нѣсколько между собою), проведенная отъ фиксируемой точки къ *fovea centralis*, начертаетъ плоскость. Глазъ движется вокругъ неподвижной оси вращенія, перпендикулярной къ названной плоскости, т. е. перпендикулярной къ двумъ крайнимъ положеніямъ линіи взора.

Зрительная линія можетъ быть также перенесена во вторую точку не по прямому только, но и по всякому этому пути. Наконецъ, во второй точкѣ, глазъ можетъ подвергнуться вращенію около его передне-задней оси. На опытѣ доказано, что дѣйствительно, при обычномъ зрѣніи, въ особенности съ параллельными зрительными линіями (при смотрѣніи вдаль) происходитъ вращеніе, или вѣрнѣе нѣкоторое смѣщеніе глаза вокругъ одной только оси, перпендикулярной и къ первоначальному направленію, и къ новому направленію линіи взора (законъ Listing'a). Точка фиксаціи смѣщается по прямой линіи.

Надо замѣтить прежде всего, что этотъ способъ движенія является самымъ обычнымъ (для всякаго шара).—Физиологическое значеніе этого закона однако болѣе глубокое. Доказано, что такимъ образомъ легче всего ориентироваться. Во-первыхъ, въ то время когда глазъ движется, и одинъ и тотъ же предметъ послѣдовательно даетъ на различныхъ мѣстахъ сѣтчатки изображенія, болѣе или менѣе отличающіяся другъ отъ друга вслѣдствіе перспективы, то, благодаря указанному способу движенія, это различіе сводится къ *minimum*у.

Во-вторыхъ, такимъ образомъ положеніе различныхъ меридіановъ глаза относительно орбиты вполнѣ соотвѣтствуетъ опредѣленному положенію линіи взора (законъ Donders'a). Положимъ, что при взглядѣ кверху и кнаружи отъ линіи взора, глазъ можетъ производить, вокругъ его передне-задней оси, большее или меньшее вращеніе, или направо, или налево; тогда вышло бы, что при одномъ и томъ же направленіи взора, напр., вертикальная линія могла бы давать изображеніе то въ одномъ, то въ другомъ меридіанѣ глаза,—вслѣдствіе чего намъ было бы очень трудно, если не совершенно невозможно, ориентироваться съ помощью нашихъ зрительныхъ ощущеній.

Доказательство закона Listing'a далеко заходило бы за намѣченные рамки этой книги. Оно основывается на остроумномъ методѣ, въ которомъ пользуются отрицательными слѣдами; методъ этотъ предложенъ Donders'омъ, а вопросъ подробно изученъ Helmholtz'емъ. Hering недавно далъ изложеніе этого вопроса, которое разсѣветъ неясности, проскальзывающія въ трудѣ Helmholtz'a.

Нюеск (1833) считалъ доказаннымъ, что если мы наклоняемъ голову на бокъ, то вертикальный меридіанъ глаза, все-таки, остается вертикальнымъ. Глазъ долженъ былъ бы, слѣдовательно, подвергаться вращенію вокругъ передне-задней оси, компенсирующему наклоненіе головы, и это вращеніе должно было бы доходить до 90° и даже болѣе! Javal (1866) доказалъ (при помощи правильнаго астигматизма), что, въ этомъ случаѣ, дѣйствительно происходитъ подобное компенсаторное вращеніе, но только болѣе слабое. Mulder (1875, вмѣстѣ съ Donders'омъ) доказали, что это вращеніе очень замѣтно сейчасъ же послѣ наклоненія головы, и что оно тотчасъ же уменьшается до такой степени, что отъ него остаются только слѣды, даже при самыхъ сильныхъ боковыхъ наклоненіяхъ головы. Эти движенія глаза совершаются рефлекторно и вызываются иннерваціями, происходящими отъ преддверія уха (смотри чувство равновѣсія тѣла). Цѣль такихъ движеній—сохранить первоначальное положеніе глаза при боковыхъ наклоненіяхъ головы.

Иннервація наружныхъ глазныхъ мышцъ. Координація ихъ иннерваціи.—Согласно предыдущему, движенія одного, отдѣльно рассматриваемаго, глаза только въ крайне рѣдкихъ случаяхъ зависятъ отъ сокращенія одной только мышцы: сюда могутъ быть отнесены движенія приведенія и отведенія. Для смѣщенія глаза, напр., кверху и кнаружи требуется иннервація *m-li recti superioris* и *recti externi*; сверхъ того, ненормальный поворотъ вокругъ оптической оси, который стремится произвести *m. rectus sup.*, долженъ корригироваться сокращеніемъ *m-li obliqui inf.*

Что касается особенности въ иннерваціи наружныхъ глазныхъ мышцъ, то объ этомъ смотри. «черепные нервы».

Что еще болѣе усложняетъ иннервацію этихъ мышцъ, такъ это то, что оба глаза иннервируются всегда одновременно, и при томъ въ самыхъ различныхъ комбинаціяхъ. Такъ при простомъ движеніи въ сторону *m. rectus internus* одного глаза дѣйствуетъ вмѣстѣ съ *m. rectus ext.* другого глаза. При конвергенціи глазъ дѣйствуютъ сразу оба *m-li recti interni*.

Необходимо предположить отдѣльный механизмъ иннерваціи при конвергенціи, при чемъ сразу иннервируются оба *m-li recti interni*, и другой механизмъ иннерваціи при движеніи въ стороны, когда одновременно иннервируются *m. rectus internus* съ *m. rectus externus* другого глаза.

Оба эти механизма могутъ въ свою очередь дѣйствовать одновременно, когда мы хотимъ, напримѣръ, видѣть предметъ, находящійся очень близко и вправо отъ насъ.

Движенія глазъ не относятся къ произвольнымъ движеніямъ въ обычномъ значеніи этого слова. Мы не въ состояніи иннервировать отдѣльно и по желанію какую-либо одну мышцу глаза. Желаніе видѣть предметъ, лежащій очень близко или очень далеко, направо или налево, приводитъ въ дѣйствіе различные механизмы иннерваціи.

Обыкновенно эта иннервація является чисто рефлекторнымъ актомъ, вызваннымъ воздѣйствіемъ на периферическую часть сѣтчатки или даже раздраженіемъ другого центростремительнаго нерва, какъ напр. слухового. Мы увидимъ, что фізіологическое значеніе этихъ любопытныхъ координацій глазныхъ мышцъ состоитъ

отчасти въ томъ, чтобы изображеніе внѣшняго предмета получалось въ каждомъ глазу на опредѣленной точкѣ сѣтчатки, и это съ той цѣлью, чтобы избѣжать двоенія.

Иннервация конвергенціи, т. е. сведенія зрительныхъ осей, всегда сопровождается иннервацией аккомодации, а также иннервацией *m. sphincteris pupillae*.— Иннервация конвергенціи и боковыя движенія глаза находятся еще въ болѣе тѣсной связи. Мышцы, иннервируемыя чрезъ *n. facialis*, дѣйствуютъ вполне или отчасти вмѣстѣ съ глазными мышцами, что по большей части и придаетъ выраженіе лицу. Внезапный шумъ, обращающій на себя вниманіе, или свѣтъ, неожиданно появляющійся на периферіи поля зрѣнія, вызываютъ, какъ рефлекторный актъ, движенія глазъ, лица, головы и даже всего туловища.

Область четверохолмія заключаетъ центры для различныхъ иннерваций глазныхъ мышцъ (см. стр. 565 и 566).

По D u v a l'ю (1879), начальное ядро *n. abducentis* посылаетъ нѣсколько волоконъ къ *n. oculomotorius* противоположной стороны. *M. rectus internus* можетъ, слѣдовательно, имѣть двоякую иннервацию: при конвергенціи онъ будетъ иннервироваться чрезъ *n. oculomotorius*, при совмѣстномъ же движеніи обоихъ глазъ въ стороны онъ будетъ получать иннервацию отъ *n. abducens* противоположной стороны (сокращеніе *m. li recti externi* одного глаза и *m. recti interni*—другого).

Зрѣніе въ собственномъ смыслѣ слова.

Ранѣе мы рассмотрѣли три условія необходимыхъ для „зрѣнія“ и именно „для зрительнаго сужденія“ о внѣшнихъ предметахъ. Эти условія слѣдующія: а) существованіе зрительныхъ ощущеній; б) преломленіе свѣта въ глазу, въ силу котораго лучи свѣта, выходящіе изъ свѣтящейся точки, снова соединяются въ фокусной точкѣ (образованіе на сѣтчаткѣ изображеній); в) движенія глазъ. Мы только что видѣли, какимъ образомъ утилизируютъ эти свойства, когда хотятъ получить зрительныя сужденія.

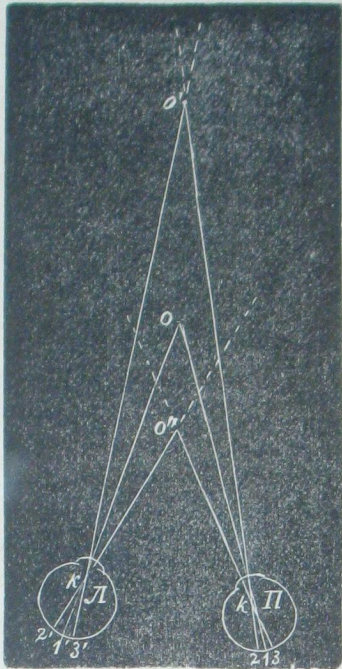
Мы можемъ видѣть и при помощи одного глаза — *монокюлярное зрѣніе*, но нормальное зрѣніе требуетъ пользованія обоими глазами — *бинокюлярное зрѣніе*.

Процессъ „зрѣнія“ заключается, если разобрать хорошо, въ двухъ слѣдующихъ дѣйствіяхъ: 1) надо судить о томъ направленіи, въ которомъ находятся предметы по отношенію къ нашему тѣлу (сужденіе относительно двухъ измѣреній) и 2) надо судить о разстояніи предметовъ другъ отъ друга (сужденіе относительно третьяго измѣренія).

Бинокюлярное зрѣніе.

I. Совокупное поле зрѣнія. Тождественныя мѣста сѣтчатокъ. Горнотеръ.—Оба одиночныхъ поля зрѣнія совпадаютъ между собою на большей части ихъ протяженія; остается только небольшая височная часть каждаго одиночнаго поля зрѣнія, которая не входитъ въ *совокупное поле зрѣнія*. Предметъ, дающій свое изображеніе на сѣтчаткѣ одного глаза, даетъ, по общему правилу, такое же изображеніе въ другомъ глазу. Хотя каждый предметъ даетъ, слѣдовательно, два ретинальных изображенія, однако мы видимъ его какъ одинъ, но только при извѣстныхъ обстоятельствахъ. Легко убѣдиться, что, вопреки обычному мнѣнію, мы *видимъ вдвойнѣ большую часть предметовъ*, находящихся въ нашемъ совокупномъ полѣ зрѣнія. Помѣстимъ палецъ или карандашъ вертикально передъ глазами и

будем пристально смотреть на какой либо более отдаленный предмет, напр. стѣну. Закрывая и открывая рукой попеременно тотъ и другой глазъ, мы увидимъ, что карандашъ будетъ приходится при этомъ противъ двухъ различныхъ мѣстъ стѣны. Если ускорить движение руки, то карандашъ будетъ казаться прыгающимъ съ одного мѣста на другое. Наконецъ, при нѣкоторомъ стараніи, мы обоими глазами увидимъ карандашъ дѣйствительно вдвойнѣ (бинокулярная диплопія).



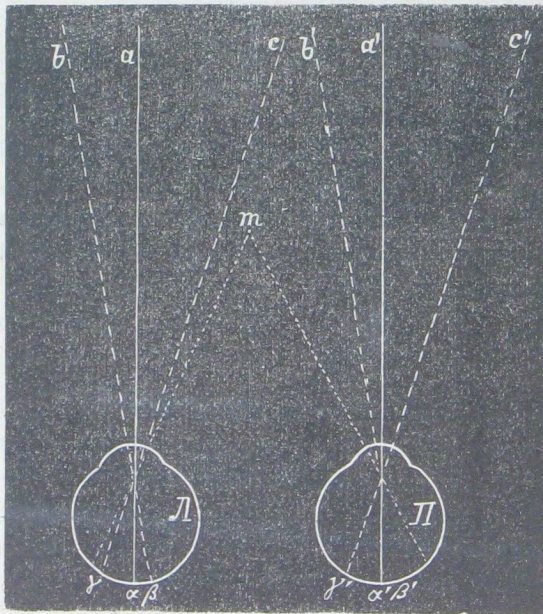
Фиг. 267.

Обратно, если пристально смотреть на карандашъ и закрывать попеременно оба глаза, то различные точки стѣны будутъ казаться вдвойнѣ.

Точка, фиксируемая обоими глазами, кажется одиночной, другими словами: точка, дающая изображение на обоихъ *foveae centrales*, кажется одиночной.

Пусть o (фиг. 267) фиксируемая точка, видимая одиночно. Точка o' , болѣе отдаленная, давая въ каждомъ глазу изображение снутри отъ *macula lutea*, кажется двойною: правый глазъ видитъ ее направо, лѣвый—налѣво отъ фиксируемой точки, въ чемъ можно убѣдиться, заставляя исчезнуть изображение какого-либо глаза, закрывая послѣдній рукой. Точка o'' , лежащая ближе точки фиксации, точно также кажется двойной, но правый глазъ видитъ ее налѣво, а лѣвый глазъ—направо отъ точки o (*перекрестная диплопія*, въ противоположность *одноименной диплопіи* предыдущаго случая).

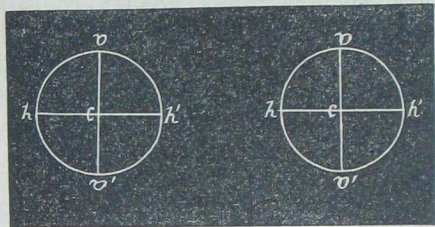
Обѣ *foveae centrales* не являются однако единственной парой точекъ сѣтчатки, съ помощью которыхъ мы видимъ одиночно. Пусть (фиг. 268) два глаза направлены къ звѣздному небу, слѣдовательно ихъ зрительныя линіи ax и $a'x'$ параллельны и глаза смотрятъ на звѣзду, дающую два изображения на обоихъ *foveae centrales* въ α и въ α' . Какая нибудь со-сѣдняя звѣзда посылаетъ въ каждый глазъ параллельныя лучи $b\beta$ и $b'\beta'$; изображение ея получается въ обоихъ глазахъ въ точкахъ β и β' , на одинаковомъ разстояніи вправо отъ *fovea centralis*. Звѣзда, лежащая направо отъ фиксируемой, также даетъ свое изображение въ точ-



Фиг. 268.

кахъ γ и γ' , влѣво и на одинаковомъ разстояніи ($\alpha\gamma$ и $\alpha'\gamma'$) отъ *fovea centralis*. Такія же изображения получаютъ отъ всѣхъ звѣздъ неба. Но такъ какъ всѣ

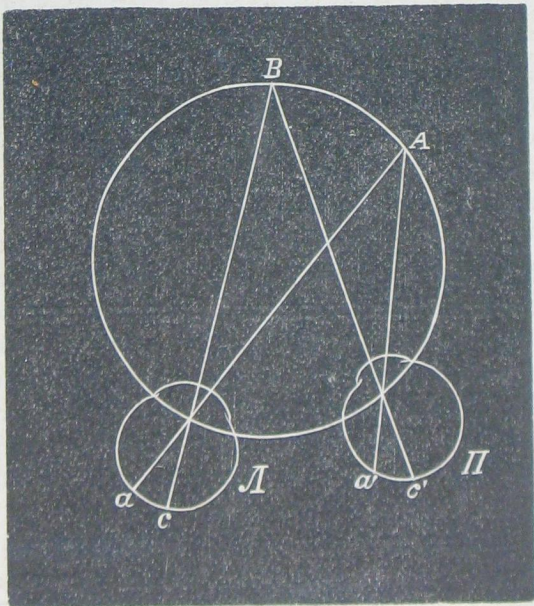
звѣзды въ дѣйствительности кажутся одиночными, то мы изъ этого заключаемъ, что всякая свѣтящаяся точка кажется одиночной, если даетъ два своихъ изображенія на обѣихъ *foveae centrales*, или же на одинаковыхъ разстояніяхъ (направо, налѣво и т. д.) отъ нихъ обѣихъ. Называютъ парю *тождественныхъ мѣстъ* сѣтчатки (или *идентичными точками*) двѣ точки, по одной въ каждой сѣтчаткѣ, позволяющія видѣть одиночно пространственныя точки. Каждая точка сѣтчатки имѣетъ соотвѣтствующую ей точку на другой сѣтчаткѣ. На основаніи предыдущаго опыта, если положить другъ на друга обѣ сѣтчатки такимъ образомъ, чтобы обѣ *foveae centrales* (с, фиг. 269) совпадали, такъ же какъ и оба вертикальныхъ меридіана (vv), тогда каждая точка сѣтчатки совпадетъ съ тождественной точкой другой сѣтчатки.



Фиг. 269.

Всякая точка, дающая свое изображение на двухъ нетождественныхъ мѣстахъ сѣтчатокъ, видится вдвойнѣ. Такимъ образомъ, при параллельности обѣихъ зрительныхъ линій, свѣтъ, перемѣняющій мѣсто въ пространствѣ передъ глазомъ, будетъ виденъ вдвойнѣ при всякихъ положеніяхъ. Достаточно начертить только изъ какой угодно точки m (фиг. 268) двѣ прямыя линіи, чтобы видѣть, что изображенія ея не падаютъ на двѣ тождественныхъ точки (въ данномъ случаѣ одно изображеніе лежитъ вправо, другое—влѣво отъ *foveae centralis*).

Если оба глаза конвергируютъ (фиг. 270) къ точкѣ B , изображенія которой упадутъ на обѣ *foveae centrales*, и сама точка будетъ казаться одиночной, то свѣтящаяся точка, движущаяся по дугѣ круга, проходящаго черезъ точку фиксациіи и черезъ оба глаза, постоянно будетъ казаться одиночной. Но когда источникъ свѣта помѣщаютъ внѣ этой круговой линіи, ближе или дальше отъ обоихъ глазъ, то онъ будетъ виденъ вдвойнѣ. Легко видѣть, что свѣтящаяся точка A , лежащая гдѣ угодно на кругѣ, даетъ свои изображенія на двухъ тождественныхъ мѣстахъ (углы, вписанные въ кругъ и измѣряемые одной и той же хордой, равны), и что этого не будетъ для всякой другой точки пространства.



Фиг. 270.

Если дана степень конвергенціи обоихъ глазъ, то можно построить „геометрическое мѣсто“ всѣхъ точекъ, видимыхъ одиночно. Стоитъ только начертить (отъ сѣтчатки черезъ оптическій центръ глаза) направленіе линій каждой пары тождественныхъ мѣстъ.

Дано названіе „*горонтера*“ (J. Müller) геометрическому мѣсту простран-

ственных точек, видимых одиночно, при данномъ положеніи обоихъ глазъ. Форма горонтера измѣняется въ зависимости отъ конвергенціи. При параллельныхъ зрительныхъ линіяхъ, горонтеръ является вертикальною плоскостью, лежащею въ безконечности. Когда оба глаза конвергируютъ къ предмету, лежащему прямо передъ нами, горонтеръ будетъ представлять цилиндрическую почти вертикальную поверхность, проходящую черезъ точку фиксаціи, съ вогнутостью, обращенной къ наблюдателю. Кривая (фиг. 270) является сѣченіемъ подобнаго горонтера въ плоскости бумаги.

Итакъ, всякій предметъ, находящійся въ горонтеръ, видится одиночно: онъ даетъ свои изображенія на тождественныхъ мѣстахъ сѣтчатки. Всякій предметъ, лежащій внѣ горонтера, видится вдвойнѣ: онъ даетъ изображенія не на тождественныхъ мѣстахъ сѣтчатки.

Тотъ фактъ, что мы видимъ одиночно при помощи тождественныхъ мѣстъ обоихъ глазъ, хотя каждая свѣтящаяся точка производитъ два зрительныхъ ощущенія, не заключаетъ въ себѣ ничего удивительнаго, подобно ежедневно наблюдаемому факту, что мы не считаемъ какого-либо предмета за два одинаковыхъ предмета при ощупываніи его обѣими руками. Это зависитъ отъ того, что мы не имѣемъ понятія о нашихъ ощущеніяхъ по существу, но непосредственно превращаемъ ихъ въ умозаключенія, т. е. мы считаемъ ихъ существующими внѣ насъ, какъ свойство какого-либо внѣшняго предмета. Если два ощущенія относятся нашимъ психическимъ актомъ къ одному и тому же мѣсту пространства, то нѣтъ ничего удивительнаго въ томъ, что оба ощущенія приписываются одной и той же причинѣ. Наконецъ, мы относимъ къ тому же самому предмету рядъ другихъ качествъ, относящихся къ области другихъ органовъ чувствъ; мы однако не думаемъ, что на самомъ дѣлѣ находится столько различныхъ предметовъ, сколько мы испытываемъ различныхъ ощущаемыхъ качествъ.

Что касается сущности вопроса о томъ, *почему мы не замѣчаемъ обычно двойныхъ изображеній* большей части предметовъ, лежащихъ въ нашемъ совокупномъ бинокулярномъ полѣ зрѣнія, то для этого не существуетъ ни одного удовлетворительнаго объясненія. Слѣдующее положеніе имѣетъ значеніе при рѣшеніи этого вопроса. Существуетъ общее явленіе въ нашихъ органахъ чувствъ: мы не обращаемъ вниманія на тѣ ощущенія, которыя не имѣютъ важности для насъ; мы «игнорируемъ» ихъ существованіе, если наше вниманіе не направлено на нихъ. Такъ, сюда относятся многочисленныя энтопическія зрительныя явленія, — именно «*touches volantes*», которыхъ мы не замѣчаемъ обыкновенно, но которыя становятся стойкими и тягостными, если постоянно обращать на нихъ вниманіе. Это справедливо также и относительно изображеній, получающихся въ физиологическомъ центрѣ сѣтчатки, въ томъ смыслѣ, что въ зрительномъ ощущеніи, зависящемъ отъ *fovea centralis*, мы замѣчаемъ только тѣ стороны, которыя имѣютъ для насъ какое-либо практическое значеніе; долгій опытъ научилъ насъ «игнорировать» другія стороны.

Нисколько не подвинули впередъ рѣшеніе настоящаго вопроса указаніемъ на то, что чѣмъ болѣе расплывчатыми являются двойныя изображенія (при аккомодации только къ точкѣ фиксаціи), или чѣмъ далѣе къ периферіи сѣтчатки они падаютъ, тѣмъ легче они могутъ быть игнорируемы. Ибо въ дѣйствительности мы ихъ замѣчаемъ, о чемъ свидѣлствуетъ знаніе нами положенія предметовъ, видимыхъ при помощи непрямого зрѣнія. Наконецъ, зрѣніе при помощи обѣихъ *foveae centrales* является точно также не абсолютно одиночнымъ. Если смотрѣть въ стереоскопъ на два рисунка какого-либо предмета, изъ которыхъ одинъ нарисованъ напр., краснымъ, а другой зеленымъ, то большинство людей не увидитъ его блѣ-

ватымъ, но будетъ видѣть его то краснымъ, то зеленымъ (борьба между тѣмъ и другимъ полемъ зрѣнія).

Мы касаемся здѣсь одного изъ самыхъ спорныхъ пунктовъ физиологіи органовъ чувствъ. Если мы выйдемъ въ сущность вещей, то замѣтимъ, что предварительно нужно было бы рѣшить вопросъ о томъ, почему раздраженія различныхъ точекъ сѣтчатки проецируются внѣ насъ, и при томъ раздраженіе каждой точки въ особомъ направленіи. Въ связи съ этимъ вопросомъ стоитъ другой, во все время занимавшій умы людей, — именно вопросъ о томъ, почему мы видимъ предметы въ прямомъ видѣ, хотя изображенія ихъ на сѣтчаткахъ обратныя.

Два взгляда борются въ настоящее время относительно этого вопроса. Тогда какъ одни, слѣдуя за Helmholtz'емъ, ставятъ въ актъ зрѣнія на первомъ мѣстѣ участіе разума, разсудка и личнаго опыта (*эмпирический* взглядъ), другіе, во главѣ съ Hering'омъ, утверждаютъ, что необходимъ болѣе физиологическій отвѣтъ на вопросы о сущности «зрѣнія», и хотятъ отнести «зрительныя сужденія» къ врожденнымъ физиологическимъ свойствамъ зрительнаго аппарата (*нативистический* взглядъ). Такимъ образомъ, теорія врожденности допускаетъ, что каждое зрительное ощущеніе заключаетъ въ себѣ съ самаго начала, по существу, объективное и даже тѣлесное начало; что ощущеніе, напр., чего-нибудь голубого, всегда является по меньшей мѣрѣ съ двумя измѣреніями. Эмпирическая теорія, напротивъ, утверждаетъ (и мы въ предшествующемъ остановились на этой точкѣ зрѣнія), что ничего ни тѣлеснаго, ни объективнаго не заложено первоначально въ ощущеніи, и что «сужденіе», актъ психологическій, относитъ это ощущеніе къ внѣшнимъ предметамъ вслѣдствіе часто повторяемаго опыта.

Эмпирическая точка зрѣнія излагается и защищается въ «Физиологіи зрѣнія» Helmholtz'a, а точка зрѣнія врожденности — въ сочиненіяхъ Hering'a ¹⁾. Какъ примѣръ этихъ споровъ, разберемъ вопросъ о прямомъ видѣніи обратныхъ изображеній на сѣтчаткѣ съ эмпирической точки зрѣнія.

II. Прямое видѣніе обратныхъ изображеній на сѣтчаткѣ. — Острота зрѣнія предполагаетъ, что возбужденіе колбочки сѣтчатки изолированно проводится къ нервнымъ центрамъ, гдѣ оно воспринимается также изолированно и различается отъ идентичнаго возбужденія другой колбочки, подобно тому какъ мы различаемъ (при закрытыхъ глазахъ) раздраженіе одного пальца отъ раздраженія другихъ. Необходимо, слѣдовательно, чтобы ощущеніе, зависящее отъ возбужденія одной точки сѣтчатки, отличалось чѣмъ-нибудь отъ ощущенія, вызваннаго точно такимъ же возбужденіемъ другой точки сѣтчатки. Оба ощущенія идентичны въ смыслѣ „качества“ и „количества“. Назовемъ вмѣстѣ съ Helmholtz'емъ „знакомъ мѣста“ („Localzeichen“) тотъ неизвѣстный по существу характеръ ощущенія, посредствомъ котораго мы различаемъ два идентичныхъ воздѣйствія, произведенныхъ на двѣ точки сѣтчатки. Если допустить существованіе знака мѣста, то различные вопросы зрѣнія могутъ быть сведены къ вопросу объ индивидуальной опытности.

Свѣтящаяся точка предмета при опредѣленномъ положеніи ея относительно глаза, будетъ возбуждать всегда одинъ и тотъ же элементъ сѣтчатки и вызывать всегда одно и то же ощущеніе, отличное однако по своему знаку мѣста отъ ощущенія, которое эта свѣтящаяся точка вызвала бы при другомъ положеніи относительно глаза. Съ помощью другихъ чувствъ, поднимая

¹⁾ *Beiträge z. Physiol.* 1861—1862. Резюме доводовъ Hering'a находится въ т. III *Hdb. d. Physiol.* Hermann'a.

напр. руку въ полѣ зрѣнія (мышечное чувство), мы сотни разъ убѣждаемся, что одному знаку мѣста всегда соответствуетъ предметъ, расположенный въ одной части поля зрѣнія, напр. вверху, другому знаку мѣста всегда соответствуетъ предметъ внизу поля зрѣнія и т. д. По мѣрѣ истолкованія знаковъ мѣста, а именно при помощи руки, этотъ контроль становится болѣе ненужнымъ. Такимъ образомъ объясняется видѣніе по двумъ измѣреніямъ, причемъ намъ нѣтъ необходимости знать, что наши колбочки и палочки расположены въ видѣ мозаики; изображеніе на сѣтчаткѣ является побочнымъ въ актѣ зрѣнія.

При такихъ разсужденіяхъ вопросъ о прямомъ видѣніи обратныхъ изображеній на сѣтчаткѣ разрѣшается, или вѣрнѣе—нѣтъ даже основанія для его постановки.

Ссылаться (съ точки зрѣнія врожденности) на воспріятіе изображенія внѣшнихъ предметовъ, проецируемаго въ мозговой корѣ (смотри. «психооптический центръ», стр. 576), значить ни на шагъ не подвинуть вопроса, а просто перемѣстить его, такъ какъ мы не болѣе знаемъ о «кортикальномъ» изображеніи, чѣмъ о «ретинальномъ».

Объяснять прямое видѣніе расположеніемъ колбочекъ и палочекъ въ направленіи къ центру глаза (Voltaire, а за нимъ Rouget), такъ что изображеніе на сѣтчаткѣ, проецируемое внѣ глаза по направленію лучей, становится приемымъ,—это еще менѣе рѣшаетъ вопросъ. Въ такомъ случаѣ слѣдовало бы предположить, что наше внутреннее чувство имѣетъ понятіе о направленіи палочекъ и о ходѣ лучей свѣта въ глазу!

III. Наблюденія надъ слѣпыми отъ рожденія, которые позднѣе, послѣ операціи, приобрѣли зрѣніе.—Разбираемый только что вопросъ сдѣлалъ бы громадный шагъ, если бы дѣти позднѣе вспоминали тѣ ощущенія, которыя они испытывали при первыхъ попыткахъ зрѣнія. Люди слѣпые отъ рожденія и получившіе зрѣніе позднѣе, послѣ операціи, болѣе или менѣе осуществляютъ это desideratum: они въ состояніи дать намъ отчетъ въ томъ, что они испытываютъ. Наблюденія, производимыя надъ подобными людьми, говорятъ въ пользу эмпирической теоріи.

При первыхъ своихъ попыткахъ къ зрѣнію слѣпые отъ рожденія, которые позднѣе, только вслѣдъ за операціей, приобрѣли это зрѣніе, не узнаютъ ни одного предмета, ни одного лица, хорошо извѣстныхъ имъ изъ другихъ ощущеній (слуховыхъ, осязательныхъ и проч.). И только послѣ многократнаго ощупыванія самыхъ обыкновенныхъ предметовъ, какъ ножъ, ложка и др., они начинаютъ ихъ различать по виду послѣ многодневнаго обученія. Самая простая круглая форма никомъ образомъ не узнается ими по виду, какъ таковая. Имъ кажется, что всѣ видимые предметы расположены передъ самыми ихъ глазами. Подобно дѣтямъ, они пытаются схватить рукою очень далекіе предметы. Повидимому, они *локализируютъ* всѣ видимые предметы по двумъ измѣреніямъ въ лежащей передъ ихъ глазами плоскости. На это можно возразить, что такіе люди не были вполнѣ слѣпы до операціи, и всѣ большіе предметы бросали тѣнь на сѣтчатку передъ операціей, такъ что, слѣдовательно, они уже владѣли нѣкоторымъ опытомъ для истолкованія своихъ зрительныхъ ощущеній.

Чувственные начала, на которыхъ основаны наши зрительныя сужденія.

Надо различать двѣ послѣдовательныя ступени въ усложненіи нашихъ зрительныхъ сужденій: 1) сначала является оцѣнка двухъ измѣреній: высоты

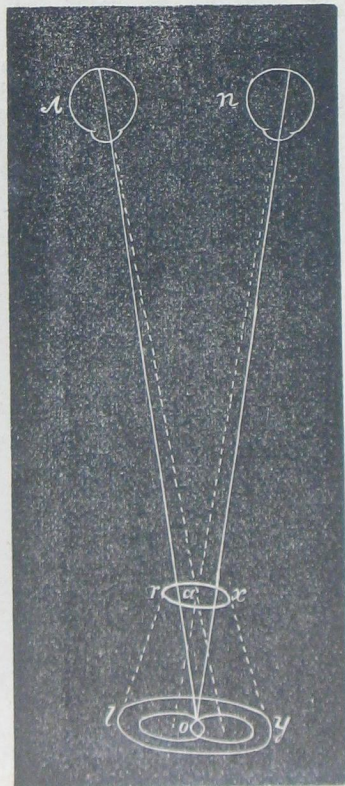
и ширины, иначе говоря—вопросъ о величинѣ предметовъ (кажущейся или абсолютной) по двумъ измѣреніямъ; 2) далѣе, необходимо опредѣленіе третьяго измѣренія, т. е. объема предметовъ.

IV. Опредѣленіе двухъ измѣреній. — Величина видимыхъ нами предметовъ (безъ участія другихъ чувствъ) является угловою, а не линейной величиной: одинъ и тотъ же зрительный уголъ, другими словами — одна и та же величина изображенія на сѣтчаткѣ, соответствуетъ очень различнымъ размѣрамъ предмета (смотри. фиг. 249, стр. 683). Слѣдовательно ни одинъ элементъ зрительнаго ощущенія не можетъ служить для составленія сужденія о двухъ измѣреніяхъ какого-либо предмета. Мы достигаемъ сужденія о *дѣйствительной величинѣ* предметовъ, пользуясь признаками, доставляемыми другими нервными аппаратами, именно аппаратомъ мышечнаго чувства; этого мы достигаемъ поворотомъ нашихъ глазъ, головы и даже всего туловища. Зная *кажущуюся величину* предмета, т. е. зрительный уголъ, мы опредѣляемъ дѣйствительную величину, принимая въ расчетъ разстояніе, на которомъ находится предметъ. Опредѣленіе абсолютной величины основывается, слѣдовательно, на опредѣленіи третьяго измѣренія.

V. Опредѣленіе третьяго измѣренія.—1) Главное средство, которымъ мы обладаемъ для сужденія о третьемъ измѣреніи и которое даетъ точные результаты, заключается въ сознаніи, что мы болѣе или менѣе *конвертируемъ* при фиксированіи двумя глазами точекъ, находящихся на различныхъ разстояніяхъ, для того, чтобы привести изображенія ихъ на обѣ *foveae centrales*. Другими словами, — мы основываемъ наше сужденіе на степени иннервации нашихъ прямыхъ мышцъ, наружной и внутренней.

Если обоими глазами смотрѣть на усѣченный конусъ (фиг. 271), то мы должны болѣе конвергировать при фиксированіи точки *a*—вершины конуса, чѣмъ точки *o* — основанія его. Таковое сужденіе основывается на ощущеніяхъ, слѣдующихъ другъ за другомъ въ то время, когда нашъ взглядъ (оба глаза) скользятъ отъ одной точки предмета къ другой. Разстояніе между обоими глазами служить до нѣкоторой степени тригонометрическою базою, которая служитъ намъ для сужденія объ отдаленности какой-либо точки (Brücke).

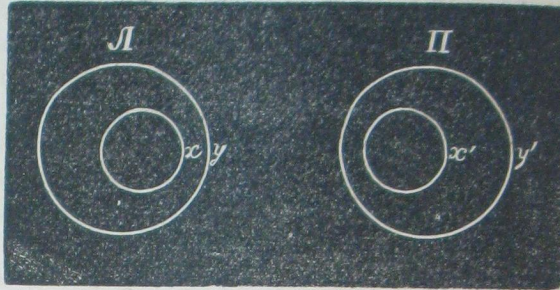
Очень простые опыты даютъ возможность наглядно выяснить вліяніе конвергенціи на опредѣленіе третьяго измѣренія. Помѣстимъ передъ каждымъ глазомъ слабую призму, основаніемъ внутрь, въ то время, когда мы фиксируемъ какую-либо точку; тогда оба изображенія на сѣтчаткахъ смѣстятся кнутри отъ обѣихъ *foveae centrales*, т. е. будутъ находиться не на гомеостенныхъ мѣстахъ сѣтчатокъ, и мы увидимъ двѣ точки. Но мы тотчасъ же измѣнимъ нашу конвергенцію, расслабляемъ внутреннія прямые мышцы, — и свѣтящаяся точка будетъ



Фиг. 271.

казаться одиночной, но только на болѣе далекомъ разстояніи, чѣмъ она находится на самомъ дѣлѣ.

Призмы съ основаніемъ кнаружи, напротивъ, заставляютъ насъ видѣть свѣтящуюся точку на разстояніи ближе дѣйствительнаго, въ чемъ можно убѣдиться, пробуя схватить ее рукой. Если (фиг. 273) мы смотримъ на свѣтящуюся точку a' черезъ два достаточно толстыхъ стекла, сложенныхъ въ видѣ двуграннаго

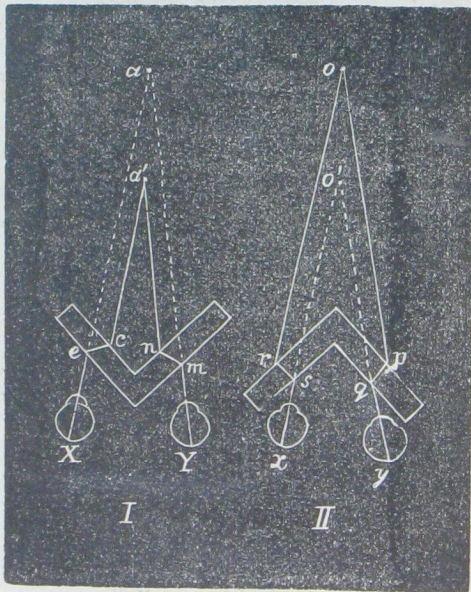


Фиг. 272.—Двойныя изображенія, получаемыя въ томъ случаѣ, когда фиксируютъ двумя глазами центръ и вершины усѣченного конуса на фиг. 271.

угла съ вершиной, обращенной къ глазамъ (фиг. I), то мы должны, для того чтобы видѣть точку a' одиночной, конвергировать не къ a' , а къ a ; мы увидимъ ее, поэтому, на болѣе далекомъ разстояніи отъ глаза, чѣмъ она находится на самомъ дѣлѣ. Если двугранный уголъ будетъ повернутъ въ противоположномъ направленіи (фиг. II), то мы увидимъ въ o' свѣтящуюся точку o , т. е. увидимъ ее

приближенную, такъ какъ оба глаза должны будутъ конвергировать сильнѣе (Rolle t).

2) Двойныя изображенія предметовъ, не лежащихъ на горизонтѣ, или иначе—видныя съ помощью нетождественныхъ точекъ сѣтчатокъ, служатъ точно также для опредѣленія пространства. Молнія, электрическая искра (Rapin) позволяютъ намъ судить о перспективѣ какого-либо пейзажа или о расположеніи мебели въ незнакомой намъ комнатѣ; мы отдаемъ себѣ отчетъ въ томъ, что двойныя изображенія какого-либо предмета, лежащаго ближе точки фиксаціи, будутъ разноименны и тѣ же изображенія будутъ одноименны въ томъ случаѣ, если предметъ лежитъ далѣе точки фиксаціи.



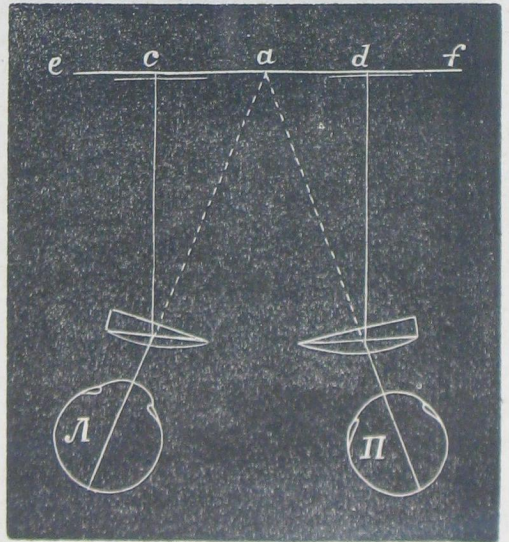
Фиг. 273.

Въ этомъ случаѣ абсолютное (истинное) разстояніе точки фиксаціи оцѣнивается благодаря конвергенціи, и большія или меньшія разстоянія, на которыхъ находятся двойныя изображенія отъ точки фиксаціи, служатъ для болѣе или менѣе точной локализациі другихъ предметовъ, позади или впереди, направо или налѣво и т. д. отъ фиксируемой точки. Но такое опредѣленіе третьяго измѣренія съ помощью мгновеннаго освѣщенія является довольно несовершеннымъ. Это зависитъ главнымъ образомъ отъ того, что мы очень неотчетливо видимъ предметы,

которые даютъ изображенія на периферіи сѣтчатки. Что же касается тѣхъ предметовъ, которые въ этомъ опытѣ находятся впереди или назади точки фиксаціи, то хотя они и даютъ изображенія на fovea centralis, но они будутъ видны не ясно, потому что глаза приспособлены только къ разстоянію фиксируемой точки.

Когда двумя глазами фиксируютъ вершину усѣченного конуса (фиг. 271), то основаніе его является въ видѣ двухъ изображеній, которыя достаточно отчетливы (даже при освѣщеніи одной только электрической искрой), чтобы казаться тѣлесными, и всѣ точки ихъ могутъ быть локализованы на своихъ мѣстахъ. Но для того, чтобы получить очень отчетливое впечатлѣніе рельефа, мы должны предоставить нашему зору скользить вдоль конуса, безпрестанно мѣняя конвергенцію; такимъ образомъ мы получимъ отчетливое впечатлѣніе отъ всѣхъ точекъ предмета и каждое изъ этихъ впечатлѣній будетъ соединено съ ощущеніемъ (мышечнымъ) той или другой конвергенціи. При бинокулярномъ зрѣніи нашъ мозгъ комбинируетъ, слѣдовательно, очень различныя, слѣдующія другъ за другомъ, изображенія одного и того же предмета какъ между собою, такъ и съ различными ощущеніями мышечной иннерваціи. Можно замѣтить, что если мы фиксируемъ двумя глазами центръ *a* вершины конуса (фиг. 271), то правый глазъ получаетъ при этомъ иное изображеніе, чѣмъ лѣвый (фиг. 272). Когда обоими глазами фиксируютъ центръ *a* вершины, то центръ совпадаетъ для лѣваго глаза (*I*) съ правой стороной основанія, тогда какъ для праваго глаза (*II*)—съ лѣвой стороной основанія (фиг. 272, *I* и *II*). И оба эти изображенія измѣняются въ зависимости отъ степени конвергенціи. Если мы предоставимъ нашему зору скользить вдоль конуса, то нашъ мозгъ получитъ непрерывную серію различныхъ зрительныхъ ощущеній, которыя будутъ непрерывно слѣдовать и переходить одно въ другое, подобно калейдоскопическимъ изображеніямъ (Brücke)

Стереоскопъ основанъ на томъ, что два предыдущіе фактора оказываютъ вліяніе на опредѣленіе третьяго измѣренія. Мы только что видѣли, что если двумя глазами смотрѣть на вершину конуса рисунка 271, то каждый глазъ будетъ видѣть его съ соответствующей стороны: правый глазъ видитъ болѣе широкой правую боковую сторону, лѣвый—таковую же лѣвую сторону конуса. Каждый глазъ получаетъ различное изображеніе (фиг. 272) конуса. Сдѣлаемъ такъ, чтобы каждый глазъ фиксировалъ рисунокъ конуса, сходный съ тѣмъ изображеніемъ на сѣтчаткѣ, которое получается отъ самого конуса. Тогда получится то же самое впечатлѣніе, какъ если бы смотрѣть на самый конусъ. Это именно и достигается при помощи стереоскопа (фиг. 274), инструмента въ который помѣщаются въ *c* и *d* два рисунка одного и того же предмета, снятые въ томъ видѣ, въ какомъ они представляются для праваго и лѣваго глаза. Каждый глазъ увидитъ соответствующій ему рисунокъ, что равносильно тому, какъ если бы оба глаза дѣйствительно разсматривали самый предметъ; двухъ рисунковъ *c* и *d* достаточно, чтобы видѣть стереоскопически. Такъ какъ было бы затруднительно направлять наши глаза параллельно (чтобы

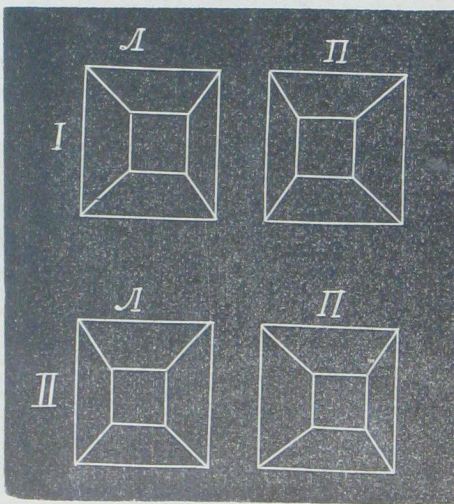


Фиг. 274.—Схема стереоскопа.

каждый фиксировалъ соответствующее ему изображение) тѣмъ болѣе тогда, когда хотѣть видѣть предметы, находящіеся, какъ извѣстно заранее, очень близко отъ насъ, то позволяютъ глазамъ конвергировать, но передъ каждымъ изъ нихъ помѣщаютъ призму съ основаніемъ кнаружи (призма отклоняетъ лучи свѣта въ сторону основанія). Если взять рисунокъ 274, то два луча, выходя изъ точекъ c и d , отклоняются и достигаютъ глаза, какъ бы выходя оба изъ одной точки a . Такимъ образомъ достигаютъ того, что видятъ оба предмета c и d какъ бы перемѣщенными въ точку a , т. е. въ точку фиксаціи. Для замѣны аккомодациі на столь близкое разстояніе, придаютъ каждой призмѣ съ одной или съ обѣихъ сторонъ выпуклую форму. Напримѣръ, для одного глаза, смотрящаго сверху внизъ на четырехугольную усѣченную пирамиду, маленькій четырехугольникъ вершины будетъ казаться лежащимъ въ центрѣ большого четырехугольника основанія. Но если двумя глазами смотрѣть на пирамиду сверху внизъ, какъ на конусъ фиг. 271, то каждый глазъ будетъ видѣть различное изображение пирамиды (1, фиг. 275). Если мы будемъ смотрѣть на два рисунка съ подобными фигурами въ стереоскопѣ, то увидимъ пирамиду, усѣченная вершина которой обращена къ намъ. Напротивъ, если мы будемъ разсматривать въ стереоскопѣ рисунки II, то мы увидимъ (со стороны основанія) внутренность усѣченной и полой пирамиды. Если бы мы на самомъ дѣлѣ смотрѣли на такую же пирамиду, то оба глаза дѣйствительно получили бы изображенія, обратныя изображеннымъ на рисункѣ I.

Можно достигнуть стереоскопическаго зрительнаго эффекта, смотря въ стереоскопъ при освѣщеніи только электрической искрой, какъ это уже упомянуто выше. Фиг. 272, напр., представляетъ стереоскопическій рисунокъ усѣченного конуса. Въ то время какъ два глаза фиксируютъ пару соответственныхъ точекъ x и x' обоихъ рисунковъ, другія точки конуса будутъ видимы вдвойнѣ. Онѣ дадутъ свое изображеніе не на тождественныхъ мѣстахъ сѣтчатокъ.

Можно легко убѣдиться, что то же самое происходитъ во всѣхъ стереоскопическихъ картинахъ. Однако, точно такъ же, какъ и при обычномъ бинокулярномъ зрѣніи, стереоскопическій видъ не даетъ полной иллюзіи при освѣщеніи одной электрической искрой, потому что очень многія точки предмета даютъ свое изображеніе на периферіи сѣтчатки. Если наблюдать за собою въ то время, когда мы смотримъ въ стереоскопъ, то легко замѣтить, что мы переводимъ взоръ съ одной точки рисунка на другую, подобно тому, какъ если бы



Фиг. 275. — Стереоскопическіе виды усѣченной пирамиды: I видъ съ вершины. II видъ со стороны основанія внутренности полой пирамиды.

передъ нами былъ предметъ. Такъ какъ каждый глазъ скользитъ по соответствующему ему рисунку, то является измѣненіе конвергенціи, подобно тому, какъ если бы взглядъ скользилъ по самому предмету. Пусть оба глаза фиксируютъ сначала точки x и x' (фиг. 272) вершины конуса и затѣмъ переходятъ къ фиксированію точекъ y и y' основанія; правый глазъ перемѣстится на разстояніе $x'y'$, лѣвый же — только на разстояніе $xу$; получается, слѣдовательно, уменьшеніе конвергенціи. То же самое относится и къ другимъ точкамъ стереоскопической картины.

Сознаніе того, что мы приводимъ въ дѣйствіе иннервацію обѣихъ нашихъ внутреннихъ прямыхъ мышцъ, служить, слѣдовательно, главнымъ факторомъ при опредѣленіи третьяго измѣренія. Многіе другіе факторы, которыми мы сейчасъ займемся, однако, также оказываютъ вліяніе, но значеніе ихъ будетъ болѣе второстепеннымъ. Они имѣютъ ту особенность, что, въ противоположность двумъ предыдущимъ, оказываютъ то же вліяніе на монокулярное зрѣніе, какъ и на бинокулярное. Повторяемъ, что свѣдѣнія, доставляемые ими одними, не отчетливы, и наше зрѣніе страдало бы многими недостатками, если бы мы ограничивались только ихъ помощью.

3) Ощущеніе, которое мы получаемъ отъ усилія *аккомодации*, необходимой для того, чтобы ясно видѣть предметъ (рѣсничная мышца сокращается сильнѣе, чтобы видѣть ясно болѣе близкій предметъ), служить намъ для сужденія о величинѣ.

Если замѣнить аккомодацию выпуклыми стеклами, которыя позволяютъ ослабить рѣсничную мышцу, то въ теченіе нѣсколькихъ дней предметы будутъ казаться болѣе отдаленными, чѣмъ они находятся въ дѣйствительности; обратно, — отрицательныя стекла, дѣйствіе которыхъ должно усиливать аккомодацию, представляютъ намъ всѣ предметы на болѣе близкомъ разстояніи, чѣмъ они находятся на самомъ дѣлѣ. — Но такъ какъ, тѣмъ не менѣе, уголъ зрѣнія, подѣ которымъ является намъ предметъ, вовсе не измѣняется, если мы смотримъ черезъ чечевицу, то мы и видимъ предметъ болѣе, разсматривая его черезъ положительное стекло, и уменьшеннымъ (*micropsia*), разсматривая черезъ отрицательное стекло. Однако, достаточно упражненія нѣсколькихъ дней, чтобы исправить эти ошибочныя заключенія.

4) *Уголъ зрѣнія*, подѣ которымъ видятся предметы извѣстныхъ намъ измѣреній, служить для заключенія о разстояніи: меньшему углу зрѣнія (одного и того же предмета) соотвѣтствуетъ большее разстояніе.

5) *Параллактическія перемѣщенія* предметовъ, находящихся на различныхъ разстояніяхъ. Если мы отклоняемъ въ сторону наше туловище или только голову, то кажется, что болѣе близкіе предметы смѣщаются въ направленіи обратномъ нашему движенію на фонѣ, образованномъ болѣе отдаленными предметами: кажется, что первые двигаются навстрѣчу послѣднимъ.

6) *Линейная перспектива*. Изъ двухъ предметовъ, лежащихъ по одному и тому же направленію, ближайшій болѣе или менѣе закрываетъ далѣе лежащій предметъ.

7) *Воздушная перспектива*. Болѣе отдаленные предметы пейзажа кажутся болѣе темными, потому что отражаемые ими лучи, проходя черезъ болѣе толстый слой воздуха (который никогда не является абсолютно прозрачнымъ), будутъ по большей части поглощены имъ, прежде чѣмъ достигнутъ нашего глаза. Сверхъ того эти предметы пріобрѣтаютъ голубоватый оттѣнокъ, такъ какъ воздухъ въ особенности поглощаетъ лучи съ большою длиною волны.

8) *Отброшенные тѣни*. Мы знаемъ обыкновенно положеніе источника свѣта, а слѣдовательно и направленіе падающихъ лучей его; непрозрачное тѣло отбрасываетъ тѣнь со стороны, противоположной источнику свѣта. Вліяніе, оказываемое отброшенными тѣнями на наше сужденіе о третьемъ измѣреніи, можетъ быть съ очевидностью доказано, если смотрѣть на матрицу медали черезъ сильно выпуклую чечевицу, такимъ образомъ, чтобы видѣть ее въ обратномъ видѣ. Выгравированныя на матрицѣ детали будутъ видимы въ обратномъ видѣ, и таковыми же будутъ видимы отбрасываемыя

тѣни. Но для того, чтобы подобныя отбрасываемыя тѣни получились при извѣстномъ паденіи свѣта, необходимъ рельефъ тамъ, гдѣ на матрицѣ имѣется углубленіе. И дѣйствительно, мы видимъ обратное изображеніе матрицы въ видѣ рельефа, съ такой очевидностью, что кажется будто мы имѣемъ передъ собой самое медаль.

Наше сужденіе о третьемъ измѣреніи основывается обычно на многихъ изъ указанныхъ выше фактовъ. Понятно также, что для отдаленныхъ предметовъ, воздушная перспектива должна имѣть перевѣсъ надъ аккомодацией и даже надъ конвергенціей; обратное справедливо относительно зрѣнія вблизи.

VI. Монокулярное зрѣніе.—При смотрѣніи однимъ только глазомъ отсутствуютъ два главныхъ фактора, на которыхъ основывается бинокулярное опредѣленіе третьяго измѣренія, именно конвергенція и совпадаемость обоихъ изображеній на сѣтчаткахъ. Однако, достаточно и одного глаза, чтобы судить—правда, крайне несовершенно—о третьемъ измѣреніи. Для этого пользуются средствами, перечисленными выше (отъ 3 до 8), отношеніемъ угла зрѣнія къ степени аккомодации, необходимой для яснаго видѣнія, параллактическими перемѣщеніями (боковымъ наклоненіемъ головы и всего туловища), линейной и воздушной перспективами и отбрасываемыми тѣнями. Несовершенство подобнаго зрѣнія обнаруживается очень простымъ опытомъ. Просить кого-нибудь, чтобы онъ закрылъ глазъ, приблизился къ какому-нибудь маленькому предмету и сразу, безъ размысленій, коснулся до него кончикомъ пальца (что всегда удастся сдѣлать при помощи двухъ глазъ): почти всякій разъ субъектъ, руководимый однимъ только глазомъ, или переходить, или не доходить до намѣченной цѣли.

Движеніе радужной оболочки.

Главная роль радужной оболочки состоитъ въ томъ, чтобы дополнить сходство глаза съ камерой-обскурой; она устраняетъ крайніе лучи свѣта, которые иначе прошли бы черезъ край хрусталика, гдѣ получили бы неправильное преломленіе и уменьшили отчетливость изображеній на сѣтчаткѣ. Однако радужная оболочка обладаетъ также другими важными движеніями: при сокращеніи ея зрачекъ расширяется, при расширеніи же ея зрачекъ суживается. Эти движенія зависятъ отъ присутствія двухъ мышцъ: *m. sphincter pupillae* (иннервируемаго *n. oculomotorio*) и *m. dilatator pupillae* (иннервируемаго шейной частью *n. sympathici*).

Существованіе *m. dilatatoris pupillae*, независимаго отъ сократительныхъ волоконъ сосудовъ радужной оболочки, оспаривается (именно Gr ü n h a g e n'омъ) на основаніи довольно вѣскихъ доводовъ. Авторы этой категоріи допускаютъ между прочимъ, что раздраженіе на шеѣ ствола симпатическаго нерва оказываетъ задерживающее вліяніе на волокна *m. sphincteris pupillae*.

Мы предпочитаемъ держаться, относительно этого вопроса, гипотезы, допускающей существованіе *m-li dilatatoris*, для простоты изложенія фактовъ.

1. Зрачекъ суживается тогда, когда сѣтчатка становится освѣщенной или когда освѣщеніе ея только увеличивается. Это рефлексъ на *m. sphincter pupillae*; центростремительнымъ путемъ его является *n. opticus*, или вѣрнѣе—спеціальныя волокна этого нерва (смотри стр. 565), центробѣжнымъ путемъ *n. oculomotorius*. Рефлекторное движеніе является съ обѣихъ сторонъ, даже если освѣщается одинъ только глазъ (совмѣстное сокращеніе обоихъ зрач-

ковъ). Оно сохраняется, даже когда парализуются или удаляются полушарія большого мозга.

2. Хотя движенія радужной оболочки не зависятъ отъ аккомодациі (послѣдняя остается нетронутой при отсутствіи *iridis*), однако они имѣютъ внутреннюю связь съ сокращеніями рѣсничной мышцы, или съ конвергенціей. *Sphincter pupillae* сокращается, зрачекъ суживается, когда мы смотримъ вблизи (когда мы аккомодируемы), зрачекъ расширяется, когда мы смотримъ вдаль. Это движеніе также является одновременно въ обѣихъ радужныхъ оболочкахъ.

3. Въ двухъ предыдущихъ случаяхъ дѣйствующей мышцей является *m. sphincter*. Существуетъ еще третья категорія движеній радужной оболочки, гдѣ дѣятелемъ является *m. dilatator*. Зрачекъ активно расширяется при сильномъ раздраженіи какой угодно части нервной системы. Раздраженіе всякаго периферическаго нерва вызываетъ этотъ эффектъ. То же самое получается при всякомъ мозговомъ потрясеніи; напр. при испугѣ зрачекъ сильно расширяется.—Эти различныя вліянія дѣйствуютъ черезъ посредство *centrum cilio-spinale*, заложennaго въ нижнемъ концѣ шейной части спинного мозга, который въ то же время иннервируетъ расширяющія зрачекъ волокна, содержащіеся въ шейной части *n. sympathici* (перерѣзка послѣдняго суживаетъ зрачекъ, раздраженіе периферическаго конца его расширяетъ зрачекъ. Эти волокна достигаютъ орбиты, проходя черезъ *ganglion Gasseri* (Fr. Frank).

Извѣстная степень тонуса *m. dilatatoris pupillae*, поддерживаемая дѣятельностью различныхъ частей нервной системы, существуетъ, вѣроятно, всегда при состояніи бодрствованія. Результатомъ этого является замѣтная степень расширенія зрачка. Во время сна зрачекъ бываетъ крайне суженъ (прекращеніе иннерваций, вліяющихъ на *centrum cilio-spinale* и зависящихъ отъ мозговой дѣятельности). Если ушипнуть спящаго, то зрачекъ расширяется, даже если спящій и не пробуждается. Въ моментъ дѣйствительнаго пробужденія является замѣтное расширеніе зрачка (вліяніе мозгового пробужденія на *centrum cilio-spinale*). При явленіяхъ раздраженія мозга зрачекъ расширяется; онъ сильно суживается при параличѣ мозга (зловѣщій признакъ суженія зрачка при мозговыхъ страданіяхъ). Такъ какъ три вида перечисленныхъ выше вліаній безпрестанно и своеобразно измѣняются въ бодрственномъ состояніи, то понятно, что у дѣятельнаго человѣка діаметръ зрачка ни на одно мгновеніе не остается однимъ и тѣмъ же.

Передняя часть ядра *n. oculomotorii* иннервируетъ одинъ только *m. sphincter pupillae* (смотри стр. 626).

Измѣненія калибра сосудовъ радужной оболочки видоизмѣняютъ также діаметръ зрачка. Когда сосуды наполняются кровью, объемъ ихъ увеличивается и они напрягаютъ радужную оболочку (зрачекъ суживается); когда же они пустуютъ,—объемъ ихъ уменьшается и зрачекъ расширяется. Зрачекъ бываетъ суженъ послѣ прокола передней камеры (истеченіе водянистой влаги и гиперемія радужной оболочки *ex vaso*).

Зрачекъ глаза, вырѣзаннаго у угря или у лягушки, реагируетъ еще подѣйствіемъ свѣта, вѣроятно вслѣдствіе непосредственнаго дѣйствія послѣдняго на мышечныя волокна *iridis* (смотри стр. 381).

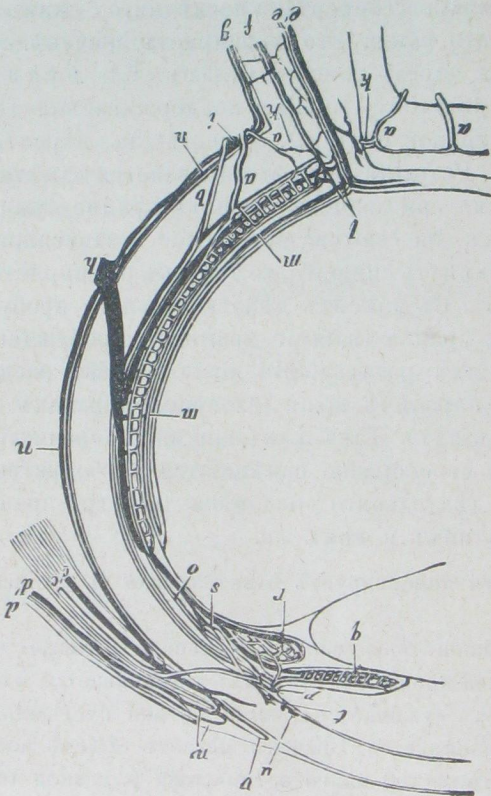
Средства, расширяющія и суживающія зрачекъ (mydriatica и myotica). Чрезвычайно малое количество атропина, введеннаго въ глазъ и всосавшагося, напр. послѣ впусканія въ конъюнктивальный мѣшокъ, *ad maximum* расширяетъ зрачекъ на нѣсколько дней (*mydriasis*). Въ это же время аккомодация прекра-

щается (паралитъ *m-li sphincteris pupillae* и *m-li ciliaris*). Небольшое количество эзерина (алкалоидъ изъ калабарскихъ бобовъ) или пилокарпина, введенное подобнымъ же образомъ въ глазъ, суживаетъ зрачекъ *ad maximum* (*myosis*); въ то же время глазъ остается приспособленнымъ для его *punctum proximum* (спазмъ *m-li sphincteris pupillae* и *m-li ciliaris*).

Дѣйствіе одного изъ этихъ алкалоидовъ можетъ быть нейтрализовано дѣйствіемъ другого (физиологическій антагонизмъ). Оба эффекта прекращаются послѣ перерѣзки или паралича нервныхъ волоконъ, расширяющихъ и суживающихъ зрачекъ, а также и рѣсничнаго узла (*ganglion ciliare*). Пунктъ, подвергающійся вліянію этихъ ядовъ, лежитъ, слѣдовательно, на периферіи и заложенъ въ самомъ глазу (мышечныя волокна радужной оболочки и рѣсничной мышцы, или же нервныя клѣтки рѣсничнаго нервного сплетенія).

Питаніе глаза. Внутриглазное давленіе.

Внутриглазное давленіе.—Внутриглазные органы нормально находятся подъ довольно высокимъ давленіемъ, которое съ замѣчательнымъ постоянствомъ держится на цифрѣ въ 20—30 мм. ртути. Хорошо изучены нѣкоторыя вліянія, способныя ненадолго измѣнить это давленіе, или повышая, или понижая его; но ближайшія причины его существованія и его постоянства рѣшительно неизвѣстны. — Водянистая влага, въ силу легкости ея возобновленія, имѣетъ, по видимому, отношеніе къ регулированію этого давленія.



Фиг. 276.—Схема внутриглазного кровообращенія (по Th. Lebery)¹⁾.

Особенности внутриглазного кровообращенія и питанія.—Совершенная прозрачность нѣкоторыхъ частей глаза, необходимая для правильнаго хода свѣтовыхъ лучей, зависитъ отъ отсутствія сосудовъ и крови въ этихъ частяхъ, которыми являются: прозрачная часть роговицы, водянистая влага, хрусталикъ, стекловидное тѣло и сѣтчатка. Эти органы должны, слѣдовательно, заимствовать свой питательный матеріалъ у окружающихъ частей; вслѣдствіе чего нѣкото-

¹⁾ Горизонтальный разрѣзъ глаза. Вены темныя, артеріи свѣтлыя. *Arteriae ciliares posteriores breves* (a), числомъ отъ 15 до 20, проникаютъ въ глазъ около зрительнаго нерва и немедленно превращаются въ хорондальную сѣть. Двѣ *arte-*

рые изъ этихъ послѣднихъ обладаютъ богатой сосудистой сѣтью, вовсе не соотвѣтствующей ихъ собственнымъ потребностямъ.

Такимъ именно образомъ прозрачная роговица питается богатой сѣтью перикорнеальныхъ сосудовъ *v* (фиг. 276), лежащихъ подъ конъюнктивой, по окружности роговицы и снабжаемыхъ кровью посредствомъ переднихъ рѣсничныхъ артерій (развѣтвленія мышечныхъ артерій *c*).

Прозрачныя среды, въ собственномъ смыслѣ слова (водянистая влага, хрусталикъ и стекловидное тѣло), совершенно лишены кровеносныхъ сосудовъ. Сѣтчатка, послѣдняя изъ прозрачныхъ средъ, точно также лишена ихъ у большинства животныхъ даже крупной величины; она содержитъ ихъ у человека только во внутреннихъ слояхъ и въ количествѣ, недостаточномъ для удовлетворенія довольно значительныхъ питательныхъ потребностей. Источникомъ питанія для всѣхъ внутреннихъ органовъ служитъ средняя оболочка глаза, называемая также сосудистой оболочкой, и состоящая изъ *chorioidea*, *corpus ciliare* и *iris*. *Chorioidea* (снабжаемая кровью изъ *art. ciliares posteriores breves* *a*) является одной изъ наиболѣе богатыхъ кровью частей всего тѣла. Капиллярная сѣть ея развита почти такъ же, какъ и капиллярная сѣть легочныхъ альвеолъ. И однако, въ *chorioidea* нѣтъ ни мышечныхъ волоконъ, ни другого какого-либо элемента, функціональная дѣятельность котораго требовала бы столь интензивнаго питанія. Слѣдовательно, хороидальные сосуды предназначены для питанія наружныхъ слоевъ сѣтчатки, именно колбочекъ и палочекъ (*N u e l*).

Это вытекаетъ уже изъ того факта, что хороидальные капилляры всѣ уединены во внутреннемъ слое (*chorio-capillaris*) оболочки, въ тѣсномъ соприкосновеніи съ сѣтчаткой; мы знаемъ, что питательный обмѣнъ имѣетъ мѣсто въ особенности въ капиллярахъ. Область желтаго пятна и въ особенности *foveae centralis*, гдѣ зрительная функція является наиболѣе интензивною, отличается очень большимъ развитіемъ хороидальныхъ капилляровъ (*N u e l*). Болѣе крупные сосуды занимаютъ внѣшніе хороидальные слои. Мы знаемъ также, что эритропсинъ, одно изъ

riae ciliares posteriores longae (*b*) проникаютъ въ глазъ вѣсть съ предыдущими, располагаются между *chorioidea* и *sclerotica* и идутъ впередъ вплоть до рѣсничнаго тѣла, гдѣ онѣ образуютъ большой артеріальный кругъ радужной оболочки. Онѣ не доставляютъ, слѣдовательно, крови для *chorioidea*. Въ послѣдней, во внутреннемъ слое, находятся капилляры *m* (обозначенные петлями). — Артеріи прямыхъ мышцъ даютъ 4—6 *arteriae ciliares anteriores*, которыя идутъ впередъ, подъ конъюнктивой, каждая изъ нихъ отдаетъ *ramus perforans p*, который прободаетъ склеру, чтобы войти въ большой артеріальный кругъ радужной оболочки, тогда какъ конечныя вѣточки тотчасъ же превращаются въ перикорнеальную сѣть *v*. Артеріальная кровь рѣсничнаго тѣла и радужной оболочки берется изъ обѣихъ *art. ciliares poster. longae* и *rami perforantes*. — Венозная кровь всѣхъ сосудистыхъ оболочекъ оттекаетъ по вортикознымъ венамъ *h*, которыя въ числѣ отъ 4 до 6, выходятъ изъ глаза по его экватору. Онѣ уносятъ кровь *chorioideae*, рѣсничнаго тѣла и радужной оболочки; незначительныя вены, выходящія изъ радужной оболочки и рѣсничныхъ отростковъ, помѣщаются на внутренней поверхности рѣсничной мышцы. — *ee' vena* и *arteria centrales retinae*. Система ихъ капилляровъ не сообщается ни съ системой сосудистой оболочки, ни съ системой рѣсничнаго тѣла, но тѣсно соединяется съ капиллярной системой зрительнаго нерва. Эта же послѣдняя сообщается въ свою очередь съ системой *chorioideae* и, въ особенности, съ сосудами склеры.

фотохимическихъ началъ палочекъ, образуется исключительно на счетъ пигментнаго эпителия, т. е. со стороны *chorioidae*. Наконецъ болѣзни *chorioidae* гораздо болѣе измѣняютъ чувствительность сѣтчатки къ свѣту, чѣмъ болѣзни самой сѣтчатки, локализирующіяся во внутреннихъ слояхъ ея, въ области ретинальныхъ сосудовъ. Чрезвычайное богатство хороидальныхъ капилляровъ доказываетъ также что питательный обмѣнъ долженъ быть въ особенности интензивенъ въ колбочкахъ и палочкахъ.—Рѣсничная мышца имѣетъ свои собственные капилляры. Такое богатое развитіе сосудовъ въ рѣсничныхъ отросткахъ, лишенныхъ въ то же время элементовъ, требующихъ усиленнаго питанія, предназначено для питанія стекловиднаго тѣла, хрусталика (оба эти органа измѣняются при болѣзняхъ рѣсничнаго тѣла) и водянистой влаги.

Водянистая влага доставляется рѣсничными отростками (и отчасти задней поверхностью радужной оболочки); она является истиннымъ секретомъ цилиндрическаго эпителия, покрывающаго отростки (*Nicati*). Выдѣляясь въ заднюю камеру глаза, она отсюда проходитъ въ переднюю, черезъ капиллярное пространство, находящееся между хрусталикомъ и свободнымъ краемъ радужной оболочки (можетъ быть также и черезъ рѣсничную часть послѣдней); она имѣетъ обратный оттокъ у угла между радужной оболочкой и роговицей, въ *ligamentum pectinatum iridis*. По Schwalbe, здѣсь есть открытія сообщенія между передней камерой и передними рѣсничными венами. Отчасти же она проникаетъ въ стекловидное тѣло, главную массу котораго она составляетъ, и затѣмъ удаляется обратно около зрительнаго нерва (*Priestley Smith, Leplat* и др.).

Защитительные органы глаза.

Свободная поверхность глаза періодически закрывается вѣками, движеніе которыхъ служитъ для удаленія вредныхъ (въ особенности для прозрачности роговицы) агентовъ и для постоянного увлажненія слезами поверхности роговицы. Когда вслѣдствіе рубцовъ на кожѣ, напримѣръ послѣ ожога, движенія вѣкъ становятся затруднены, роговица, будучи постоянно обнаженной, высыхаетъ и пыль изъ воздуха уже не удалится болѣе. Въ такихъ случаяхъ эпителий роговицы мутнѣетъ, слущивается; прозрачность ея теряется и сама она становится очагомъ нагноенія (смотри стр. 628).

Движенія вѣкъ произвольны, но по большей части они являются чисто рефлекторнымъ актомъ, вызваннымъ раздраженіемъ центростремительныхъ волоконъ тройничнаго нерва.

Этотъ послѣдній, давая общую чувствительность главному яблоку и его придаткамъ, является какъ бы „стражемъ глаза“. Смыканіе глазной щели производится сокращеніемъ круговой мышцы вѣкъ, настоящимъ сфинктеромъ глазной щели, иннервируемымъ чрезъ *n. facialis*. Актъ открыванія глазной щели является пассивнымъ отъ участія нижняго вѣка, которое немного опускается въ силу тяжести и эластичности его частей; верхнее же вѣко, наоборотъ, тянется кверху своей собственной мышцей, иннервируемой *n. oculomotorio*.

Слезы — водянистая жидкость, содержащая соли, въ особенности NaCl , и муцинъ,—стекаютъ чрезъ слезный аппаратъ (слезныя точки, слезныя каналы, слезный мѣшокъ и слезно-носовой каналъ) въ носъ. Этотъ аппаратъ представляетъ настоящій всасывающій и нагнетательный насосъ; онъ снабженъ складками слизистой оболочки, исполняющими роль клапановъ и поз-

воляющими слезамъ стекать только по направленію къ носу. Въ моментъ сокращенія круговой мышцы вѣкъ, сократительныя волокна, заключающіяся на передней поверхности слезнаго мѣшка, растягиваютъ его и слезы всасываются. Затѣмъ мышца расслабляется и эластичностью ткани излишекъ выгоняется по направленію въ одну только сторону, гдѣ есть выходъ, т. е. къ носу. Круговыя мышечныя волокна, содержащіяся въ слезныхъ точкахъ совместно съ расположенными заслонками, препятствуютъ, вѣроятно своимъ сокращеніемъ, обратному оттоку слезъ въ конъюнктивальный мѣшокъ. Когда хотятъ „согнать съ глазъ досадную слезу“, вызванную слишкомъ сильнымъ волненіемъ, то начинаютъ моргать, чтобы заставить функционировать слезный насосъ; а затѣмъ втягиваютъ нѣсколько разъ воздухъ черезъ ноздри, чтобы ускорить истеченіе слезъ. Испареніе слезъ у носового отверстія слезныхъ путей производитъ всасываніе жидкости книзу, что способствуетъ въ то же время дальнѣйшему истеченію слезъ изъ конъюнктивальнаго мѣшка.

Органъ слуха.

Ощущенія, вызываемыя возбужденіемъ нервнаго аппарата слуха, называются слуховыми. Они являются всякій разъ, когда возбуждается опредѣленная часть мозговой коры височной доли (окончаніе волоконъ слухового нерва). Специальнымъ, *адекватнымъ* возбудителемъ слухового нервнаго аппарата служатъ звуковыя колебанія, которыя сначала передаются эндолимфѣ, а затѣмъ периферическому окончанію слухового нерва. Окончаніе этого нерва легко возбуждается звуковыми волнами, тогда какъ самъ нервъ совершенно нечувствителенъ къ нимъ. Далѣе, это чувствительное окончаніе окружено сложными частями, предохраняющими его отъ дѣйствія другихъ внѣшнихъ вліяній и, наоборотъ, способствующими легкому доступу звуковыхъ волнъ. — Слуховой нервный аппаратъ часто однако возбуждается другими вліяніями, кромѣ звуковыхъ волнъ, иногда, напр. нѣкоторыми патологическими процессами. Когда мы поднимаемъ голову послѣ сильнаго наклоненія всего туловища книзу, у насъ часто появляются „субъективныя“ слуховыя ощущенія, въ видѣ очень рѣзкаго звона въ ушахъ.

Если наблюдать за собой при абсолютно-полной тишинѣ, то можно замѣтить, что мы никогда не остаемся безъ слуховыхъ ощущеній: мы всегда слышимъ что-либо, подобно тому какъ мы видимъ, при отсутствіи внѣшнихъ раздраженій, свѣтовой хаосъ. При болѣзняхъ уха, болѣе или менѣе поражающихъ лабиринтъ, больные часто тяготеютъ жужжаніемъ въ ушахъ, шумомъ и проч. При пораженіи нервныхъ центровъ очень часто бываютъ слуховыя галлюцинаціи (говорящіе голоса и проч.).

Предварительныя замѣчанія о нѣкоторыхъ физическихъ свойствахъ звука.

Отраженіе звука.—Вслѣдъ за быстрымъ перемѣщеніемъ какого-либо тѣла, въ окружающемъ воздухѣ происходитъ сгущеніе, сближеніе между собою частицъ, распространяющееся по всѣмъ направленіямъ въ видѣ сферической волны, центромъ которой является первоначально приведенная въ колебаніе точка. Такое сгущеніе сопровождается тотчасъ же во всѣхъ участкахъ разрѣженіемъ воздуха затѣмъ равновѣсіе восстанавливается, если новыя сотрясенія не произведутъ того же самаго явленія. Если подобная волна ударяетъ въ наше ухо, то она производитъ здѣсь, при извѣстныхъ обстоятельствахъ, слуховое ощущеніе—звукъ. Какъ въ

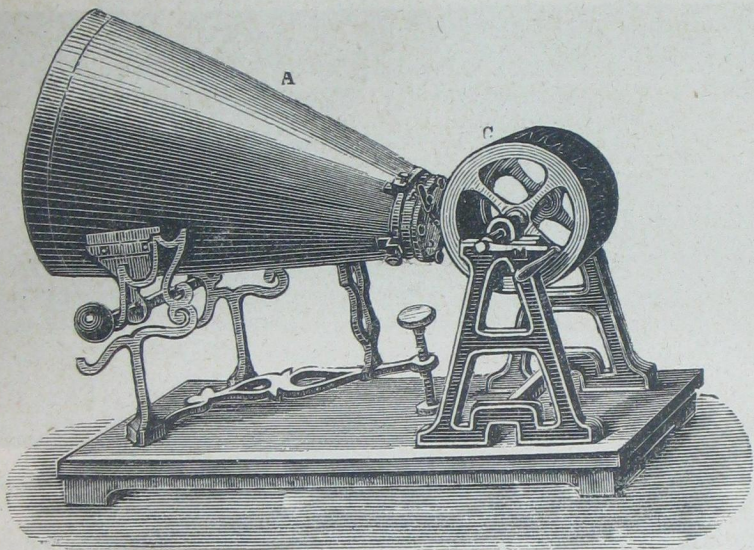
случаѣ глаза, и здѣсь мы приписываемъ качество нашего слухового ощущенія виѣшнему агенту,—колебаніямъ воздуха мы даемъ названіе звучащей волны, *звука*.—Звуковыя колебанія распространяются въ воздухѣ по тѣмъ же законамъ, которые управляютъ и распространеніемъ колебаній эфира (свѣтового), съ быстротой 333 метровъ въ секунду. Мы можемъ различать звуковой «лучъ», т. е. ту линію, по которой звукъ достигаетъ нашего уха. Звукъ подвергается отраженію отъ поверхности тѣла (уголъ паденія при этомъ равенъ углу отраженія). Звуковое колебаніе, ударяясь о какое-либо твердое тѣло, не отражается вполнѣ: часть живой силы передается твердому тѣлу и подвергается здѣсь настоящему преломленію.

Отраженіе звуковыхъ волнъ нашло нѣкоторыя замѣчательныя примѣненія. Предположимъ, что звуковой лучъ или, какъ говорятъ обыкновенно, звуковая волна вступаетъ въ полый цилиндръ или въ полый конусъ и притомъ по его оси. Волна имѣетъ стремленіе распространиться вышеуказаннымъ образомъ, но каждый лучъ, касающійся стѣнки, падаетъ въ косомъ направленіи; онъ отражается по направленію кнутри, одинъ, два, и т. д. раза; живая сила достигаетъ другого конца трубы, уменьшаясь не пропорціонально квадрату пройденнаго пути (какъ при распространеніи въ свободномъ воздухѣ), но въ гораздо меньшей пропорціи (небольшая часть сообщается стѣнкѣ и уходитъ въ окружающій воздухъ). Сюда относятся рупоры, рожки и слуховыя трубы, отоскопъ, говорныя трубы и всѣ инструменты, которые не усиливаютъ, слѣдовательно, звука, но болѣе или менѣе препятствуютъ его ослабленію.—Стетоскопъ, хотя онъ и дѣлается часто похожимъ на слуховой рожекъ, обязанъ своимъ примѣненіемъ другому обстоятельству, именно—передачѣ звуковыхъ колебаній черезъ твердую массу, изъ которой приготовленъ инструментъ.—Микрофонъ дѣйствительно усиливаетъ звуки; причина усиленія живой силы заключается въ электрическомъ элементѣ.

Передача звука черезъ твердыя тѣла.—Колебанія, которыми одушевлены частицы воздуха, сообщаются частицамъ твердыхъ тѣлъ, которыя въ свою очередь колеблются и передаютъ свою живую силу сосѣднимъ частицамъ. Волна сгущенія частицъ, сопровождаемая волною разрѣженія ихъ, проходитъ точно также и черезъ твердое тѣло, притомъ съ большей быстротой, чѣмъ въ воздухѣ. Твердое тѣло остается неподвижнымъ, хотя частицы его перемѣщаются. Звуковое колебаніе можетъ также перемѣстить твердое тѣло и во всей его совокупности, можетъ породить движеніе массъ. Это бываетъ тогда, когда тѣло имѣетъ слишкомъ малый объемъ, чтобы вмѣстить въ свое протяженіе длину цѣлой волны; таковъ примѣръ скрипичной струны или какой-либо перепонки. Если длина волны много превосходитъ толщину перепонки, то частицы этой послѣдней всѣ перемѣщаются (въ данный моментъ) въ одномъ и томъ же направленіи: перемѣщается, слѣдовательно, вся перепонка. Когда звуковая волна ударяетъ о перепонку, то поверхность удара является очень большой въ сравненіи съ массой перепонки; послѣдняя приводится въ колебаніе поэтому относительно большимъ количествомъ живой силы, что и служитъ благоприятнымъ обстоятельствомъ для сообщенія движенія отъ воздуха твердому тѣлу. Примѣромъ такой перепонки можетъ служить барабанная перепонка уха.

Графическое изображеніе звуковыхъ волнъ.—Графическій методъ даетъ возможность сдѣлать видимымъ путь, проходимый частицами вибрирующаго тѣла, такъ же, какъ и перемѣщенія вибрирующихъ тѣлъ во всей ихъ совокупности; достигается это слѣдующимъ образомъ. Мы только что сказали, что волна сгущенія воздуха можетъ вызвать, именно въ перепонкѣ, движеніе массы,

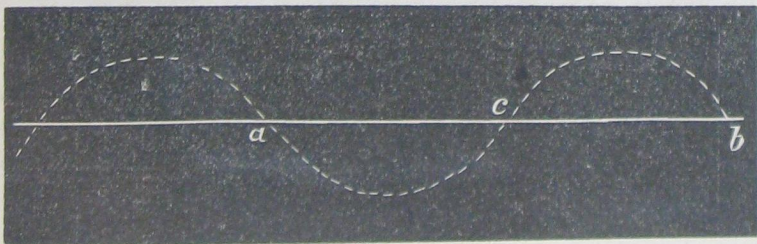
т. е. реальное перемѣщеніе. Скорость, съ которой колеблется перепонка, будетъ соотвѣтствовать сгущенію или степени сближенія частицъ воздуха, колеблющаго перепонку. Если снабдить перепонку рычагомъ или пишущимъ перомъ, то послѣднее можетъ записать, напр. на воспринимающемъ цилиндрѣ, кривую, которая будетъ вѣрнымъ изображеніемъ того промежутка времени, съ которымъ слѣдуютъ одно за другимъ сгущеніе и разрѣженіе частицъ воздуха; кривая будетъ изображать скорость съ которой колеблется частицы. Подобный инструментъ (фиг. 277)



Фиг. 277.—Фонаутографъ Scott'a.

данъ намъ въ *фонаутографъ* (Scott). Конусъ *A* является, такъ сказать, слуховой трубой; онъ задерживаетъ входящія въ него звуковыя волны и приводитъ ихъ почти неизмѣненными до лежащей въ концѣ его перепонки. Последняя имѣетъ пишущій рычагъ, который чертитъ линію на горизонтальномъ цилиндрѣ *C*, приводимомъ въ движеніе рукой (или часовымъ механизмомъ) и обернутомъ законченной бумагой.

Если мы будемъ держать у открытаго конца фонаутографа вибрирующій ка-



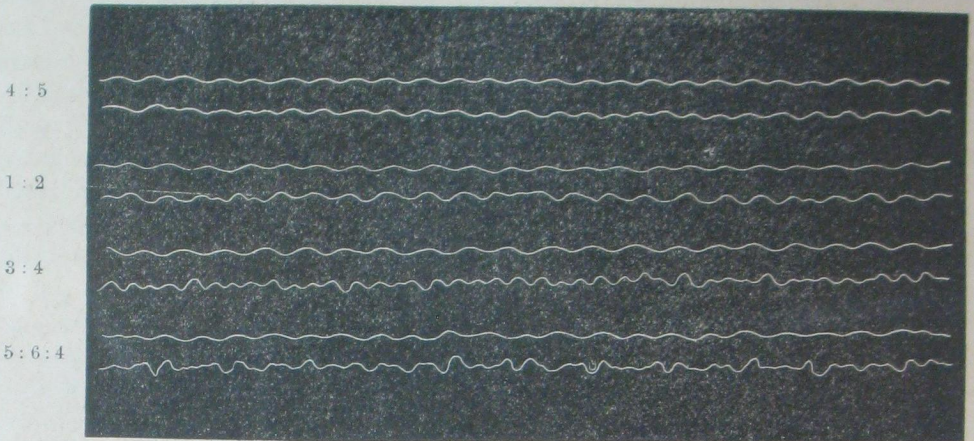
Фиг. 278.

мертонъ, то мы получимъ очень правильную кривую, сходную съ представленной на фиг. 278 и извѣстной подъ именемъ синусоиды. Камертонъ производитъ, слѣдовательно, очень правильныя движенія, подобно маятнику; послѣдній начертитъ бы на записывающемъ цилиндрѣ точно такую же синусоиду.

Если два звуковыхъ источника дѣйствуютъ (передъ фонаутографомъ) одновременно, то какая-либо частица воздуха получаетъ два различныхъ толчка; кривая измѣнится, она будетъ результирующей двухъ толчковъ. Три, четыре, и т.

звуковых источника изменять соответственно и кривую: последняя станет больше или меньше неправильной.

Фиг. 279 представляет снятые таким образом кривые. Верхняя кривая (синусоида), в каждой из четырех пар записей, изображает колебания камертона, дающего 512 колебаний в секунду; колебания эти с помощью рычага, прикрепленного к одной из ветвей его, точно записываются на цилиндр. Нижняя кривая в паре 1:2 получена от поставленных передь фоноавтогра-



Фиг. 279.—Графическое воспроизведение звуковых колебаний, сделанное с помощью фоноавтографа.

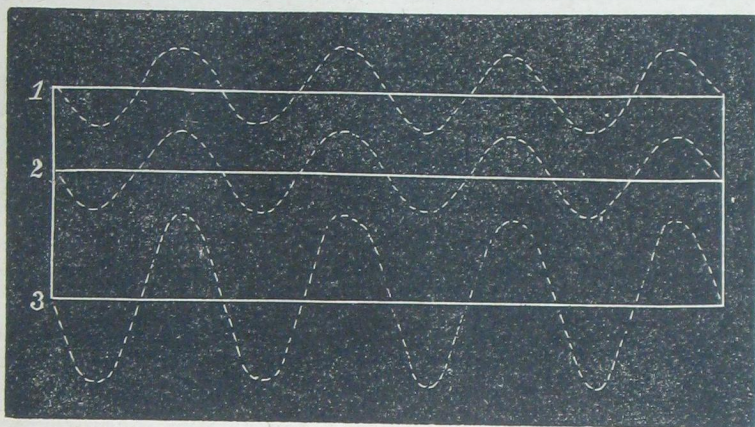
фомъ двухъ камертоновъ, колебания которыхъ находятся въ отношеніи 1:2 (512 и 1024); для нижней кривой въ парѣ 4:5 пользовались колебаніями, находящимися въ отношеніи 4:5; для кривой 5:6:4 брали три камертона, колебания которыхъ были въ отношеніи 5:6:4.

Звуковыя волны, происходящія отъ колебаній большинства звучащихъ тѣлъ, являются болѣе или менѣе сложными. Приведенная въ движеніе струна колеблется во-первыхъ вся цѣликомъ, затѣмъ обѣ половины ея колеблются каждая отдѣльно, и эти частныя ея колебанія совершаются вдвое быстрѣе, чѣмъ колебанія всей струны. Въ свою очередь, трети, четверти и т. д. струны также могутъ колебаться, и притомъ въ 3, въ 4 и т. д. раза скорѣе, чѣмъ вся струна въ цѣломъ. Каждое изъ этихъ колебаній выражается маятникообразной волною различной длины, и такъ какъ эти толчки дѣйствуютъ одновременно на извѣстную частицу воздуха, то движеніе послѣдней не будетъ простымъ движеніемъ маятника; записанная на фоноавтографѣ кривая будетъ рѣзко отличаться отъ синусоиды. Большинство звучащихъ тѣлъ, колеблющихся перепонокъ, даже нашихъ музыкальныхъ инструментовъ сводятся на ту же колеблющуюся струну. Камертонъ является однимъ изъ рѣдкихъ исключеній, такъ какъ онъ колеблется по типу маятника. Звукъ, издаваемый флейтой, также является простымъ.

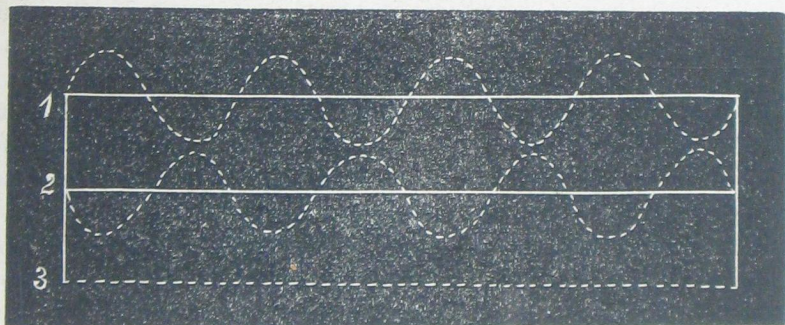
Эффекты двухъ или болѣе одновременно произведенныхъ колебаній изображены на фигурахъ 280, 281 и 282. Если два маятникообразныхъ колебанія 1 и 2 (фиг. 280) сообщаются воздуху такимъ образомъ, что фазы ихъ обоихъ совпадаютъ, то полученный въ результатъ звукъ будетъ только усиленъ, а полученная отъ нихъ кривая (3) даетъ то же самое число волнообразныхъ движеній, какъ и двѣ первыя, но эти движенія будутъ имѣть болѣе большой размахъ; живая сила вибрирующихъ частицъ является только усиленной, ритмъ же колебанія не измѣняется: звукъ будетъ тотъ же самый съ точки зрѣнія высоты, но болѣе интенсивный.—Если двѣ синусоиды, представляющія колебанія 1 и 2 (фиг. 281) двухъ идентич-

ных камертоновъ, накладываются другъ на друга съ перемѣщеніемъ на половину длины волны, т. е. если фазы двухъ идентичныхъ звуковыхъ колебаній различаются на половину волны, то одинъ толчекъ стремится двинуть частицу въ одномъ направленіи, другой въ направленіи противоположномъ: частица оста-

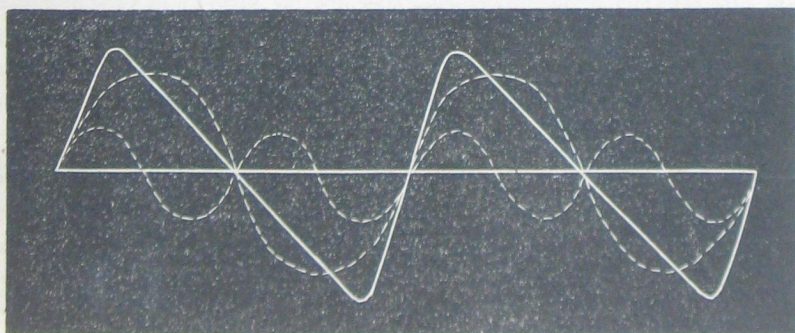
Фиг. 280.



Фиг. 281.



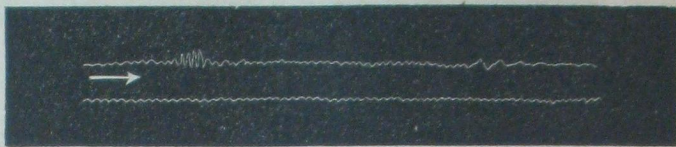
Фиг. 282.



Фиг. 280, 281 и 282.—Интерференція двухъ звуковыхъ волнъ: 280—одного и того же періода и въ совпадающей фазѣ; 281—одного и того же періода, но съ фазами, отличающимися на половину длины волны; 282—одна волна составляетъ октаву другой.

нется на мѣстѣ, записанная кривая будетъ изображаться прямой линіей (3): звука не получается.—Два или нѣсколько колебаній, происшедшихъ одновременно (фиг. 282, пунктированные линіи), могутъ различаться своей длиною; полученная въ результатъ кривая (сплошная линіи) будетъ выражать это.—Эта кривая станетъ очень неправильной, если большое число звуковъ, весьма различающихся другъ отъ друга фазами, будетъ издаваться одновременно. Когда рядъ звуковыхъ

колебаний ударяет въ нашъ слуховой аппаратъ настолько часто, что эффектъ перваго колебанія тянется еще въ то время, какъ наступаетъ второе, то мы получаемъ непрерывное слуховое ощущеніе. Если волны доходятъ періодически, съ равными интервалами, то такой слухъ носитъ названіе *тона* (музыкальнаго). Если толчки (звуковые) слѣдуютъ другъ за другомъ неправильно, безъ всякой періодичности (фиг. 283), то мы получаемъ ощущеніе *шума*.

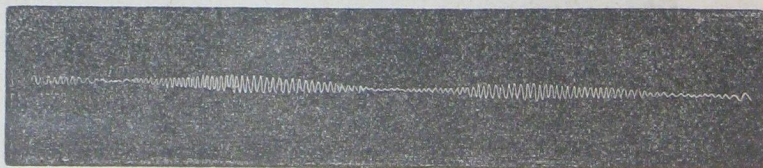


Фиг. 283. — Графическое воспроизведеніе шума, полученнаго отъ произгесеція въ фонаутографъ слова *choc*, при разслабленной перепонкѣ инструмента. Синусоида происходитъ отъ органной трубы съ 200 колебаній въ секунду (Hensen).

Говорятъ обыкновенно о «*созвучіи* (*consonnance*)», когда два или нѣсколько музыкальныхъ звуковъ (тоновъ), составленныхъ изъ ритмическихъ звуковыхъ колебаній, возникшихъ одновременно, усиливаютъ другъ друга (фиг. 280). Случай, представленный на фиг. 282, гдѣ два колебанія, хотя и различнаго ритма, усиливаютъ другъ друга, составляетъ также явленіе созвучія. Всѣ тоны, число колебаній которыхъ въ единицу времени выражается отношеніемъ цѣлыхъ чиселъ 1, 2, 3, 4, 5 и т. д., будутъ созвучными.

Слово «интерференція», примѣненное физиками для обозначенія сочетанія двухъ или большаго числа какихъ-либо одновременныхъ тоновъ, употребляется и въ болѣе узкомъ значеніи, когда два (или болѣе) ряда колебаній уничтожаются (фиг. 281) или же ослабляются, будучи противоположными другъ другу. Примѣръ такого рода намъ дается въ *дрожаніи* (*battement*) двухъ или нѣсколькихъ тоновъ.

Возьмемъ два правильныхъ тона, кривыя которыхъ выражаются синусоидами и которые отличаются, напр., другъ отъ друга по числу на одно колебаніе въ секунду. Тогда въ теченіе полу-секунды звукъ будетъ усиливаться, въ теченіе второй полу-секунды — ослабляться, затѣмъ на мгновеніе онъ прекращается съ тѣмъ, чтобы снова возобновиться, усилиться и т. д. На фонаутографѣ это явленіе будетъ передано періодическими повышеніями и пониженіями кривой, пониженіями, доходящими до полного уничтоженія волнистости кривой (фиг. 284). Если два тона



Фиг. 284.

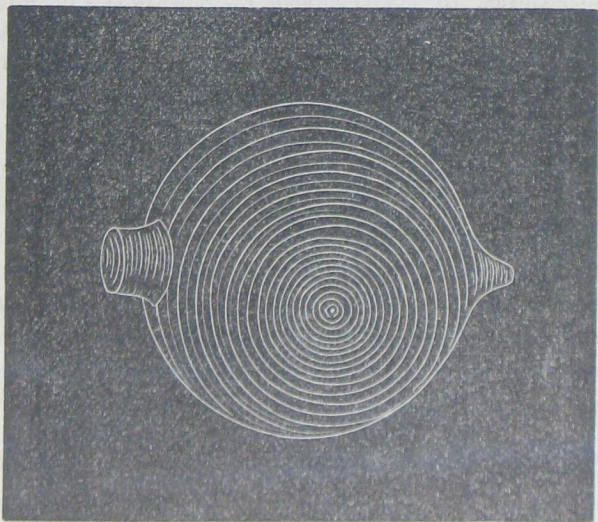
различаются на два колебанія въ секунду, то въ результатъ получится два дрожанія въ секунду и т. д.

Если разница въ числѣ колебаній возрастаетъ сильно, то дрожанія слѣдуютъ очень быстро другъ за другомъ, и наше ухо не различаетъ ихъ болѣе, но за то появляется непріятное ощущеніе, которое мы называемъ «*диссонансомъ*» (когда бываетъ 30 и болѣе дрожаній въ секунду). — «Созвучіе» и «диссонансъ» суть ничто иное, какъ качества нашихъ ощущеній, и, какъ къ таковымъ, мы возвратимся къ нимъ ниже.

Но подобно опредѣленіямъ «тона» и «шума», мы и эти названія, въ особенности «созвучіе», относимъ къ физическимъ процессамъ, которые порождаютъ ихъ въ нашемъ слуховомъ нервномъ аппаратѣ; поэтому мы и должны были употребить эти термины, забывая впередъ.

Вибрирующее пламя является другимъ средствомъ, дающимъ возможность сдѣлать видимую разницу между различными звуковыми колебаніями (см. стр. 493).

Резонансъ.—Когда звуковая волна падаетъ на твердое тѣло (г. е. когда звуковой лучъ переходитъ изъ одной среды въ другую), то эта волна отчасти отражается, а отчасти сообщается твердому тѣлу. Если послѣднее сравнительно не велико, то оно колеблется во всей совокупности и въ свою очередь сообщаетъ колебанія окружающему воздуху.—Однако, какъ общее правило, молекулярное равновѣсіе твердаго тѣла таково, что частицы его колеблются легче по одному извѣстному ритму, чѣмъ по другому. Языкъ у колокола, слишкомъ тяжелый для того, чтобы одинъ человѣкъ могъ сразу привести его въ сильное колебаніе, является какъ бы маятникомъ съ колебаніями опредѣленнаго ритма. Если человѣкъ даетъ ему первый толчекъ, то онъ сдѣлаетъ извѣстное число очень малыхъ колебаній; и если при каждомъ отклоненіи тотъ же человѣкъ даетъ новый толчекъ, то эффектъ второго, третьяго и т. д. удара присоединится къ первоначальнымъ и качанія этого языка сдѣлаются въ концѣ очень велики.—Частицы твердыхъ тѣлъ могутъ быть сравниваемы съ очень тяжелыми маятниками различной длины, смотря по разницѣ въ тѣлахъ (смотря по размѣру тѣлъ, смотря по тому, болѣе или менѣе сильно натянута струна); частицы легче могутъ быть приведены въ колебаніе звуковыми толчками именно того ритма, на который онъ отвѣчаютъ предпочтительно. Такъ струна или перекладка будутъ колебаться болѣе легко, если онѣ получаютъ удары отъ опредѣленнаго звука, къ которому онѣ *настроены*: говорятъ также, что онѣ колеблются *въ унисонъ съ этимъ звукомъ*.—Если тѣло, настроенное въ унисонъ съ опредѣленнымъ тономъ, имѣетъ широкую поверхность, то оно можетъ легче сообщать воздуху живую силу колебаній, чѣмъ то тѣло, которое произвело звукъ. Въ особенности если приводить въ сообщеніе между собою оба тѣла, колебанія источника звука легче сообщаются второму твердому тѣлу, чѣмъ окружающему воздуху (для этого достаточно прямо соединить ихъ, такъ какъ звукъ будетъ распространяться легче черезъ твердое тѣло, чѣмъ черезъ воздухъ). Въ такомъ случаѣ звукъ достигаетъ нашего уха съ болѣею интенсивностью, проходя черезъ это второе тѣло; ощущеніе будетъ болѣе интенсивнымъ. Даютъ названіе *резонаторовъ* такимъ тѣламъ, которыя усиливаютъ этимъ путемъ (въ дѣйствительности живая сила не усиливается) изданный музыкальный звукъ. Резонаторамъ придаютъ самую разнообразную форму: деревянныхъ ящиковъ, полыхъ стеклянныхъ или мѣдныхъ шаровъ (фиг. 285) и проч.; содержащійся въ нихъ воздухъ становится тогда какъ бы твердымъ тѣломъ или, вѣрнѣе, тѣломъ съ окружающею его твердой обо-



Фиг. 285.—Резонаторъ Helmholtz'a.

лочкой. Если въ сосѣдствѣ съ резонаторомъ производить цѣлую серію тоновъ, то будетъ усиливаться только тотъ, къ которому настроенъ резонаторъ. Придавая резонаторамъ разнообразную величину, можно устроить такъ, что они будутъ настроены (смотря по размѣрамъ) въ унисонъ съ самыми различными тонами, но каждый изъ нихъ будетъ настроенъ въ унисонъ только съ опредѣленнымъ тономъ.

Можно также иногда до нѣкоторой степени уничтожить резонансъ, расслабляя, напр., перепонку такимъ образомъ, что она не будетъ настроена ни на одинъ тонъ, или по крайней мѣрѣ ни на одинъ изъ обычно издаваемыхъ тоновъ. А такъ какъ большая поверхность перепонки будетъ подвергаться ударамъ большого числа воздушныхъ частицъ, то она будетъ легко приведена въ колебаніе, и при томъ почти съ одинаковой легкостью по отношенію къ разнообразнымъ звукамъ. Сюда относятся перепонка фонаутографа и перепонка фонографа (Edison'a). Мы встрѣтимъ примѣненіе этихъ принциповъ въ ухѣ: барабанная перепонка не настроена ни на одинъ изъ обычныхъ тоновъ: она передаетъ, слѣдовательно, всѣ эти звуки съ ихъ относительной интенсивностью. Во внутреннемъ ухѣ, напротивъ, есть тѣла, настроенныя каждое на опредѣленный тонъ.

Анализъ звуковъ.—Если мы будемъ считать простыми маятнкообразныя звуковыя колебанія, кривыя которыхъ на фонаутографѣ являются синусоидами, то всѣ другіе звуки будутъ сложными, равно какъ и представляемыя ими кривыя. Экспериментальная физика (равно какъ и математика) имѣетъ средство *анализировать* очень сложныя звуковыя движенія съ помощью резонаторовъ, разлагая сложное колебаніе на составляющія его синусоиды. Расположимъ, въ присутствіи сложнаго звуковаго источника, рядъ резонаторовъ Helmholtz'a, настроенныхъ на самые разнообразные тоны. Каждый резонаторъ будетъ (очевидно) усиливать первоначальное колебаніе, съ которымъ онъ настроенъ въ унисонъ, что можно констатировать, прикладывая къ нему ухо. Тѣ резонаторы, которые не находятъ въ этой смѣси звуковъ того колебанія, къ которому они настроены, останутся беззвучными, или, вѣрнѣе, — будутъ слабо передавать всю смѣсь звуковъ.

Можно также методомъ *вибрирующаго пламени* показать справедливость этого физическаго анализа, произведеннаго при помощи резонаторовъ. Когда резонаторъ колеблется, то заключенный въ немъ воздухъ подвергается переменнымъ сгущеніямъ и разрѣженіямъ, такъ что попеременно выгоняется и втягивается резонаторомъ. Если же производить звукъ у отверстія резонатора, другое отверстіе котораго закрыто колеблющейся перепонкой, составляющей часть стѣнки трубки, по которой идетъ газъ, то пламя будетъ колебаться всякій разъ, какъ резонаторъ будетъ приведенъ въ колебаніе, и оно будетъ горѣть спокойно, если резонаторъ безмолвствуетъ. К ö n i g помѣстилъ передъ вращающимся зеркаломъ рядъ резонаторовъ, настроенныхъ каждый на различный тонъ, при чемъ каждый изъ нихъ имѣлъ сообщеніе съ особеннымъ пламенемъ. Передъ послѣдними заставляють быстро вращаться зеркало, въ которомъ тогда можно видѣть однообразную свѣтящуюся полоску, соотвѣтствующую каждому пламени во время покоя, и зубчатую полоску, соотвѣтствующую колеблющемуся пламени (см. стр. 494).

Ходъ звуковыхъ волнъ въ слуховомъ аппаратѣ. Передача звука окончанію слухового нерва.

Органами передачи звуковыхъ волнъ въ ухѣ служатъ: наружное ухо, наружный слуховой проходъ, барабанная перепонка, рядъ косточекъ въ среднемъ ухѣ и, наконецъ, перилимфа и эндолимфа въ лабиринтѣ.

Ушная раковина должна, повидимому, играть роль слухового рожка и отражать по направленію къ наружному слуховому проходу ударяющіяся въ нее звуковыя волны. Эта роль ея, несомнѣнно важная у нѣкоторыхъ животныхъ, не имѣетъ особеннаго значенія у человѣка. И при отсутствіи ушной раковины, или когда углубленія ея сглажены, или даже тогда, когда ее замѣняютъ трубкой, вставленной въ слуховой проходъ и выдающейся наружу, — во всѣхъ этихъ случаяхъ слухъ не страдаетъ замѣтнымъ образомъ.

Наружный слуховой проходъ имѣетъ значеніе слуховой трубы. Кромѣ того, присутствіе его даетъ возможность важнымъ частямъ быть скрытыми въ глубинѣ и быть защищенными такимъ образомъ отъ всякаго рода вредныхъ и неблагопріятныхъ вліяній.

Барабанная перепонка играетъ важную роль въ передачѣ звуковыхъ волнъ воздуха. Она то именно, благодаря своей незначительной массѣ и большой поверхности, дѣлаетъ возможной передачу воздушныхъ звуковыхъ волнъ твердымъ частямъ; она превращаетъ волнообразное движеніе воздуха въ движеніе массъ. Въ противоположность вообще натянутымъ перепонкамъ, она не настроена ни на одинъ опредѣленный тонъ. Поэтому она передаетъ всѣ сотрясенія пропорціонально ихъ интензивности, не усиливая ихъ замѣтнымъ образомъ. Отъ отсутствія въ ней особаго резонанса зависитъ то, что мы слышимъ одинаково хорошо всѣ звуки. Это вполне доказано экспериментальнымъ путемъ.

Всякая натянутая перепонка всегда имѣетъ свой опредѣленный тонъ; центральное вдавленіе барабанной перепонки по направленію къ среднему уху не зависитъ, поэтому, отъ натяженія, производимаго на нее рукояткой молоточка, какъ пытались было толковать это обстоятельство: она сохраняетъ эту форму даже послѣ удаленія молоточка. — Резонансъ барабанной перепонки уменьшается еще вслѣдствіе соприкосновенія слуховыхъ косточекъ, которыя съ своей стороны играютъ роль заглушителя звука.

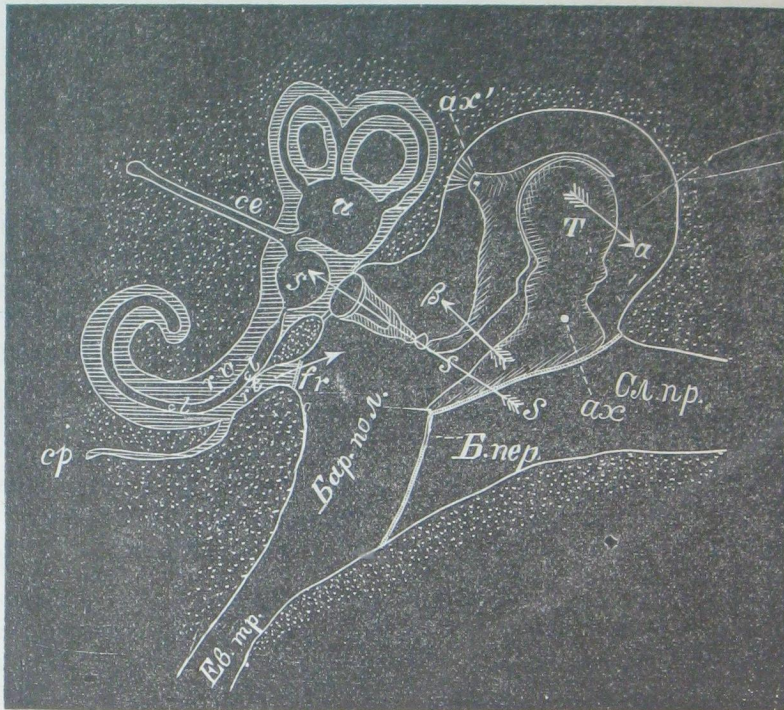
По мнѣнію Helmholtz'a центральное вдавленіе барабанной перепонки имѣетъ слѣдующее фیزیологическое значеніе. Движенія, которыя данная сила сообщаетъ вдавленной перепонкѣ, какова барабанная, бываютъ менѣе обширны, чѣмъ если бы эта перепонка была плоскою; за то сила движенія увеличивается, а это именно то, что и нужно: амплитуда движеній незначительна, но энергія ихъ достаточна, чтобы привести въ колебаніе жидкую массу эндолимфы.

Казалось бы, что барабанная перепонка не вполне свободна отъ своего собственнаго тона. Только, благодаря отсутствію въ ней натяженія, тонъ ея былъ бы ниже того, къ какому еще чувствительно внутреннее ухо.

Передача звуковыхъ волнъ посредствомъ слуховыхъ косточекъ. — Рукоятка молоточка спускается книзу и впередъ; на всемъ своемъ протяженіи она соединяется съ барабанной перепонкой (фиг. 286), пупокъ (umbo) которой соответствуетъ окончанію рукоятки. Головка молоточка ложится въ сочленовное углубленіе наковальни; послѣдняя соединяется съ періостомъ (барабанной полости) посредствомъ связки, идущей отъ ея малаго отростка, тогда какъ длинный отростокъ ея соединенъ сочлененіемъ со стремениемъ (посредствомъ промежуточной чечевицеобразной косточки). Наконецъ, основаніе стремени входитъ въ овальное окно скалистой кости, котораго оно однако не закрываетъ вполне, и соединено со скалистой костью циркулярной связкой, родомъ перепонки, которая допускаетъ нѣкоторую подвижность стремени. Дальше, за стремениемъ, находится перилимфа лабиринта.

Различныя сочлененія укрѣплены связками, а кромѣ того всѣ косточки имѣютъ маленькіе выступы, которые дѣлаютъ невозможнымъ ихъ расхождение другъ отъ друга, когда онѣ сдавливаются снаружи внутрь. Результатомъ этого является то, что, если надавить на барабанную перепонку, то рядъ косточекъ двигается во всей его совокупности, какъ одинъ цѣльный стержень, и движеніе передается непосредственно перилимфѣ. Но когда молоточекъ оттягивается барабанной перепонкой кнаружи, то онъ можетъ выйти изъ соприкосновенія съ наковальней настолько, насколько это позволяетъ длина сочленовныхъ связокъ.

Было доказано посредствомъ пишущаго рычага, помѣщеннаго на косточкахъ, что звуковыя колебанія передаются не молекулярно черезъ рядъ



Фиг. 286.—Схема уха. *Сл. пр.*, наружный слуховой проходъ; *Б. пер.*, барабанная перепонка; *Бар. пол.*, барабанная полость; *Ев. тр.*, Евстахиева труба; *Т*—головка молоточка, упирающаяся въ углубленіе наковальни, которая въ свою очередь соединена со стремениемъ; *и*, *utriculus* (мѣшечекъ), въ который впадаютъ перепончатые полукружные каналы, и который сообщается съ мѣшечкомъ *s* (*sacculus*) посредствомъ промежуточнаго эндолимфатическаго канала *с. с.* *Sacculus* продолжается въ улитковый каналъ *с. л.*, имѣющій видъ спирали; *с. в.*—*scala vestibuli*, сообщающаяся съ перилимфатическимъ пространствомъ *scalae tympani* (и полукружныхъ каналовъ), которые оканчиваются въ овальномъ окнѣ на пластинкѣ стремени. *с. т.*—*scala tympani*, оканчивающаяся въ кругломъ окнѣ *с. т.* и продолжающаяся въ перилимфатическій каналъ *с. п.*; β , стрѣлка, указывающая направленіе, по которому дѣйствуетъ *m. tensor tympani*; *s. s.* направленіе, по которому эта мышца и колебанія барабанной перепонки смѣщаютъ рукоятку молоточка, длинный отростокъ наковальни и стремени; α —стрѣлка, указывающая направленіе, по которому перемищаются верхнія части молоточка и наковальни, когда вдавливается барабанная перепонка; *αх*, ось, перпендикулярная въ плоскости бумаги и проходящая черезъ наковальню рядомъ со связкой, прикрѣпляющей эту косточку къ періосту (барабанной полости); вокругъ этой оси перемищается весь рядъ слуховыхъ косточекъ.

косточекъ, но что каждый разъ, какъ звукъ ударяетъ о барабанную перепонку, косточки двигаются во всей ихъ совокупности (Politzer 1861, Bick 1870), и что стремя углубляется слегка въ овальное окно.—Размѣры всего ряда косточекъ слишкомъ малы для того, чтобы вмѣстѣ даже полу-

волну звукового колебанія; различныя частицы костей, въ данный моментъ, охвачены однимъ и тѣмъ же движеніемъ; поэтому происходитъ перемѣщеніе всей ихъ массы.

Многочисленныя связки, соединяющія косточки съ періостомъ барабанной полости, допускаютъ костной цѣпи движеніе только вокругъ оси, проходящей черезъ короткій отростокъ наковальни. На фиг. 286 эта ось, перпендикулярная къ плоскости бумаги, проходитъ черезъ короткій отростокъ наковальни. Если происходитъ давленіе на рукоятку молоточка, то верхнія части наковальни и молоточка смѣщаются кнаружи (въ направленіи стрѣлки *a*), а другія части (рукоятка молоточка, длинный отростокъ наковальни и стремени) смѣщаются кнутри (въ направленіи стрѣлки *ss*). Слѣдовательно, получается движеніе рычага 2-го рода, точка опоры котораго находится на короткомъ отросткѣ наковальни. И такъ какъ плечо рычага, на которое дѣйствуетъ сопротивленіе, представлено длиннымъ отросткомъ наковальни и стремемемъ, то поэтому оно короче, чѣмъ плечо, къ которому приложена сила т. е. рукоятка молоточка; вслѣдствіе того движеніе передается перилимфѣ уменьшеннымъ въ скорости, но увеличеннымъ въ силѣ. То же значеніе имѣетъ и вогнутость барабанной перепонки. Жидкое содержимое лабиринта, заключенное въ твердую капсулу, не можетъ въ дѣйствительности слишкомъ перемѣщаться; необходима извѣстная сила, чтобы привести его въ колебаніе.

M. tensor tympani и **m. stapedius**.—Роль этихъ обѣихъ мышцъ (изъ которыхъ первая иннервируется *n. trigeminus*, вторая—*n. facialis*) совершенно почти неизвѣстна. Судя по ихъ анатомическому положенію, *m. tensor tympani*, движеніе котораго происходитъ въ направленіи стрѣлки β (фиг. 286), можетъ натягивать барабанную перепонку, а *m. stapedius* можетъ препятствовать основанію стремени слишкомъ вдаваться въ овальное окно.

Долгое время полагали, что *m. tensor tympani* служитъ аккомодативной мышцей уха. Натягивая болѣе или менѣе сильно барабанную перепонку, онъ измѣняетъ собственный тонъ послѣдней и дѣлаетъ ее болѣе доступной для воспріятія того или другого звука. Но, во-первыхъ, барабанная перепонка никогда не бываетъ настроена въ унисонъ ни съ однимъ изъ слышимыхъ нами звуковъ, что доказывается ежедневнымъ опытомъ. Затѣмъ, подобная аккомодация была бы только неудобна для слуханія. На самомъ дѣлѣ нашъ слуховой аппаратъ служитъ преимущественно для воспріятія очень сложныхъ колебаній, т. е. шумовъ: человѣческой голосъ, въ особенности согласныя, такъ же какъ и большинство звуковъ природы, являются болѣе шумами, чѣмъ музыкальными тонами. Поэтому мы ощущаемъ малѣйшія видоизмѣненія шумовъ; необходимо, слѣдовательно, чтобы барабанная перепонка передавала ихъ неизмѣненными, чего не могло бы быть, если бы она постоянно была настроена въ унисонъ съ тѣмъ или другимъ простымъ колебаніемъ. Наконецъ, перепонка, имѣющая собственный тонъ, будучи разъ приведена въ колебаніе своего ритма, долго сохраняетъ это движеніе: а это не согласовалось бы съ тѣмъ фактомъ, что мы воспринимаемъ очень быстрыя измѣненія въ звукахъ, даже шумы. Напротивъ, перепонка не натянутая, аналогичная барабанной, не имѣетъ собственного тона и очень быстро переходитъ въ состояніе покоя.

Сокращеніе этой маленькой мышцы совершается рефлекторно. Если вскрыть барабанную полость собаки, можно вызвать сокращенія этой мышцы, производя звуки вблизи животнаго. По опытамъ, произведеннымъ Непсеномъ на собакахъ и кошкахъ, каждый звукъ, каждый произнесенный слогъ, вызываетъ вздрагиваніе *tensoris tympani*. Продолжительный звукъ не даетъ тетаническаго сокращенія.

Нѣкоторые люди могутъ произвольно сокращать *m. tensor tympani*.

Передача звуковых волн через кости черепа. — Существует мнѣніе, что звуковыя волны по большей части передаются внутреннему уху через кости черепа. — Если приложить карманные часы къ верхнимъ рѣзнямъ или, еще лучше, колеблющійся камертонъ къ головѣ, то звуки ихъ слышны яснѣе, чѣмъ при держаніи ихъ передъ наружнымъ ухомъ. Но, повидимому, и въ этомъ случаѣ звукъ передается внутреннему уху не прямо черезъ височную кость, но черезъ барабанную полость и косточки. Дѣйствительно, если повторить тотъ же опытъ на трунѣ, выслушивая у внутричерепного отверстія внутреннего слухового прохода, то звукъ будетъ слышаться отчетливѣе при цѣлости слуховыхъ косточекъ, чѣмъ послѣ удаленія напр. стремени (Politzer). — Lucas доказалъ кромѣ того, съ помощью графическаго метода, что при этомъ опытѣ барабанная перепонка и слуховыя косточки дѣйствительно колеблются.

Звуки, проникающіе во внутреннее ухо, выходятъ изъ него обратно также черезъ посредство косточекъ и барабанной перепонки: если выслушивать челоука, держащаго на головѣ колеблющійся камертонъ, то можно слышать звукъ камертона какъ бы выходящимъ изъ его уха. — Если заткнуть наружный слуховой проходъ пальцемъ и приложить къ головѣ колеблющійся камертонъ, то звукъ послѣдняго будетъ слышенъ очень сильно въ заткнутомъ ухѣ, потому что введенное препятствіе отражаетъ нѣсколько разъ по направленію къ внутреннему уху одиѣ и тѣ же звуковыя волны, стремящіяся выйти изъ уха.

Проведеніе звука черезъ воздухъ барабанной полости вплоть до внутреннего уха, помимо косточекъ, не можетъ быть слишкомъ значительнымъ, вслѣдствіе трудности, съ какой звукъ передается отъ воздуха твердымъ тѣламъ и обратно. Однако можно слышать, хотя и несовершенно, безъ слуховыхъ косточекъ и безъ барабанной перепонки.

Евстахіева труба. — Евстахіева труба служитъ для поддержки равновѣсія въ давленіи на обѣ стороны барабанной перепонки, т. е. между воздухомъ, заключающимся въ барабанной полости, и наружнымъ воздухомъ, давленіе котораго равняется одной атмосферѣ; затѣмъ, она служитъ путемъ для прохожденія въ глотку секрета — очень незначительнаго, если только онъ есть — изъ барабанной полости. Барабанная перепонка колеблется легко только тогда, если давленіе одинаково съ обѣихъ ея сторонъ.

Евстахіева труба обыкновенно закрыта со стороны глотки, но она открывается въ моментъ глотанія, а также во время зѣванія.

Необходимо даже довольно сильное давленіе, чтобы протолкнуть воздухъ въ барабанную полость черезъ закрытую Евстахіеву трубу, напр., въ тотъ моментъ, когда производятъ усиленное выдыханіе при закрытыхъ ртѣ и ноздряхъ (опытъ Val-salva). Когда мы дѣлаемъ движеніе глотанія или когда мы зѣваемъ, воздухъ въ глоткѣ разрѣжается, вслѣдствіе чего присасывается воздухъ изъ барабанной полости: мы слышимъ сухой трескъ, произведенный вдавливаніемъ барабанной перепонки, вслѣдъ за уменьшеніемъ давленія въ барабанной полости. Если мы закроемъ ность во время акта глотанія, то разрѣженіе воздуха въ барабанной полости будетъ еще сильнѣе, и перепонка будетъ вдавлена еще болѣе: мы почувствуемъ давленіе въ ухѣ и глухоту, которая остается до тѣхъ поръ, пока возстановленіе воздушнаго давленія не приведетъ барабанную перепонку на прежнее мѣсто (опытъ Müller'a).

Звуковыя волны не проводятся къ среднему уху черезъ Евстахіеву трубу, обыкновенно закрытую. Если вложить въ ротъ звучащее тѣло, то оно слышится

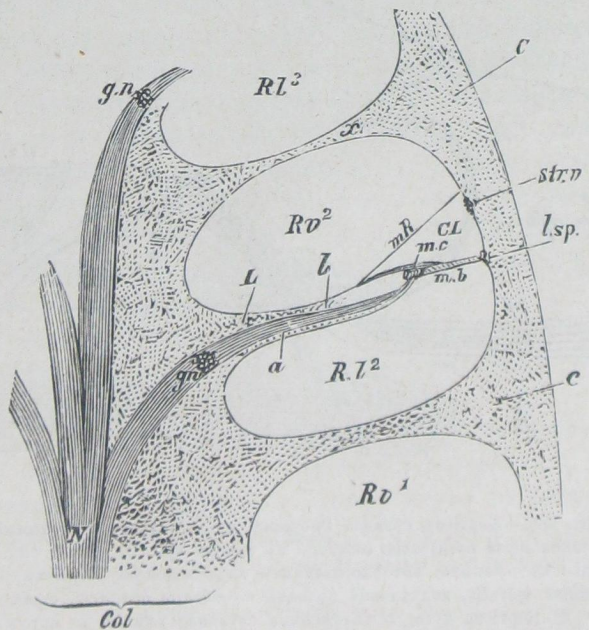
все слабѣе и слабѣе, по мѣрѣ того, какъ оно приближается къ глоточному отверстию трубы. Если тѣмъ не менѣе мы открываемъ ротъ, чтобы слышать лучше (поза очень характерная для глухихъ), то это отчасти для того, чтобы облегчить передачу атмосфернаго давленія барабанной полости (что облегчаетъ колебанія барабанной перепонки), отчасти также для того, чтобы получить резонансъ отъ содержащагося во рту воздуха, колебанія котораго передаются уху черезъ кости черепа. При обычныхъ условіяхъ, нашъ собственный голосъ достигаетъ до нашего внутренняго уха черезъ наружный слуховой проходъ. Но, если мы говоримъ зѣвая (труба тогда бываетъ открыта), то нашъ голосъ звучитъ какъ бы въ ухѣ: онъ проникаетъ туда черезъ Евстахіеву трубу.

Можно видѣть на живомъ человѣкѣ, съ помощью маленькаго зеркальца, введеннаго въ горло, верхнюю часть глотки, отверстіе Евстахіевой трубы и отверстіе хоанъ (риноскопія, смотр. стр. 483).

Чтобы видѣть внутренность наружнаго слухового прохода, очевидно надо помѣстить свой глазъ передъ наружнымъ ухомъ, не заслоня свѣтовыхъ лучей; это невозможно при простомъ осмотрѣ, потому что голова изслѣдователя прекращаетъ доступъ свѣта. Необходимо въ данномъ случаѣ прибѣгнуть къ средству, употребляемому въ офтальмоскопії. Расширивъ и выпрямивъ наружный слуховой проходъ съ помощью маленькой трубки въ формѣ воронки, смотреть во внутрь уха черезъ центральное отверстіе зеркала, которое отражаетъ по направленію къ уху лучи отъ помѣщеннаго соотвѣтственнымъ образомъ источника свѣта. Удастся такимъ образомъ осмотрѣть барабанную перепонку, а за ней, вслѣдствіе ея прозрачности, можно видѣть рукоятку молоточка.

Внутреннее ухо. Анатомія. — По сущности дѣла, внутреннее ухо состоитъ изъ полости, вырытой въ скалистой части и наполненной прозрачной

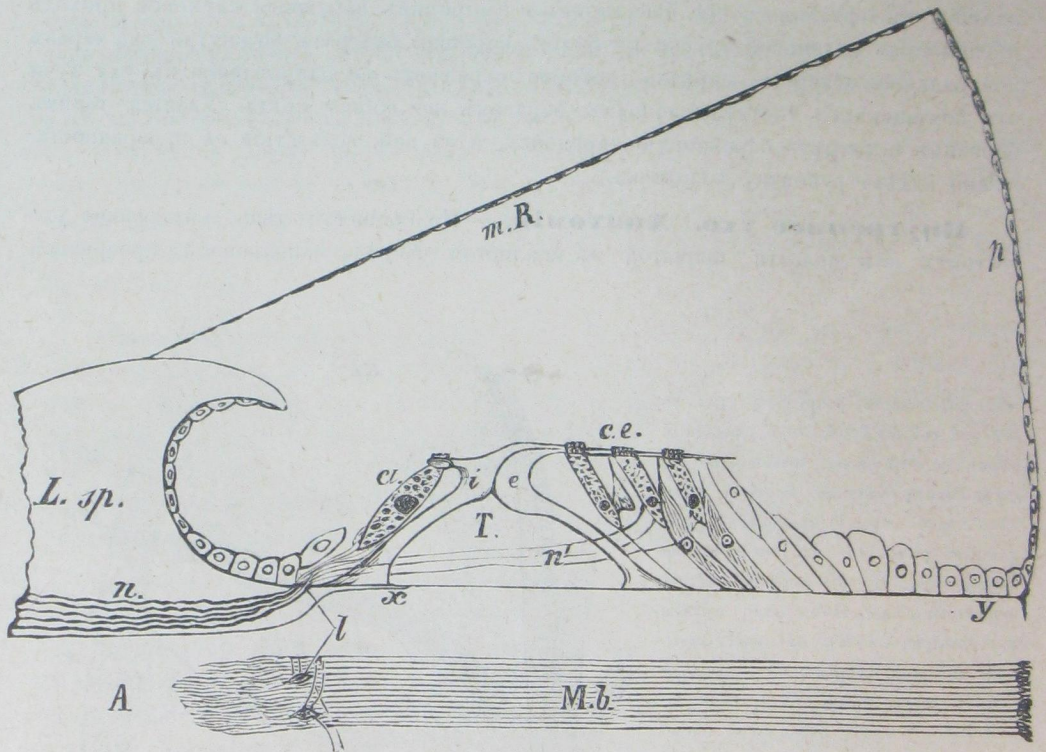
Фиг. 287. — Часть развѣза улитки по оси или columella (*Col.*). *N* улитковый нервъ (*n. cochlearis*), лежащій по оси *columellae* и отдающій направо и налево вѣтви, которые проходятъ черезъ *ganglion spirale* (*gn*) и тянутся въ *lamina spiralis ossea* (*L—b*), соединенной съ періостомъ посредствомъ *lamina spiralis membranacea* (*m. b.*). *Rv²* *scala vestibuli*; *Rt²* *scala tympani*; *Ch* улитковый каналъ, отдѣленный отъ *scala vestibuli* Рейснеровскою перепонкой (*membrana Reissneri*, *m. R.*), а отъ *scala tympani* — посредствомъ *lamina spiralis membranacea*.



жидкостью, въ которой плаваетъ перепончатый мѣшокъ, содержащій въ свою очередь также водянистую жидкость; этотъ мѣшокъ покрытъ съ внутренней поверхности эпителиемъ, который въ отдѣльныхъ мѣстахъ составляетъ периферическое окончаніе слухового нерва. Эта форма внутренняго уха, находимая у позвоночныхъ на низшей ступени животной лѣстницы, является таковою же и у человѣка въ

первоначальной стадіи эмбріональнаго развитія. Жидкость, наполняющая перепончатый мѣшокъ, есть «эндолимфа», а жидкость, окружающая его—«перилимфа». У большинства позвоночныхъ, дѣло усложняется: мѣшокъ дѣлится на два отдѣла: «*utriculus*» и «*sacculus*» (фиг. 286); первый затѣмъ еще дѣлится и даетъ начало «перепончатымъ полукружнымъ каналамъ»; второй вытягивается въ длинную трубку и сгибается въ видѣ спирали («улитковый каналъ» *cl*).

Всѣ эти части являются окруженными перилимфой, т. е. костная масса скалы, какъ бы отлитая по формѣ этихъ частей, оставляетъ между ними и костью пространство для перилимфы. Одинъ только улитковый каналъ не находится въ центрѣ перилимфатическаго пространства; онъ отклоненъ къ одной сторонѣ, по направленію къ костной стѣнкѣ. Кроме того, отъ этого улитковаго канала отходитъ костный выростъ, который идетъ къ противоположной стѣнкѣ перилимфатическаго пространства; послѣднее дѣлится такимъ образомъ на двѣ трубки, тянущіяся по всей длинѣ улитки: это и есть два этажа (*scalae*) улитки (фиг. 287). Слѣдовательно, въ улиткѣ имѣется три параллельныхъ трубки: двѣ *scalae* и одинъ улитковый каналъ. — Оба этажа соединяются на вершинѣ улитки. У основанія одинъ этажъ открывается въ пери-



Фиг. 288.—Кортиевъ органъ. Рисунокъ представляетъ поперечный разрѣзъ черезъ улитковый каналъ. — *n.*, волокна *pervi cochlearis*, лежащія въ *lamina spiralis*. Въ *l*, они проникаютъ внутрь той части эпителия улитковаго канала, которая извѣстна подъ именемъ Кортиева органа. Послѣдній поддерживается частью *laminae spiralis*, получившій названіе *membrana basilaris*, отрѣзокъ которой нарисованъ узкой полосой въ *A*. — *T*, Кортиева дуга; *cl* внутренняя слуховая клѣтка. *se* наружныя слуховыя клѣтки [3—4 ряда]. *i*, внутренній Кортиевъ столбикъ. *e*, наружный Кортиевъ столбикъ. Нервные волокна *n'* (лишившись мѣлины) проходятъ черезъ Кортиеву дугу и достигаютъ до пространствъ между наружными слуховыми клѣтками.

лимфатическое пространство, окружающее *sacculus* — это будетъ верхній этажъ, *scala vestibuli*, *r. v.*; другой примыкаетъ къ перепонкѣ круглаго окна, — это нижній этажъ, *scala tympani*, *r. t*.

Что касается *окончаній слухового нерва*, то необходимо различать: а) окончаніе *rami vestibularis nervi acustici*, въ валикахъ (*crista acustica*) *utricle* и *sacculi*, а также и въ ампулахъ полукружныхъ каналовъ, и б) окончаніе *rami cochlearis*. Въ различныхъ этихъ мѣстахъ, нервныя волокна прослѣжены вплоть до пространствъ между эпителиальными клѣтками, которыя покрываютъ внутреннюю поверхность различныхъ каналовъ, составляющихъ лабиринтъ внутреннего уха.

Ramus cochlearis слухового нерва тянется по оси *columellae* (фиг. 287); онъ отдаетъ по всей длинѣ улитки непрерывный слой волоконъ, помещающихся въ *lamina spiralis*, т. е. въ томъ костномъ выростѣ, который отдѣляетъ оба этажа и соединяетъ улитковый каналъ съ осью *columellae*. Дойдя до улиткового канала, нервныя волокна прободаютъ *lamina spiralis* и проникаютъ (фиг. 288, 1) внутрь эпителиальнаго образованія, извѣстнаго подъ именемъ *Corti'eva organa*, который имѣетъ въ качествѣ подстилки очень тонкую перепонку мезобластического происхожденія (изъ соединительной ткани?), заключающую (у человѣка) около 60,000 эластическихъ волоконъ (Niel), способныхъ колебаться отдѣльно, причемъ длина ихъ постепенно увеличивается отъ основанія улитки къ вершинѣ ея. Слуховыя клѣтки *Corti'eva organa* (въ особенности наружныя) прикрѣплены къ волокнамъ *membranae basilaris*¹⁾. Последняя отдѣляетъ улитковый каналъ отъ *scala tympani*.

Ходъ звуковыхъ волнъ во внутреннемъ ухѣ.—Мы прослѣдили ходъ звуковыхъ волнъ черезъ слуховыя косточки и овальное окно вплоть до перилимфы. Такъ какъ различныя полости (мѣшечки и каналы) лабиринта наполнены водянистой жидкостью, то все вмѣстѣ представляетъ упругую капсулу, наполненную жидкостью, объемъ которой слишкомъ малъ, чтобы вмѣстить всю длину одной звуковой волны, предполагая даже, что улитка развернута. Здѣсь мы имѣемъ дѣло, слѣдовательно, съ тѣмъ же самымъ явленіемъ, какъ и относительно слуховыхъ косточекъ: въ данный моментъ всѣ жидкія частицы получаютъ почти одновременно одинъ и тотъ же толчекъ; несжимаемая жидкая масса (включая сюда погруженные въ нее перепончатые образованія) стремится перемѣститься вся цѣликомъ, подобно твердому тѣлу; но она можетъ перемѣститься очень немного, будучи заключена въ плотную капсулу. И дѣйствительно, перемѣщенія очень незначительны, такъ сказать, только предполагаемыя; и они должны быть таковыми, чтобы не повредить плавающихъ здѣсь нѣжныхъ органовъ, которые не могли бы, безъ вреда для себя, совершать значительныхъ движеній.

Жидкая масса можетъ однако подаваться въ двухъ или трехъ определенныхъ мѣстахъ: къ круглому окну, къ эндолимфатическому каналу се

¹⁾ Слуховыя клѣтки имѣютъ, какъ видно на рисункѣ, характерную форму и каждая изъ нихъ заканчивается твердой щетинкой («слуховымъ волоскомъ»), состоящей изъ многихъ тонкихъ волоконцевъ. Волокна слухового нерва не вибрируютъ въ эти клѣтки, а только (Lenhossék) образуютъ съ ними родъ контакта. Прежде чѣмъ подойти къ волосистымъ клѣткамъ, волокна пронизываютъ биполярныя нервныя клѣтки (что не изображено здѣсь на фигурѣ).

Что касается отношеній слуховыхъ клѣтокъ къ волокнамъ («струнамъ») основной перепонки, то здѣсь наблюдается такое правило: одинъ рядъ этихъ клѣтокъ (1 внутренняя и 3—4 наружныя) приходится на 2—3 волокна-струны. Слѣдовательно, такой рядъ долженъ возбуждаться колебаніями каждой изъ этихъ 2—3 лежащихъ струнъ.

(фиг. 286) или *aquaeductus vestibuli* и къ перилимфатическому каналу *sr* или *aquaeductus cochleae*.

По всей вѣроятности звуковыя волны не слѣдуютъ по какому-либо особому пути въ лабиринтъ (напр. идя по *scala vestibuli* возвращаться по *scala tympani*); онѣ передаются одновременно по всѣмъ направленіямъ черезъ перепончатый лабиринтъ и достигаютъ такимъ образомъ окончаній слухового нерва.

Долгое время думали, что перепонка, закрывающая круглое окно, сообщаетъ улиткѣ звуковыя волны, плущія черезъ воздухъ барабанной полости, т. е. что она служить какъ бы второй барабанной перепонкой. Экспериментальнымъ изслѣдованіемъ доказано, что ничего подобнаго нѣтъ, что, напротивъ, эта перепонка выгибается въ сторону барабанной полости всякій разъ, какъ звукъ ударяетъ въ ухо (*Mach* и *Kessel*). Перилимфа, толкаемая основаніемъ стремени, стремится, слѣдовательно, выйти черезъ круглое окно, и дѣйствительно она перемѣщается немного, насколько это позволяетъ перепонка круглаго окна.

Aquaeductus cochleae sr (фиг. 286) представляетъ узкую трубку, открывающуюся въ *scala tympani* вблизи круглаго окна и открывающуюся въ субъ-арахноидальное пространство черепа, сейчасъ же около яремной ямки. Подобно тому какъ сдавленная перилимфа незначительно перемѣщается къ круглому окну, она также можетъ изливаться въ небольшомъ количествѣ въ черепъ черезъ упомянутый *aquaeductus cochleae*. — *Canalis reuniens* между улитковымъ каналомъ и *sacculus* вытянутъ въ тонкую трубку, *aquaeductus vestibuli se*, закрытый конецъ котораго также входитъ въ черепъ. Такъ какъ эта трубка закрыта со стороны черепа, то она не допускаетъ замѣтнаго перемѣщенія эндолимфы въ этомъ направленіи.

Наши свѣдѣнія о функціональной дѣятельности различныхъ окончаній слухового нерва очень незначительны. Окончанія *r. vestibularis* имѣютъ навѣрно извѣстное значеніе въ актѣ слуха, такъ какъ нѣкоторыя животныя, обладающія хорошимъ слухомъ (рыбы), имѣютъ только это окончаніе *n. acustici*. Однако ниже мы увидимъ, что нервныя окончанія въ ампулахъ есть ничто иное, какъ периферическій органъ чувства равновѣсія.

60,000 волоконъ въ *membrana basilaris* улитки, способныхъ къ изолированнымъ колебаніямъ, настроены, повидимому, благодаря ихъ постепенно увеличивающейся длинѣ отъ основанія къ вершинѣ улитки, каждое на тонъ различной высоты. Возможно, слѣдовательно, что тонъ опредѣленной высоты приводитъ въ движеніе и заставляетъ колебаться одно только волокно *membranae basilaris*, и именно то, которое настроено на этотъ тонъ. Волокна *membranae basilaris* въ свою очередь приведутъ въ колебаніе слуховыя клѣтки, а эти послѣднія — нервныя волокна. Такимъ образомъ достигался бы *desideratum* принципа специфической энергіи, который требуетъ, чтобы колебаніе воздуха опредѣленнаго ритма возбуждало опредѣленное нервное волокно, не затрогивая другихъ. Необходимо еще предположить сверхъ того, что каждая слуховая клѣтка, каждое нервное волокно вызываютъ въ психо-акустическомъ центрѣ слуховое ощущеніе опредѣленной высоты ¹⁾.

¹⁾ Строеніе основной перепонки — изъ отдѣльныхъ (поперечныхъ) волоконъ, связанныхъ въ то же время въ одну общую ленту — представляетъ несомнѣнныя выгоды въ дѣлѣ выполненія приписываемой ей функціи — служить снарядомъ, анализирующимъ тоны. Каждое изъ ея волоконъ представляетъ крайне малую массу

Слуховыя ощущенія.

Возбудителемъ, всего легче и преимущественно дѣйствующимъ на периферическія окончанія слухового нерва, т. е. *адекватнымъ* возбудителемъ слухового нервного аппарата, служатъ извѣстныя колебанія звучащихъ тѣлъ. Вообще мы разсматриваемъ эти колебанія въ воздухѣ; но, чтобы дѣйствовать на Кортіевъ органъ, они должны быть переданы барабанной перепонкой и слуховыми косточками перилимфѣ и эндолимфѣ. Такъ что въ концѣ концовъ получаютъ колебанія жидкости, которыя дѣйствуютъ на слуховой нервный аппаратъ.—Эти колебанія вызываютъ въ нашемъ слуховомъ аппаратѣ ощущенія, называемыя „звуковыми“; отсюда также названія звуковыхъ колебаній, звуковъ, звуковыхъ волнъ, которыя даютъ физическому агенту, вызывающему эти ощущенія.

Колебанія эфира возбуждаютъ зрительный аппаратъ только между извѣстными предѣлами числа колебаній ихъ въ секунду. Также и слуховой аппаратъ возбуждается только звуковыми колебаніями, заключенными въ извѣстныхъ предѣлахъ. Простыя колебанія, болѣе рѣдкія, чѣмъ 30 въ секунду, т. е. съ большой амплитудой, легко могутъ быть воспринимаемы кожей какъ ощущенія прикосновенія, но не слуховымъ аппаратомъ какъ слуховыя ощущенія. Существуетъ также верхній предѣлъ для воспріятія звуковыхъ колебаній; его указываютъ при 15.000—20.000 колебаній въ секунду.

Настаивали на томъ, что крайній верхній предѣлъ можно отодвинуть до тридцати и сорока тысячъ колебаній; возможно, что при такихъ условіяхъ слуховой аппаратъ возбуждаютъ не эти колебанія, а скорѣе сопутствующіе имъ звуки съ гораздо меньшимъ числомъ колебаній. Причина подобной же ошибки встрѣчается и для нижняго предѣла, ибо очень медленныя колебанія сопровождаются обыкновенно другими, болѣе частыми, колебаніями.

Причина такого различія заключается, очевидно, не въ самыхъ колебаніяхъ, но въ строеніи уха: послѣднее устроено такимъ образомъ, что возбуждается колебаніями только извѣстной амплитуды.

Вышній возбудитель слухового аппарата является по своей природѣ перемежающимся и періодическимъ, и тѣмъ не менѣе онъ производитъ непрерывное ощущеніе, въ родѣ полного тетануса.—Единичное колебаніе не порождаетъ слухового

и въ тоже время затушается сильно въ своихъ колебаніяхъ. Въ противоположность большимъ и свободнымъ соколеблющимся тѣламъ, такое волокно можетъ начать колебаться отъ періодическаго движенія, которое и не совершенно точно соответствуетъ его собственнымъ колебаніямъ, а только близко къ нимъ по числу (Helmholtz); вмѣстѣ съ тѣмъ, будучи приведено разъ въ соколебаніе, такое волокно быстро затушается въ своихъ колебаніяхъ (чему содѣйствуютъ вѣроятно и элементы, лежащіе выше его). Послѣднее тоже, очевидно, совершенно необходимо для нашего слухового прибора, разъ онъ является способнымъ улавливать тоны, быстро мѣняющіеся въ высоту.

Но возможно, что и слуховыя клѣтки съ ихъ «волосками» непосредственно участвуютъ въ этомъ свойствѣ уха улавливать колебанія того или другого ритма. Въ этомъ смыслѣ говоритъ очень важное наблюденіе, сдѣланное Непсен'омъ. Производя опыты надъ ракомъ (*Mysis*), онъ замѣтилъ, что въ слуховомъ органѣ этого животнаго волоски приходятъ въ оживленныя колебанія, и притомъ на извѣстные тоны отвѣчаютъ всего лучше извѣстные волоски.

ощущения. Чтобы вызвать послѣднее, необходимо, какъ кажется, по крайней мѣрѣ 10—15 колебаній, которыя слѣдовали бы одно за другимъ съ какимъ-либо ритмомъ, находящимся между указанными выше предѣлами, и въ такомъ видѣ падали бы на ухо.

Качества слуховыхъ ощущеній.—Мы различаемъ въ нашихъ слуховыхъ ощущеніяхъ три главныхъ свойства: *интензивность, высоту и тембръ*. Сюда необходимо, пожалуй, прибавить четвертое свойство, именно степень большаго или меньшаго удовольствія, доставляемаго звуками: *диссонансъ и гармонія или созвучіе*. Ни одно изъ этихъ качествъ не поддается опредѣленію; они даны внутреннимъ сознаніемъ и не могутъ быть сами по себѣ предметомъ фізіологическаго разсмотрѣнія, точно такъ же какъ свойства краснаго, голубого и проч. Мы можемъ изслѣдовать только, какія особенности въ физическомъ агентѣ и какія различія въ фізіологическомъ процессѣ соотвѣтствуютъ этимъ различіямъ въ ощущеніи.

Интензивность звука зависитъ, что касается физическаго агента, отъ живой силы колеблющихся частицъ, отъ амплитуды колебанія. Въ фізіологическомъ отношеніи мы должны допустить, что большая живая сила вызываетъ въ ухѣ болѣе интензивный процессъ, болѣе энергичное колебаніе волоконъ базальной перепонки и вслѣдствіе этого болѣе сильное раздраженіе нервнаго волокна въ Кортіевомъ органѣ. Мы слышимъ тотъ же самый звукъ тѣмъ отчетливѣе и съ тѣмъ болѣею интензивностью, чѣмъ ближе мы находимся къ источнику звука; а живая сила звуковыхъ колебаній становится тѣмъ больше, чѣмъ болѣе мы приближаемся къ источнику звука. Интензивность зависитъ, слѣдовательно, только отъ амплитуды колебанія и нисколько не зависитъ ни отъ формы кривой, описываемой колебаніемъ, ни отъ числа колебаній.

Высота звука зависитъ, что касается физическаго агента, только отъ числа колебаній въ единицу времени. Изъ двухъ камертоновъ тотъ издаетъ болѣе высокій тонъ, который колеблется чаще. — Фізіологически мы допускаемъ, что тоны различной высоты возбуждаютъ различныя нервныя волокна, соединенныя съ кортикальными клѣтками мозга; состояніе функциональной дѣятельности послѣднихъ познается какъ звукъ опредѣленной высоты (Helmholtz). Это простое распространеніе принципа специфической энергіи. Волокна *membranae basilaris*, будучи различной длины, являются, вѣроятно, посредниками между міромъ физическимъ и міромъ фізіологическимъ. Предположивъ, что каждое изъ нихъ настроено на тонъ особой высоты, необходимо допустить еще, что оно возбуждаетъ опредѣленное нервное волокно, не затрогивая другихъ. Анатомическія условія въ высшей степени благопріятны для признанія такой гипотезы. Число волоконъ *membranae basilaris* (60,000) вполне достаточно для этого. Въ самомъ дѣлѣ, музыкальное ухо различаетъ два тона, отличающихся другъ отъ друга на одно колебаніе въ секунду, но только въ томъ случаѣ, если сами тоны заключены между 128—1024 колебаній въ секунду. Мы не различаемъ двухъ тоновъ, изъ которыхъ одинъ имѣетъ 10,000 а другой 10,100 колебаній въ секунду. Для двухъ тоновъ, заключающихся между 20 и 100 колебаніями, различеніе еще возможно, если они отличаются другъ отъ друга на 2—3 колебанія въ секунду.

Психо-физическій законъ (стр. 639) оказался справедливымъ относительно чувствительности уха къ опредѣленію разницъ въ интензивности звуковъ (конечно въ извѣстныхъ предѣлахъ абсолютной интензивности), но ошибочно полагали возмож-

нымъ примѣнять психо-физическій законъ къ различенію тоновъ разнообразной высоты. Этотъ законъ выражаетъ отношеніе между интензивностью раздражителя и интензивностью ощущенія, но только тогда, когда дѣло идетъ о двухъ [сравниваемыхъ] возбужденіяхъ одного и того же нервнаго аппарата. Въ случаѣ двухъ тоновъ различной высоты, мы имѣемъ дѣло съ двумя нервными аппаратами.

Тембръ звука, т. е. то обстоятельство, что мы различаемъ напр. два звука одной и той же высоты и одной и той же интензивности, но произнесенныхъ двумя различными людьми или издаваемыхъ двумя разными инструментами, былъ долгое время загадкой, какъ физической, такъ и физиологической. Helmholtz доказалъ, что различіе въ тембрѣ слухового ощущенія соответствуетъ обыкновенно разницѣ въ формѣ графической кривой, изображающей колебаніе, и что одной и той же кривой соответствуетъ всегда одинъ и тотъ же тембръ. Простое колебаніе (маятникообразное, съ кривой въ видѣ синусонды) подобное тому, которое производятъ камертоны, имѣетъ свой особый тембръ. Слуховыя ощущенія, болѣе всего приближающіяся къ нимъ, вызываются колебаніями наиболѣе похожими на колебанія маятникообразныя: сюда относятся флейта и нѣкоторыя органныя трубы. Другіе музыкальные инструменты вызываютъ слуховыя ощущенія съ очень характернымъ тембромъ, отличающимся отъ тембра камертона; кривыя ихъ колебаній рѣзко отличаются отъ синусонды, и разницѣ эта тѣмъ больше, чѣмъ своеобразнѣе будетъ тембръ. И если колебаніе будетъ сложное, если кривая его не будетъ синусондой—что относится почти ко всѣмъ слышимымъ нами звуковымъ волнамъ,—то наше ухо разлагаетъ его на составныя части и воспринимаетъ отдѣльно каждое простое колебаніе, а не общій видъ кривой.

Хотя и старались признать простымъ ощущеніе, вызываемое струной скрипки, гитары и проч., но послѣ нѣкотораго упражненія открываютъ, что всякій разъ, какъ звучитъ струна, является нѣсколько звуковъ. Опытъ такой легко произвести съ гитарой. Ударяютъ по одной изъ струнъ ея; затѣмъ, въ то время когда она звучитъ, слегка касаются, на одно мгновеніе, четверти или пятой части ея длины: звукъ, бывшій непосредственно предъ симъ, затухаетъ, онъ перейдетъ въ другой, гораздо болѣе высокій и болѣе слабый. Если повторять этотъ опытъ, то, наконецъ, можно слышать эту высокую ноту и одновременно съ основнымъ звукомъ, который будетъ болѣе низкимъ.—Что происходитъ, когда касаются колеблющейся струны? Тогда затухаютъ всѣ колебанія, которыя не имѣютъ узловой точки въ мѣстѣ прикосновенія, т. е. колебанія длинныхъ участковъ струны и въ особенности колебанія всей струны. Остаются только колебанія малыхъ участковъ, которыя являются болѣе быстрыми и вызываютъ относительно болѣе высокіе звуки. Эти болѣе быстрыя колебанія существовали и ранѣе; они не возникли вслѣдствіе прикосновенія пальца. Опытное ухо можетъ уловить многіе изъ этихъ парціальныхъ тоновъ въ звукѣ обыкновенныхъ музыкальных инструментовъ. *И именно отъ воспріятія этихъ парціальныхъ звуковъ зависитъ происхожденіе тембра.*

Парціальныя тоны обыкновенно присутствуютъ въ большомъ числѣ; они измѣняются въ зависимости отъ того или другого инструмента. Особенная яркость тембра мѣдныхъ инструментовъ зависитъ отъ существованія множества рѣзкихъ и интензивныхъ парціальныхъ тоновъ въ той звуковой смѣси, которую они производятъ. Тѣло, издающее звуковыя волны, колеблется во-первыхъ все, затѣмъ участки его, все болѣе и болѣе малыя, колеблются особо, каждый на подобіе маят-

ника и съ гораздо болѣе частымъ ритмомъ. Это именно и суть тѣ парціальные тоны, которые составляютъ тембръ звука или тембръ звукового источника. Обыкновенно, въ звуковой смѣси то или другое простое колебаніе преобладаетъ значительно надъ всѣми другими по своей силѣ; мы приписываемъ смѣси высоту этого *основного тона*; отсюда названіе *парціальныхъ тоновъ* для всѣхъ остальныхъ.

Въ музыкальныхъ инструментахъ, въ особенности струнныхъ, число колебаній въ болѣе главныхъ парціальныхъ тонахъ является цѣлымъ и кратнымъ числа колебаній въ основномъ тонѣ, наименѣе высокомъ изъ всѣхъ; полученная въ результатъ кривая сохраняетъ, слѣдовательно, періодичность этого послѣдняго. Парціальные тоны такого рода получили также названіе верхнихъ *гармоническихъ тоновъ*, хотя обыкновенно они ничего общаго съ «гармоніей» не имѣютъ.

Итакъ, ухо относится къ звуковымъ смѣшеніямъ иначе, чѣмъ глазъ къ свѣтовымъ. Слуховой аппаратъ воспринимаетъ отдѣльно каждое простое колебаніе, зрительный аппаратъ доставляетъ одно простое ощущеніе, въ которомъ мы не отличаемъ ни одного изъ составныхъ элементовъ. Двѣ смѣси колебаній эфира,—одна, составленная изъ волнъ той длины, которыя мы называемъ красными, и изъ волнъ, называемыхъ зелеными, другая, изъ безчисленнаго количества различныхъ колебаній,—производятъ рѣшительно одно и то же ощущеніе бѣлаго цвѣта. Слѣдовательно, ухо разлагаетъ звуковую смѣсь на составныя части, а глазъ воспринимаетъ совокупность всей смѣси свѣтовыхъ колебаній.

Ощущеніе шума, вызываемое сложными и не представляющими періодичности колебаніями, имѣетъ нѣкоторую близость съ тембромъ музыкальныхъ звуковъ. Оно основывается на одновременномъ воспріятіи цѣлага ряда элементарныхъ звуковъ измѣнчивой интензивности, такъ что въ результатъ получается кривая, совершенно не имѣющая періодичности (фиг. 283). Часто нельзя бываетъ опредѣлить высоты этого шума; послѣднее происходитъ оттого, что ни одинъ изъ простыхъ звуковъ не выдается по своей интензивности, а если и выдается, то только на одно мгновеніе, съ тѣмъ чтобы исчезнуть вслѣдъ затѣмъ. Впрочемъ понятно, что нѣтъ рѣзкой границы между сложными музыкальными звуками и шумами. Поэтому соглашаются придавать опредѣленную высоту большинству шумовъ, напр. шуму, производимому вѣтромъ въ листьяхъ дерева или звуку барабана. То, что сегодня считалось шумомъ, будетъ завтра признано за музыкальный звукъ, смотря по господствующимъ эстетическимъ воззрѣніямъ.

Слуховое ощущеніе, произведенное оркестромъ, можетъ быть сравниваемо съ ощущеніемъ, вызваннымъ сложными періодическими колебаніями. Кривая, изображающая звуки оркестра, будетъ имѣть подобный же сложный видъ. Ухо также различаетъ здѣсь основную ноту и затѣмъ много добавочныхъ нотъ, аккомпаниментъ, изъ которыхъ однѣ выдѣляются гораздо болѣе, чѣмъ остальные.

Br ü c k e обратилъ вниманіе на то, что разница между людьми съ музыкальнымъ дарованіемъ и людьми, не имѣющими музыкальныхъ способностей, заключается по большей части въ томъ, что вниманіе первыхъ въ особенности слѣдитъ за основной нотой, тогда какъ вторые обращаютъ вниманіе преимущественно на тембръ или же на тотъ или другой парціальный тонъ. Для послѣднихъ тонъ одной и той же высоты кажется чѣмъ то новымъ всякій разъ, какъ измѣняется тембръ.

Хотя нашъ слуховой аппаратъ можетъ отдѣльно воспринимать гармоническіе тоны какого-либо сложнаго звука, такъ-же какъ и частные тоны оркестра,

тѣмъ не менѣе вѣрно, что смѣсь звуковъ производитъ родъ ощущенія отъ всей совокупности, нѣчто сходное съ тѣмъ, что существуетъ въ глазу: мы беремъ за единицу тембръ инструмента; мы слѣдимъ за основной нотой оркестра, не обращая вниманія на остальные. Нервные центры производятъ, слѣдовательно, нѣчто въ родѣ синтеза, правда крайне несовершеннаго, всѣхъ частныхъ тоновъ съ одной или нѣсколькими основными нотами. По Hensen'у синтезъ этотъ не является непосредственнымъ чувственнымъ свойствомъ, но постепенно пріобрѣтается ребенкомъ, подобно тому, какъ ребенокъ научается дѣлать выводы (о разстояніи, на-примѣръ), основанные на его слуховыхъ ощущеніяхъ. Тембръ не принадлежитъ, слѣдовательно, къ первоначальнымъ свойствамъ слуховыхъ ощущеній, подобно интензивности и высотѣ.

Подобнаго же рода явленіе мы имѣемъ въ **гармоніи** и **дисгармоніи** (въ созвучіи и диссонансѣ), получающихся отъ двухъ или нѣсколькихъ одновременно издаваемыхъ тоновъ; можетъ быть, это свойство звуковъ можно считать четвертымъ качествомъ сложнаго слухового ощущенія на томъ же основаніи, какъ и тембръ. Извѣстно, что существуютъ пары (или болѣе сложныя сочетанія) созвучныхъ нотъ, дающихъ въ результатъ пріятный звукъ, а есть и диссоннирующие между собою ноты, дающія непріятное слуховое ощущеніе. Уже съ давнихъ поръ извѣстно, что тоны, отношеніе чиселъ колебаній которыхъ выражается простыми числами (какъ 2 : 3, 3 : 4, 4 : 5, 1 : 2), являются созвучными; диссонансъ же наблюдается всякій разъ, когда тоны, издаваемые одновременно, не имѣютъ такого простого отношенія въ числахъ ихъ колебаній (напр. 10 : 11, 15 : 16). Helmholtz опредѣлилъ фізіологическую основу въ явленіяхъ диссонанса и созвучія: диссонансъ является синонимомъ «перемежающагося возбужденія» слухового аппарата, а созвучіе — синонимомъ «возбужденія непрерывнаго». Періодическое возбужденіе слухового аппарата, достаточно частое (начиная отъ 30—40 колебаній въ секунду), производитъ непрерывное впечатлѣніе, родъ полнаго тетануса слухового аппарата. Два тона, отличающіеся на одно колебаніе въ секунду, даютъ одно дрожаніе въ секунду; полученныя въ результатъ ритмическія колебанія (а, слѣдовательно, и фізіологическій процессъ въ Кортіевомъ органѣ и въ мозгу) послѣдовательно уменьшаются въ интензивности, на нѣкоторое время прекращаются, затѣмъ появляются снова и усиливаются. Разница въ 2, 3, 6 и т. д. колебаній даетъ 2, 3, 6 и т. д. дрожаній въ секунду. Дрожанія не имѣютъ, обыкновенно, ничего музыкальнаго, они являются для насъ даже непріятными, въ особенности если повторяются большое число разъ. Особенно непріятно намъ число дрожаній около 33-хъ въ секунду, что производитъ впечатлѣніе крайняго диссонанса и придаетъ слуховому ощущенію жесткій характеръ. Болѣе 33 колебаній въ секунду начинаютъ сливаться вмѣстѣ, и ощущеніе становится уже вполне непрерывнымъ, если число это будетъ болѣе 100 въ секунду. Helmholtz нашелъ, что музыкальные интервалы (= соединеніе двухъ тоновъ) самые чистые, самые пріятные для уха, и диссоннирующие интервалы, замѣченные уже давно музыкантами, удовлетворяютъ вполне этому фізіологическому правилу. Необходимо только при этихъ изслѣдованіяхъ обращать также вниманіе и на ударенія гармоническихъ тоновъ. — Въ области зрительныхъ ощущеній мы имѣемъ подобный же фактъ въ томъ непріятномъ ощущеніи, которое оказываетъ быстро мелькающій свѣтъ (когда, напр. бѣжать вдоль рѣшетки или палисада, черезъ которые проходятъ лучи солнца); сюда же относится явленіе мельканія въ глазахъ при вращеніи дисковъ [при медленномъ вращеніи стробоскопа].

Что касается подробностей относительно «фізіологической теоріи музыки», то мы отсылаемъ къ классическому труду Helmholtz'a (*Theorie der Tonempfindungen*, переведенному также и на русскій языкъ). Въ этой книгѣ можно найти

все, что касается составленія употребительныхъ музыкальныхъ гаммъ,—предметъ, собственно не относящійся къ области физиологіи, но всецѣло основанный на эстетическомъ чувствѣ современнаго поколѣнія людей, чувствѣ измѣняющемся, какъ это доказываетъ тотъ фактъ, что древніе составляли свои гаммы въ другой послѣдовательности тоновъ, съ другими интервалами (обыкновенно болѣе длинными). Музыкальное образованіе и музыкальные вкусы будущихъ поколѣній будутъ требовать болѣе сложныхъ гаммъ, чѣмъ тѣ, которыя употребляются въ наши дни, и поколѣнія эти будутъ пользоваться звуками, которые намъ слишкомъ еще напоминаютъ шумъ.

Къ тому, что сказано нами о физиологической теоріи высоты тоновъ, остается прибавить еще нѣсколько словъ относительно физиологической теоріи тембра и воспріятія болѣе сложныхъ звуковыхъ смѣшеній, шумовъ и гармоній. Обѣ теоріи сводятся въ сущности къ одному. Доказано, что ухо воспринимаетъ отдѣльно простыя маятникообразныя колебанія, заключающіяся въ самой сложной звуковой смѣси. Во внутреннемъ ухѣ нѣтъ ничего, кромѣ волоконъ *membranae basilaris*, которыя могли бы играть роль резонаторовъ и анализаторовъ звуковой смѣси.

Теорія гласныхъ *Hermann'a* (смотри стр. 494) не согласуется съ акустической теоріей *Helmholtz'a*, принятой нами въ предыдущемъ изложеніи. По *Helmholtz'u*, ухо воспринимаетъ отдѣльно частные тоны, составляющіе звуковую смѣсь: оно разлагаетъ ихъ подобно резонаторамъ. Но вотъ, по *Hermann'u*, наше ухо было бы способно воспринимать тѣ измѣненія въ интенсивности ротового тона [стр. 494], которыя участвуютъ въ образованіи гласныхъ. — *Hermann* привлекаетъ мнѣніе *König'a*, согласно которому ухо можетъ быть возбуждаемо всякаго рода періодическимъ движеніемъ, включая сюда «дрожаніе» (періодическое измѣненіе интенсивности звука). Но вѣдь измѣненія звука въ интенсивности не заставляютъ звучать резонатора, настроеннаго на ритмъ этихъ измѣненій (слѣдовательно они не приводятъ въ колебаніе волоконъ *membranae basilaris*).

Остается ожидать болѣе подробныхъ изслѣдованій относительно этого вопроса.

Слуховыя сужденія.

Съ помощью нашихъ слуховыхъ ощущеній мы составляемъ сужденія о расположеніи источниковъ звука во времени и въ пространствѣ; мы опредѣляемъ время, прошедшее между появленіемъ одного и другого звука; узнаемъ присутствіе того или другого изъ нихъ и опредѣляемъ направленіе и разстояніе, гдѣ находится звучащее тѣло.

Субъективный характеръ слуховыхъ ощущеній болѣе замѣтенъ, чѣмъ для зрительныхъ ощущеній. Мы менѣе склонны приписывать внѣшней причинѣ характеръ нашего слухового ощущенія. Нѣкоторыя слуховыя ощущенія, называемыя субъективными («звонъ въ ушахъ») всегда локализируются нами въ самомъ ухѣ, въ противоположность тому, что происходитъ въ зрительномъ аппаратѣ, гдѣ всѣ, такъ называемыя, субъективныя ощущенія локализируются нами внѣ насъ самихъ. Замѣчено еще по этому предмету, что если звуковыя волны проводятся къ внутреннему уху черезъ кости черепа, въ особенности, если при этомъ наружный слуховой проходъ будетъ закрытъ, то мы локализируемъ звуковой источникъ внутри насъ самихъ, мы слышимъ звукъ въ соответствующей половинѣ головы. — Отнесеніе звуковъ внѣ насъ, говорить часто, имѣетъ мѣсто только тогда, когда

звуковыя волны проходить через барабанную перепонку. Но, по заслуживающимъ довѣрія изслѣдованіямъ, при костномъ проведеніи звукъ достигаетъ лабиринта только окольнымъ путемъ, черезъ барабанную перепонку и слуховыя косточки. Вѣроятно, въ этомъ опытѣ осязательные нервы уха также возбуждаются звуковыми волнами и служатъ сами по себѣ основаніемъ для локализациі звука. Мы дѣлаемъ заключеніе о какомъ-либо внѣшнемъ агентѣ по совокупности всѣхъ чувственныхъ вліяній, которыя онъ намъ доставляетъ.

Сужденія о времени при помощи уха болѣе точны, чѣмъ при помощи какого либо другого изъ нашихъ органовъ чувствъ.—Такъ, когда бытъ тактъ, и если послѣдній не понижается ниже 0,3 секунды, то мы можемъ уже замѣчать разницы между интервалами, уклоняющимися другъ отъ друга на 3—4%; мы можемъ замѣтить, бытъ ли тактъ слишкомъ быстро или слишкомъ медленно при уклоненіяхъ на 3—4% въ его продолжительности.

Сужденіе становится менѣе вѣрнымъ при болѣе долгихъ или болѣе короткихъ періодахъ.

Сужденія о пространствѣ, направленіи и разстояніи.—Прежде чѣмъ судить о направленіи и о разстояніи, мы составляемъ сужденіе о *натурѣ*, объ *интензивности звучащаго тѣла*. Что касается этого послѣдняго сужденія, то нѣтъ сомнѣній, что опытъ здѣсь имѣетъ рѣшающее значеніе, разъ присуще нашей центральной нервной системѣ свойство относить къ внѣшнимъ причинамъ качества нашихъ собственныхъ слуховыхъ ощущеній. Мы не распознаемъ ухомъ внѣшняго агента, когда онъ въ первый разъ доставляетъ намъ одно или нѣсколько звуковыхъ ощущеній; но мы распознаемъ его во второй или въ третій разъ (если въ первый разъ онъ возбудилъ у насъ еще и другіе органы чувствъ: осязаніе, зрѣніе и т. д.).

Направленіе, по которому достигаютъ до насъ звуковыя волны, мы опредѣляемъ уже съ помощью одного только уха: смотря по тому, становится ли слуховое ощущеніе сильнѣе и слабѣе при такомъ или другомъ поворотѣ уха, головы и всего туловища (Béclard). При этомъ опредѣленіи играетъ значительную роль чувствительность кожи ушной раковины (Küss и Duval), чувствительность всѣхъ боковыхъ частей головы и въ особенности барабанной перепонки (Gellé). Сужденіе, выводимое съ помощью обоихъ ушей, основывается на тѣхъ же самыхъ чувственныхъ данныхъ.

Наше сужденіе о *разстояніи* звучащаго предмета крайне ограничено. Оно основывается на интензивности, съ какою мы слышимъ звукъ, издаваемый извѣстнымъ уже намъ заранѣе съ этой стороны тѣломъ. Съ закрытыми глазами мы можемъ сказать, приближается или удаляется отъ уха колеблющійся камертонъ. Но если другое лицо будетъ вращать камертонъ вокругъ его продольной оси, на одномъ и томъ же разстояніи отъ нашего уха, и звукъ его будетъ ослабѣвать и затихать при извѣстномъ діагональномъ положеніи (интерференціа колебаній), то намъ будетъ казаться, что камертонъ удаляется или приближается.

Когда дѣло идетъ о такихъ звукахъ, какъ голосъ напр., то мы судимъ съ болѣею точностью о направленіи и въ особенности о разстояніи, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда дѣло идетъ о музыкальныхъ тонахъ. Наше сужденіе основывается въ этихъ случаяхъ на неодинаковомъ ослабленіи различныхъ парціальныхъ тоновъ, по мѣрѣ того какъ мы удаляемся отъ источника звука: такой-то парціальный тонъ совершенно исчезаетъ для уха, тогда какъ другіе продолжаютъ восприниматься имъ; тембръ и интензивность измѣняются по той же причинѣ. Сложные

музыкальные звуки также локализируются нами болѣе точно, чѣмъ простые тоны, напр., отъ камертона или флейты. Нашъ слуховой аппаратъ можетъ съ очень большою точностью констатировать малѣйшія измѣненія тембра, т. е. присутствіе или отсутствіе въ звуковой смѣси тѣхъ или другихъ относительно слабыхъ парціальныхъ тоновъ. Это объясняется съ точки зрѣнія эволюціи. Для человѣка, какъ и для всякаго животнаго, въ борьбѣ за существованіе гораздо важнѣе различать естественные шумы, голосъ животныхъ и голоса себѣ подобныхъ (голоса суть ничто иное, какъ шумы), чѣмъ музыкальные звуки и самые чистые аккорды.

Органъ обонянiя.

Обонятельныя ощущенія представляютъ специфическую энергію обонятельнаго нервнаго аппарата, окончаніе котораго въ мозговой корѣ еще не извѣстно съ достовѣрностью.

Адекватнымъ раздражителемъ обонятельнаго аппарата являются извѣстныя газообразныя или мелко раздробленныя и взвѣшенныя въ воздухѣ вещества. Предполагаютъ, что эти „пахучія вещества“ вызываютъ химическую реакцію въ слизистой оболочкѣ носа.

Никакой другой нервный аппаратъ не доставляетъ намъ обонятельныхъ ощущеній. Хотя почти не удавалось вызвать эти ощущенія и другими раздражителями, кромѣ „пахучихъ тѣлъ“, прикладываемыми къ слизистой оболочкѣ носа, тѣмъ не менѣе допускаютъ, что принципъ специфической энергіи примѣнимъ и къ органу обонянiя, и что способность различать качества обонятельныхъ ощущеній зависитъ отъ возбужденія specialнаго нервнаго аппарата или specialныхъ нервныхъ волоконъ.

Наше сознаніе плохо оцѣниваетъ оттѣнки различныхъ обонятельныхъ ощущеній. Поэтому мы не имѣемъ никакой классификаціи этихъ ощущеній, которая могла бы служить намъ исходной точкой для физиологическихъ изслѣдованій.

Необходимо замѣтить, что обонятельныя ощущенія еще менѣе слуховыхъ обладаютъ объективнымъ характеромъ, столь рѣзко выраженнымъ въ зрительныхъ ощущеніяхъ.

Анатомія.—Волокна (безмякотныя) обонятельнаго нерва распространяются въ regio olfactoria слизистой оболочки носа, т. е. въ верхней части носовой перегородки, на верхней раковинѣ и на части средней раковины. Слизистую оболочку этой части уже невооруженнымъ глазомъ можно отличить отъ остальной слизистой оболочки (regio respiratoria) по большой ея толщинѣ и сочности, а также по желтоватой окраскѣ ея. Эпителий ея не мерцательный (въ отличіе отъ regio respiratoria, покрытой мерцательнымъ эпителиемъ) и состоитъ изъ двухъ видовъ клетокъ: цилиндрическихъ и веретенообразныхъ, которыя и служатъ „обонятельными клетками“. Свободный конецъ клетки послѣдняго рода поддерживаетъ палочку, которая достигаетъ эпителиальной поверхности (и оканчивается, у лягушки, длинными и мало гибкими волосками); внутренній конецъ клетки продолжается въ очень тонкую нить, которая признается (Max Schultze) за волоконецъ обонятельнаго нерва. По новѣйшимъ изслѣдованіямъ, обонятельныя клетки гомологичны клеткамъ межпозвоночныхъ узловъ.

Для того, чтобы получилось обонятельное ощущеніе, необходимо, чтобы извѣстныя газообразныя или мелко раздробленныя и взвѣшенныя въ воздухѣ вещества, такъ называемыя „пахучія вещества“, пришли въ соприкосновеніе со слизистой оболочкой regionis olfactoriae. Обыкновенно вещества эти вды-

хаются нами. Токъ воздуха, ударяясь въ нижнюю раковину, достигаетъ отчасти до верхнихъ полостей носа.

Пахучія вещества, прогоняемые при выдыханіи изъ горла черезъ носъ, повидимому, не производятъ обонятельнаго ощущенія.

То же можно сказать и о водныхъ растворахъ пахучихъ веществъ, вливаемыхъ въ носъ при наклоненной внизъ головѣ. Это зависитъ, вѣроятно, отъ того, что вода, смачивая обонятельныя клѣтки, дѣлаетъ ихъ неспособными къ нормальной функциональной дѣятельности, такъ какъ тотъ же самый опытъ, продѣланный съ дистиллированной водой, уничтожаетъ на нѣкоторое время обоняніе.—Первое столкновеніе пахучаго вещества съ обонятельнымъ эпителиемъ, повидимому, особенно активно: мы потягиваемъ воздухъ въ носъ, чтобы хорошо ощущать запахъ; а въ атмосферѣ, насыщенной духами, мы въ концѣ концовъ совершенно не ощущаемъ никакого запаха.

Весьма вѣроятно, что физиологическій эффектъ, вызываемый въ обонятельныхъ клѣткахъ, относится къ химическимъ реакціямъ. Нервный органъ обонянія является, слѣдовательно, однимъ изъ самыхъ чувствительныхъ химическихъ реактивовъ, которые мы знаемъ. Надо изумляться, какого, такъ сказать, бесконечно малаго количества пахучаго вещества достаточно, чтобы вызвать обонятельное ощущеніе. Одна фіалка можетъ наполнить ароматомъ цѣлую квартиру. Одинъ миллиграммъ мускуса, внесенный въ шкапъ, остается замѣтнымъ для обонянія на цѣлыя мѣсяцы и годы (высчитано, что ощущается еще одна двухъ-милліонная часть миллиграмма).

Обоняніе у большинства млекопитающихъ животныхъ гораздо болѣе тонко, чѣмъ у человѣка. Замѣчено, что развитіе выступовъ и извилинъ носа, т. е. развитіе обонятельной слизистой оболочки носа, находится въ прямомъ отношеніи съ совершенствомъ обонянія ¹⁾.

Органъ вкуса.

Нѣтъ полного согласія между изслѣдователями относительно всѣхъ участковъ ротовой поверхности, въ которыхъ она заключаетъ вкусовые

¹⁾ У культурнаго человѣка обоняніе болѣе тупо, чѣмъ у дикарей. Утверждаютъ, что оно болѣе тупо у женщинъ, чѣмъ у мужчинъ.

Многія вещества распознаются нами очень хорошо по одному запаху (камфора, хлороформъ, скипидаръ и т. под.). При крайне большомъ разнообразіи обонятельныхъ ощущеній классифицировать ихъ почти нѣтъ никакой возможности, настолько каждое изъ нихъ является своеобразнымъ. Можно ихъ раздѣлить на двѣ большія группы: одну составляютъ ощущенія «пріятнаго» характера, другую ощущенія «противнаго» (непріятнаго) характера. Вещества, вызывающія ощущенія перваго рода, называются благовонными (растительныя эфирныя масла) вещества, производящія ощущенія втораго рода, причисляются нами къ зловоннымъ или раздражающимъ (сѣроводородъ, сѣроуглеродъ, многія летучія вещества развивающіяся при гніеніи). Какъ доказываютъ теперь, вещества перваго рода обладаютъ дезинфицирующими и бактерицидными свойствами; вещества втораго рода очень вредно дѣйствуютъ на слизистыя оболочки и вообще ткани нашего тѣла. Нѣкоторые очень вредные, но не раздражающіе слизистыхъ оболочекъ газы, какъ напр. окись углерода, не вызываютъ въ немъ никакихъ обонятельныхъ ощущеній.

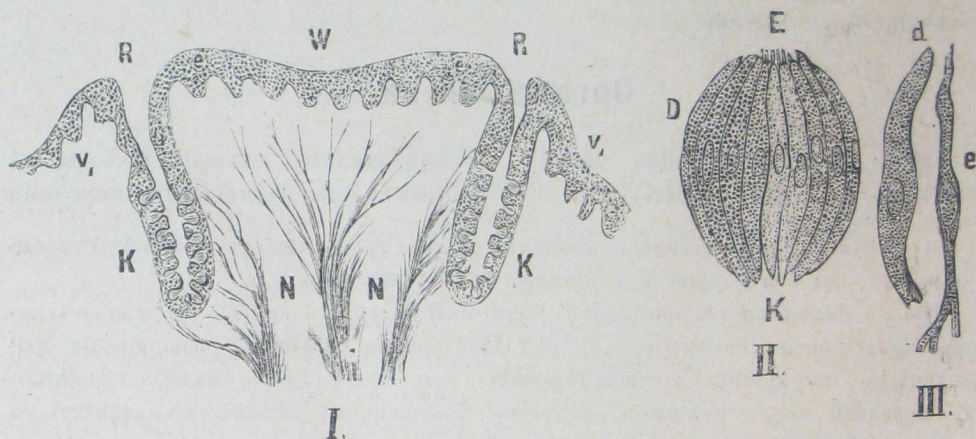
нервные волокна. Корень языка, на уровнѣ *papillae circumvallatae*, является самымъ чувствительнымъ вкусовымъ мѣстомъ; сюда же относится узкая полоса, проходящая горизонтально по свободному краю языка.

Есть основаніе также предположить, что вкусъ существуетъ на мягкомъ нёбѣ и на слизистой оболочкѣ входа въ глотку, гдѣ открыты вкусовые сосочки, т. е. тѣ образованія, которыя, повидимому, служатъ периферическимъ органомъ вкуса. Срединя передней части языка не обладаетъ вкусовой чувствительностью.

Что касается вкусового нерва, то нѣтъ сомнѣнія, что таковымъ служить *n. glossopharyngeus*; дѣйствительно, онъ развѣтвляется преимущественно въ тѣхъ мѣстахъ, которыя отличаются способностью къ вкусовымъ ощущеніямъ. *N. lingualis* приноситъ у человѣка вкусовые волокна къ краямъ передней части языка, гдѣ наблюдалась потеря вкуса при параличѣ *n. lingualis*; эти волокна заключаются, вѣроятно, въ *chorda tympani*, которая заимствуетъ ихъ отъ *n. glossopharyngeus* при основаніи черепа.

Вкусовые волокна *chordae tympani* происходят, по Schiffy, отъ *n. trigeminus*, по Lussana и Vulpian'y, отъ *n. facialis*, а по Mathias Duval'ю отъ *glossopharyngeus*.

Конечный аппаратъ вкусовыхъ нервныхъ волоконъ, повидимому, состоитъ изъ *вкусовыхъ почекъ* (Lovén, Schwalbe 1867), эпителиальныхъ образований, встречающихся (фиг. 289, I) преимущественно на обѣихъ стѣнкахъ круговой бороздки, окружающей каждую *papilla circumvallata*. Ихъ находятъ также разбросанными въ эпителии, одѣвающемъ *papillae fungiformes* языка (но не въ *papillae filiformes*), въ слизистой оболочкѣ мягкаго нёба и у входа въ глотку.



Фиг. 289. — I вертикальный разрѣзъ черезъ *papilla circumvallata* W; *v* круговой валикъ и *K* круговая бороздка, окружающая сосокъ; *K*, вкусовые почки *in situ*; *N*, нервные волокна. — II, отдѣльная вкусовая почка, которая посажена поверхностью *K* и имѣетъ свободный конецъ при *E*. — III, въ изолированномъ видѣ вкусовая (*e*) и эпителиальная (*d*) кѣлки почки. (Фигура заимствована изъ физиологін Landois).

Каждое изъ этихъ образований похоже (II) на почку растенія; оно состоитъ (III) изъ кѣлочныхъ элементовъ двухъ родовъ: въ центрѣ находятся *вкусовые кѣлки* (III, *e*), оканчивающіяся на ихъ свободной поверхности маленькими палочками, образующими небольшой выступъ (*E*, II). Нервные волокна (*n. glossopharyngei*) видѣются между кѣлками (Retzius и др.). — Вкусовая почка проходитъ черезъ эпителий слизистой оболочки во всю толщину ея.

Адекватнымъ раздражителемъ вкусового органа служатъ извѣстные растворимыя химическія вещества. Для того чтобы вызвать яснѣе вкусовое ощущеніе, вкусовое вещество кладутъ на спинку языка, а послѣдній прижимаютъ къ нѣбу, вѣроятно для того, чтобы данное вещество лучше проникло въ эпителий и пришло въ соприкосновеніе со вкусовыми почками. Однако нѣтъ особой необходимости въ этомъ прижатіи. — По всей вѣроятности физиологическое явленіе, происходящее во вкусовыхъ почкахъ, относится къ химическимъ процессамъ.

Не опредѣлено еще съ точностью мѣсто психо-вкусового центра (стр. 583), нарушение питанія въ которомъ, вѣроятно, и вызываетъ вкусовыя галлюцинаціи, наблюдаемыя при нѣкоторыхъ мозговыхъ заболѣваніяхъ.

Предполагаютъ, что различныя качества вкусового ощущенія зависятъ отъ раздраженія различныхъ нервныхъ волоконъ. — Различаютъ обыкновенно четыре вкусовыхъ качества: ощущеніе сладкаго, горькаго, кислаго и соленого. Быть можетъ слѣдовало бы допустить еще и нѣкоторыя другія. Остальныя вкусовыя ощущенія являются, вѣроятно, сложными, не только въ томъ смыслѣ, что въ нихъ входятъ различныя элементарныя вкусовыя качества, но также и потому, что въ большинствѣ ихъ можно встрѣтить какой либо другой чувственный элементъ, какъ-то: обонятельный, осязательный и даже зрительный. Такъ напр., охлаждающія, вяжущія и т. п. вкусовыя ощущенія являются, по крайней мѣрѣ отчасти, осязательными ощущеніями. — Но чаще всего мы смѣшиваемъ обонятельныя ощущенія со вкусовыми; оба рода послѣднихъ ощущеній очень плохо различаются нашимъ сознаніемъ. Вкусъ бываетъ очень притупленъ у людей съ плохо развитымъ обонаніемъ; то же самое получается у всякаго человѣка, закрывающаго себѣ ноздри. — Даже зрѣніе принимаетъ здѣсь нѣкоторое участіе: человѣкъ, пробующій красное и бѣлое вино съ закрытыми глазами, только въ 3 случаяхъ изъ 4 отличить бѣлыя вина отъ красныхъ. — Когда прибавленіемъ сахара исправляютъ слишкомъ кислый вкусъ, то послѣдній, собственно говоря, не уничтожается; нельзя даже говорить, что ощущеніе кислаго уменьшается: сахаръ не производитъ никакого химическаго дѣйствія на кислоту. Можно было бы утверждать, что кулинарное искусство сводится къ такому способу приготовленія, при которомъ наши нервныя центры одновременно получали бы вкусовыя, обонятельныя и осязательныя ощущенія.

Когда постоянный электрическій токъ проходитъ черезъ языкъ, мы испытываемъ, подъ влияніемъ электролиза, ощущеніе кислаго на положительномъ полюсѣ и ощущеніе щелочного — на отрицательномъ.

Ch. Richet и Corin производили изслѣдованія надъ отношеніями, существующими между химической природой вкусовыхъ веществъ и вкусовыми ощущеніями. По Corin (1887), должно существовать извѣстное отношеніе между кислымъ вкусомъ съ одной стороны, молекулярнымъ вѣсомъ и основностью кислотъ съ другой.

Чувство осязанія.

Къ чувству осязанія относили обыкновенно (по примѣру Е. Н. Weber'a) вплоть до недавняго времени: а) ощущенія прикосновенія и давленія или тактильныя ощущенія въ собственномъ смыслѣ, б) ощущенія температуры (холода и тепла) и наконецъ в) болевые ощущенія.

Ощущения боли съ нѣкотораго времени выдѣлены въ отдѣльную рубрику. Мы увидимъ основанія, по которымъ то относятъ ихъ на долю раздраженія тактильных нервовъ, то приписываютъ ихъ специфической реакціи особыхъ нервныхъ волоконъ.

Что касается ощущеній температуры, то надо признаться, что для нашего сознанія очень мало общаго между ними и ощущеніями прикосновенія, быть можетъ меньше, чѣмъ между ощущеніями обонятельными и вкусовыми. Но, такъ какъ периферическія нервныя окончанія, порождающія эти различныя ощущенія, тѣсно перемѣшаны между собою въ наружныхъ покровахъ, то и продолжали приписывать ихъ дѣятельности одного и того же нервнаго аппарата. Однако самъ Е. Н. Weber замѣтилъ, что температурная чувствительность на различныхъ мѣстахъ кожи находится далеко не въ прямомъ отношеніи съ развитіемъ осязательной чувствительности. Herzen пришелъ даже къ предположенію, что первыя волокна, служащія для ощущеній тепла, отличны отъ волоконъ, дающихъ ощущеніе холода, утверждая (что подтвердили потомъ Vintschgau и Goldscheider), что тепловые впечатлѣнія, для того чтобы сдѣлаться сознательными, требуютъ болѣе долгаго времени, чѣмъ впечатлѣнія холода.

Blix (1885) съ успѣхомъ доказалъ, и это подтверждено Goldscheider'омъ, что ощущенія прикосновенія и температуры, хотя и кажутся намъ распределенными равномерно на кожной поверхности, въ дѣйствительности вызываются раздраженіемъ опредѣленныхъ точекъ кожи, окруженныхъ поясами, на которыхъ эти ощущенія не вызываются. Сверхъ того, извѣстныя точки служатъ только для вызова ощущеній прикосновенія, другія—только для ощущенія холода и, наконецъ, третьи—только для ощущенія тепла. Можно раздражать механически (съ помощью тонкой иглы) или электрическимъ путемъ эти три вида точекъ, и получается всегда только ощущеніе, специфическое для каждой изъ нихъ. Между двумя сосѣдними точками находится обыкновенно поясъ общей чувствительности, именно болевой, откуда нельзя вызвать ощущенія ни прикосновенія, ни тепла, ни холода. Эти три вида ощущеній зависятъ, слѣдовательно, отъ трехъ различныхъ периферическихъ нервныхъ аппаратовъ.

Мы знаемъ впрочемъ въ наружныхъ покровахъ достаточно различныхъ окончаній нервныхъ волоконъ, чтобы каждому изъ этихъ видовъ чувствительности могъ служить особый нервный приводъ. Существуютъ, во первыхъ, осязательныя тѣльца, заложенные въ кожныхъ сосочкахъ и встрѣчающіяся въ большомъ количествѣ на ладонной и подошвенной поверхности, въ особенности, пальцевъ, и на кончикѣ языка, т. е. въ мѣстахъ съ сильно развитымъ осязательнымъ чувствомъ. Затѣмъ есть еще тѣльца Krause въ конъюнктивѣ глаза, въ слизистой оболочкѣ рта и на glans penis. Новѣйшія изслѣдованія показали, что во всѣхъ этихъ тѣлцахъ дѣло сводится къ свободному окончанію (вѣтвящемуся или пѣть) нервнаго волокна между эпителиальными клѣточками, изъ которыхъ состоитъ само тѣлце. Наконецъ мы должны указать на многочисленныя волокна, лишенныя міалина, которыя достигаютъ самыхъ верхнихъ слоевъ кожи и даже, аналогично таковымъ же волокнамъ роговицы, распространяются въ эпидермисъ (Langerhans) и въ особенности въ волосныхъ мышечкахъ (Ranvier, Izquierdo).

Goldscheider изслѣдовалъ подъ микроскопомъ мѣста собственной кожи, характеризующіяся какъ точки прикосновенія, тепла и холода. Онъ не нашелъ ни въ тѣхъ, ни въ другихъ осязательныхъ тѣлцахъ, но во всѣхъ нихъ пучки первыхъ волоконъ безъ міалина, поднимающихся къ поверхности, быть можетъ, въ

эпидермисъ. Только въ температурныхъ точкахъ пучки эти, повидимому, имѣютъ тѣсное отношеніе къ капиллярной сѣти.

А. Ощущенія прикосновенія и давленія или тактильныя ощущенія въ собственномъ смыслѣ.—Осязательныя ощущенія даютъ намъ свѣдѣнія о присутствіи инороднаго тѣла и о степени давленія его на соответствующій участокъ кожи. Эта чувствительность крайне неодинаково развита на различныхъ участкахъ кожного покрова. Она является самой тонкой на кожѣ лба, висковъ и передней поверхности руки: мы чувствуемъ здѣсь уже давленіе въ 0,002 гр. Мякоть пальцевъ ощущаетъ только тяжесть въ 0,10 гр., а ногти только 1 гр.

Хотя кажется, что осязательная чувствительность распространена непрерывно, но на самомъ дѣлѣ она вызывается только раздраженіемъ определенныхъ и рѣзко ограниченныхъ точекъ (Blix), между которыми находятся области, не дающія подобныхъ ощущеній. Эти тактильныя точки очень многочисленны въ тѣхъ мѣстахъ, которыя мы только что обозначили, какъ особенно чувствительныя съ точки зрѣнія осязательнаго чувства. Въ особенности на мякоти пальцевъ онѣ расположены такъ близко другъ отъ друга, что между двумя сосѣдними точками нѣтъ нечувствительнаго пояса. Въ мѣстахъ, снабженныхъ волосами, точки эти группируются и располагаются около прикрѣпленія волосъ; фолликулы послѣднихъ заключаютъ въ себѣ одну или нѣсколько подобныхъ точекъ. Тонкая тактильная чувствительность лба, виска и носа (способныхъ реагировать на давленіе въ 0,002 гр.), вѣроятно, зависитъ отъ присутствія здѣсь волосковъ. Припомнимъ также осязательныя волоски, столь распространенныя у млекопитающихъ.—Ослѣпленая летучая мышь летаетъ по комнатѣ, избѣгая препятствій даже въ видѣ натянутыхъ нитей (Spallanzani); она можетъ дѣлать это только благодаря осязательнымъ волоскамъ крыльевъ.—Надо впрочемъ замѣтить, что у человѣка осязаніе развито преимущественно на открытыхъ частяхъ тѣла.

Собственно тактильныя ощущенія вызываются только раздраженіемъ кожи, т. е. раздраженіемъ периферическаго конца осязательныхъ нервныхъ волоконъ. Раздраженіе нервного ствола, напр. п. cubitalis, производитъ ползаніе мурашекъ и даже боль, которую относятъ къ периферіи нерва, но оно не даетъ ощущенія прикосновенія въ собственномъ смыслѣ этого слова.

Очень обширное и однообразное давленіе, производимое на широкую поверхность тѣла, не чувствуется какъ таковое. Рука, погруженная въ ртутную ванну, получаетъ тактильное ощущеніе только на уровнѣ поверхности ртути, окружающей руку. Можно было бы сказать, что необходимо извѣстное растяженіе тканей, для того чтобы мы почувствовали прикосновеніе.

Ощущенія давленія оставляютъ послѣ себя продолжительное впечатлѣніе, которое можно сравнить съ положительнымъ свѣтовымъ слѣдомъ въ глазу. Надавливаютъ нѣкоторое время на кожу лба маленькой круглой монетой: человѣкъ на которомъ производить этотъ опытъ, думаетъ, что монета лежитъ еще, когда ее уже сняли.

Изобрѣтены различные инструменты для измѣренія тактильной чувствительности. Сюда относится барэстезіометръ (Eulenburg) и эстетзіометрическая игла (Beauvais).

Справедливость психо-физическаго закона была установлена (Е. Н. Weber) впервые для чувства давленія. На мякоти пальцевъ мы чувствуемъ разницу двухъ тяжестей, относящихся другъ къ другу какъ 27 : 30.

Чувствуютъ еще отдѣльные толчки зубчатого колеса, приложеннаго къ явотѣ пальца, даже при 1500 толчкахъ въ секунду.

В. Тактильныя сужденія.—Ощущеніе давленія служитъ не только для сужденія о вѣсѣ того тѣла, которое давитъ на кожу, но оно служитъ также и для того, чтобы различать два сосѣднихъ тактильных впечатлѣнія. Комбинируя одновременныя и послѣдовательныя впечатлѣнія, производимыя однимъ и тѣмъ же предметомъ, мы составляемъ себѣ понятіе о величинѣ предмета и о формѣ его поверхности (шероховатой, гладкой и проч.). Въ итогѣ эта функція аналогична остротѣ зрѣнія, тогда какъ тактильная чувствительность гомологична чувствительности сѣтчатки къ свѣту. Для авторовъ, которые считаютъ, что опредѣленіе протяженія при помощи осязанія дано уже въ самомъ ощущеніи, а не является результатомъ умозаключенія, т. е. психологическаго акта, для такихъ авторовъ кожа заключаетъ въ себѣ видъ чувства пространства.

По послѣднимъ изслѣдованіямъ не однѣ только, такъ называемыя, тактильныя точки служатъ для опредѣленія протяженія. Тепловыя и холодовыя точки, давая мѣсто ощущеніямъ тепла и холода, служатъ, хотя и въ меньшей степени, также для опредѣленія протяженія. По Goldscheider'у, тактильныя точки могутъ служить для опредѣленія разстоянія въ 0,1 мм., холодовыя точки—разстоянія въ 1 мм., а тепловыя—еще нѣсколько большаго разстоянія. Эта особенность температурныхъ точекъ побуждаетъ насъ соединить ихъ вмѣстѣ съ тактильными точками въ одно и то же чувство, тогда какъ съ точки зрѣнія чистаго ощущенія мы должны ихъ раздѣлить.

Инструментъ, который служитъ для изслѣдованія степени остроты различныхъ областей кожи къ сужденію о протяженіи, называется *циркулемъ Weber'a*. Онъ состоитъ въ сущности изъ двухъ тонкихъ иглъ, которыя можно сближать между собою. Отыскиваютъ *minimum* разстоянія между обѣими ножками циркуля, ниже котораго кожныя впечатлѣнія отъ обѣихъ ножекъ сливаются въ одно. Обѣ ножки различаются еще отдѣльно на различныхъ мѣстахъ при слѣдующихъ наименьшихъ разстояніяхъ между ними (Weber):

	миллим.		миллим.
Кончикъ языка	1,1	Тыльная поверхность пястья и	
Ладонная поверхность 3-й фаланги пальцевъ	2,2	пальцевъ	15,7
Красная кайма губъ	4,5	Внутренняя поверхность губъ	20,3
Ладонная поверхность 2-й фаланги пальцевъ	4,5	Нижняя часть лба и пятка (задняя поверхность)	22,5
Кончикъ носа	6,7	Тыль кисти руки	31,0
Средняя линія спины и кожный ободокъ губъ	9,0	Шея, подбородокъ	33,7
Тыль 2-й фаланги пальцевъ, подошвенная поверхность 2-й фаланги большого пальца ноги; щеки и вѣки	11,2	Колѣно	36,0
		Голень, нижняя часть ступни, крестецъ, ягодицы и предплечье	40,5
		Грудина	45,4
		Затылокъ и спина	54,1
		Бедро и верхнее плечо	67,6

Способность различать два одновременныхъ впечатлѣнія (она обратно пропорціональна *minimum'у* разстоянія между обѣими ножками циркуля) является, слѣдовательно, самою большою въ частяхъ наиболѣе подвижныхъ. Въ конечностяхъ она уменьшается отъ периферіи къ центру.—*Упражненія* значительно увеличиваютъ ее.

Чувство температуры.

Температурныя ощущенія, тепла и холода, доставляются только нашимъ кожнымъ покровомъ и слизистой оболочкой естественныхъ отверстій тѣла. Они сообщаютъ намъ свѣдѣнія объ измѣненіи температуры нашей кожи.

Существуетъ большое различіе въ отношеніи той легкости, съ какой различныя мѣста нашего тѣла испытываютъ впечатлѣнія тепла и холода. Кончикъ языка является въ этомъ отношеніи наиболѣе чувствительнымъ мѣстомъ, затѣмъ идутъ въ нисходящемъ порядкѣ: вѣки, щеки, шея, туловище (Е. Н. Weber). Внутренніе органы не даютъ намъ такихъ ощущеній.

Упражненіе увеличиваетъ эту чувствительность. Она сказывается яснѣе, если большая поверхность находится въ соприкосновеніи съ изслѣдуемымъ тѣломъ.

Перечисленіе различныхъ мѣстъ кожи по степени ихъ чувствительности къ температурнымъ разницамъ далеко не совпадаетъ съ перечнемъ для тактильной чувствительности. Blix и Goldscheider показали, впрочемъ, что на кожѣ существуютъ вполне опредѣленные точки, отличныя отъ тактильных, раздраженіе которыхъ (термическое, механическое, электрическое) производитъ ощущеніе тепла—*тепловыя точки*, и есть другія точки, болѣе многочисленныя и перемѣшанныя съ предыдущими, раздраженіе которыхъ производитъ всегда ощущеніе холода—*холодовыя точки*.—Точки эти, многочисленныя въ особенности въ мѣстахъ извѣстныхъ своей чувствительностью къ разницѣ температуры, скопляются, повидимому, тамъ, гдѣ нервы проникаютъ въ кожу, располагаясь въ ряды, направляющіеся по радіусамъ отъ точекъ вѣдренія волосъ.

Отсюда слѣдуетъ сдѣлать заключеніе, что ощущеніе холода зависитъ отъ раздраженія другихъ нервныхъ волоконъ, чѣмъ ощущеніе тепла. Такъ что здѣсь приходится имѣть дѣло съ двумя родами специфической нервной энергіи; это впрочемъ вытекаетъ и изъ того факта, что впечатлѣніе холода проводится къ нервнымъ центрамъ быстрѣе, чѣмъ впечатлѣніе тепла (Herzen).

Фактъ, достойный замѣчанія, состоитъ въ томъ, что температурныя точки пригодны для сужденія о пространствѣ почти такъ же, какъ и тактильныя точки.

Когда соприкасающееся съ кожей тѣло отдаетъ послѣдней теплоту, мы испытываемъ ощущеніе тепла; когда же оно беретъ отъ нея теплоту, мы испытываемъ ощущеніе холода. Ощущеніе бываетъ тѣмъ интензивнѣе, чѣмъ лучше тѣло проводитъ теплоту, т. е., чѣмъ легче оно отнимаетъ или отдаетъ ее. При одинаковой температурѣ, кусокъ желѣза кажется болѣе теплымъ или болѣе холоднымъ, чѣмъ кусокъ дерева. Поэтому слѣдуетъ думать, что ощущеніе тепла производится положительнымъ измѣненіемъ температуры нашей кожи, а ощущеніе холода—отрицательнымъ измѣненіемъ ея (Е. Н. Weber).

Ощущеніе тепла или холода не зависитъ отъ абсолютной температуры кожи, но въ каждый данный моментъ кожа обладаетъ [собственною] нулевой точкой температуры, которая не даетъ никакого ощущенія этого рода; ощущеніе тепла является всякій разъ, когда температура кожи повышается надъ этой точкой, а ощущеніе холода—всякій разъ, когда температура кожи падаетъ ниже этого предѣла. Нулевая точка соотвѣтствуетъ дѣйствительнымъ температурамъ, очень измѣнчивымъ, смотря по тому, пребываемъ ли

мы предъ этимъ въ средѣ болѣе или менѣе теплой. Конечно, эта нулевая точка передвигается только въ физиологическихъ предѣлахъ температуры. Выше и ниже этого предѣла, т. е. подъ вліяніемъ интензивнаго холода, такъ же какъ и подъ вліяніемъ чрезмѣрнаго жара, мы испытываемъ уже одинаковое ощущеніе, которое не будетъ ни ощущеніемъ тепла, ни ощущеніемъ холода, но будетъ болевымъ ощущеніемъ (ожога). Если погрузить, напр., руку въ какую нибудь среду надолго, то нулевая точка ея можетъ измѣниться: рука такъ сказать *настраивается*, приспосабливается къ иной температурѣ. Тогда среда, которая въ началѣ производила ощущеніе тепла или холода, можетъ производить только слабое ощущеніе, можетъ вовсе не производить его, или даже производить противоположное ощущеніе (Hering).

Hering развилъ этотъ взглядъ, предполагая одинъ только нервный аппаратъ для температурныхъ ощущеній. Однако его идеи могутъ быть примѣнены съ двойственной натурой этого аппарата.

Наконецъ раздраженіе температурныхъ нервовъ, то безсознательнымъ, рефлекторнымъ путемъ, то сознательнымъ, имѣетъ весьма важное значеніе для регулированія температуры теплокровныхъ животныхъ (смотри. стр. 253 и слѣд.).

Чувство боли.—Общая чувствительность.

Боль.—Болевое ощущеніе появляется всякій разъ, когда очень сильно раздражается какой либо чувствительный нервъ; а подъ именемъ чувствительныхъ нервовъ надо понимать, кромѣ кожныхъ нервовъ, всѣ центро-стремительные нервы внутреннихъ органовъ, даже нервы органовъ высшихъ чувствъ, по крайней мѣрѣ, зрительный и слуховой, и температурные нервы. Тогда какъ для многихъ чувствительныхъ нервовъ боль является ощущеніемъ, вызваннымъ чрезмѣрнымъ раздраженіемъ (тактильные и температурные нервы, зрительный и слуховой нервъ и проч.), для другихъ она является единственнымъ, имъ свойственнымъ, ощущеніемъ (нервы внутреннихъ органовъ).

Вопросъ о томъ, слѣдуетъ ли или нѣтъ допустить въ кожѣ существованіе болевыхъ нервовъ, независимо отъ тактильныхъ, является спорнымъ и теперь. Многие авторы допускаютъ, что болевые ощущенія производятся раздраженіемъ другихъ нервныхъ волоконъ, чѣмъ тактильныя ощущенія, волоконъ, оканчивающихся въ другой части психическихъ центровъ; основываютъ они это главнѣйшимъ образомъ на слѣдующемъ: а) всѣ наши органы способны къ болевымъ ощущеніямъ, тогда какъ тактильныя и температурныя ощущенія воспринимаются только кожнымъ покровомъ и смежными съ нимъ частями слизистой оболочки; б) нервы органовъ чувствъ, повидимому, никогда не даютъ мѣста болевымъ ощущеніямъ; в) при нѣкоторыхъ патологическихъ условіяхъ (хлороформный наркозъ) болевые ощущенія уничтожаются, тогда какъ тактильныя ощущенія сохраняются; г) по изслѣдованіямъ Schiff'a, болевые ощущенія проходятъ въ спинномъ мозгу по другимъ проводящимъ путямъ, чѣмъ тактильныя ощущенія.

Что касается перваго аргумента, то мы устраняемъ его, говоря съ одинаковымъ основаніемъ, что всѣ нервы имѣютъ болевую реакцію, а нервы внутреннихъ органовъ имѣютъ только эту сознательную реакцію, при томъ всегда при чрезмѣрномъ раздраженіи ихъ. Въ обыкновенное время раздраженіе ихъ ограничивается только рефлекторнымъ актомъ (смотри. стр. 540, 619). Что касается пункта б, то

чрезмѣрные раздраженія слухового и зрительнаго нерва могутъ сдѣлаться болѣзненными, что доказывается тѣмъ «болѣзненнымъ свѣтомъ», на который жалуются больные при вывихѣ глаза изъ орбиты и при перерѣзкѣ неизмѣннаго зрительнаго нерва. Вкусовые и обонятельные нервы, повидимому, не даютъ мѣста болевымъ ощущеніямъ, но необходимо припомнить, что эти органы чувствъ подверглись у человѣка большей или меньшей атрофій. Пункты *c* и *d* вполне согласуются съ той гипотезой, которую мы защищаемъ. Съ нашей точки зрѣнія легко объясняется тотъ фактъ, что сильное давленіе, интенсивный холодъ или тепло, дѣйствующіе на первный стволъ (п. cubitalis на локтѣ), производятъ не тактильное или температурное, но болевое ощущеніе. Наконецъ, новѣйшія изслѣдованія въ области анатоміи нервной системы, указывая на богатство подраздѣленій нервныхъ волоконъ въ центрахъ, ставятъ насъ въ затрудненіе выбрать среди изобилія различныхъ путей и развѣтвленій тѣ, которыя могли бы обезпечивать болевую проводимость.

Мы локализируемъ, хотя и не вполне точно, наши болевые ощущенія въ раздражаемомъ органѣ, даже если это относится ко внутреннимъ органамъ. Въ противоположность тактильнымъ ощущеніямъ, боль можетъ вызываться сильнымъ раздраженіемъ, приложеннымъ гдѣ угодно по ходу чувствительнаго нерва. Это ощущеніе относится нами къ периферическому концу нерва.

Болевые ощущенія ослабляются и уничтожаются средствами наркотическими (морфій) и анестетическими (эфиръ, хлороформъ); это происходитъ, вѣроятно, отъ своего рода паралича психическихъ центровъ.

Общая чувствительность.—Подъ этимъ именемъ мы понимаемъ совокупность ощущеній, имѣющихъ мало специфическаго (въ нашемъ внутреннемъ сознаніи) и представляющихъ болѣе или менѣе замѣтное сходство преимущественно съ болевыми ощущеніями, отчасти же и съ ощущеніями осязательными. Очень возможно, что для нѣкоторыхъ изъ нихъ надо предположить спеціальныя нервныя волокна. Другія ощущенія, повидимому, зависятъ не отъ центростремительныхъ нервовъ, но отъ непосредственнаго вліянія на нервныя центры, какъ напр., при ненормальномъ составѣ крови. Сюда же относятся: голодъ, жажда, вкусовое отвращеніе, усталость, ознобъ, головокруженіе, шекотка, сладострастное чувство, хорошее самочувствіе и проч. и проч.—Боль обыкновенно относится къ этой же категоріи.—Всѣ эти ощущенія имѣютъ въ высокой степени характеръ субъективности и влѣдствіе этого они часто называются внутренними ощущеніями ¹⁾.

¹⁾ Ощущенія такого рода представляются иногда локализованными въ опредѣленныхъ частяхъ тѣла, какъ напр. чувство сухости въ задней части ротовой полости при жадѣ, гложущее чувство въ желудкѣ и кишечникѣ при голодѣ и т. д.; но это только начальная форма подобныхъ ощущеній. При дальнѣйшемъ развитіи они выражаются своеобразными измѣненіями въ состояніи всего самочувствія, хотя бы мѣстныя ощущенія были притуплены (смачиваніе слизистыхъ оболочекъ ротовой полости, введеніе въ желудокъ неудобоваримыхъ веществъ, какъ опилки и бумага). То же должно сказать и о другихъ чувствованіяхъ изъ этой категоріи (срав. примѣч. къ парагр. XX послѣдн. главы).

Мышечное чувство. Чувство равновѣсія тѣла. Ощущеніе двигательныхъ иннервацій.

Допускають еще существованіе трехъ другихъ видовъ ощущений, очень мало характерныхъ для нашего сознанія, именно *мышечное чувство, чувство равновѣсія тѣла* и, наконецъ, *ощущенія двигательныхъ иннервацій*. Они имѣютъ то общее, что являются мало сознательными или вовсе безсознательными и что благодаря имъ нервныя центры регулируютъ, по типу болѣе или менѣе чистыхъ рефлексовъ, мышечныя сокращенія, опредѣляющія равновѣсіе нашего тѣла во всей его совокупности или въ извѣстныхъ частяхъ; они являются также необходимыми для надлежащаго пополненія всякаго, такъ называемаго, произвольнаго движенія. Ощущенія двигательной иннервацій (впрочемъ сильно оспариваемыя) не вызываются даже центростремительными импульсами. Двумъ другимъ соотвѣтствуютъ извѣстныя центростремительныя возбужденія, но эти послѣднія въ области мышечнаго чувства сознаются нами очень смутно, а въ сферѣ чувства равновѣсія являются совѣтъ безсознательными. Центростремительные импульсы послѣдняго рода ограничиваются тѣмъ, что они измѣняютъ безсознательнымъ, рефлекторнымъ путемъ движенія, имѣющія волевое происхожденіе. Было бы умѣстнѣе назвать ихъ „безсознательными ощущеніями“.

А. Мышечное чувство.—Подъ именемъ мышечныхъ ощущений разумѣютъ центростремительныя возбужденія, возникающія въ глубинѣ нашихъ членовъ (въ противоположность возбужденіямъ, исходящимъ изъ поверхностей: тактильнымъ и температурнымъ). Они только отчасти берутъ происхожденіе отъ чувствительныхъ нервовъ мышцъ, но большей же части отъ чувствительныхъ нервовъ, оканчивающихся въ сухожиліяхъ, въ суставныхъ сумкахъ и связкахъ и даже въ суставныхъ частяхъ костей. Вытянутіе и сдавленіе этихъ частей [разумѣется: въ нормальныхъ предѣлахъ] вызываютъ центростремительныя возбужденія, которыя сознаются нами очень мало, однако, въ степени достаточной для того, чтобы постоянно давать намъ указаніе о величинѣ укороченія мышцъ и о положеніи того или другого органа. Но эти центростремительныя возбужденія остаются всегда очень смутными для нашего сознанія. Они однако вмѣшиваются въ двигательные акты непрерывно въ интересахъ и регулированія и градуированія центральныхъ иннервацій волевого происхожденія, въ виду конечной цѣли послѣднихъ, и притомъ даже тогда, когда такія движенія находятся уже на пути къ исполненію.

Разсматриваемыя возбужденія восходятъ, повидимому, по заднимъ столбамъ спинного мозга и достигаютъ мозжечка черезъ нижнюю его ножку. Именно выпаденіемъ ихъ объясняется мозжечковая атаксія (результатъ удаленія мозжечка) и двигательная атаксія, обязанная перерожденію заднихъ столбовъ спинного мозга. Съ другой стороны, они достигаютъ, вѣроятно, области четверохолмія и зрительныхъ бугровъ и даже мозговой коры. Извѣстные симптомы, наступающіе вслѣдъ за экстирпаціей мозговой коры, объясняются прекращеніемъ глубокихъ ощущений отъ членовъ тѣла.

Проводящіе пути къ большому мозгу, повидимому, вполне прослѣжены: въ спинномъ мозгу—задніе столбы, въ среднемъ мозгу—лента Reil'я, волокна которой идутъ вплоть до мозговой коры. Отходящія отъ волоконъ на этомъ пути колла-

теральные отвѣтвленія достигаютъ важныхъ рефлекторныхъ центровъ: мозжечка (черезъ нижнюю мозжечковую ножку), четверохолмія и зрительныхъ бугровъ. Насколько импульсы мышечнаго чувства дѣйствуютъ на мозжечекъ, на четверохолміе и на зрительные бугры, они - безсознательны; насколько достигаютъ мозговой коры, они становятся сознательными.

Въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ мышечное чувство превосходитъ осязаніе: „взвѣшивая“ (при помощи мышцъ предплечья) двѣ какія либо тяжести, положенныя на кисть руки, мы замѣчаемъ разницу въ ихъ вѣсѣ, когда эти тяжести относятся другъ къ другу какъ 39 : 40; помѣщая тяжести просто на кисть руки (имѣющую подъ собою точку опоры), мы различаемъ (посредствомъ осязанія) ихъ только при отношеніи 29 : 30 (E. H. Weber). Дѣйствіе „взвѣшиванія“ основывается на тѣхъ указаніяхъ, которыя мы получаемъ со стороны мышечнаго чувства.

Сухожильный рефлексъ (смотри стр. 479 и 537) долженъ быть приписанъ дѣятельности центrostремительныхъ нервовъ мышечнаго чувства. Дѣло идетъ здѣсь о регулированіи произвольныхъ движеній, въ томъ же значеніи, какъ координація тѣхъ же движеній зависить отъ мозжечка. Разница только та, что въ томъ случаѣ, когда нервы мышечнаго чувства вызываютъ сухожильный рефлексъ, центральный органъ, именно рефлекторный центръ, находится ближе къ мышцамъ, чѣмъ мозжечекъ: центръ этотъ заложенъ въ самомъ спинномъ мозгу. Рефлексъ производится коллатеральными волокнами, отдѣляющимися отъ периферическихъ при вступленіи ихъ въ спинной мозгъ ¹⁾.

Чувство равновѣсія тѣла. — Подобно тому какъ мышечное чувство доставляетъ центральной нервной системѣ свѣдѣнія о положеніи членовъ относительно тѣла и о степени сокращенія мышцъ, точно также чувство равновѣсія даетъ намъ знать о положеніи нашей головы и нашего тѣла въ пространствѣ; оно непрерывно регулируетъ, и при томъ рефлекторнымъ образомъ, мышечныя сокращенія, необходимыя для поддержки извѣстнаго положенія головы и всего туловища въ пространствѣ. Периферическій органъ, доставляющій центrostремительныя возбужденія, заложенъ въ преддверіи лабиринта уха, преимущественно въ ампуллахъ полукружныхъ каналовъ, въ слуховыхъ валикахъ (*cristae acusticae*). Нервомъ для этого служитъ вѣтвь слухового нерва, именно n. vestibularis. Рефлекторнымъ центральнымъ органомъ является въ особенности мозжечекъ и за тѣмъ область четверохолмія (по столько, по сколько здѣсь участвуютъ глазныя мышцы). Относящіяся сюда возбужденія, повидимому, не становятся совсѣмъ сознательными для насъ; они производятъ чисто рефлекторнымъ путемъ двигательныя иннерваціи, необходимыя для поддержки равновѣсія тѣла.

Въ тотъ моментъ, какъ голова перемѣщается, наклоняется въ ту или другую сторону или даже только испытываетъ простое передвиженіе, эндолимфа тоже перемѣщается; она сдавливаетъ и толкаетъ рѣснички, сидящія на такъ называемыхъ слуховыхъ валикахъ, откуда возникаетъ нервное возбужденіе. Три полукружныхъ канала, заложенные въ трехъ различныхъ плоскостяхъ пространства подобно тремъ координатамъ описательной геометріи, расположены такимъ образомъ, что эндолимфа перемѣщается въ какомъ-либо изъ этихъ каналовъ только при опредѣленномъ движеніи головы.

¹⁾ На сложное происхожденіе такъ называемаго сухожильнаго рефлекса указано выше, въ примѣч. стр. 537. Н. В.

Возбужденіе извѣстныхъ волоконъ *n. vestibularis* возникаетъ такимъ образомъ всегда только вслѣдъ за движеніемъ головы или всего тѣла въ одномъ и томъ же направленіи.—Такое заключеніе слѣдуетъ вывести изъ всѣхъ опытовъ, произведенныхъ надъ полукружными каналами со времени Floggen's'a, который положилъ имъ начало. Нѣкоторыя разногласія между авторами зависятъ отъ того, что послѣдніе не всегда умѣли отличать симптомы раздраженія периферическаго органа отъ симптомовъ паралича. Если оперировать безъ предосторожностей, то явленія, зависящія отъ раздраженія (въ особенности отъ кровоизліяній), могутъ быть приписаны параличу (Exner).

Опыты дѣлаются обыкновенно надъ голубемъ, полукружные каналы котораго очень доступны. При надрѣзываніи этихъ каналовъ, насильственные движенія возникаютъ только въ моментъ истеченія эндолимфы. Движенія происходятъ также (въ обратномъ направленіи), когда инъецируютъ въ какой-либо каналъ жидкость, или когда раздражаютъ ихъ электрически или химически. Вскрытіе вертикальнаго канала, имѣющаго фронтальное направленіе, вызываетъ вращеніе головы (и отчасти туловища) вокругъ продольной оси клюва—оси, перпендикулярной къ этому каналу. Если оперировать надъ вертикальнымъ передне-заднимъ каналомъ, то появляются вращенія (головы и проч.) вокругъ поперечной оси головы, оси перпендикулярной къ этому каналу. Животное можетъ при этомъ даже кувиркаться.—Наконецъ, поврежденія горизонтальнаго канала вызываютъ вращенія вокругъ вертикальной оси.—Если при этихъ опытахъ фиксировать неподвижно голову животнаго, то можно на немъ наблюдать вращенія глазъ, тоже очень опредѣленные для каждаго канала. Наконецъ, раздраженіе (электрическое) каналовъ производитъ, въ общемъ, тѣ же движенія, что и вытеканіе эндолимфы. Когда вытеканіе эндолимфы прекратилось, то на голубѣ нельзя замѣтить ничего ненормальнаго, если поврежденіе ограничивается только одной стороной: для выполненія функціи достаточно другого лабиринта. При двухстороннемъ поврежденіи, походка и захватываніе пищи становятся абсолютно неуравновѣшенными, беспорядочными. Животное, лишенное стимуловъ, которые управляютъ движеніями тѣла и головы, не умѣетъ болѣе принимать пищу и т. п.

Эта потеря равновѣсія, зависящая отъ выпаденія возбужденій, доставлявшихся преддверіемъ лабиринта, впоследствии уменьшается и даже исчезаетъ почти совершенно, такъ какъ въ концѣ концовъ эти центростремительныя вліянія возмѣщаются другими, въ особенности зрительными. Однако же отсутствіе ихъ сказывается въ слѣдующихъ фактахъ. Если взять въ руки здороваго голубя и сообщить ему какое-либо круговое движеніе, то онъ будетъ затѣмъ производить самъ, въ видѣ рефлекса, очень сильное круговое движеніе головой въ обратномъ направленіи, даже если ему закрыть глаза. Но голубь, лишенный обоихъ лабиринтовъ, не будетъ производить такихъ движеній, если закрыть ему глаза.

Значеніе этихъ рефлекторныхъ поворотовъ головы, опредѣляемыхъ преддверіемъ лабиринта, заключается въ поддержкѣ извѣстнаго направленія головы въ пространствѣ и въ компенсаціи наклоненій ея. Аналогичное этому мы находимъ у млекопитающихъ и у человѣка въ тѣхъ рефлекторныхъ поворотахъ глазъ, которыми сопровождаются активныя или пассивныя боковыя наклоненія головы и которыя стремятся сохранить для глазъ его вертикальный меридіанъ. У человѣка можно уловить ихъ пальцемъ черезъ вѣки. Этихъ

компенсаторныхъ поворотовъ глазъ не бываетъ у глухонѣмыхъ, у которыхъ лабиринтъ не функціонируетъ. Зато такіе люди никогда не испытываютъ головокруженія (James, Kreidl). Человѣкъ, сидящій на карусели или ѣдущій на заворотѣ желѣзной дороги, видитъ вертикальные предметы наклоняющимися верхнимъ своимъ концомъ въ направленіи центробѣжной силы. Эта сила дѣйствуетъ на преддверіе такимъ образомъ, какъ будто бы голова была наклонена по направленію центробѣжной силы. Поэтому выпрямляютъ (рефлекторнымъ образомъ) свое туловище, т. е. наклоняютъ его въ противоположную сторону и думаютъ, что находятся въ прямомъ положеніи: прямые въ дѣйствительности предметы кажутся тогда наклонными.

При этихъ условіяхъ здоровый человѣкъ, въ противоположность глухонѣмому, всегда ошибается въ направленіи вертикальныхъ предметовъ (Kreidl). Хорошо плавающій глухонѣмой теряетъ эту способность, если онъ закрываетъ глаза. Водяныя животныя, лягушки и акулы, у которыхъ разрушены оба лабиринта, не могутъ болѣе плавать правильно, въ особенности, если они еще были ослѣплены (Löb.). Они поворачиваются на спину и т. д. Въ водѣ отсутствуютъ различныя тактильныя ощущенія, зависящія отъ вѣсатѣла, которыя участвуютъ въ поддержаніи равновѣсія тѣла, въ томъ же значеніи какъ и зрительныя ощущенія.

Перерѣзка обоихъ слуховыхъ нервовъ ведетъ къ такому же разстройству и потерѣ равновѣсія, какъ и разрушеніе лабиринтовъ (Schiff).

Многократно пытались объяснить нарушенія равновѣсія вслѣдъ за поврежденіемъ лабиринта сопутствующими этой операціи поврежденіями мозжечка и веревочныхъ тѣлъ (поврежденія послѣднихъ частей дѣйствительно вызываютъ такіа насильственные движенія смотр. стр. 559 и слѣдующія). Но дѣло обстоитъ такъ, что вмѣстѣ съ лабиринтомъ разрушается периферическій органъ чувства равновѣсія, а вмѣстѣ съ мозжечкомъ удаляются центральные пути соотвѣтственныхъ возбужденій.—Головокруженія, наступающія у человѣка при острыхъ пораженіяхъ лабиринта (Менѣге'ова болѣзнь) могутъ также наблюдаться и безъ заболѣванія уха.

Нѣкоторые низшія животныя имѣютъ пузырьки (отоцисты), снабженные яко-бы отолитами, между тѣмъ какъ эти животныя, повидимому, лишены слуховыхъ ощущеній. Помимо этого, существуютъ такіе слуховые пузырьки, которые не имѣютъ никакого отношенія къ слуху (Crustacea, Cephalopoda, Stenophora). Однако, удаленіе этихъ органовъ производитъ глубокія нарушенія въ равновѣсіи всего тѣла (Yves Delage, Baginsky). Является невольнo вопросъ, не относятся ли и у млекопитающихъ всѣ аппараты съ отолитами (sacculus, utriculus) къ чувству равновѣсія, подобно ампулламъ полукружныхъ каналовъ.

По Breuer'у отолиты доставляютъ намъ указанія о поступательномъ движеніи нашего тѣла, а полукружные каналы о поворотахъ головы.

Центральнымъ нервнымъ органомъ компенсаторныхъ вращеній глазъ и головы служитъ мозжечекъ и область четверохолмія, два конечныхъ пункта слухового нерва.

Ощущенія иннервациі. — Чтобы объяснить нѣкоторыя особенности нашихъ движеній и преимущественно нашей центральной иннервациі, часто допускаютъ, что мозговая кора получаетъ сознательныя указанія о процессахъ двигательной иннервациі, въ которыхъ воля не принимаетъ почти участія, и даже о такихъ, которые совершаются въ субкортикальныхъ рефлекторныхъ центрахъ (смотр. стр. 606). Въ этомъ именно смыслѣ Meunert допускаетъ—и это имѣетъ большое вѣроятіе—особый родъ ощущеній, очень смутныхъ по ихъ специфичности

для нашего сознанія, которыя образуются безъ участія центростремительныхъ импульсовъ, идущихъ изъ нашихъ периферическихъ органовъ. Мы говоримъ о нихъ здѣсь,—хотя ихъ мѣсто должно бы быть въ главѣ «большой мозгъ»—потому, что они относятся, вмѣстѣ съ мышечнымъ чувствомъ и чувствомъ равновѣсія, къ координаціи движеній тѣла и его частей.

Другіе авторы идутъ слишкомъ далеко, приписывая (какъ Lotze) ощущеніямъ иннервации тѣ указанія, которыя доставляются намъ, преимущественно, мышечнымъ чувствомъ. Въ этомъ смыслѣ ощущеній иннервации допустить нельзя.

ГЛАВА XV.

ФУНКЦИИ РАЗМНОЖЕНІЯ ИЛИ ВОСПРОИЗВЕДЕНІЯ.

Всякое организованное существо (нашего времени) происходит отъ другого организованнаго существа; самопроизвольное зарожденіе (*generatio aequivoca*) уже не находитъ теперь серьезныхъ защитниковъ. Примѣры, которые въ разныя времена приводились, какъ доказательство происхожденія организованныхъ существъ изъ неодушевленной матеріи, постепенно были признаны явленіями общаго, только что высказаннаго закона. Не знаемъ ли мы въ настоящее время зародышей схизомицетовъ, т. е. такихъ организмовъ, которые внезапно размножаются въ мѣстахъ, долгое время и напрасно считавшихся гарантированными отъ всякаго живого зародыша?

I. Различныя виды размноженія.—1. Простѣйшій видъ размноженія состоитъ въ *дѣленіи*. Его находятъ у одноклѣточныхъ существъ (растеній и животныхъ). Сюда необходимо причислить дѣленіе большинства одноклѣточныхъ существъ послѣ предварительнаго соединенія двухъ индивидуумовъ. Оно также весьма распространено у одноклѣточныхъ единицъ, составляющихъ высшее животное; дѣленіе клѣтки въ нашихъ тканяхъ служитъ настоящимъ актомъ размноженія, отъ котораго, преимущественно, зависитъ ростъ организма, заживленіе ранъ, сращеніе сломанныхъ костей и проч., а также воспроизведеніе у нѣкоторыхъ низшихъ позвоночныхъ животныхъ (тритоновъ и саламандръ) и многихъ безпозвоночныхъ цѣлыхъ отнятыхъ у нихъ членовъ.

2. Размноженіе *почкованіемъ*. Материнскій многоклѣточный организмъ отдаетъ отъ себя почковидный отростокъ, въ которомъ можно признать новый индивидуумъ ¹⁾, со всѣми составными частями произведшаго его материнскаго организма. Эта почка можетъ отдѣлиться отъ материнскаго организма и вести самостоятельную жизнь. Этотъ видъ размноженія, очень распространенный въ растительномъ царствѣ, встрѣчается также у кишечно-полостныхъ, напр. у полиповъ, и у нѣкоторыхъ червей.

3. *Размноженіе посредствомъ яицъ*. Яйцо является элементарнымъ одноклѣточнымъ организмомъ, образованнымъ (посредствомъ дѣленія) въ другомъ организмѣ, отъ котораго оно отдѣляется. Будучи помещено въ благоприятныя условія (относительно температуры, влажности и проч.), оно въ концѣ-концовъ даетъ индивидуумъ, подобный материнскому. Если послѣдній многоклѣточный, то яйцо должно

¹⁾ Въ большинствѣ случаевъ, но не всегда, такъ какъ извѣстны теперь случаи, когда почка возникаетъ въ видѣ кучки клѣтокъ или даже одной клѣтки.

дѣлиться, и происшедшія вслѣдствіе этого кѣтки подвергаются обыкновенно болѣе или менѣе выраженной дифференціаціи (что входитъ въ предметъ *эмбриологии*).

Яйца могутъ развиваться безъ оплодотворенія мужскимъ сѣменемъ или спермою—*parthenogenesis* (у пчелъ и нѣкоторыхъ другихъ наѣкомыхъ). Обыкновенно же развитіе яйца предполагаетъ предварительное оплодотвореніе, по крайней мѣрѣ для того, чтобы произвести вполне развитого индивидуума — *половое размноженіе* (начало развитія безъ оплодотворенія возможно для большинства яицъ). *Перемежающееся размноженіе*, наблюдаемое у многихъ безпозвоночныхъ, состоитъ въ томъ, что въ одинъ періодъ существованія бываетъ безполое размноженіе, а въ другой—половое. Мужское сѣмя (сперма) и женское сѣмя (яйцо) могутъ развиваться въ одномъ и томъ же индивидуумѣ—*гермафродитизмъ* (у нѣкоторыхъ рыбъ, у многихъ червей, слизняковъ и проч.), или же каждое изъ нихъ развивается у особаго индивидуума: женское сѣмя или яйцо у женской особи, мужское сѣмя или сперма у мужской—*двудомство* (*dioecia*).

У многихъ животныхъ съ переменною формою существованія встрѣчается половое размноженіе въ одной стадіи и почкованіе въ другой—*перемежающееся размноженіе* (у медузъ, ленточныхъ глѣвъ и проч.). Оба эти вида размноженія встрѣчаются одновременно (на одномъ и томъ же индивидуумѣ) у полиповъ, точно также какъ у большинства растений.

У позвоночныхъ животныхъ воспроизведеніе вполне развитого индивидуума всегда является половымъ и двудомнымъ.

II. Половая зрѣлость.—Для того чтобы индивидуумъ (позвоночный) былъ годенъ для произведенія себѣ подобныхъ, т. е. для того, чтобы у самца появилось сѣмя, а у самки яйцо,—необходимо, чтобы онъ достигъ извѣстнаго развитія. При приближеніи этого возраста, т. е. *времени половой зрѣлости* (болѣе ранней въ жаркомъ климатѣ), наступаютъ, какъ у самца, такъ и у самки, независимо отъ созрѣванія яицъ и сѣмени, глубокія измѣненія въ другихъ системахъ тѣла, кромѣ половой. У человѣка наиболѣе выдающимися явленіями служатъ: у женщины—менструація и развитіе половыхъ желѣзъ, яичниковъ и груди, у мужчины измѣненія, быть можетъ, менѣе глубокія, хотя очень обширныя. Этотъ періодъ характеризуется пробужденіемъ полового инстинкта.—У женщины, въ противоположность мужчинѣ, способность воспроизведенія сразу прекращается въ опредѣленный періодъ жизни—прекращеніе менструаціи (*menopausa*).

III. Половая зрѣлость у мужчины.—Мужчина достигаетъ зрѣлости въ среднемъ на годъ поздиѣ женщины, именно въ нашемъ климатѣ отъ 13 до 15 лѣтъ.—Въ то время, когда половыя железы, яички, достигаютъ полнаго своего развитія, появляются другія бросающіяся въ глаза вышнія измѣненія: выростаніе волосъ на половыхъ частяхъ (борода является позже) и перемѣна голоса. Гортань быстро увеличивается въ размѣрахъ, голосовыя связки удлинняются и высота голоса понижается, въ среднемъ на одну октаву (это измѣненіе голоса бываетъ меньшимъ у субъектовъ, кастрированныхъ до половой зрѣлости). Въ то же время *penis* увеличивается и становится болѣе способнымъ къ эрекціи.—Отдѣленіе сѣмени продолжается вплоть до старости и прекращается незамѣтно, въ среднемъ къ 70 годамъ. 48% людей въ возрастѣ отъ 80 до 90 лѣтъ были способны еще къ воспроизведенію (Hensen).

IV. Сперма.—Извергаемое сѣмя представляетъ вязкую, сѣроватую жидкость, нейтральной или слегка щелочной реакціи, съ особымъ запахомъ

(*aura seminalis* древнихъ). Въ этой жидкости движутся въ огромномъ количествѣ *сѣменные нити* (сперматозоиды), состоящія изъ продолговатой и уплощенной головки, цилиндрическаго тѣльца и хвоста, который становится тоньше къ концу. Длина сперматозоида равняется 0,05 мм. Сперматозоиды эти движутся въ жидкости, извивая хвостъ на подобіе угрей. Движеніе хвоста сравнивается всегда, и вполне справедливо, съ движеніемъ бича. Головка составляетъ часть ядра материнской, произведшей сперматозоиды, клѣтки; хвостъ, повидимому, происходитъ, по крайней мѣрѣ отчасти, изъ протоплазмы той же самой клѣтки.

Сперматозоидъ долженъ проникнуть въ яйцо; это проникновеніе составляетъ соитіе половыхъ элементовъ (*Ed. Van Beneden*), а не оплодотвореніе въ собственномъ смыслѣ. Первое предшествуетъ второму. Оплодотвореніе состоитъ по сути въ образованіи первой клѣтки зародыша на счетъ яйца и сперматозоида.—Жидкая среда кажется второстепеннымъ обстоятельствомъ въ оплодотвореніи. Сперма способна къ оплодотворенію до тѣхъ поръ, пока двигаются сперматозоиды. Движеніе сперматозоидовъ продолжается очень долго при соприкосновеніи съ нормальнымъ, слегка щелочнымъ, секретомъ матки (8 дней и болѣе). Оно прекращается отъ присутствія воды, алкоголя, эфира, кислотъ, солей металловъ и проч. Кислое отдѣленіе влагалища убиваетъ сперматозоидовъ.

Слизистая, желтовато-бѣлая среда, въ которой взвѣшены сперматозоиды доставляется преимущественно железами выдѣлительныхъ каналовъ (сѣменные пузырьки, *prostate*, *Cowper*’овы железы и проч.). Отдѣляемое сѣменными канальцами является болѣе жидкимъ, чѣмъ извергаемая сперма.—Изъ спермы можно извлечь альбуминоидныя вещества, нуклеинъ (содержащійся преимущественно въ головкахъ сперматозоидовъ, которыя берутъ происхожденіе отъ клѣточного ядра), лецитинъ, жиръ съ содержаніемъ фосфора, соли, въ особенности фосфаты, наконецъ, органическое кристаллизующееся основаніе (*Charcot* и *Robin*).

Происхожденіе сперматозоидовъ возбуждаетъ много споровъ. Въ настоящее время почти что согласны допустить, что сѣменные канальцы выстланы на внутренней ихъ поверхности элементами двухъ родовъ (подобно *Graaf*’ову пузырьку у женщинъ) и что сперматозоиды происходятъ на счетъ одного рода ихъ (*v. Ebner*), вѣроятно, вслѣдствіе рѣзко выраженной пролифераціи ядра. Головка сперматозоида происходитъ изъ клѣточного ядра, хвостъ изъ протоплазмы (по крайней мѣрѣ отчасти).—Разсматриваемый эпителий покрывалъ первоначально яичко зародыша подъ именемъ зародышеваго эпителия, состоящаго уже изъ элементовъ обоихъ родовъ. Тотъ родъ клѣтокъ, которыя превращаются у мужчины въ сперматозоидныя, производитъ у женщинъ яйца. Нельзя отличить зародышеваго тестикула отъ зародышеваго яичника, хотя навѣрное должна существовать разница между ними.

Высушенные, напр. въ пятиѣ на бѣлѣ, сперматозоиды сохраняютъ свою форму; поэтому послѣ смачиванія ихъ можно изолировать и распознать подъ микроскопомъ (важно въ судебной медицинѣ).

V. Половая зрѣлость у женщины.—У женщины половая зрѣлость наступаетъ въ нашемъ климатѣ отъ 12 до 14 лѣтъ, приблизительно на одинъ годъ ранѣе, чѣмъ у мужчины. Не рѣдки случаи, что она запаздываетъ до 18 лѣтъ и болѣе (у лимфатическихъ субъектовъ). Въ болѣе холодномъ кли-

матѣ половая зрѣлость является позднѣе; она является гораздо раньше (въ 10 и 8 лѣтъ) въ жаркомъ. Эти различія, зависящія первоначально отъ климата, становятся наследственными для расъ: они не исчезаютъ уже вслѣдъ за переменой климата. — Къ періоду половой зрѣлости показываются волосы на половыхъ частяхъ, развиваются грудныя железы, тазъ увеличивается въ размѣрахъ, голосъ пріобрѣтаетъ нѣжность, бархатистость; въ то же время измѣняется характеръ, становясь „женственнымъ“ и проч. Главное же состоитъ въ созрѣваніи яйца (*овуляціи*), происходящемъ періодически. Созрѣваніе одного или нѣсколькихъ яицъ сопровождается истеченіемъ крови черезъ половыя части—*менструація*.

VI. Менструація.—При приближеніи времени менструаціи, которая наступаетъ періодически, въ среднемъ черезъ каждые 28 дней, у женщины развиваются явленія прилива крови, въ особенности къ половымъ органамъ; они сопровождаются лихорадкою, тяжестью въ поясницѣ и въ тазу, общей усталостью и проч. Вскорѣ начинается истеченіе черезъ влагалище жидкости, сначала слизистой (отдѣленіе влагалищныхъ и маточныхъ железъ), затѣмъ слизисто-кровянистой; количество примѣшивающейся крови затѣмъ увеличивается. Истеченіе крови тянется 3—4 дня, затѣмъ уменьшается, снова становится слизистымъ, пока не прекратится окончательно.—Количество вытекающей крови равняется въ среднемъ отъ 100 до 200 граммовъ.

Мѣстомъ истеченія крови служитъ слизистая оболочка матки, въ особенности капилляры. Маточный эпителий подвергается жировому перерожденію, слищивается въ верхнихъ слояхъ и сосуды подлежащей слизистой оболочки, повидимому, разрываются. Глубокіе слои эпителия остаются нетронутыми, они и служатъ для возстановленія слизистой оболочки.

Кровь всегда смѣшивается со слизью и нѣкоторое время находится въ маткѣ. Она становится здѣсь венозною, болѣе темною. Это обстоятельство, въ связи со щелочностью маточнаго отдѣленія, препятствуетъ свертыванію крови (она свертывается лишь въ случаѣ сильныхъ кровотеченій).

Фактъ, что кровь въ этихъ случаяхъ смѣшана со слизью, часто даетъ возможность рѣшить, будетъ ли старое кровавое пятно менструальнаго происхожденія или нѣтъ. Если истеченіе крови не было чрезмѣрнымъ, то пятна на бѣлѣ будутъ твердыми, какъ пятна отъ спермы, и окруженными болѣе или менѣе безцвѣтнымъ кружкомъ (опредѣленіе этого имѣетъ значеніе въ судебной медицинѣ).

VII. Овуляція.—Въ каждый менструальный періодъ одно или нѣсколько яичекъ изгоняются изъ созрѣвшихъ Ггаафовыхъ пузырьковъ. Допускаютъ обыкновенно, что менструальный приливъ крови къ яичнику увеличиваетъ количество жидкости, содержащейся въ фолликулѣ, который и лопается подъ вліяніемъ этого напора. Часто даже представляютъ себѣ, что менструація необходима для овуляціи, что въ этомъ и состоитъ ея фізіологическое значеніе. Тотъ фактъ, что многія кормилицы дѣлаются беременными, не имѣя регулъ, доказываетъ, что менструація не нужна для разрыва фолликула. Съ другой стороны, менструація прекращается въ большинствѣ случаевъ, когда приходится удалять яичники.—Нѣкоторые авторы (Pflüger) смотрятъ на менструацію какъ на приготовительный актъ къ развитію яйца: освѣженная внутренняя поверхность матки будетъ болѣе способна къ задержанію и приростанію яйца. По другимъ авторамъ (Williams, Güsserow и др.), приливъ крови и разрыхленіе слизистой оболочки матки какъ бы превращаютъ матку въ приборъ для искусственнаго высиживанія яйца. Если яйцо

не оплодотворено, то приготовленная такимъ образомъ слизистая оболочка (отпадающая оболочка) извергается вонъ, вызывая кровотеченіе. Менструація, слѣдовательно, служитъ вѣшнимъ признакомъ неоплодотворенности: беременность должна считаться не отъ послѣдней бывшей менструаціи, но отъ первой не пришедшей менструаціи. Однако по наблюденіямъ акушеровъ, яйцо чаще всего (но не всегда) должно брать свое начало отъ послѣдней пришедшей менструаціи.

Вытолкнутое яйцо поступаетъ въ преддверіе фаллопиевой трубы, которое въ это время также наполнено кровью и кажется какъ бы эригированнымъ, вслѣдствіе чего оно болѣе тѣсно прилегаетъ къ яичнику. Инъекція сосудовъ производитъ даже и на трупѣ эрекцію преддверія трубы и приближаетъ его къ яичнику (Ducalliez и Küss), чему способствуютъ также гладкія мышечныя волокна, содержащіяся въ маточныхъ связкахъ (Rouget).

Яйцо направляется затѣмъ къ маткѣ, будучи проталкиваемо мерцательными рѣсничками трубъ, движеніе которыхъ направлено къ маточному отверстію трубы. Яйцо можетъ быть оплодотворено уже въ трубѣ, даже въ яичникѣ, что доказывается присутствіемъ въ этихъ мѣстахъ сперматозоидовъ, такъ же какъ вѣматочною и даже брюшною беременностью.

Не будучи оплодотворено, яйцо можетъ сохраниться живымъ и способнымъ къ оплодотворенію въ теченіе 8 дней и болѣе въ щелочномъ секретѣ трубъ и матки.

Яйца суть ничто иное, какъ преобразованныя клѣтки, увеличенныя въ размѣрахъ, которыя первоначально содержались въ зародышевомъ эпителии, покрывающемъ эмбриональный яичникъ. Уже у утробнаго плода (прежде чѣмъ еще можно сказать, идетъ ли дѣло о сформированіи яичника или тестикула) эпителий этотъ состоитъ изъ элементовъ двухъ родовъ. У самки, яички являются положительно самыми большими изъ этихъ клѣтокъ, заключая въ своей массѣ болѣе или менѣе значительное количество питательныхъ веществъ, предназначенныхъ для питанія зародыша въ болѣе или менѣе продолжительный періодъ эмбриональнаго развитія. Ихъ количество въ особенности значительно у животныхъ, кладущихъ яйца или у яйцеживородящихъ животныхъ, зародыши которыхъ должны питаться въ теченіе всего своего развитія на счетъ этого питательнаго запаса.

Прежде чѣмъ быть оплодотвореннымъ, яичниковое яйцо подвергается важнымъ измѣненіямъ, составляющимъ явленіе, извѣстное подъ именемъ „созрѣванія яйца“. Измѣненія эти состоятъ: во 1-хъ, въ выдѣленіи двухъ маленькихъ круглыхъ тѣлецъ, происходящихъ главнымъ образомъ изъ яйцевого ядра или зародышеваго пузырька и извѣстныхъ подъ именемъ полярныхъ тѣлецъ (Van Beneden, Robin); во 2-хъ, въ сжатіи желточнаго шара, сопровождаемомъ выбрасываніемъ тѣломъ яйца веществъ, извѣстныхъ подъ именемъ „околожелточныхъ образований“. Послѣднія составляютъ плотный слой, покрывающій съ внутренней стороны zona pellucida, — это околожелточная оболочка, а жидкая масса, наполняющая пространство между этой оболочкой и желточнымъ шаромъ, составляетъ околожелточную жидкость. Въ этой то послѣдней и находятся полярныя шарики, которые остаются однако соединенными съ желткомъ. Итакъ полярныя шарики образуются на счетъ зародышеваго пузырька яйца. Физиологическое значеніе этого отдѣленія не вполне еще выяснено, но мы сейчасъ увидимъ, что это явленіе имѣетъ очень большую важность. Послѣ отдѣленія полярныхъ тѣлецъ осталь-

ная часть ядра составляет „женскій pronucleus“ (Ed. Van Beneden). Этотъ ядерный элементъ играетъ главную роль въ оплодотвореніи.

Мы отсылаемъ къ учебникамъ эмбриологіи за подробностями относительно развитія яичника и яйца, а также всего, что касается вопроса, какимъ образомъ происходитъ Graaf'овъ пузырекъ (гомологичный сѣмянному каналцу), вслѣдствіе инвагинаціи зародышеваго эпителія первичнаго яичника.

VIII. Желтое тѣло (corpus luteum).—Освобожденный отъ своего содержимаго Graaf'овъ пузырекъ спадается. Если не было оплодотворенія, то излившаяся, вслѣдствіе разрыва, внутрь его кровь всасывается и рана скоро рубцуетъ. Если же произошло оплодотвореніе и развитіе яйца, то фолликулъ значительно развивается, стѣнка его дѣлается очень толстой (особенно между 3-мъ и 4-мъ мѣсяцемъ), интенсивно желтаго цвѣта. Въ моментъ родовъ онъ еще довольно объемистъ (6—10 мм.) и исчезаетъ только съ годами. Этимъ зарубцевавшимся фолликуламъ даютъ названіе *желтаго тѣла (corpus luteum)*, при чемъ его называютъ *corpus luteum verum*, когда произошла беременность, въ противоположность къ *corpus luteum spurium*, остающемуся послѣ удаленія яйца, которое не получило дальнѣйшаго развитія.

IX. Менопауза.—Овуляція и менструація внезапно прекращаются, въ нашемъ климатѣ въ возрастѣ 40—45 лѣтъ.—У женщинъ и у расъ съ ранней половой зрѣлостью менструація прекращается ранѣе. Въ періодъ прекращенія менструаціи и овуляціи, всѣ половые органы (матка и др.) значительно атрофируются; этому періоду даютъ названіе *менопаузы* или *критическаго возраста*, потому что въ это время женщины болѣе подвержены всякаго рода страданіямъ.

X. Эрекція полового члена.—Вѣтви глубокой артеріи (a. profunda penis) оканчиваются не капиллярами, а широкими синусами пещеристыхъ тѣлъ полового члена; синусы эти представляютъ интерстиціальныя полости, выстланныя эндотеліемъ. Изъ нихъ выходятъ маленькія вены, образующія затѣмъ vena profunda penis. Однако существуютъ капиллярныя анастомозы между этой системой полостей и системой (капиллярной) сосудовъ спинки penis. Мелкія вены расположены такимъ образомъ, что онѣ сдавливаются въ то время, когда растягиваются (кровью) полости.

Эрекція penis зависитъ главнымъ образомъ отъ переполненія пещеристыхъ пространствъ члена кровью, которая притекаетъ сюда подъ болѣе высокимъ давленіемъ (25—30 мм. ртутн), благодаря расширенію сосудовъ. Членъ увеличивается поѣтому въ объемъ и становится твердымъ (можно достигнуть того же результата, инъецируя сосуды на трупѣ). Приливъ крови зависитъ отъ расширенія мелкихъ приносящихъ артерій, расширеніе же ихъ въ свою очередь находится въ зависимости отъ эрекціоннаго центра, заложеннаго въ поясничной части спинного мозга (стр. 540), дѣйствующаго при посредствѣ nervi erigentes (которые являются сосудорасширяющими нервами: смотр. стр. 173).—Сосудорасширительный эффектъ, быть можетъ, зависитъ отъ рефлекторнаго дѣйствія, именно отъ раздраженія периферическихъ окончаній чувствительныхъ нервовъ полового члена. Представленіе сладострастныхъ ощущеній (психическое вліяніе) можетъ производить тотъ же эффектъ.—Центръ эрекціи въ спинномъ мозгу въ свою очередь зависитъ отъ сосудорасширительнаго центра въ продолговатомъ мозгу. Эрекція происходитъ также

тогда, когда раздражается продолговатый мозгъ, напр. венозностью крови (у повѣшенныхъ).

Эрекция, будучи результатомъ расширенія сосудовъ, усиливается еще дѣйствіемъ нѣкоторыхъ поперечнополосатыхъ мышцъ: *m. ischiocavernosus* и *m. transversus perinei*; сокращеніе ихъ затрудняетъ обратный оттокъ венозной крови. Сокращенія *m. bulbocavernosi* достигаютъ той же цѣли, препятствуя оттоку крови отъ *corpus cavernosum urethrae*. (Во время эрекции мочеиспускание затруднено, въ особенности вслѣдствіе утолщенія *caput galinaginis*).—Мышцы эти могутъ быть иннервируемы произвольно, обыкновенно же онѣ сокращаются рефлекторно во время эрекции.

XI. Совокупленіе и изверженіе сѣмени.— Половой членъ вводится во влагалище, благодаря твердости его вслѣдствіе эрекции. Для того чтобы послѣдовало изверженіе сѣмени, необходимо, чтобы, вслѣдствіе раздраженія чувствительныхъ нервовъ *penis*, произошло рефлекторное перистальтическое движеніе сѣменныхъ пузырьковъ, сѣмяизвергающихъ канальцевъ и мышцъ, дѣйствующихъ на мочеиспускательный каналъ, въ особенности *m. bulbocavernosi* (ритмическія сокращенія его). Рефлексъ этотъ находится въ зависимости отъ „центра сѣмяизверженія“, заложенного въ спинномъ мозгу.—Сѣмя, собранное въ сѣменныхъ пузырькахъ, составляющихъ настоящій резервуаръ этого секрета ¹⁾, съ извѣстною силою выбрасывается изъ

¹⁾ Сѣменные пузырьки у млекопитающихъ вовсе не представляютъ (Leydig, Sedgwick-Minot, Kayser) резервуаровъ для сперматозоидовъ, а имѣютъ функцію, аналогичную съ предстательной железой (Steinach): эти двѣ железы могутъ заступать другъ друга, какъ видно изъ того, что послѣ удаленія сѣменныхъ пузырьковъ увеличивается предстательная железа и наоборотъ; то же подтверждается и сравнительно-анатомическими данными. Послѣ *односторонней* кастраціи на морской свинкѣ оба сѣменные пузырька достигаютъ одинаковаго развитія; напротивъ послѣ *двухсторонней* кастраціи оба пузырька атрофируются (Lode 1896) какъ и предстательная железа (Лезинъ).

Въ секретѣ сѣменнаго пузырька морской свинки найдено (Landwehr) до 29 процентовъ бѣлковъ; между ними есть много бѣлка, свертывающагося отъ прибавленія капли крови на подобіе фибриногена. Поэтому секрету приписываютъ значеніе пробки, которою *vagina* закупоривается послѣ принятія сѣмени (Leuckart). Съ другой стороны можно предположить, что отдѣленіе этой железы, какъ и предстательной, служить для поддержанія жизненности и подвижности сперматозоидовъ. Въ секретѣ ея сперматозоиды сохраняютъ жизненность въ 7—10 разъ дольше, чѣмъ въ физиологическомъ растворѣ поваренной соли. Наконецъ возможно, что щелочная реакція этихъ соковъ нейтрализуетъ кислую реакцію, развиваемую стѣнкой влагалища. Во всякомъ случаѣ фактъ несомнѣнный, что послѣ экстирпаціи тѣхъ и другихъ придаточныхъ железъ мужской индивидъ *теряетъ способность къ воспроизведенію* (Steinach 1894). Между тѣмъ образованіе сперматозоидовъ и половое влеченіе нисколько не страдаютъ отъ отсутствія ихъ (у зеленой лягушки нормально отсутствуютъ *vesiculae seminales*; на бѣлой крысѣ послѣ экстирпаціи ихъ скорѣе повышается половое влеченіе).

Интересны наблюденія Steinach'a относительно полового влеченія послѣ кастраціи, произведенной на взросломъ животномъ. Онъ признаетъ это влеченіе предсуществующимъ въ организмъ и настолько общимъ для него, какъ напр. чувство голода и жажды; оно только, такъ сказать, припорошивается подъ вліяніемъ назрѣвающихъ половыхъ продуктовъ.

мочеиспускательнаго канала. Выбрасываніе можетъ доходить у человѣка до полу-метра и болѣе.

Отдѣленіе спермы совершается непрерывно; она двигается главнымъ образомъ подъ вліяніемъ колебанія мерцательнаго эпителія, покрывающаго выносящіе каналы, подъ давленіемъ *vis a tergo* (секреторное давленіе) и отчасти вслѣдствіе перистальтическихъ движеній самихъ выносящихъ каналовъ. Сперма скопляется въ сѣменныхъ пузырькахъ, гдѣ она смѣшивается съ жидкимъ слизистымъ секретомъ. — Въ моментъ изверженія *prostata* и Cowper'овы железы отдѣляютъ въ большомъ количествѣ свѣтлую слизистую жидкость, которая смѣшивается со спермой; это и есть та липкая жидкость, которая вытекаетъ изъ полового члена до и послѣ изверженія.

Овуляція и странствованіе яйца не зависятъ отъ *coitus*. Тѣмъ не менѣе въ моментъ совокупленія бываетъ эрекція и въ половыхъ органахъ женщины, и даже изверженіе жидкости извѣстныхъ железъ. Клиторъ напрягается аналогично мужскому половому члену и выдается по направленію влагалища. Происходитъ также, въ качествѣ рефлекторнаго акта, перистальтическое движеніе маточныхъ трубъ и самой матки такъ же, какъ и влагалища, и въ особенности сокращеніе *m. sphincteris cunni*. — Въ результатъ, извѣстное количество слизистой жидкости (отдѣляемой въ пизбиліи въ моментъ совокупленія) выдѣляется половыми частями. При своемъ сокращеніи матка въ то же время выпрямляется и нѣсколько опускается. По окончаніи полового возбужденія она расширяется и дѣйствуетъ присасывающимъ образомъ на сѣменную жидкость, находящуюся у ея влагалищнаго отверстія.

Мы сказали выше, что изверженіе зависитъ отъ „сѣмяизвергательнаго центра“, заложеннаго въ поясничной части спиннаго мозга. Рефлекторнымъ центростремительнымъ путемъ служатъ чувствительные нервы *glandis penis*, центробѣжный путь состоитъ изъ двигательныхъ нервныхъ волоконъ сѣменныхъ пузырьковъ (главнымъ образомъ), а затѣмъ мышцъ промежности.

XII. Импрегнація яйца. Оплодотвореніе его въ собственномъ смыслѣ. — Сѣмя проникаетъ въ матку подъ вліяніемъ толчка, полученнаго въ моментъ изверженія и, можетъ быть, отчасти вслѣдствіе присасывающаго дѣйствія матки, которая расслабляется послѣ полового акта. Сперматозоиды могутъ однако передвигаться и сами вдоль слизистой пробки, которая постоянно выдается изъ маточнаго отверстія. Сперматозоидовъ находили вплоть до яичниковъ. Они поднимаются, слѣдовательно, по Фаллопиевой трубѣ вопреки колебательнымъ движеніямъ рѣсничекъ этой послѣдней. Они могутъ даже самостоятельно пройти черезъ всю длину влагалища и проникнуть въ матку, судя по тѣмъ случаямъ заберемененія, когда, вслѣдствіе ненормальной узости влагалища, не могло быть и рѣчи о введеніи *penis*.

Въ какомъ мѣстѣ сперматозоиды встрѣчаются съ яйцомъ? — Эта встрѣча несомнѣнно можетъ произойти у яичника и въ трубахъ, судя по случаямъ внѣматочной беременности. Возможно, что импрегнація совершится также въ самой маткѣ, если до совокупленія яйцо имѣло время сюда спуститься. Этого не бываетъ однако у кролика, по наблюденіямъ Van Beneden'a.

Выше мы сказали, что соединеніе половыхъ элементовъ до импрегнаціи яйца или оплодотворенія состоитъ въ проникновеніи сперматозоида въ яйцевое тѣло, т. е. въ желточный шаръ. Наблюдали это проникновеніе у многихъ беспозвоночныхъ и даже у одного позвоночнаго животнаго (*Petromyzon*). Сперматозоидъ внѣдряется въ яйцо въ силу собственныхъ своихъ

движеній; у большинства животныхъ, даже высшихъ, это совершается черезъ отверстіе оболочки или оболочекъ яйца (mikropyle). У кролика, да и у другихъ млекопитающихъ, сперматозонды могутъ проходить черезъ zona pellucida и проникать въ полость яйца черезъ любую точку его поверхности. Ихъ находятъ всегда въ большомъ количествѣ въ околожелточной жидкости этого животнаго. Но весьма вѣроятно, что у млекопитающихъ, какъ и у другихъ животныхъ, только *одинъ* сперматозондъ проникаетъ въ желточный шаръ.

Въ желткѣ (протоплазмѣ яйцевой клѣтки) протоплазматическіе элементы сперматозоида (хвостъ) пропадаютъ и, вѣроятно, не играютъ существенной роли въ оплодотвореніи: хвостъ есть ничто иное, какъ органъ движенія собственно оплодотворяющей части, т. е. головки. Оплодотвореніе состоитъ, собственно говоря, въ развитіи на счетъ яйца и проникнувшего внутрь его сперматозоида клѣтки, представляющей въ зачаткѣ новый индивидуумъ. Развитіе этой клѣтки слѣдуетъ изъ слѣдующихъ процессовъ: 1) образованіе на счетъ остатка зародышеваго пузырька, послѣ выдѣленія полярныхъ тѣлецъ, ядернаго элемента, имѣющаго строеніе обыкновенныхъ ядеръ и извѣстнаго подъ именемъ „женскаго pronucleus'a“, соотвѣтствующаго, судя по дальнѣйшему его развитію, только полу-ядру; 2) образованіе на счетъ головки сперматозоида (послѣ вступленія этого элемента въ яйцевое тѣло), „мужскаго pronucleus'a“, который также является только полу-ядромъ.—Съ того момента, когда оба эти ядерныхъ начала образовались въ яйцѣ и когда они соединились и слились болѣе или менѣе тѣсно между собою или же остались раздѣленными, первая эмбриональная клѣтка готова. Дѣленіе (первичная сегментация) можетъ совершаться безъ всякаго предварительнаго соединенія обоихъ pronuclei (Van Beneden). Однако довольно тѣсное соединеніе двухъ pronuclei, составляя первичное клѣточное ядро, происходитъ, вѣроятно, у многихъ видовъ животныхъ.

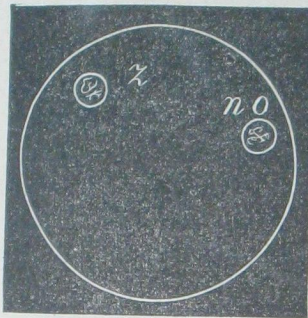
Оплодотвореніе не состоитъ, слѣдовательно, въ соединеніи или сліаніи обоихъ pronuclei, какъ это утверждали О. Hertwig, Fol, Flemming, Stasburger и другіе, но скорѣе въ образованіи полной клѣтки, на счетъ съ одной стороны клѣтки, сведенной только къ полу-ядру, и съ другой стороны ядернаго начала, доставленнаго сперматозондомъ (Van Beneden). Безразлично, соединяются ли оба полу-ядра очень тѣсно между собой; однако оба они составляютъ фізіологическую единицу, одно клѣточное ядро. Первичная эмбриональная клѣтка, способная къ сегментации и къ развитію новаго индивидуума, существуетъ съ того момента, какъ оба ядерныхъ начала образовались въ желткѣ. *Оплодотвореніе сводится, слѣдовательно, къ замѣнѣ отцовскимъ ядернымъ элементомъ элемента материнскаго, исторгнутаго яйцевымъ тѣломъ въ видѣ полярнаго тѣльца* (Van Beneden).

Большой прогрессъ сдѣлало въ недавнее время ученіе о внутреннихъ явленіяхъ, совершающихся во время импрегнаціи яйца, т. е. во время оплодотворенія въ собственномъ смыслѣ.

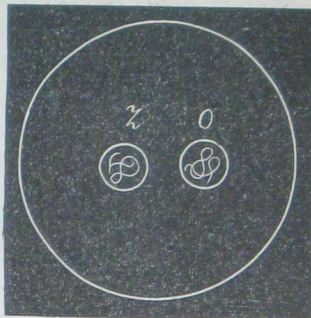
Въ 1685 г. Swammerdam доказалъ, что недостаточно одного влиянія запаха сѣмени (aura seminalis) на разстояніи, чтобы оплодотворить яйцо. Spallanzani (1768) показалъ, что одной сѣменной жидкости еще не достаточно, а необходимо еще присутствіе подвижныхъ сперматозондовъ. Фактъ проникновенія въ яйцо сперматозоида былъ заявленъ около 1850 г. многими авторами, и даже для такихъ видовъ, на которыхъ справедливость этого наблюденія еще не провѣрена. Проникновеніе сперматозоида въ яйцо у червей изъ класса Nematodes

у которыхъ оно наблюдается лучше, чѣмъ у какого либо другого животнаго, отрицалось еще въ 1857 г. Claparède'омъ и Мунк'омъ.

Теорія о влияніи *запаха стмени* (aura seminalis), оставленная уже 200 лѣтъ тому назадъ, тѣмъ не менѣе продолжала существовать до послѣдняго времени подъ другими названіями. Дѣйствительно, сперматозоидъ долженъ раствориться въ яйцевой протоплазмѣ, и Bischoff въ наше время (такъ же какъ Аристотель), сравнивалъ влияние, которое онъ долженъ оказывать на протоплазму, съ влияніемъ растворимаго фермента. Въ 1875 г. O. Hertwig увидѣлъ у одного изъ иглокожихъ (*Toxopneustes lividus*), что сперматозоидъ, вмѣсто того чтобы раствориться въ желткѣ, превратился здѣсь въ ядро, которое тотчасъ соединилось съ яйцевымъ ядромъ и составило такимъ образомъ съ этимъ послѣднимъ первичное яйцевое ядро. На долю нашего коллеги Ed. Van Beneden'a выпало сдѣлать (1882—1886) наблюденія надъ яйцомъ *Ascaris megaloccephala* (которая встрѣчается у лошади), имѣющія громадное морфологическое и физиологическое значеніе для разбираемаго вопроса. То, что происходитъ у этого животнаго, должно, естественно, быть въ главныхъ чертахъ у всѣхъ видовъ животныхъ. Мы попробуемъ дать краткій очеркъ этихъ наблюденій.

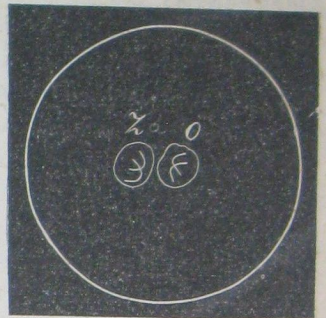


A



B

Фиг. 290.



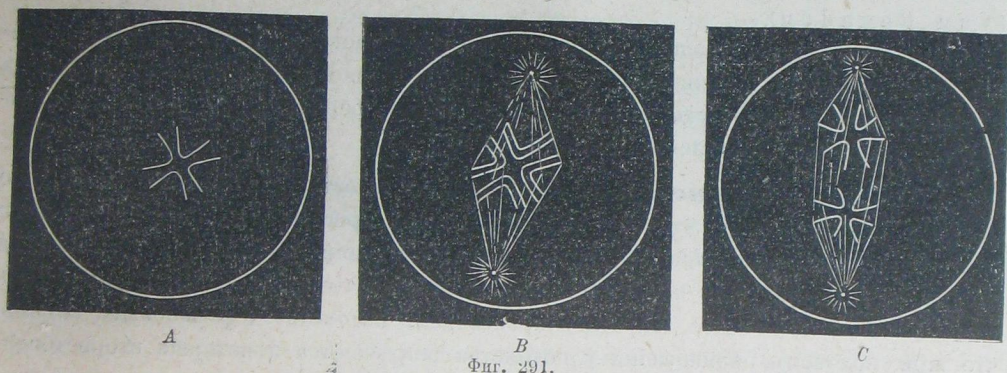
C

У *Ascaris megaloccephala* одинъ только сперматозоидъ проникаетъ въ яйцо (фиг. 290 A, z); внутри желтка маленькое ядро его (гомологичное головкѣ сперматозоидовъ другихъ животныхъ) превращается въ сѣтчатое ядро (z), которое постепенно увеличивается—мужской pronucleus, тогда какъ протоплазматическая часть его (гомологичная хвосту сперматозоидовъ другихъ животныхъ) подвергается послѣдовательному перерожденію и въ концѣ концовъ совершенно растворяется въ желткѣ. Съ другой стороны первичное яйцевое ядро отбрасываетъ отъ себя половину ¹⁾ составляющихъ его элементовъ, въ формѣ полярныхъ тѣлецъ, въ числѣ двухъ. Остатокъ ядра становится женскимъ pronucleus (A, no). Оба pronuclei сближаются и ихъ хроматинъ (вещество, поглощающее нѣкоторыя красящія вещества), сѣтчатый до сего времени (A), собирается въ нить свернутую въ клубокъ (B), и эта нить немедленно дѣлится на двѣ хроматиновые петли (C). Оболочка каждого pronuclei, очень прозрачная въ началѣ, исчезаетъ; обѣ мужскихъ и обѣ женскихъ петли располагаются тогда въ видѣ звѣздчатой фигуры, представленной въ A, на фиг. 291. Первичныя петли тотчасъ дѣлятся продольно, такъ что образуется 8 вторичныхъ петель, лежащихъ близко другъ отъ друга и попарно (B, фиг. 291). Обѣ системы хроматиновыхъ петель вскорѣ удаляются другъ отъ

¹⁾ Половину, если обращать вниманіе на число хроматинныхъ элементовъ, и $\frac{3}{4}$, если принимать во вниманіе общее количество хроматина.

друга и въ концѣ концовъ достигаютъ двухъ противоположныхъ полюсовъ двухъ-центрной фигуры (фиг. 291, *C*), характерной для клѣтокъ въ періодѣ дѣленія.

Расхождение петель, по мнѣнію нѣкоторыхъ, зависитъ отъ давленія, оказываемаго на нихъ ахроматиновыми нитями, которыя, исходя изъ обоихъ центровъ данной фигуры (существующей уже въ предыдущихъ стадіяхъ), прикрѣпляются къ петлямъ (фиг. *B* и *C*). Ядра двухъ первыхъ бластомеров создаются на счетъ двухъ звѣздчатыхъ группъ, отдѣленныхъ другъ отъ друга. Въ каждомъ вторичномъ звѣздчатомъ скопленіи являются четыре вторичныхъ петли, изъ которыхъ двѣ происходятъ изъ мужскаго pronucleus, двѣ другія изъ женскаго.



Фиг. 291.

Желтокъ самъ дѣлится вскорѣ на двѣ части по плоскости, перпендикулярной къ срединѣ межзвѣздчатыхъ нитей, такъ что первая сегментація яйца произвела слѣдовательно, двѣ первыя клѣтки зародыща. Каждая изъ нихъ немедленно дѣлится въ свою очередь на двѣ точно такимъ же образомъ. Четыре хроматиновыхъ петли образуются вновь, пройдя черезъ сѣтчатый періодъ, называемый періодомъ покоя; затѣмъ онѣ снова дѣлятся; яйцо послѣдовательно дѣлится на четыре, затѣмъ на 16 и т. д. клѣтокъ. Каріокинезъ у взрослого животного происходитъ подобнымъ же образомъ: четыре хроматиновыхъ петли расщепляются по длинѣ. Первичная сегментація есть, слѣдовательно, ничто иное какъ непрямое дѣленіе клѣтки путемъ каріокинеза.

У всѣхъ животныхъ каріокинезъ совершается одинаково (за исключеніемъ числа хроматиновыхъ петель), у многихъ животныхъ, даже у млекопитающихъ, наблюдалось проникновеніе сперматозоида въ яйцо; именно у кролика можно видѣть, какъ яйцевое ядро образуется вслѣдствіе сближенія двухъ pronuclei (Van Beneden). Все это даетъ намъ основаніе допустить, что у всѣхъ животныхъ оплодотвореніе яйца совершается по типу, описанному у аскариды.

Итакъ, нѣтъ сліянія двухъ ядеръ, нѣтъ поглощенія одного другимъ при образованіи яйцевого ядра; въ дѣйствительности, это есть прикладываніе одного мужскаго структурнаго элемента къ другому такому же женскому. И въ каждомъ сегментаціонномъ шарѣ, въ каждой клѣткѣ взрослого животного мы имѣемъ [у аскариды] двѣ хроматиновыхъ палочки, происходящія отъ отца, и двѣ отъ матери.

Такъ какъ мужской pronucleus является единственнымъ элементомъ, который отцовскій организмъ доставляетъ оплодотворяемому яйцу, то ясно, что этотъ ядерный элементъ служить орудіемъ и исключительнымъ носителемъ наследственныхъ отцовскихъ свойствъ; весьма вѣроятно, что женскій pronucleus также является носителемъ материнскихъ наследственныхъ свойствъ и что, слѣдовательно, ядро составляетъ органъ, направляющій развитіе и по формѣ, и по функціи.

Наслѣдственность и у самыхъ сложныхъ существъ должна быть понимаема такимъ же образомъ, какъ и у простѣйшихъ, размножающихся дѣленіемъ.

Съ того момента, какъ оба полу-ядра существуютъ въ протоплазматическомъ тѣлѣ яйца, оплодотвореніе совершилось. Соединеніе двухъ pronuclei составляетъ уже побочное явленіе: они могутъ остаться болѣе или менѣе раздѣленными у аскариды.

Во всякомъ клѣточномъ ядрѣ существуетъ, въ каждой стадіи жизни клѣтки, различное (смотря по виду животнаго) число составныхъ элементовъ, хроматиновыхъ петель, которыя сохраняютъ свою индивидуальность въ ядрѣ и удваиваются при каждомъ дѣленіи клѣтки; изъ этихъ индивидуальныхъ элементовъ ядра половина происходитъ отъ отцовскаго организма, другая половина отъ материнскаго (Van Beneden).

Благодаря свѣту, пролитому упомянутыми изслѣдованіями на внутреннія явленія оплодотворенія, различные вопросы представляются въ новомъ видѣ. Сюда относятся: наслѣдственность, помѣси, суперфетация, беременность двойнями, врожденные уродства, опредѣленіе пола и т. д. ¹⁾

XIII. Наслѣдственность.—Наслѣдственность есть явленіе настолько общее и обыкновенное, что его находятъ очень простымъ, и большинство даже образованныхъ людей никогда не задаютъ себѣ вопроса, почему мы похожи на своихъ родителей. Что касается этого сходства, то прежде всего существуетъ тотъ фактъ, что всякое животное производитъ потомство того же вида; затѣмъ, что при половомъ размноженіи у потомства встрѣчаются нѣкоторыя второстепенныя особенности, однѣ отцовскія, другія материнскія. Въ человѣческомъ родѣ моральныя и интеллектуальныя свойства часто зависятъ съ одной стороны отъ отца, съ другой стороны отъ матери, подобно тому какъ при скрещиваніи, напр. лягавой собаки съ гончею, получаютъ смѣшенные инстинкты изъ способностей обоихъ производителей.

Не можетъ быть ни малѣйшаго сомнѣнія, что унаслѣдованіе должно быть отнесено къ моменту образованія первичной клѣтки, то есть оплодотвореннаго яйца; нужно думать, что оно уже существуетъ, хотя и не опредѣляется еще нашими средствами изслѣдованія, въ моментъ образованія двухъ pronuclei—мужского и женскаго ²⁾.—Зародышъ существуетъ въ оплодотворенномъ яйцѣ со всѣми своими свойствами и особенностями. Внѣшнія условія не въ состояніи прибавить ему ничего новаго; они могутъ только количественно измѣнить то, что предсуществуетъ. Мы должны представить себѣ, что свойства имѣющаго родиться организма предсуществуютъ въ оплодотворенномъ яйцѣ не въ состояніи динамическомъ, чтобы не сказать метафизическомъ, но даны физически въ структурныхъ элементахъ яйца, хотя нашъ глазъ и не можетъ еще открыть этихъ деталей.

Внутри яйца заложенъ такой механизмъ, что при благопріятныхъ внѣшнихъ условіяхъ совершается процессъ развитія и при томъ въ такомъ опредѣленномъ направленіи, что должно произойти существо того же вида, какъ и производитель. До сихъ поръ еще не могли достигнуть развитія оплодотвореннаго яйца, перемѣ-

¹⁾ Въ настоящее время вопросъ объ оплодотвореніи значительно осложнился вслѣдствіе открытія Голя, показавшаго участіе въ оплодотвореніи другого клѣточного органа—центрозомы, но послѣдующія данныя весьма затемнили этотъ вопросъ, столь ясно поставленный Големъ. Такъ что пока мы ничего не можемъ сказать вполне достовѣрнаго о роли центрозомы при оплодотвореніи.

²⁾ Авторъ, очевидно, говоритъ о соединеніи наслѣдственныхъ свойствъ отца и матери, ибо сами по себѣ эти свойства присущи живчику и яйцу до ихъ соединенія.

щеннаго въ матку животнаго другого вида, хотя нужно думать, что въ этомъ нѣтъ ничего невозможнаго. При вѣнматочной беременности именно, когда плодъ развивается среди кишекъ, вѣншія условія бываютъ не лучше, чѣмъ въ маткѣ животнаго другого вида, и тѣмъ не менѣе зародышъ развивается такъ же, какъ и въ маткѣ.

Часто допускаютъ, что образовательное вліяніе, обусловливающее явленія наслѣдственности, можетъ дѣйствовать на зародышъ также и помимо оплодотворенія въ собственномъ смыслѣ, какъ со стороны мужского, такъ и со стороны женскаго производителя. Вліяніе спермы могло бы быть двоякимъ: съ одной стороны оплодотвореніе, или даже просто предыдущій coitus, могъ бы оказывать замѣтное вліяніе на плодъ послѣдующаго зачатія, съ другой стороны, coitus могъ-бы оказывать вліяніе на плодъ предыдущаго coitus.—Что касается перваго, то коннозаводчики утверждаютъ, что одна кобыла, оплодотворенная зеброй и будучи позднѣе оплодотворена жеребцомъ, произвела полосатую, какъ зебра, лошадь. Факты того же рода сообщаются относительно собакъ. По нашему мнѣнію, они требуютъ дополнительныхъ изслѣдованій.

Что касается вліянія, оказываемаго спермой на плодъ отъ предыдущаго оплодотворенія, то оно крайне мало вѣроятно. Ни одна изъ извѣстныхъ деталей развитія не подтверждаетъ подобной гипотезы; механическія условія въ яйцѣ многихъ животныхъ таковы, что только одинъ сперматозоидъ можетъ проникнуть въ это яйцо въ моментъ оплодотворенія.

Вліяніе матери является еще болѣе спорнымъ. Во первыхъ, ясно, что событія, происшедшія съ матерью до оплодотворенія, могутъ имѣть вліяніе на плодъ послѣдующаго зачатія въ томъ смыслѣ, что они могутъ оказывать вліяніе на питаніе яйца. Но обыкновенно допускаютъ, что послѣ зачатія, даже уже въ позднемъ періодѣ беременности, нравственное потрясеніе женщины или какое-либо мозговое воздѣйствіе могутъ оставить слѣдъ на человѣческомъ плодѣ. Подобнаго рода факты кажутся намъ мало вѣроятными. Конечно, мать оказываетъ вліяніе на плодъ по столько, по сколько она должна доставлять питательные матеріалы зародышу; но она доставляетъ ихъ въ безформенномъ, а не въ организованномъ видѣ. За исключеніемъ возможнаго прохожденія нѣсколькихъ блуждающихъ клѣтокъ, которыя могутъ перейти отъ матери къ плоду черезъ плаценту, но которыя не могутъ играть никакой существенной роли, мы должны считать прохожденіе какого либо форменнаго элемента отъ матери къ плоду фактомъ патологическимъ. Съ другой стороны не существуетъ никакой нервной связи между матерью и ребенкомъ. Вопросъ, конечно, не исчерпанъ вполне, но мы считаемъ скорѣе невѣроятнымъ, что вѣншія второстепенныя свойства, какъ цвѣтъ волосъ, появленіе родники и т. д. могутъ зависѣть непосредственно отъ матери, въ періодъ развитія плода. Воображеніе матери не вліяетъ на происхожденіе ихъ, но вліяетъ, конечно, часто на то толкованіе, которое намъ будетъ дано позднѣе.

Проводникомъ наслѣдственности съ отцовской стороны долженъ служить ядерный элементъ сперматозоида. И такъ какъ вліяніе матери не преобладаетъ надъ вліяніемъ отца, то естественно предположить, что материнскій организмъ также дѣйствуетъ преимущественно своимъ ядернымъ элементомъ. Такъ какъ структурными частями прописіи являются волоконца, хроматиновыя петли или палочки, то мы имѣемъ основаніе предполагать, не они ли именно и служатъ агентами наслѣдственности; хотя возможно, что и другіе ядерные элементы, ахроматиновые (неподлежащіе окраскѣ употребляемыми до сего времени средствами), также играютъ здѣсь нѣкоторую роль.

XIV. Помѣси.—Возможно оплодотвореніе между близкими видами. Но происшедшій отсюда плодъ, ублюдокъ, по общему правилу, однако не всегда, не способенъ къ продолженію рода. Оплодотвореніе между болѣе отдаленными видами, даже, напр., между видами различныхъ отрядовъ, также возможно. Только въ этомъ случаѣ развитіе не доходитъ до образованія жизнеспособнаго индивидуума: оно останавливается обыкновенно въ періодѣ простой сегментациі. Таковы, напр., случаи помѣси не только двухъ видовъ безхвостыхъ амфибій, но даже тритона и безхвостой амфибіи (Pflüger 1882). Самые маленькіе сперматозоиды болѣе всего годны для помѣсей, такъ же какъ и яйца, которыя нормально оплодотворяются очень большими живчиками. Pflüger полагаетъ, что преимущественно условія чисто механическаго свойства ограничиваютъ образованіе помѣсей между различными видами.

XV. Дѣвственное зарожденіе (parthenogenesis).—Утверждаютъ, что начало сегментациі возможно безъ оплодотворенія даже у курицы ¹⁾. Эти утвержденія должны однако быть снова изучены и сопоставлены съ фактами, открытыми Van Beneden'омъ. У насѣкомыхъ, гдѣ это дѣвственное зарожденіе часто приводитъ къ образованію взрослыхъ индивидуумовъ (мужскихъ только), созрѣваніе яйца доходитъ въ этихъ случаяхъ, вѣроятно, только до отдѣленія одного полярнаго тѣльца, тогда какъ ихъ образуется постоянно два въ томъ случаѣ, когда яйцо оплодотворено (Blockmann и Weissmann) ²⁾.

XVI. Беременность двойнями. Суперфетациа.—Тотъ фактъ, что женщина производитъ на свѣтъ одного только ребенка, зависитъ отъ того, что въ менструальный періодъ изъ яичника выдѣляется только одно яйцо. Женщина можетъ произвести на свѣтъ сразу двухъ, трехъ, четырехъ дѣтей, но въ такомъ случаѣ они будутъ менѣе развиты, чѣмъ при рожденіи только одного. Женщина можетъ также родить новаго ребенка спустя пять или шесть мѣсяцевъ послѣ рожденія предшествующаго (суперфетациа).

Въ первомъ случаѣ, т. е. въ случаѣ простой многоплодной беременности, у женщины расположеніе плодныхъ оболочекъ обыкновенно таково, какимъ оно должно быть, когда дѣло идетъ о двухъ или нѣсколькихъ яйцахъ, выдѣлившихся одновременно изъ яичника. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ беременности двойнями существовалъ общій chorion, въ исключительныхъ случаяхъ два плода имѣли общій amnion. Въ послѣднемъ случаѣ, еще очень темномъ, плоды, вѣроятно, развились на счетъ одного и того же яйца.

Въ первомъ случаѣ, наиболѣе частомъ, т. е. при одновременномъ выходѣ нѣсколькихъ яицъ, вліяніе мужчины не имѣетъ прямого отношенія. Что касается второго, то можно предположить проникновеніе въ яйцо двухъ сперматозоидовъ, изъ которыхъ каждый беретъ часть ядра. Дѣйствительно О. Hertwig и Н. Fol показали, что у нѣкоторыхъ безпозвоночныхъ нѣсколько сперматозоидовъ могутъ, въ исключительныхъ случаяхъ, проникать въ яйцо, гдѣ каждый изъ нихъ беретъ на себя часть женскаго pronuclei, и тогда происходитъ нѣсколько гаструлъ. Однако

¹⁾ Barfurth показалъ, что такая сегментациа у курицы носитъ патологическій характеръ; но въ другихъ случаяхъ неоплодотворенныя яйца могутъ проходить первыя стадіи вполне нормальнымъ образомъ.

²⁾ А. Brauer показалъ, что у одного рачка (Branchipus), въ случаѣ дѣвственнаго развитія яйца, отдѣляется и второй руководящій пузырекъ, но онъ присоединяется къ яйцу; тѣмъ не менѣе его хроматинные элементы играютъ такую же роль, какую играютъ мужскіе элементы при развитіи яйца оплодотвореннаго.

когда это случается, то получаетъ мѣсто оттого, что яйцо долгое время остается неоплодотвореннымъ въ водѣ; проникновеніе нѣсколькихъ сперматозоидовъ есть фактъ патологическій и часто производитъ смерть зародыша. Безполезно разбирать далѣе, какимъ образомъ это могло бы происходить у человѣка, исходя теоретически изъ открытія Van Beneden'a. Надо ожидать, что дальнѣйшія наблюденія прольютъ свѣтъ на этотъ вопросъ.

Одна негритянка родила близнецовъ, изъ которыхъ одинъ былъ черный, а другой болѣе или менѣе бѣлый; одна бѣлая женщина родила близнецовъ, изъ которыхъ одинъ былъ бѣлый, а другой мулатъ. Обѣ женщины сознались, что имѣли сношеніе, за короткій промежутокъ времени, съ бѣлымъ и съ негромъ: это случай одновременнаго выхода двухъ яицъ.

Что касается случаевъ родовъ съ промежуткомъ, напр. въ два, три, четыре или пять мѣсяцевъ, то они не всегда были изслѣдованы съ достаточной точностью. Можно было бы предположить исключительный случай — двойную матку; можно было бы допустить, что во время беременности яйцо можетъ созрѣвать и быть выдѣляемымъ (что, впрочемъ, далеко еще не доказано). По большей части, второй ребенокъ подвергается въ маткѣ остановкѣ развитія, или даже консервируется тамъ въ видѣ трупа: въ томъ и другомъ случаѣ оплодотвореніе было одновременно.

Любопытнымъ является вопросъ о сходствѣ и несходствѣ между собой близнецовъ. Большое сходство между ними далеко еще не составляетъ правила. Понятно, что сходство должно быть больше выражено, когда близнецы заключены въ одинъ и тотъ же амнион. Но опять и въ этомъ случаѣ источникъ несходства могъ бы заключаться въ сперматозоидахъ, если, что вѣроятно, они проникли въ числѣ двухъ къ женскому пропуслеусу. Множественностью яицъ и сперматозоидовъ объясняется, впрочемъ, вполне тотъ фактъ, что при тройняхъ двое могутъ очень походить другъ на друга, а третій рѣзко отъ нихъ отличаться.

XVII. Опредѣленіе пола.—Мужской плодъ похожъ вполне на женскій вплоть до довольно поздняго періода развитія. Въ этотъ послѣдній половые органы принимаютъ различный видъ, смотря по полу. По всей вѣроятности, такая разница существуетъ уже ранѣе, но она незамѣтна для нашего глаза и неуловима при современныхъ средствахъ изслѣдованія, подобно тому, какъ мы не умѣемъ различить двухъ зародышей, напримѣръ, зайца и кролика, даже въ довольно подвинувшейся фазѣ развитія.

Съ давнихъ поръ искали, но тщетно и часто ради довольно пошлыхъ цѣлей, причины, опредѣляющія полъ. Мужчина съ однимъ только тестикуломъ можетъ производить дѣтей того и другого пола; то же самое относится къ женщинѣ, лишенной одного яичника. Различіе половъ не зависить, слѣдовательно, отъ столь грубыхъ анатомическихъ вліяній. Относительный возрастъ производителей не имѣетъ тоже ясно выраженнаго вліянія въ этомъ отношеніи.

Нѣсколько лѣтъ тому назадъ скотоводы (Fiquet, Giron и Cornaz, Cournejoles) дѣлали опыты и наблюденія надъ однимъ факторомъ, который, повидимому, хотя на самомъ дѣлѣ не имѣетъ абсолютно рѣшающаго значенія въ данномъ вопросѣ, но вліяніе котораго представлялось бы способнымъ замѣтно и по желанію опредѣлять потомство или мужского, или женскаго пола. Изъ этихъ опытовъ выходило бы, что тотъ жеребецъ, быкъ или баранъ, который служитъ чаще для случки, даетъ болѣе самцовъ, чѣмъ другой, который служитъ для этой цѣли рѣже. Съ другой стороны—но это не основывается на точныхъ статистическихъ данныхъ—будто бы яйцо, оплодотворенное очень скоро, даетъ самку, а яйцо, оплодотворенное позднѣе—у человѣка спустя болѣе или менѣе долгое время послѣ регуль, у животныхъ къ концу течки,—даетъ самца.

Если мы допустимъ эти вліянія или только первое изъ нихъ, то намъ станетъ понятно, почему процентъ новорожденныхъ того и другого пола поддерживается на очень постоянной цифрѣ (у человѣка и многихъ животныхъ 105—107 мужскихъ рожденій приходится на 100 женскихъ). Предположимъ, что по той или другой причинѣ въ данный моментъ существуетъ недостатокъ самцовъ; непосредственно вслѣдъ за этимъ яйца были бы оплодотворяемы съ нѣкоторымъ запозданіемъ, а самцы имѣли бы болѣе дѣла въ качествѣ производителей; отсюда получался бы результатъ, многократно наблюдаемый заводчиками, что число мужскихъ рожденій увеличивается.—Указанный факторъ дѣйствуетъ, слѣдовательно, уже въ моментъ оплодотворенія.

Повидимому, образовательный (формирующий) импульсъ, настолько же важный, какъ и импульсъ, опредѣляющій полъ, долженъ дѣйствовать съ самаго момента оплодотворенія ¹⁾. Невольно приходитъ на умъ по этому поводу открытія Van Beneden'a. Этотъ авторъ развивалъ ту мысль, что всякая клѣтка такъ же, какъ и оплодотворенное яйцо, является гермафродитической; что при отдѣленіи полярныхъ тѣлецъ яйцевое ядро освобождается отъ его мужскихъ элементовъ и что головка сперматозоида есть ничто иное, какъ клѣточное ядро, освобожденное отъ женскаго элемента. Можно представить себѣ, напр., что большая жизненность мужского ядернаго элемента (сравнительно съ женскимъ) производитъ мужской плодъ, а большая жизненность женскаго элемента—женскій. Съ этой точки зрѣнія могутъ быть объяснены наблюденія, сдѣланныя надъ домашними животными, именно что старые половые продукты могутъ считаться имѣющими меньшую жизненную энергію. Поэтому понятно также, что возрастъ половыхъ продуктовъ не имѣетъ абсолютнаго вліянія и что молодой сперматозоидъ можетъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ имѣть меньше жизненности, сравнительно съ другимъ, гораздо менѣ молодымъ.

Однако, дѣло не такъ просто, какъ кажется. Совсе не доказано, что при послѣднемъ созрѣваніи ядра яицъ и головки сперматозоидовъ освобождаются, первые отъ мужскихъ, вторые отъ женскихъ элементовъ. Скорѣе каждое изъ нихъ передаетъ будущему молодому существу и материнскія, и отцовскія свойства; напр., ребенокъ можетъ обладать свойствами своего дѣда со стороны матери. Затѣмъ заслуживаетъ вниманія еще тотъ фактъ, что parthenogenesis часто, если не исключительно, производитъ самцовъ [напр. у пчелъ ²⁾].

XVIII. Гермафродитизмъ.—Гермафродитизмъ, т. е. развитіе у одного и того же индивидуума мужскихъ и женскихъ половыхъ органовъ, очень распространенный у беспозвоночныхъ, встрѣчается нормально у низшихъ позвоночныхъ (нѣкоторыя рыбы) и ненормально, какъ уродство, у высшихъ позвоночныхъ и даже у человѣка. При истинномъ гермафродитизмѣ, индивидуумъ имѣетъ одинъ

¹⁾ Однако пчелы могутъ производить изъ одного какого-либо своего оплодотвореннаго яйца то самку (матку), то самца, видоизмѣняя питаніе зародыша. [Это совершенно не вѣрно.—В. III.].

²⁾ Вопросъ о происхожденіи половъ запутанъ и сложенъ. Но можно отмѣтить два направленія въ его рѣшеніи. Одни полагаютъ, что полъ оплодотвореннаго яйца уже опредѣленъ; другіе, что полъ опредѣляется позже и зависитъ отъ внѣшнихъ условій развитія: у насѣкомыхъ и амфибій отъ условій питанія, ибо плохо кормленныя личинки этихъ животныхъ давали болѣшій % самцовъ. М a u r a s пытался опредѣлить вліяніе температуры въ этомъ отношеніи на коловраткахъ, но позднѣйшія данныя N u s s b a u m'a заставляютъ думать, что и здѣсь главнымъ факторомъ является питаніе матери. Окончательное рѣшеніе вопроса пока невозможно.

или два тестикула, одинъ или два яичника, матку и наружные половые органы болѣе или менѣе мужскіе или женскіе. Подобные случаи, вполне точно констатированные у млекопитающихъ, были также описаны и у человѣка. Нормально, у женскаго плода та часть первичнаго яичника, изъ которой у мужчины происходитъ тестикулъ, атрофируется; точно также и у мужскаго зародыша та часть, которая преобразуется у другаго пола въ яичникъ, атрофируется. Ненормально, обѣ эти части могутъ развиваться вмѣстѣ съ другими добавочными частями полового аппарата. Однако подтверждено наблюденіями, что у подобныхъ гермафродитовъ ни яйца, ни сперматозоиды не развиваются нормально: поэтому они бываютъ безплодны.

Наружные половые органы не могутъ существовать у взрослого одновременно мужскіе и женскіе, такъ какъ они происходятъ изъ одного зародышеваго образованія. Однако бываетъ, что при внутреннихъ мужскихъ половыхъ органахъ наружные половые органы являются болѣе или менѣе женскими, и наоборотъ. Это ложный гермафродитизмъ. Такъ *meatus urinarius* (мочеиспускательное отверстіе) можетъ быть нѣсколько расщепленъ. Весь каналъ (*uretra*) можетъ быть также расщепленъ на всемъ протяженіи полового члена (*hypospadias*); послѣдній въ такихъ случаяхъ загибается книзу, какъ клиторъ. Половой членъ можетъ кромѣ того атрофироваться и тогда мочеполовая щель не закрывается, представляя такимъ образомъ подобіе влагалища. Такого рода субъекты выдавались замужъ какъ женщины. — Эти ненормальныя промежуточныя состоянія развитія наружныхъ половыхъ органовъ часто встрѣчаются при истинномъ гермафродитизмѣ.

XIX. Выведеніе плода или роды. — По мѣрѣ развитія яйца матка увеличивается въ размѣрахъ, стѣнки ея утолщаются и получаютъ большую сократительную силу именно вслѣдствіе развитія большого числа мышечныхъ волоконъ. Около 280-го дня беременности матка начинаетъ сокращаться и производитъ давленіе на свое содержимое; маточное рыльце открывается и расширяется все болѣе и болѣе. Сокращенія слѣдуютъ схватками и бываютъ крайне болѣзненны, откуда данное имъ названіе *родовыхъ мукъ*. Плодъ наконецъ выталкивается изъ нея головкою впередъ. — Сокращенія матки находятся въ зависимости отъ рефлекторнаго центра, заложеннаго въ поясничной части спинного мозга; центръ этотъ продолжаетъ еще успѣшно дѣйствовать и послѣ перерѣзки спинного мозга (смотри стр. 540) ¹⁾

Различные вопросы, относящіеся къ развитію плода и къ родамъ, подробно изучаются въ учебникахъ эмбриологіи и акушерства.

¹⁾ Зачатіе, беременность и роды протекаютъ обычнымъ образомъ когда перерѣзаны всѣ нервы, идущіе къ маткѣ (Рейнъ 1880), или когда экстирпирована вся нижняя половина спинного мозга (Goltz и Ewald 1896). Этимъ дается еще разъ сильная поддержка мнѣнію объ извѣстной децентрализаци и самостоятельности важнѣйшихъ жизненныхъ функций.

Относительно того, посредствомъ какихъ нервовъ иннервируется *uterus*, новыя изслѣдованія расходятся съ прежними. По послѣднимъ принималось, что кольцевыя мышечныя волокна иннервируются чрезъ nn. *erigentes*, а продольныя чрезъ nn. *hypogastrici*. По очень тщательнымъ изслѣдованіямъ на кошкѣ и кроликѣ (Langley и Anderson 1896), крестцовые нервы совѣмъ не иннервируютъ матку и влагалище, а производятъ это только поясничные нервы.

Между тѣмъ какъ въ обычныхъ условіяхъ внутренняя полость матки человѣка не больше 35 кв. см., къ концу беременности она доходитъ до 5.000—7.000 кв. см.

XX. Отдѣленіе молока и кормленіе грудью.—Сопутствующимъ беременности и родамъ явленіемъ служить отдѣленіе молока, т. е. жидкости, предназначенной для питанія ребенка послѣ рожденія.

Во второй половинѣ беременности грудныя железы развиваются еще болѣе, чѣмъ при наступленіи половой зрѣлости. Отдѣленіе молока устанавливается обыкновенно на третій день послѣ родовъ ¹⁾ и сопровождается легкой лихорадкой (молочная лихорадка).

Colostrum—такъ называется молоко, отдѣляемое въ теченіе нѣсколькихъ первыхъ дней. Оно заключаетъ очень мало казеина, но зато значительное количество альбумина, а другія вещества (нормально содержащіеся въ молокѣ) даже въ большемъ количествѣ, чѣмъ настоящее молоко. *Colostrum* поэтому превращается въ твердую массу, если его нагрѣть (свертываніе альбумина). Оно содержитъ [ядерныя] зернистыя клѣтки болѣе величина, чѣмъ нормальное молоко.—Химическій составъ женскаго молока представленъ на стр. 266 и 268.—Молоко, отдѣляемое къ концу каждаго единичнаго кормленія, бываетъ болѣе богато казеиномъ и въ особенности жиромъ.

Изъ таблицы на стр. 268 явствуетъ, что коровье молоко (чистое) содержитъ болѣе казеина и жира, чѣмъ молоко женщины. Въ томъ случаѣ, когда принуждены кормить ребенка коровьимъ молокомъ, послѣднее разбавляютъ пополамъ водой; сюда можно прибавить еще немного сахара, лучше молочнаго, чтобы насколько возможно болѣе приблизить его составъ къ женскому молоку.—Несмотря на это, коровье молоко обыкновенно плохо переваривается очень маленькими дѣтьми; это зависитъ, отчасти по крайней мѣрѣ, отъ того, что коровье молоко свертывается въ желудкѣ въ плотныя массы, тогда какъ женское молоко свертывается хлопьями ²⁾.

Грудныя железы суть ацинозные железы. Около двадцати выводныхъ протоковъ открываются на концѣ соска; вблизи этого отверстія каждый изъ этихъ протоковъ представляетъ расширеніе или ампулу.—Масляные шарики, повидимому, образуются вслѣдствіе жирового перерожденія протоплазмы железистыхъ клѣтокъ. Вопреки допускаемому еще и теперь мнѣнію, протоплазма железы не подвергается подобному перерожденію во всей ея

Опредѣлено, какъ велико то давленіе, которое въ ней развивается при родовыхъ схваткахъ. Въ среднемъ изъ большого числа наблюденій оно равно 109 мм. ртутнаго столба, въ максимумѣ доходитъ до 220 мм.; но при участіи брюшного пресса и діафрагмы сила, выталкивающая плодъ, достигаетъ въ послѣдней стадіи родового акта до 400 мм. (Westermarck).

Н. В.

¹⁾ Отдѣленіе начинается за нѣкоторое время до родовъ, но молоко имѣетъ какъ и первые дни послѣ нихъ, нѣсколько иной составъ, что будетъ видно сейчасъ ниже.

Н. В.

²⁾ Замѣчательно, что молоко заключаетъ не только главные пищевыя вещества (бѣлки, жиры, углеводы) въ достаточномъ количествѣ, но также и минеральныя вещества въ тѣхъ отношеніяхъ, которыя отвѣчаютъ составу развивающагося на счетъ молока организма. Только содержаніе желѣза въ молокѣ сравнительно низко. Но и это получаетъ такое объясненіе, что молодой организмъ уже при рожденіи имѣетъ очень большой запасъ желѣза, достаточный на первое время виѣтробной жизни (Bunge).

Н. В.

массѣ: клѣтки остаются на мѣстѣ, хотя сильно уменьшаются въ объемѣ, затѣмъ онѣ снова увеличиваются, заимствуя изъ крови питательные элементы, и вновь начинаютъ образовывать масляные шарики (Stricker, Heidenhain). Казеинъ, повидимому, также образуется въ железѣ на счетъ железистыхъ клѣтокъ.

Хорошая кормилица даетъ въ среднемъ въ теченіе дня литръ и даже болѣе молока.

Выдѣленіе молока не зависитъ единственно отъ отсасыванія его ребенкомъ. Когда ребенокъ сосетъ, появляется (рефлекторнымъ образомъ) настоящая эрекция соска и всей железы. Сосуды ея расширяются, железа твердѣетъ, и это должно способствовать выведенію молока. Сократительныя гладкія мышечныя волокна главнымъ образомъ находятся въ соскѣ. Дѣйствительно, молоко часто выступаетъ и само^ю собою изъ соска. Наконецъ, отдѣленіе молока въ собственномъ смыслѣ ^еживляется актомъ сосанія ребенка. Во первыхъ тогда большое количество жидкости трансудируетъ изъ расширенныхъ сосудовъ; затѣмъ, по Laffont и P. Bert, необходимо допустить существованіе въ грудныхъ железахъ настоящихъ секреторныхъ нервовъ, вызывающихъ отдѣленіе молока даже безъ вмѣшательства сосудорасширителей ¹⁾.

¹⁾ У человѣка железы снабжаются волокнами 4—6 межреберныхъ нервовъ. У животныхъ, соотвѣтственно болѣе низкому положенію молочныхъ железъ, нервы отходятъ ниже.

Отдѣленіе молока не прекращается на животныхъ и послѣ перерѣзки всѣхъ подходящихъ къ железамъ нервовъ; оно только понижается на 35—40 процентовъ (Ми ро и о в ъ 1895). Что оно можетъ происходить независимо отъ центральной нервной системы, это видно и изъ наблюденій надъ собаками, которымъ были удалены грудной и поясничный отдѣлы спинного мозга (Goltz и Ewald 1896). Замѣчательно, что сосаніе и здѣсь стимулируетъ секреторную дѣятельность молочныхъ железъ.

Н. В.

Позднѣйшія дополненія.

[Превращенія лейкоцитовъ, къ стр. 78—93.—Въ послѣднее время сильно поддерживается мнѣніе, что различныя формы блуждающихъ клѣтокъ (крови, лимфы и тканей) стоятъ въ генетическомъ отношеніи другъ къ другу, а не представляютъ обособленныхъ видовъ (Sheerrington, Massart и Demoor 1893, Маркевичъ). По наблюденію этихъ авторовъ, форма *a* (фиг. 21) могла бы перейти постепенно въ форму *b* и затѣмъ въ *c*. Измѣняется вмѣстѣ съ тѣмъ и способность мельчайшихъ зеренъ клѣтки окрашиваться различными красками. Даже эозинофильныя клѣтки, представлявшіяся столь обособленными, являлись бы (Mesnil 1895) лишь многоядерными лейкоцитами, пріобрѣтшими особую зернистость. Самыя легкія измѣненія въ организмѣ, какъ нормально-физиологическія, такъ и патологическія (въ особенности подъ вліяніемъ патогенныхъ микробовъ), отражаются на блуждающихъ клѣткахъ, то вызывая образованіе новыхъ лейкоцитовъ, то ускоряя переходъ однѣхъ формъ въ другія, то, напротивъ, причиняя разрушеніе тѣхъ или другихъ формъ, или только приводя къ новому распредѣленію въ различныхъ органахъ.

Въ то время, какъ одни авторы приписываютъ лейкоцитамъ только фагоцитарную роль (стр. 82—90), другіе признаютъ за ними способность принимать участіе въ новообразованіяхъ, имѣющихъ мѣсто въ организмѣ, т. е. испытывать такого рода измѣненія и превращенія, при которыхъ они становятся частью новыхъ тканей. Однако всѣ относящіеся сюда указанія представляются крайне спорными. Въ самомъ дѣлѣ, одно присутствіе ихъ въ новообразующейся ткани еще вовсе не говоритъ за прямое участіе ихъ въ построеніи ея. И теперь трудно найти автора, который бы рѣшился утверждать, что лейкоцитъ можетъ сдѣлаться, напр. составной частью мышечной или эпителиальной ткани. Но приводятся солидные доводы за то, что лейкоциты могутъ служить для новообразованій соединительно-тканнаго характера, отлагающихся около такихъ постороннихъ тѣлъ, какъ напр. осколокъ стекла. Особенно подробно этотъ процессъ изучалъ въ послѣднее время Querton (1897). Онъ принимаетъ превращеніе лейкоцитовъ, болѣе или менѣе близкихъ къ формѣ *b* (фиг. 21), въ соединительнотканныя клѣтки и затѣмъ сліяніе такихъ клѣтокъ въ ткань, окружающую твердое постороннее тѣло. За это говорятъ не только всевозможныя переходныя формы между тѣми и другими, но и болѣе прямо слѣдующій фактъ. Если ввести подъ кожу теплокровнаго животнаго порошокъ кармина, то зерна его находятъ затѣмъ заключенными внутри лейкоцитовъ указанной формы, встрѣчающихся и въ новообразованіи; а это послѣднее можетъ находиться очень далеко отъ мѣста введенія порошка, напр. въ брюшной области. Здѣсь можно видѣть эти клѣтки съ карминомъ въ процессѣ митотическаго дѣленія и на пути превращенія ихъ въ соединительнотканные элементы. Приписать способность заглатыванія кармина изъ крови элементамъ самой соединительной ткани нѣтъ основанія.

Переживание послѣ вылуценія спинного мозга, къ стр. 506—542.—Goltz и Ewald (Pflüger's Archiv, t. 63) могли сохранять въ живыхъ собаку послѣ того, какъ у нея были удалены всѣ части спинного мозга книзу отъ шестого шейнаго позвонка. Наблюденія надъ такимъ животнымъ представляютъ большой и разнообразный интересъ. Понятно, такая операція выполняется не сразу, а въ нѣсколько пріемовъ съ промежутками между ними въ нѣсколько недѣль. Сначала при глубокомъ наркозѣ производится только перерѣзка мозга по указанной границѣ или немного ниже. Когда чрезъ нѣсколько недѣль рана зарубцуетъ и животное возстановитъ свои силы, производится вылуценіе, напр. всей нижней части спинного мозга на протяженіи 80—100 мм. Оправившись отъ этой новой операціи, животное продолжаетъ жить, состоя изъ трехъ отдѣловъ: изъ сознательно живущаго передняго отдѣла, находящагося подъ управленіемъ головного мозга съ прилегающей частью спинного; изъ средняго отдѣла, остающагося въ связи лишь съ рефлекторными центрами спинного мозга, лежащими ниже мѣста первой перерѣзки; изъ задняго отдѣла, совершенно лишеннаго центральной нервной системы. Эти три отдѣла связаны между собою только общимъ пищеварительнымъ каналомъ и кровеносной системой. Позднѣе, опять чрезъ нѣсколько недѣль, удаляются такими же образомъ другіе участки спинного мозга ниже мѣста перваго разрѣза.

Послѣ каждой новой операціи, конечно, животное требуетъ самаго тщательнаго ухода и чистоты. Въ особенности необходимо заботиться объ искусственномъ его согрѣваніи. Но въ послѣдствіи у него возстановляется способность къ саморегулированію температуры тѣла. Кровеносные сосуды задней части тѣла снова получаютъ свой тонусъ и способность нормальнымъ образомъ отвѣчать на вліяніе тепла и холода, равно какъ и на механическія воздѣйствія. Кишечный каналъ и мочевой пузырь послѣ извѣстнаго времени начинаютъ опять дѣйствовать нормально, т. е. послѣдній, наполнившись значительно, опорожняется самъ собою разомъ и въ достаточной степени. То же самое происходитъ съ выведеніемъ экскрементовъ. Замѣчательно, что въ то время, какъ всѣ рубчатые мышцы заднихъ отдѣловъ животнаго перерождены, sphincter ani ext., принадлежа тоже къ таковымъ, не перерождается и сохраняетъ свой нормальный тонусъ; не парализуютъ его дѣйствій ни никотинъ, ни кураре. Повидимому, онъ обладаетъ извѣстной самостоятельностью, напоминающею сердце.

Когда подобная операція была продѣлана на забеременѣвшей собакѣ, то та чрезъ извѣстное время родила щенятъ и одинъ изъ нихъ, оставленный при ней, пользовался для своего кормленія всѣми сосками.

Всѣ наблюденія на такомъ животномъ возбуждаютъ много новыхъ вопросовъ и оживляютъ вопросы, поднятые уже ранѣе. Прежде всего они говорятъ о томъ, что органы растительной жизни способны къ значительной функциональной самостоятельности, что центральная нервная система не составляетъ *неизбѣжнаго* фактора, который все контролируетъ и приводитъ во взаимную связь. Но мнѣ кажется, сами авторы иногда заходятъ въ своихъ толкованіяхъ слишкомъ далеко. Можно согласиться съ ними, что процессы питанія, регулированія кровеносныхъ сосудовъ и поддержанія животной теплоты *могутъ* совершаться безъ участія спинного (и головного) мозга—это фактъ; но не слѣдуетъ думать, что эти процессы нормально не направляются вліяніемъ спинного мозга, что послѣдній нормально не оказываетъ никакого „благодѣтельнаго вліянія на питаніе задней части тѣла“. Проще всего я поясню это

сравненіємъ. Сердце несомнѣнно способно къ самостоятельной дѣятельности. Но это не исключаетъ того, что оно въ нормальной жизни регулируется блуждающимъ нервомъ. Правда, сердце очень долго можетъ функционировать и послѣ перерѣзки обохъ этихъ нервовъ, но это надо сдѣлать въ извѣстной послѣдовательности и съ извѣстными предосторожностями (стр. 233). Слѣдуетъ признать, что въ такихъ случаяхъ создаются въ организмѣ побочныя компенсаторныя вліянія. То же слѣдуетъ принять по отношенію къ данному случаю. Указанія въ этомъ смыслѣ, мнѣ кажется, даны въ слѣдующемъ фактѣ самихъ авторовъ. Первая перерѣзка спинного мозга влечетъ за собою на ближайшіе дни сильныя расстройства въ питаніи задней части тѣла (образованіе пролежней и язвъ на кожѣ, покраснѣніе и припуханіе нѣкоторыхъ частей, параличъ сосудовъ и проч.). Послѣдующія перерѣзки и выщипыванія не вызываютъ и въ отдаленной степени такихъ вредныхъ вліяній на питаніе соответственныхъ частей тѣла. Если первое дѣйствіе авторы могутъ сводить къ „шоку“ (распространяющемуся, по нимъ, даже на нервы и периферическія части), то второе (ничтожное дѣйствіе послѣдующихъ операций) остается совершенно *безъ объясненія*. Не даетъ ли это основаніе предполагать, что уже первое глубокое нарушеніе нормальной иннерваціи вызываетъ рядъ компенсаторныхъ вліяній и функціональную децентрализацию по отношенію къ отдѣльнымъ органамъ? Можетъ быть, начинается усиленная функціональная дѣятельность разныхъ гангліевъ симпатической системы. Интересно было бы подвергнуть эту послѣднюю тогда специальному фізіологическому и гистологическому изслѣдованію.

Симпатическіе узлы какъ нервныя центры, къ стр. 625.—

Сейчасъ изложенныя опыты сообщаютъ этому вопросу новый интересъ. Если для анатома несомнѣнно, что клѣтки симпатическаго ганглія могутъ служить мѣстомъ рожденія новыхъ нервныхъ волоконъ, то признаніе за этими клѣтками характера фізіологическихъ центровъ требуетъ особыхъ доказательствъ. Въ послѣднее время L a n g l e y произвелъ обширныя изслѣдованія надъ ходомъ волоконъ симпатической системы чрезъ узлы ея. Доказательство того, что извѣстный симпатическій нервъ на своемъ послѣдовательномъ пути прерывается въ извѣстномъ ганглии нервными клѣтками, онъ видитъ въ двухъ фактахъ: а) будучи перерѣзанъ предъ этимъ гангліемъ, нервъ представляетъ перерожденные волокна только по пути до него, но не за нимъ; б) послѣ введенія въ кровь никотина (или прямого смазыванія ганглія его растворомъ) нервъ теряетъ способность дѣйствовать на свой периферическій органъ при раздраженіи выше ганглія и дѣйствуетъ на него, когда раздраженіе приложено ниже ганглія. Хотя это съ одной стороны говоритъ за клѣтки симпатической системы, какъ за нервныя центры, но съ другой стороны представляется и недостаточнымъ для настоящей ихъ характеристики. Поэтому, когда рѣчь идетъ о симпатическихъ гангліяхъ какъ центрахъ, понимаемыхъ такъ, то нѣкоторые фізіологи добавляютъ: въ смыслъ L a n g l e y. Было-бы гораздо болѣе рѣшительнымъ для дѣла, если-бы была строго доказана способность симпатическихъ клѣтокъ возбуждаться автоматически или рефлекторно. Но первое доказывается и по отношенію къ настоящей центральной системѣ съ большими трудностями. Что касается второго, то самъ L a n g l e y (1894) признаетъ строго доказаннымъ только одинъ рефлекторный центръ для симпатической системы, именно тотъ, который былъ найденъ С о к о в н и н ы мъ (и Н. К о в а л е в с к и мъ) въ нижнемъ брыжжеечномъ ганглии съ подчревными нервами (стр. 376) и подтверждаетъ Н а в р о ц к и мъ и С к а б и ч е в с к и мъ. Его же подробно изслѣдовалъ и L a n g l e y совместно съ А н д е р с о н о мъ. Мнѣ кажется, то же должно быть признано и для gangl. submaxillare (стр. 280). Стоило бы полнѣе изучить характеръ возбужденія хоть-бы этихъ только рефлекторныхъ центровъ симпатической системы.

Связь полостей внутреннего уха, къ стр. 736.—*Aquaeductus vestibuli* начинается не отъ соединительнаго канала между *sacculus* и *ductus cochlearis*, а двумя особыми короткими колѣнами, съ одной стороны отъ *sacculus*, а съ другой отъ *utricleus*, какъ это можно видѣть и на фиг. 286, се.

Образовавшійся такимъ образомъ каналъ доходить до *dura mater* головного мозга; прежде принимали, что онъ заканчивается здѣсь глухо; теперь доказано (*Rüdinger*), что онъ сообщается съ лимфатическимъ пространствомъ подъ твердой оболочкой.

Животный свѣтъ ¹⁾, къ стр. 468.—Онъ является результатомъ функциональной дѣятельности живого вещества совершенно въ томъ-же смыслѣ, какъ животное электричество. Правда, мы не знаемъ его отношенія къ какимъ-либо основнымъ и общимъ отправленіямъ, какъ это извѣстно напр. для «токовъ дѣйствія». Но если его ставить въ параллель со специальными отправленіями, то онъ представляется гораздо болѣе распространеннымъ въ животномъ царствѣ, чѣмъ напр. «электрическіе органы» съ своей особой функціей. Свѣтящіеся организмы встрѣчаются во всѣхъ большихъ группахъ животнаго царства, какъ и у безхлорофильныхъ растений. Особенно много встрѣчается свѣтящихся представителей между животными, живущими на большихъ глубинахъ, куда совсѣмъ мало проникаетъ свѣтъ солнца. У протистовъ эта функція столь-же не локализована, какъ и всѣ другія. У свѣтящихся многокѣлочныхъ животныхъ появляются все болѣе дифференцированные органы свѣченія. Послѣдніе имѣютъ болѣе или менѣе характеръ железъ, обильно омываемыхъ кровью (*Rugosoma*) или снабженныхъ трахейными трубками (у наѣжковыхъ); у ракообразныхъ и рыбъ они получаютъ иногда форму, напоминающую по внѣшности глаза.

Наибольшаго развитія сила свѣта достигаетъ у американскихъ жуковъ *Rugophagus*. Когда органъ начинаетъ свѣтить, онъ, въ противоположность нашимъ искусственнымъ источникамъ свѣта, начинаетъ испускать прежде всего наиболѣе преломляемые лучи; при свѣченіи въ немъ заключено всего болѣе желтыхъ и зеленыхъ лучей—наиболѣе выгодныхъ для освѣщенія. Почти вся энергія органа выражается развитіемъ именно свѣтовыхъ лучей: крайне мало изъ него исходитъ лучей химическихъ и тепловыхъ. Замѣтнаго развитія электричества въ немъ тоже не происходитъ. Лучи химическіе превращены въ органъ въ свѣтовые вліяніемъ особаго флюоресцирующаго вещества «пирофорина» (*R. Dubois*).

Что касается натуры того вещества, которое развиваетъ свѣтъ, то оно изучено еще не вполне. Свѣтящійся органъ можетъ быть измельченъ, обработанъ водой, фильтратъ продолжаетъ долго свѣтиться въ присутствіи кислорода. Свѣтящееся вещество можно высушить; по прибавленіи къ нему воды оно опять начинаетъ свѣтить. По опытамъ *R. Dubois* свѣченіе обуславливается взаимодействіемъ двухъ тѣлъ: люцифераза, нестойкаго протеиноваго вещества, близкаго къ энзимамъ и разрушаемаго температурами кипѣнія, и люциферина, встрѣчающагося и въ другихъ частяхъ тѣла и не теряющаго въ своемъ дѣйствіи отъ температуръ кипѣнія.

У болѣе высшихъ животныхъ органы свѣченія несомнѣнно находятся подъ вліяніемъ нервной системы и воли животнаго. При обезглавленіи нашего свѣтящаго „Иванова червячка“ (*Lampyrus splendidula*) свѣченіе на время прекращается (шокъ?), потомъ оно возобновляется снова и усиливается отъ рефлекторныхъ возбужденій. Оно могло быть вызвано и искусственнымъ раздраженіемъ нервъ (*Fuchs*). У этого животнаго сильно свѣтится самка (безкрылая) и свѣченіе имѣетъ несомнѣнно отношеніе къ половой жизни этого жука.

Иногда свѣтится свѣжая моча (*Guyton, Driessen*). Гниющія деревяшки, мертвая рыба, колбаса и проч. свѣтятся заимствованнымъ свѣтомъ, именно отъ свѣтящихся бактерий].

¹⁾ Gadeau de Kerville. Les animaux et les végétaux lumineux, 1890.
Raph. Dubois. Leçons de physiologie comparée, 1898.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.

- А**бсорбція кровью: кислорода 216, углекислоты и азота 217, 218. См. также всасывание.
- А**втоматизмъ 10, 499, 549, дыхательныхъ центровъ 222, спинного мозга 538, сосудодвигательныхъ центровъ 173.
- А**втоматическіе центры: среднего мозга 547, сердца 160, 162.
- А**графія 609.
- А**дэкватный раздражитель: нервовъ 439, органовъ чувствъ 636.
- А**деломорфныя клітки 228.
- А**деноидная тканьъ 348.
- А**зотистое равновѣсіе 334, 336.
- А**ккоммодация глаза: 674—682.
- А**лексины 65, 90.
- А**лексія 610.
- А**льбуминоды 38, 47.
- А**льбуминурія 373.
- А**льбумины: 37, 44, крови 68, молока 44, 270, мышцы 421, количественное опредѣленіе 45.
- А**льбумозы 45, 286, 421.
- А**мебы 10.
- А**метропія 688.
- А**миакъ: содержаніе въ крови и органахъ 370, какъ верный ядъ 436.
- А**миачное броженіе мочи 354.
- А**нализъ: воздуха атмосфернаго и выдыхаемаго 194, 195, звуковъ 728, мышечнаго вздрагиванія 395, мочи 354, газовъ крови 100, молока 271.
- А**наэробныя бактеріи 16, 179.
- А**низотропное вещество мышцъ 393.
- А**нтагонизмъ между: мышцами 474, органами 176, 534.
- А**нтитоксины 66.
- А**нэлектротонъ 442, 462.
- А**нэмія: искусственная 463, мозга 616.
- А**нэстезія 558, 586.
- А**періодичность: буссоли Видеманна 242, 456, капилляръ - электрометра 454.
- А**пноэ 225.
- А**роматическія: вещества мочи 362, соединенія 35.
- А**ртеріи: кровообращеніе 133, иннервация 169, мозга 614.
- А**ртродіи 470.
- А**спарагивъ 340.
- А**ссимиляция 321.
- А**ссоціаціонныя волокна 572.
- А**статическій магнитъ 242.
- А**стигматизмъ 693.
- А**сфиксія 224.
- А**таксія: двигательная 518, мозжечковая 560.
- А**тропинъ 167, 280, 305.
- А**ускультация: легкихъ 184, сердца 125.
- А**фазія: 599, 607, двигательная 608, сенсорная 609.
- А**фонія 233.
- А**цидальбумины 44.
- А

Бактерицидные свойства сыноротки 65.

Барабанная перепонка 729.

Барабанъ Маррея 111.

Беременность: вѣзматочная 766, двойными 772.

Биливердинъ 37, 296.

Билирубинъ 37, 54, 296.

Бинокулярное зрѣніе 705.

Біологическая точка зрѣнія въ физиологіи 11.

Біуретъ 34, 356.

Блуждающія клітки 79.

Блуждающій нервъ: 165, 310, 329, 631; влияние его: на сердце 165, на дыханіе 227, на образованіе сахара печенью 329, 331, на отдѣленіе желудочнаго сока 292, панкреатическаго сока 305, перерѣзка его 232, 633, дыхательныя и выдыхательныя волокна 228.

Болевые ощущенія: 752, пути 518.

Борьба: противъ холода 254, 257, противъ повышея температуры тѣла 257.

Броженіе: 51, молочное и маслянокислое 285, аммиачное 354.

Бронхіальное дыханіе 183.

Бруннеровыя железы 285.

Брюшной типъ дыханія 191.

Бугры зрительныя 571.

Буссоль Видеманна 454.

Бѣганіе 477.**

Бѣлокъ: составъ 37, яйца 271, кровяной сыворотки 66, мочи 45, тканевой 337, циркулирующій 337, распадъ 338, сгораніе 338. См. отдѣльные органы.

Бѣлковая вещества: составъ 38, питательное значеніе 333, приходъ и расходъ въ организмѣ 334, окисленіе 338, распаденіе въ тѣлѣ 335, синтезъ 340.

Бѣлковыя слюнные железы 278.

Бѣлое вещество: полушарій 601, продолговатаго мозга 544, спинного мозга 507.

Бѣлые кровяные шарики 55, 78—93, 102, см. лейкоциты.

Вазомоторы 170—177.

Валлерово перерожденіе 465.

Варолевъ мостъ 542, 562.

Вдыханіе 180, затрудненное, форсированное 182.

Везикулярный шумъ 183.

Вены: кровообращеніе 152, иннервация 177, пульсъ 155, мозга 615.

Вентиляция легочная: условія 180, коэффициентъ 193, схема 186, химическія явленія 194.

Вентральный этажъ продолговатаго мозга 544.

Вздрагиваніе мышцы: 381, анализъ 395, кривая 397.

Вителлинъ 271.

Вкусъ: органъ 745, центръ 583, 598.

Вниманіе 603.

Возбудимость: нервовъ 451, нервныхъ клѣтокъ 501, измѣненія подвѣрженіемъ постояннаго тока 441.

Возбужденіе: 380, волна 400, 419, 445, 457, двустороннее направленіе 447, скорость распространенія 400, 448, 530, суммированіе 445, 503, мѣсто возникновенія при замыканіи и размыканіи тока 385, 440.

Возвратные: нервы 233, чувствительность 622.

Воздухъ: атмосферный 194, 195, дополнительный, ды-

хательный, запасной, резервный 192.

Возрожденіе нервовъ 466.

Волевые движенія 480.

Волна: вторичная 132, ди-кротическая 313, мышечнаго сокращенія 400, нервного возбужденія 457, отношенія ея къ другимъ возбужденіямъ 445, 535, 595, пульсовая 132, 139.

Волокна: ассоціаціонныя 572, комиссуральныя 572, полушарій 601, спинного мозга 507, *membranae basilaris* 738.

Воля 604.

Воротная вена 156, 318, 370.

Время: реакціи 530, реф-лекса 531.

Всасываніе: вообще 315, жировъ 317, кожное 316, продуктовъ пищеваренія 315, въ дыхательныхъ путяхъ 205, въ желудкѣ и кишкахъ 315, чрезъ слизистыя оболочки 316.

Выдыханіе: 180, 183, затрудненное, форсированное 183.

Выдѣленіе, см. секретія.

Высота: скорости истече-нія 129, сопротивленія 129, звука 482, 738.

Вѣки 720.

Вѣнецъ лучистый 570.

Газы: кишечные 308, крови 97, 100, лимфы 103, слю-вы 276, раздражающіе, ядовитые и индиффе-рентные 225.

Галактоза 28.

Гангли: внутрисердечные 162, лимфатическіе 348, межпозвоноквые 511, въ стѣнкахъ желудка 312. См. также: узлы.

Гармонія 741.

Гематинъ 37, 72, 77, 319, 421.

Гематобласты 55.

Гематоидинъ 37, 77, 297.

Гематопорфиринъ 37, 77.

Гемиплегія 514, 598.

Геміанопія 565.

Гемоглобинъ: 69—77, ко-личественное опредѣле-ніе 93, отношеніе къ желчнымъ пигментамъ 297.

Гемодромографъ 147, 149.

Гемохромогенъ 37, 72, 421.

Гемоціанинъ 38, 103.

Гермафродитизмъ 760, 774.

Гидробилирубинъ 37, 297, 364.

Гидродинамика: положенія 127.

Гипергликемія 223, 306, 331.

Гиперметропія 688, 690.

Гипнозъ 612.

Гипогликемія 331.

Гипоксантинъ 34, 341, 350, 353, 421.

Гиппуровая кислота: свой-ства 362, полученіе 361, синтезъ почками 372.

Глазъ: движенія 565, 701, диоптрика 672, защит-ельные органы 720, опти-ческія постоянныя 673, поверхности и среды 673, редуцированный 674, пи-таніе 718, рефракція 680, дно 700.

Гласныя: 490, синтезъ 493, теорія 494, 742.

Гликемическая функція пе-чени 331, влияніе на нее панкреатической железы 306.

Гликогенъ: 28, 325, въ мышцахъ 421, полученіе 325, превращеніе въ са-харъ 326, теорія обра-зованія 327, физиологи-ческое значеніе 326.

Гликозурия 306, 330.

Гликоколь 33, 295, превра-щеніе его въ мочевины 338, 362.

Глицериды 321.

Глобулинъ: 37, мышць 421, протоплазмы 44, сыво-ротки 44, количественное опредѣленіе 45.

Глотаніе: 308, 310, 633, перистальтическое 310, шумы 311.

Глухота: душевная и кор-ковая 582, словесная 609.

Глюказъ 274.

Глюкоза: 28, реакціи 275, въ мочѣ 330.

Голоданіе: 271, минераль-ное 273.

Голосовыя: связки 481, 482, щель 483.

Голосъ: 480, возмужалость 485, высота 482, 485, объ-емъ 485, тембръ 482.

Горная болѣзнь 216.

Горноптеръ 707.

- Гортань: анатомія 481, мышцы 486, иннервация 489.
- Графический методъ 106.
- Гуанидинъ 422.
- Давленіе крови: въ артеріяхъ 140, въ капиллярахъ 151, въ венахъ 155 и 156, въ различныхъ сосудахъ тѣла 157, боковое 129, среднее 140, внутрисердечное 116, внутриглазное 718.
- Давленіе: внутричерепное 613, плевральное 184, слюны 278.
- Дальтонизмъ 649.
- Двигательные центры 583.
- Движенія: амебoidное 10, глаза 701, желудка 311, жидкости по трубкамъ 127, 131, кишекъ 313, легкаго 183, лейкоцитовъ 9, 81, 433, маневрное 562, мерцательное 431, пищеварительной трубки 308, радужной оболочки 716, рефлекторныя 524.
- Двойни 772.
- Дезассимиляция 321.
- Декстринь 28, 274.
- Декстрога 28.
- Деломорфныя кѣтки 288.
- Депрессорные рефлексы 174.
- Дефекація 314.
- Дикротическая волна 137.
- Динамогенія 519.
- Диплопія 706.
- Диски: вращающіеся 653, мышечнаго волокна 393.
- Диспноэ 223.
- Диссонансъ 726, 738.
- Дисхроматопсія 649.
- Дифференциальный реотомъ 457.
- Диабетическій уколъ 330, 551.
- Диабетъ: 330, патологическій 332, флоридзиновый 330.
- Диализаторъ 40.
- Диапедезъ 80.
- Даистазъ 50, 326.
- Диастола 117.
- Диафрагма 181.
- Диоптрика: ея положенія 664, глаза 672.
- Дополнительный воздухъ 192.
- Дорзальный этажъ средняго мозга 543.
- Дробленіе яйца 768.
- Дрожаніе звука 726, 741.
- Дуга рефлекторная 524.
- Душевная: глухота 582, слѣпота 580.
- Дыханіе: 179—236, бронхіальное 183, искусственное 186, кожное 202, легочное 204, періодическое 190, тканевое 208, Cheyne-Stokes'ово 190, типы 191, химическая теорія 204, вліяніе температуры 262, вліяніе на кровообращеніе 234, иннервация 218, ритмъ 190, саморегулированіе 229.
- Дыхательные: аппараты 199, 200, воздухъ 191, движенія 188, 191, 194, 226, мышцы 181, обійны 198, 212, 334, отношеніе 211, пауза 190, ритмъ 190, центры 218, 520, 548, щель 483.
- Евстахіева труба 309, 732.
- Емкость жизненная 192.
- Жажда 271.
- Жвачка 313.
- Жеваніе 308.
- Железы: бѣлковыя 278, желудочныя 288, зобная 348, лимфатическія 348, пилорическія 288, поджелудочная 305, потовыя 259, слизистыя 278, слюнные 273, 278, 281, безъ выводныхъ протоковъ 350, выдѣлительныя безпозвоночныхъ 368.
- Желтокъ яйца 271.
- Желтое: пятно 685, тѣло 764.
- Желудокъ: движенія 311, железы 288, пищевареніе 282, самоперевариваніе 293, удаленіе 293.
- Желудочный сокъ: 282, дѣйствіе 286, искусственный 283, кислота 284, нормальный 282, отдѣленіе 291, иннервация отдѣленія 292.
- Желчныя: камни 296, кислоты 31, 294, пигменты 296, фистула 294, 298.
- Желчь: 294, давленіе 301, дѣйствіе 297, 298, иннервация отдѣленія 301, количество суточное 300, отдѣленіе 299, свойства 294.
- Жидкость: Фелинга 275, цереброспинальная 613.
- Жизненные: емкость 192, узелъ 219.
- Жиры: 31, 321, ассимиляция 321, молока 271, 321, образованіе изъ веществъ пищи 322, 323, происхожденіе въ тѣлѣ 322, снѣтезь 323.
- Задерживающіе: механизмы сочлененій 470, нервы 406, 620, нервы сердца 165, нервы дыханія 227, центры 528, 533, 593, въ сердцѣ 162. См. также: торможеніе.
- Законы: Веилъ 171, 513, 514, 621, психофизическій 604, 637, 658, сокращеній 443.
- Замыкательное сокращеніе 385, 440.
- Запасный воздухъ 192.
- Запахъ: воспріятіе 744; см. кровь, моча, потъ, сѣмя.
- Записывающіе приборы 107.
- Звуковыя колебанія 721, 724.
- Звукъ: 721, анализъ 728, высота 738, гармоничный 741, дрожаніе 726, 741, основной 739, парціальный 739, интерференція 724, тембръ 739.
- Зимогенъ 304.
- Зобная железа 348.
- Зонды: пищеводные 189, сердечные 120, термоэлектрическіе 241.
- Зрачекъ 716.
- Зрительные: бугры 566, 571, волокна 564, 581, нервъ 626, полоска 582, пурпуръ 662, сужденія 664, 710.
- Зрѣлость 760.
- Зрѣніе: 640—721, биноклярное 705, монокулярное 716, непрямое 648, 685, органъ 640, острота 682, 684, поле 649, 684, прямое 648, 685, 709, стереоскопическое 712, уголь 682, 715, цвѣтовое 641, 649, энтоптическое 697.
- Діомускулярное сокращеніе 163, 386, 391.

- Избыточное потребление 337, 338.
 Извержение сѣмени 765.
 Извлечены полушарій 588, 596.
 Извитые каналцы 365, 367.
 Изображенія: катоптрическія 675, обратныя 709, послѣдовательныя 655.
 Изоляція нервныхъ волоконъ 400, 447.
 Изометрическія: кривыя 398, сокращенія 415.
 Изотоническія: кривыя 398, сокращенія 415.
 Изотропное вещество мышцъ 393.
 Икота 633.
 Импульсы нервные 380, ритмъ ихъ 409.
 Инвертинъ 49, 50.
 Индиго: синее 36, 364, красное 364.
 Индиканъ 36, 364.
 Индоксилосѣрная кислота 36, 364.
 Ивдоль 36, 304, 320.
 Индукціонные: катушка 387, токи 387.
 Инозитъ 28, 421.
 Интеллектъ 602.
 Интерференція: возбужденій въ нервѣ 461, возбужденій въ мозговой корѣ 595, звуковъ 724.
 Иррадіація: глаза 657, рефлексовъ 524, 532.
 Иодотиринъ 347.
 Иодъ въ организмѣ 348.
 Изаеинъ 45, 268, 269.
 Калориметрія 249.
 Камертоны записывающіе 113.
 Камни: желчныя 296, мочевые 353.
 Капилляръ — электрометръ 409, 453.
 Капилляры: кровообращеніе 149, иннервація 177.
 Капсулы: Бауманова 365, внутренняя 570, 602.
 Карбаминвокислый аммоній 32, 338, 369.
 Кардіографы 120, 123, 188.
 Катэлектротонъ 442, 462.
 Кашель: 633, центръ 551.
 Квакательный опытъ 528.
 Кимографы 108.
 Кислородъ: давленіе парціальное 205, 215, диффузія 205, крови 101, 205, роль при распаденіи бѣлковъ 338.
 Кислотность: желудочнаго сока 283, мочи 352, утомленной мышцы 427.
 Кишки: всасываніе 315, движенія 313, пищевареніе 307.
 Кишечный сокъ 307, 308.
 Клапаны сердца 116.
 Клей 38, 336.
 Клубочки мальпигіевы 367.
 Клетчатка: 28, усвоеніе ея 267.
 Кожныя: всасываніе 316, дыханіе 202, кровообращеніе 258, лакированіе 203.
 Коллагенъ 28, 47, 469.
 Коллатеральныя волокна 511.
 Коммиссуральныя: волокна 572, клетки 513.
 Компенсація (гальванометр.) 454.
 Консонансъ 726, 741.
 Контрастъ свѣтовой 656.
 Координація движеній 553, 559.
 Кора мозговая: 572, двигательные и чувственные элементы 591, топографія 588, 596, тормозящія дѣйствія 593, интерференція возбужденій 595.
 Корешки спинного мозга 512, 621.
 Коровья: глухота, 582, слѣпоты 580, эпилепсія 592.
 Кортіевъ органъ 735.
 Кости (химическ. составъ) 469.
 Косточки слуховыя 729.
 Красныя кровяныя шарики: 68, составъ 55, образованіе 343.
 Красящія вещества: 37, желчи 296, крови 68, мочи 363.
 Крахмалъ: 29, животный 28, 324, пищи 324, дѣйствіе слюны 274. См. также: гликогенъ.
 Креатининъ 33, 353, 421.
 Креатинъ 33, 353, 421.
 Кровообращеніе: 104—178, воротной вены 156, глаза 718, въ капиллярахъ 149, мозга 614, почечное 372, вліяніе дыханія 234.
 Кровоупусканіе 96.
 Кровь: 53—103, анализъ 93, 95, безпозвоночныхъ 103, какъ внутренняя среда 16—53, количество 94, 156, менструальная, пептонизированная 59, 762, переливаніе 96, пигменты 68, свойства 53, химическій составъ 54.
 Кровяные часы 146.
 Ксантинъ 34, 341, 350, 353, 421.
 Кумберландизмъ 605.
 Кураре: свойства 167, 187, всасываніе 392, отравленіе 391, физиологическій эквивалентъ 392.
 Лавинообразное нарастаніе возбужденія 438.
 Лакированіе кожи 203.
 Лаковая кровь 69.
 Лапка гальваноскопическая 420.
 Ларингоскопія 483.
 Легкое: движенія 183, поверхность 204, проницаемость 186, эластичность 184.
 Лейкоциты: 78, дѣятельность фагоцитарная 82, 85, 90, дѣятельность при пищевареніи и всасываніи 84, въ селезенкѣ 343, хемотаксисъ 91, эмиграція 80.
 Лейцинъ 33, 304, 338, 350.
 Лента Reil'я 510, 522, 544.
 Лейцитинъ 32, 463.
 Лимфа: 102, безпозвоночныхъ 103.
 Лимфатическія: железы 348, сердца 539.
 Лимфоидные органы 340.
 Локалізація функцій въ полушаріяхъ 574.
 Локомоція 469, 479.
 Лучистый вѣнецъ 570.
 Лягушки солевые 97, 210.
 Магнитизмъ животный 612.
 Мальтоза 28, 274.
 Маневное движеніе 562.
 Манометрическіе огоньки 492.
 Манометры: ртутные 140, эластическіе 143.
 Масло 269.
 Менопауза 760, 764.
 Менструація 762.
 Мерцательное движеніе 431.
 Метагемоглобинъ 70, 75.

- Метрономъ электрическій** 388.
Механизмъ: аккомодациі 677, кровообращенія 157, легочной вентиляціи 180, сердца 119, скелета 469.
Миганіе 552.
Микроорганизмы: ротовой полости 282, экскрементовъ 320.
Микроскопическія явленія мышечнаго сокращенія 393.
Миогематинъ 421.
Миографы 108, 396.
Миозиногенъ 421, 422.
Миозинъ 44, 422.
Миозинъ-ферментъ 421.
Миопія 688, 690.
Мозговые: дѣятельность 617, кора, см. кора, ножки 562.
Мозгъ: анемія 616, вѣсъ 573, головной 542—618, и интеллектъ 602, кровообращеніе 614, питаніе 613, продолговатый 542, сосудодвигатели 616, составъ 463, спинной 506—542, средний 542.
Мозжечекъ: анатомія 558, удаленіе 560, функціи 560, 561.
Мозжечковые: атаксія 560, ножки 559, 561, пучекъ 510.
Мозолистое тѣло 602.
Молекула периполярная 418.
Молоко: 268, анализъ 271, женское 268, 776, коровье 271, отдѣленіе 776.
Молоточекъ (уха) 729.
Молочный сахаръ 270.
Монокулярное зрѣніе 716.
Моча: общія свойства 352, анализъ 353, ароматическія вещества 362, броженіе 354, выведеніе 374, красящія вещества 363, реакція 354, секретія 365, составъ 353, ядовитость 354.
Мочевая кислота: 34, 358, выдѣленіе 368, количественное опредѣленіе 361, окисленіе 360, свойства 358, строеніе 34, 361.
Мочевина: 34, 354, выдѣленіе 368, количественное опредѣленіе 356, образованіе внѣ орга-
 низма 371, внутри 369—371, полученіе 354, соединенія 356, въ крови 55, въ мышцахъ 341, въ почечныхъ сосудахъ 369.
Мочевой пузырь: тонусъ 375, нервы 376, периферическій центръ 376.
Мочевые камни 353.
Мочегонные вещества 373.
Мочеотдѣленіе: 352, 365, вліяніе нервной системы 374, зависимость отъ состава крови 373, роль железистыхъ кѣтокъ 365.
Мочеточники: движенія и иннервация 375.
Мурексидъ 360.
Мускаринъ 35, 167.
Муцинъ 38, 279.
Мышечное волокно: строеніе 393, при сокращеніи 393, наѣкомыхъ 394.
Мышечные: волна 400, напряженіе 398, плазма 422, раздражительность 390, сила 425, тонъ 406, трансформированный и электрическій тоны 407, тонусъ 538, утомленіе 426, чувство 428, шумъ 407, 408.
Мышца: абсолютная сила 410, горючій матеріалъ 424, механическія свойства 394, объемъ 399, отягощеніе 412, питаніе 429, прикрѣпленіе 472, работа 411, раздражители 380, реакція 425, какъ термическій двигатель 416, токъ 417, укороченіе 410, упражненіе 429, условія жизни 421, химія 421, чувствительные нервы 428, экваторъ 418, эластичность 394, 395.
Мышцы: антагонисты 474, «безнервные» 392, вспомогательныя 474, гладкія 379, 430, глаза 702, горнанныя 486, группы физиологическія 525, 527, папилярныя 117, попеременно-полосатыя 379, 393, рѣсничная 677, сердца 160, среднего уха 731, сфинктеры 314, 541.
Мясные: элементы 313, экстрактъ 421.
Надотягощеніе 410.
Надпочечныя железы 349.
Наковальня (уха) 729.
Напряженіе въ крови: азота 218, кислорода 215, углекислоты 217, мышечное 398.
Насильственные движенія 558, 560.
Наслѣдственность 770.
Насосъ для газовъ крови 98.
Насыщенность свѣтовая 642.
Натуживаніе 194.
Невронъ: 496, пластичность 497, примыканіе 497, свѣтатки 660.
Нервная кѣтка: физиологія 496, раздражительность 502, ритмъ раздраженія 504, угнетеніе 504.
Нервные: волокно 434, импульсъ 380, тѣнь 463, центры 496—618.
Нервы: задерживающіе 165, 620, сахарообразовательные 329, секреторные 620, сосудодвигательные 169, трофическіе 620, утѣряющіе 620, ускоряющіе 168, фригорифическіе 175, центростремительные и центробѣжные 434, 619, чувствительные мышць 428, эксцитомоторные 619, 635.
Нервы: блуждающій 165, 227, 310, 329, 631, возвратный 233, 310, глоточный 233, депрессоръ 175, зрительный 577, 626, лицевой 279, 308, 629, обонятельный 280, 626, 744, подъязычный 310, 448, 634, симпатическій 279, 310, 624, слуховой 630, 735, спинномозговые 621, 624, тройничный 310, 627, языкоглоточный 280, 310, 630, черепные 626.
Нервъ: адекватный раздражитель 439, возрожденіе 466, изоляція 447, мѣсто возбужденія при замыканіи тока 440, неутоняемость 467, переживаніе 465, проводимость 435, раздражители 435, 437, раздражители

- ность 435, 438, специфическая энергия 439, токъ дѣйствія 456, токъ покоя 452, 457, электрическія явленія 452.
- Неутомляемость нерва 467.
- Нистагмъ 560.
- Ножки: мозговые 542, 562, 570, мозжечковые 559, 561.
- Нуклеинъ 38, 319.
- Нуклеоальбумины 38, 46.
- Обкладочныя клѣтки 288.
- Обонятельные: клѣтки 744, нервъ 280, 626, 744, органъ 744, ощущенія 745.
- Образы: двигательные и чувственные 606, воспоминательные 607.
- Объемъ органовъ 152.
- Овуляція 762.
- Одышка 182.
- Овоиъ въ крови 75.
- Окислительныя синтезы 371.
- Ово: круглое 735, овальное 735.
- Ожогеніе: каталептическое 424, печени 342, тепловое 423, трупное 423.
- Оксигемоглобинъ 69, 73, 74.
- Оксигемоглобинъ 103.
- Олеинъ 321.
- Онкграфъ 373.
- Оплодотвореніе яйца 766.
- Опыты: Muller'a 185, Stannius'a 162, Valsalva 185.
- Осадки мочевые 353.
- Оси оптическія 669.
- Остаточный воздухъ 193.
- Острота зрѣнія 682, 684.
- Отношеніе: дыхательное 211, между силою раздраженія и силою возбужденія при тетанусъ 440, между силою раздраженія и силою ощущенія 639.
- Отрицательное давленіе: въ венахъ 155, въ желудочкахъ 116, въ полости плевры 185.
- Отрицательное колебаніе тока: мышцы 419, нерва 456.
- Отягощеніе: мышцы 412, какъ раздражитель 412.
- Офтальмометръ 676.
- Офтальмоскопъ 699.
- Ощущеніе: 604, 635, болевое 752, вкусовое 747, зрительное 640, 647, интентивность 634, иннервация 757, обонятельное 745, отношеніе къ раздраженію 637, на периферіи поля зрѣнія 648, свѣтовое 641, слуховое 737, субъективное 641, тактильное 749, температурное 751, цвѣтовое 648.
- Пальмитинъ 321.
- Панкреатинъ 303.
- Панкреатическая железа: строеніе 306, измѣненія при секретіи 306, внутренняя секретія 306, удаленіе 306, иннервация 305, фистула 302.
- Панкреатическій сокъ: 302, свойства 302, давленіе 305, отдѣленіе 304, ферменты 302.
- Параглобулинъ: 44, сыровотки крови 66.
- Параказеинъ 269.
- Парабуминъ 47.
- Параплегія 514.
- Парацентральная извилина 598.
- Партеногенезъ 760, 772.
- Пауза: дыхательная 190, сердца 115.
- Пепсиногенное вещество 290.
- Пепсинъ: 283, 285, образованіе 287, въ мочѣ 353.
- Пептогенныя вещества 290.
- Пептонъ: 45, 286, питательное значеніе 333, полученіе 287, превращеніе въ бульонъ 333, судьба 318, вліяніе на свертываніе крови 334.
- Переживаніе нерва 465.
- Перекрещиваніе: путей волевыхъ импульсовъ 515, зрительныхъ нервовъ 567.
- Переливаніе крови 96.
- Переносъ раздражительности 534.
- Переотягощеніе 410.
- Перерожденіе: Валлерова 465, пучковъ спинного мозга 567, травматическое нерва 465.
- Перилимфа 733.
- Периметръ 686.
- Перистальтическія движенія 313.
- Периферическія нервы 619.
- Періоды Traube-Nering'a 236.
- Печень: гликогенная функция 326, выдѣленіе желѣза 343, какъ органъ кроотоворенія 342, ожогеніе 342, проходимость 156, роль въ питаніи 340, роль при теплообразованіи 244, 256, синтезы 342, удаленіе 341.
- Пигменты: желчныя 294, 296, 297, крови, 54, мочи 363.
- Пилокарпинъ 167, 280, 305.
- Пирамиды продолговатаго мозга 517.
- Пирохатехинъ 36, 362.
- Пистолетъ электрическій 446.
- Питаніе: глава 718, мышцы 429, нервной системы 613.
- Пищевареніе: 264, 307, внутри клѣточное 82, искусственное 290, желудочное 286, кишечное 307, панкреатическое 302, продолжительность 319.
- Пищевые: вещества, составъ и качество 264, 265, кашлица 311, комокъ 277, порція 264.
- Піезометръ 128.
- Плазма: крови 54, мышечная 422.
- Плазминъ 60.
- Пластинки Bizzozero 55.
- Плевральная пустота 185.
- Плетисмографы 152, 373.
- Пневмографы 188.
- Поле зрѣнія 649, 684, 705.
- Полиграфъ 135.
- Полосатое тѣло 600.
- Полукружные каналы 755.
- Полушарія большого мозга: 554, 569, анатомія 569, бѣлое вещество 601, функций 573, центры 575, экстирпация 553, 575. См. также кора.
- Поль: опредѣленіе 773, вліяніе на дыханіе 213, на число пульсацій сердца 127, на содержаніе гемоглобина 69.
- Поляризация: внутренняя 418, внѣшняя 456. См. также: электротонъ.

Поляриметръ 40, 276.
 Полярный тѣльца 763.
 Помѣси 772.
 Порція пищевая 264.
 Последовательныя изображенія 655.
 Потъ: составъ 262, отдѣленіе 259, иннервация 260.
 Почка: строеніе 365, кровообращеніе 372, иннервация 374, какъ фильтрующий аппаратъ 372, удаленіе 369.
 Предстательная железа 765.
 Преломленіе свѣта 664.
 Прерыватели тока 389.
 Прерывистая натура тетануса 406.
 Пресбиопія 681.
 Прессорные рефлексы 174.
 Прибавочные сердца 178.
 Присасываніе: грудной кляткой 153, діастолой сердца 153.
 Приспособляемость 17.
 Проводимость: мышечной ткани 400, нервовъ 435, 443, 446, 451, сѣраго вещества спинного мозга 530.
 Продолговатый мозгъ: анатомія 542, отдѣлы и центры 547 и слѣд.
 Пропепсинъ 283.
 Процептонъ 45, 62, 286, 333.
 Протагонъ 32, 463.
 Протеиды 38, 46.
 Протеиновые вещества 37.
 Протоплазма 10, 433.
 Психическія функціи полушарій 573.
 Психоакустическій центръ 582, 597.
 Психомоторные центры 584.
 Психопатическій центръ 576, 596.
 Психосензорные центры 585.
 Психофизическій законъ 604, 637, 640, 658.
 Птиализмъ 274, 353.
 Птомаины 35.
 Пульсъ: 134, венозный 155, волна 139, дикротизмъ 138, кривая 137, скорость 139, число 127.
 Пурпуръ сѣтчатки 662.
 Пустота: плевроальная 185, постъ-систолическая 119.
 Пучки спинного мозга 507, 509. См. столбы.

Работа мышцы 246, 411, 469.
 Равновѣсіе: азотистое 334, 336, тѣла, см. стояніе, чувство 755.
 Радужная оболочка, движенія 716.
 Раздраженіе: 380, индукционными ударами 386, максимальное 440, недостаточное 384, повторное 389, 401, постояннымъ токомъ 381, порогъ 442, сила 384, скрытое 397, 441, скрытое складываніе 385.
 Раздражители мышцы: 380, естественные и искусственные 380, электрические 381, отягощеніе 412.
 Раздражители: нервовъ 435, 437, адекватные нервовъ 439, адекватные органы чувствъ 636.
 Раздражительность: мышечной ткани 390, нервовъ 435, нервныхъ центровъ 502, измѣненія 385.
 Размноженіе: половое 760, чередующееся 760.
 Размыканіе тока: раздражающее дѣйствіе 385, 440.
 Распаденіе 321. См. дезассимиляция.
 Растяжимость мышцъ 395.
 Рвота: 312, центръ 313.
 Рвотный камень 313.
 Реакція: біуретовая 43, Böttger'a 275, бѣловыхъ веществъ 41, Gmelin'a 297, глюкозы 275, ксантопротеиновая 43, Milon'a 43, 350, мозга 618, мочи 354, мурекидная 360, мышечной ткани 425, Pettenkofer'a 31, 295, Piria 350, Scherer'a 350, на соляную кислоту 284, Trommer'a 275.
 Ребра: движенія 180.
 Резервный воздухъ 192.
 Резонансъ 727.
 Резонаторы 727.
 Ремаковский узелъ 159, 162.
 Реономъ 382.
 Реотомъ: 419, дифференціальный 457.
 Реохордъ 383.
 Рефлексы: безпорядочные

526, время 531, высшаго порядка 568, глазные 552, депрессорные 174, иррадиация 524, координированные 526, обнимательные 535, 557, прессорные 174, сложные 500, 525, сухожильные 428, 479, 537, 755, сѣтчатко-зрачковые 565, теорія 532, угнетеніе 528, 533, цѣлесообразный характеръ 525, элементарные 500, 525.
 Рефлекторные: импульсы 520, движенія 524, дуга 524, 532 и слѣд.
 Рефлекторные центры: четверохолмія 565, спинного мозга 537, среднего мозга 547.
 Рефракторный періодъ: сердечной мышцы 161, скелетной мышцы 402.
 Рефракція глаза 680, 688.
 Ритмика возбужденія въ нервъ 460.
 Ритмъ: дыхательный 190, мышцы: естественный 409, преобладающій 410, и трансформированный 407, раздраженій и возбужденій въ нервной кляткѣ 504.
 Рога спинного мозга 506.
 Роданистый калий 274.
 Родопсинъ 37, 662.
 Роды 775.
 Ролядова борозда 588.
 Рубецъ 313.
 Рубчатая мышца. См. поперечно-полосатая мышца.
 Рукавъ (часть желудка) 313.
 Рыбы электрическія 467.
 Рычаги костные 472.
 Рѣсничная: мышца 677, область глаз 678.
 Рѣчь: 480, 490, центры 599.
 Самозарожденіе 759.
 Самоиндукція 387.
 Самоперевариваніе желудка 293.
 Санный аппаратъ 387.
 Сахаръ: 28, клеевой 33, молочный 270, въ мочѣ 330.
 Свертываніе крови: 55, значеніе 63, причина 57, схема 56, теорія 63, условія 61.

- Свертываніе: бѣлковъ 41, 42, мѣозина 422, молока 269.
- Связки голосовыя 481.
- Секреція: желчи 299, 301, желудочнаго сока 291, кишечнаго сока 307, молока 776, мочи 365, панкреатическаго сока 305, пота 259, слюны 277, сѣмени 760.
- Селезенка: функція 343, 344, сокращеніе 345, удаленіе 343, регенерація 345, вліяніе на панкреатическое пищевареніе 345.
- Сензитивомоторныя: дуги 532, дѣйствія 479.
- Сердце: дѣятельность 115, верхушка 160, гангліи 162, задерживающіе нервы 165, иннервація 159, лягушки 159, млекопитающихъ 163, объемъ 125, работа 126, ритмъ 115, тоны 117, 125, ускоряющіе нервы 168.
- Сердца лимфатическія 539.
- Сигналь электрическій 112, 389.
- Сила мышцы: 410, абсолютная 410, источники 425, электровозбудительная 418.
- Симпатическій нервъ 279, 310, 624.
- Симфизы 471.
- Синтезъ: бѣлка въ организмъ 340, гиппуровой кислоты 372, гласныхъ 493, жировъ 323, мочевыхъ 354.
- Синтетические процессы въ тѣлѣ 5, 6.
- Синтоинъ 45, 286.
- Синхондрозы 471.
- Систола: желудочковъ 117, предсердій 116, природа 164.
- Скатоль 30, 320.
- Скорость крови: въ артеріяхъ 146, въ венахъ 155, 156, въ капиллярахъ 150, наблюдаемая зѣлоптически 150.
- Скорость: мышечной волны 400, пульса 139, распространенія возбужденія по нерву 448 и слѣд.
- Скрытое раздраженіе: мышцы 397, 411, нервной кѣтки 503, сѣтчатки 653.
- Слезы 720.
- Слизистыя железы 278.
- Сливъ желудка 293.
- Словесныя: глухота 609, слѣпота 610.
- Слуховыя: аппаратъ 728, косточки 729, нервъ 630, 735, ощущенія 737, сужденія 742.
- Слюна: 273, газы 276, отдѣленіе 277, роль 277, свойства 273.
- Слюнные: железы 278, тѣльца 274.
- Слѣды положительные и отрицательныя 655.
- Слѣзное пятно 684.
- Слѣпота: душевная 580, корковая 580, словесная, 610, пѣтловая 649.
- Смѣшеніе цвѣтовъ 646.
- Совокупленіе 765.
- Согласныя 490, 495.
- Созвучіе 726.
- Сознаніе 603.
- Сокращеніе: вторичное 420, идиомускулярное 386, законъ 443, механическія явленія 394, микроскопическая картина 393, нормальное 409, одиночное 397, тетаническое 402, 408.
- Соляная кислота: 26, въ желудочномъ сокѣ 284, образованіе въ железахъ желудка 287, въ мочѣ 352.
- Сонъ: нормальный 611, гипнотическій 612.
- Сосаніе 308.
- Сосудистая оболочка: при аккомодации 678, при питаніи глаза 719.
- Сосудодвигательные нервы: роль 170, 175, какъ регуляторы теплоты и кровяного давленія 176, пути въ спинномъ мозгу 520, головного мозга 616.
- Сосудодвигательные центры 173, 174, 550.
- Сосудорасширяющіе: нервы 170, 173, центры 173.
- Сосудосуживающіе нервы: 169, головы 171, грудной кѣтки 172, брюшной полости 172, конечностей 171.
- Сосудочувствительные нервы 178.
- Сочлененія 470, 471.
- Спайки спинного мозга 506.
- Спектроскопъ 72.
- Спектры крови 74.
- Сверма. 760.
- Сперматозоиды 761.
- Специфическая дѣятельность: живыхъ кѣтокъ 12, нервныхъ кѣтокъ 504.
- Специфическая энергія: нервовъ 439, 619, органовъ чувствъ 636.
- Спинной мозгъ: автоматизмъ 538, анатомія 506, волокна 507, проводимость 514, основныя функція 513, центры 524.
- Спинномозговые нервы 621, 624.
- Спирометръ 189, 191.
- Спиртокислоты 30.
- Спячка зимняя 214, 238, 256.
- Срачиваніе нервовъ 448.
- Средній мозгъ: анатомія 542, проведеніе 543, центры 547.
- Стеаринъ 321.
- Стереоскопъ 713.
- Стеркобилинъ 37, 320, 364.
- Стетоскопъ 407, 408.
- Столбнякъ, см. тетанусъ.
- Столбы: позвоночный 471, спинного мозга 506, 510, 512, 513.
- Стояніе 475.
- Страбизмъ 560.
- Стробоскопъ 654.
- Судорожный центръ 563.
- Суммированіе возбужденій 385, 430, 445, 503.
- Суставы 470.
- Сухожильный рефлексъ 428, 479, 537, 755.
- Сухожилия: 428, составъ 469.
- Сфигмографъ 109, 134.
- Сфигмоскопъ 139, 144.
- Сфинктеры: анальный 314, мочевого пузыря 375, тонусъ 541.
- Сыворотка: крови 65, молока 268, мышечная 422.
- Сырть 269.
- Сычугъ 313.
- Сычужный ферментъ 285.
- Сѣмя 760.
- Сѣрная кислота: 27, въ видѣ эфировъ 27, 362, въ слюнѣ моллюсковъ 285, въ мочѣ 353.
- Сѣроводородъ 27, 304.
- Сѣрое вещество: средняго мозга 543, спинного моз-

- га 506, 513, скорость передачи возбужденія 530.
- Съятчатка: строеніе 660, пигменты 663, питаніе 718, чувствительность 658, электрическія явленія 663.
- Съятчатое образованіе, см. средний мозгъ.
- Тактильныя:** ощущенія 749, пути 518, сужденія 750.
- Таагенсъ-буссоль 241.
- Тауринъ 33, 295, 421.
- Таурохолевая кислота 33, 295.
- Телефонъ 406, 409, 460.
- Тембръ: 139, гласныхъ 494, голоса 482.
- Температура** вышняя: вліяніе на жизненныя явленія 14, 238, 246, борьба организма съ нею 254, 257.
- Температура** тѣла: измѣреніе 240, зависимость отъ работы, питанія и т. п. 247, колебанія суточные 248, крови 244, средняя у различныхъ животныхъ 238, топографія тѣла 243.
- Теплота** животная: 237—263, методы опредѣленія 249, 251, вліяніе работы 253.
- Теплота:** мышечнаго сокращенія 415, при мозговой работѣ 618, въ слюнной железнѣ 278, физиологическаго сожженія 266.
- Термометры** 240—243.
- Термоэлектрическіе:** иглы 241, приборъ 241.
- Тетанусъ:** 390, 402, замыкательный 390, 436, какъ нормальное мышечное сокращеніе 408, наиболѣе выгодная сила раздраженій (optimum) для его произведенія 405, прерывистая натура 406, размыкательный 390, 436, сплошной 403, стрихнинный 425, электрическій 468.
- Типы** дыханія 191.
- Тирионинъ** 36, 350.
- Тириодинъ** 347.
- Токсины** 66.
- Токъ:** дѣйствія мышцы 149, дѣйствія нерва 456, 457, индукціонный 387, нисходящій и восходящій 392, 442, осевой 452, покоя 417, 452, постоянный 381, прерывистый 390, собственныя мышцы 417, собственный нерва 452, фазовой 457, 458.
- Толчокъ** сердца 122.
- Тонусъ:** венозный 178, поддерживающихъ нервовъ сердца 167, мышечный 538, сосудистый 171, сфинктеровъ 541.
- Тоны:** 726, мышечный 406, 407, парціальные 490, 739, сердца 117, 118, 125, цвѣта 642.
- Торможеніе:** процессы въ концевыхъ пластинкахъ 406, 437, при раздраженіи мозговой коры 593, нервы 620, 227, 165, рефлексовъ 528, 533, центры 528, 593.
- Трипсианъ** 303.
- Трофическіе:** волокна trigemini 628, волокна vagi 633, вліяніе нервныхъ кѣлокъ 466, нервы 620, нервы слюнной железы 281.
- Тѣни** цвѣтныя 656.
- Углеводы:** вообще 28, пищи 324, превращеніе въ печени 326 и слѣд.
- Углекислота** крови и выдыхаемаго воздуха 207, 217.
- Угнетеніе**, см. торможеніе.
- Уголъ зрѣнія** 682, 715.
- Узелъ:** Бидлера 163, Лувига 163, Ремака 162, жизненный 219, межпозвонковые 624. См. также гангліи.
- Узловые точки:** голосовыхъ связокъ 490, чечевичъ 669, глаза 673.
- Улитка** (уха) 734.
- Уреиды** 34.
- Уремія** 369.
- Уробилинъ** 37, 296, 363, 364.
- Урохромъ** 363.
- Усвоеніе** 321.
- Усиліе** (натуживаніе) 194.
- Ускоряющіе** нервы сердца 168.
- Утомленіе:** мышцы 426, нерва 467, ошущеніе 733, субъективное 428, химическая природа 426.
- Ухо:** внутреннее 733, среднее 729.
- Фагоциты** 82—89.
- Фазы:** отрицательнаго колебанія 419, рефракторная 402, цвѣтныя 656.
- Фазовые токи** 457, 458.
- Фальцетъ** 485.
- Фелингова** жидкость 275.
- Фенилоэтрная** кислота 36, 362.
- Фенолъ** 35, 304, 362.
- Ферменты:** опредѣленіе 8, 9, 48, броженій 285, гаенія 51, гликолитическій 54, 307, диастатическій 62, 302, желудочнаго сока 285, инвертирующій 307, омыляющій 302, панкреатическіе 50, 302, сычужный 269, 285.
- Фабриногенъ** 44, 54, 58.
- Фабринъ** 45, 56.
- Фибринъ—ферментъ** 54, 58.
- Фистулы:** желчная 294, желудочная 282, кишечная 307, панкреатическая 302, пилорическая 288, Экка 257, 370.
- Фонаутографъ** 723.
- Фосфены** свѣтовые 641.
- Фосфорная** кислота 352.
- Фотографическая** запись 114.
- Френографъ** 188.
- Хаосъ** свѣтовой 641.
- Хвостатое** ядро 600.
- Хемотаксисъ** 20.
- Хилоносные** сосуды 317.
- Хилусъ** 102.
- Химозинъ** 270.
- Хожденіе** 477.
- Холаловая** кислота 31, 295.
- Холестеринъ** 28, 294, 296.
- Холода** вліяніе: на дыхательные центры 220, на проводимость нерва 450, на температуру тѣла 245, 254.
- Хрусталикъ:** при аккомодации 676, 677, строеніе 696.
- Хрящи** гортани 481.
- Цвѣтовая** слѣпота 649.
- Цвѣтныя** фазы 656.
- Цвѣта:** дополнительные 643, насыщенность 642, ос-

- новные 645, отъѣнокъ 642, простые 643, сѣшнанные 643, товъ 642.
- Центробѣжные нервы 434, 437, 619.
- Центростремительные нервы 434, 437, 619.
- Центры: анальный 540, вкусовые 583, 598, генитальный 540, 775, глотанія 551, двигательные 583, дыхательные 218, 227, 548, добавочные дыхательные 220, жеванія 551, задерживающіе 528, 593, зрачка 541, зрительные 576, мочевого пузыря 540, обонятельные 583, 598, полушарій 575, потоотдѣленія 541, психоакустическій 582, психомоторные 584, психооптический 576, психосензорные 585, рефлекторные 533, рѣчи 599, сердца 550, слюноотдѣленія 280, 551, сосанія 551, сосудодвигательный общій 171, сосудодвигательные подчиненные 171, сосудорасширяющіе 173, судосуживающіе 170, спинного мозга 524, средняго мозга 547, судорожный 563, чувствительные 576, эрекціи 540, 764. См. также: Centrum.
- Центры: тяжести тѣла 476, вращенія глаза 702.
- Церебринъ 35, 463.
- Цереброспинальная жидкость 613.
- Циркулирующій блокъ 337.
- Цѣлесообразный характеръ рефлексовъ 525.
- Частота раздраженій: 402, optimum и pessimum 403 и слѣд.
- Часы: кровяные 146, мерцательные 432, электрические Лудвига 388.
- Четверохолизмъ 564, 566.
- Чечевицеобразное ядро 572, 600.
- Чечевицы: теорія 664, преломляющая сила 671.
- Чиханіе: 194, центръ 551.
- Чувства: боли 752 мышечное 428, 753, общія 754, равновѣсія 755 См. также ощущеніе.
- Шепоть 492.
- Шокъ 219, 500.
- Шумы: 726—740, глотательные 311, мышечный 407, сердца 117, 125.
- Щитовидные: желѣза 345—348, хрящъ 481.
- Экваторъ мышцы 418.
- Экскременты 319.
- Экстирпация: желудка 293, печени 341, поджелудочной железы 306, полушарій 553, 575, почекъ 369, селезенки 343, щитовидной железы 345.
- Экстратокъ 387.
- Экспитомоторные нервы 541, 619.
- Эластинъ 38, 47, 421.
- Эластичность: легкихъ 184, мышцъ 394, 413.
- Электрические: органы 447, раздражители 381, рыбы 447, 467, тетанусъ 468, явленія въ нервъ и мышцъ 417, 452, явленія въ сѣчаткѣ 663.
- Электроды неполяризующіеся 456.
- Электротонъ физиологическій 385, 441, 461, физическій 461.
- Элементы мясные 393.
- Эмметропія 688.
- Эндолимфа 734.
- Энергія специфическая: нервовъ 439, 619, органовъ чувствъ 636.
- Энзимы 49.
- Энтоптическое зрѣніе 697.
- Эпилепсія корковая 592.
- Эрекция: penis, 764, clitoridis 766, центръ 540.
- Эритропсинъ 662.
- Этиленомолочная кислота 30, 421.
- Этилиденмолочная кислота 30, 421.
- Эфиры сложные 31.
- Яды: змѣй 44, сердечные 167.
- Яйца: составъ 271.
- Яйцо эмбрі.; созрѣваніе 763, оплодотвореніе 766.

Важнѣйшіе иностранные термины.

- Acinus 278.
- Ansa: lentiformis 571, Vieussenii 169.
- Aquaeductus cochleae и vestibuli 736.
- Aura seminalis 767.
- Bolus 277, 308 и слѣд.
- Centrum: anospinale 314, 541, cilio spinale, vesicospinale 540.
- Chiasma 567, 576, 581.
- Chordae tendineae 117.
- Chorda tympani 173, 277 и слѣд. 630,
- Colostrum 776.
- Corpus: geniculatum 582, luteum 764, bigemina 529.
- Crusta phlogistica 58.
- Delirium cordis 164.
- Dertusor urinae 375.
- Excreta 324, 334.
- Falx cerebri 579.
- Fovea centralis 648, 659, 661.
- Ganglion: Gasseri 627, habenulae 565, mesentericum 315, molaris 281, parotis 278.
- Glottis vocalis et respiratoria 483, 485.

Homoiothermata (animalia) 238.

Hypophysis 348, 551.

Incontinentia alvi 315.

Ingesta 324, 334.

Iris 716.

Lab-ferment 269, 284.

Lobi optici 529

Luxusconsumption 335, 337, 340.

Lymphagoga 102.

Macula lutea 648, 661.

Meconium 296, 320.

Micrococcus ureae 354, 362.

Nervi: abducens 629, accelerantes cordis 626, accessorius Willisii 631, cardiaci 626, depressor 626, erigentes 315, 376, 540, oculomotorius 626, pneumogastricus 631, recur-

rens 310, splanchnicus 301, 344, 372, sympathicus 279, 306, 310, 624 и слѣд., trochlearis 627, vago-spinalis 631 и слѣд. vestibularis 565, 630, 735, 755 см. также: черепные нервы.

Optimum: раздраженія 405, 440, частоты 403, 440.

Perspirabile retentum 203.

Pessimum: раздраженія 405, 440, частоты 440.

Plexus: coeliacus 329, 341, hypogastricus 315, myentericus 313, renalis 374.

Poikilothermata (animalia) 237.

Promontorium pelvis 476.

Pronucleus 767.

Prostata 765.

Pulvinar 567, 582.

Punctum: coecum 685, proximum 680, 692, remotum 680, 692.

Regurgitatio 233.

S romanum 314.

Sacculus 734.

Scotoma centralis 580.

Sedimentum lateritium 360.

Sensibilité récurrente 622.

Senso-mobilitas 623.

Sulcus cruciatus 280, 588.

Tegmentum 545.

Thymus 348.

Tuba Eustachiae 309, 732.

Ultimum moriens 159.

Utriculus 734.

Vas afferens et efferens 367.

Vena porta 156, 318.

О П Е Ч А Т К И:

Примѣч. 1 на стр. 162 должно быть присоединено къ примѣч. 2 на стр. 160.

На стр. 194 строк. 10 сверху: *усиліе* лучше замѣнить словомъ: *натуживаніе*.

Страница.	Строка.	Напечатано	Читать
38	6 снизу	лецитивъ	лейцивъ
39	4 »	$C_{680}N_{1098}H_{210}...$	$C_{680}H_{1098}N_{210}...$
69	5 »	человѣка	мужчины
176	8 сверху	задней конечности	Заднихъ конечностяхъ
278	4 »	отдѣльнымъ	отдѣлительнымъ
321	12 снизу	$C_{13}H_{35}...$	$C_{18}H_{35}...$
323	14 »	Proust	Proust
325	20 »	1,0	0,1
331	5 »	нормального	ненормального
349	10 »	1866	1896
352	15 »	1050	1015
400	22 сверху	в	2
438	1 снизу	надгл.	подгл.
498	7 сверху	было	было бы
559	10 снизу	рѣсничному	зубчатому
596	11 сверху	могъ	могъ бы

Литолого-улатомическаго

Института