

612  
C-336

СЕНТОР И.М.  
СЛАВ  
ИТАЛИЯ  
1871

2

~~XXXXXX~~

# ФИЗИОЛОГІЯ

## РАСТИТЕЛЬНЫХЪ ПРОЦЕССОВЪ.

И. М. СЪЧЕНОВА.

213

Публичныя лекціи, читанныя въ С.-Петербургскомъ клубѣ  
художниковъ, зимою 1870 года.

*Краткая*

1952 г.

ОБЩЕГО АРХИВНОГО  
БИБЛИОТЕКА  
МЕДИЦИНСКОГО ИСТИМУТА

1972

ИНВЕНТАР  
№ 2855

ВЪ САНКТПЕТЕРБУРГЪ.  
ТИПОГРАФИИ Ф. С. СУЩИНСКАГО.  
Могилевская, 7.

ИНВЕНТАР  
~~31003~~

—  
1871.

ΦΙΛΟΛΟΓΙΑ

ΡΑΧΤΗΡΙΑΡΧΗ ΠΡΟΠΕΔΟΥ

Π. Μ. ΣΕΡΕΝΟΥ

612.

Πύλη ενοχλῶν Π. Δ. αλ κληστῶν κίβητῶν κληστῶν  
ἐκτὸς 1870 ἐκτὸς

1875



## I.

Планъ лекцій. — Общія понятія объ устройствѣ кровеносной системы.

Мм. Гг.! Принявъ на себя обязательство представить вамъ въ общедоступной формѣ нѣкоторыя изъ жизненныхъ проявленій животнаго тѣла, я принужденъ принять за исходную точку нашихъ бесѣдъ ту сумму свѣдѣній о животномъ тѣлѣ, которой обладаетъ обыкновенно образованная часть публики. Только при этомъ условіи, въ ходѣ моей мысли не будетъ для васъ ничего насильственного и вамъ не придется многого принимать на вѣру. По счастью, физиологическія свѣдѣнія, вытекающія изъ уроковъ практической жизни, совпадаютъ съ основными результатами современной физиологіи, и потому могутъ быть положены въ основу общаго плана нашихъ бесѣдъ. Они дадутъ мнѣ возможность не только привести въ порядокъ весь матеріалъ, подлежащій нашему описанію, но и обозначать путь, которымъ намъ слѣдуетъ идти при рѣшеніи нашихъ будущихъ вопросовъ.

Остановимся прежде всего на рабочемъ домашнемъ животномъ.

Вся жизнь его, если смотрѣть на нее объективно, проходитъ въ томъ, что оно ѣсть, пьетъ, дышетъ, выдѣляетъ изъ тѣла жидкости и работаетъ (всю психическую сторону его жизни я оставляю пока въ сторонѣ). Изъ всѣхъ этихъ жизненныхъ дѣятельностей человѣкъ утилизируетъ въ рабочемъ скотѣ только его способность производить механическую работу; это невольно заставило его подсмотрѣть главнѣйшія условія, которыми управляется рабочая сила въ животномъ, и посмотрите, что изъ этого вышло: всякій простолудинъ знаетъ, что источ-

никомъ рабочей силы служить пища; онъ даже умѣетъ отличать качества ея, при которыхъ возможна болѣе или менѣе трудная работа. Уже одинъ этотъ фактъ въ глазахъ образованнаго человѣка долженъ служить неопровержимымъ доказательствомъ, что животное въ дѣлѣ произведенія механической работы дѣйствуетъ какъ машина, такъ какъ самое основное свойство машины и заключается именно въ томъ, что она можетъ работать только насчетъ силъ, приложенныхъ къ ней извнѣ. Смотри на дѣло съ такой точки зрѣнія можно было бы поставить въ причинную связь съ механической работой не только актъ принятія пищи, но и прочіе, не утилизируемые человѣкомъ жизненные процессы; — стоило бы, наприм., взглянуть на работу животнаго, какъ на работу паровой машины, и тогда пища получила бы значеніе топлива, дыханіе стало бы равнозначуще притоку воздуха, необходимаго для горѣнія, и наконецъ всѣ изверженія животнаго тѣла уподобились бы золѣ, дыму и прочимъ продуктамъ сгаранія. На это сдѣлано было бы конечно тотчасъ же возраженіе, что животное дышетъ и выдѣляетъ жидкости изъ тѣла какъ во время работы, такъ и при покоѣ; но на него отвѣчать очень легко. — Работа въ животномъ производится мышцами, двигающими при своемъ сокращеніи костями переднихъ и заднихъ ногъ (изъ движеній животнаго на работу употребляются какъ извѣстно, только тѣ движенія, изъ которыхъ слагается актъ ходьбы); но сверхъ этихъ мышцъ, въ тѣлѣ есть много и другихъ, которыя работаютъ непрерывно всю жизнь, напр., мышцы сердца, приводящія въ движеніе кровь, мышцы груди, производящія дыхательныя движенія, и пр.; стало быть, понятіе о покоѣ животнаго лишь относительное, а въ сущности оно работаетъ механически всю жизнь безъ перерыва, даже въ то время, когда спитъ. И замѣчательно, что въ эти періоды относительнаго покоя интенсивность дыхательныхъ и отдѣлительныхъ процессовъ понижается, какъ будто они въ самомъ дѣлѣ стоятъ въ причинной связи съ механическою (мышечною) работою.

Во всякомъ случаѣ, на основаніи сказаннаго мы имѣемъ право думать, что *въ дѣлѣ произведенія механическихъ работъ, совершающихся при посредствѣ мышцъ, животное тѣло дѣйствуетъ какъ машина.*

Сверхъ этихъ услугъ животное даетъ человѣку цѣлый рядъ такъ-называемыхъ животныхъ продуктовъ — молоко, жиръ, шерсть и пр. Здѣсь тѣло животнаго является въ глазахъ рациональнаго хозяина въ родѣ химической фабрики или завода, внутри котораго совершается переработка пищевыхъ веществъ въ перечисленные продукты! И здѣсь,

какъ въ предыдущемъ случаѣ, оказывается тѣсная связь между количествомъ и качествомъ пищи съ одной стороны, количествомъ и качествомъ выработанныхъ продуктовъ съ другой (напр., чтобы откормить животное, произвести въ его тѣлѣ усиленное образование жира, пища непременно должна имѣть опредѣленный составъ). Это обстоятельство дѣйствительно можетъ служить ручательствомъ, что по крайней мѣрѣ часть пищевыхъ веществъ перерабатывается въ тѣлѣ животного въ составныя части молока, жира и пр.; но отсюда нельзя еще заключить, что фабрикація ихъ совершается такимъ же образомъ, какъ искусственная переработка веществъ на фабрикахъ и заводахъ, такъ какъ до сихъ поръ безъ посредства животного тѣла изъ пищи нельзя было искусственно получить ни одного изъ животныхъ продуктовъ. Тѣмъ не менѣе наука обладаетъ, мм. гг., строгимъ доказательствомъ, что фабрикація эта стоитъ подъ тѣми же общими законами, какіе управляютъ искусственною переработкою веществъ на химическихъ заводахъ. Вотъ въ чемъ дѣло. Въ основѣ всякаго химическаго производства лежитъ слѣдующій непреложный законъ, вытекающій изъ закона Лавуазье о неразрушаемости матеріи: какой бы переработкѣ ни подвергался данный матеріалъ, при этомъ не создается вновь, но и не разрушается ни одного атома вещества. Этотъ-то общій законъ и приложимъ всецѣло къ химическимъ превращеніямъ внѣшняго вещества, при переходѣ его черезъ животное тѣло. Если вы соберете и взвѣсите за опредѣленный періодъ времени весь вещественный приходъ тѣла, т.-е. пищу, питье и кислородъ вдыхаемаго воздуха съ одной стороны, а съ другой — все количество изверженій тѣла (т.-е. калъ, мочу, молоко, кожныя и легочныя испаренія) за тоже время, то у взрослого человѣка, съ неизмѣннымъ вѣсомъ тѣла, величины эти всегда оказываются равными другъ другу.

Этотъ фактъ, указывая на то, что тѣло животного, въ дѣлѣ химической переработки пищевыхъ веществъ, не способно ни созидать, ни разрушать матеріи, сразу доказываетъ, что всѣ вообще выдѣляемые тѣломъ наружу соеи перерабатываются изъ пищи, притомъ по тѣмъ же основнымъ законамъ, какіе управляютъ всеми вообще химическими производствами на фабрикахъ и заводахъ.

Если же опыты взвѣшиванія вещевого прихода и расхода дѣлать при условіяхъ, когда тѣло растеть, увеличивается въ вѣсѣ, то всегда оказывается перевѣсъ на сторонѣ вещевого прихода надъ расходомъ, и именно настолько, сколько прибавилось въ вѣсѣ тѣло <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Въ случаяхъ, когда тѣло уменьшается въ вѣсѣ, величина вѣсовой убыли всегда равняется избытку расхода надъ приходомъ.

Отсюда же слѣдуетъ, что самыя составныя части тѣла фабрикуются изъ пищи по тѣмъ же основнымъ законамъ, какъ и его изверженія.

Итакъ, *жизненные химическіе процессы въ животномъ тѣлѣ подчинены общимъ основнымъ законамъ химическихъ превращеній вещества.*

Соедините теперь оба полученные главные результата вмѣстѣ и посмотрите, къ какому важному выводу приводятъ насъ указанія практической жизни, при самой маленькой помощи со стороны науки! *животное тѣло является машиной, производящей насчетъ вѣшняго вещества рядъ разнообразныхъ работъ въ формѣ чисто механической дѣятельности приготвленія соковъ и элементовъ тѣла.*

Въ эту рамку укладываются, мм. гг., всѣ жизненные процессы, которые я перечислилъ въ началѣ лекціи. Но затѣмъ въ тѣлѣ животныхъ остается еще цѣлый рядъ явленій до чрезвычайности сложныхъ и запутанныхъ; начиная отсюда указанія практической жизни уже теряютъ свою опредѣленность и я принужденъ прибѣгнуть къ выводамъ науки, чтобы освѣтить передъ вами значеніе этихъ процессовъ. Я разумѣю всю область психической жизни и способность животныхъ къ размноженію.

Обнять собою въ бѣгломъ очеркѣ всю сферу психическихъ явленій, въ основѣ которыхъ лежатъ дѣятельности нервной системы было бы однако дѣломъ невозможнымъ; поэтому я ограничусь разборомъ тѣхъ только нервныхъ явленій, которыя имѣютъ прямое отношеніе къ составляющимъ предметъ нашихъ бесѣдъ растительнымъ процессамъ животнаго тѣла. Съ этимъ ограниченіемъ нервные акты являются регуляторами разнообразныхъ работъ въ животномъ тѣлѣ; они управляютъ какъ мышечными движеніями, такъ и процессами выдѣленія соковъ. Чтобы выяснитъ вамъ мою мысль, я прибѣгну къ аналогіи. Представьте себѣ паровую машину въ состояніи, когда въ ней, какъ говорится, разведены пары, но когда она еще не пущена въ ходъ. Въ этомъ состояніи паровая машина заключаетъ уже въ себѣ всѣ условія для работы, но она остается неподвижной, пока не открытъ кранъ, дающій доступъ пару въ цилиндръ съ поршнемъ. Такъ устроены въ животномъ тѣлѣ и рабочіе органы, т.-е. мышцы и соко-отдѣлительныя желѣзы: независимо отъ нервовъ, они въ самихъ себѣ заключаютъ уже всѣ условія для дѣятельности, но безъ импульса со стороны нервной системы остаются неподвижными. Такое простое отношеніе нервныхъ аппаратовъ къ мышечному движенію и отдѣленію соковъ не могло бы, конечно, ускользнуть отъ взгляда образованнаго человѣка, еслибы этому не мѣшало скрытое положеніе рабочихъ органовъ съ ихъ регуляторами и крайняя своеоб-

разность въ устройствѣ послѣднихъ, своеобразность, не имѣющая никакихъ аналогій въ регуляторахъ машинъ, устраиваемыхъ руками человека. Кто бы повѣрилъ, на примѣръ, что вся регуляція животныхъ работъ вытекаетъ въ огромномъ большинствѣ случаевъ изъ того легіона разнообразныхъ ощущеній и инстинктивныхъ стремленій, которыя составляютъ наибольшую массу психическихъ явленій въ жизни животного, а между тѣмъ это такъ. Чтò выводитъ обыкновенно животное изъ покоя? — голодъ, жажда, термическія и болѣзненные вліянія на его кожу, внезапный свѣтъ, звукъ и пр. Во всѣхъ этихъ случаяхъ побудительныя причины къ движенію лежатъ внѣ рабочихъ органовъ и передаются имъ лишь при посредствѣ нервной системы. Съ этой цѣлью животное тѣло снабжено цѣлымъ рядомъ такъ-называемыхъ чувственныхъ поверхностей (глазъ, уши, кожа и пр.), способныхъ возбуждаться различными внѣшними вліяніями. Изъ этихъ поверхностей идутъ нервы, служащіе проводниками возбужденій; по нимъ, какъ по телеграфнымъ проволокамъ, передаются сигналы головному мозгу и въ сознаніи является то или другое ощущеніе, которымъ опредѣляются импульсы къ движенію. Для послѣднихъ существуютъ новые проводники, другой рядъ нервовъ (первые называются вообще чувствующими, а послѣдніе двигательными), которые передаютъ возбужденіе уже рабочимъ органамъ. Такое устройство нервныхъ регуляторовъ выражается всего нагляднѣе, на прим., въ актахъ выведенія мочи и кала. Процессъ вызывается ощущеніемъ, позывомъ, вытекающимъ изъ раздраженія внутренней поверхности мочевого пузыря и прямой кишки со стороны ихъ содержимаго, а кончается мышечною дѣятельностью, опоражнивающей ту и другую полость.

Но регулирующее дѣйствіе нервныхъ механизмовъ не ограничивается однимъ вызваніемъ дѣятельности въ неподвижныхъ до тѣхъ поръ рабочихъ органахъ, оно вліяетъ на самый ходъ работы, видоизмѣняя ея направленіе и силу, и наконецъ на самый конецъ, т.-е. прекращеніе работы. Первое всего лучше видно на актахъ ходьбы, которые, какъ всякій знаетъ, управляются ощущеніями и по силѣ и по направленію; примѣрами же второго рода могутъ служить тѣ обыкновенно пріятныя ощущенія, которыми заканчивается всякое удовлетвореніе насущныхъ потребностей организма, — ощущеніе насыщенія, утоленія жажды и пр.

Службы нервной системы по отношенію къ растительнымъ процессамъ тѣла этимъ и ограничиваются.

Если смотрѣть на дѣло съ такой точки зрѣнія, — а другая невозможна, то *нервные механизмы, по ихъ значенію въ тѣлѣ, явля-*



ются не больше какъ машинообразно устроенными придатками животной машины, регулирующими ея работы въ самыхъ разнообразныхъ направленіяхъ.

О способности животныхъ размножаться я не буду говорить вовсе по слѣдующей простой причинѣ: въ теченіи нашихъ бесѣдъ мы будемъ имѣть дѣло исключительно съ такими процессами, которыми поддерживается индивидуальная жизнь животныхъ и которые совершаются совершенно не зависимо отъ процессовъ дѣторожденія, обезпечивающихъ лишь видовую жизнь животнаго царства.

За этимъ въ животномъ тѣлѣ не остается болѣе никакихъ новыхъ жизненныхъ проявленій, доступныхъ непосредственному наблюденію, и я могъ бы уже теперь воспользоваться добытыми фактами, чтобы выстроить на нихъ общій планъ нашихъ бесѣдъ. Но прежде нужно, конечно, посмотрѣть, нѣтъ ли въ тѣлѣ еще и такихъ процессовъ, которые происходятъ настолько скрытно, что ускользаютъ отъ непосредственнаго наблюденія.

Если животное тѣло сравнить съ машиной, особенно если поставить его рядомъ съ машинными издѣліями рукъ человѣческихъ, то нельзя не замѣтить слѣдующей поразительной разницы между ними. Всѣ наши машины выстроены обыкновенно изъ матеріаловъ очень прочныхъ; въ составъ ихъ входятъ металлы, дерево, камень и проч.; животная же машина, за исключеніемъ костей, выстроена изъ веществъ мягкихъ, полужидкихъ, притомъ веществъ до крайности легко разрушающихся (вспомните, какъ быстро разрушаются мягкія части животнаго тѣла при гніеніи!); а между тѣмъ на свѣтѣ нѣтъ такой желѣзной машины, которая просуществовала бы и 100 лѣтъ, тогда какъ животное тѣло можетъ существовать гораздо болѣе ста. Этотъ фактъ ставитъ на первый взглядъ между произведеніями рукъ человѣческихъ и животнымъ тѣломъ какую-то непреходимую бездну; если однако присмотрѣться къ дѣлу, то можно найти ключъ къ загадкѣ. Вообразите себѣ, что механику дана задача выстроить долговѣчную машину изъ легко и быстро разрушающагося матеріала. Какъ ему поступить въ такомъ трудномъ случаѣ? Единственный выходъ — устроить машину такимъ образомъ, чтобы малѣйшее разрушеніе вещества тотчасъ же возстановлялось притокомъ свѣжаго матеріала. При этомъ условіи машина очевидно можетъ существовать очень долго. Животное тѣло и устроено, мм. гг., именно такимъ образомъ — въ немъ, рядомъ съ разрушеніемъ вещества, существуетъ постоянное возстановленіе его. Въ обыкновенныхъ машинахъ различныя составныя части, рычаги, колеса, оси, скрѣпы и пр. выстроены изъ инертныхъ не

возстановляющихся массъ, узирующихся при работѣ и подѣ вліяніемъ внѣшнихъ причинъ, оттого онѣ не долговѣчны; а въ животномъ тѣлѣ малѣйшая узора частей тотчасъ же пополняется притокомъ новаго матеріала. Съ этою цѣлью всѣ рычаги, скрѣпы, колеса животной машины пронизаны густой сѣтью каналовъ, по которымъ вѣчно течетъ кровь, этотъ пластическій матеріалъ, которымъ залѣпливаются всѣ дыры въ организмъ и который въ свою очередь непрерывно пополняется притокомъ пищевыхъ веществъ. Вѣроятно въ связи съ этими же процессами непрерывнаго разрушенія и возстановленія вещества стоитъ другая особенность животной организаціи, заключающаяся въ такъ-называемомъ микроскопическомъ строеніи органовъ и тканей животнаго тѣла. Дѣло вотъ въ чемъ: если вы будете изслѣдовать подѣ микроскопомъ очень тонкія пластинки стекла, металла или камня, вы не найдете въ нихъ никакого строенія, тогда какъ малѣйшіе кусочки любой ткани тѣла представляютъ сочетанія разнообразныхъ формъ то въ видѣ волоконъ, то въ видѣ болѣе или менѣе правильныхъ шаровъ или пузырьковъ. Такъ какъ эти микроскопическіе элементы тканей повсюду лежатъ отдѣльно другъ отъ друга, каждый изъ нихъ образуетъ по отношенію къ сосѣдямъ самостоятельное цѣлое, то понятно, что при такомъ устройствѣ все тѣло распадается на безчисленное множество самостоятельныхъ микроскопическихъ участковъ. Предположите теперь, что означенные процессы разрушенія и возстановленія вещества происходятъ именно въ области этихъ маленькихъ территорій, и вы поймете, что черезъ это фокусы разрушенія становятся разсѣянными по тѣлу и сферы ихъ въ каждомъ данномъ мѣстѣ сводятся на микроскопическіе размѣры. Оттого-то эти процессы и становятся неуловимыми для непосредственнаго наблюденія.

*Итакъ, въ животномъ организмѣ, сверхъ перечисленныхъ выше явленій, существуетъ еще постоянный процессъ разрушенія и возстановленія элементовъ тѣла, и пластическимъ матеріаломъ для пополненія вещественныхъ убылей служатъ та же пища, которая употребляется и на произведеніе работъ.*

Этимъ исчерпывается, мм. гг., вся сумма жизненныхъ явленій въ животномъ тѣлѣ и вотъ тотъ общій выводъ, къ которому привелъ насъ нашъ бѣглый анализъ ихъ: *животное тѣло есть крайне своеобразная машина, непрерывно работающая насчетъ внѣшняго вещества, постоянно разрушающаяся и столько же постоянно возобновляющаяся.*

Владѣя этимъ выводомъ, мы можемъ уже выстроить общій планъ изученія животнаго тѣла, т.-е. можемъ привести въ стройный порядокъ,

подлежащій нашему разсмотрѣнiю матеріалъ и обозначить въ общихъ чертахъ тѣ пути, которымъ нужно слѣдовать при изученiи явленiй животной жизни вообще.

Съ развитой точки зрѣнiя, элементомъ, связующимъ всѣ жизненные процессы въ тѣлѣ, является поступающее въ него извнѣ вещество. Оно вноситъ съ собою не только источники всѣхъ дѣятельностей, но и элементъ разрушенiя — кислородъ атмосфернаго воздуха. Прослѣдить судьбу внѣшняго вещества при его странствованiи по тѣлу значитъ описать всю исторiю жизни.

Внѣшнее вещество входитъ въ тѣло двумя путями: пища и питье (твердыя и жидкія вещества) черезъ ротъ въ полость пищеварительнаго канала, а воздухъ (газообразное вещество) въ легкое. Пища и питье начинаютъ измѣняться уже въ пищеварительной полости и измѣненiя эти составляютъ т.-наз. *процессъ пищеваренiя*, вхожденiе же воздуха въ легкое составляетъ начало *дыханiя*. Оба рода веществъ, какъ источники всѣхъ жизненныхъ дѣятельностей, должны разноситься по всѣмъ точкамъ тѣла; съ этой цѣлью они вступаютъ изъ пищевой и легочной полости въ кровь. Для пищи и питья процессы эти принято собирать въ отдѣльную главу подъ именемъ *всасыванiя пищевыхъ веществъ изъ полости пищевого канала*, тогда какъ вступленiе воздуха въ кровь обозначается какъ продолженiе дыхательнаго акта. Затѣмъ идетъ разноска внѣшняго вещества по тѣлу при посредствѣ движущейся крови — это *процессъ кровообращенiя*. Въ кровеной полости внѣшнее вещество застаиваться не можетъ, такъ какъ всѣ элементы тѣла, для которыхъ именно оно и предназначается, лежатъ внѣ этой полости; отсюда необходимость *выступленiя частей крови изъ кровеныхъ емкостей*. Выступивъ изъ нихъ какъ пластическій матеріалъ, кровь возстановляетъ въ тканяхъ всѣ вещественныя убыли — это *процессъ питанiя*; притекая къ сокоотдѣлительнымъ органамъ, желѣзамъ, она снабжаетъ ихъ матеріалами для приготовленiя соковъ; въ мышцахъ она, подобно топливу паровыхъ машинъ, служитъ источникомъ развитiя механическихъ силъ; наконецъ въ нервныхъ массахъ она поддерживаетъ всѣ тѣ свойства ихъ, въ силу которыхъ они способны возбуждаться различными внѣшними влiянiями и проводить импульсы къ рабочимъ органамъ. Сумма всѣхъ дѣятельностей въ сферѣ желѣзъ собирается въ общую главу подъ именемъ *процесса отдѣленiй*; дѣятельности въ сферѣ мышечной ткани составляютъ *процессъ развитiя мышечной работы въ тѣлѣ*; наконецъ, процессы въ нервной системѣ составляютъ обширную главу *нервныхъ актовъ*. Протекая такимъ образомъ по тѣлу, кровь разно-

силь по всѣмъ его тканямъ и органамъ вмѣстѣ съ пластическими и рабочими матеріалами элементъ разрушенія — кислородъ атмосфернаго воздуха. Судьбы его въ крови и тканяхъ составляютъ заключительные акты дыхательныхъ процессовъ, и результатами ихъ являются въ тѣлѣ съ одной стороны *животная теплота*, съ другой скопленіе въ немъ продуктовъ разрушенія. Послѣдніе, образуясь повсемѣстно, выводятся изъ тѣла при посредствѣ той же движущейся крови; съ этой цѣлью она собираетъ ихъ на своемъ пути по тканямъ и передаетъ въ вѣдѣніе нѣкоторыхъ спеціально назначенныхъ для этого желѣзъ; твердые и жидкіе продукты разрушенія выводятся почками (моча) и потовыми желѣзами (потъ), а газобразныя вещества (угольная кислота и водяной паръ) легкими и поверхностью кожи. Въ этомъ смыслѣ соко-отдѣлительные органы распадаются на двѣ группы: одни приготавливаютъ соки, утилизируемые тѣломъ (напр. всѣ пищеварительныя желѣзы), а другіе служатъ исключительно для выведенія изъ тѣла продуктовъ разрушенія.

Такъ группируются, мм. гг., жизненные процессы въ животномъ тѣлѣ. Изъ нихъ мы, однако, вовсе не будемъ говорить о мышечной и нервной дѣятельности, такъ какъ онѣ не входятъ въ кругъ растительныхъ актовъ животнаго тѣла; въ остальныхъ же намъ придется сдѣлать маленькую перестановку. Прежде всего я буду говорить о движеніи крови по тѣлу, такъ какъ безъ знанія условій этого процесса невозможно описывать актовъ поступленія въ кровь внѣшняго вещества.

Теперь о способѣ изученія жизненныхъ процессовъ. Если животное тѣло есть машина, то и изучать его слѣдуетъ какъ машину. Во-первыхъ, нужно умѣть раскладывать его на крупныя составныя части. Это дѣло описательной анатоміи. Затѣмъ нужно знать микроскопическое строеніе его органовъ, такъ какъ многіе и самыя существенныя процессы совершаются въ сферѣ микроскопическихъ элементовъ тѣла. Этимъ занимается отрасль анатоміи, называемая гистологіей. Обѣими науками исчерпывается вся форменная сторона животной машины — опредѣляется, такъ сказать, ея устройство въ покойномъ состояніи, — и отсюда уже начинаются собственно задачи фізіологическія, изученіе животной машины въ дѣятельномъ состояніи. Здѣсь на подмогу фізіологіи являются по очереди, или всѣ разомъ, то механика, то физика, то химія, смотря по тому, имѣетъ ли данное явленіе чисто механической, физической, химической или смѣшанный характеръ. Механическія движенія, явленія упругости, теченіе жидкостей и пр. изучаются на основаніи законовъ механики; свѣтотвыя, тепловыя и электрическія явленія въ животномъ тѣлѣ относятся въ область физики; наконецъ вѣдѣнію химическихъ законовъ

подчиняется вся сумма химических превращеній вѣшняго вещества. Приложеніемъ механическихъ, физическихъ и химическихъ знаній къ явленіямъ животнаго тѣла исчерпывается, мм. гг., вся научная сторона современной физиологіи, и потому ее справедливо называютъ, и по содержанию, и по способамъ изслѣдованія, отраслью физики и химіи. Собственно своего физиологія прибавляетъ къ этому лишь способы изолированія въ тѣлѣ, при живомъ его состояніи, тѣхъ или другихъ частей, съ цѣлью изученія ихъ отравленій. Съ этой печальной, но къ сожалѣнію, неизбѣжной стороной нашей науки, я буду знакомить васъ однако лишь въ самыхъ ограниченныхъ размѣрахъ, такъ какъ безъ привычки трудно выносить подобныя кровавыя зрѣлища.

Послѣ этого вступленія я приступаю къ описанію перечисленныхъ выше процессовъ въ частности и начну, какъ уже сказано, съ движенія крови.

Чтобы внести порядокъ въ описаніе этого процесса, я сравню кровеносный аппаратъ съ какимъ-нибудь городскимъ, хоть напр. петербургскимъ, водопроводомъ; тѣмъ болѣе, что по своему существенному значенію между ними большое сходство, такъ какъ тотъ и другой аппаратъ имѣютъ назначеніе снабжать организмы питательными жидкостями. Посмотримъ же, какъ устроенъ петербургскій водопроводъ. Въ основѣ его устройства лежитъ чрезвычайно простая мысль. Вообразите себѣ, что въ какомъ-нибудь мѣстѣ города, выше уровня петербургскихъ крышъ, помѣщенъ большой резервуаръ воды. Если изъ этого пріемника провести къ землѣ трубку и загнуть ее снова кверху, то по закону сообщающихся сосудовъ вода пойдетъ по трубкѣ кверху до тѣхъ поръ, пока не станетъ на одномъ уровнѣ съ водой въ резервуарѣ; другими словами вода достигнетъ самыхъ верхнихъ этажей домовъ. Эта-то мысль и осуществлена въ здѣшнемъ водопроводѣ. Въ извѣстной всѣмъ водокачальной башнѣ, на верху ея, помѣщается огромный бакъ служащій общимъ резервуаромъ для всей воды, расходящейся по Петербургу. Съ одной стороны бакъ этотъ, при посредствѣ паровой машины, непрерывно пополняется водой, накачиваемой снизу изъ Невы, съ другой изъ него идетъ цѣлая система вѣтвящихся водопроводныхъ трубъ, разносящихъ воду по домамъ. Въ домахъ концы трубокъ открыты и снабжены кранами; ими водопроводъ и кончается. Въ городахъ существуетъ однако еще другая система трубъ, служащая какъ бы продолженіемъ водопроводовъ. Когда хозяйственные потребности, для которыхъ проведена вода, удовлетворены, весь излишекъ ея и всѣ нечистоты сливаются въ водосточныя трубы. Эти послѣднія тоже представляютъ вѣтвящуюся систему и часто выливаютъ свое содержимое неподалеку отъ того источника, изъ кото-

раго черпается для города свѣжая вода. Въ этомъ случаѣ обѣ системы трубъ образуютъ почти замкнутое кольцо, по одной половинѣ котораго непрерывно течетъ свѣжая, нужная для хозяйства, вода, а по другой — таже вода, но уже испорченная продуктами домашняго хозяйства.

Кровеносная система человѣка и вышихъ животныхъ устроена именно по этому типу. Она образуетъ замкнутое кольцо, состоящее изъ нѣсколькихъ системъ вѣтвящихся трубокъ, назначенныхъ съ одной стороны для разнесенія по тѣлу свѣжей неиспорченной крови, съ другой для проведения такой, которая обременена продуктами внутренняго хозяйства тѣла. Въ кровеносной системѣ есть и центральная часть, соотвѣтствующая нашей водокачальной башнѣ; въ ней есть, наконецъ, и такіе механизмы, которые подобно кранамъ служатъ для выведенія питательной жидкости изъ полости кровеносныхъ трубокъ наружу. Единственная существенная разница въ устройствѣ водопроводовъ и кровеносной системы заключается лишь въ томъ, что послѣдняя образуетъ дѣйствительно замкнутое кольцо, т.-е. что въ ней испорченная жидкость вливается въ тотъ самый резервуаръ, изъ котораго черпается свѣжая кровь. Невыгода такого устройства сразу бросается въ глаза, но она устраняется тѣмъ, что у вышихъ животныхъ испорченная кровь, прежде чѣмъ достигнуть резервуара свѣжей жидкости, проходитъ черезъ цѣлую систему фильтровъ (цѣдилокъ).

Изъ этого общаго очерка устройства кровеносной системы легко уже понять, что задачи наши въ дѣлѣ описанія процесса движенія крови по тѣлу должны заключаться въ описаніи: 1) путей, по которымъ двигается какъ свѣжая, такъ и испорченная кровь; 2) устройства и дѣйствія тѣхъ снарядовъ, которые приводятъ въ движеніе тотъ и другой родъ крови; наконецъ 3) въ описаніи снарядовъ, соотвѣтствующихъ кранамъ.

Итакъ, о путяхъ, по которымъ движется кровь.

Пути эти изучаются, мм. гг., на трупахъ при посредствѣ наполненія ихъ изъ сердца какими-нибудь ярко окрашенными и способными застывать растворами (всего лучше растворами клея). Такія жидкости, вытѣсняя кровь и отвѣрдявая, воспроизводятъ до мельчайшихъ подробностей всѣ каналы, по которымъ течетъ кровь. Вспрыскиванія эти производятся изъ сердца потому, что оно съ его полостями представляетъ центральный пунктъ, въ которомъ сходятся всѣ кровеносные пути. Поэтому же начинать наше описаніе всего удобнѣе съ сердца.

Этотъ органъ, лежащій въ полости груди и прикасающійся къ ее передней стѣнкѣ (слѣва, тамъ гдѣ слышится толчекъ сердца) частью своей передней поверхности, всего проще представить себѣ въ формѣ полаго каучуковаго шара (сердце имѣетъ однако конусообразную форму)

съ полостью, раздѣленною вертикальною и горизонтальною перегородкою на 4 отдѣленія: два верхнія, называемыя *предсердіями* (*правое и лѣвое*) и два нижнія, называемыя *желудочками* (*правый и лѣвый*). Вертикальная перегородка сердца сплошная, въ горизонтальной же есть 2 отверстія, называемыя *венными* и сообщающія каждое изъ предсердій съ желудочкомъ своей стороны. Емкости всѣхъ четырехъ полостей слѣдуетъ представлять себѣ равными (въ каждой изъ нихъ можетъ помѣститься до 180 грм. крови), тогда какъ стѣнки ихъ не одинаковой толщины: въ лѣвой половинѣ сердца онѣ вообще толще чѣмъ въ правой, притомъ стѣнки желудочковъ толще стѣнокъ предсердій <sup>1)</sup>.

Изъ этихъ полостей выходитъ цѣлая система вѣтвящихся и упругихъ какъ каучукъ трубокъ, называемыхъ вообще *кровеносными сосудами*. Изъ желудочковъ выходятъ трубки (по одной изъ cadaго), называемая *артеріями*; изъ лѣваго — *аорта*, изъ праваго — *легочная артерія*; онѣ характеризуются тѣмъ, что въ нихъ кровь течетъ въ направленіи отъ сердца, притомъ неравномѣрно, толчками, оттого онѣ бьются, пульсируютъ; изъ предсердій же выходятъ *вены*, — изъ праваго *верхняя и нижняя полая вены*, изъ лѣваго *легочныя вены* — по нимъ кровь течетъ ровною струею въ направленіи къ сердцу. Изъ всѣхъ этихъ сосудовъ одна только аорта съ ея вѣтвями представляетъ истинный эквивалентъ водопроводныхъ трубокъ — одна она назначена разносить свѣжую, т.-е. питательную, кровь по всѣмъ тканямъ и органамъ нашего тѣла. Съ этой цѣлью аорта, выйдя изъ лѣваго желудочка въ формѣ одиночной трубки, начинаетъ вѣтвиться въ формѣ дерева; каждый отдѣльный органъ нашего тѣла, смотря по величинѣ, получаетъ отъ нея болѣе или менѣе толстую вѣтвь, которая вѣтвится въ свою очередь, чтобы дать возможность крови разлиться по всей толщѣ даннаго органа или данной ткани. Если органъ, снабжаемый кровью аорты, лежитъ недалеко отъ сердца, то вѣтвь, отходящая къ нему отъ главнаго ствола, бываетъ коротка и быстро разсыпается (обыкновенно уже послѣ вхожденія вѣтви въ толщу органа) на мелкія вѣтви; въ противномъ случаѣ приводящія трубки имѣютъ значительную длину. Но какъ здѣсь, такъ и тамъ конецъ одинаковъ: вѣтвясь и разсыпаясь по толщѣ органовъ, артеріальныя трубочки измельчаются до такой степени, что перестаютъ быть видими простымъ невооруженнымъ глазомъ и переходятъ наконецъ въ сѣти до чрезвычайности мелкихъ сосудовъ (несравненно болѣе тон-

1) Значитъ всего толще стѣнки въ лѣвомъ желудочкѣ, затѣмъ въ правомъ желудочкѣ, въ лѣвомъ и въ правомъ предсердіи.

вяхъ, чѣмъ паутина), распознаваемыхъ только при сильныхъ увеличеніяхъ подъ микроскопомъ. Это такъ-называемыя сѣти *волосныхъ сосудовъ* — мѣста, гдѣ кровь приходитъ въ наиболѣе тѣсное соприкосновеніе съ элементами тканей и органовъ. Какой густоты могутъ достигать эти сѣти, всего лучше можно видѣть на кожѣ: уколите ее въ какомъ бы то ни было мѣстѣ булавкой, изъ ранки непремѣнно потечетъ кровь; это значитъ, промежутки между волосными трубочками кожи такъ малы, что булавка не помѣщается въ нихъ и непремѣнно ранитъ какой-нибудь изъ сосудовъ. Волосныя сѣти не представляютъ однако слѣпаго конца развѣтвившихся артерій; въ каждомъ органѣ волосная сѣть имѣетъ истоки, собирающіеся въ новую систему трубокъ, называемыхъ венами; мельчайшія вѣтви послѣднихъ, сливаясь въ болѣе и болѣе крупныя стволы, переходятъ наконецъ въ упомянутыя выше полныя вены, вливающіяся въ правое предсердіе. Стало быть и венная система представляетъ по формѣ развѣтвленное дерево, только не объ одномъ главномъ стволѣ, какъ артеріальная, а объ двухъ: верхняя полая вена собираетъ кровь, принесенную артеріями въ верхнюю половину тѣла (голова, шея, руки и грудь), а нижняя несетъ сердцу кровь отъ нижней половины туловища и отъ ногъ. Систему аорты мы признали эквивалентною водопроводнымъ трубкамъ, — вены нужно признать соотвѣтствующими водосточной системѣ, а лежащую между ними волосную сѣть мѣстами, гдѣ кровь употребляется на внутреннее хозяйство тѣла, хотя въ стѣнкахъ волосныхъ трубочекъ и нѣтъ никакихъ отверстій, которыя соотвѣтствовали бы концамъ водопроводовъ.

По описанному пути, называемому *большимъ кругомъ кровообращенія*, кровь течетъ во все время жизни въ направленіи отъ лѣваго желудочка къ правому предсердію (въ прилагаемомъ схематическомъ изображеніи (рис. 1) этотъ путь обозначенъ буквами АВС). Здѣсь она однако не застаивается и поступаетъ, черезъ правое венное отверстіе, въ правый желудочекъ, откуда идетъ въ систему легочной артеріи. Эта послѣдняя вѣтвится совершенно также какъ аорта, но только исключительно въ ткани легкаго, гдѣ и пе-



Рис



реходить сначала въ сѣть волосныхъ сосудовъ, а затѣмъ въ такъ-называемыя легочныя вены, вливающіяся въ лѣвое предсердіе. Путь крови отъ праваго желудочка къ лѣвому предсердію (на схемѣ = DE) называется *малымъ кругомъ кровообращенія*. Такъ какъ кровь изъ лѣваго предсердія поступаетъ въ лѣвый желудочекъ, а отсюда въ аорту, то понятно, что въ сердцѣ соединяются большой и малый кругъ кровообращенія въ замкнутое кольцо, по которому кровь течетъ во все время жизни такимъ образомъ: изъ лѣваго желудочка по системѣ аорты черезъ волосныя сосуды всего тѣла въ поляя вены, отсюда въ правое предсердіе и правый желудочекъ; изъ послѣдняго по легочной артеріи черезъ легкія въ легочныя вены; изъ нихъ въ лѣвое предсердіе и лѣвый желудочекъ. Это полный оборотъ крови по тѣлу. Въ теченіи этого оборота кровь подвергается слѣдующимъ измѣненіямъ: по системѣ аорты она идетъ свѣжая, годная для питанія, въ волосныхъ сосудахъ портится, превращается въ темную венную кровь и въ этой формѣ поступаетъ черезъ правое предсердіе въ правый желудочекъ; послѣдній проталкиваетъ ее въ легкія, гдѣ кровь очищается и отсюда въ обновленной формѣ поступаетъ черезъ легочныя вены и лѣвое предсердіе въ лѣвый желудочекъ.

---

## II.

Устройство и дѣятельность сердца, какъ снаряда, приводящаго кровь въ движеніе.

Прошлый разъ я вамъ описалъ путь, по которому двигается кровь; сегодня рѣчь будетъ о механизмахъ, которые приводятъ ее въ движеніе. Между ними, по важности, первое мѣсто занимаетъ сердце.

Передъ вашими глазами здѣсь на столѣ лежитъ снарядъ, извѣстный подъ именемъ *Веберовской схемы кровотока* (рис. 2).

Онъ состоитъ изъ полаго каучуковаго шара (С) съ двумя выводными каучуковыми трубками (А и В), надвинутыми на стеклянный цилиндръ (D), туго набитый губками. Внутри шара, изображающаго собою сердце, около мѣстъ выходения изъ него трубокъ, сдѣланы клапаны, открывающіеся въ сторону трубки А. Послѣдняя изображаетъ артерію, цилиндръ съ губками—волосные сосуды, а трубка В—вены. Вся эта система безъ остатка наполнена водой. Я беру въ руку каучуковый шаръ и произвожу на него періодическое давленіе. Чтѣ должно произойти? При каждомъ сдавливаніи шара прежде всего долженъ запирагься клапанъ около трубки В, затѣмъ жидкость изъ шара должна поступать въ А и двигаться по ней, растягивая эту трубку; при каждомъ распусканіи сжатаго шара долженъ наоборотъ захлопываться клапанъ А, такъ какъ растянутая передъ этимъ трубка А тотчасъ же начинаетъ спадаться; это паденіе дѣйствуетъ, какъ новая двигающая сила, и она, очевидно, проталкиваетъ жидкость отъ А черезъ D къ В. Новое сжатіе и распусканіе шара дѣйствуютъ въ томъ же направленіи, стало быть, если періодическія давленія повторяются часто другъ за другомъ, то

должно установиться, наконецъ, постоянное теченіе жидкости по всему кольцу въ направленіи отъ *A* къ *B*.

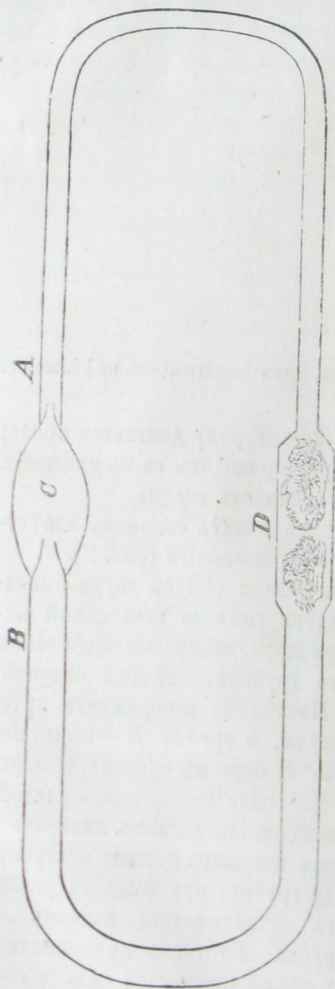


Рис. 2.

черезъ одну изъ легочныхъ венъ и наливаю въ

Отъ этой схемы уже не трудно перейти къ дѣятельности сердца. И въ немъ, какъ въ нашемъ каучуковомъ шарѣ, есть клапаны, позволяющіе течь крови лишь въ извѣстномъ направленіи; давленіе же на кровь, заключенную въ его полостяхъ, производится со стороны стѣнокъ предсердій и желудочковъ, во время извѣстныхъ каждому біеній сердца. Сначала я скажу о клапанахъ и покажу ихъ дѣйствіе на опытѣ. Клапановъ въ сердцѣ 4: первая пара окружаетъ отверстія, сообщающія предсердія съ желудочками, и имѣть форму цвѣточныхъ лепестковъ, сидящихъ вокругъ сказанныхъ отверстій и обращенныхъ свободными концами въ полость желудочковъ. Эти клапаны позволяютъ крови течь изъ предсердій въ желудочки, но не наоборотъ. Другая пара клапановъ сидитъ при самомъ выходѣ изъ желудочковъ артерій и устроена на подобіе каретныхъ кармановъ, они позволяютъ течь крови изъ желудочковъ въ артеріи, но при обратномъ теченіи тотчасъ же захлопываются. Въ такомъ дѣйствіи той и другой пары клапановъ легко убѣдиться изъ слѣдующихъ двухъ опытовъ (рис. 3).

Вотъ сердце, въ которое ввязаны двѣ длинныя стеклянныя трубки *A* и *B*. Первая изъ нихъ (*A*) сидитъ въ аортѣ, но не доведена своимъ концомъ до артеріальныхъ клапановъ; трубка *B* введена въ полость лѣваго желудочка и черезъ лѣвое венное отверстіе. Беру

трубку *B*; вы видите, вода свободно

проникаетъ въ трубку *A* и становится въ ней, на основаніи закона сообщающихся сосудовъ, на одномъ уровнѣ съ водою въ *B*. Теперь я начну дуть въ *B* и вы увидите, что уровень воды въ ней понизится, а въ *A*, наоборотъ повысится, и это будетъ доказательствомъ того, что клапаны въ началѣ аорты допускаютъ вытекеніе жидкости изъ лѣваго желудочка. Теперь посмотрите, что будетъ, если я перестану дуть въ трубку *B*; еслибы въ началѣ аорты не было клапановъ, то вода изъ *A* потекла бы обратно въ *B* и встала бы въ обѣихъ трубкахъ опять на одномъ уровнѣ. Этого однако нѣтъ — вода стоитъ въ *A* на той самой высотѣ, на которую она была поднята предшествовавшимъ давленіемъ изъ *B*, это указываетъ на существованіе препятствія къ возврату жидкости изъ аорты въ желудочекъ. Чтобы убѣдиться, насколько значительно это препятствіе, стоить подуть въ трубку *A* (одинъ изъ слушателей дуетъ въ *A* изъ всѣхъ силъ, но уровень воды въ *A* не понижается).

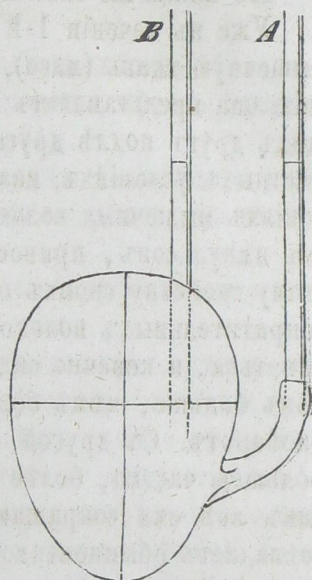


Рис. 3.

Въ другомъ сердцѣ, которое вы видите (рис. 4), трубки вставлены такимъ образомъ, чтобы показать игру клапановъ праваго веннаго отверстия; одна изъ нихъ (*A*) введена въ правое предсердіе черезъ верхнюю полую вену, а другая (*B*) въ правый желудочекъ; эта послѣдняя своимъ краемъ заведена за клапаны при началѣ легочной артеріи, слѣдовательно они дѣйствовать не могутъ. Въ этомъ сердцѣ давленіе изъ трубки *A* повышаетъ уровень воды въ *B*; по прекращеніи же давленія вода изъ *B* не поступаетъ обратно въ *A*, даже если сильно дуть въ *B*.

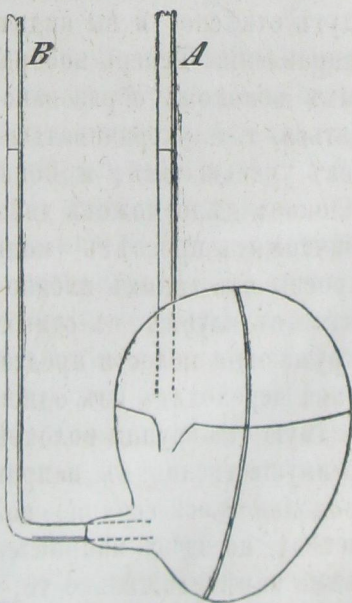
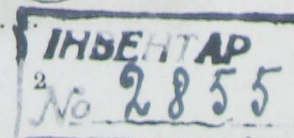
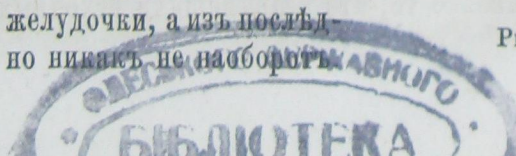


Рис.

Изъ этихъ опытовъ уже легко понять, что по сердцу кровь можетъ течь только изъ предсердій въ желудочки, а изъ послѣднихъ въ артеріи, но никакъ не наоборотъ.



Но какая же сила производить это течение?

Уже въ теченіи 1-й лекціи мнѣ довелось указать вамъ, мм. гг., на мышечную ткань (мясо), какъ на двигателей въ тѣлѣ. По своему строенію она представляетъ сочетаніе чрезвычайно тонкихъ волоконъ, лежащихъ другъ подлѣ друга и способныхъ укорачиваться въ длину при извѣстныхъ условіяхъ, называемыхъ раздраженіемъ (при нормальныхъ условіяхъ мышечныя волокна укорачиваются исключительно подлѣ вліяніемъ импульсовъ, приносимыхъ имъ нервными волокнами). Благодаря этому свойству своихъ основныхъ элементовъ, мышцы, какъ сочетанія сократительныхъ волоконъ въ отдѣльные пучки, тоже способны укорачиваться, и конечно сила, развиваемая различными мышцами, будетъ тѣмъ больше, чѣмъ большее число волоконъ входитъ въ ея составъ и наоборотъ. Съ другой стороны, въ мышцахъ волокна располагаются, болѣею частію, болѣе или менѣе параллельно другъ другу, и такъ какъ всѣ они сокращаются въ длину, то направленіе мышечной тяги совпадаетъ обыкновенно съ направленіемъ составляющихъ мышцу волоконъ. Для примѣра я покажу вамъ сокращеніе мышцы, взятой изъ ноги лягушки.

(На экранъ бросается тѣнь вертикально повѣшенной и отягощенной снизу икривой мышцы лягушки. При каждомъ раздраженіи нерва мышца укорачивается и поднимаетъ повѣшенную тяжесть прямо кверху).

Въ этой мышцѣ, мм. гг., при ея теперешнемъ положеніи, волокна идутъ отвѣсно, и вы видите, что укороченіе происходитъ въ томъ же направленіи. Теперь вообразите себѣ, что изъ сократительныхъ мышечныхъ волоконъ образовано кольцо и что волокна начинаютъ сокращаться, т.-е. укорачиваться. Явно, что при этомъ просвѣтъ кольца долженъ уменьшаться, и понятно, что при извѣстной длинѣ кольцевыхъ волоконъ дѣло можетъ дойти до того, что сокращеніе ихъ совершенно уничтожитъ просвѣтъ кольца. Стѣнки сердечныхъ полостей и выстроены изъ такихъ именно колець, наложенныхъ другъ на друга, какъ нитки въ клубкѣ, въ самыхъ разнообразныхъ направленіяхъ. Волокна, окружающія полости предсердій, образуютъ общую систему (т.-е. волокна переходятъ изъ одного предсердія въ другое), совершенно независимую отъ группы волоконъ, окружающихъ желудочки, и расположены преимущественно въ направленіи плоскостей, перпендикулярныхъ къ продольной оси сердца; волокна желудочковъ тоже образуютъ общую систему, но здѣсь направленіе отдѣльныхъ колець болѣе разнообразно; важно замѣтить только то, что главнѣйшими исходными точками этимъ

восьмицамъ служить окружность венныхъ отверстій, сообщающихъ предсердія съ желудочками.

Сокращеніе только-что описанныхъ мышечныхъ волоконъ, образующихъ стѣнки сердца, и составляетъ, съ одной стороны, причину біенія его, съ другой главнѣйшую причину движенія крови.

Чтобы описать, въ какомъ порядкѣ происходитъ сокращеніе различныхъ отдѣловъ сердца, нужно вообразить его на минуту въ совершенномъ покоѣ.

(При этомъ на экранъ была брошена тѣнь отъ вырѣзаннаго и отвѣсно повѣшеннаго сердца лягушки).

Сокращеніе начинается одновременно въ обоихъ предсердіяхъ съ мѣстъ впаденія въ нихъ венъ и *постепенно* спускается книзу въ направленіи къ желудочкамъ. Послѣдніе все это время остаются въ покоѣ, но начинаютъ тотчасъ же сокращаться, какъ только прекратилось сокращеніе предсердій. Все время, пока сокращаются желудочки, — они сокращаются во всей массѣ разомъ, — предсердія стоятъ покойно. Кончилось сокращеніе желудочковъ — предсердія остаются еще на одно мгновеніе покойны; это такъ - называемая пауза сердца, когда всѣ отдѣлы его въ растянутаго состояніи. За этимъ снова повторяется тотъ же рядъ движеній, начиная съ сокращенія предсердій. Въ этомъ порядкѣ сокращенія сердца продолжаются безъ перерыва всю жизнь, повторяясь безъ измѣненія среднимъ числомъ по 70—80 разъ въ минуту (у взрослоу человека).

Теперь посмотримъ, какъ двигается при этихъ сокращеніяхъ по сердцу кровь. Начнемъ съ паузы. Въ это время предсердія уже вполнѣ наполнены кровью, а желудочки только что начали переходить изъ сокращеннаго состоянія въ расслабленное. При сокращеніи предсердій полость ихъ уменьшается, и кровь изъ нихъ по необходимости должна вытекать. Путей для нея два, или вернуться назадъ въ вены, или войти въ желудочки. Первый путь затрудненъ тѣмъ, что сокращеніе начинается именно съ венныхъ устьевъ, которыя слѣдовательно сужены, притомъ въ венахъ существуютъ клапаны, не позволяющіе крови течь по нимъ въ направленіи отъ сердца; со стороны же желудочковъ препятствія чрезвычайно ничтожны, такъ какъ переставшая сокращаться мышца вообще, при самомъ слабomъ отягощеніи, переходитъ въ растянутаго состояніе, соотвѣтствующее ея покою. Поэтому изъ предсердій кровь идетъ въ желудочки и наполняетъ ихъ все время, пока длится сокращеніе предсердій. Въ слѣдующій затѣмъ моментъ оба желудочка вполнѣ наполнены кровью, предсердія перестали сокращаться, и начинается сокращеніе же-

желудочковъ. Полости ихъ сдавливаются, и кровь должна изъ нихъ вытекать. Отсюда ей опять два пути—или вернуться назадъ въ предсердія, или вытечь въ артеріи. Первый путь абсолютно невозможенъ, потому что при малѣйшемъ напорѣ крови изъ полости желудочковъ клапаны венныхъ отверстій тотчасъ же захлопываются. Въ артеріи путь, наоборотъ, совершенно свободенъ и кровь желудочковъ вталкивается въ эти упругія трубки, по необходимости расширяя ихъ. Кончилось сокращеніе желудочковъ — начинается спаденіе растянутыхъ передъ тѣмъ артерій. Спаденіе это должно выдавливать изъ нихъ кровь, какъ впередъ, такъ и назадъ въ направленіи къ сердцу. Но при этомъ послѣднемъ движеніи кровь встрѣчаетъ на своемъ пути артеріальные клапаны, они отдуваются отъ стѣнокъ артерій и запираютъ возвратъ крови въ желудочки. Въ этомъ направленіи двигательная дѣятельность сердца длится всю жизнь.

Есть возможность убѣдиться и на живыхъ животныхъ и на человѣкѣ въ томъ, что клапаны сердца принимаютъ самое важное участіе въ кровообращеніи. Если приложить ухо къ груди здороваго человѣка, то слышатся постоянно два звука, повторяющіеся другъ за другомъ правильнымъ образомъ. Одинъ изъ нихъ болѣе протяженъ и менѣе звонокъ, другой короче и яснѣе. Первый звукъ совпадаетъ по времени съ моментомъ расширенія артерій (это узнается такимъ образомъ: ухо нужно приложить къ груди въ мѣстѣ біенія сердца и въ тоже время шупать на рукѣ пульсъ), или, что тоже, съ моментомъ сокращенія желудочковъ, а 2-й — съ моментомъ спаденія артерій. Первый звукъ происходитъ отъ захлопыванія клапановъ венныхъ отверстій, а 2-й производится артеріальными клапанами. Доказывается же это тѣмъ, что въ болѣзненныхъ случаяхъ, когда разстроены тѣ или другіе клапаны сердца, ухо наблюдателя тотчасъ же слышитъ измѣненіе въ характерѣ соответствующаго звука; и при этомъ обыкновенно нарушается правильность кровообращенія, такъ какъ кровь получаетъ возможность или течь изъ артерій въ желудочки — при недостаткахъ артеріальныхъ клапановъ, или возвращаться изъ желудочковъ въ предсердія — когда разстроены венныя заслонки.

Изъ этого описанія вы видите, мм. гг., что желудочки сердца, по ихъ дѣйствию, можно сравнить съ давящими насосами, періодически сдавливающими кровь въ артеріи и періодически же наполняющимися ею изъ предсердій. Этимъ сразу объясняется, какъ сравнительно большая толщина стѣнокъ желудочковъ, такъ и то, что въ лѣвомъ онѣ толще, чѣмъ въ правомъ. Что обозначаетъ въ самомъ дѣлѣ въ нашемъ случаѣ

большая или меньшая толщина стѣнки? — Бѳльшее или мѳньшее число мышечныхъ волоконъ, образующихъ стѣнки. Но вѣдь каждое такое волокно при своемъ сокращеніи представляетъ силу, слѣдовательно болѳе толстая мышечная стѣнка есть вообще болѳе сильная давящая машина, чѳмъ тонкая. Препятствія къ передвиженію крови изъ предсердій въ желудочки слабы, оттого и стѣнки предсердій тонки; желудочки должны, наоборотъ, продавить кровь сквозъ вѣтвистую систему каналовъ, кончающуюся волосными трубками, — для этого нужна значительная сила и конечно тѳмъ бѳльшая, чѳмъ больше самая система каналовъ. Вы помните, мм. гг., что аорта снабжаетъ кровью всѣ безъ исключенія органы нашего тѣла, тогда какъ легочная артерія развѣтвляется только въ легкихъ. Отсюда-то и вытекаетъ необходимость болѳе сильнаго насоса для аорты.

Достаточна ли однако сила желудочковъ для того, чтобы передвигать кровь не только черезъ артеріи и волосные сосуды, но и по венамъ; другими словами, не существуетъ ли въ тѣлѣ другихъ двигателей крови кромѣ сердца? — Если разбирать вопросъ чисто теоретически, то казалось бы, что для этого достаточно однихъ желудочковъ, подобно тому, какъ въ Веберовской схемѣ достаточно шара объ одной полости, чтобы производить движеніе, тѳмъ болѳе, если къ желудочку придать еще предсердіе. Въ самомъ дѣлѣ, и большой и малый круги кровообращенія представляютъ кольца, на окружности которыхъ помѣщены попеременно сокращающіяся полости; въ то время, когда желудочекъ сжимается, полость предсердія остается такъ-сказать пустой и можетъ воспринять тотъ избытокъ крови, который былъ вдавленъ въ артеріи силою желудочка; этотъ порядокъ никогда не измѣняется въ теченіи жизни, и слѣдовательно существуютъ условія для постоянного теченія крови по всей длинѣ того и другого кольца. Такъ говоритъ теорія, и для малаго круга кровообращенія она совершенно справедлива — здѣсь, я полагаю, можно безошибочно принять сердце за единственнаго двигателя крови; но по отношенію къ большому кругу кровообращенія дѣло стоитъ нѣсколько иначе. Нужно вамъ замѣтить, мм. гг., что въ устройствѣ венной системы аорты есть два очень невыгодныхъ условія для лѣваго желудочка, какъ насоса, предназначеннаго прогонять кровь, между прочимъ, и по венамъ. Разсуждать о томъ, насколько были неизбѣжны эти условія при образованіи животнаго тѣла и насколько онѣ выгодны ему въ другихъ отношеніяхъ, я не берусь; достаточно, что они есть, и моя обязанность заключается лишь въ томъ, чтобы, показавъ ихъ существованіе, показать вмѣстѣ съ тѳмъ тѣ остроумныя средства, которыя употребила природа для ихъ устраненія. Дѣло вотъ въ чемъ: во-первыхъ, венная система распо-



ложена далеко не такъ правильно, какъ артеріальная — путь ея прерывается множествомъ сѣтей, тогда какъ артеріи вѣтвятся въ огромномъ большинствѣ случаевъ совѣмъ какъ дерево; при теченіи крови по звеньямъ венной сѣти, кровяные токи непрерывно сталкиваются другъ съ другомъ, а при всѣхъ подобныхъ встрѣчахъ необходимо теряется часть движущей силы; во-вторыхъ — и это самый главный порокъ венной системы — стѣнки венъ до чрезвычайности растяжимы (несравненно растяжимѣе общепотребительныхъ маленькихъ каучуковыхъ трубокъ). Съ послѣдней стороны венную систему можно, безъ всякаго преувеличенія, уподобить крайне растяжимому мѣшку, въ который непрерывно вливается изъ артерій черезъ волосные сосуды жидкость. Вообразите себѣ на минуту, что этотъ мѣшокъ до края наполненъ водой и что въ него приливаются все новыя и новыя порціи воды. Еслибы стѣнки мѣшка были не растяжимы, каждая новая капля заставляла бы часть жидкости переливаться за край, т.-е. выходить изъ мѣшка, но если этого нѣтъ, мѣшокъ будетъ болѣе и болѣе растягиваться и вода въ немъ будетъ застаиваться. Совершенно тоже повторялось бы и на венахъ, еслибы природа не пустила въ ходъ условій, мѣшающихъ застаиванію въ нихъ крови. Съ одной стороны она помѣстила венные мѣшки такимъ образомъ, что стѣнки ихъ или по временамъ, или даже постоянно держатся сдавленными (въ этихъ условіяхъ находятся венные сѣти подъ кожей, венные стволы между мышцами и въ полости живота); съ другой, устроила при концѣ венной системы, около сердца, такой снарядъ, который дѣйствуетъ на кровь венъ присасывающимъ образомъ и тѣмъ помогаетъ движенію крови по венной системѣ аорты.



Рис. 5.

Объ этомъ-то снарядѣ, извѣстномъ въ наукѣ подъ именемъ *присасывательнаго дѣйствія грудной кѣтки*, я и поведу теперь рѣчь, заранѣе предупреждая васъ, мм. гг., что дѣло съ перваго раза представляется нѣсколько запутаннымъ, и потому требуетъ сосредоточеннаго вниманія.

Прежде всего мнѣ нужно говорить объ устройствѣ полости груди, въ которой лежитъ лёгкое и сердце съ выходящими изъ него артеріями и вливающими въ него венами. Ради нашихъ цѣлей эту полость всего удобнѣе сравнить вотъ съ этой стеклянной банкой (рис. 5); внутри ея вы видите полый каучуковый шаръ, который навязанъ на стеклянную трубку

(А), проходящую через крышку банки. Через ту же крышку въ полость банки проведена другая трубка (В), назначеніе которой вы тотчас увидите. Въ настоящую минуту воздухъ въ полости шара и внѣ его въ полости банки имѣетъ одинаковое напряженіе <sup>1)</sup>, такъ какъ обѣ полости сообщаются съ атмосферой; эти двѣ силы дѣйствуютъ на стѣнки шара въ двухъ противоположныхъ направленіяхъ, поэтому послѣднія остаются неподвижными, или, какъ говорится, находятся въ равновѣсіи. Теперь я беру конецъ трубки В въ ротъ (или, еще лучше, сообщу его съ воздушнымъ насосомъ) и начну высасывать изъ банки воздухъ. Вы видите, что при этомъ каучуковый шаръ все больше и больше расширяется. Перестая высасывать воздухъ и запираю трубку В — шаръ остается неподвижнымъ, но уже въ растянутомъ состояніи. Новое высасываніе воздуха произведетъ дальнѣйшее расширеніе шара, а замыканіе трубки В остановитъ его въ томъ состояніи, до котораго онъ былъ доведенъ высасываніемъ. Послѣ этого уже легко понять, что если бы стѣнки нашего шара были болѣе растяжимы, или емкость банки была бы поменьше, шаръ могъ бы выполнить наконецъ всю полость банки безъ остатка, и остался бы въ этомъ состояніи на неопредѣленное время, если бы трубка В была тотчасъ послѣ высасыванія закрыта. Стоить однако открыть ее — воздухъ съ силою устремляется въ полость банки и шаръ спадаетъ до своего первоначальнаго объема. Весь этотъ рядъ явленій объясняется чрезвычайно просто. Высасываніемъ воздуха изъ банки уменьшается его напряженіе въ этой полости, слѣдовательно нарушается равенство силъ, дѣйствовавшихъ на стѣнки изнутри и снаружи. Давленіе воздуха, дѣйствующее изнутри, беретъ перевѣсъ и начинаетъ растягивать шаръ. Чѣмъ больше высасывается воздухъ изъ банки, тѣмъ больше становится перевѣсъ силы, дѣйствующей на стѣнки шара изнутри, и тѣмъ больше онъ долженъ растягиваться. Но при этомъ шаръ остается не совершенно пассивнымъ — онъ противодѣйствуетъ расширяющей силѣ, въ немъ есть постоянное стремленіе къ спаденію, и оттого, когда въ какой ни на есть моментъ высасываніе прекращается и трубка

---

<sup>1)</sup> Нужно припомнить, что воздухъ, какъ всякій газъ вообще, есть упругое тѣло, способное сжиматься и расширяться. Степенью его сжатія, вызваннаго дѣйствіемъ какой-бы то ни было сдавливающей силы, и опредѣляется напряженіе газа. Величина послѣдняго очевидно можетъ всего удобнѣе измѣряться величиною произведшей его сдавливающей силы. Напряженіе нижнихъ слоевъ свободнаго атмосфернаго воздуха есть результатъ сдавливанія этихъ слоевъ всѣми вышележащими воздушными слоями, оттого на высокихъ горахъ воздухъ менѣе сгущенъ и имѣетъ меньшее напряженіе чѣмъ въ глубокихъ долинахъ.

*B* запирается, шаръ вмѣсто того, чтобы расширяться дальше, останавливается въ растянутомъ состояніи. Теперь сила атмосфернаго давленія, дѣйствующаго изнутри, уравнивается именно этою эластическою силою шара (его стремленіемъ къ спаденію) + остающеюся величиною напряженія воздуха въ банкѣ. И понятно, что по мѣрѣ высасыванія воздуха первое изъ этихъ слагаемыхъ должно возрастать, такъ какъ 2-е уменьшается, а сумма ихъ постоянно должна оставаться равною величинѣ атмосфернаго давленія, дѣйствующаго изнутри. Если трубка *B*, запертая послѣ высасыванія, открывается, то по законамъ равновѣсія газовъ внѣшній воздухъ, какъ болѣе плотный, устремляется въ разрѣженную полость и наполняетъ ее до тѣхъ поръ, пока напряженіе его не сдѣлается равнымъ атмосферному. При этомъ условіи эластическая сила шара, очевидно, должна сдѣлаться нулемъ, другими словами — шаръ долженъ спастись до того объема, который онъ имѣлъ въ свободномъ воздухѣ.

Герметически закрытая банка съ выкачаннымъ изъ нея воздухомъ представляетъ, мм. г., грудную полость, а шаръ съ выводной трубкой, растянутый до выполненія всей этой полости безъ остатка, соответствуетъ легкому. Доказать это на трупѣ очень легко — стѣбитъ только пробуровать въ какомъ бы то ни было мѣстѣ стѣнку грудной полости, въ отверстіе съ силою врывается воздухъ и лёгкое спадается; если же передъ вскрытіемъ грудной полости перевязать выводную трубку легкаго, т.-е. дыхательное горло, то при вскрытіи мы видимъ, что легкое выполняетъ собою всю грудную полость безъ остатка.

(Вслѣдъ за этимъ была демонстрирована на вырѣзанномъ кроличьемъ легкомъ его растяжимость, при надуваніи черезъ дыхательное горло, и отпрепарованія грудная клѣтка собаки. При этомъ было обращено вниманіе на куполообразное вдавленіе нижней стѣнки грудной клѣтки, т.-е. діафрагмы, и показано движеніе ея при вдуваніи воздуха въ дыхательное горло).

Теперь я обращаю ваше вниманіе, мм. г., на другой снарядъ (рис. 6), устроенный однимъ изъ моихъ помощниковъ, г. Спиро, снарядъ, который еще больше походитъ на грудную клѣтку, чѣмъ предыдущая банка. Онъ состоитъ изъ стеклянной воронки, въ которой широкое основаніе закрыто каучуковою пластинкой, изображающей діафрагму, а верхушка закупорена пробкой, пропускающей черезъ себя двѣ трубки *A* и *B*. На первую изъ нихъ навѣшено дыхательнымъ горломъ кроличье легкое *C*; вторая же изогнутая трубка *B* служитъ для сообщенія полости воронки съ атмосферой. Кромѣ того, вы видите, — черезъ діафрагму пропущена стеклянная трубочка *D*, кончающаяся въ полости воронки

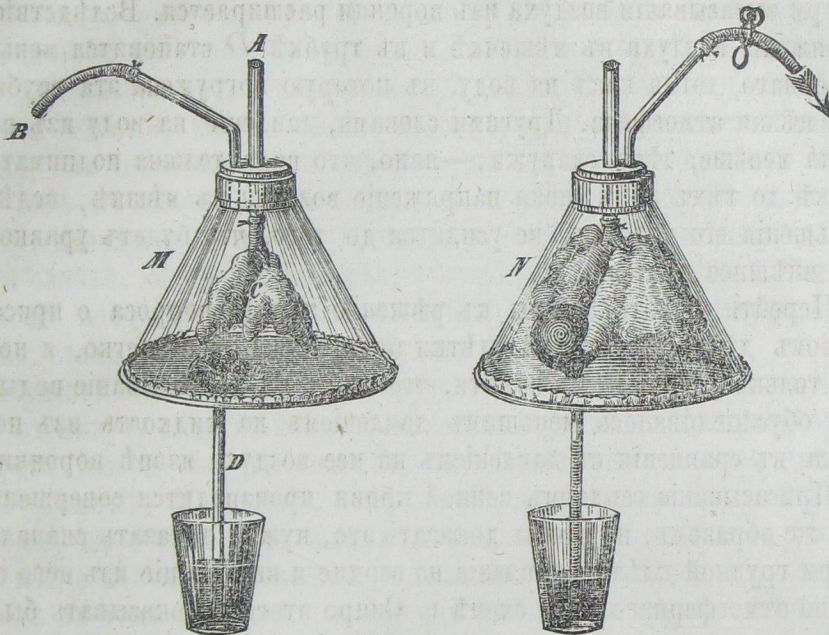


Рис. 6.

каучуковымъ мѣшечкомъ *E*; послѣдній изображаетъ сердце, а трубочка *D* — выходящую изъ него вену. Беру эту воронку въ руки, опускаю трубочку *E* въ стаканъ съ окрашенной жидкостью, а трубку *B* беру въ ротъ и высасываю изъ воронки воздухъ. Вы видите (половина *N* рисунка 6), что вслѣдъ за этимъ происходитъ: 1) расширение легкаго, 2) расширение мѣшечка, изображающаго сердце, 3) куполообразное вдавление внутрь воронки каучуковой пластинки, симулирующей диафрагму; наконецъ 4) поднимание воды изъ стакана по трубочкѣ *D* кверху, т.-е. *присасывающее дѣйствіе сердца*. Объясненіе всему этому лежитъ опять-таки въ томъ, что послѣ высасыванія воздуха изъ воронки напряженіе его становится тамъ меньше. Расширеніе легкаго, послѣ того, что уже было сказано по поводу банки, не требуетъ объясненія; расширеніе сердца и вдавленіе диафрагмы тоже становится сразу понятнымъ, если принять во вниманіе, что передъ высасываніемъ воздуха напряженіе его по обѣ стороны диафрагмы и по обѣ стороны мѣшечка, изображающаго сердце, было равно атмосферному. Но отчего вслѣдъ за высасываніемъ поднимается вода по трубочкѣ *D*? Полость мѣшка *E*, при посредствѣ

воды, въ которую опущена трубка *D*, герметически закрыта и полость эта при высасываніи воздуха изъ воронки расширяется. Вслѣдствіе этого напряженіе воздуха въ мѣшечкѣ и въ трубкѣ *D* становится меньше атмосфернаго, тогда какъ на воду, въ которую погружена эта трубка, давить цѣлая атмосфера. Другими словами, давленіе на воду изъ полости мѣшка меньше, чѣмъ снаружѣ;—явно, что вода должна подниматься по трубкѣ до тѣхъ поръ, пока напряженіе воздуха въ мѣшкѣ, вслѣдствіе уменьшенія его полости, не усилится до того, что будетъ уравновѣшивать внѣшнее давленіе.

Перейти отъ этой схемы къ рѣшенію нашего вопроса о присасывательномъ дѣйствіи грудной клѣтки будетъ уже очень легко, я попрошу васъ только удержать въ памяти, что въ схемѣ присасываніе воды сердцемъ обуславливалось меньшимъ давленіемъ на жидкость изъ полости мѣшка въ сравненіи съ давленіемъ на нее воздуха извнѣ воронки.

Присасываніе сердцемъ веной крови производится совершенно такимъ же образомъ, но чтобы доказать это, нужно доказать сначала, что внутри грудной клѣтки давленіе на сердце и выходящія изъ него сосуды меньше атмосфернаго. Въ схемѣ г. Спиро этого и доказывать было нечего, такъ какъ присасывательное дѣйствіе сердца вызывалось высасываніемъ, т.-е. разрѣженіемъ воздуха, окружающаго сердце. Въ истинной грудной клѣткѣ это не такъ. Здѣсь сердце съ выходящими изъ него сосудами безъ малѣйшаго промежутка окружено растянутыми легкими, которые придавливаютъ его къ передней грудной стѣнкѣ, слѣдовательно тутъ можетъ быть только рѣчь о давленіи на сердце легкаго, а никакъ не о давленіи на него воздуха. Посмотримъ же, какъ велико можетъ быть это давленіе. Выше уже было доказано, что въ грудной полости легкое растянато за предѣлы своего естественнаго объема и что растягивающая сила есть давленіе атмосферы, дѣйствующее на легкое изнутри. Отсюда слѣдуетъ уже съ непобѣдимою ясностью, что со стороны легкаго на всякій предметъ, лежащій въ грудной полости внѣ его, давленіе въ самомъ счастливомъ случаѣ могло бы быть равно лишь атмосферному, и это значило бы, что сила, давящая на легкое изнутри, передавалась бы наружу его безъ всякой потери. Но выше мы видѣли, что легкое, какъ всякое эластическое тѣло, противодѣйствуетъ растяженію, оно постоянно стремится къ спаденію, и растягивающей силѣ приходится побѣждать это препятствіе, тратиться на произведеніе работы растяженія. Ясно, что величина растягивающей силы не можетъ при этомъ условіи передаваться за предѣлы легкаго безъ потери — тамъ она должна быть меньше атмосфернаго давленія, растягивающаго легкое изнутри и,

именно настолько, насколько велика была сумма препятствій, которыя представляло легкое при его растяженіи. Стало быть *давленіе со стороны легкаго на сердце и выходящіе изъ него въ грудной полости сосуды дѣйствительно меньше атмосфернаго*. На вены же, лежащія внѣ грудной клѣтки, давить цѣлая атмосфера, и слѣдовательно являются условія для присасыванія крови снаружи въ грудную клѣтку. Вообразите себѣ въ самомъ дѣлѣ закрытую съ обоихъ концовъ каучуковую трубку, наполненную водой. Начните давить на ея концы руками, на одинъ слабѣе, на другой сильнѣе; — что изъ этого будетъ? Очевидно, жидкость пойдетъ по трубкѣ отъ мѣста бѣльшаго давленія туда, гдѣ оно слабѣе; стало быть и съ венами будетъ тоже самое.

Присасываніе венной крови грудною клѣткой имѣетъ мѣсто, мм. гг., даже въ минуту смерти, когда дыхательныя движенія прекращаются, но во время жизни оно еще сильнѣе, вслѣдствіе существованія дыхательныхъ движеній. Послѣднія, какъ всякій, конечно, знаетъ, заключаются въ томъ, что легкія то расширяются (дыханіе), то спадаются (выдыханіе); когда кончается покойное выдыханіе, легкія находятся нѣсколько секундъ въ томъ положеніи, какое они имѣютъ на трупѣ, затѣмъ легкія снова расширяются и т. д. Выше мы видѣли, что уже на трупѣ давленіе со стороны легкаго на сердце должно быть меньше атмосфернаго; — тѣмъ болѣе во время акта вдыханія, когда вслѣдствіе бѣльшаго расширения легкаго увеличивается его стремленіе къ спаденію, вычитающееся изъ величины атмосфернаго давленія. Поэтому на живомъ человѣкѣ присасывающее дѣйствіе грудной клѣтки, соотвѣтственно дыхательнымъ движеніямъ, то усиливается (во время вдыханія), то ослабѣваетъ (при противоположной дыхательной фазѣ). Есть два опыта, которые доказываютъ это очень наглядно. Попробуйте удлиннить насколько возможно вдыханіе, производя нѣсколько отдѣльныхъ вдыханій безъ перерыва — черезъ это усиливается оттокъ венной крови къ сердцу и лицо блѣднѣетъ. Если же вы, наоборотъ, натужитесь, т.-е. сдавите силою грудныхъ мышцъ грудную клѣтку и легкое при закрытомъ состояніи голосовой щели (выходное отверстіе дыхательнаго горла), то кожа на лицѣ, какъ извѣстно, краснѣетъ и вены раздуваются. Это происходитъ оттого, что тогда давленіе на сердце и выходящіе изъ него сосуды дѣлается болѣе атмосфернаго, присасывающее дѣйствіе грудной клѣтки уничтожается и кровь застаивается въ венахъ. Усиленіе присасывательнаго дѣйствія сердца подъ вліяніемъ вдыханія можетъ быть также показано на схемѣ г. Спиро. Для этого нужно, погрузивши трубки *D* въ стаканъ съ жидкостью, высосать нѣсколько воздуха изъ воронки и затѣмъ, ухва-

вѣтвленіе приносящихъ кровь трубокъ достигаетъ maximum'a и кровяные токи пронизываютъ ткани тѣла во всю толщу, сближаясь часто другъ съ другомъ на микроскопическія разстоянія.

Но какъ же можетъ выступать жидкость изъ полости волосныхъ сосудовъ, если въ стѣнкахъ ихъ, какъ уже было сказано одинъ разъ, нѣтъ никакихъ отверстій, видимыхъ глазомъ? Отвѣтомъ на это всего лучше можетъ служить опытъ, который здѣсь приготовленъ. Вы видите стеклянную трубку болѣе чѣмъ въ сажень длиной. Сверху она кончается воронкой, а снизу на нее навязанъ кусокъ свѣжей телячьей кишки, свободный конецъ которой плотно завязанъ. Черезъ воронку была налита жидкость въ полость кишки и въ трубку вплоть до верху. Въ настоящее время въ стаканѣ, куда вложена кишка, какъ видите, нѣтъ жидкости, но мы оставимъ опытъ въ покоѣ въ теченіи всей лекціи и подъ конецъ ея вы найдете въ стаканѣ воду, просочившуюся черезъ стѣнки кишки. Въ послѣднихъ, какъ и въ стѣнкахъ волосныхъ сосудовъ, тоже нѣтъ отверстій, видимыхъ глазомъ, притомъ онѣ въ нѣсколько тысячъ разъ толще стѣнокъ волосныхъ сосудовъ, а между тѣмъ жидкость просачивается даже черезъ нихъ. Если бы въ нашемъ распоряженіи было побольше времени, мы могли бы путемъ очень простыхъ опытовъ добраться и до наиболѣе рациональнаго, или по крайней мѣрѣ простаго разъясненія этого явленія. За неимѣніемъ его я ограничусь словами. Вообразите себѣ полный и открытый съ обоихъ концовъ стеклянный цилиндръ, который вы снизу завязываете, то кускомъ какой-нибудь животной перепонки (животнымъ пузыремъ), то пропускной (непроклееной) бумагой, то туго набиваете какимъ-нибудь болѣе или менѣе крупнымъ порошкомъ, и все это съ цѣлью процѣживать черезъ образованную такимъ образомъ стѣнку воду. При этомъ вы замѣтили бы конечно, что вода процѣживается всего легче черезъ крупный порошокъ и бумагу, всего же труднѣе черезъ животную перепонку, и совершенно справедливо объяснили бы это тѣмъ, что въ перегородкахъ 1-го рода существуютъ отверстія, которыхъ въ пузырь нѣтъ. Но модифицируя ваши опыты далѣе, вы легко нашли бы, что стѣнка изъ животнаго пузыря не вовсе непроницаема для жидкости; — чтобы послѣдняя просачивалась черезъ нее, нужно только въ цилиндръ сразу налить очень много воды или, что все равно, значительно повѣсить надъ перепонкой столбъ жидкости. Преслѣдуя это новое открытіе, вы нашли бы, наконецъ, что вообще въ дѣлѣ процѣживанія жидкости черезъ стѣнки, пористостью послѣднихъ обуславливается высота давящихъ столбовъ: чѣмъ мельче поры въ стѣнкѣ, тѣмъ выше долженъ быть столбъ жидкости, которая черезъ нея цѣдится, и наобо-

ротъ. И это, мм. гг., понятно, такъ сказать, само собою: чѣмъ мельче отверстія въ цѣдилкѣ, тѣмъ большее препятствіе они представляютъ прохожденію черезъ нихъ жидкости, тѣмъ больше должна быть сила (вѣсь столба жидкости), продавливающая жидкость сквозь эти отверстія. Послѣ этого вы уже, конечно, помиритесь съ мыслью, что во всякой животной перепонкѣ существуютъ до чрезвычайности мелкія невидимыя для глаза поры, черезъ которыя и могутъ цѣдиться, при благопріятныхъ условіяхъ, жидкости.

Итакъ, первая половина нашего вопроса кончена; теперь намъ остается рѣшить, существуютъ ли въ сферѣ кровеносной системы силы (соотвѣтствующія давящему столбу въ нашихъ опытахъ), которыя могли бы продавливать кровь или часть ея черезъ стѣнки волосныхъ сосудовъ наружу, и если да, то откуда берутся эти силы.

Здѣсь я опять прибѣгну къ аналогіи изъ обыденной жизни, которая уже не разъ выручала насъ. Многимъ изъ васъ, конечно, доводилось наблюдать пожарную трубу во время ея дѣйствія, или быть свидѣтелями очень распространеннаго теперь способа поливанія улицъ посредствомъ длинныхъ рукавовъ, навинчиваемыхъ на водопроводныя трубы. Если вы при этомъ обратили вниманіе на состояніе рукава, то знаете конечно, что стѣнки его въ томъ и другомъ случаѣ находятся подъ вліяніемъ напора жидкости въ напряженномъ состояніи. Если рукавъ былъ худъ, то вы видѣли, конечно, и результатъ этого напряженія въ формѣ фонтанчиковъ, бьющихъ изъ каждой дыры въ сторону. Понять причину напряженнаго состоянія стѣнокъ рукава очень легко изъ слѣдующаго простаго опыта. Передъ вами на столѣ лежитъ каучуковая трубка, запирающаяся съ одного конца краномъ и имѣющая въ стѣнкѣ посрединѣ длины маленькое отверстіе. Я наполняю эту трубку жидкостью, даю ей нѣсколько наклонное положеніе (краномъ книзу) и отпираю кранъ—вы видите, вода вытекаетъ изъ трубки слабою струей, а изъ отверстія въ ея стѣнкѣ она едва сочится. Повторяю этотъ опытъ, но конецъ трубки, неснабженный краномъ, беру въ ротъ и вдуваю въ трубку воздухъ (еще лучше этотъ конецъ трубки сообщить съ обыкновеннымъ шприцемъ наполненнымъ водой, и съ силою вдавливать въ трубку воду) — струя воды, идущей черезъ кранъ, усиливается, но вмѣстѣ съ тѣмъ изъ отверстія въ стѣнкѣ начинается бить фонтанъ и въ стѣнкахъ трубки чувствуется на оцупъ напряженіе. Величину послѣдняго и высоту фонтанчика я могу усиливать и ослаблять по произволу, притомъ двоякимъ образомъ: 1) усиливая или ослабляя напоръ воды въ трубку, 2) уменьшая или увеличивая повертываніемъ крана ея вытечное отверстіе. Напряженіе зависить, стало быть,



отъ двухъ причинъ: отъ усиленнаго напора жидкости въ трубку и отъ существованія въ послѣдней препятствій къ ея теченію. Итакъ дѣло объясняется очень просто слѣдующимъ образомъ: когда обѣ названныя причины дѣйствуютъ разомъ, вода, вбрасываемая въ растяжимую трубку, не успѣвая вытекать изъ нея, должна застаиваться, растягивать полость трубки, и слѣдовательно давить на ея стѣнки. Понятно, что при этомъ условіи жидкость должна съ силою вырываться изъ трубки, какъ только она найдетъ хоть маленькое отверстіе въ ея стѣнкѣ, и струя будетъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ сильнѣе было давленіе со стороны жидкости на стѣнки. Всѣ эти условія существуютъ, мм. г., и для рукава пожарной трубы и для поливного рукава водопроводовъ. Въ первомъ напорѣ жидкости производится дѣйствіемъ нагнетательнаго насоса, а въ водопроводныхъ трубахъ высотой столба жидкости водокачальной башни; препятствія же обусловливаются суммою треній жидкости въ рукавѣ и суженіемъ его вытечнаго отверстія.

Но такія же условія очевидно существуютъ и въ сферѣ кровеносной системы, гдѣ желудочки съ силою вдавливаютъ кровь въ артеріи и гдѣ жидкости приходится пробираться черезъ такіе узкіе каналы, какъ волосные сосуды. Теоретически это дѣйствительно ясно, особенно по отношенію къ артеріямъ, для которыхъ волосные сосуды представляютъ родъ чрезвычайно суженныхъ вытечныхъ отверстій. Но вѣдь для насъ важно знать, существуетъ ли со стороны крови давленіе на стѣнки волосныхъ сосудовъ, такъ какъ, по нашимъ же словамъ, фильтрація жидкихъ частей крови происходитъ преимущественно, если не исключительно, въ этомъ отдѣлѣ кровеносной системы; поэтому прямой переходъ отъ явленій въ пожарной трубѣ къ рѣшенію нашего вопроса еще не возможенъ — необходимо показать, прямо или косвеннымъ путемъ, но на опытѣ, что стѣнки волосныхъ сосудовъ дѣйствительно находятся въ напряженномъ состояніи.

Прямые опыты надъ волосными сосудами, по причинѣ ихъ микроскопическихъ размѣровъ, къ сожалѣнію, невозможны, поэтому приходится довольствоваться косвенными доказательствами, которыя, впрочемъ, нисколько не уступаютъ, со стороны непреложности, любому прямому. Я постараюсь именно доказать вамъ, что давленіе со стороны крови существуетъ какъ на стѣнки артерій, такъ и на стѣнки венъ, и если успѣю въ этомъ, то докажу вмѣстѣ съ тѣмъ существованіе давленія крови на стѣнки волосныхъ сосудовъ, такъ какъ послѣдніе представляютъ единственные пути, черезъ которые давящая сила сердца — единственная при-

чина давленія крови и въ артеріяхъ, и въ венахъ—можетъ передаваться въ вены.

Доказать существованіе давленія крови на стѣнки артерій и венъ можно на нѣсколько ладовъ. Если обнажить живому животному артерію или вену и перевязывать ее ниткой, то по одну сторону перевязки, и именно съ той стороны, откуда притекаетъ кровь, трубка расширяется, а по другую пустѣетъ и значительно суживается сравнительно съ объемомъ до перевязки. Это ясно указываетъ, что полости какъ артерій, такъ и венъ находятся во время жизни въ растянутомъ состояніи, а послѣднее, конечно, можетъ зависѣть только отъ давленія крови на стѣнки. Тоже можно доказать путемъ пораненія стѣнокъ, причемъ изъ отверстій брызжутъ (особенно сильно въ артеріяхъ) фонтаны крови. Лучшее же всего давленіе крови на стѣнки артерій и венъ доказывается особеннымъ инструментомъ, называемымъ *манометромъ*, который служитъ вмѣстѣ съ тѣмъ измѣрителемъ величины этого давленія въ разныхъ отдѣлахъ кровеносной системы. Въ сущности манометръ даетъ не что иное, какъ высоту кровеносного фонтана, бьющаго изъ отверстія въ боку сосуда, но только этотъ фонтанъ заключенъ въ стеклянную трубку. Вотъ этотъ инструментъ. Онъ имѣетъ форму Т-образной трубки съ короткимъ горизонтальнымъ и очень длиннымъ (болѣе чѣмъ въ сажень) вертикальнымъ колѣномъ. Горизонтальное колѣно вставляется на живомъ животномъ черезъ пораненную стѣнку сосуда въ его полость и укрѣпляется лигатурами. Токъ крови вдоль сосуда не перерывается, но подходя къ вертикальному колѣну манометра, она бьетъ въ него фонтаномъ и поднимается на ту самую высоту, до которой достигала бы верхушка фонтана. Въ этомъ случаѣ величина давленія крови измѣряется, какъ говорятъ обыкновенно, высотой кровеносного столба. Такъ какъ однако для артерій высота эта выходитъ очень большая, притомъ столбъ, въ дѣйствіе дыхательныхъ движеній, дѣлаетъ большіе размахи кверху и книзу (давленіе крови въ артеріяхъ повышается во время выдыханія и понижается при вдыханіи, когда усилено присасывающее дѣйствіе грудной вѣтки), то ради удобства измѣренія величины давленія описанный манометръ замѣняютъ такъ-называемымъ ртутнымъ манометромъ, который я держу теперь въ рукахъ (рис. 7). Это есть U-образно изогнутая стеклянная трубка, оба колѣна которой открыты и въ полость налита ртуть (до уровня 00). Одно изъ колѣнъ манометра сообщается, посредствомъ свинцовой трубки (а), кончающейся Т-образнымъ наконечникомъ, съ полостью сосуда (и здѣсь горизонтальная вѣтвь наконечника ввязывается въ сосудъ черезъ пораненную стѣнку), и кровь начинаетъ давить на ртуть въ ближайшемъ

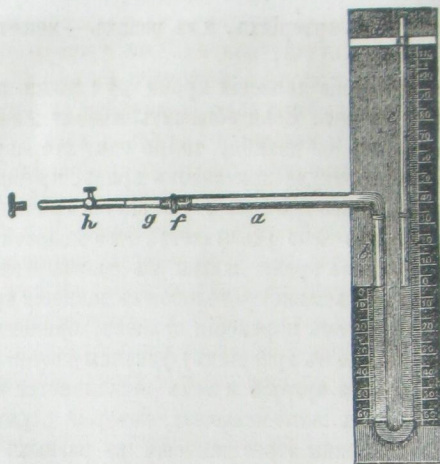


Рис. 7.

колѣнѣ (*b*), поднимая ее въ другомъ (*c*). Разность уровней стоянія ртути въ обоихъ колѣнахъ и показываетъ величину давленія. Этимъ путемъ найдено среднимъ числомъ, что величина давленія въ артеріяхъ, близъ волосныхъ сосудовъ, должна доходить до 100 миллим. ртути, тогда какъ въ венахъ эта величина не превышаетъ 40 миллим. Стало бытъ въ волосныхъ сосудахъ давленіе крови на стѣнки будетъ равно среднимъ числомъ 70 миллим. ртути, что составитъ (переведа ртутный столбъ на кровеной, т.-е. помножая высоту ртутнаго столба на отношеніе удѣльныхъ вѣсовъ ртути и крови) столбъ крови почти въ полтора аршина величиной. Это значитъ, стѣнки волосныхъ сосудовъ по отношенію къ фильтраціи, находятся въ такихъ условіяхъ, какъ будто бы перепонкой, образованной изъ ихъ стѣнокъ, былъ завязанъ нижній конецъ цилиндра и надъ нею стоялъ столбъ крови высотой въ  $1\frac{1}{2}$  аршина. Если принять во вниманіе необычайную тонкость стѣнокъ волосныхъ сосудовъ, — прошу вспомнить, что весь сосудъ тоньше самой тонкой паутины, а въ немъ есть полость и стѣнки, — то можно съ увѣренностью принять такое давленіе достаточнымъ для продавливанія крови черезъ стѣнки. Тѣмъ болѣе, что наука имѣетъ въ рукахъ цѣлый рядъ фактовъ, доказывающихъ фильтрацію жидкой части крови изъ полости кровеносныхъ сосудовъ наружу. Главнѣйшіе изъ нихъ будутъ сообщены ниже, теперь же я приведу пока одинъ очень поучительный результатъ выпрыскиванія воды въ артеріи на трупахъ. Если бы

вода, проходя по волоснымъ сосудамъ, не фильтровалась, то слѣдовало бы ожидать, что впрыснутая, наприм., въ главную артерію ноги, она цѣликомъ выйдетъ изъ главныхъ венъ того же члена,—этого однако не бываетъ: по мѣрѣ впрыскиванія воды, количество ея, выходящее изъ венъ, становится все меньше и меньше и при этомъ нога пухнетъ и дѣлается какъ бы отечной. Если же впрыскивать въ артеріи такіе растворы (напр. густые клеевые), которые очень трудно фильтруются черезъ животныя перепонки, то ничего подобнаго не замѣчается.

Итакъ, вы видите, мм. гг., что средства, которыя употребила природа для выведенія жидкихъ частей крови изъ полости кровеносныхъ сосудовъ въ одно и тоже время просты и крайне цѣлесообразны—только при такомъ способѣ выхожденія питательной жидкости получалась въ самомъ дѣлѣ возможность снабжать ею положительно каждую точку нашего тѣла.

Изъ этого бѣглаго обзора важнѣйшихъ частей кровеносной системы, вы уже вынесли, конечно, общее впечатлѣніе о превосходствѣ устройства снаряда, снабжающаго тѣло питательною жидкостью; но сумма его совершенствъ далеко еще не исчерпана: кровеносный аппаратъ имѣетъ нѣсколько чрезвычайно существенныхъ придатковъ, въ дѣлѣ достиженія главной цѣли всего снаряда, притомъ придатковъ очень оригинальныхъ и остроумныхъ по своему устройству. Изъ нихъ въ нынѣшнюю лекцію я успѣю описать только снаряды, регулирующие силу кровеносного тока, да перечту тѣ фильтры, при посредствѣ которыхъ очищается кровь (подробное разсмотрѣніе этихъ фильтровъ предстоитъ намъ въ лекціяхъ о дыханіи и отдѣленіяхъ).

Общій смыслъ регуляціи кровеносного тока не требуетъ, конечно длинныхъ разъясненій: при посредствѣ ея достигается раціональное распредѣленіе крови по тѣлу, т.-е. усиленіе или ослабленіе общаго потока крови, равно какъ бѣльшій или меньшій притокъ питательнаго вещества въ ту или другую провинцію тѣла, смотря по существующимъ тамъ въ данную минуту потребностямъ. Регуляція 1-го рода, т.-е. усиленіе или ослабленіе всего кровеносного потока разомъ, очевидно, можетъ быть всего легче достигнута регуляціей дѣятельности сердца, такъ какъ оно передвигаетъ кровь по всей длинѣ кровеносного кольца; частная же регуляція кровеносныхъ токовъ достигается путемъ измѣненія въ обратныя стороны ёмкости приводящихъ артерій, причемъ, очевидно, масса притекающей къ данному органу крови должна или увеличиваться, когда ёмкость артерій увеличина, или уменьшаться, при обратномъ измѣненіи ихъ просвѣта.

Сначала я скажу о регуляторахъ сердца. Нужно вамъ замѣтить, мм.

гг., что уже та средняя дѣятельность сердца, которая получается въ случаѣ, если вообразить себѣ регуляторы не дѣйствующими, обязана, какъ всѣ думаютъ въ настоящее время, своимъ происхожденіемъ импульсамъ на сердечныя мышцы изъ особеннаго нервнаго снаряда, лежащаго въ стѣнкахъ сердца. Этотъ аппаратъ, въ своей дѣятельности, считаютъ независимымъ отъ регуляторовъ, имѣющихъ тоже нервную природу и подходящихъ къ сердцу извнѣ; поэтому сердце можно вырѣзать у живого животнаго изъ тѣла и оно продолжаетъ нѣкоторое время биться.

(При этомъ на экранъ была брошена тѣнь отъ вырѣзаннаго изъ тѣла лягушечьяго сердца и въ немъ было очень ясно видно попеременное сокращеніе предсердій и желудочка).

Говорить объ устройствѣ этого двигательнаго снаряда я не буду, такъ какъ по основной мысли нашего курса нервныя явленія могутъ интересовать насъ лишь по результатамъ ихъ вліянія на растительные процессы, и потому скажу прямо, что регуляторы дѣйствуютъ не на мышцы сердца, а на нервные снаряды, приводящіе ихъ въ движеніе. Самыя существенныя части регуляторовъ лежатъ въ головномъ мозгу и оттуда вліяніе ихъ передается сердцу черезъ посредство нервныхъ волоконъ, которыя вообще имѣютъ въ тѣлѣ значеніе механизмовъ, проводящихъ по всей своей длинѣ нервныя импульсы. Регуляторовъ сердца два. Одинъ изъ нихъ умѣряетъ сокращенія его и при усиленной дѣятельности можетъ совершенно подавить ее — это сердечный тормозъ; другой, наоборотъ, усиливаетъ сердечныя сокращенія.

Дѣятельность перваго регулятора я могу показать вамъ на опытѣ; демонстрація же его антагониста требуетъ очень кровавой операціи на большомъ животномъ, и потому я принужденъ отъ нея отказаться.

(На экранъ бросается тѣнь бьющагося лягушечьяго сердца, вырѣзаннаго изъ тѣла съ кускомъ бродящаго нерва, въ которомъ заключены приводы тормозящаго снаряда. Нервъ раздражается электрически съ промежутками, и каждый разъ при раздраженіи его сердце перестаетъ биться).

На представленномъ вамъ опытѣ вы ясно могли убѣдиться, что каждый разъ, какъ возбуждается бродящій нервъ, сердце перестаетъ биться; но разобрать — останавливается ли оно въ сокращенномъ состояніи или наоборотъ въ расслабленномъ вы конечно не могли. Поэтому я говорю вамъ теперь, — сердце подъ вліяніемъ тормоза останавливается въ расслабленномъ состояніи, бродящій нервъ парализуетъ дѣятельность сердца.

Дѣйствіе этого регулятора на движеніе крови вамъ, конечно, понятно. Ослабляя, при слабомъ возбужденіи, дѣятельность желудочковъ, онъ

уменьшаетъ массу крови, вталкиваемой въ артеріи, и напоръ ея въ этомъ отдѣлѣ кровеносной системы, поэтому давленіе крови падаетъ какъ въ артеріяхъ, такъ и въ волосныхъ сосудахъ, фильтрація жидкой части крови ослабѣваетъ, но за то крови накопляется больше въ венахъ, и здѣсь она застаивается. Когда же сердце, подъ вліяніемъ усиленнаго возбужденія тормоза останавливается совсѣмъ, какъ это случается при сильныхъ подавляющихъ аффектахъ, напр. при ужасѣ, кровь очень быстро перестаетъ течь по артеріямъ, головной мозгъ, лишенный притока крови, временно прекращаетъ свою дѣятельность, какъ бы перестаетъ жить — отсюда потеря сознанія, обмороки. Начало битья сердце — артеріальная кровь получила снова доступъ къ мозгу и сознаніе возвращается. Другой регуляторъ сердца тоже можетъ возбуждаться къ дѣятельности психическими аффектами, но возбуждается еще усиленными движеніями тѣла. И замѣчательно, что во всѣхъ случаяхъ, когда усиливается дѣятельность сердца, усиливаются обыкновенно и дыхательныя движенія, какъ знакъ, что для гармоніи кровообращенія, съ усиленіемъ напора крови въ артеріи, должно быть связано усиленное присасываніе веной крови грудной клѣткой.

Регуляторовъ артерій тоже два. Одинъ изъ нихъ держитъ постоянно всѣ приводящіе сосуды тѣла въ нѣсколько сжатомъ состояніи, а другой дѣйствуетъ, вѣроятно (образъ дѣйствія 2-го регулятора не вполне еще выясненъ для различныхъ мѣстъ тѣла), парализующимъ образомъ (подобно тому, какъ тормозящій снарядъ дѣйствуетъ на двигателей сердца) на различные отдѣлы перваго регулятора. Снарядъ, сужающій артеріи, есть нервный механизмъ, родящійся изъ головного мозга и расходящійся отсюда по всему тѣлу въ формѣ нервныхъ волоконъ, идущихъ самыми разнообразными путями, но въ концѣ концовъ вѣдряющихся въ стѣнки артерій. Здѣсь этотъ аппаратъ оканчивается мышечными кольцами, оплетающими артеріи по всей ихъ длинѣ. Есть очень простые опыты, мм. гг., которые показываютъ, что изъ центральныхъ частей описаннаго аппарата должны выходить по длинѣ нервныхъ нитей непрерывные импульсы, которые и держатъ всю систему мышечныхъ колець артерій въ нѣсколько сокращенномъ состояніи. Стоить, напр., перерѣзать всѣ нервы, подходящіе къ какому-нибудь отдѣльному члену тѣла, напр. къ ногѣ, рукѣ или уху, и въ членѣ появляется цѣлый рядъ явленій, указывающихъ на усиленный притокъ крови, вслѣдствіе расширенія артерій: рука, нога и ухо становятся при этомъ теплѣе, кожа краснѣетъ, изъ надрѣзовъ ея вытекаетъ крови болѣе чѣмъ обыкновенно. Такіе опыты особенно поучительны на кроличьемъ ухѣ, такъ какъ оно настолько тонко, что

проевѣчиваетъ; здѣсь послѣ перерѣзки нервовъ глазъ видитъ непосредственно расширеніе артерій, которое тотчасъ же переходитъ наоборотъ въ суженіе, если конецъ перерѣзаннаго нерва раздражается рядомъ электрическихъ ударовъ. За невозможностью показать этотъ опытъ на кроликѣ нашему многолюдному собранію, я покажу вамъ соотвѣтствующій опытъ на лягушкѣ. У этого животнаго нервы къ заднимъ ногамъ идутъ двумя отдѣльными пучками. На лягушкѣ, которую я держу въ рукахъ, одинъ изъ нихъ, именно правый пучекъ, перерѣзанъ. Беру ножницы и отстригаю на обѣихъ заднихъ лапкахъ концы пальцевъ, такъ, чтобы поверхности ранъ, изъ которыхъ будетъ сочиться кровь, были равны между собою, иначе опытъ былъ бы недоказателенъ. Операция эта сдѣлана, и вы видите, что изъ правой ноги вытекло уже нѣсколько капель крови, тогда какъ изъ лѣвой не упало еще ни одной.

Теперь вы спросите меня, какими причинами приводится въ дѣйствіе тотъ или другой регуляторъ? Причины эти, мм. гг., очень разнообразны, но, къ сожалѣнію, вопросы объ образѣ ихъ дѣйствія еще чрезвычайно мало разработаны. Оба регулятора возбуждаются психическими аффектами (напр. краска и блѣдность лица), на нихъ въ значительной степени дѣйствуетъ тепло и холодъ окружающаго воздуха, наконецъ очень важную роль въ ихъ возбужденіи играютъ, такъ-называемыя, мѣстные раздраженія.

Къ дальнѣйшимъ придаткамъ кровеносной системы относятся аппараты, служащіе для очищенія крови, родъ фильтровъ, разбросанныхъ въ различныхъ мѣстахъ по длинѣ кровеного кольца. Всѣ эти органы имѣютъ между собою ту общую особенность, что при посредствѣ ихъ изъ крови выдѣляются, въ формѣ газовъ или жидкихъ растворовъ, продукты распада веществъ тѣла, сдѣлавшіеся уже негодными для жизни и выбрасываемые изъ тѣла наружу. Велѣдствіе этого всѣ кровяные фильтры имѣютъ внутреннюю полость, въ которой временно собирается выдѣлившійся сокъ, и полость эта непременно сообщается болѣе или менѣе прямо съ наружной поверхностью тѣла. Къ числу этихъ фильтровъ относятся почки, выдѣляющія мочу. Этою жидкостью часто выводится изъ тѣла избытокъ введенной въ него воды, но главнѣйшимъ образомъ моча представляетъ водный растворъ продуктовъ распада всѣхъ бѣлковыхъ веществъ въ тѣлѣ. Одною своею частью почки сидятъ на пути артерій, а другою на пути волосныхъ сосудовъ. Потовыя желѣзы представляютъ другой фильтръ, сидящій на волосныхъ сосудахъ кожи. Выдѣленная ими жидкость — потъ, по своимъ свойствамъ, очень близка къ мочѣ. Затѣмъ, на пути веной крови, оттекающей отъ всѣхъ брюшныхъ внутренностей,

за исключеніемъ почекъ, сидитъ огромный органъ печень, выдѣляющій желчь. Наконецъ, въ самомъ концѣ венной системы лежитъ лёгкое, выдѣляющее угольную кислоту и водяной паръ.

Всѣ эти перечисленныя вещества считаются негодными для жизни по слѣдующимъ причинамъ. Вся тайна животной жизни, поскольку она выражается дѣятельностями, движеніемъ, заключается, мм. гг., въ непрерывныхъ химическихъ превращеніяхъ веществъ, входящихъ въ составъ животнога тѣла. При томъ общемъ характерѣ, какой носятъ на себѣ всѣ химическіе процессы тѣла, вещества, выдѣляемыя кровеными фильтрами, оказываются неспособными къ дальнѣйшимъ превращеніямъ въ общемъ направленіи, а черезъ это они въ самомъ счастливомъ случаѣ очевидно становятся ненужнымъ балластомъ для тѣла. Но опытъ показываетъ, что, задерживаясь въ организмѣ, вещества эти относятся къ тѣлу далеко не индифферентно: задерживается ли въ тѣлѣ моча, желчь или угольная кислота — всегда вслѣдъ за этимъ слѣдуютъ значительныя разстройства, кончающіяся болѣе или менѣе быстро смертью.



#### IV.

Сила сердца. — Скорость движенія крови. — Лимфатическая система, какъ придатокъ кровеносной.

Сегодня мнѣ слѣдовало бы говорить по порядку еще объ одномъ и послѣднемъ придаткѣ кровеноснаго аппарата, о такъ-называемой лимфатической системѣ; но такъ какъ этотъ придатокъ очень обширенъ и говорить объ немъ мнѣ придется долго, то я предпочитаю начать лекцію съ описанія нѣкоторыхъ деталей кровеносной системы, которыя, конечно, будутъ для васъ не безынтересны, такъ какъ ими пополнится общая картина машины, приводящей въ движеніе кровь. Подъ этими деталями я разумѣю опредѣленіе силы сердца и быстроты движенія крови.

Въ машинахъ, производящихъ чисто механическую работу, сила, очевидно, выражается величиною работы, произведенной въ теченіи даннаго времени, поэтому за мѣру силы всего удобнѣе принять величину работы. Но послѣдняя въ различныхъ машинахъ на видъ очень разнообразна, поэтому нужно было найти для всѣхъ механическихъ работъ, такъ сказать, одну общую формулу — такую работу, въ которую могла бы быть переведена работа каждой машины въ частности. Такою общею работою служить подниманіе въ теченіи извѣстнаго времени опредѣленной тяжести на опредѣленную высоту. Произведеніе первыхъ двухъ факторовъ (высоты на тяжесть) и принимается за мѣру механической работы; а условною единицею этой мѣры служитъ произведеніе изъ какой-нибудь вѣсовой единицы на высоту, выражаемую какою-нибудь единицею линейной мѣры. За единицу линейную берутъ обыкновенно метръ, за вѣсовую — килограммъ, за единицу времени — секунду, и эту мѣру называютъ килограммометромъ. Поэтому, если говорятъ: лошадиная сила

равна 75 килограмметрамъ, это значитъ, что лошадь въ состояніи въ теченіи одной секунды поднять тяжесть въ 75 килогр. на высоту 1 метра, или наоборотъ, тяжесть 1 килогр. на высоту 75 метровъ.

Сердце, какъ давящій насосъ, тоже производитъ чисто механическую работу, поэтому и его сила, если только желательно ея опредѣленіе, должна быть выражена въ килограмметрахъ. Но для этого намъ нужно работу сердца перевести въ работу поднятія тяжести на опредѣленную высоту. Этимъ мы теперь и займемся.

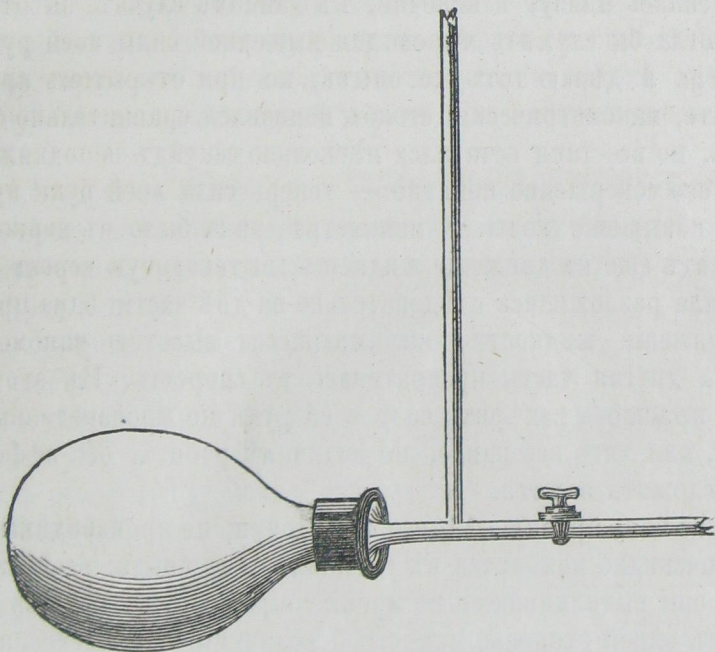


Рис. 8.

Съ цѣлью разъясненія дѣла я приготовилъ вотъ этотъ маленькій схематическій снарядъ (рис. 8), въ которомъ каучуковый шаръ представляетъ лѣвый желудочекъ, выходящая изъ него горизонтальная трубка—аорта, а длинная вертикальная—манометръ въ наалѣ аорты. Шаръ наполненъ водой, заходящей и въ манометръ аршина на полтора къ верху, аорта же пока заперта краномъ. Беру шаръ въ руку и сдавливаю его стѣнки—вода поднимается по трубкѣ все выше и выше, наконецъ на высотѣ около  $1\frac{1}{2}$  сажени она останавливается и не идетъ больше къ верху. Можно было бы подумать, что остановка воды зависитъ отъ того, что изъ шара выдавлена въ манометръ вся вода, но этого нѣтъ, а между тѣмъ при всѣхъ условіяхъ поднять воду выше мнѣ это

не удается. Отчего же это может зависѣть? Столбъ жидкости въ манометрѣ давить на стѣнки шара, и стремится ихъ расширить, тогда какъ моя рука старается, наоборотъ, сжать шаръ. По мѣрѣ повышенія столба жидкости, давящая сила его, противодѣйствующая мышечной силѣ моей руки, становится все больше и больше и, очевидно, должна наконецъ достигъ такой величины, при которой она будетъ уравнивать силу моей руки. Этотъ моментъ и наступилъ въ приведенномъ вамъ опытѣ, когда вода въ манометрѣ остановилась, не поднимаясь болѣе кверху, но и не опускаясь внизу; и конечно, въ данномъ случаѣ, высота водяного столба могла бы служить мѣрою для мышечной силы моей руки.

Теперь я дѣлаю тотъ же опытъ, но при открытомъ кранѣ аорты. Вы видите, манометрической столбъ понизился сравнительно съ первымъ случаемъ, но все-таки оставался нѣсколько секундъ неподвижнымъ. Пониженіе его совершенно понятно — теперь сила моей руки производитъ не одно повышеніе воды въ манометрѣ, какъ было въ первомъ случаѣ, а приводитъ еще въ движеніе жидкость, вытекающую черезъ аорту. Давящая сила разложилась слѣдовательно на двѣ части: одна превратилась въ напряженіе жидкости, выражающееся высотой манометрическаго столба, а другая часть превратилась въ скорость. Въ этомъ случаѣ, если бы пришлось измѣрять силу моей руки по произведеннымъ ею эффектамъ, или, что все равно, по величинѣ работъ, оба эффекта пришлось бы сложить вмѣстѣ.

Сердце или, правильнѣе, его желудочки, по производимымъ ими работамъ, очевидно находятся въ условіяхъ 2-го опыта: всей массѣ крови, которую они выталкиваютъ во время сокращенія въ артеріи, они сообщаютъ, съ одной стороны, извѣстной величины напряженіе, а съ другой извѣстную скорость. Къ счастью, величина послѣдней въ аортѣ настолько незначительна, что можно безъ ощутительной погрѣбности пренебречь производящею ее долею сердечной силы <sup>1)</sup>; черезъ это лѣвый желудочекъ, по его работѣ, становится въ условія нашего перваго опыта съ каучуковымъ шаромъ. Отъ него же перейти къ опредѣленію работы лѣваго желудочка въ килограмметрахъ уже очень легко. При каждомъ сокращеніи онъ выталкиваетъ въ аорту около 200 грм. или  $\frac{2}{10}$  килогр. крови и всему этому количеству сообщаетъ напряженіе = почти 3 метра кровяного столба; это значитъ каждая частичка всей выталкиваемой желудочкомъ крови могла бы быть поднята сердцемъ въ манометрѣ

<sup>1)</sup> Я лишень, къ сожалѣнію, возможности доказать это, такъ какъ мнѣ пришлось бы прибѣгнуть къ математическимъ выкладкамъ.

на высоту 3 метровъ; но отсюда явно слѣдуетъ, что работа одного сокращенія =  $\frac{2}{10}$  килогр.  $\times$  3 метра =  $\frac{6}{10}$  килограмметра. Помноживъ эту величину на 75 — получимъ 45 килограмметра. — величину работы лѣваго желудочка въ теченіи одной минуты, такъ какъ въ этотъ періодъ времени сердце сокращается 75 разъ. Помноживъ далѣе величину этой работы на 60 и 24, получаемъ наконецъ 64.800 килограмметра. — суточную работу лѣваго желудочка. Это произведеніе, отбросивъ въ немъ сотни, можно разложить на 64 килò, какъ тяжесть, и 1000 метровъ, какъ высоту поднятія. 1000 метр. равны приблизительно верстѣ, а 64 килò, считая каждое равнымъ 2 фунт., составятъ 3 пуда. Слѣдовательно суточная работа лѣваго желудочка будетъ равняться поднятію 3 пудовъ на высоту одной версты, или одного пуда на высоту 3 версты

Правый желудочекъ значительно слабѣе лѣваго. По приблизительнымъ измѣреніямъ онъ сообщаетъ крови въ началѣ легочной артеріи напряженіе втрое меньше, чѣмъ лѣвый желудочекъ, поэтому и величина его работы втрое меньше.

Теперь поговоримъ о быстротѣ теченія крови.

Такъ какъ она двигается по замкнутому кольцу и вмѣстѣ съ тѣмъ по ложу очень неправильной формы, попеременно то расширяющемуся, то суживающемуся, то вопросъ о быстротѣ теченія крови вообще долженъ обнимать собою слѣдующихъ два частныхъ вопроса: съ какою быстротою совершаетъ кровь весь свой кругъ по тѣлу и съ какою скоростью она двигается по различнымъ, хотя главнымъ, отдѣламъ кольца, т.-е. по артеріямъ, волоснымъ сосудамъ и венамъ.

Первый вопросъ рѣшается такъ. Живому животному обнажаются какихъ-нибудь два парныхъ венныхъ ствола — всего удобнѣе такъ-называемыя яремныя вены, лежащія по бокамъ шеи, непосредственно подъ кожей (обѣ онѣ составляютъ вѣтви верхней полой вены и несутъ кровь отъ головы къ сердцу), и въ стѣнкахъ обоихъ стволовъ дѣлаются отверстія. Затѣмъ въ одну изъ венъ впрыскивается въ направленіи къ сердцу растворъ какого-нибудь не вреднаго вещества, которое, однако, легко можно было бы открыть въ крови (впрыскиваютъ обыкновенно растворъ такъ-называемой желтой кровяной соли, которая съ солями окиси желѣза даетъ берлинскую лазурь) и считаютъ время съ начала впрыскиванія до того момента, когда изъ ранки противоположной вены покажется кровь, содержащая впрыснутое вещество. Съ этой цѣлью эту кровь собираютъ маленькими отдѣльными порціями черезъ равные короткіе промежутки времени. Такимъ образомъ получается время пере-

движенія крови отъ одной яремной вены къ другой. Путь выпрыснутаго вещества при этомъ слѣдующій: отъ ранки черезъ верхнюю полую вену въ правое предсердіе, отсюда въ правый желудочекъ, изъ него по малому кругу кровообращенія черезъ лёгкое въ лѣвую половину сердца, изъ лѣваго желудочка по вѣтвямъ аорты къ головѣ, отсюда черезъ волосные сосуды въ систему верхней полой вены — въ отверстіе, изъ котораго собирается кровь. Явно, что выпрыснутое вещество описываетъ полный кругъ кровообращенія. Эти опыты, очевидно, можно варьировать на нѣсколько ладовъ, впрыскивая вещества въ вены ногъ (тогда путь нѣсколько длиннѣе) и собирая кровь изъ венъ же, или изъ артерій (въ послѣднемъ случаѣ выпрыснутое вещество описываетъ менѣе, чѣмъ полный кругъ кровообращенія). Путемъ такихъ опытовъ и найдено, что среднимъ числомъ кровь проходитъ одинъ разъ черезъ тѣло менѣе, чѣмъ въ минуту, именно въ 40 сек.; но полагая время оборота равнымъ даже минутѣ, оказалось бы, что въ теченіи сутокъ кровь пройдетъ по тѣлу до 1,500 разъ.

Теперь о частныхъ скоростяхъ кровяного тока по различнымъ отдѣламъ кровеносной системы.

Для теченія жидкостей по замкнутымъ локамъ существуетъ, мм. гг., одинъ очень простой законъ, изъ котораго очень легко вывести распределеніе по ложу скоростей, даже въ случаѣ, если оно представляетъ суженія и расширенія. Этотъ законъ, вытекающій изъ несжимаемости жидкостей, говоритъ: какъ бы неправильно по формѣ и по объему ни было ложе, всегда количества жидкости, протекающей въ теченіи даннаго времени черезъ различныя мѣста (черезъ поперечные разрѣзы) ложа, равны между собою. Вдумайтесь, въ самомъ дѣлѣ, хоть на минуту въ эти слова, и вы увидите, что иначе быть не можетъ. Не будь такого закона, текущая жидкость должна была бы сгущаться въ мѣстахъ, гдѣ черезъ поперечные разрѣзы ложа ея проходитъ больше и разрѣжаться по обѣ стороны такихъ сгущеній. При невозможности этого, законъ нашъ и ведетъ къ тому, что въ случаѣ неравномѣрности ложа измѣняется только быстрота тока — въ суженныхъ мѣстахъ она увеличивается, а въ расширенныхъ замедляется. Это явленіе, извѣстное, конечно, каждому изъ того, какъ текутъ рѣки, всецѣло примѣняется къ скоростямъ крови по длинѣ кровяного кольца.

Артеріальное ложе, какъ вы помните, постоянно вѣтвится, но при этомъ вѣтвленіи оно, какъ я прибавлю теперь, и постоянно расширяется: сумма поперечныхъ разрѣзовъ всѣхъ вѣтвей, отходящихъ отъ даннаго ствола, всегда превышаетъ въ артеріяхъ поперечный разрѣзъ послѣд-

наго. Такое же расширеніе ложа существуетъ и въ мѣстѣ перехода артерій въ волосные сосуды. По другую сторону послѣднихъ венное ложе, наоборотъ, постепенно суживается, но суженіе это по длинѣ веннаго пути къ сердцу идетъ не такъ быстро, какъ расширеніе артерій въ обратномъ направленіи. Это вытекаетъ уже изъ того обстоятельства, что кровь аорты относится къ сердцу двумя палыми венами, изъ которыхъ каждая (особенно нижняя) имѣетъ поперечный разрѣзь, равный поперечному разрѣзу аорты; но кромѣ того и на пути по тѣлу на одну приносящую артерію приходится обыкновенно не одна, а двѣ относящихся вены. Поэтому ложе большого круга кровообращенія имѣетъ вообще слѣдующую форму: начинаясь изъ лѣваго желудочка самымъ узкимъ мѣстомъ, она быстро расширяется въ направленіи къ волоснымъ сосудамъ, здѣсь имѣетъ наибольшую ширину и затѣмъ снова начинаетъ суживаться въ направленіи къ сердцу, но менѣе быстро, чѣмъ расширялись артеріи. По такому ложу кровь должна течь съ наибольшей скоростью въ началѣ аорты, отсюда по длинѣ артерій она должна постоянно убывать; въ волосныхъ сосудахъ скорость должна быть меньше, чѣмъ гдѣ-нибудь; наконецъ, по венамъ кровь должна течь вообще съ быстротой приблизительно вдвое меньшею, чѣмъ по артеріямъ и скорость должна въ нихъ прибывать по мѣрѣ приближенія къ сердцу.

Въ наукѣ существуютъ, мм. гг., средства измѣрять скорость теченія крови во всѣхъ отдѣлахъ кровяного кольца; я не буду, однако, описывать этихъ способовъ, такъ какъ подобныя измѣренія не привели до сихъ поръ ни къ какимъ важнымъ соображеніямъ или практическимъ выводамъ; поэтому скажу лишь нѣсколько словъ объ измѣреніи скорости въ волосныхъ сосудахъ. Это дѣлается при посредствѣ микроскопа. Берется отъ живаго животнаго какая-нибудь прозрачная часть тѣла, безъ нарушенія, конечно, ея связи съ сердцемъ, и разстлана подъ микроскопомъ, который долженъ быть снабженъ придаткомъ, дающимъ возможность измѣрять поле зрѣнія во всевозможныхъ направленіяхъ. Передъ глазами у васъ появляется цѣлая сѣть каналовъ, по которымъ текутъ, на видъ очень быстро, цѣлые сонмы круглыхъ тѣлецъ, окрашенныхъ въ желто-зеленоватый цвѣтъ, если разсматривать ихъ поодиночкѣ. Это и есть, мм. гг., кровь, представляющая не жидкость, какъ мы говорили до сихъ поръ, а смѣсь жидкости съ круглыми тѣльцами, которыя называются кровяными шариками. Присматриваясь къ сѣти сосудовъ попристальнѣе (передвигая, если нужно, объектъ подъ микроскопомъ), вы легко увидите такія трубки, по которымъ кровь течетъ чрезвычайно быстро, притомъ неравномѣрно, а толчками — это артеріи; за-

тѣмъ навѣрное наткнетесь на толстыя трубки съ медленнымъ равномернымъ теченіемъ — это навѣрные вены. Волосныя же сосуды вы узнаете потому, что они, во-первыхъ, очень тонки — многіе едва даютъ возможность проталкиваться черезъ ихъ просвѣтъ одному только шарикѣ разомъ; во-вторыхъ, они образуютъ сѣти. Между звеньями послѣдней выберете такую трубочку, которая была бы по всей длинѣ передъ вашими глазами и въ которой вы могли бы прослѣдить движеніе каждаго шарика въ отдѣльности. Найдя такой сосудецъ, вамъ остается только опредѣлить время прохожденія по его длинѣ одного какого-нибудь шарика, такъ какъ длина пути непосредственно измѣряется микроскопомъ. Такія измѣренія и показываютъ, что въ волосныхъ сосудахъ кровь еле-еле ползетъ — въ 1 секунду она проходитъ 1 миллиметръ. Кому случилось наблюдать подъ микроскопомъ движеніе крови безъ всякой задней мысли, тотъ можетъ не повѣрить моимъ словамъ — такъ быстро на видъ ея теченіе; стѣдуетъ, однако, сообразить, что представленіе о скорости слагается всегда изъ двухъ элементовъ, времени и пробѣгаемаго пространства, и что микроскопъ, оставляя первое безъ измѣненія, увеличиваетъ пространство въ нѣсколько разъ, тогда дѣло и объяснится. Въ среднихъ отдѣлахъ аорты измѣреніе даетъ 200 мм. слишкомъ въ 1 сек., а въ началѣ ея скорость крови принимается = 400 мм. въ 1".

Послѣ этого отступленія я перехожу уже къ описанію послѣдняго придатка кровеноснаго аппарата — къ лимфатической системѣ.

Въ грубо-анатомическомъ смыслѣ она представляетъ систему вѣтвящихся трубокъ, столько же распространенную по тѣлу, какъ венная система большаго кровянаго круга, и очень похожую на нея какъ по устройству трубокъ (лимфатическія трубки также сильно растяжимы, какъ вены и въ полостяхъ ихъ по длинѣ тоже сидятъ клапаны), такъ и по наклонности ихъ образовать сѣти. Вся система кончается одиночной трубкой, такъ-называемымъ *груднымъ протокомъ*, который вливаетъ свое содержимое въ верхней части груди въ одну изъ главныхъ вѣтвей верхней полой вены. Этотъ главный стволъ образуется изъ сліянія развѣтвляющихся по всему тѣлу трубокъ, мельчайшія вѣточки которыхъ лежатъ, подобно волоснымъ сосудамъ, въ глубинѣ тканей. Чтобы сразу опредѣлить сферу распространенія лимфатической системы по тѣлу, достаточно будетъ сказать, что во всѣхъ органахъ, снабжаемыхъ кровью, непременно есть и лимфатическія сосуды. Однако лимфатическая система своими окончателными развѣтвленіями не стоитъ въ прямомъ сообщеніи съ кровеносной; это доказывается уже тѣмъ, что окрашенныя клеевыя массы, вырскиваемыя въ полость послѣдней, никогда не переходятъ въ

лимфатическія трубки. Стало бытъ, начала лимфатической системы въ тканяхъ должны представлять самостоятельныя полости. Если обнажить на живомъ животномъ лимфатическія трубки, то онѣ оказываются наполненными прозрачною, слегка желтоватою жидкостью, которая носитъ общее названіе *лимфы*. Перевязкою этихъ сосудовъ, въ какомъ бы то ни было мѣстѣ, легко убѣдиться, что лимфа находится въ постоянномъ движеніи и течетъ, какъ кровь по венамъ (безъ толчковъ, какъ венная, но еще медленнѣе ея) въ направленіи отъ мелкихъ вѣтвей къ главному стволу, т. е. отъ тканей тѣла къ венной системѣ. Это вытекаетъ изъ того, что вслѣдъ за перевязкой лимфатической трубки, ея периферическая часть сильно раздувается, а по другую сторону лигатуры просвѣтъ сосуда значительно спадается.

Этого бѣглаго очерка пока достаточно, чтобы приступить къ описанію жизненнаго значенія различныхъ отдѣловъ лимфатической системы.

Говоря о выступленіи жидкихъ частей крови изъ полости кровеносной системы, я старался лишь доказать вамъ, что этотъ процессъ происходитъ путемъ фильтраціи въ сферѣ волосныхъ сосудовъ; но о мѣстѣ, куда фильтруется жидкость, было сказано лишь вскользь. Теперь пришло время и для этого вопроса. Много разъ было уже говорено, что питательная жидкость крови предназначена возстановлять разрушенія въ сферѣ элементовъ тѣла; казалось бы, что при этомъ условіи ей всего нѣлесообразнѣе проникать въ самую середину элементовъ, а между тѣмъ микроскопическія изслѣдованія животнаго тѣла показываютъ, что нѣтъ такой ткани, нѣтъ такой точки тѣла, гдѣ тканевой элементъ пронизывался бы волоснымъ сосудомъ. И это обстоятельство становится сразу понятнымъ, если разсудить, что всѣ форменные элементы тѣла, снабжаемые кровью, имѣютъ полужидкую (слѣдовательно до извѣстной степени твердую) консистенцію, которая представляла бы огромныя препятствія для фильтраціи. Но куда же фильтруется тогда кровяная жидкость? Чтобы отвѣтить на этотъ вопросъ, я постараюсь описать вамъ, по возможности, наглядно, то общее представленіе, которое выработано современной наукой о микроскопическомъ строеніи нашихъ органовъ и о томъ, въ какомъ относительномъ положеніи находятся въ нихъ форменные элементы органовъ и кровеносные сосуды. Каждый органъ нашего тѣла непременно состоитъ изъ мягкаго остова или скелета, служащаго, такъ сказать, механическою поддержкою всему зданію. Форма этого скелета, образованнаго всегда изъ такъ-называемой соединительной ткани, можетъ видоизмѣняться, смотря по формѣ и положенію входящихъ въ составъ органа характерныхъ или, какъ говорятъ, специфическихъ элемен-



товъ <sup>1)</sup> (т.-е. смотря по тому, имѣютъ ли послѣдніе форму шаровъ, или волоконъ, лежатъ ли они разсѣянно въ толщѣ органа, или идутъ пучками и пр.); но въ сущности она все-таки представляетъ густую сѣть, образованную изъ волоконъ и пластинокъ соединительной ткани. Поэтому мягкій скелетъ органовъ очень удобно можно сравнить съ губкой, только поздри ея слѣдуетъ уменьшить въ воображеніи до микроскопическихъ размѣровъ. Въ этихъ поздрахъ лежатъ специфическіе элементы тканей, но лежатъ свободно, не срастаясь ни съ волокнами, ни съ пластинками скелета, такъ что между ними образуются свободныя пространства. Поддерживая и скрѣпляя специфическіе элементы органовъ въ компактную массу, мягкіе скелеты служатъ вмѣстѣ съ тѣмъ правиломъ для вѣдряющихся въ органы сосудовъ. Послѣдніе распространяются и вѣтвятся сначала по перекладинамъ сѣти, но перейдя въ волосные сосуды, пронизываютъ и самыя поздри, т.-е. входятъ въ свободныя промежутки, или, какъ ихъ называютъ, трещины между элементами тканей. Эти-то микроскопическія полости или трещины въ органахъ и представляютъ мѣста, куда фильтруется изъ волосныхъ сосудовъ кровь; въ то же время они составляютъ *начала лимфатической системы* <sup>2)</sup>. Такъ какъ описанное отношеніе между элементами тканей, волосными сосудами и началами лимфатической системы считается въ тѣлѣ повсюднымъ, то явно, что вообще *лимфатическая система своими началами даетъ питательной жидкости, выступившей изъ кровяныхъ сосудовъ, возможность непосредственнаго соприкосновенія съ элементами тѣла*. Это первое значеніе лимфатической системы, ея первая услуга тѣлу.

Было бы, конечно, очень желательно показать вамъ на дѣлѣ, въ какомъ-нибудь органѣ, начала лимфатической системы и собрать изъ нихъ хоть нѣкоторое количество жидкости, чтобы вы имѣли возможность сравнить кровь съ ея фильтратомъ; желательно было бы также показать на опытѣ самый процессъ фильтраціи крови. Къ сожалѣнію, большинство этихъ желаній или абсолютно неисполнимо, или неудобно къ исполненію по чисто внѣшнимъ условіямъ нашихъ бесѣдъ. Устройство началъ лимфатической системы есть, мм. гг., плодъ долговременныхъ изысканій; надъ этимъ труднымъ и еще незаконченнымъ вопросомъ работало много

<sup>1)</sup> Въ мышцѣ специфическій элементъ есть мышечное волокно; въ нервной—нервное волокно и нервная клѣтка; въ желѣзѣ — отдѣлительная клѣтка и пр.

<sup>2)</sup> Въ наукѣ существуетъ еще другое воззрѣніе на начала лимфатической системы, но я его не привожу, потому что оно отличается отъ развитаго скорѣе по деталямъ, чѣмъ по сущности, притомъ же большинство физиологовъ держится описаннаго воззрѣнія.

специалистовъ, и несмотря на то, въ результатахъ и по сіе время существуютъ еще нѣкоторыя разногласія. Что же касается до собиранія жидкости изъ лимфатическихъ началъ, то безъ особенныхъ уловокъ это невозможно по той простой причинѣ, что тканевыя лимфатическія трещины имѣютъ микроскопическіе размѣры. Въ чемъ состоитъ эта уловка, я скажу ниже, теперь же взамѣнъ лимфы изъ началъ лимфатической системы я представляю вашему вниманію жидкость, скопляющуюся у людей во время общеизвѣстной болѣзни водянки, чтобы вы имѣли возможность сравнить ее съ кровью. Впослѣдствіи я докажу, что лимфа и водяночная жидкость тождественны между собою, и по составу и по способу происхожденія. Эта жидкость стоитъ передъ вами въ стаканѣ, и вы видите, что по виду она очень значительно отличается отъ подлѣ стоящей крови, которая непрозрачна и окрашена въ красный цвѣтъ, тогда какъ водяночная жидкость прозрачна и почти безцвѣтна. Это различіе зависитъ, мм. гг., оттого, что въ крови, какъ разъ уже было упомянуто, сверхъ прозрачной безцвѣтной жидкости есть окрашенные тѣльца, такъ-называемые кровяные шарики, которымъ кровь обязана своимъ цвѣтомъ и непрозрачностью, и которые не могутъ, какъ твердыя тѣла, фильтроваться сквозь стѣнки сосудовъ. Удалите изъ крови шарики и въ остаткѣ получится жидкость, ничѣмъ не отличающаяся отъ водяночной. Въ доказательство этого обращаю ваше вниманіе на 3-й стаканъ, въ которомъ изъ крови выдѣлилась, путемъ свертыванія, жидкая часть, называемая кровяною сывороткою. Если вы сравните ее съ водяночною жидкостью, то съ виду въ самомъ дѣлѣ не замѣтите между ними никакой разницы. Но сходство идетъ и далѣе. Если обѣ жидкости я вскипачу, особенно прибавивъ къ нимъ немного кислоты, обѣ онѣ, какъ видите, свертываются. Въ обѣихъ жидкостяхъ заключается, мм. гг., бѣлокъ (свертывающійся отъ жара), и это ихъ главнѣйшая составная часть, придающая и крови и ея фильтрату значеніе питательнаго сока. Если бы по удаленіи свернувшася бѣлка, я сталъ анализировать въ обѣихъ жидкостяхъ остающуюся затѣмъ воду, то нашелъ бы и тутъ въ обѣихъ порціяхъ совершенно однородный рядъ веществъ. Можно ли сомнѣваться послѣ этого, что водяночная жидкость и жидкая часть крови тождественны между собою.

Теперь обращаюсь къ опытамъ, доказывающимъ фильтрацію жидкой части крови въ начала лимфатической системы. Дѣлать ихъ я не стану, такъ какъ они требуютъ кровавыхъ операцій на большихъ животныхъ, а только опишу.

Въ основѣ ихъ лежитъ слѣдующій рядъ разсужденій. Прямые опыты надъ лимфатическими трещинами, по причинѣ ихъ малости, невозможны, но каналы, выводящіе лимфу изъ тканей, настолько велики, что ихъ

можно обнажать, перерѣзывать и собирать, съ цѣлью измѣренія, вытекающую изъ нихъ жидкость; по количеству же послѣдней, очевидно, можно судить и о количествѣ лимфы, приготовляемой въ данномъ участкѣ тѣла; на этомъ основаніи, если лимфа приготовляется изъ крови путемъ фильтраціи, то конечно слѣдуетъ ожидать, что съ усиленіемъ послѣдней въ какомъ ни-на-есть мѣстѣ тѣла, количество лимфы, выносимой изъ него отводящимъ каналомъ, тотчасъ же должно увеличиваться, и наоборотъ. Все дѣло, стало быть, въ томъ, чтобы навѣрняка усилить или ослабить условія фильтраціи крови, а тамъ уже вопросъ рѣшается простымъ измѣреніемъ количества вытекающей изъ лимфатической трубки жидкости. Но какъ же усилить или ослабить условія фильтраціи крови? Усиленіе ихъ легче, и потому я скажу только объ немъ. Усилить условія фильтраціи — значитъ усилить дѣйствіе силы, продавливающей кровь черезъ стѣнки волосныхъ сосудовъ, другими словами, для этого нужно усилить напоръ крови въ волосныхъ сосудахъ. Достигнуть этого, очевидно, легко, затруднивъ оттокъ крови по венамъ, — тогда въ соотвѣтствующей провинціи волосныхъ сосудовъ должно накопляться бѣльшее противъ нормы количество крови, такъ какъ она продолжаетъ притекать по артеріямъ, кровь должна застаиваться въ волосныхъ сосудахъ, расширять ихъ и усиленно давить на стѣнки.

Въ этой формѣ опыты обыкновенно и дѣлаются. Вотъ, напр., самая простая, хотя и не лучшая форма опыта. Собакѣ обнажается на шеѣ лимфатическій каналъ, относящій лимфу отъ головы къ груди, прорѣзывается и измѣряется количество лимфы, вытекающей въ теченіе известнаго времени. Затѣмъ собакѣ перетягиваютъ морду шнуркомъ. Такъ какъ артеріи лежатъ вездѣ глубже венъ и сдавливаются значительно труднѣе ихъ, то лигатура уничтожаетъ оттокъ крови отъ морды вполне, не прекращая совсѣмъ артеріальнаго притока. Вслѣдствіе этого морда вскорѣ отекаетъ. Когда отекъ достигъ замѣтныхъ размѣровъ, шнурокъ распускается и на отекшія мѣста давятъ рукой; вслѣдъ за этимъ изъ лимфатическаго ствола вытекаетъ втрое или даже болѣе жидкости, чѣмъ передъ наложеніемъ лигатуры.

Опытъ этотъ доказываетъ, слѣдовательно, причинную связь между затрудненнымъ движеніемъ крови по венамъ и скопленіемъ жидкости въ лимфатическихъ трещинахъ, т. е. отекомъ ткани; но затрудненное движеніе крови равносильно усиленію условій ея фильтраціи черезъ стѣнки волосныхъ сосудовъ, стало быть, скопленіе лимфы въ лимфатическихъ трещинахъ есть результатъ усиленной фильтраціи крови. Еще болѣе доказательную форму представляютъ опыты собиранія лимфы изъ лимфатическихъ стволовъ при непосредственномъ сдавливаніи, или перевязкѣ венъ.

## V.

Продолженіе о лимфатической системѣ.—Процессъ поступления твердыхъ и жидкихъ веществъ въ кровь. — Общія понятія объ устройствѣ пищевой трубки.

Мм. Гг.! Прошлый разъ было описано устройство лимфатической системы и затѣмъ доказано, что наполняющая ихъ жидкость происходитъ изъ крови путемъ фильтраціи. Теперь мнѣ слѣдовало бы говорить о судьбахъ кровеного филътрата; но прежде, чѣмъ приступить къ этому вопросу, я считаю полезнымъ сказать нѣсколько словъ объ одной общеизвѣстной болѣзни водянкѣ, такъ какъ при этомъ мнѣ будетъ дана возможность сообщить вамъ одну очень интересную и важную деталь въ устройствѣ лимфатической системы.

Водяная болѣзнь, отъ какой бы отдаленной причины она ни происходила, имѣетъ своимъ ближайшимъ основаніемъ всегда затрудненное движеніе крови по венамъ той или другой части тѣла. Поэтому, водянка есть всегда результатъ усиленной филътраціи крови, накопляется ли жидкость въ толщѣ органовъ, напр., въ кожѣ и подъ ней, при отеканіи рукъ и ногъ, или она собирается въ свободныхъ полостяхъ, какъ напр., при грудной и брюшной водянкѣ. Чтобы послѣднія двѣ формы болѣзни были, однако, для васъ понятны, мнѣ необходимо сказать нѣсколько словъ о положеніи органовъ въ грудной и брюшной полости. Если вы вскрыете животъ, то въ противоположность моимъ словамъ не найдете въ немъ никакого свободного пространства: онъ вполнѣ и даже съ избыткомъ выполненъ брюшными внутренностями. Однако свободная и гладкая поверхность послѣднихъ (желудка, печени, кишекъ и пр.) всегда мокра, и тоже самое вы находите на гладкой внутренней поверхности брюшныхъ стѣнокъ. Стало быть, между брюшными стѣнками и поверхностью брюшныхъ внутренностей есть все-таки маленькое пространство

съ небольшимъ количествомъ жидкости. И такое пространство, въ формѣ капиллярной щели, конечно, должно существовать, такъ какъ стѣнки живота и его содержимое лишь соприкасаются другъ съ другомъ. Но откуда же взаться въ этой капиллярной щели жидкости? Обратите вниманіе на поверхность кишекъ съ одной стороны, и на внутреннюю поверхность брюшныхъ стѣнокъ съ другой, тогда загадка разъяснится. Въ гладкой пластинкѣ, выстилающей эти поверхности, развѣтвляются сосуды; въ волосной части ихъ, конечно, постоянно происходитъ фильтрація, и отсюда жидкость въ капиллярной щели между стѣнками живота и его содержимымъ. Но если это такъ, то казалось бы, что у каждаго человѣка должна сдѣлаться брюшная водянка, такъ какъ фильтрація въ капиллярную щель, продолжаясь годы, должна же наконецъ растянуть эту полость. Это и было бы, мм. гг., еслибы не существовало въ одномъ мѣстѣ брюшной стѣнки снаряда, играющаго роль предохранительнаго клапана. На нижней сторонѣ діафрагмы, обращенной къ полости живота, на самой срединѣ ея, расположена сѣтъ лимфатическихъ трещинъ, сообщающихся съ полостью живота рядами открытых отверстій, и отверстія эти, какъ показываетъ опытъ, служатъ не для изливанія лимфы въ брюшную полость, а наоборотъ, для присасыванія изъ послѣдней жидкостей (именно, если выпрыснуть въ брюшную полость какую-нибудь легко узнаваемую жидкость, она очень быстро попадаетъ въ лимфатическую сѣтъ діафрагмы). Эти-то сосала, встрѣчающіяся также и въ стѣнкахъ грудной полости, и предотвращаютъ скопленіе кровяного фильтрата, если его отдѣляется немного. Когда же, вслѣдствіе затрудненнаго движенія крови по брюшной или грудной венной системѣ, фильтрація въ капиллярныя щели значительно усиливается, предохранительныя снаряды, рассчитанныя на нормальныя условія, оказываются недостаточно сильными и жидкость, скопляясь въ капиллярной щели, растягиваетъ ее наконецъ въ огромную полость.

Очень вѣроятно, что такіе же снаряды существуютъ и въ другихъ обширныхъ капиллярныхъ щеляхъ тѣла, въ которыхъ можетъ происходить скопленіе водяночной жидкости; но до сихъ поръ лимфатическія сосала открыты только въ двухъ названныхъ полостяхъ. Что же касается до лимфатическихъ трещинъ въ тканяхъ, гдѣ при болѣзненныхъ условіяхъ (въ отекѣ) тоже можетъ быть скопленіе кровяного фильтрата, тамъ роль предохранительныхъ снарядовъ берутъ на себя истоки ихъ, лимфатическія трубки.

О значеніи этихъ истоковъ и будетъ теперь рѣчь.

Установивъ фактъ выступленія жидкой части крови изъ полости

кровеносныхъ сосудовъ, какъ несомнѣнную истину, мы этимъ самымъ поставили себя въ необходимость отвѣчать на вопросъ, что дѣлается далѣе съ кровеннымъ фильтратомъ. Если онъ, по мѣрѣ своего образованія, тотчасъ же и безъ остатка употребляется въ дѣло элементами тѣла, превращающими его въ свое вещество, то въ крови должны образоваться значительные дефициты питательной жидкости и рядомъ съ этимъ должны существовать условія для покрытія ихъ. Или, можетъ быть, не весь кровенной фильтратъ потребляется сразу, и тогда является вопросъ, куда дѣлается излишекъ. Вдумавшись нѣсколько въ эти вопросы, легко убѣдиться, что первый случай мало вѣроятенъ. Онъ возможенъ только, или при какой-то ничѣмъ ненасытной алчности элементовъ тѣла къ питательному соку, что невозможно, такъ какъ объемъ разрушенія веществъ въ тѣлѣ въ каждую единицу времени имѣетъ предѣлы; или при условіи, когда питательнаго сока фильтруется въ каждый маленькій участокъ тѣла именно столько, сколько его тамъ нужно для возстановленія потерь, что, въ свою очередь, трудно выполнимо, такъ какъ фильтрація производится слѣпою силою напора сердца. Поэтому, второй случай возможнѣе, и онъ въ самомъ дѣлѣ существуетъ, мм. гг.; но для того, чтобы излишекъ питательнаго вещества, выступившаго изъ крови, не терялся для нея, лимфатическія трещины имѣютъ истоки въ систему лимфатическихъ сосудовъ, по которымъ излишекъ и течетъ въ вены, т.-е. возвращается въ потокъ крови, изъ которой вышелъ. Это второе значеніе лимфатической системы въ жизни тѣла — *сохранять и возвращать крови излишекъ выступившаго изъ нея питательнаго вещества*. Съ этой точки зрѣнія становится совершенно понятнымъ, что ёмкость лимфатической системы должна быть меньше ёмкости венной системы, также и то обстоятельство, что лимфа должна течь въ направленіи отъ мелкихъ вѣтвей къ своему главному стволу — грудному протоку.

Какія же однако силы заставляютъ двигаться лимфу?

Главнѣйшая изъ нихъ опять-таки напоръ сердца. Подъ его вліяніемъ происходитъ непрерывное накопленіе лимфы въ тканевыхъ трещинахъ; стѣнки послѣднихъ, хотя и могутъ растягиваться, но только до извѣстной степени, притомъ же полости трещинъ имѣютъ свободные истоки въ сторону лимфатическихъ трубокъ. Подъ вліяніемъ всѣхъ этихъ условій вмѣстѣ, постоянное накопленіе жидкости въ трещинахъ должно наконецъ повести къ выступленію изъ нихъ жидкости. Съ этого момента каждая лишняя капля лимфы въ началѣ системы должна лишь поддерживать уже существующее вытеченіе. Эта сила дѣйствуетъ слѣдовательно, въ началахъ лимфатической системы. Въ концѣ же ея ра-

ботаешь присасывательное дѣйствіе венъ, въ которыя впадаетъ грудной протокъ, и присасывательное дѣйствіе грудной клѣтки, такъ какъ главный лимфатическій стволъ идетъ черезъ всю вышину грудной полости, и слѣдовательно для него, по отношенію къ периферическимъ частямъ лимфатической системы, существуютъ тѣ же условія, что для устьева венъ. Кромѣ того на периферическія части лимфатическихъ сосудовъ давятъ мышцы костнаго скелета, при движеніяхъ тѣла, и это давленіе тоже помогаетъ теченію лимфы въ направленіи къ грудному протоку, такъ какъ клапаны лимфатическихъ сосудовъ допускаютъ движеніе жидкости только въ этомъ направленіи.

Изъ того общаго представленія объ устройствѣ лимфатической системы, которое вы должны были себѣ составить на основаніи того, что было до сихъ поръ мною сказано, вы имѣли бы полное право заключить, что услуги этого аппарата тѣлу исчерпываются функціями приводить питательный сокъ въ непосредственное соприкосновеніе съ элементами тѣла и возвращать крови избытокъ его; одного взгляда на путь лимфатическихъ сосудовъ однако достаточно, чтобы убѣдиться въ противномъ. Путь этотъ не сплошь состоитъ изъ трубокъ, но мѣстами прерывается болѣе или менѣе кругловатыми компактными тѣлами, величиною съ бобъ и менѣе; тѣла эти носятъ общее названіе лимфатическихъ желѣзъ. Устройство ихъ можно передать вамъ и вѣрно и просто помощью губки. Подобно ей, они состоятъ изъ сѣтчатаго скелета, имѣющаго чисто механическое значеніе, — поддерживать специфическіе элементы желѣзы; послѣдніе же имѣютъ форму безцвѣтныхъ круглыхъ шариковъ микроскопической величины и лежатъ совершенно свободно въ ноздрахъ сѣти; къ каждой желѣзкѣ непременно подходитъ артерія, входящая въ глубь по перегородкамъ остова и, конечно, переходящая затѣмъ въ волосныя сосуды и вены; но, сверхъ того, къ каждой желѣзѣ подходитъ еще и отходитъ отъ нея хоть по одной лимфатической трубкѣ; лимфа, приносимая приводящимъ каналомъ, разливается по ноздрамъ, охватываетъ своимъ токомъ лимфатическіе шарики и выходитъ изъ желѣзы выводящимъ протокомъ. Наблюденія надъ такими мѣстами лимфатической системы, гдѣ можно сравнить другъ съ другомъ подъ микроскопомъ каналы, не проходившіе еще черезъ желѣзы, съ продолженіемъ ихъ за желѣзами, показываетъ, что токъ лимфы уноситъ изъ полостей желѣзы безцвѣтные лимфатическіе шарики; съ другой стороны есть факты, говорящіе въ пользу того, что послѣдніе фабрикуются въ полости желѣзъ постоянно. Такимъ образомъ оказывается, что въ сферѣ лимфатической системы существуетъ еще приготовленіе какихъ-то фор-

менных элементовъ. Но ради какихъ цѣлей, и какое вообще значеніе они имѣютъ? Вопросъ этотъ разрѣшенъ, мм. гг., неполнѣ, но есть цѣлый рядъ оснований думать, что въ концѣ концовъ они превращаются въ красные шарики крови. Вотъ нѣкоторыя изъ этихъ оснований. Лимфа, втекающая въ кровь непрерывно, вноситъ въ нее значительное количество лимфатическихъ тѣлъ; съ другой стороны, въ крови нѣтъ условій къ ихъ разрушенію и выходитъ изъ кровеного потока, при нормальныхъ условіяхъ <sup>1)</sup>, они едва-ли могутъ вообще, тѣмъ болѣе въ значительныхъ количествахъ; а между тѣмъ прямыя наблюденія показываютъ, что при нормальныхъ условіяхъ количество лимфатическихъ тѣлъ въ крови остается приблизительно постояннымъ. Если къ этому прибавить, что для красныхъ кровеныхъ шариковъ, наоборотъ, условія разрушенія въ тѣлѣ существуютъ и что, не смотря на это, количество ихъ тоже не измѣняется; — то становится очень вѣроятною мысль о замѣщеніи разрушенныхъ красныхъ безцвѣтными лимфатическими шариками. Рядомъ съ этими общими соображеніями очень вѣское значеніе получаютъ наблюденія надъ превращеніями, претерпѣваемыми лимфатическими тѣлами со стороны формы и свойствъ, если они искусственно приводятся на нѣкоторое время въ соприкосновеніе съ кровью, тѣмъ болѣе, что при этихъ превращеніяхъ они болѣе и болѣе приближаются, по своимъ свойствамъ, къ краснымъ шарикамъ. Къ сожалѣнію до сихъ поръ еще не удалось довести искусственно эти превращенія до конца, поэтому вопросъ еще не окончательно рѣшенъ.

Во всякомъ случаѣ наука принимаетъ, какъ въ высшей степени вѣроятное, что лимфатическая система, съ ея желѣзами, представляетъ, сверхъ описанныхъ уже функцій, *такой отростокъ кровеноснаго аппарата, который снабжаетъ кровь форменными элементами.*

Въ этой 3-й, но еще не послѣдней, функціи лимфатической системы, вы видите, мм. гг., впервые случай возобновленія въ тѣлѣ разрушенныхъ элементовъ.

Объ остальныхъ услугахъ лимфатическаго аппарата тѣлу я скажу впоследствии, теперь же покажу вамъ изображенія бѣлыхъ и красныхъ шариковъ.

(На экранъ бросается рисунокъ тѣхъ и другихъ).

Судя по виѣшнему виду, бѣлые шарики всего лучше можно опредѣ-

<sup>1)</sup> Что при болѣзненныхъ условіяхъ они могутъ выходить изъ полости кровеносныхъ сосудовъ, это доказано прямыми наблюденіями, но самый способъ ихъ выходу еще не вполне разъясненъ.



лить, какъ неправильныя комочки безцвѣтнаго зернистаго вещества. Если же присмотрѣться къ нимъ повнимательнѣе, то нужно будетъ еще прибавить «сократительнаго вещества». Они измѣняютъ, мм. г., безпрерывно свою форму, выпуская изъ своего тѣла и снова втягивая въ него отростки. Если при этомъ къ поверхности отростка случайно пристанетъ какая-нибудь маленькая порошинка, она втягивается въ глубь тѣла: — бѣлые шарики какъ бы глотаютъ ее. Благодаря своимъ сокращеніямъ, они могутъ ползати на поверхности микроскопическаго стеклышка. Подъ вліяніемъ электрическаго раздраженія они скомбиваются въ неподвижныя, на нѣкоторое время, шары и въ эту же форму они переходятъ при умираніи. Красныя шарики высшихъ животныхъ имѣютъ, наоборотъ, всегда опредѣленную форму — у человѣка они являются въ видѣ круглыхъ пластинокъ съ давленіями на широкихъ поверхностяхъ. Вещество ихъ равномерно и окрашено въ желто-зеленоватый цвѣтъ. Шарики эти не обладаютъ сократительностью, ни сами по себѣ, ни поды вліяніемъ раздраженій. Тѣ и другія тѣльца имѣютъ микроскопическую величину, но бѣлыя нѣсколько больше красныхъ. Чтобы дать вамъ понятіе о мелкости этихъ элементовъ, достаточно будетъ сказать, что въ 1 куб. миллим. человѣческой крови насчитываютъ до 5 миллионувъ красныхъ шариковъ и до 14 тысячъ бѣлыхъ.

Этимъ я и заканчиваю о движеніи по тѣлу крови и лимфы.

Теперь, согласно принятому нами плану, мнѣ слѣдуетъ говорить о процессѣ поступленія въ кровь, а черезъ нея и въ тѣло, твердыхъ и жидкихъ веществъ, т.-е. пищи и питья.

Процессъ этотъ происходитъ въ общихъ чертахъ слѣдующимъ образомъ. Сначала пищевыя вещества поступаютъ черезъ ротъ въ такъ наз. *желудочно-кишечный* или *пищеварительный каналъ*; передвигаясь по длинѣ его въ теченіи часовъ, они въ нѣкоторыхъ, и обыкновенно расширенныхъ, мѣстахъ канала задерживаются на болѣе или менѣе долгое время и подвергаются здѣсь многообразнымъ механическимъ и химическимъ вліяніямъ, имѣющимъ однако одну общую цѣль — приготовить изъ пищи, въ ея первоначальной грубой формѣ, питательный экстрактъ въ жидкомъ видѣ. Соотвѣтственно этимъ цѣлямъ, пищевой каналъ приспособленъ, во-первыхъ, къ передвиганію пищи по его длинѣ и къ задержкѣ ея въ томъ или другомъ мѣстѣ, смотря по надобности; затѣмъ, полость его снабжена механическими придатками для измельченія и растиранія пищи; наконецъ, въ этой полости существуютъ жидкости, способныя вытягивать изъ пищи питательныя составныя части.

Если смотрѣть на дѣло съ этой точки зрѣнія, то уже чисто внѣшнее разсматриваніе однѣхъ только формъ пищеварительнаго снаряда, у различныхъ животныхъ, дѣлается въ высшей степени поучительнымъ.

Возьмемъ, напр., для сравненія пищевые каналы всеяднаго чело-вѣка, собаки — какъ плотояднаго животнаго, и теленка, какъ предста-вителя травоядныхъ. Всѣ они въ общихъ чертахъ имѣютъ форму от-крытой съ обоихъ концовъ (отверстіе рта и задній проходъ) трубки съ тремя главными расширеніями по длинѣ. Первое расширеніе есть по-лость рта, второе — желудокъ, третье — толстыя кишки. Часть трубки между 1-мъ и 2-мъ расширеніемъ называется пищеводомъ; здѣсь пища двигается быстрѣе, чѣмъ во всѣхъ прочихъ отдѣлахъ. Замѣтной раз-ницы въ длинѣ всѣхъ 3-хъ пищеводовъ нѣтъ, если же она и существуетъ, то объясняется разницей въ длинѣ шеи. Но посмотрите, какая разница въ объемѣ желудковъ — у теленка онъ навѣрное вдвое или даже втрое больше, чѣмъ у чело-вѣка и собаки. Если притомъ его разрѣзать, то онъ оказывается не объ одной полости, какъ у послѣднихъ, а объ 4-хъ. Вы конечно знаете, мм. гг., или по крайней мѣрѣ слышали, что коровы, овцы, козы отрыгиваютъ жвачку, т.-е. что они разъ проглоченную пищу возвращаютъ въ ротъ, пережевываютъ и снова глотаютъ. Устройство телячьяго желудка и соотвѣтствуетъ этой особенности — кромѣ отдѣла, эквивалентнаго желудку чело-вѣка и собаки, онъ заключаетъ снаряды, имѣющіе цѣлю задерживать и размачивать пищу передъ ея возвраще-ніемъ въ ротъ. Еще поразительнѣе разница въ кишкахъ — длина ихъ у теленка навѣрно въ четверо больше, чѣмъ у собаки, гдѣ кишки всего короче. Этимъ и объясняются тѣ огромные размѣры живота, которыми отличаются вообще травоядныя животныя въ сравненіи съ поджарыми плотоядными. Можно смѣло сказать, что у нихъ брюшныя внутренности составляютъ болѣе трети объема всего тѣла. Такое сильное развитіе пищевого канала у жвачныхъ, очевидно, рассчитано на введеніе въ тѣло огромныхъ количествъ пищи, и кто не знаетъ въ самомъ дѣлѣ, что большая часть ихъ жизни проходитъ въ ѣдѣ и пережевываніи жвачки.

Стѣнки пищевого канала устроены вездѣ по слѣдующему общему типу: онѣ состоятъ изъ наружнаго слоя, имѣющаго чисто-механическое значеніе футляра, изъ средняго — двигательнаго, выстроеннаго изъ мышечныхъ волоконъ, идущихъ частію по длинѣ трубки, частію опоясы-вающихъ ее въ формѣ колець, и наконецъ изъ внутренняго слоя — такъ-назыв. слизистой оболочки. Этотъ послѣдній слой, по его значенію въ пищеварительныхъ актахъ, слѣдуетъ назвать соко-отдѣлительнымъ. Вся слизистая оболочка пищевого канала густо усыяна микроскопической ве-

личины углубленіями съ поверхности, на днѣ которыхъ помѣщены снаряды (отдѣлительныя клѣтки), предназначенныя для приготовленія жидкостей, принимающихъ непосредственное участіе въ пищеварительныхъ актахъ, — изъ нихъ выдѣляется слизь, желудочный и кишечный соки. Рядомъ съ этими маленькими, разбѣянными желѣзками, пищеварительная трубка снабжена еще цѣлымъ рядомъ виѣшнихъ желѣзистыхъ придатковъ, которые изливаютъ свои соки въ ея полость посредствомъ болѣе или менѣе длинныхъ трубокъ, называемыхъ выводными протоками. Съ полостью рта сообщаются три пары слюнныхъ желѣзъ: околушная пара, подчелюстная и подъязычная; въ верхнюю часть тонкой кишки, тотчасъ подъ желудкомъ, изливаютъ свое содержимое печень и поджелудочная (панкреатическая) желѣза. Соки этихъ придатковъ, вмѣстѣ съ отдѣленіями разбѣянныхъ желѣзъ, и составляютъ тѣ пищеварительныя жидкости, при посредствѣ которыхъ изъ пищи въ ея первоначальной грубой формѣ готовятся жидкіе питательные экстракты.

Послѣдній рядъ снарядовъ, которыми вооружена пищевая трубка, это аппараты для размельченія пищи — зубы и мышечный жевательный механизмъ. Обратите вниманіе на эти снаряды у человѣка, собаки и теленка, — здѣсь опять существуютъ замѣчательныя разницы: у собаки, и вообще у всѣхъ плотоядныхъ, концы зубовъ имѣютъ форму острыхъ клиньевъ; соотвѣтственно этому они не жуютъ, а только разрываютъ пищу; у теленка такихъ зубовъ нѣтъ и помину, у нихъ слабо развиты даже зубы въ формѣ долотъ, которыми вооружена у человѣка передняя часть рта, по крайней мѣрѣ спереди, въ верхней челюсти, зубовъ у коровы нѣтъ вовсе; но за то у травоядныхъ усиленно развитъ жевательный снарядъ съ коренными зубами, дѣйствующими какъ жернова. Посмотрите теперь на зубы всеяднаго человѣка — у него есть и рѣзцы и жернова, соотвѣтственно смѣшанному характеру пищи. Очень поучителенъ въ этомъ отношеніи также пищевой каналъ курицы, на который я обращаю ваше вниманіе. Во рту у нея нѣтъ зубовъ, а между тѣмъ пишу ея составляютъ сухія зерна. Здѣсь снарядъ для измелчванія пищи раздѣленъ между особымъ расширеніемъ пищевой трубки — *зобомъ*, предшествующимъ желудку, и самымъ желудкомъ. Въ зобу проглоченныя зерна размачиваются, а въ желудкѣ, при посредствѣ сильныхъ сокращеній стѣнокъ, они растираются. Соотвѣтственно послѣдней цѣли мышцы въ стѣнкахъ куриного желудка развиты чрезвычайно сильно, а полость его выстлана изнутри крѣпкимъ, почти какъ хрящъ, слоемъ.

Въ заключеніе лекціи я покажу вамъ изображенія желѣзъ, приготовляющихъ пищеварительные соки.

(При этомъ на экранъ бросаются другъ за другомъ изображенія: слизистыхъ и пепсиновыхъ желѣзъ; затѣмъ показывается строеніе поджелудочной желѣзы и устройство желче-отдѣлительнаго аппарата печени по Пфлюгеру).

Сначала я скажу объ устройствѣ тѣхъ, которыя сидятъ въ самой толщѣ слизистой оболочки.

Слизистую оболочку вы должны себѣ представлять, какъ слой кожи, выстилающій всю полость пищевой трубки. Подобно кожѣ, свободная поверхность ея сплошь покрыта тонкимъ роговымъ покровомъ, состоящимъ изъ плотно-склеенныхъ между собою пузырьковъ, эпителиальныхъ клѣточекъ. Этотъ слой, называемый эпителиальнымъ, продолжается, какъ видите, во всѣ безъ исключенія желѣзистыя углубленія, но на днѣ ихъ онъ не вездѣ измѣняется одинаково. Въ полости—слизистыхъ желѣзъ, напр. нисколько, или очень мало, тогда какъ на днѣ пепсиновыхъ углубленій, приготовляющихъ желудочный сокъ (рис. 9), эпителиальный слой разрастается въ массу клѣтокъ, выполняющихъ всю нижнюю часть желѣзъ безъ остатка. Эти-то метаморфозированныя эпителиальныя клѣтки и составляютъ, мм. гг., самую существенную часть соко-отдѣлительныхъ снарядовъ тѣла. Таже самая исторія повторяется въ самомъ дѣлѣ на слюнныхъ желѣзахъ и на поджелудочной. Въ тѣхъ и другихъ органахъ, устроенныхъ совершенно по одному и тому же типу, эпителиальный слой переходитъ со слизистой оболочки въ выводной каналъ желѣзы, вѣтвится съ нимъ (рис. 10) на подобіе дерева, не измѣняя на этомъ пути своей первоначальной природы, и достигаетъ, наконецъ, слѣпыхъ пузырьчатыхъ концовъ выводнаго канала, соответствующихъ дну вышеописанныхъ желѣзокъ, сидящихъ въ слизистой оболочкѣ. Здѣсь, а по новѣйшимъ изслѣдованіямъ, и нѣсколько раньше, эпителиальныя клѣтки, метаморфозируясь по внѣшнему виду и внутреннимъ свойствамъ, опять переходятъ въ сокоотдѣлительные элементы. Самая суть дѣла остается, слѣдовательно, одна и та же и для желѣзки въ формѣ одиночнаго углубленія, и для цѣлаго конгломерата ихъ въ формѣ пузырьковъ, открывающихся множествомъ частныхъ каналцевъ въ одинъ общій выводной протокъ. Въ печени, какъ желче-отдѣлительномъ снарядѣ, устройство деталей настолько запутаннѣе, что между изслѣдователями нѣтъ еще полнаго согласія, но и здѣсь всѣ сходятся въ мнѣніи, что между отдѣлительными (печеночными клѣтками) и эпителиальными элементами должно существовать то же отношеніе, какъ и въ прочихъ желѣзахъ.

Пфлюгеръ представляетъ себѣ окончательное развѣтвленіе желч-

ныхъ канальцевъ въ формѣ сѣти, на которой, какъ ягоды на вѣтвѣ, си-



Рис. 9.

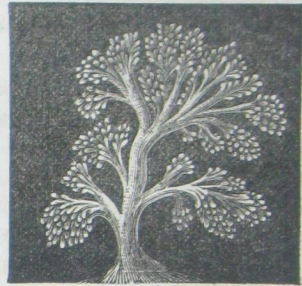


Рис. 10.

дять пузырьчатые слѣпые концы отдѣлительнаго снаряда (рис. 11). Каждый такой пузырекъ, по его мнѣнію, выполненъ одной печеночной клѣткой, и она *лежитъ* рядомъ съ клѣтками, выстилающими выводной каналецъ.

Еще позвольте сказать нѣсколько словъ о двигательномъ снарядѣ пищевого канала.

Хотя онъ выстроенъ изъ такого же сократительнаго вещества, какъ сердце и мышцы костнаго скелета, управляющія движениями туловища, рукъ и ногъ, однако вещество это отличается и по строенію и по нѣкоторымъ жизненнымъ свойствамъ отъ поперечно исчерченныхъ волоконъ перечисленныхъ мышцъ.

Вмѣсто послѣднихъ, основнымъ элементомъ здѣсь является верете-

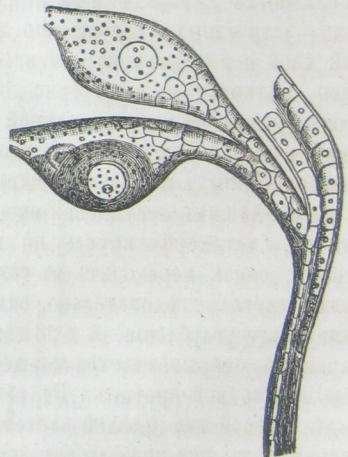


Рис. 11.

нообразная форма съ зерномъ внутри. Эти элементы, сплавляясь между собою въ пластинки, располагаются обыкновенно своими продольными осями параллельно другъ другу, и такъ какъ каждый элементъ при сокращеніи укорачивается въ длину по этимъ осямъ, то черезъ это всякая пластинка получаетъ сократительность лишь въ одномъ опредѣленномъ направленіи. Такія же мышечныя пластинки, какъ въ кишкахъ, заложены и въ стѣнки кровеносныхъ сосудовъ, представляя здѣсь концы извѣстнаго вамъ снаряда, регулирующаго ёмкость артерій. Сверхъ строенія, мышцы кишекъ и сосудовъ отличаются отъ поперечно-рубчатыхъ еще тѣмъ, что подъ вліяніемъ нервнаго импульса и при прямомъ раздраженіи онѣ сокращаются несравненно медленнѣе, но за то и продолжительнѣе, ихъ. Этому соотвѣтствуетъ и самая медленность передвиженія пищи по длинѣ всей трубки. Относительно этого передвиженія нужно замѣтить еще слѣдующее: въ виду того, что пища должна проходить по каналу сверху внизъ, отъ рта къ заднему проходу, сокращенія стѣнокъ пищевой трубки происходятъ въ различныхъ отдѣлахъ ея не разомъ, а распространяются въ сказанномъ направленіи преемственно. Этого рода движенія, встрѣчающіяся и въ нѣкоторыхъ другихъ мѣстахъ тѣла, называются вообще перистальтическими. Въ желудочно-кишечномъ каналѣ регуляція ихъ приписывается дѣйствию нервныхъ механизмовъ, лежащихъ частію внѣ пищевой трубки, частію заключенныхъ въ ея стѣнкахъ.

---

## VI.

Составъ и качества пищи, какъ матеріала для пополненія вещественныхъ потерь въ тѣлѣ и для произведенія работъ.

Въ прошлую лекцію было описано устройство различныхъ отдѣловъ того приѣмника, въ который поступаетъ пища и питье, и я могъ бы, по-видимому, приступить уже къ описанію тѣхъ измѣненій, которыя они претерпѣваютъ въ этой полости; но для этого намъ недостаетъ прежде всего знакомства съ самой пищей. Если вы представите себѣ въ самомъ дѣлѣ тотъ необозримо-длинный рядъ растительныхъ и животныхъ веществъ, которыя человѣкъ принимаетъ въ пищу, то легко поймете, что говорить объ измѣненіяхъ всѣхъ этихъ веществъ, не приведя ихъ сначала въ извѣстный порядокъ, не распредѣливъ ихъ, на основаніи состава или другихъ свойствъ, по отдѣламъ, нѣтъ никакой возможности. Поэтому сегодняшняя лекція должна быть посвящена исключительно знакомству съ пищей.

Вопросъ этотъ однако чрезвычайно обширенъ, чтобы быть исчерпаннымъ въ теченіи нашихъ короткихъ бесѣдъ вполнѣ, поэтому намъ необходимо заключить себя при развитіи его въ опредѣленные рамки. Съ этой цѣлью, онъ долженъ быть поставленъ, по моему мнѣнію, такъ: *какова должна быть по составу наипростѣйшая смѣсь пищевыхъ веществъ, чтобы она наилучшимъ образомъ удовлетворяла двумъ основнымъ задачамъ пищи въ животномъ тѣлѣ — пополнять его вещественныя потери и служить матеріаломъ для развитія разнообразныхъ работъ, или по крайней мѣрѣ главнѣйшей изъ нихъ — мышечной.*

Принявъ это положеніе за руководящую мысль, мы сразу ограни-

чиваемъ кругъ изслѣдованія одними только веществами дѣйствительно необходимыми для жизни, но за то намъ приходится знакомиться — и это необходимо прежде всего — съ качествами веществъ, разрушающихся въ тѣлѣ, чтобы, установивъ составъ пищи, выяснитъ себѣ тѣ измѣненія, которымъ она должна подвергаться, входя въ составъ тѣла. Отвѣтъ на эти вопросы и будетъ моею первою задачею; затѣмъ, я постараюсь установить такъ-сказать нормальную пищевую смѣсь и произведу оцѣнку каждой изъ ея составныхъ частей въ смыслѣ матеріала для пополненія вещественныхъ утратъ и матеріала для развитія работъ.

Итакъ, какія вещества въ тѣлѣ разрушаются и восстанавливаются изъ пищи?

Судить объ этомъ по тѣмъ веществамъ, которыя выводятся изъ тѣла мочою, каломъ, божнымъ и легочнымъ испареніемъ, возможно лишь въ самой ограниченной степени, потому что это уже результаты, продукты разрушенія, въ которыхъ отъ первоначальнаго состава не осталось почти и слѣда. Это все равно, что по дыму судить о томъ, что сгорѣло. Поэтому необходимо искать другого пути для рѣшенія нашего вопроса. Для этого нужно знать, мм. гр., самый составъ нашего тѣла, какъ въ качественномъ такъ и въ количественномъ отношеніи, и найти условія, при которыхъ была бы возможность наблюдать трату той или другой составной части его, равно какъ и самые процессы восстановленія этихъ потерь изъ пищи.

Главнѣйшую по вѣсу составную часть животнаго тѣла представляютъ бѣлковыя вещества, типомъ которыхъ можетъ служить бѣлокъ куринаго яйца. Они входятъ въ составъ жидкой части крови (80 ч. на 1000) и лимфы (здѣсь процентъ менѣе); изъ нихъ выстроены остовъ кровеныхъ шариковъ, и даже краска послѣднихъ состоитъ на половину изъ бѣлковаго вещества; мясо почти всею своею массою есть видоизмѣненный бѣлокъ; въ мозгу и нервахъ его едва ли не на половину. Въ другихъ органахъ менѣе, но вообще нѣтъ такой ткани въ тѣлѣ, куда бѣлковое вещество не входило бы какъ составная часть. Если вѣсъ человѣческаго тѣла принять = 1000, то количество бѣлковъ считаютъ въ немъ до 150.

На 2-мъ мѣстѣ по вѣсу стоятъ вещества, превращающіяся при кипяченіи съ водою въ клей и называемыя поэтому клей-дающими. Всякій знаетъ, что крѣпкій говяжій бульонъ при охлажденіи застываетъ въ студень; еще легче гелятинируется кожа и связки около сочлененій; наконецъ, всякому вѣроятно извѣстно, что обыкновенный столярный клей добывается изъ костей. Это вещество, представителемъ котораго можетъ



всего лучше служить общеизвѣстный рыбій клей, составляет главнѣйшую составную часть соединительной ткани, которая образуетъ, какъ уже было разъ сказано, мягкіе скелеты всѣхъ органовъ нашего тѣла, не исключая даже костей (здѣсь скелеть имѣетъ однако хрящеватую, а не мягкую консистенцію); въ хрящахъ клеевое вещество тоже главная составная часть. На 1000 ч. человѣческаго тѣла клеевыхъ веществъ считаютъ 50 частей.

За этимъ слѣдуетъ жиръ. Въ мелкихъ количествахъ онъ значительно распространенъ по тѣлу, но мѣстами, наприм., подъ кожей и въ особенности въ окружности нѣжныхъ подвижныхъ органовъ (вокругъ почекъ, въ глазницѣ позади глазного яблока и пр.), развитіе его достигаетъ значительныхъ размѣровъ. Здѣсь, по своему значенію, жиръ является или какъ мягкая постилка для нѣжныхъ органовъ, или какъ защитникъ ихъ, отъ давленія и вообще внѣшнихъ насилій. Далѣе, жиры, но въ значительно видоизмѣненной формѣ, входятъ въ составъ нервной ткани, образуя цилиндрическія обкладки около самыхъ существенныхъ частей нервныхъ волоконъ. Жиры на 1000 ч. человѣческаго тѣла считаютъ 25 частей.

Послѣдній рядъ составныхъ частей человѣческаго тѣла представляютъ вода и минеральныя вещества, или что все равно, зола, получающаяся отъ сжиганія тѣла. По вѣсу вода стоитъ между всѣми составными частями тѣла на первомъ мѣстѣ (на 1000 ч. 670 ч.) и служить съ одной стороны какъ растворяющее вещество въ жидкостяхъ, съ другой — пропитываетъ всё безъ исключенія твердыя части тѣла, которыя вообще имѣютъ способность разбухать въ водѣ. Относительно же минеральныхъ веществъ нужно замѣтить, что огромное большинство ихъ находится въ тѣлѣ (напр. сѣра въ бѣлкахъ, фосфоръ въ мозговомъ веществѣ, желѣзо въ красныхъ кровеныхъ шарикахъ и даже известковыя соли въ костяхъ) не въ свободномъ состояніи, а въ соединеніи съ его органическими составными частями. Положительное исключеніе изъ этого составляютъ только углекислыя щелочи въ жидкой части крови, поваренная соль — тамъ же и въ сокахъ тканей, — и можетъ быть нѣкоторыя другія хлористыя соединенія.

Изъ всего этого ряда веществъ, составляющихъ человѣческое тѣло, едва только вода, да еще основные элементы золы, не подвергаются во время пребыванія ихъ въ тѣлѣ никакимъ химическимъ превращеніямъ — какими они были тамъ, такими и выбрасываются наружу. Поэтому, потери тѣломъ воды и минеральныхъ веществъ могутъ быть доказаны безъ всякихъ уловокъ — простымъ собираніемъ мочи, кожныхъ и легочныхъ

испареній и опредѣленіемъ въ нихъ мочи и золы. Но та же неизмѣняемость воды и минеральныхъ веществъ въ тѣлѣ требуетъ съ другой стороны, чтобы въ составъ пищи непременно входили или эти самыя вещества, или по крайней мѣрѣ всѣ основные элементы ихъ, притомъ — для взрослого человѣка, съ неизмѣняющимся вѣсомъ тѣла, — въ томъ самомъ количествѣ, въ какомъ они выводятся изъ тѣла, иначе содержаніе въ немъ воды и минеральныхъ веществъ очевидно представляло бы значительныя колебанія, а этого нѣтъ.

Дѣло другого рода съ потерями и восстановленіемъ бѣлка, клеевого вещества и жира, — чтобы доказать существованіе ихъ въ тѣлѣ необходимо цѣлый рядъ уловокъ, наблюденій, при болѣе или менѣе искусственныхъ условіяхъ. Начните, наприм., морить животное голодомъ и наблюдайте въ это время измѣненія различныхъ частей его тѣла; или воспользуйтесь случаями, когда человѣкъ, по болѣзни или другимъ причинамъ, умираетъ съ голоду. Съ другой стороны, наблюдайте животныхъ, изнуренныхъ голодомъ, когда они снова начинаютъ получать пищу и поправляться; или наблюдайте явленія откармливанія животныхъ при усиленномъ питаніи ихъ. Вотъ что показываютъ такого рода наблюденія: при голоданіи исчезаетъ изъ тѣла легче всего жиръ, но вмѣстѣ съ тѣмъ значительно уменьшается масса крови и мышцъ, что указываетъ на исчезаніе бѣлковъ, и уменьшается въ вѣсѣ кожа, состоящая преимущественно изъ клеевыхъ веществъ. Другими словами, при голоданіи тратятся всѣ такъ-назыв. органическія составныя части тѣла. Кормленіе животныхъ въ нормальныхъ размѣрахъ восстанавливаетъ всѣ потери; при усиленномъ же питаніи, вмѣстѣ съ огромнымъ наростаніемъ жира увеличиваются въ вѣсѣ мышцы, кожа и кости. Не менѣе поучительны случаи усиленнаго развитія той или другой ткани въ частности, напр. мышцъ при усиленныхъ мышечныхъ упражненіяхъ; также образованіе тканей вновь, напр. рубцовъ (они всегда состоятъ изъ соединительной ткани) на мѣстѣ ранъ или язвъ, образованіе кости изъ такъ-назыв. надкостницы, той мягкой перепонки, которая обволакиваетъ всякую кость, и пр.

На всѣ эти выводы мнѣ могутъ сдѣлать однако возраженіе, что переносить ихъ на случаи нормальнаго питанія человѣка невозможно, или по крайней мѣрѣ опасно, такъ какъ въ основѣ ихъ лежатъ наблюденія надъ организмами при ненормальныхъ условіяхъ — когда животное голодно, или на оборотъ усиленно питается, когда у него на тѣлѣ язвы, или недостаетъ костей и пр. Признавая всю основательность этого возраженія съ логической стороны, я долженъ однако замѣтить, что, по

безъ него же даже тройное сочетаніе элементовъ пищи, жира, крахмала и сахара, оказывается недостаточнымъ для поддержанія жизни — животное постоянно худѣетъ и умираетъ, наконецъ, въ припадкахъ голода.

Эти опыты и даютъ возможность сдѣлать слѣдующее, уже болѣе положительное, заключеніе: между органическими веществами пищи самую главную и, вмѣстѣ съ тѣмъ, совершенно необходимую составную часть представляютъ бѣлки; другія же вещества играютъ роль примѣсей, хотя тоже необходимыхъ для тѣла, но эквивалентныхъ между собою, т.-е. могущихъ заступать другъ друга. Справедливость этого вывода всего блистательнѣе подтверждается тѣмъ обстоятельствомъ, что жизнь травоядныхъ животныхъ можно поддерживать исключительно мясной пищей, а тѣло плотоядныхъ (какъ это показываютъ, напр., собаки) — хлѣбомъ, представляющимъ смѣсь бѣлковъ съ крахмаломъ и сахаромъ.

Такимъ образомъ „нормальная пищевая смѣсь“ установлена, и мнѣ, для выполненія первой половины нашей задачи, остается сказать еще нѣсколько словъ объ участи каждаго изъ элементовъ пищи въ дѣлѣ возстановленія бѣлковыхъ, жировыхъ и прочихъ потерь въ частности. Вопросы эти рѣшаются, мм. гг., опытами, представляющими въ сущности лишь варианты предъидущихъ, и вотъ ихъ главные результаты. Потери бѣлковыхъ и клеевыхъ тканей возстановляются только бѣлками пищи, безъ всякаго прямого содѣйствія ей прибавочныхъ составныхъ частей; поэтому животное, въ противоположность растенію, считается организмомъ, положительно не заключающимъ въ себѣ условій для образованія этихъ сложныхъ тѣлъ изъ болѣе простыхъ соединеній, путемъ сочетанія послѣднихъ. Жиры же, полагаютъ, могутъ образоваться какъ изъ бѣлковъ пищи, такъ и изъ придаточныхъ веществъ послѣдней.

Позвольте мнѣ описать вамъ по этому поводу нѣсколько очень интересныхъ опытовъ. При исключительно бѣлковой пищѣ, какъ бы велико ни было ея количество, жиръ въ тѣлѣ не только не образуется, но даже исчезаетъ изъ него (на этомъ основанъ общеизвѣстный способъ Бентинга лечить ожиреніе употребленіемъ въ пищу, по возможности, одного нежирнаго мяса, безъ примѣси крахмала, сахара и жира), и это должно быть вамъ уже понятно изъ сказаннаго выше; но если къ такой пищѣ прибавлять сахаръ, то животное начинаетъ жирѣть и изъ него вмѣстѣ съ тѣмъ, начинаетъ меньше выводиться продуктовъ разрушенія бѣлковыхъ веществъ (эти продукты выводятся почти исключительно мочою и количество ихъ можно измѣрять съ величайшею точностью). Этотъ опытъ, между другими наблюденіями, считается однимъ изъ доказательствъ (нужно, впрочемъ, признаться, что доказательность его зна-

чительно усилилась бы, если бы можно было доказать въ то же время, что весь введенный съ пищей сахаръ разрушается и выводится изъ тѣла, а это не доказано) перехода бѣлковыхъ веществъ, путемъ распадѣнія, въ жиры. Другой опытъ дѣлался надъ пчелами, съ цѣлью доказать, наоборотъ, возможность превращенія въ жиръ сахара. Для этого ихъ кормили исключительно сахаромъ и видѣли, что пчелы продолжали готовить воскъ, т.-е. жирное тѣло, и при этой дѣятѣ. Подобные опыты существуютъ, наконецъ, и надъ жиромъ, но они имѣютъ настолько еще зачаточную форму, что выводы изъ нихъ невозможны. Во всякомъ случаѣ, современная наука скорѣе склонна принять, чѣмъ отвергнуть за придаточными веществами пищи пластическое значеніе въ дѣлѣ восстановленія жировъ; но, конечно, главнѣйшимъ пластическимъ веществомъ пищи, залѣпливающимъ всѣ мало-мальски важныя прорѣхи въ тѣлѣ, остаются все-таки бѣлки.

Теперь я приступаю ко второй части нашей задачи, т.-е. къ оцѣнкѣ пищи, въ смыслѣ матеріала для произведенія въ тѣлѣ мышечной работы.

Вообразите себѣ, мм. гг., на одну минуту, что животное тѣло, въ дѣлѣ произведенія мышечной работы, устроено какъ паровая машина, т. е. что въ немъ, какъ въ послѣдней, источникомъ силы служить теплота, развивающаяся отъ горѣнія. Тогда мы, конечно, имѣли бы право смотрѣть на пищу, какъ на топливо, и задача наша сравнительной оцѣнки ея составныхъ частей, очевидно, сводилась бы на тѣ же самыя приемы, какіе употребляются при оцѣнкѣ достоинства всякаго топлива, т.-е., на опредѣленіе его состава, въ смыслѣ бѣльшей или меньшей способности давать теплоту, богатства горючими составными частями, стоимости и пр. Дѣло было бы дѣйствительно просто, но прежде нужно еще убѣдиться, существуютъ ли, въ самомъ дѣлѣ, данныя, чтобы смотрѣть на мышечную работу животнаго тѣла, какъ на работу паровой машины.

Первое и неизбѣжное свойство матеріала, служащаго источникомъ силы въ паровой машинѣ, есть его горючесть на воздухѣ, т.-е. способность соединяться съ кислородомъ воздуха. Обладаютъ ли этимъ свойствомъ вещества пищи? Да, и если хотите, даже въ большей степени, чѣмъ уголь и дрова — обычные горючіе матеріалы паровыхъ машинъ, такъ какъ первыя легко измѣняются подъ вліяніемъ атмосфернаго кислорода даже при обыкновенной температурѣ, тогда какъ вторыя вовсе не измѣняются при этомъ условіи, или очень мало. Но въ паровой машинѣ топливо горитъ съ огнемъ и дымомъ, а въ тѣлѣ ничего подобнаго нѣтъ. — Дѣйствительно, этихъ яркихъ внѣшнихъ признаковъ найти въ немъ нельзя, но за то есть всѣ существенные элементы горѣнія, какъ

процесса соединенія горячаго матеріала съ кислородомъ. Во-первыхъ, въ животное тѣло, какъ въ печь паровой машины, постоянно входитъ кислородъ, во-вторыхъ, изъ него постоянно выдѣляются легкими и кожей тѣже самые продукты, которые получаются при горѣніи, напр., дровъ, именно вода <sup>1)</sup> и угольная кислота, составляющія результаты окисленія углерода и водорода. Дыма при этомъ изъ тѣла, правда, не выходитъ, но это не недостатокъ, а наоборотъ, достоинство процесса—нѣтъ дыма, значитъ сгараніе топлива полное. Итакъ, горѣніе тѣла есть, но только оно происходитъ не при такой высокой температурѣ, какъ въ печи паровой машины, оттого и нѣтъ пламени; процессъ идетъ медленнѣе, но за то сгараніе элементовъ болѣе полное. Аналогія между паровой машиной и животнымъ тѣломъ продолжается и со стороны явленій развитія тепла—во всѣхъ случаяхъ, когда все количество его въ тѣлѣ повышается, легко подмѣтить одновременное съ этимъ усиленіе процессовъ окисленія; значитъ, теплота животнаго тѣла, какъ и теплота паровой машины, есть результатъ горѣнія. Наконецъ, въ новѣйшее время и для животнаго тѣла выяснились окончательно тѣ моменты, которыми рѣшается вообще вопросъ о превращеніи тепла въ механическую работу, и опыты дали скорѣе утвердительный, чѣмъ отрицательный отвѣтъ (входить въ разсмотрѣніе этого вопроса, по его обширности, я, къ сожалѣнію, не могу).

На всѣхъ этихъ основаніяхъ мы съ полнымъ правомъ можемъ слѣдовать изложенному выше плану, но съ ограниченіемъ—не упускать изъ виду разницы горѣнія тѣлъ на огнѣ и сгаранія ихъ въ животномъ тѣлѣ. Съ этой точки зрѣнія я заранѣе прошу придавать лишь условное значеніе приводимымъ ниже числамъ изъ новѣйшихъ опытовъ Франкланда, относительно количества теплоты, развивающейся при прямомъ сжиганіи различныхъ пищевыхъ веществъ. Это потому, что въ дѣлѣ произведенія теплоты, даваемой всякимъ тѣломъ, чрезвычайно много значитъ способъ его сгаранія, т.-е. характеръ распаденія тѣла во время самаго процесса на тѣ промежуточные соединенія, черезъ которыя пробѣгаетъ горящее тѣло.

---

<sup>1)</sup> Выше было сказано, что вода пищи, вслѣдствіе ея неизмѣняемости, дѣлкомъ выводится изъ тѣла легочными и кожными испареніями, а теперь вода выставляется, какъ продуктъ горѣнія въ тѣлѣ. Въ этомъ противорѣчіи однако нѣтъ. Если сравнить пищевой приходъ воды съ расходомъ ея черезъ легкія и кожу, то перевѣсъ остается на сторонѣ послѣдняго, и этотъ-то избытокъ и есть продуктъ сгаранія водорода, заключающагося въ веществахъ тѣла, какъ онъ заключается въ дровахъ.

Итакъ, какіе изъ элементовъ пищи (бѣлки, жиръ, крахмалъ и сахаръ) исключительно или наиболѣе способны къ произведенію работы?

Чтобы рѣшить этотъ вопросъ внѣ всякихъ предвзятыхъ мыслей, путемъ опыта, слѣдовало бы поступить такъ: кормить рабочаго чело-вѣка или рабочее животное поочередно каждою изъ составныхъ частей пищи въ отдѣльности и затѣмъ мѣрять maximum'ы работы, произведенной при каждой діетѣ. Но вы понимаете, мм. гг., что такіе опыты невозможны, потому что, при этихъ условіяхъ, вы имѣли бы дѣло съ голодающимъ чело-вѣкомъ или животнымъ; слѣдовательно, приходится обратиться къ опытамъ съ пищевыми смѣсями, въ которыхъ преобладали бы или бѣлки, или придаточныя вещества. Но и при этихъ опытахъ нужно имѣть въ виду еще слѣдующее обстоятельство: не все равно, производить ли животное кратковременную, хотя и сильную работу, или оно работаетъ менѣе сильно, но за то очень продолжительно. — Въ первомъ случаѣ на подмогу вводимой въ организмъ пищѣ готовы весь нетронутый запасъ рабочаго матеріала въ тѣлѣ, которымъ, какъ показываютъ опыты съ голодомъ, снабжено всякое животное, питающееся нормально; тогда какъ при продолжительной работѣ этотъ запасъ мало по малу истощается. Если не принять во вниманіе этого различія, то можно запутаться въ необъяснимыхъ противорѣчійхъ, какъ это и случилось на дѣлѣ.

Вотъ, напр., результаты опытовъ усиленной кратковременной работы надъ людьми, имѣвшими въ тѣлѣ избытокъ рабочаго матеріала сверхъ вводимой пищи. Двое швейцарскихъ ученыхъ предприняли, съ цѣлью разъясненія занимающаго насъ вопроса, 6-ти-часовое восхождение на гору (т.-е. производили работу подниманія своего тѣла на высоту горы) при діетѣ, исключительно состоявшей изъ жира, крахмалистыхъ и сахаристыхъ веществъ. При этомъ они нашли, что, судя по количеству продуктовъ разрушенія бѣлковыхъ веществъ въ мочѣ, только небольшая часть всей работы могла быть произведена на счетъ бѣлковъ тѣла, и вывели отсюда совершенно справедливое для даннаго случая заключеніе, что работа производилась почти исключительно на счетъ безазотистыхъ веществъ пищи. Если бы вы, однако, перенесъ этотъ выводъ и на случай продолжительной работы, стали думать, что и здѣсь работа пойдетъ успѣшнѣе при пищѣ особенно богатой крахмалами и жирами, то сдѣлали бы заключеніе, не оправдываемое опытомъ. Вотъ что говорятъ опыты кормленія рабочаго люда съ одной стороны мясомъ, съ другой — растительной пищей, богатой крахмаломъ и сахаромъ. Въ 1841 г., на желѣзной дорогѣ изъ Руана въ Парижъ работали разомъ

англійскіе и французскіе рабочіе. Пока послѣдніе питались по преимуществу супами и овощами, англійскіе рабочіе имѣли надъ ними въ дѣлѣ работы значительный перевѣсъ; но какъ только имъ была увеличена мясная порція, различіе это исчезло. Я лично слышалъ отъ доктора, путешествовавшаго по уральскимъ заводамъ, что рабочіе во время поста производятъ вообще меньше, чѣмъ въ теченіи мясаѣда.

И эти результаты, мм. гг., совершенно понятны: во-первыхъ, мясо при пищеварительныхъ процессахъ утилизируется болѣе всякой растительной пищевой смѣси, оно переваривается почти до тла и поступаетъ въ тѣло почти всей массой, тогда какъ, напр., изъ хлѣба собака перевариваетъ только  $\frac{1}{3}$ , а остальные  $\frac{2}{3}$  выбрасываетъ каломъ; во-вторыхъ, мясо всегда содержитъ жиръ, несомнѣнный рабочій матеріалъ; наконецъ, въ-третьихъ, оно наиболѣе способно покрывать несомнѣнно существующіе при работѣ бѣлковыя дефициты въ тѣлѣ и вмѣстѣ съ тѣмъ производить нарастаніе массы мышечной ткани.

Въ виду этихъ фактовъ, опытный отвѣтъ на нашъ вопросъ долженъ быть сформулированъ, повидимому, слѣдующимъ образомъ: еслибы цѣли, которымъ служить пища въ тѣлѣ — работа и пластика — могли быть отдѣлены другъ отъ друга, т.-е. еслибы животное тѣло во время работы измѣнялось не болѣе, чѣмъ въ покоѣ, то рабочимъ матеріаломъ въ тѣлѣ травояднаго животнаго и человѣка (но плотояднаго едва ли) можно было бы считать если не исключительно, то преимущественно жиръ, крахмалъ и сахаръ; но работа усиливаетъ, повидимому, обмѣнъ всѣхъ веществъ въ тѣлѣ, и потому рабочая пища должна заключать въ себѣ и пластическіе бѣлки. Я сознательно придалъ этому заключенію форму вѣроятія, и вы видите, чего недостаетъ ему, чтобы превратиться въ истину: — нужны только опыты, которые доказывали бы усиленное разрушеніе бѣлковъ при работѣ. Средство для этого, мм. гг., есть (оно заключается въ измѣреніи количества одной изъ составныхъ частей мочи, именно мочевины, какъ главнѣйшаго по массѣ продукта разрушенія бѣлковъ, при покоѣ тѣла и при работѣ), оно было употреблено въ дѣло и дало утвердительный отвѣтъ.

Слѣдовательно, рабочая пища (этого понятія не слѣдуетъ смѣшивать съ „пищей рабочаго человѣка“, которая, конечно, должна содержать бѣлки уже потому, что безъ нихъ вообще жизнь невозможна) должна въ самомъ дѣлѣ заключать смѣсь бѣлковъ съ которымъ-нибудь изъ придаточныхъ веществъ.

Такъ говорятъ, мм. гг., основные опыты и въ подмогу имъ идутъ частныя наблюденія, равно какъ чисто теоретическія соображенія.

Говоря разъ о голоданіи животныхъ, я замѣтилъ, что жиръ исчезаетъ изъ тѣла всего раньше. На первый разъ трудно понять причину такого исчезанія вообще, такъ какъ жиръ не можетъ превратиться, какъ это уже извѣстно намъ, ни въ бѣлковыя, ни въ клеевыя ткани. Но если вы взглянете на жиръ въ тѣлѣ, какъ на запасъ рабочаго матеріала, тогда дѣло объясняется сразу: своимъ сгараніемъ онъ поддерживаетъ тѣ мышечныя работы въ тѣлѣ (напр. дѣятельность сердца, дыхательныя движенія и пр.), которыя существуютъ даже при такъ-называемомъ абсолютномъ покоѣ тѣла. Посмотрите далѣе на людей, занимающихся тяжелыми работами—едва ли на тысячу найдется одинъ жирный. Если вы будете собирать и сравнивать между собою (какъ это дѣлается, — будетъ объяснено въ лекціяхъ о дыханіи) тѣ изверженія тѣла, которыя мы назвали эквивалентными продуктами горѣнія дровъ, то найдете, что при работѣ количество ихъ увеличивается въ нѣсколько разъ противъ условій покоя тѣла; сравните составъ этихъ веществъ (угольная кислота и вода) съ составомъ элементовъ пищи, и окажется, что жиръ, крахмалъ, сахаръ могутъ превращаться въ нихъ безъ остатка: водородъ, старая, даетъ воду, а углеродъ — угольную кислоту. Все это, мм. гг., факты, которые разъясняютъ вопросъ о происхожденіи работы изъ окисленія тѣхъ веществъ пищи, которыя мы называли придаточными и которыя теперь слѣдуетъ назвать рабочими. Въ ту же сторону невольно направляютъ мысль и опыты Франкеланда съ количествомъ теплоты, и съ вычисленной отсюда величиной механической работы, получающейся отъ сожиганія различныхъ пищевыхъ веществъ. Я привожу таблицу его опытовъ.

Названіе веществъ.	Тепловыя единицы.	Един. мех. работы.
Пшеничная мука . . . .	3,941	1.674,925
Рисовая мука . . . . .	3,813	1.620,525
Сахаръ . . . . .	3,348	4 <sup>1</sup> . 900
Бычачій жиръ, . . . .	9,069	3.854,325
Хлѣбный мякишъ. . . .	2,231	948,175
Хлѣбная корка . . . .	4,459	1.895,075
Тощее мясо. . . . .	1,567	665,975

Вы видите, въ дѣлѣ произведенія тепла жиры стоятъ на первомъ



мѣстѣ, за ними слѣдуютъ крахмалъ и сахаръ, а бѣлки стоятъ на третьемъ планѣ.

Сообразивъ все сказанное въ эту лекцію, мы приходимъ, наконецъ, къ слѣдующему окончательному выводу.

*Пища и при покоѣ, и при работѣ тѣла, должна представлять смѣсь бѣлковыхъ веществъ съ жирами, крахмаломъ или сахаромъ, и въ обоихъ этихъ случаяхъ за бѣлками остается преимущественно пластическое значеніе, а за прочими веществами—рабочее.*

## VII.

Измѣненія пищевыхъ веществъ въ полости пищеварительнаго канала.— Регуляція акта принятія пищи.

Въ прошлую лекцію былъ выясненъ наипростѣйшій составъ пищи, необходимый для жизни тѣла, какъ при покоѣ его, такъ и въ рабочемъ состояннн. Черезъ это я получилъ возможность знакомить васъ въ настоящую лекцію съ тѣми измѣненнми, которыя пища претерпѣваетъ въ полости пищеварительнаго канала. Задача эта сводится теперь въ самомъ дѣлѣ на опредѣленн измѣненнн: воды, минеральныхъ веществъ, бѣлковъ, жировъ, крахмала и сахара подѣ влияннмъ пищеварительныхъ соковъ. Эту задачу я могъ бы выполнить на два лада: распредѣливъ описанн по объектамъ или субстратамъ пищеваренн, т.-е. преслѣдуя судьбу каждаго изъ названныхъ веществъ по всей длннѣ пищевого канала въ отдѣльности, или слѣдя на этомъ пути за всей пищевой смѣсью разомъ. Второй способъ, какъ болѣе естественнн, я предпочитаю. Но прежде всего, для избѣжанн повторенн, считаю нужнымъ сдѣлать слѣдующее общее замѣчанн: вода и растворимыя въ ней минеральныя вещества, также сахаръ и вообще всякн органическн соединенн, способны давать съ водою истинныя растворы, нисколько не измѣняются по всей длннѣ пищеварительнаго канала. Бѣлки, жиры и крахмалъ не даютъ на оборотъ такихъ растворовъ ни въ ихъ естественномъ состоянн, ни въ той искусственной формѣ, въ которой они являются послѣ кухоннаго приготавленн; только эти вещества и измѣняются въ пищеварительномъ каналѣ, и рѣчь наша будетъ касаться только ихъ. Причины этому выяснятся впослѣдствнн.

Пища, попадая въ полость рта, задерживается здѣсь нѣкоторое время, чтобы быть разжеванной и смоченной слюною и слизью. Задержка

ея и жеваніе обусловливается у животныхъ тѣмъ рядомъ пріятныхъ вкусовыхъ ощущеній, которыя вызываются въ полости рта, и только въ ней одной—соприкосновеніемъ жидкой и разжеванной твердой пищи съ слизистою поверхностью. Не менѣе замѣчателенъ нервный механизмъ, при посредствѣ котораго одновременно съ поступленіемъ пищи въ ротъ и ея пережевываніемъ начинается сочиться въ эту полость слюна, какъ будто какая невидимая рука вдругъ отворяетъ запертой до той поры кранъ. Дѣло здѣсь въ томъ, что пища дѣйствуетъ на концы вкусовыхъ нервовъ и возбуждаетъ ихъ; возбужденіе, какъ токъ по телеграфной проволоцѣ, сообщается головному мозгу и здѣсь переходитъ на другой родъ нервовъ, посылающихъ импульсы къ рабочимъ соко-отдѣлительнымъ органамъ, слюннымъ желѣзамъ. Подъ вліяніемъ этихъ импульсовъ сочится слюна и смѣшивается съ пережевываемою въ это время пищею. Слюна содержитъ въ себѣ, мм. гр., три вещества, важныя въ пищеварительномъ отношеніи: огромное количество воды для растворенія изъ твердой пищи всего, что въ ней можетъ растворяться, слизь для того, чтобы сдѣлать пищевой комъ передъ глотаніемъ скользкимъ, и, наконецъ, особенное вещество, называемое *птиалиномъ* и превращающее крахмалы въ общеизвѣстный патоchnый или, какъ его обыкновенно называютъ, виноградный сахаръ. Прежде, чѣмъ идти дальше, позвольте мнѣ показать вамъ одинъ изъ способовъ, которымъ доказывается это превращеніе. Нужно вамъ замѣтить, что въ щелочной средѣ виноградный сахаръ очень жадно соединяется съ кислородомъ, поэтому стоить только привести его при этихъ условіяхъ въ соприкосновеніе съ кислородными соединеніями, въ которыхъ весь кислородъ или часть его удерживаются въ связи не крѣпко, и соединеніе это превращается въ новое тѣло, отдавая кислородъ сахару. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, когда сахаръ дѣйствуетъ, напр., на голубую водную окись мѣди, разкисленіе послѣдней сопровождается рѣзкимъ измѣненіемъ цвѣта — изъ голубого вещество дѣлается красножелтымъ — и это измѣненіе представляетъ тогда наглядную химическую реакцію на сахаръ. При посредствѣ этой реакціи я и покажу вамъ теперь, что слюна въ самомъ дѣлѣ превращаетъ крахмалъ въ сахаръ. Съ этой цѣлью я смѣшиваю прежде голубую реактивную жидкость въ отдѣльности съ крахмальнымъ отваромъ и со слюною, чтобы показать вамъ, что измѣненія въ цвѣтѣ не происходятъ ни въ томъ, ни въ другомъ случаѣ; а затѣмъ смѣшаю ту же жидкость съ крахмальнымъ отваромъ, къ которому было прибавлено минутъ за пять передъ этимъ нѣкоторое количество слюны. Вы видите, что при согрѣваніи послѣдней голубой смѣси она принимаетъ желтый цвѣтъ.

Въ дѣйствиі слюны на крахмалъ особенно замѣчательно слѣдующее обстоятельство: чрезвычайно маленькія количества птіалина способны превращать въ сахаръ большія количества храхмала, и даже послѣ такихъ превращеній птіалинъ не только не исчезаетъ, но сохраняетъ способность къ дальнѣйшему дѣйствию, какъ будто одного его соприкосновенія съ крахмаломъ достаточно, чтобы вызвать въ послѣднемъ превращеніе. Эта форма химическаго дѣйствія свойственна вообще бродиламъ, напр. дрожжамъ, и потому птіалинъ считается также бродиломъ. Такой же способъ дѣйствія мы увидимъ и со стороны нѣкоторыхъ другихъ пищеварительныхъ соковъ, и вы понимаете, мм. гг., что это обстоятельство имѣетъ важное значеніе въ дѣлѣ экономіи силъ, тратимыхъ организмомъ на приготовленіе пищеварительныхъ соковъ—вмѣсто того, чтобы фабриковать эти дѣятельныя вещества фунтами, является возможность производить ихъ въ доляхъ золотниковъ. Другое обстоятельство, на которое я обращаю ваше вниманіе, заключается въ томъ, что прибавленіе къ смѣси крахмала со слюной небольшихъ количествъ кислоты не мѣшаетъ сахарному превращенію. Это важно знать потому, что въ полости рта пища остается слишкомъ мало времени для того, чтобы вся масса крахмала превратилась въ сахаръ, и процессъ этотъ долженъ продолжаться въ желудкѣ, гдѣ соки имѣютъ кислую реакцію.

Когда пережеванная пища смочена слюною и слизью, пищеварительныя явленія въ области рта окончены (бѣлки и жиры, значить, не претерпѣваютъ здѣсь никакихъ измѣненій) и воля приводитъ въ движеніе очень сложный нервно-мышечный снарядъ, производящій глотательныя движенія. Послѣдовательною игрою различныхъ отдѣловъ этого перистальтически дѣйствующаго аппарата достигается, съ одной стороны, передвиженіе пищи кзади и внизъ по пищеводу, съ другой предупреждается попаданіе ея черезъ заднія носовыя отверстія въ полость носа и черезъ отверстіе гортани въ дыхательное горло. Въ дѣйствиі этого снаряда особенно поразительна слѣдующая сторона: будучи выстроенъ въ верхнемъ отдѣлѣ изъ мышцъ, повинующихся, какъ говоритъ самосознаніе, волѣ, онъ могъ бы, повидимому, дѣйствовать подъ однимъ вліяніемъ ея импульсовъ неопредѣленно долгое время, какъ дѣйствуютъ, на примѣръ, мышцы руки или ноги, а между тѣмъ опытъ показываетъ, что для дѣятельности глотательнаго снаряда необходимъ, такъ сказать, глотательный объектъ. Попробуйте въ самомъ дѣлѣ глотать, когда во рту ничего нѣтъ, нѣсколько разъ сряду — пока есть слюна, глотательныя движенія удаются, но затѣмъ при всевозможныхъ усиліяхъ со стороны воли, они становятся невозможны. Дѣло въ томъ, мм. гг., что не только здѣсь, но

ея и жеваніе обуславливается у животныхъ тѣмъ рядомъ пріятныхъ вкусовыхъ ощущеній, которыя вызываются въ полости рта, и только въ ней одной—соприкосновеніемъ жидкой и разжеванной твердой пищи съ слизистою поверхностью. Не менѣе замѣчательнъ нервный механизмъ, при посредствѣ котораго одновременно съ поступленіемъ пищи въ ротъ и ея пережевываніемъ начинаетъ сочиться въ эту полость слюна, какъ будто какая невидимая рука вдругъ отворяетъ запертой до той поры кранъ. Дѣло здѣсь въ томъ, что пища дѣйствуетъ на концы вкусовыхъ нервовъ и возбуждаетъ ихъ; возбужденіе, какъ токъ по телеграфной проволоцѣ, сообщается головному мозгу и здѣсь переходитъ на другой родъ нервовъ, посылающихъ импульсы къ рабочимъ соко-отдѣлительнымъ органамъ, слюннымъ желѣзамъ. Подъ вліяніемъ этихъ импульсовъ сочится слюна и смѣшивается съ пережевываемою въ это время пищею. Слюна содержитъ въ себѣ, мм. гг., три вещества, важныя въ пищеварительномъ отношеніи: огромное количество воды для растворенія изъ твердой пищи всего, что въ ней можетъ растворяться, слизь для того, чтобы сдѣлать пищевой комъ передъ глотаніемъ скользкимъ, и, наконецъ, особенное вещество, называемое *птиалиномъ* и превращающее крахмалы въ общеизвѣстный патошный или, какъ его обыкновенно называютъ, виноградный сахаръ. Прежде, чѣмъ идти дальше, позвольте мнѣ показать вамъ одинъ изъ способовъ, которымъ доказывается это превращеніе. Нужно вамъ замѣтить, что въ щелочной средѣ виноградный сахаръ очень жадно соединяется съ кислородомъ, поэтому стобитъ только привести его при этихъ условіяхъ въ соприкосновеніе съ кислородными соединеніями, въ которыхъ весь кислородъ или часть его удерживаются въ связи не крѣпко, и соединеніе это превращается въ новое тѣло, отдавая кислородъ сахару. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, когда сахаръ дѣйствуетъ, напр., на голубую водную окись мѣди, разкисленіе послѣдней сопровождается рѣзкимъ измѣненіемъ цвѣта — изъ голубого вещество дѣлается красножелтымъ — и это измѣненіе представляетъ тогда наглядную химическую реакцію на сахаръ. При посредствѣ этой реакціи я и покажу вамъ теперь, что слюна въ самомъ дѣлѣ превращаетъ крахмалъ въ сахаръ. Съ этой цѣлью я смѣшиваю прежде голубую реактивную жидкость въ отдѣльности съ крахмальнымъ отваромъ и со слюною, чтобы показать вамъ, что измѣненія въ цвѣтѣ не происходятъ ни въ томъ, ни въ другомъ случаѣ; а затѣмъ смѣшаю ту же жидкость съ крахмальнымъ отваромъ, къ которому было прибавлено минутъ за пять передъ этимъ нѣкоторое количество слюны. Вы видите, что при согрѣваніи послѣдней голубой смѣси она принимаетъ желтый цвѣтъ.

Въ дѣйствиі слюны на крахмалъ особенно замѣчательно слѣдующее обстоятельство: чрезвычайно маленькія количества птіалина способны превращать въ сахаръ большія количества крахмала, и даже послѣ такихъ превращеній птіалинъ не только не исчезаетъ, но сохраняетъ способность къ дальнѣйшему дѣйствию, какъ будто одного его соприкосновенія съ крахмаломъ достаточно, чтобы вызвать въ послѣднемъ превращеніе. Эта форма химическаго дѣйствиія свойственна вообще бродиламъ, напр. дрожжамъ, и потому птіалинъ считается также бродиломъ. Такой же способъ дѣйствиія мы увидимъ и со стороны нѣкоторыхъ другихъ пищеварительныхъ соковъ, и вы понимаете, мм. гг., что это обстоятельство имѣетъ важное значеніе въ дѣлѣ экономіи силъ, тратимыхъ организмомъ на приготовленіе пищеварительныхъ соковъ—вмѣсто того, чтобы фабриковать эти дѣятельныя вещества фунтами, является возможность производить ихъ въ доляхъ золотниковъ. Другое обстоятельство, на которое я обращаю ваше вниманіе, заключается въ томъ, что прибавленіе къ смѣси крахмала со слюной небольшихъ количествъ кислоты не мѣшаетъ сахарному превращенію. Это важно знать потому, что въ полости рта пища остается слишкомъ мало времени для того, чтобы вся масса крахмала превратилась въ сахаръ, и процессъ этотъ долженъ продолжаться въ желудкѣ, гдѣ соки имѣютъ кислую реакцію.

Когда пережеванная пища смочена слюною и слизью, пищеварительныя явленія въ области рта окончены (бѣлки и жиры, значить, не претерпѣваютъ здѣсь никакихъ измѣненій) и воля приводитъ въ движеніе очень сложный нервно-мышечный снарядъ, производящій глотательныя движенія. Послѣдовательною игрою различныхъ отдѣловъ этого перистальтически дѣйствующаго аппарата достигается, съ одной стороны, передвиженіе пищи кзади и внизъ по пищеводу, съ другой предупреждается попаданіе ея черезъ заднія носовыя отверстія въ полость носа и черезъ отверстіе гортани въ дыхательное горло. Въ дѣйствиі этого снаряда особенно поразительна слѣдующая сторона: будучи выстроенъ въ верхнемъ отдѣлѣ изъ мышцъ повинующихся, какъ говоритъ самосознаніе, волѣ, онъ могъ бы, повидимому, дѣйствовать подъ однимъ вліяніемъ ея импульсовъ неопредѣленно долгое время, какъ дѣйствуютъ, напримѣръ, мышцы руки или ноги, а между тѣмъ опытъ показываетъ, что для дѣятельности глотательнаго снаряда необходимъ, такъ сказать, глотательный объектъ. Попробуйте въ самомъ дѣлѣ глотать, когда во рту ничего нѣтъ, нѣсколько разъ сряду — пока есть слюна, глотательныя движенія удаются, но затѣмъ при всевозможныхъ усиліяхъ со стороны воли, они становятся невозможны. Дѣло въ томъ, мм. гг., что не только здѣсь, но

сока: берутъ отъ убитаго животнаго желудокъ, ополаскивають его изнутри струей воды и затѣмъ соскабливають тупымъ ножемъ вмѣстѣ съ верхними слоями слизистой оболочки заключенныя въ нихъ пепсиновые желѣзы. Соскобленное обливають подкисленной слегка водой, ставятъ на нѣсколько часовъ въ теплое мѣсто (при температурѣ не выше 40° Ц.), процѣживаютъ и получаютъ, наконецъ, искусственный желудочный сокъ, который разлить по всѣмъ этимъ стекляннымъ трубочкамъ. Въ трубочки положены сверхъ того, въ одну — кусочки мяса, въ другую — мелкоизрубленный вареный яичный бѣлокъ, въ третью влито молоко, въ четвертую опущены клочки фибрина, свертывающагося вещества крови, и т. д. Если эти смѣси вы будете держать нѣсколько часовъ въ теплое мѣстѣ, напр., у себя въ карманѣ, при температурѣ собственнаго тѣла, то всѣ бѣлковыя вещества растворятся.

Настои слизистой оболочки желудковъ употребляются также на добываніе пепсина. Во Франціи онъ фабрикуется въ значительныхъ размѣрахъ и извѣстенъ въ продажѣ подъ именемъ французскаго пепсина. При этомъ пользуются свойствомъ его выпадать изъ растворовъ чисто механически вслѣдъ за образующимися въ растворахъ осадками. Нужно однако замѣтить, что продажный пепсинъ очень не чистъ, вслѣдствіе примѣси къ нему пептоновъ.

Изъ желудка пища поступаетъ въ тонкія кишки и тотчасъ же подвергается дѣйствию желчи и поджелудочнаго сока. Сначала я буду говорить о послѣднемъ.

О существованіи поджелудочной желѣзы въ публикѣ знаютъ вообще очень мало, а между тѣмъ сокъ ея оказывается важнѣе всѣхъ другихъ въ пищеварительномъ отношеніи. Онъ дѣйствуетъ одновременно, но конечно различными составными частями, на всѣ элементы пищи, т.-е. на бѣлки, жиры и крахмалъ, разомъ. Добывать этотъ сокъ можно двоякимъ образомъ — вставляя черезъ рану брюшной стѣнки трубочку въ выводной протокъ желѣзы, или дѣлая водный настой послѣдней, подобно приготовленію искусственнаго желудочнаго сока изъ слизистой оболочки желудка. Къ сожалѣнію, первый способъ даетъ всегда очень мало жидкости, такъ что опыты по необходимости дѣлаются только съ настоями.

На крахмалъ панкреатическій сокъ дѣйствуетъ совершенно какъ слюна, слѣдовательно говорить объ этомъ нечего; но дѣйствіе его на бѣлки значительно отличается отъ дѣйствія пепсина. Послѣдній растворяетъ ихъ только въ кислой средѣ, тогда какъ сокъ поджелудочной желѣзы дѣйствуетъ на бѣлки и въ щелочныхъ, и въ нейтральныхъ и

даже въ подкисленныхъ растворахъ. Притомъ дѣйствіе его гораздо энергичнѣе: какъ бы долго ни находились бѣлки подѣ влияніемъ пепсина (разумѣется пока не наступитъ гніеніе) дѣйствіе его останавливается на произведеніи пептоновъ, не осаждающихся отъ жара, алкоголя, минеральныхъ кислотъ и пр.; панкреатическій же сокъ, оставаясь долго въ соприкосновеніи съ бѣлками, положительно разщепляетъ ихъ, давая въ остаткѣ вонючую, липкую смолистую массу, которая въ смѣси съ измѣнившейся желчью образуетъ наибольшую по массѣ составную часть испражненій плотояднаго животнаго. Замѣчательно, что по продуктамъ разщепленія бѣлковъ дѣйствіе сильно-щелочнаго панкреатическаго сока чрезвычайно сходно съ дѣйствіемъ сѣрной кислоты.

На жиры панкреатическій сокъ дѣйствуетъ двоякимъ образомъ: чисто-механически—превращая ихъ въ эмульсію, и химически — разщепляя жиры на жирныя кислоты и глицеринъ. Первымъ дѣйствіемъ онъ обязанъ лишь своей тягучести, вслѣдствіе присутствія въ немъ бѣлковъ. Возьмите въ самомъ дѣлѣ какое-нибудь масло, смѣшайте его съ жидкимъ яичнымъ бѣлкомъ, или съ растворомъ аравійской камеди и начните сильно взбалтывать смѣсь—у васъ получится бѣлая, непрозрачная, похожая на молоко жидкость; это и есть эмульсія. Еслибы вы стали разсматривать подѣ микроскопомъ каплю такой смѣси, оказалось бы, что она состоитъ изъ прозрачной жидкости, образующей какъ бы фонъ, и вмѣшанныхъ въ ней маленькихъ жирныхъ капелекъ. Ту же картину вы получили бы и отъ настоящаго молока. Итакъ, эмульсія есть не что иное, какъ мелкое раздробленіе жира, при посредствѣ несмѣшивающейся съ нимъ тягучей жидкости. У живого животнаго присутствіе въ кишкахъ жирной эмульсіи доказать легко: животное кормятъ какой-нибудь жирной пищей и часа черезъ четыре послѣ ѣды убиваютъ; при вскрытіи живота, всѣ лимфатическіе сосуды тонкихъ кишекъ оказываются наполненными какъ бы молокомъ, оттого ихъ и называютъ обыкновенно млечными сосудами.

Чтобы доказать упомянутое выше разлагающее дѣйствіе панкреатическаго сока на жиры, необходимы сложныя химическіе приемы, но доказать, что въ смѣси панкреатическаго сока съ жирами образуются свободныя кислоты очень легко, при посредствѣ лакмусовой настойки, обычнаго указателя присутствія свободныхъ кислотъ (при ихъ образованіи измѣняется ея цвѣтъ).

Такъ дѣйствуетъ панкреатическій сокъ, если дѣлать съ нимъ опыты искусственнаго пищеваренія внѣ тѣла, и такъ-же дѣйствуетъ онъ въ



тѣлѣ на крахмалы, бѣлки, не успѣвшіе превратиться въ пептоны, и наконецъ на жиры, поскольку онѣ ихъ эмульсируетъ. Но въ отношеніи нашего сока къ желудочнымъ пептонамъ, равно какъ въ разлагающее дѣйствіе его на жиры замѣшивается участіе желчи.

При взглядѣ на величину печени, особенно въ сравненіи съ прочими пищеварительными желѣзами, невольно можно подумать, что она должна играть очень важную роль въ пищевареніи; а на дѣлѣ выходитъ не такъ. Живому животному можно отвести желчь наружу<sup>1)</sup>, такъ что пищевареніе будетъ совершаться безъ ея участія, а между тѣмъ животное можно сохранить живымъ цѣлые годы. При этомъ замѣчается однако слѣдующее обстоятельство; животное становится страшно прожорливымъ, и если оставить эту потребность безъ удовлетворенія, не кормить его вдвое сильнѣе противъ нормы, то оно быстро худѣетъ и умираетъ отъ истощенія. Кромѣ того, при употребленіи такимъ животнымъ жирной пищи, его кишечныя испраженія всегда оказываются богатыми жиромъ, что указываетъ, во всякомъ случаѣ, на затрудненное поступленіе жира въ тѣло. Въ виду этихъ фактовъ становится очевиднымъ, что желчь, не будучи совершенно необходимой для пищеварительныхъ процессовъ, помогаетъ имъ однако въ значительной степени. Мы и займемся теперь разъясненіемъ этого вопроса.

Если желчь, добываемую очень легко изъ желчныхъ пузырей на свѣжихъ трупахъ, смѣшивать по-очередно съ крахмаломъ, бѣлковыми тѣлами и жирами при температурѣ животнаго тѣла, то она не оказываетъ на нихъ ни малѣйшаго дѣйствія—этимъ объясняется до извѣстной степени первая половина только-что сдѣланнаго вывода. Если же изучать дѣйствіе желчи въ связи съ другими пищеварительными соками, какъ дѣло происходитъ и въ дѣйствительности, то получается нѣчто другое. На крахмалъ она и при этомъ условіи продолжаетъ оставаться безъ дѣйствія: но на бѣлки, превращенные желудочнымъ сокомъ въ пептоны, дѣйствіе ея рѣзко, хотя и вовсе не въ положительную, а въ отрицательную сторону. Нужно вамъ замѣтить, мм. гг., что наибольшую по массѣ (конечно, за исключеніемъ воды) составную часть желчи представляютъ двѣ соли — соединенія содовой щелочи съ двумя совершенно

<sup>1)</sup> Эта операція заключается въ томъ, что прорѣзываютъ стѣнку брюха, черезъ рану перевязываютъ желчный протокъ около мѣста его впаденія въ кишку, затѣмъ въ отверстіе брюшной раны вшиваютъ желчный пузырь и прорѣзываютъ его стѣнку. Тогда желчь, хотя и не вливается въ кишки, но и не застаивается въ тѣлѣ, вытекая черезъ фистулу желчнаго пузыря наружу.

особенными желчными кислотами, и что послѣднія, отъ дѣйствія на желчь какихъ-нибудь болѣе сильныхъ кислотъ, тотчасъ же выпадаютъ въ формѣ нерастворимаго осадка. Это и случается каждый разъ, когда кислая желудочная смѣсь, содержащая свободную соляную кислоту, встрѣчается въ верхней части кишки съ желчью. Но это бы ничего — бѣда въ томъ, что вмѣстѣ съ выпадающими желчными кислотами механически увлекается не только пепсинъ, но и пептоны. Слѣдовательно, желчь не только не помогаетъ желудочному пищеваренію, но она врагъ ему (и это всего лучше видно на болѣзненныхъ примѣрахъ, когда желчь попадаетъ въ желудокъ — пищевареніе въ послѣднемъ тотчасъ же прекращается и является рвота), и не будь подъ рукой панкреатическаго сока, который быстро растворяетъ хлопья пептоновъ, зло, причиняемое бѣлковому пищеваренію желчью, было бы неисправимо. Стало быть, развѣ только въ отношеніи бѣлковъ мы имѣемъ право сказать, что желчь не препятствуетъ ихъ перевариванію. Превращеніямъ же жировъ она оказываетъ слѣдующую положительную услугу: вамъ, конечно, извѣстно, что мыло, употребляемое въ домашнемъ обиходѣ, дѣлается изъ жировъ при помощи щелочей (нужно еще нѣкоторое количество воды); послѣднія, разлагая жиры и соединяясь съ ихъ кислотами, образуютъ мыло, а въ остаткѣ получается глицеринъ; вы помните далѣе, что было сказано о дѣйствіи панкреатическаго сока — и онъ разлагаетъ жиры, но не въ силу своей щелочности, а дѣйствіемъ какого-то неопредѣленнаго до сихъ поръ фермента, и выдѣленные имъ изъ жира кислоты остаются свободными, пока не встрѣтятся съ желчью; здѣсь они находятъ щелочь, соединяются съ ней и образуютъ содовое мыло. Такъ какъ послѣднее растворимо въ водѣ (глицеринъ — другой продуктъ распадена жиравъ — тоже), то оказывается, что подъ влияніемъ желчи и панкреатическаго сока омыливающаяся часть пищевыхъ жировъ претерпѣваетъ такое превращеніе, вслѣдствіе котораго она цѣликомъ становится растворимою въ водѣ. Важность этой услуги выяснится для васъ вполне, когда дойдетъ рѣчь до акта выступленія переваренной пищи изъ полости пищевого канала; но нельзя не замѣтить, что едва-ли эта услуга велика въ количественномъ отношеніи: наибольшая масса утилизируемаго пищевого жира покидаетъ кишки не въ формѣ мыла, а въ формѣ эмульсіи.

Но тогда невольно задашь себѣ вопросъ, какъ же объяснить приведенные выше факты исхуданія животныхъ съ желчными фистулами и неперевариваемость въ ихъ тѣлѣ жира, если изъ всѣхъ опытовъ съ желчью оказывается, что на крахмалы она не дѣйствуетъ вовсе, пре-

вращеніямъ бѣлковъ скорѣе мѣшаетъ, чѣмъ помогаетъ, и, наконецъ, даже на жиры дѣйствіе ея — по крайней мѣрѣ въ количественномъ отношеніи — тоже ничтожное.

Этотъ вопросъ задавали и не перестаютъ задавать себѣ физиологи и до сихъ поръ, но недоумѣнія ихъ родили пока только мысль, что вѣроятно желчь такъ или иначе способствуетъ механическимъ условіямъ выходу переваренной пищи изъ полости кишекъ. Мысль эту въ отношеніи къ жирамъ оказалось возможнымъ провѣрить очень оригинальными опытами, и они въ самомъ дѣлѣ объяснили до извѣстной степени дѣло. Эмульгированные жиры, какъ вы услышите въ слѣдующую лекцію, выходятъ изъ кишекъ черезъ микроскопической величины отверстія, стѣнки которыхъ, какъ вообще всѣ внутреннія поверхности тѣла, смочены водянистыми жидкостями; послѣднее обстоятельство сильно препятствуетъ вхожденію жира въ отверстія, и это всего легче можно видѣть изъ опытовъ поднятія какого-нибудь масла въ волосныя трубки съ сухими или смоченными водою (конечно, изнутри) стѣнками — въ сухія трубки масло поднимается подъ вліяніемъ волосности (притяженія между масломъ и стѣнками трубки) гораздо выше, чѣмъ въ мокрыя; но если воду замѣнить желчью, то волосное поднятіе масла значительно увеличивается. На основаніи этихъ опытовъ и думаютъ, что желчь, разливающаяся по внутренней поверхности кишекъ, смачиваетъ стѣнки отверстій, въ которыя входитъ жиръ, и ослабляетъ въ нихъ препятствія къ его вхожденію. Кромѣ того, думаютъ еще, что желчь вообще усиливаетъ движенія кишекъ, а они, какъ увидимъ далѣе, не могутъ не усиливать процесса выстуления переваренной пищи.

Во всякомъ случаѣ вы понимаете, мм. гг., что такія рѣзкія явленія, какъ эффекты отведенія желчи наружу, требуютъ для своего разъясненія не предположеній и не отдаленныхъ, а прямыхъ опытовъ, притомъ съ рѣзкимъ результатомъ.

Послѣдній сокъ, съ которымъ пищѣ приходится встрѣчаться въ кишкахъ, есть продуктъ отдѣленія либеркюновыхъ желѣзъ, называемый *кишечнымъ сокомъ*. Знакомство съ нимъ въ чистомъ видѣ начинается лишь съ самаго недавняго времени, благодаря новому и очень остроумному способу полученія его отъ живого животнаго <sup>1)</sup>, къ сожа-

<sup>1)</sup> Вотъ этотъ способъ: животному прорѣзывается брюшная стѣнка по срединной линіи живота и изъ раны вытягивается кишечная петля четверти въ 2 длину; изъ нея вырѣзывается кусокъ длиной въ четверть съ небольшимъ такимъ образомъ, чтобы онъ оставался въ связи черезъ брыжейку съ кровеносной системой; края кишекъ, оставшіеся послѣ вырѣзки, сшиваются другъ съ другомъ и черезъ это дѣлается пути по

лѣнію, я не могу сообщить ничего интереснаго о дѣйствиі этого сока: онъ способенъ только превращать крахмалъ въ сахаръ, да еще тростниковый сахаръ превращать въ виноградный. Это и все, на чемъ можно построить мысль объ его физиологической дѣятельности—основаніе, какъ видите, не широкое.

Смѣшавшись съ желчью и панкреатическимъ сокомъ въ верхней части кишекъ, пища двигается вмѣстѣ съ ними книзу, измѣняется подѣ ихъ вліяніемъ и мало-по-малу теряетъ на своемъ пути переваренныя части пищи. Чѣмъ больше она приближается къ выходному отверстию пищевой трубки, тѣмъ гуще и гуще становится кишечное содержимое, вслѣдствіе исчезанія изъ него жидкихъ питательныхъ экстрактовъ.

Въ толстыхъ кишкахъ оно уже имѣетъ обычный видъ кишечныхъ испражнений и состоитъ изъ смѣси непереваренныхъ остатковъ пищи съ измѣнившимися, въ большей или меньшей степени, пищеварительными соками. Здѣсь, въ этой смѣси, начинается обыкновенно кислое броженіе и въ прямую кишку поступаютъ уже кислые экскременты. Запахъ ихъ обусловливается разложеніями бѣлковъ подѣ вліяніемъ панкреатическаго сока, а цвѣтъ зависитъ отъ желчнаго пигмента. Выбрасываніемъ экскрементовъ наружу рядъ пищеварительныхъ процессовъ оканчивается.

Итакъ, сумма измѣненій, претерпѣваемыхъ составными частями пищи въ полости кишечнаго канала, можетъ быть формулирована такъ: *вещества пищи, растворимыя въ водѣ, не измѣняются; тѣ же, которыя не растворимы, получаютъ (за исключеніемъ части жира, превращающагося въ эмульсію) эту способность подѣ вліяніемъ пищеварительныхъ соковъ, не претерпѣвая однако при этомъ никакихъ существенныхъ переменъ въ своихъ основныхъ химическихъ свойствахъ.*

Такое раствореніе пищевыхъ веществъ есть, мм. гг., окончательная цѣль, къ которой направлены всѣ усилія пищеварительныхъ процессовъ, и общій смыслъ этого измѣненія опредѣляется тѣмъ, что изъ пищевой трубки въ кровь могутъ поступать, какъ увидимъ въ слѣдующую лекцію, всего легче водные растворы.

Прежде однако, чѣмъ говорить объ этихъ новыхъ процессахъ, мнѣ

---

жливѣ кишекъ возстановляется; въ вырѣзанномъ же кускѣ трубки одинъ конецъ наглухо зашиваютъ, а другой вшиваютъ въ отверстіе брюшной раны. Когда все заживетъ, черезъ послѣднюю получается доступъ въ слѣпой мѣшокъ, образованный изъ вырѣзанной кишечной петли и сочащій изъ своихъ стѣнокъ чистый кишечный сокъ.

остается еще описать регуляцію акта поступления пищевыхъ веществъ въ тѣло. Если хоть нѣсколько вдуматься въ общее значеніе этого процесса и въ его результаты, если принять, сверхъ того, во вниманіе, что источники пищи стоятъ вѣдѣ тѣла животнаго, то, въ виду благоустройства животной машины, въ необходимости такой регуляціи нельзя сомнѣваться ни минуты. Тѣло взрослога человѣка и животнаго въ теченіи годовъ остается неизмѣннымъ ни въ вѣсѣ, ни по составу—не будь при этомъ условіи ясныхъ предѣловъ поступленія вѣшняго пищевого вещества, разрушительнымъ процессамъ въ тѣлѣ пришлось бы приписать какую-то безграничную энергію, что положительно противорѣчитъ фактамъ. Въ тѣлѣ, значить, должна быть регуляція пищевого прихода въ количественномъ отношеніи. Животное не прикрѣплено къ почвѣ, какъ растеніе; послѣднее, гдѣ стоитъ, тамъ и находитъ пищу, тогда какъ источники животной пищи разсѣяны не повсюду. Это требуетъ р регуляціи нашихъ актовъ во времени. Наконецъ, въ виду того обстоятельства—и это относится особенно къ травояднымъ животнымъ,— что многіе натуральные пищевые объекты содержатъ въ себѣ, рядомъ съ питательными составными частями, вещества положительно вредныя для жизни, тѣлу необходимы гарантіи противъ такихъ случаевъ — это регуляція качественная. Всѣ эти цѣли достигаются вооруженіемъ животнаго инстинктами: чувства голода и жажды регулируютъ пищевой приходъ во времени, чувство насыщенія (и утоленія жажды) есть количественный регуляторъ; наконецъ, вкусъ и обоняніе считаются у животныхъ качественными регуляторами. Устройство всѣхъ этихъ аппаратовъ, въ особенности послѣдняго, чрезвычайно трудно для объясненія, если дѣло коснется деталей, хотя въ наукѣ и существовало множество опытныхъ попытокъ къ рѣшенію вопроса о механизмѣ голода, жажды и чувства насыщенія<sup>1)</sup>; но въ общихъ чертахъ не подлежитъ сомнѣнію, что условія всѣхъ названныхъ ощущеній родятся въ периферическихъ частяхъ тѣла, что, эти условія служатъ источникомъ возбужденія для нервовъ, которое передается головному мозгу. По этому же плану выстроены механизмы, регулирующіе акты выведенія мочи и

<sup>1)</sup> Объясненіе ихъ остановилось на слѣдующей мысли, высказанной Молешотомъ: подобно тому, какъ ощущеніе свѣта есть специфическій продуктъ дѣятельности зрительнаго аппарата, состоящаго изъ зрительнаго нерва съ его сѣтчаткой на периферіи и съ центрами на противоположномъ концѣ, ощущенія голода, жажды и насыщенія суть специфическіе продукты дѣятельности аппарата, состоящаго изъ волоконъ бродячаго нерва, рассыпающихся въ пищевой трубкѣ, съ ихъ периферическими окончаніями здѣсь и центрами въ головномъ мозгу.

кала, но тутъ дѣло яснѣе въ томъ отношеніи, что мѣста, изъ которыхъ выходятъ „позывы на мочу и испражненіе“ извѣстны, и искусственнымъ раздраженіемъ этихъ мѣстъ можно даже вызвать искусственные позывы, тогда какъ мѣста рожденія голода, жажды и чувства насыщенія до сихъ поръ не опредѣлены въ точности.

Названными ощущеніями регулируется собственно актъ введенія пищи въ пищеварительный каналъ, но это еще первая половина цѣлаго процесса поступленія ея въ тѣло — за нею слѣдуютъ акты выхожденія переваренной пищи изъ пищевой трубки въ кровь, и здѣсь, какъ увидимъ ниже, опять существуютъ условія, гарантирующія тѣло противъ значительныхъ избытковъ, введенныхъ въ пищевую полость. Но и на этомъ дѣло не останавливается: избытки вещества, вступившіе въ кровь, ведутъ за собою усиленіе разрушительныхъ процессовъ въ тѣлѣ и выбрасываются обычными путями. Лучшимъ примѣромъ можетъ служить быстрое выведеніе почками изъ тѣла излишковъ воды, которые такъ часто попадаютъ, хоть напр., съ чаемъ въ желудокъ русскаго чело-  
вѣка.

## VIII.

Процесс всасыванія пищи изъ полости пищевой трубки.

Сегодняшняя лекція будетъ исключительно посвящена процессу поступления переваренной пищи изъ полости пищевой трубки въ кровь.

Такъ какъ всѣ фазы этого процесса скрыты отъ непосредственнаго наблюденія, то прежде всего я долженъ убѣдить васъ въ его существованіи вообще и уже потомъ говорить о деталяхъ, т.-е. о путяхъ, которыми идетъ питательный сокъ, и о силахъ, которыя его двигаютъ изъ пищевой трубки въ кровь.

Сначала я докажу вообще, что часть пищи куда-то исчезаетъ изъ полости пищевой трубки. Убѣдиться въ этомъ, мм. гг., чрезвычайно легко, если взять на себя трудъ взвѣшивать въ теченіи нѣсколькихъ дней все количество принимаемой пищи и питья и рядомъ съ этимъ взвѣшивать, въ теченіи того же времени, кишечныя испражненія. Чѣмъ періодъ наблюденія дольше, тѣмъ лучше. При сравненіи обѣихъ вѣсовыхъ величинъ, значительный перевѣсъ (фунтами на каждый день) всегда остается на сторонѣ пищевого прихода, несмотря на то, что кишечныя испражненія содержатъ не одни только непереваренные остатки пищи, но еще и нѣкоторое количество пищеварительныхъ соковъ. При очевидной невозможности этому избытку прихода оставаться въ полости пищевой трубки (иначе она наполнилась бы до верху пищевымъ содержимымъ много-много въ 10—20 дней), опыты наши доказываютъ, что онъ изъ нея куда-то исчезаетъ.

Для дальнѣйшаго разъясненія дѣла сдѣлаемъ теперь новый опытъ надъ живымъ животнымъ: вскроемъ ему брюшную полость, перевяжемъ вышку около выходнаго отверстія желудка, чтобы жидкость не

могла выходить изъ послѣдняго, зашьемъ брюшную рану, введемъ посредствомъ эластической трубки въ желудокъ измѣренное количество какого-нибудь воднаго раствора и оставимъ животное въ покоѣ на нѣсколько часовъ. Убейте животное и вскройте осторожно желудокъ — жидкости въ немъ не оказывается. Сколько не ищите выхода для объясненія исчезанія жидкости, принуждены будете остановиться на мысли, что она куда-то исчезла черезъ стѣнки желудка — иного пути для нея, въ самомъ дѣлѣ, нѣтъ. А между тѣмъ вамъ легко убѣдиться, что она не застоилась въ стѣнкахъ желудка — онѣ нисколько не разбухли, — но и не просочилась насквозь <sup>1)</sup>; значитъ, изъ стѣнокъ есть какой-то дальнѣйшій путь, по которому можетъ оттекать отъ желудка жидкость, попавшая въ его стѣнки. Единственный путь для этого кровь и лимфа, разливающаяся по слизистой оболочкѣ; къ ней подходятъ, правда, еще нервы, но они, не будучи трубками съ движущейся жидкостью, не могутъ конечно играть въ нашемъ явленіи роли.

Такіе же опыты можно дѣлать и съ кишками, заключая водные растворы между двумя перевязками кишки, чтобы жидкость не могла вылиться, и результаты получаются тѣже самыя. Но здѣсь наполненіе лимфатическихъ путей питательнымъ веществомъ можетъ быть доказано еще и наглядно: стоитъ только сравнить между собою кишки вѣтъ пищеваренія съ кишками послѣ принятія жирной пищи — въ послѣднемъ случаѣ лимфатическіе сосуды ихъ, какъ это разъ было уже сказано, всегда наполнены жировой эмульсіей.

Я могъ бы сообщить вамъ много и другихъ опытовъ, представляющихъ варьяціи на ту же тему, но и этихъ, надѣюсь, было достаточно, чтобы убѣдить васъ въ справедливости развиваемой мною мысли.

Какимъ же образомъ устроены пути, по которымъ вступаетъ въ кровь питательное вещество?

Объ нихъ рѣчь можетъ быть, разумѣется, только въ отношеніи желудка и кишекъ, такъ какъ во рту и въ пищеводѣ пища остается слишкомъ мало времени, чтобы ей всосаться.

Отвѣта на вопросъ естественнѣе всего было бы искать въ суще-

<sup>1)</sup> Прямой опытъ съ фильтраціей жидкости черезъ стѣнку желудка показалъ бы, что даже при очень сильномъ давленіи, какого въ желудкѣ живого животного и быть не можетъ, въ дни не можетъ пройти столько жидкости, сколько ея исчезаетъ здѣсь въ часы.



ствованіи отверстій, которыя сообщали бы полости желудка и кишекъ съ кровеносными, или лимфатическими сосудами; въ обоихъ случаяхъ вещество поступало бы въ кровь—въ одномъ прямо, а въ другомъ окольной дорогой. Но, говоря объ устройствѣ кровеныхъ сосудовъ, мы имѣли случаи повторять нѣсколько разъ, что въ стѣнкахъ ихъ нѣтъ ни малѣйшихъ отверстій, слѣдовательно прямыя сообщенія изъ пищевыхъ полостей возможны только въ лимфатическіе пути, да и то скорѣе въ начала ихъ, т.-е. лимфатическія трещины, чѣмъ въ лимфатическія трубки, такъ какъ стѣнки послѣднихъ, въ свою очередь, совершенно сплошныя. Стало бытъ въ стѣнкахъ пищевыхъ полостей можно ожидать только микроскопической величины отверстій, въ родѣ тѣхъ, которыя присасываютъ кровеной фильтратъ изъ брюшной и грудной полости. Однако всѣ попытки открыть какія бы то ни было дыры на внутренней поверхности желудка и по всей длинѣ толстыхъ кишекъ (т.-е. значительно больше, чѣмъ въ половинѣ всей поверхности желудочно-кишечнаго канала) остаются до сихъ поръ безуспѣшны, и только въ тонкихъ кишкахъ наука принимаетъ существованіе открытыхъ отверстій въ начала лимфатической системы этого отдѣла кишечнаго канала. Какъ ни странно покажется вамъ фактъ отсутствія дыръ въ желудкѣ и толстыхъ кишкахъ, въ виду способности ихъ стѣнокъ всасывать жидкости, я обойду пока молчаніемъ тѣ средства, которыя дѣлаютъ существованіе здѣсь отверстій вовсе ненужнымъ и начинаю описывать открытыя пути изъ тонкихъ кишекъ.

Ткань слизистой оболочки пищевыхъ путей, если абстрагировать отъ пронизывающихъ ее толщю слизистыхъ, пепсиновыхъ и пр. желѣзъ, устроена по тому же типу, какъ ткань лимфатической желѣзы: основу составляетъ густая сѣтъ пластинокъ и волоконъ съ развѣтвляющимися по нимъ кровеносными сосудами; содержимое—круглыя зернистыя образованія, называемыя лимфоидными тѣлами; а между всѣми этими элементами свободныя промежутки, наполненные лимфой—начала желудочно-кишечнаго отдѣла лимфатической системы. Кромѣ того, вся поверхность слизистой оболочки выстлана слоемъ эпителия.

Въ желудкѣ и кишкахъ слизистая поверхность (опять-таки если абстрагировать отъ желѣзокъ, представляющихъ углубленія) вездѣ ровная, гладкая, но въ тонкихъ кишкахъ изъ нея поднимается огромное количество выступовъ въ формѣ тонкихъ волосковъ, которые сидятъ до того густо, что придаютъ здѣсь слизистой поверхности явственно бархатистый видъ. При микроскопическомъ разсмотрѣваніи выступовъ,

они, несмотря на их малость, оказываются однако устроенными совершенно так же, какъ слизистая оболочка (рис. 12), съ тѣмъ, впрочемъ, различіемъ, что по продольной оси ихъ идетъ полость, окруженная пучками гладкихъ мышечныхъ волоконъ, да еще эпителиальный слой, покрывающій выступы, или, какъ ихъ обыкновенно называютъ, кишечныя ворсинки, нѣсколько отличается отъ эпителия въ прочихъ отдѣлахъ пищевой трубки: здѣсь крышка кѣтокъ (на рис. 12 онѣ изображены отдѣльно), обращенная въ полость кишки, является утолщеною и представляетъ продольную полосатость, которая и признается за оптическое выраженіе отверстій въ эпителиальной крышкѣ. Это все результаты микроскопическаго изслѣдованія на трупахъ, но смыслъ ихъ выясняется

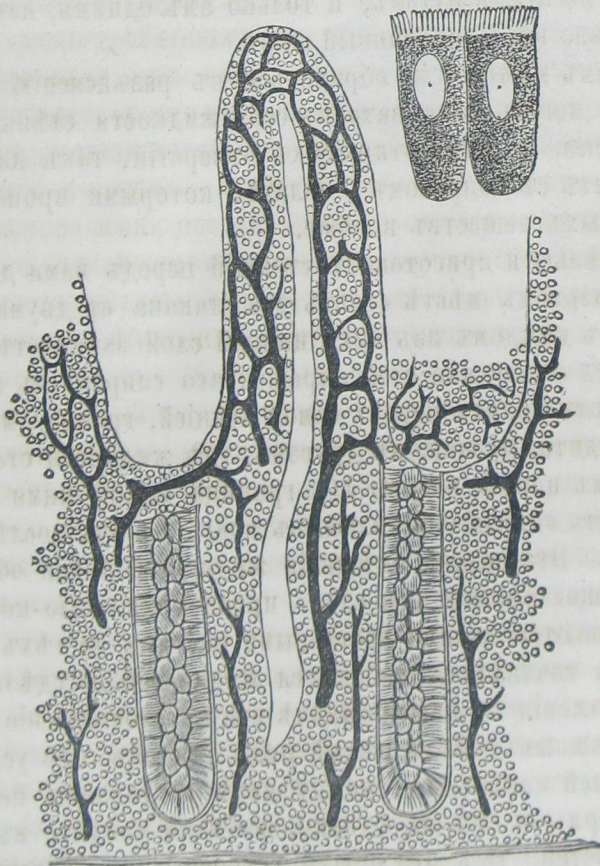


Рис. 12.

стей между собою, перепонки оказываются способными раздѣлить, такъ сказать, всё тѣла на два огромныхъ отдѣла: на жидкости, способныя проходить черезъ перепонки, и на такія, которыя не имѣютъ этой способности. Къ первому отдѣлу принадлежатъ, между прочимъ, всё безъ исключенія истинные водные растворы, тогда какъ на противоположной сторонѣ стоитъ большинство натуральныхъ жидкостей, входящихъ въ составъ животнаго и растительнаго тѣла, — бѣлки, камеди, крахмалы и пр. На этомъ-то основаніи, если послѣднія вещества являются и въ жидкой формѣ, ихъ все-таки нельзя назвать истинными водными растворами.

Оставляя гипотезу объ этомъ различіи между тѣлами въ сторонѣ, я, въ ожиданіи конца нашихъ опытовъ, успѣю еще рассказать вамъ о другихъ сторонахъ смѣшенія жидкостей, которыя имѣютъ прямую физиологическую важность.

Совершенно необходимыхъ условій для того, чтобы жидкости смѣшивались между собою черезъ перепонку, два: нужно, чтобы онѣ могли смѣшиваться другъ съ другомъ и безъ ея посредства (вода и масло не могутъ, напр., смѣшиваться ни при какихъ условіяхъ) и еще, чтобы ими могла пронитываться перепонка (напр. каучукъ не пропуститъ сквозь себя воды). Скорость смѣшенія зависитъ, сверхъ свойствъ перепонки и жидкостей, еще отъ того, находятся ли онѣ въ покоѣ, или въ движеніи; при послѣднемъ условіи непрерывно возобновляется составъ смѣсей на границѣ ихъ соприкосновенія, а черезъ это непрерывно возобновляются противоположности жидкостей, ослабленной предшествовавшей диффузіей. Сверхъ скорости, въ диффузии жидкостей важно знать еще вѣсовое отношеніе между веществами, которыя въ одно и то же время проходятъ черезъ перепонку въ противоположныхъ направленіяхъ (напр., въ нашихъ опытахъ отношеніе между количествомъ воды, перешедшей изъ каждаго стакана въ цилиндръ, и количествомъ раствореннаго вещества, перешедшаго изъ цилиндра въ воду); эти количества, замѣщающія другъ друга по обѣ стороны перепонки, называются эндосмотическими *эквивалентами* смѣшивающихся веществъ. Въ опытахъ, гдѣ по одну сторону перепонки стоитъ чистая вода, количество ея, переходящее въ другую сторону принимается въ дроби, выражающей величину эндосмотическаго эквивалента, обыкновенно за числителя; поэтому и говорятъ, что эндосмотическій эквивалентъ между бѣлкомъ, клеємъ, крахмаломъ и водою равенъ безконечности. Другими словами, токъ воды къ бѣлкамъ, кра-

хмалу и пр. бесконечно великъ въ сравненіи съ токомъ бѣлковъ, крахмаловъ и пр.—къ водѣ.

Вотъ тѣ немногія основныя данныя, знаніе которыхъ было намъ совершенно необходимо для разъясненія нашихъ фізіологическихъ задачъ, и мнѣ остается, чтобы возвратиться къ послѣднимъ, сказать только еще нѣсколько словъ о различіи между только-что описанными процессами и явленіями фильтраціи жидкости въ жидкость, которые при поверхностномъ взглядѣ на дѣло могли бы быть смѣшаны другъ съ другомъ. Вотъ въ чемъ между ними различіе: смѣшеніе жидкостей путемъ диффузіи (или эндосмоса — это все равно) требуетъ непременно какого бы то ни было, количественнаго или качественного различія въ ихъ составѣ, и при этомъ условіи оно нисколько не нуждается въ давящихъ силахъ — вода въ 1-мъ нашемъ опытѣ шла даже, наперекоръ условіямъ давленія, кверху; при фильтраціи же жидкости въ жидкость, различіе въ составѣ, наоборотъ, ничего не значитъ, и все дѣло въ томъ, чтобы фильтрующаяся жидкость стояла подъ большимъ давленіемъ, чѣмъ та, въ которую происходитъ фильтрація.

Теперь опыты наши пришли, вѣроятно, уже къ концу, и мы пробуемъ нашими реактивами воду въ стаканахъ. Въ первыхъ 3-хъ реакціи, какъ видите, удаются, но въ другихъ 3-хъ нѣтъ ни бѣла, ни крахмала, ни клея.

Мы остановились, мм. гг., на вопросѣ, какимъ образомъ могутъ всасывать въ себя жидкости стѣнки желудка и толстыхъ кишекъ, когда въ нихъ нѣтъ никакихъ отверстій. Теперь вы уже, конечно, догадываетесь, какъ это происходитъ. — Содержимое желудка и кишекъ, поскольбу оно заключаетъ въ себѣ переваренныя вещества, обратившіяся въ истинные водные растворы, уподобляется содержимому цилиндровъ въ только-что описанныхъ опытахъ; внутренней слой слизистой оболочки, отдѣляющій полость желудка и кишекъ отъ густой сѣти кровеныхъ и лимфатическихъ токовъ, есть перепонка нашихъ опытовъ, притомъ перепонка въ нѣсколько десятковъ разъ болѣе тонкая; наконецъ, безпрестанно движущаяся и безпрестанно возобновляющаяся кровь и лимфа представляетъ жидкость въ полости стакановъ. Насколько между жидкимъ содержимымъ желудка и кишекъ, съ одной стороны — кровью, и лимфой — съ другой, существуютъ качественныя или количественныя разницы въ составѣ, настолько даны условія для обоюднаго обмѣна жидкостей своими составными частями.

Пищевой экстрактъ, вслѣдствіе смѣшенія пищи съ большимъ количествомъ чрезвычайно жидкихъ пищеварительныхъ соковъ, всегда менѣе густъ, чѣмъ жидкая часть крови и лимфы, поэтому токъ воды всегда долженъ идти изъ полости пищевой трубки къ крови, а не наоборотъ; сахара въ пищевомъ экстрактѣ тоже всегда больше, чѣмъ въ крови и лимфѣ,—и онъ долженъ идти въ томъ же направленіи; въ пищевой трубкѣ, по сю сторону перегородки стоятъ пептоны—бѣлки, превратившіеся болѣе или менѣе въ истинные водные растворы, по ту же сторону стоятъ бѣлки, неспособные проходить черезъ перепонки—первые всасываются, а вторые остаются въ своихъ естественныхъ вмѣстилищахъ. Прибавьте къ этому, что обѣ смѣшивающіяся жидкости находятся въ постоянномъ движеніи, и вы поймете, что въ теченіи пищеварительнаго періода, длящагося часы, всасываніе можетъ достигнуть значительныхъ размѣровъ, тѣмъ болѣе, что въ подмогу эндосмотическимъ силамъ существуютъ, какъ вы уже знаете, еще и другія условія для выступленія жидкихъ веществъ изъ полости пищевой трубки.

На словахъ дѣло объяснилось, какъ видите, очень удачно; но вы имѣете, конечно, право требовать отъ меня не только словъ, но и дѣла—я обязанъ доказать вамъ не только возможность, но и дѣйствительное участіе эндосмотическихъ силъ въ дѣлѣ всасыванія веществъ изъ полости пищевой трубки. Для этого, очевидно, нужны опыты на живыхъ животныхъ, и они должны клониться къ тому, чтобы поставить содержимое желудочно-кишечнаго канала въ такія условія, при которыхъ, на основаніи нашихъ общихъ представлений объ эндосмотическихъ процессахъ, слѣдовало бы ожидать напередъ или ослабленнаго, или, наоборотъ, усиленнаго всасыванія. Подтвержденіе ожиданій будетъ, конечно, утвердительнымъ отвѣтомъ на нашъ вопросъ и наоборотъ. По счастью, опыты эти вовсе не такъ трудны, какъ они кажутся съ перваго взгляда, и одна половина ихъ — конечно по результатамъ—даже извѣстна, я думаю, всякому. Это—слабительное дѣйствіе всѣхъ вообще солей, напр. англійской, глауберовой и пр. Соли эти вводятся обыкновенно въ большомъ количествѣ, притомъ всегда въ сгущенныхъ растворахъ; уже одно это должно, въ смыслѣ нашей теоріи, ослаблять токъ воды изъ пищевой трубки въ кровь, такъ какъ пріемъ растворимой въ водѣ соли сгущаетъ питательный экстрактъ; но къ этому присоединяется еще то замѣчательное, и особенно важное для насъ, обстоятельство, что слабительныя соли вообще оказываются имѣющими высокій эндосмотиче-

скій эквивалентъ въ сравненіи, напр., съ обычной минеральной при-  
мѣсью пищи, поваренною солью; другими словами, соли эти жаднѣе  
прочихъ удерживаютъ на своей сторонѣ воду. Понятно, что подѣ со-  
вокупнымъ вліяніемъ обѣихъ причинъ разомъ, пищевая смѣсь не бу-  
детъ отдавать крови воду и останется жидкой; при послѣднемъ же  
условіи она всегда быстро выводится наружу, т.-е. дѣлается поносъ.  
Другой рядъ опытовъ пополняетъ приведенный съ противоположной  
стороны: здѣсь растворы слабительныхъ солей вводятся прямымъ впры-  
скиваніемъ въ кровь; при этомъ условіи наша теорія требуетъ, ко-  
нечно, уже не ослабленнаго, а наоборотъ усиленнаго всасыванія воды  
изъ полости кишечкъ, такъ какъ жидкость сгустилась по ту сторону  
перегородки, и результатъ въ самомъ дѣлѣ оправдываетъ предска-  
занія теоріи—у животного развивается запоръ, вслѣдствіе быстрого  
обѣдненія водою кишечнаго содержимаго.

Эти опыты помирятъ васъ, надѣюсь, съ мыслью о всасываніи пи-  
тательныхъ растворовъ путемъ эндосмоса; но они же показываютъ,  
сверхъ того, что въ эндосмозѣ заключены, до известной степени,  
условія и для количественной регуляціи акта вступленія въ кровь  
водныхъ растворовъ:—всякій сильный избытокъ вводимаго раствори-  
маго вещества непременно компенсируется болѣе быстрымъ выведе-  
ніемъ изъ тѣла болѣе богатыхъ водою испражнений.

Теперь я перехожу къ описанію поступленія пищевыхъ веществъ  
въ ворсинны. Путь этотъ былъ выставленъ выше, какъ исключительно  
назначенный для жировой эмульсіи, и это справедливо въ томъ смы-  
слѣ, что жиръ въ сказанной формѣ не входитъ никуда кромѣ вор-  
синъ; но отсюда никакъ не слѣдуетъ выводить заключенія, что изъ  
всѣхъ пищевыхъ веществъ въ ворсинны поступаютъ одни жиры:—  
здѣсь входъ, наоборотъ, открытъ для всѣхъ жидкостей, даже не  
представляющихъ истинныхъ водныхъ растворовъ, и уже самый фактъ  
наполненія ворсинъ въ пищеварительный періодъ эмульсіей показы-  
ваетъ, что вмѣстѣ съ мелкими каплями жира въ нихъ входитъ ка-  
кая-то водянистая жидкость, очевидно весь растворимый въ водѣ  
пищевой экстрактъ. Въ этомъ смыслѣ новый путь представляетъ при-  
датокъ, работающій за одно съ эндосмотическими силами, хотя и дѣй-  
ствующій совершенно другимъ образомъ:—здѣсь, по новому пути, до-  
рога пищевому веществу всюду открыта и для входа его въ ворсинны  
не нужно никакихъ силъ, кромѣ чисто механическихъ. Съ ними-то  
намъ и нужно прежде всего познакомиться; но при этомъ прошу при-  
помнить, что пищевые ходы по всей толщѣ ворсинны до чрезвычай-

ности узки и слѣдовательно препятствія для движенія по ней жидкости огромны.

Вообразите себѣ на минуту, что вамъ извѣстны силы, при посредствѣ которыхъ питательная жидкость постоянно вытекаетъ изъ ворсинъ въ направленіи къ лимфатическимъ трубкамъ, и остановитесь пока на дѣйствительно существующемъ фактѣ такого оттока. Уже въ немъ одномъ, при существованіи открытыхъ сообщеній между полостью кишки и каналами ворсинъ, даны были бы условія для входа жидкостей въ послѣдніе; и въ этомъ случаѣ мѣста приложенія силъ, вводящихъ жидкости въ ворсины, лежали бы въ нихъ самихъ, а не въ полости кишекъ — ворсины дѣйствовали бы присасывательнымъ образомъ и имъ помогала бы волосность входныхъ каналовъ. Другой способъ вхожденія жидкости въ ворсины могъ бы состоять только во вталкиваніи ея въ нихъ при помощи какой-нибудь силы, постоянно дѣйствующей въ направленіи изъ полости кишекъ. Силы эти должны бы были быть однако огромныя, въ виду страшной узкости, многочисленности и неправильности ворсинныхъ каналовъ; притомъ трудно было бы понять, какъ могутъ они не сдавливать мягкихъ ворсинокъ. Скорѣе можно еще думать, что и эти силы содѣйствовали бы наполненію ворсинъ не въ тотъ моментъ, когда онѣ давятъ на кишечное содержимое, — тогда вся ткань ворсинъ вмѣстѣ съ входными каналами, должна, какъ сказано, спадаться и изъ ворсинъ должно выдавливаться все жидкое содержимое — а наоборотъ въ моментъ послабленія, когда сжатія и опорожненныя отъ жидкостей ворсинки начинаютъ расправляться. Если послѣднія въ самомъ дѣлѣ обладаютъ этою способностью, тогда и при второмъ условіи онѣ, очевидно, могутъ дѣйствовать присасывательнымъ образомъ, лишь бы давящая сила дѣйствовала съ перерывами.

Ашарать, переводящій питательную жидкость изъ кишекъ въ ворсины, и устроенъ, мм. гг., по этимъ двумъ планамъ: въ составъ его входятъ и такіе механизмы, которые дѣйствуютъ изъ полости ворсинъ, и механизмы, сдавливающіе ихъ извнѣ. Сначала о первыхъ.

Если разсматривать на живомъ животномъ, при помощи кишечной фистулы, внутреннюю поверхность тонкой кишки, то она кажется попеременно то блѣдною, то красною. Сильная луна даетъ ключъ къ этой загадкѣ: при посредствѣ ея легко видѣть, что блѣдность слизистой оболочки совпадаетъ съ сокращеніемъ ворсинъ (онѣ становятся короче и круглѣе), а краснота съ ихъ расправленіемъ. При первомъ условіи (вспомните, что въ ткани ворсинъ есть глад-

кія мѣшцы) изъ ворсины выдавливаются не только жидкость, наполняющая центральную лимфатическую полость, но и вся кровь изъ сосудовъ, пронизывающихъ ткань ворсины густой сѣтью; когда же сокращеніе прекратилось, кровь снова вливается съ извѣстнымъ напоромъ въ свои вмѣстилища, расположенныя въ перегородкахъ ворсиннаго остова и расправляетъ расслабленную ткань ворсины до прежнихъ размѣровъ. Но послѣднее возможно только при условіи наполненія всѣхъ опорожненныхъ пространствъ ворсины жидкостью. Та, которая была только-что выдавлена въ направленіи къ лимфатическимъ трубкамъ (въ полость кишекъ она не могла выдавиться, вслѣдствіе сжатія ворсины), вернуться не можетъ, потому что при самомъ началѣ въ нихъ уже есть клапаны, позволяющіе течъ жидкости только въ направленіи отъ кишекъ; слѣдовательно, пространства ворсины должны наполниться съ другой стороны, т.-е. изъ полости кишечнаго канала, и теперь всѣ ходы для этого свободны. Стало быть каждая ворсинка, въ силу сокращенія ея мышечныхъ волоконъ, дѣйствуетъ, какъ давящій насосъ, переводящій жидкость изъ центральной лимфатической полости въ начала лимфатическихъ трубокъ; а въ силу кровяного напора, расправляющаго расслабленный остовъ, она есть присасывательный снарядъ, накачивающій свою центральную полость жидкостью изъ кишекъ. Такихъ насосовъ милліоны и всѣ они работаютъ непрерывно, производя по нѣскольку качаній въ минуту. Работа каждого изъ нихъ въ отдѣльности, разумѣется, очень мала, но всѣ вмѣстѣ въ теченіи часовъ они, конечно, могутъ произвести кое-что; тѣмъ болѣе, что на помощь имъ существуетъ еще другой мышечный аппаратъ, дѣйствующій на ворсины извнѣ. Это—періодическія сокращенія стѣнокъ кишечной трубки, при посредствѣ извѣстнаго вамъ мышечнаго слоя, лежащаго внѣ слизистой оболочки. Сокращенія эти, суживая просвѣтъ кишечной трубки, даютъ на ея жидкое содержимое, а черезъ него на мягкія ворсинки; изъ нихъ, вмѣстѣ съ содержимымъ лимфатическихъ пространствъ, очевидно, должна выдавливаться и кровь; стало быть и теперь періодъ послабленія мышечныхъ сокращеній долженъ сопровождаться присасываніемъ питательныхъ жидкостей изъ полости кишекъ въ каналы ворсинокъ. Но, кромѣ того, сокращеніемъ кишечной стѣнки должна сдавливаться вообще вся сумма пронизывающихъ ея толщу лимфатическихъ путей, а послѣдніе уже въ мышечномъ кишке, и даже нѣсколько глубже, имѣютъ характеръ настоящихъ лимфатическихъ трубокъ; слѣдовательно, вообще сфера дѣйствія новаго снаряда значительно шире той, которая выпадаетъ на долю ворсинныхъ мѣшцъ, си-



дящихъ лишь при самомъ началѣ лимфатическихъ путей. Взявъ эти обстоятельства во вниманіе, а съ другой стороны въ виду большей приравленности ворсинныхъ снарядовъ къ сдавливанію ворсинъ, я и полагаю, что на долю сокращеній всей кишечной стѣнки выпадаетъ по преимуществу задача продавливанія жидкостей за предѣлами ворсинокъ, а на мышцы послѣднихъ — опорожненіе отъ сока самыхъ ворсинокъ и накачиваніе въ нихъ жидкости изъ полости кишекъ.

Нужно вамъ замѣтить, мм. гг., что хотя въ пищеварительнаго періода ворсинки и представляются болѣе спавшимися, однако въ полости ихъ, какъ въ началѣ лимфатической системы тонкихъ кишекъ, существуетъ постоянная фильтрація крови (у животныхъ голодающихъ всѣ лимфатическіе сосуды кишекъ наполнены, вмѣсто мутной эмульсіи, прозрачной лимфой), и конечно она продолжается и во время пищеварительнаго періода, тѣмъ болѣе, что тогда напоръ крови въ ворсинахъ усиленъ. Стало быть, къ описаннымъ двигателямъ питательнаго сока, вступившаго въ начала лимфатическихъ путей, присоединяется еще обычный двигатель лимфы — кровенной напоръ. Подъ совокупнымъ вліяніемъ всѣхъ трехъ причинъ жидкость и получаетъ возможность постоянного оттока отъ кишекъ, а тамъ она уже подпадаетъ дѣйствию общихъ двигателей для всей лимфатической системы, т. е. присасывательному вліянію грудной части груднаго протока и большихъ венъ, въ который она вливается.

Таковы-то, мм. гг., снаряды и силы, при помощи которыхъ питательный экстрактъ переходитъ изъ полости пищевой трубки въ кровь. Вы помните, описывая жизненное значеніе лимфатической системы, я сказалъ, что перечислил не всѣ еще ея услуги тѣлу; теперь вы видите, какую важную службу я разумѣлъ подъ этимъ; но этимъ и заканчивается длинный рядъ функций лимфатической системы, по крайней мѣрѣ при нормальномъ ходѣ дѣлъ.

Въ былыя времена ей приписывали еще какое-то особенное значеніе въ дѣлѣ всасыванія веществъ изъ различныхъ точекъ тѣла, на прим., когда вещества вводятся въ раны свободныхъ поверхностей. Теперь вы должны понимать, что тутъ нѣтъ ничего особеннаго: при всякомъ раненіи вскрывается тѣла лимфатическихъ трещинъ, стало быть, вещество непосредственно вводится въ начала лимфатической системы. Столь же понятно должно быть для васъ и всасываніе жидкостей, искусственно вводимыхъ въ грудную или брюшную полость — вещества поступаютъ въ извѣстныя вамъ сосала.

Такимъ образомъ оконченъ обширный процессъ поступленія въ кровь жидкихъ и твердыхъ веществъ; теперь намъ предстоитъ знакомство съ актомъ введенія въ ту же кровь газообразнаго кислорода.

## IX.

Процессъ поступления въ тѣло газообразныхъ веществъ.—Устройство легкаго и грудной кѣтки, какъ дыхательнаго аппарата.—Измѣненія воздуха при дыханіи.

Мм. гг.! сегодня я начинаю говорить о процессѣ поступления въ тѣло газообразныхъ веществъ, или о процессѣ дыханія. При первомъ взглядѣ онъ состоитъ изъ однихъ періодическихъ расширеній и спаденій груди, связанныхъ съ попеременнымъ вхожденіемъ и выхожденіемъ воздуха черезъ полость рта и носа. Но всякій понимаетъ, что это должно быть лишь начало дѣла и что сущность процесса лежитъ гдѣ-нибудь глубже. Кому не извѣстно въ самомъ дѣлѣ, что безъ воздуха ни человекъ, ни животное не могутъ прожить даже нѣсколькихъ минутъ? — Воздухъ, повидимому, даже несравненно болѣе нуженъ животному, чѣмъ пища и питье. Все это вамъ, мм. гг., конечно извѣстно, но не всякій изъ васъ знаетъ причину такой страшной потребности въ воздухѣ, и разъяснить ее моя первая обязанность.

Извѣстно, что человекъ и животное можно задушить, зажавши ему ротъ, сдавивши чрезвычайно сильно грудь (чтобы она не могла ни расширяться, ни спадаться), или наконецъ сдавивъ дыхательное горло — ту трубку, которая изъ гортани ведетъ въ полость легкаго. Во всѣхъ этихъ случаяхъ подавлено однако какъ вхожденіе воздуха въ легкое (очевидно, онъ долженъ идти туда, иначе перевязка дыхательнаго горла не могла бы производить задушенія), такъ и выхожденіе его оттуда, и слѣдовательно нельзя рѣшить, что именно произвело задушеніе. Но вотъ опыты уже ближе ведущіе къ цѣли: вмѣсто атмосфернаго воздуха, представляющаго смѣсь кислорода (21% по объему) и азота (79% по объему), можно брать каждую изъ составныхъ частей его въ отдѣль-

ности и заставляя животное дышать тѣмъ и другимъ газомъ совершенно свободно. Оказывается, что кислородомъ животное дышетъ несколько не хуже, чѣмъ атмосфернымъ воздухомъ; но въ азотѣ, несмотря на свободу вдыханія и выдыханія, оно погибаетъ также скоро, и съ тѣми же припадками задушенія, какъ и при закрытіи рта и носа. Это уже указываетъ вамъ, что для жизни при дыханіи важенъ только кислородъ; и слѣдовательно задача наша должна заключаться въ описаніи его судьбъ съ того момента, когда онъ входитъ при каждомъ вдыханіи въ полость рта и носа.

Изучая пищу человѣка съ точки зрѣнія рабочаго матеріала, я имѣлъ уже случай сказать вамъ, что въ животное тѣло, какъ въ печь паровой машины, непрерывно входитъ необходимый для горѣнія кислородъ воздуха, и теперь вы видите въ самомъ дѣлѣ, что лёгкое должно имѣть значеніе поддувала, приводящаго въ тѣло воздухъ. Но тамъ же было сказано, что лёгкое, подобно трубѣ паровой машины, выводитъ въ тоже время продукты сгаранія — воду и угольную кислоту. Это и происходитъ, мм. гг., такъ на самомъ дѣлѣ, притомъ при посредствѣ тѣхъ же дыхательныхъ движеній груди, только не въ моментъ ея расширенія, а наоборотъ при спаденіи. Оба процесса сливаются слѣдовательно во времени, и чрезъ это я принужденъ описывать ихъ разомъ.

Такимъ образомъ, къ нашей первой задачѣ присоединяется вопросъ о газообразныхъ продуктахъ окисленія съ момента ихъ образованія до выхода наружу при посредствѣ дыхательныхъ движеній.

Если же оба процесса поставить, наконецъ, въ причинную связь другъ съ другомъ, тогда дыханіе получаетъ значеніе процесса разрушенія (горѣнія?) веществъ въ тѣлѣ подъ вліяніемъ кислорода воздуха.

Этимъ и опредѣляется какъ общая задача нашего изслѣдованія, такъ и составляющіе ее частные вопросы.

Сначала мы должны, конечно, изучать механизмъ вхожденія и выходения воздуха при посредствѣ дыхательныхъ движеній. Съ этой цѣлью намъ необходимо познакомиться съ устройствомъ лёгкаго и грудной кѣтки.

Ткань лёгкаго представляется на ощупь очень рыхлой, притомъ она очень легка — куски лёгкаго, брошенные на воду, плаваютъ на ея поверхности. Это происходитъ оттого, что наибольшую по объему массу лёгкаго составляютъ пронизывающія его воздушныя полости. Послѣднія устроены такимъ образомъ. Начинаясь *гортанью* (которая легко ощущается на шеѣ въ формѣ выступа), онѣ продолжаютъ отсюда въ формѣ трубки, называемой *дыхательнымъ горломъ*; сначала эта трубка

одинокая, но опустившись по передней части шеи въ полость груди, переходитъ въ двѣ главныхъ вѣтви для праваго и лѣваго лёгкаго. Каждая изъ послѣднихъ начинаетъ въ свою очередь древообразно вѣтвиться до тѣхъ поръ, пока вѣточки, постоянно остающіяся открытыми трубочками, не достигнутъ микроскопическихъ размѣровъ; здѣсь концы ихъ переходятъ въ пузырчатыя полости, называемыя *лёгочными пузырьками*. Въ большихъ дыхательныхъ трубкахъ, чтобы полости ихъ всегда оставались открытыми, зияющими, въ составъ стѣнокъ входятъ полныя или не совсѣмъ полныя хрящевыя кольца, но по мѣрѣ уменьшенія калибра трубокъ хрящи исчезаютъ мало-по-малу, и здѣсь зияющее состояніе поддерживается тѣмъ, что лёгкое, какъ вы знаете, даже на трупѣ растянуто во всѣ стороны за предѣлы своего естественнаго объема. Кромѣ того, въ составъ дыхательныхъ трубокъ входитъ слизистая оболочка съ эпителиальной покрывкой (изнутри), а поверхъ ея мышечная. Въ пузырькахъ всѣ эти слои сливаются въ очень тонкую пластинку, въ толщѣ которой разсыпаны однако густой сѣтью волосныя сосуды лёгочной артеріи. Сѣти эти заходятъ и на тѣ внутренніе выступы изъ стѣнокъ лёгочныхъ пузырьковъ, которые дѣлаютъ полости ихъ какъ бы ноздреватыми. Нужно однако замѣтить, что всѣ эти маленькія полости открыто сообщаются съ выводной трубкой своего пузырька, и слѣдовательно, выступы изъ стѣнокъ лёгочныхъ пузырьковъ лишь увеличиваютъ собою поверхность соприкосновенія крови съ общимъ содержимымъ всей лёгочной полости. Нечего и говорить, что это содержимое есть всегда газъ (независимо отъ мокроты, выдѣляемой слизистой оболочкой). Такова наибольшая масса лёгочной ткани; остальное, т.-е. промежутки между мелкими дыхательными вѣточками съ ихъ пузырьками, заткано густой сѣтью упругихъ волоконъ и пластинокъ, по которой къ лёгкому направляются кровеносныя и лимфатическія сосуды. Вся эта масса (вмѣстѣ съ мелкими дыхательными трубками и пузырьками) отличается чрезвычайной растяжимостью — самаго слабаго напора воздуха въ вырѣзанное лёгкое достаточно для его растяженія; но за то оно и съ такою же легкостью возвращается къ прежнему объему, когда прекратилось растяженіе. Слѣдовательно вообще, лёгкое можетъ быть уподоблено эластическому мѣшку, съ огромной, вслѣдствіе вѣтвленія трубокъ, внутренней поверхностью, плотно прилегающему своими стѣнками къ стѣнкамъ грудной клѣтки.

Вы уже знаете, что грудная клѣтка представляетъ подвижную герметически закрытую полость, дно которой составляетъ мягкая діафрагма, а твердый остовъ боковъ и верха образованы почти исключи-

тельно позвоночникомъ, съ отходящими отъ него ребрами, и грудной костью, въ которую ребра упираются своими передними хрящевыми концами. Всѣ промежутки между ребрами выполнены двумя слоями мышцъ, называемыхъ межреберными. Въ наружномъ слоѣ всѣ ихъ волокна идутъ по направленію сзади и сверху впередъ и внизъ; волокна же внутреннихъ межреберныхъ мышцъ направлены наоборотъ, спереди и сверху кзади и внизъ. И діафрагма, эта большая круглая перепонка, натянутая поперечно между полостью груди и живота, выстроена тоже изъ мышцъ, но не по всей своей поверхности: середина ея сухожильная, и отсюда мышечныя волокна расходятся къ окружности діафрагмы, какъ радіусы изъ центра круга. Подвижность костнаго скелета грудной клѣтки обуславливается тѣмъ, что всѣ безъ исключенія ребра своими задними концами сочленены съ позвонками такимъ образомъ, что могутъ, двигаясь около этихъ точекъ, какъ центровъ, подниматься и опускаться своими передними концами вверхъ и внизъ; и хотя эти концы (не нужно забывать, что они хрящевые, а хрящи обладаютъ, какъ извѣстно, гибкостью) упираются въ грудную кость, но при подвижности послѣдней (упритесь при дыханіи пальцемъ въ самую середину груди въ верхней ея половинѣ; несмотря на то, что здѣсь именно лежитъ грудная кость, вы замѣтите приподниманіе и опусканіе груди и въ этомъ мѣстѣ), эта связь можетъ лишь ограничивать, но никакъ не парализовать движеніе реберъ.

Такъ устроена грудная клѣтка въ смыслѣ герметически закрытой полости съ подвижными стѣнками. Теперь посмотримъ на тѣ силы, которыми приводятся въ движеніе ея стѣнки.

Силы эти, мм. гг., мышечныя и онѣ даны цѣлою системою грудныхъ и брюшныхъ мышцъ, въ число которыхъ входятъ однако какъ діафрагма, такъ и межреберныя мышцы. Послѣднія, какъ видите, играютъ двойную роль: служа для закупорки грудной полости, онѣ вмѣстѣ съ тѣмъ двигаютъ ея стѣнки. Если изъ дыхательныхъ мышцъ исключить діафрагму, то всѣ остальные являются двигателями реберъ и распадаются на двѣ большія группы, противоположныя по своему дѣйствію: одна группа производитъ вдыханіе — поднимаетъ передніе концы реберъ кверху; другая производитъ выдыханіе, опуская ихъ книзу. 1-я группа можетъ быть представлена себѣ въ формѣ одинокой мышцы, которая, имѣя точку опоры въ верхней части позвоночника, выше всѣхъ реберъ, посылаетъ сократительныя фибры ко всѣмъ переднимъ концамъ послѣднихъ; другая группа можетъ быть представлена, наоборотъ, мышцей, которая, прикрѣпляясь къ тѣмъ же переднимъ концамъ реберъ, имѣетъ точку опоры въ позвоночникѣ снизу, подъ уровнемъ всѣхъ реберъ. Явно, что

первая система, при своемъ укороченіи, будетъ притягивать концы реберъ кверху, а другая, наоборотъ, книзу; не менѣе ясно также, что, судя по направленію фибръ, наружныя межреберныя мышцы должны входить въ группу вдыхателей, а внутреннія — принадлежать къ системѣ ихъ антагонистовъ. Это такъ и есть на самомъ дѣлѣ.

При усиленномъ дыханіи работаютъ обѣ системы дыхательныхъ мышцъ цѣликомъ, но при нормальныхъ условіяхъ, когда оно совершается совершенно спокойно, работаютъ только вдыхатели, да и то далеко не всѣ: у нѣкоторыхъ животныхъ одна только діафрагма, а у человѣка она и наружныя межреберныя мышцы; выдыханіе же происходитъ совершенно пассивно, безъ всякаго участія мышечныхъ силъ.

Вотъ какъ дѣло происходитъ.

Передъ вдыханіемъ діафрагма, какъ на трупѣ, вдается куполомъ въ грудную полость и всѣ ребра наклонены своими передними концами книзу. Какъ только начинается вдыханіе, начинаютъ укорачиваться всѣ мышечныя волокна діафрагмы разомъ; ихъ неподвижныя точки лежатъ въ окружности діафрагмы, а подвижныя въ центрѣ, притомъ каждое волокно идетъ по кривой купола; — явно, что вслѣдствіе укороченія волоконъ діафрагма должна уплощаться и увеличивать полость грудной клѣтки на счетъ полости живота. Это и бываетъ всегда видно изъ того, что при вдыханіи вмѣстѣ съ расширеніемъ груди всегда замѣчается выпячиваніе передней стѣнки живота, отъ сдавливанія діафрагмой содержимаго брюшной полости <sup>1)</sup>. Рядомъ съ діафрагмой сокращаются, какъ сказано, наружныя межреберныя мышцы. Чтобы сдѣлать вамъ понятнымъ ихъ дѣйствіе, я принужденъ прибѣгнуть къ очень простой, но поучительной схемѣ въ формѣ четырехъ-угольной рамки, подвижной во всѣхъ своихъ углахъ. (рис. 14). Одну изъ этихъ сторонъ я беру въ лѣвую руку и держу ее неподвижно въ отвѣсномъ направленіи; пусть эта сторона изображаетъ позвоночникъ; тогда прикрѣпленныя къ ней двѣ горизонтальныя пластинки будутъ изображать 2 ребра, а остальная сторона — грудную кость, въ ко-

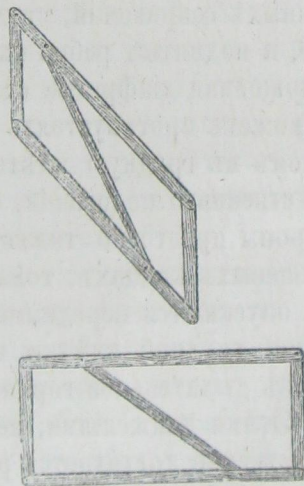


Рис. 14.

<sup>1)</sup> Уплющеніе діафрагмы, конечно, еще лучше можно видѣть на животномъ при вскрытіи полости живота.

торую упираются ребра; вы видите далѣе, что черезъ промежутокъ между горизонтальными пластинками (между ребрами) протянуть эластическій шнурокъ, плотно прикрѣпленный своими концами къ той и другой; шнурокъ этотъ имѣеть направленіе сверху и отъ позвоночника книзу и къ грудной кости, какъ расположены волокна наружной межреберной мышцы, и онъ назначенъ изображать дѣйствіе именно этой мышцы. Теперь я беру схематическую грудную кость въ правую руку и тяну ее книзу; тогда ребра получаютъ наклонное положеніе, какъ передъ вдыханіемъ, и шнурокъ натягивается; выпускаю грудную кость на свободу—вы видите, *подъ вліяніемъ сокращенія, или укороченія шнурка*, изображающаго фибру наружной межреберной мышцы, схематическія ребра *поднимаются кверху*; вмѣстѣ съ этимъ *разстояніе между ребрами увеличивается* и наконецъ *грудная кость удаляется отъ позвоночника*. Все это происходитъ съ грудной клѣткой и въ дѣйствительности. Посмотрите на ея тѣнь въ профиль при дыханіи—заднее очертаніе остается неподвижнымъ, а переднее отъ него удаляется. Вложите себѣ между ребрами конецъ пальца и произведите глубокое вдыханіе—палецъ тотчасъ же чувствуетъ расхожденіе реберъ; обратите, наконецъ, вниманіе на положеніе пальца, и вы увидите, что вмѣстѣ съ ребрами онъ поднимается при вдыханіи кверху.

Вслѣдъ за вдыханіемъ безъ малѣйшаго перерыва слѣдуетъ спаденіе грудной клѣтки—выдыханіе. Этотъ моментъ соотвѣтствуетъ концу мышечныхъ сокращеній, стало быть діафрагма перестаетъ уплощаться далѣе, а поднятыя ребра уже не тянетъ болѣе никакая сила кверху. Но уплощенная діафрагма сдавила брюшныя внутренности и, разслабѣвъ, не можетъ противустоять теперь ихъ напору и снова вдавливается куполомъ въ грудную клѣтку; а ребра, брошенные мышцами внѣ своего естественнаго положенія, очевидно должны вернуться къ нему, съ одной стороны просто по тяжести, съ другой эластическими силами въ ихъ хрящевыхъ концахъ, тоже выведенныхъ изъ натуральнаго положенія;—они опускаются передними концами книзу. Пассивное спаденіе расширенной грудной клѣтки всего проще видѣть на трупѣ, если вдунуть черезъ дыхательное горло воздухъ и быстро перестать дуть.

Этими движеніями, періодически повторяющимися всю жизнь, непосредственно достигается расширеніе и спаденіе грудной клѣтки во всѣхъ направленіяхъ, а черезъ нихъ расширеніе и спаденіе лёгкаго, ведущее къ увеличенію или уменьшенію его полости. Причина, почему вслѣдъ за активными движеніями грудной клѣтки должно слѣдовать пассивное расширеніе и спаденіе лёгкаго, заключается въ упругости послѣдняго и въ

томъ, что оно повсюду плотно соприкасается со стѣнками грудной клѣтки. Если вы вообразите хоть на минуту, что лёгкое не слѣдуетъ за расширяющейся грудной стѣнкой, то между нимъ и ею должна будетъ образоваться пустота; а вы знаете, что при этомъ условіи всякій эластическій мѣшокъ, наполненный воздухомъ, не будетъ оставаться неподвижнымъ — онъ станетъ расширяться подѣ влияніемъ давленія воздуха изнутри. Этотъ самый процессъ и происходитъ собственно при нормальномъ расширеніи лёгкаго: въ каждую послѣдовательную безконечно малую единицу времени между нимъ и расширяющейся грудной стѣнкой существуютъ условія къ образованію пустоты, но въ силу этихъ же условій лёгкое въ ту же единицу времени должно растянуться на безконечно малую величину. Тѣ же самыя причины мѣшаютъ лёгкому и при спаденіи его опережать грудную клѣтку; оттого то оно и слѣдуетъ за нею, какъ говорится, пассивно во всѣхъ ея движеніяхъ.

Но при дыханіи расширяющаяся и суживающаяся полость лёгкаго все время остается въ открытомъ сообщеніи (черезъ дыхательное горло, гортань, полость рта и носа) съ окружающимъ воздухомъ; — это положительно условія мѣховъ, въ которыхъ воздушная полость періодически то увеличивается, то уменьшается; и понятно, что воздухъ въ расширяющееся легкое долженъ входить какъ въ мѣхъ, а при спаденіи грудной клѣтки возвращаться назадъ.

Но какъ далеко въ глубь лёгкаго можетъ доходить струя свѣжаго вдыхаемаго воздуха? При чрезвычайной узости конечныхъ вѣтвей дыхательнаго горла, возможно думать, что воздухъ не доходитъ до самаго дна лёгкаго. Одной минуты размысленія однако достаточно, чтобы разубѣдиться въ этомъ: при растяженіи лёгкаго всего болѣе должны расширяться тѣ отдѣлы его, которые наиболѣе растяжимы, а эти отдѣлы, очевидно, не крупныя трубки съ хрящевыми стѣнками, а конечныя, совершенно мягкія вѣточки и особенно легочныя пузырьки, такъ такъ въ нихъ стѣнка всего тоньше; другими словами, при вдыханіи расширяются и присасываютъ воздухъ преимущественно воздушныя полости, лежащія на самомъ днѣ лёгкаго. Воздухъ при вдыханіи проникаетъ слѣдовательно до самыхъ полостей легочныхъ пузырьковъ и изъ нихъ же онъ долженъ выталкиваться и при выдыханіи; хотя, конечно, часть вдыхаемаго воздуха распредѣляется и по крупнымъ вѣтвямъ, а главную массу выходящаго при каждомъ отдѣльномъ выдыханіи воздуха составляетъ не та порція его, которая въ это же выдыханіе успѣла выйти изъ пузырьковъ, а порція предшествовавшихъ выдыханій. Въ той формѣ, какъ я вамъ описываю процессъ, вы конечно согласитесь, что дыханіе имѣетъ какъ



бы значеніе вентиляціи дна лёгкаго постоянно возобновляемою струею свѣжаго воздуха, и вы убѣдитесь вскорѣ, что это частію справедливо.

Познакомившись такимъ образомъ съ механизмомъ вхожденія и выходенія воздуха изъ лёгкаго, вы теперь конечно спросите меня, что же онъ тамъ дѣлаетъ. Если вентилируетъ, значить къ нему присоединяются на днѣ лёгкаго какія-нибудь ненужныя для тѣла газообразныя испаренія—воздухъ и по выходѣ изъ лёгкаго остается газомъ; — но можетъ быть онъ служитъ тѣлу однимъ своимъ соприкосновеніемъ съ дномъ лёгкаго; а возможно наконецъ и то, что онъ самъ измѣняется въ составѣ. Если вопросы поставлены въ такой формѣ, то прежде, чѣмъ на нихъ отвѣчать, нужно еще умѣть измѣрять количество вдыхаемаго и выдыхаемаго воздуха (мѣряютъ ихъ, разумѣется, по объемамъ, а не по вѣсу, уже потому, что вѣсы газовъ слишкомъ незначительны). Вообразимъ себѣ, въ самомъ дѣлѣ, что вдыхаемый воздухъ служитъ лишь для провѣтриванія лёгкаго, въ полости котораго къ нему присоединяется какое-нибудь новое газообразное вещество, — тогда по самому смыслу дѣла весь воздухъ, входящій въ лёгкое, долженъ возвращаться назадъ и къ нему долженъ присоединяться еще новый объемъ; другими словами, выдыхаемый объемъ воздуха долженъ быть больше вдыхаемаго, притомъ за вычетомъ излишка онъ долженъ имѣть такой же составъ, какой имѣлъ при вхожденіи. Тоже самое, если вы предположите сверхъ вентиляціи какое-нибудь количественное измѣненіе въ составныхъ частяхъ вдыхаемаго воздуха. Даже въ томъ случаѣ, еслибы къ воздуху при выдыханіи не прибавлялось ничего новаго и онъ только самъ измѣнился бы въ составѣ, и тогда абсолютная величина этихъ измѣненій требовала бы знанія отношенія между объемами вдыхаемаго и выдыхаемаго воздуха.

Такіе опыты, мм. гг., есть и они даютъ для взрослога человѣка слѣдующій средній выводъ: объемъ вдыхаемаго воздуха, если его мѣрять сухимъ, при среднемъ барометрическомъ давленіи и при температурѣ человѣческаго тѣла, превышаетъ 500 куб. цен.; а выдыхаемый объемъ, при тѣхъ же условіяхъ измѣренія, всегда бываетъ нѣсколько меньше. Въ связи съ этими измѣреніями, анализъ выдыхаемаго воздуха показываетъ слѣдующія измѣненія во вдыхаемомъ: *первый всегда уноситъ съ собою изъ тѣла нѣкоторое количество водяного пара; въ лейкомъ къ нему всегда присоединяется нѣкоторое количество угольной кислоты; изъ вдыхаемаго воздуха всегда исчезаетъ часть кислорода; наконецъ, азотъ его не претерпѣваетъ, повидимому, никакихъ измѣненій.*

Первое изъ этихъ измѣненій легко доказать прямымъ опытомъ.

Берутъ ртутный термометръ, и, нагрѣвъ его шарикъ до температуры нѣсколько выше, чѣмъ температура нашего тѣла, напр. до 40° Ц., вводятъ шарикомъ же, но не глубоко, въ отверстіе рта, который долженъ оставаться все время открытымъ; на шарикъ попеременно попадаетъ при дыханіи то струя вѣшняго воздуха, то выдыхаемый воздухъ, и онъ конечно постепенно охлаждается; если при этомъ наблюдать за шарикомъ, то на его блестящую металлическую поверхность вскорѣ осѣдаетъ, какъ отъ дыханія на холодное стекло, паръ; въ эту минуту нужно сосчитать число градусовъ на термометрѣ. Вы знаете, мм. гг., что осѣданіе пара служить признакомъ насыщенія имъ воздуха для температуры того тѣла, на которое паръ осѣлъ; и вамъ конечно извѣстно далѣе, что чѣмъ выше температура, для которой воздухъ насыщенъ водянымъ паромъ, тѣхъ паровъ въ немъ больше. Но въ нашемъ опытѣ эта температура всегда оказывается очень близкой къ температурѣ тѣла, а послѣдняя въ нашихъ широтахъ всегда выше температуры окружающаго воздуха.

Фактъ выдѣленія лёгкимъ угольной кислоты тоже очень легко показать на опытѣ: въ эту стеклянку налить совершенно прозрачный водный растворъ ѣдкой извести; я беру стеклянную трубку и начинаю изъ себя вдвухъ воздухъ въ жидкость—вы видите, она помутилась. Это помутнѣніе зависитъ, мм. гг., отъ соединенія ѣдкой извести съ угольной кислотой моего выдыхаемаго воздуха и отъ превращенія ея въ порошокъ мѣла, нерастворимый въ водѣ. Я могъ бы собрать осадокъ и, дѣйствуя на него какой-нибудь кислотой, снова добыть угольную кислоту; но самый фактъ ея выдѣленія лёгкими я считаю слишкомъ общеизвѣстнымъ, чтобы останавливаться на такихъ деталяхъ.

Что касается до исчезанія кислорода изъ вдыхаемаго воздуха, то этотъ фактъ всего легче могъ бы быть демонстрированъ слѣдующимъ опытомъ: нужно было бы посадить какое-нибудь маленькое животное, напр. хоть мышъ, въ маленькое же герметически закупоренное пространство, наполненное воздухомъ, дожидаться смерти въ немъ животнаго отъ задушенія и затѣмъ анализировать составъ оставшагося воздуха—въ немъ оказались бы только слѣды кислорода.

Способъ опредѣленія количественныхъ измѣненій азота будетъ показанъ впоследствии.

Въ той формѣ, въ какой намъ представляются въ настоящую минуту измѣненія воздуха при дыханіи, изъ нихъ можно пока вывести только слѣдующія вѣроятныя заключенія: въ смыслѣ выведенія угольной кислоты изъ лёгкаго, дыхательныя движенія имѣютъ, повидимому, значеніе вентиляции и при этомъ главнымъ дѣятелемъ изъ составныхъ частей воздуха

является азотъ, тогда какъ кислородъ не ограничивается одною этою чисто механическою ролью и вѣроятно поддерживаетъ жизнь тою именно частью, которая куда-то исчезаетъ изъ вдыхаемаго воздуха.

Куда скрывается изъ лёгкаго кислородъ и откуда берется въ немъ угольная кислота — вотъ дальнѣйшіе вопросы, съ которыми намъ приходится теперь имѣть дѣло.

Описывая устройство лёгкаго, вы помните, я не упоминалъ ни о какихъ отверстіяхъ въ его стѣнкахъ, ни о какихъ сообщеніяхъ его съ воздушными полостями, въ которыя могла бы скрыться часть кислорода, или изъ которыхъ могла бы выдѣляться въ лёгкое угольная кислота — ничего подобнаго нѣтъ, стѣнки лёгочной полости положительно сплошныя и только по дну ея, образованному изъ чрезвычайно тонкой перепонки, вѣчно текутъ густою сѣтью потоки крови. Ужь не въ крови ли лежитъ ключъ къ обоимъ загадочнымъ явленіямъ? Посмотримъ на кровь, которая притекаетъ къ лёгкому и на ту, которая отъ него оттекаетъ. Вы знаете, что къ лёгкому идетъ кровь изъ праваго желудочка — та самая, которая черезъ полныя вены влилась въ правое предсердіе; а отъ лёгкаго идетъ кровь черезъ лѣвое предсердіе и лѣвый желудочекъ въ аорту; стало быть, для сравненія можно даже брать кровь изъ какой-нибудь веной и артеріальной вѣтви. Здѣсь въ стеклянкахъ вы видите оба рода крови: взятая изъ венъ всегда имѣетъ темный цвѣтъ, тогда какъ взятая изъ артерій она ярко-красная. Разница дѣйствительно большая, но какъ же связать ее съ процессомъ выдѣленія угольной кислоты въ лёгкое и актомъ исчезанія изъ него кислорода? Нужно попробовать, во-первыхъ, какъ измѣняется цвѣтъ крови подъ вліаніемъ обоихъ газовъ, т.-е. не совпадаетъ ли искусственно произведенное измѣненіе цвѣта съ тѣмъ, которое происходитъ съ кровью при переходѣ ея черезъ лёгкое; затѣмъ нужны, конечно, прямые опыты относительно способности обоихъ газовъ входить и выходить изъ крови, и вообще опыты объ отношеніи ихъ къ этой жидкости.

Въ этой стеклянкѣ вы видите, мм. гг., очень темную, почти черную кровь — это кровь, искусственно насыщенная угольною кислотой. Я беру отъ нея часть въ другую стеклянку и сильно взбалтываю въ соприкосновеніи съ воздухомъ. Вы видите, она все болѣе и болѣе свѣтлѣетъ и теперь по яркости цвѣта нисколько не уступаетъ артеріальной крови. Теперь вспомните условія въ лёгкихъ для крови: къ нимъ она притекаетъ темною, въ лёгкомъ растилается широкимъ ложемъ по дну его, отдѣляясь отъ воздушной полости, содержащей атмосферный воздухъ, лишь тонкой перегородкой, и вслѣдъ за этимъ становится красной, какъ будто

взболтанная съ воздухомъ. Разница между условіями только-что сдѣланнаго опыта и тѣми, въ которыя поставлена лёгочная кровь, лишь та, что въ лёгкомъ она соприкасается съ воздухомъ не прямо, а черезъ посредство очень тонкой перепонки. Но эта преграда ничего не значитъ: еслибъ я наполнилъ венной кровью мѣшокъ изъ животнаго пузыря и оставилъ его на воздухѣ, вы нашли бы черезъ нѣсколько часовъ, что цвѣтъ крови въ немъ посвѣтлѣлъ; и еслибы мѣшокъ былъ помѣщенъ въ замкнутое воздушное пространство, вы нашли бы сверхъ того въ послѣднемъ присутствіе угольной кислоты. Другими словами, этотъ опытъ показалъ бы вамъ, что извнѣ въ кровь можетъ проникать черезъ пузырь атмосферный воздухъ, а изъ крови черезъ тотъ же пузырь выходитъ угольная кислота. Къ сожалѣнію, этотъ опытъ настолько продолжителенъ и сложенъ, что я не могъ бы показать вамъ его въ теченіи лекціи, и потому вамъ приходится вѣрить мнѣ на слово.

Итакъ, измѣненіе цвѣта крови при переходѣ ея черезъ лёгкое можетъ, въ самомъ дѣлѣ, служить поводомъ къ мысли, что въ крови слѣдуетъ искать причинъ какъ исчезанію вдыхаемаго кислорода, такъ и присутствію въ лёгочной полости угольной кислоты.

Въ заключеніе лекціи позвольте мнѣ описать вамъ еще одинъ опытъ, бывшій все время въ ходу и очень наглядно показывающій проницаемость лёгочной ткани для угольной кислоты. Вы видите здѣсь стеклянный колпакъ, опрокинутый въ тарелку съ водой; подъ край его черезъ воду проведена трубка отъ аппарата, развившаго болѣе чѣмъ въ теченіи часа непрерывный токъ угольной кислоты; по мѣрѣ пребыванія ея въ колоколѣ часть заключеннаго въ немъ атмосфернаго воздуха имѣла возможность выходить черезъ воду, такъ что теперь весь колоколъ можно считать наполненнымъ почти исключительно угольной кислотой. Черезъ крышку колокола проходитъ, какъ видите, трубка; внѣшній конецъ ея все время оставался запертымъ, а на внутренній открытый навязано висящее теперь въ полости колокола кроличье лёгкое; навязано оно было въ спавшемся состояніи, но все-таки, какъ вы знаете, заключало въ себѣ полость, содержащую атмосферный воздухъ. Такъ какъ наружная поверхность лёгкаго все время оставалась въ атмосферѣ угольной кислоты, значитъ стѣнки лёгкаго отдѣляли собою два различныхъ газа, и, въ случаѣ ихъ проницаемости, давали этимъ газамъ возможность смѣшиваться другъ съ другомъ — давали возможность къ газовой диффузіи. Она и произошла, мм. гг., но такъ какъ токъ угольной кислоты извнѣ въ полость лёгкаго былъ сильнѣе, чѣмъ обратный токъ атмосфернаго

воздуха (это зависит уже от свойствъ газовъ по отношенію къ разд и ляющей ихъ перегородкѣ) въ колоколь, то лёгочная полость мало-по-малу растянулась, и значитъ теперь въ ней напряженіе газа болѣе чѣмъ атмосферное, такъ какъ уже при началѣ опыта, безъ прибавки угольной кислоты, оно имѣло эту величину. Въ самомъ дѣлѣ, я открываю трубку, сообщающую полость лёгкаго съ атмосферой, и вы видите, что оно спадается.

---

## Х.

Отношеніе къ крови кислорода, угольной кислоты и азота. — Процессъ поступленія въ кровь кислорода и выдѣленія изъ нея угольной кислоты. — Способы измѣренія этихъ величинъ.

Въ прошлую лекцію вопросъ объ исчезаніи кислорода изъ лёгкаго и присутствіи въ немъ угольной кислоты былъ подвинутъ настолько, что мы получили возможность обратиться за отвѣтомъ къ крови, протекающей черезъ лёгкое, притомъ же выяснилась и самая форма этого обращенія. Если темная, насыщенная угольною кислотою, кровь, какою она притекаетъ къ лёгкому, будучи взболтана съвоздухомъ, становится алою, какою кровь оттекаетъ отъ лёгкаго, то какъ не подумать, что причина явленія заключается въ выдѣленіи изъ веной крови угольной кислоты и вхожденіи въ кровь атмосфернаго воздуха, и именно кислорода (стоятъ ли оба акта въ причинной связи, или нѣтъ, это уже другой вопросъ)? Но тогда слѣдуетъ ожидать, что въ крови должны заключаться газы и всего проще, конечно, думать, что веновая содержитъ исключительно угольную кислоту, а артеріальная одинъ кислородъ. Во всякомъ же случаѣ нужно умѣть добыть газы изъ крови, да притомъ умѣть еще распознавать и измѣрять ихъ на случай, еслибы въ кровеной газовой смѣси изъ венъ и артерій оказались не качественныя, какъ мы сказали, а количественныя различія.

Здѣсь нить разсказа по необходимости должна быть прервана — я принужденъ познакомить васъ со способомъ добыванія газовъ изъ крови и съ способомъ анализа этихъ газовъ. То и другое я покажу на опытѣ.

Передъ вами стоятъ два сообщающихся между собою стеклянныхъ сосуда (А и В: рис. 15) неравной емкости; оба они наполнены ртутью

настолько, что ее хватило бы для наполнения меньшаго изъ сосудовъ съ навязанною поверхъ его трубкою (C) и въ большемъ сосудѣ (A) оста-

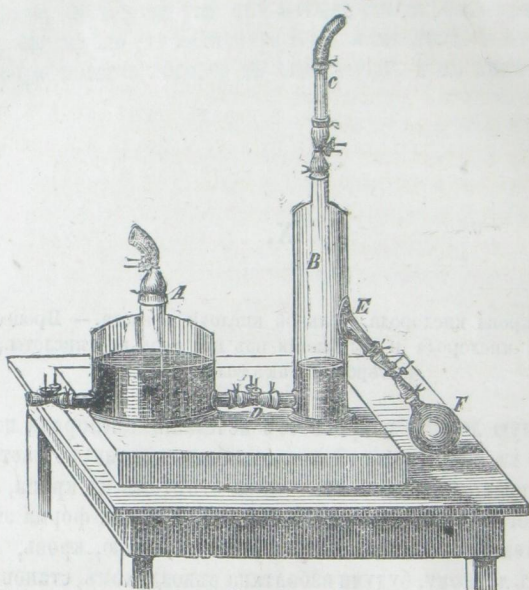


Рис. 15.

лось бы еще ртути поверхъ горизонтальной трубки (D), сообщающей оба сосуда. Въ меньшемъ сосудѣ вы видите сверхъ того новый отро- стокъ (E), съ которымъ сообщается посредствомъ сжатой теперь кле- щами каучуковой трубки приѣмникъ съ кровью (F). Рядомъ съ этимъ снарядомъ стоитъ обыкновенный воздушный насосъ. Я сообщаю его съ трубкой (C), стоящей поверхъ меньшаго сосуда, и начинаю выкачивать воздухъ. Вы видите, при этомъ давленіемъ воздуха ртуть изъ большаго сосуда начинаетъ вытекать въ меньшій и наконецъ наполняетъ послѣдній вмѣстѣ съ надставной трубкой. Когда эта цѣль достигнута, я запираю клещами каучуки поверхъ трубки C и тотчасъ подъ нею. Тогда воз-душный насосъ можно уже смѣло отнять отъ трубки C, и ртуть не вы-текаетъ изъ правой половины снаряда—весь этотъ столбъ удерживается давленіемъ воздуха изъ полости большаго сосуда. Теперь я переносу дѣйствіе воздушнаго насоса на послѣдній и начинаю выкачивать изъ

него воздухъ. Вы видите, ртуть начинаетъ понижаться въ сосудѣ *B*, повышаясь въ *A*; и это продолжается до тѣхъ поръ, пока ртуть не встала на одномъ уровнѣ въ обоихъ сосудахъ. Теперь, мм. гг., съ обѣихъ сторонъ надъ уровнями ртути безвоздушное пространство, и замѣтите, что въ меньшемъ сосудѣ этотъ уровень опустился ниже отростка, къ которому привязанъ кровенной пріемникъ, такъ что, открывая въ настоящую минуту клещи, разобщившія его полость съ сосудомъ *B*, я даю доступъ крови въ пустоту. Кровь была передъ этимъ согрѣта, и вы видите, что она съ силою ворвалась въ пустоту и почти вся превратилась въ пѣну. Изъ нея выдѣляются въ эту минуту газы и я ихъ сейчасъ собираю. Съ этой цѣлью я ворочаю по возможности всю кровь изъ *B* въ пріемникъ (*F*) и пускаю воздухъ въ *A*. Давленіемъ его ртуть изъ *A* бѣжитъ снова въ *B*, сгущая газъ, выдѣлившійся изъ крови. Уровень ртути въ *B* наконецъ пересталъ подниматься; я отворяю клещи, заправшія снизу трубку *C*, оставшуюся наполненной ртутью и вы видите, въ нее большими пузырями входитъ газъ, а на его мѣсто въ *B* втекаетъ ртуть изъ *C*. Если изъ крови собранъ не весь газъ, то мнѣ стоить опять начать выкачивать воздухъ изъ *A* и повторить весь описанный рядъ маневровъ.

Газъ собранъ, и теперь мнѣ нужно знать его составъ. Чтобы вы могли рѣзче видѣть ходъ операцій, которыя употребляются при анализѣ кровенныхъ газовъ, я нарочно наполнилъ одну изъ этихъ трубокъ, опрокинутыхъ въ ртутную ванну, угольной кислотой, а другую кислородомъ. Ввожу въ первую посредствомъ пинетки небольшое количество крѣпкаго воднаго раствора ѣдкаго поташа, и встряхиваю трубку, не вынимая ее изъ ванны, — вы видите, ртуть быстро поднимается по трубкѣ вверхъ и наконецъ совершенно наполняетъ ее въ доказательство того, что угольная кислота жадно поглощается ѣдкимъ поташемъ. Въ трубку съ кислородомъ я ввожу тотъ же растворъ, который при встряхиваніи оказывается однако неѣдкательнымъ, и прибавляю къ нему другой жидкости, называемой пирогаллусовой кислотой; теперь вы видите двѣ вещи сразу: быстрое подниманіе въ трубку ртути и потемнѣніе до чернаго цвѣта введенной въ трубку жидкой безцвѣтной смѣси. Въ эту минуту и кислородная трубка до-верху наполнена ртутью.

Значить, если вы имѣете извѣстный объемъ смѣси кислорода и угольной кислоты, вамъ необходимо прежде поглотить изъ него всю угольную кислоту ѣдкимъ поташемъ, и, измѣривъ величину сокращенія газа, поглотить кислородъ. Если газъ поглотился весь, смѣсь ваша дѣйствительно состояла изъ кислорода и угольной кислоты, въ противномъ слу-



чаѣ въ смѣси находился еще 3-й газъ. Реакціи на азотъ къ сожалѣнію настолько сложны, что я не буду ихъ даже описывать.

Какъ бы то ни было, путемъ такихъ опытовъ найдено, что: 1) кровь, какъ въ венахъ, такъ и въ артеріяхъ, всегда содержитъ кислородъ, угольную кислоту и азотъ; 2) вѣнная кровь содержитъ всегда больше угольной кислоты, чѣмъ артеріальная; 3) послѣдняя наоборотъ, всегда богаче кислородомъ; наконецъ 4) количество азота въ обоихъ родахъ крови приблизительно одинаково.

Второе и третье изъ этихъ положеній возводятъ, очевидно, на степень истины наше предположеніе, что выдыхаемая угольная кислота берется изъ крови и что въ нея же поступаетъ вдыхаемый кислородъ.

Но какія же силы заставляютъ кислородъ входить въ кровь и выталкиваютъ изъ нея угольную кислоту?

Чтобы отвѣтить на этотъ вопросъ, необходимо, конечно, знакомство съ условіями сочетанія и разединенія жидкостей съ газами вообще, и въ частности — изученіе отношенія крови къ кислороду и угольной кислотѣ.

Газы могутъ соединяться съ жидкостями двоякимъ образомъ: растворяются въ нихъ, или соединяться химически. Между обоими способами соединенія есть нѣсколько существенныхъ различій. Количества растворяемаго газа опредѣляются, сверхъ его собственной природы и природы жидкости, еще массою и температурою послѣдней, равно какъ степени сжатія газа: — всякій газъ, по мѣрѣ его сгущенія, становится болѣе и болѣе растворимымъ и наоборотъ; притомъ между степенью его сжатія (давленіемъ, подъ которымъ онъ находится) и величиною растворенія существуетъ прямое отношеніе: давленіе вдвое больше, и газа растворяется вдвое больше; первое уменьшилось втрое, и втрое меньше становится величина растворенія и пр. Масса жидкости вліяетъ такимъ же образомъ, а температура ея въ обратномъ направленіи. При химическомъ же соединеніи газовъ съ жидкостями, количества первыхъ, насколько не завися ни отъ температуры жидкости, ни отъ степени сжатія газа, опредѣляются одною лишь природою соединяющихся тѣлъ, и количественная сторона процесса выражается въ томъ, что тѣла соединяются всегда въ опредѣленныхъ вѣсовыхъ отношеніяхъ. Это значитъ: если, наприм., 1 золотникъ даннаго газа можетъ соединяться, въ силу химическаго сродства, съ однимъ же золотникомъ данной жидкости, то будетъ ли газъ согрѣтъ, или охлажденъ, сжать или нѣтъ, онъ всегда поглотится весь, лишь бы жидкости было не менѣе золотника, въ противномъ случаѣ изъ него уйдетъ въ жидкость столько газа, сколько вѣ-

силь сама жидкость, а весь излишекъ останется свободнымъ. Примѣромъ раствореннаго газа можетъ служить воздухъ, всегда заключающійся въ водѣ и выходящій изъ нея при нагрѣваніи; примѣръ же химическаго поглощенія газа вы видѣли въ опытѣ съ растворомъ ѣдкаго поташа и угольной кислотой.

Что касается до условій выхожденія газовъ изъ жидкостей, то для растворенныхъ газовъ они вытекаютъ изъ самыхъ условій растворенія. Растворяющая способность жидкостей (для газовъ) уменьшается по мѣрѣ возвышенія ихъ температуры, а растворимость газовъ уменьшается по мѣрѣ ихъ разрѣженія, стало быть освободить жидкость отъ раствореннаго газа можно или согрѣваніемъ ея (кипяченіемъ), или тѣмъ, что жидкость помѣщаютъ въ непрерывно возобновляемое безвоздушное пространство. Можно конечно и соединять оба условія вмѣстѣ, какъ мы дѣлали это съ кровью, согрѣвая ее въ непрерывно возобновляющейся пустотѣ. Но выгонять изъ жидкостей растворенный газъ можно еще и такъ: пропуская болѣе или менѣе долгое время черезъ жидкость струю какого-нибудь другаго газа; тогда на границѣ соприкосновенія послѣдняго съ жидкостью между нимъ и раствореннымъ газомъ происходитъ диффузія; маленькія порціи раствореннаго газа непрерывно уносятся пузырями вводимаго и дѣло кончается тѣмъ, что въ жидкости прежняго газа не остается и слѣда. Отсюда я выведу заключеніе, на которое прошу обратить особенное вниманіе, такъ какъ оно имѣетъ прямое отношеніе къ нашему дѣлу: если надъ жидкостью, содержащею въ растворѣ какой-нибудь газъ, стоитъ атмосфера другаго газа, то изъ жидкости всегда выходитъ газъ въ окружающую его атмосферу, въ силу законовъ газовой диффузіи.

Условія выхожденія изъ жидкостей химически соединенныхъ съ ними газовъ не столько опредѣленны — все дѣло здѣсь въ степени химическаго сродства между ними: въ большинствѣ случаевъ химическая связь между тѣлами настолько крѣпка, что она не можетъ быть разорвана ни дѣйствіемъ пустоты, ни тѣми сравнительно небольшими количествами теплоты, при которыхъ уже начинаетъ кипѣть большинство жидкостей; въ этихъ случаяхъ газъ можно выгнать только дѣйствіемъ другаго тѣла, имѣющаго къ жидкости болшую степень химическаго притяженія. Но бывають случаи и обратные (т.-е., когда химическое притяженіе между газомъ и жидкостью очень слабо), и они какъ разъ имѣють мѣсто по отношенію къ крови и ея газамъ.

Я вамъ сказалъ, мм. гг., выше, что кипяченіемъ крови въ безвоздушномъ пространствѣ изъ нея можно получить весь кислородъ — это

реакція раствореннаго газа,—а между тѣмъ прямыя опыты съ поглощеніемъ его кровью показываютъ, что оно почти нисколько не зависитъ отъ напряженія кислорода—это наоборотъ реакція химически связывающагося газа, притомъ реакція болѣе вѣрная, чѣмъ предыдущая. И въ самомъ дѣлѣ, наука обладаетъ сверхъ этого цѣлымъ рядомъ другихъ доказательствъ въ пользу химической связи кислорода съ кровью. Въ виду важности факта, я позволяю себѣ привести главнѣйшія изъ нихъ. Кислородъ соединяется, мм. гг., не съ жидкою частью крови (здѣсь онъ растворенъ въ ничтожномъ количествѣ), а съ красными кровеными шариками, и именно съ краскою ихъ, которая можетъ быть получена въ изолированномъ состояніи въ формѣ такъ-назыв. кровеныхъ кристалловъ<sup>1)</sup>. Краска эта, будучи освобождена отъ кислорода (она и въ этомъ состояніи остается кристаллической), жадно поглощаетъ его и измѣняетъ при этомъ оптическія свойства (отсюда алый цвѣтъ артеріальной крови); кромѣ того, кислородъ можетъ быть вытѣсненъ изъ нея окисью углерода, и это новое кристаллическое соединеніе противустоитъ уже пустотѣ + согрѣванію, а между тѣмъ изъ него окись углерода въ свою очередь можетъ быть вытѣснена окисью азота, причемъ получается третье, еще болѣе стойкое кристаллическое тѣло. Этотъ рядъ замѣщеній газовъ другъ другомъ очевидно носить характеръ химическихъ процессовъ, тѣмъ болѣе, что замѣщенія происходятъ въ опредѣленныхъ объемахъ. Противъ этихъ фактовъ могло бы еще быть возраженіе, что они добыты на искусственномъ продуктѣ крови (хотя опыты съ поглощеніемъ окиси углерода и окиси азота дѣлались и надъ цѣльной кровью, разумѣется, освобожденной отъ фибрина); но вотъ наблюденіе надъ живымъ животнымъ, доказывающее, что процессъ поглощенія кислорода кровью не зависитъ отъ напряженія этого газа въ лёгкомъ. Если задушить животное сжатіемъ горла—оно умираетъ при этомъ не болѣе какъ минутъ черезъ 5—и потомъ изслѣдовать воздухъ лёгкаго, въ немъ не оказывается ни атома кислорода. Такое полное исчезаніе его изъ лёгкаго было бы, мм. гг., невозможно, еслибы онъ не притягивался къ крови химическими силами. Разберите, въ самомъ дѣлѣ, условія, въ которыя поставленъ кислородъ лёгочнаго воздуха послѣ закрытія дыхательнаго горла. Положимъ, что при самомъ началѣ опыта его было въ газовой смѣси лёгкаго 20% (соб-

<sup>1)</sup> Средства для этого множество—замораживаніе и оттаиваніе крови, обработка ея эфиромъ, хлороформомъ, желчными солями и др.; но въ основѣ всѣхъ средствъ лежитъ одно только непремѣнное условіе: разрушить шарики, не измѣняя химической природы краски; если это условіе удовлетворено, кристаллизація происходитъ непосредственно за этимъ.

ственно его меньше); если бы онъ только растворялся въ крови, непрерывно протекающей черезъ лёгкое, то въ первый моментъ величина его поглощенія опредѣлялась бы существующимъ въ это время напряженіемъ кислорода, а оно было бы равно  $\frac{1}{5}$  существующаго атмосфернаго давленія, такъ какъ кислородъ распространёнъ по всей полости лёгкаго; въ слѣдующій затѣмъ моментъ, вслѣдствіе предшествовавшаго исчезновенія части кислорода, его напряженіе въ лёгкомъ было бы уже меньше, и слѣдовательно меньше растворилось бы и въ крови; въ каждый послѣдующій моментъ было бы тоже самое, и слѣдовательно дѣло никакъ не дошло бы до полного исчезанія кислорода изъ полости лёгкаго. Съ точки же зрѣнія химическаго связыванія его кровью фактъ нашъ объяснимъ вполне. Да и какъ быть иначе, когда человѣкъ, какъ показываетъ опытъ, можетъ совершенно безнаказанно переносить значительныя разницы въ напряженіи вдыхаемаго воздуха (наприм. поднимаясь на большія высоты); когда орелъ поднимается безнаказанно выше Монблана. Если бы кислородъ растворялся въ крови, всякое значительное уменьшеніе атмосфернаго давленія значительно понижало бы величину его вхожденія въ кровь, являлись бы признаки задушенія, а ничего подобнаго нѣтъ.

Итакъ, *кислородъ вступаетъ въ кровь силою химическаго притяженія со стороны послѣдней.*

Что касается до состоянія угольной кислоты въ крови, то оно еще неокончательно выяснено; поэтому здѣсь я позволю себѣ быть краткимъ, тѣмъ болѣе, что вопросъ очень неудобенъ къ популярному изложенію. Вотъ что извѣстно положительнаго и особенно для насъ важнаго. Наибольшая часть угольной кислоты связана въ крови химически (а можетъ быть и вся), но настолько слаба, что соединенія эти даже на воздухѣ могутъ терять часть своей угольной кислоты, тѣмъ болѣе въ пустотѣ; слѣдовательно въ дѣлѣ диффузіи такое состояніе нашего газа эквивалентно растворенному его состоянію; другими словами, выходеніе угольной кислоты изъ крови въ полость лёгкаго (содержащую атмосферный воздухъ) путемъ диффузіи столько же возможно при ея данномъ состояніи въ крови, какъ будто она была въ растворѣ. Но къ этому присоединяется еще, можетъ быть, замѣчательная способность кровяныхъ шариковъ разлагать углекислыя щелочи съ выдѣленіями изъ нихъ угольной кислоты, когда въ окружающей средѣ напряженіе этого газа незначительно. Въ лёгкомъ послѣднее условіе всего скорѣе можетъ имѣть мѣсто, такъ какъ здѣсь кровь приходитъ въ соприкосновеніе съ атмосфернымъ воздухомъ; поэтому вообще допускаютъ, что угольная кислота выдѣляется изъ крови въ лёгкое двоякимъ образомъ: *частію*

прямо, частію при посредствѣ освобожденія ея изъ химическаго соединенія кровеными шариками, но въ обоихъ случаяхъ путемъ диффузіи. Моментъ соединенія въ лёгкомъ кислорода съ кровеными шариками не играетъ при этомъ никакой роли.

Такимъ образомъ, дыхательный процессъ доведенъ до границы соприкосновенія воздушной лёгочной полости съ кровью. Здѣсь кончается его первая половина, такъ-наз. *легочное дыханіе*, и затѣмъ начинается рядъ процессовъ, которые можно обозначить общимъ словомъ *дыханіе крови*. Въ нее при каждомъ вдыханіи входитъ нѣкоторое количество кислорода и съ каждымъ выдыханіемъ она теряетъ угольную кислоту, а между тѣмъ содержаніе этихъ газовъ какъ въ артеріальной, такъ и въ венозной крови остается приблизительно постояннымъ. Значить, въ теченіи каждаго полного оборота по тѣлу кровь успѣваетъ потерять все вступившее въ нее въ началѣ оборота количество кислорода и запастись вновь такимъ же количествомъ угольной кислоты, которое было потеряно ею передъ самымъ началомъ оборота. Это-то постоянное исчезаніе кислорода изъ крови и столько же постоянное возрожденіе въ ней угольной кислоты я и обозначилъ словомъ *кровеное дыханіе*.

Задачи наши должны отнынѣ, очевидно, заключаться въ объясненіи того и другого процесса, и казалось бы, что теперь все наше вниманіе должно быть сосредоточено исключительно на крови. Этотъ путь дѣйствительно самый прямой, но къ сожалѣнію условія, которыми обставлены оба процесса въ крови, до такой степени сложны, что, слѣдуя имъ однимъ, наука осталась бы при одной формальной сторонѣ дѣла, не проникнувъ нисколько въ глубь его. Несравненно болѣе дало наукѣ чисто количественное изслѣдованіе газоваго объёма въ тѣлѣ, т.-е. измѣреніе количествъ вдыхаемаго при различныхъ условіяхъ кислорода и массъ выдѣляемой при тѣхъ же условіяхъ угольной кислоты. На первый взглядъ это можетъ вамъ показаться страннымъ, но если вы хоть на минуту вспомните, что есть много основаній смотрѣть на дыхательные акты, какъ на процессъ горѣнія въ паровыхъ машинахъ, процессъ, служащій источникомъ развитія силъ, то конечно сразу помиритеcь съ этой мыслью. Ставъ на такую точку зрѣнія и разнообразя условія опытовъ, измѣняя напр. качества пищи, какъ топлива, усиливая или ослабляя дѣятельность рабочихъ органовъ и пр., вы получаете возможность не только судить по результатамъ такихъ опытовъ о большей или меньшей состоятельности вашей исходной мысли, т.-е. о самой сути дыханія, но и можете почерпнуть въ нихъ указанія къ изслѣдованію процессовъ въ самой крови.

Поэтому вы, конечно, не удивитесь, если я остановлюсь нѣсколько подробно на способахъ измѣренія газовыхъ величинъ при дыханіи.

Въ настоящее время можно говорить только о двухъ способахъ — одинъ изъ нихъ принадлежитъ Реньо, другой Петтенкоферу. Сначала о первомъ.

Вообразите себѣ герметически закрытое воздушное пространство, въ которомъ дышетъ животное. Съ каждымъ вдыханіемъ изъ этого пространства исчезаетъ нѣкоторое количество кислорода и вмѣстѣ его выдѣляется угольная кислота. Вообразите себѣ далѣе, что это пространство снабжено такими придатками, изъ которыхъ первый постоянно и съ точностью пополнялъ бы въ немъ кислородныя потери, а другой постоянно удалялъ изъ него угольную кислоту по мѣрѣ ея развитія. Вы, конечно, понимаете, что если при этомъ условіи количество азота въ замкнутомъ пространствѣ не измѣняется (а мы уже знаемъ, что это приблизительно справедливо), то животное можетъ жить въ немъ неспредѣленно долгое время и составъ воздуха останется такимъ же, какъ при началѣ опыта. Если ко всему этому присоединить еще возможность измѣрять съ одной стороны величины кислородныхъ потерь (по тѣмъ количествамъ кислорода, которыми онѣ пополняются), а съ другой возможность собрать всю удаленную изъ воздушнаго пространства угольную кислоту, то задача наша будетъ выполнена. По этой мысли и устроенъ снарядъ Реньо, модель котораго (рис. 16) вы здѣсь видите. Стеклянная банка *A* изображаетъ пріемникъ, въ которомъ дышетъ животное. Слева отъ него придатокъ, пополняющій кислородныя потери, а справа тотъ, который удаляетъ угольную кислоту. Первый начинается, какъ видите, столбомъ жидкости *BC* (неизмѣнность его высоты поддерживается стекляною *D* съ тою же жидкостью, опрокинутою открытымъ концомъ въ резервуаръ), который служитъ для продавливанія чистаго кислорода изъ стеклянки *E* въ пріемникъ *A* по пути, обозначенному стрѣлками. Каждый разъ, что животное производитъ вдыханіе, часть воздуха исчезаетъ изъ пространства *A*, слѣдовательно напряженіе остающагося воздуха становится слабѣе; въ силу этого обстоятельства и долженъ кислородъ притекать въ *A*, и именно въ томъ самомъ количествѣ, сколько его исчезло при вдыханіи. Этой простой уловкой, устанавливающей равенство между кислородными потерями и кислороднымъ притокомъ, дается въ тоже время возможность мѣрять количество вдыхаемаго кислорода по степени его исчезанія изъ банки *E*. Другой придатокъ состоитъ изъ двухъ равной вмѣстимости и открытых съ обоихъ концовъ стеклянныхъ сосудовъ *F* и *G*, прикрѣпленныхъ къ подвижной во всѣхъ углахъ рамѣ;

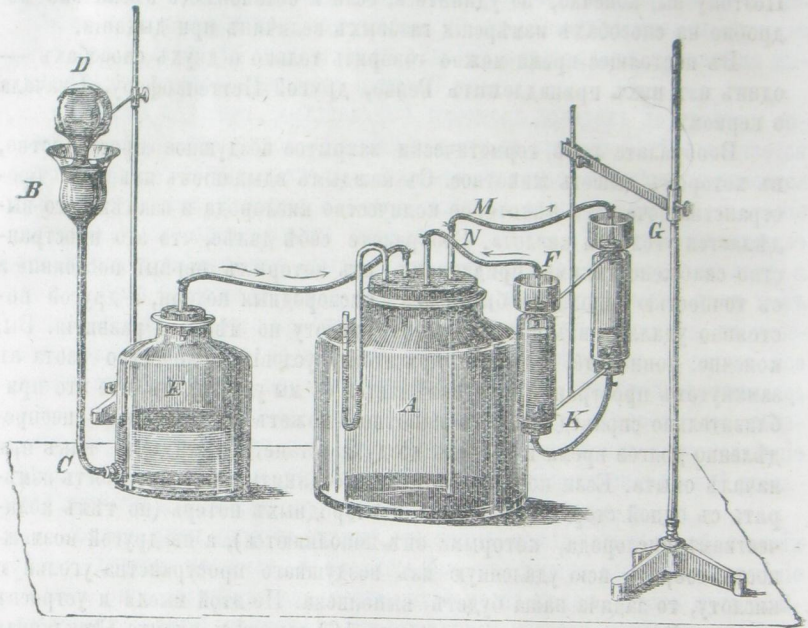


Рис. 16.

нижніе концы обоихъ сосудовъ связаны каучуковой трубкой *K*, которая сообщаетъ слѣдовательно ихъ полости другъ съ другомъ; верхніе же концы посредствомъ каучуковыхъ же трубокъ *M* и *N*, сообщены съ стеклянными трубками, открывающимися на различныхъ глубинахъ въ полость *A*; полости сосудовъ *F* и *G* сообщаются слѣдовательно другъ съ другомъ и съ приемникомъ, въ которомъ дышетъ животное; въ тоже время онѣ наполнены, конечно въ мѣстѣ съ трубкою *K*, растворомъ ѣдкаго поташа на столько, что когда оба сосуда стоятъ на одномъ уровнѣ, растворъ доходитъ въ каждомъ изъ нихъ до половины высоты. Если теперь я стану одинъ изъ сосудовъ опускать книзу — другой при этомъ самъ собою идетъ кверху, — то уровень раствора въ немъ будетъ постоянно повышаться, а въ другомъ сосудѣ падать. При этомъ конечно, верхній сосудъ будетъ присасывать воздухъ изъ приемника *A*, а именно изъ болѣе глубокихъ слоевъ его, а нижній сосудъ будетъ, наоборотъ, выталкивать изъ себя воздухъ. Съ каждой переменною положенія сосудовъ, при движеніяхъ рамы въ ту и другую сторону, роли ихъ будутъ

измѣняться, слѣдовательно они въ одно и тоже время будутъ возбуждать воздухъ въ приемникѣ *A* и постоянно присасывать его къ раствору ѣдкаго калі, который, какъ вамъ извѣстно, жадно поглощаетъ угольную кислоту. Этимъ путемъ постоянно удаляется выдыхаемая угольная кислота; собирается же она для измѣренія очень легко изъ раствора ѣдкаго поташа. Наконецъ, въ аппаратѣ Реньо есть средства и для измѣренія количества азота въ случаѣ, если онъ терпитъ измѣненія при дыханіи: они, какъ сказано было выше, узнаются изъ состава воздуха въ приемникѣ *A* (неизмѣнность этого состава показываетъ неизмѣняемость азота при дыханіи; увеличеніе процента — выдѣленіе его изъ тѣла, а уменьшеніе наоборотъ) и съ этой цѣлью существуетъ 3-й придатокъ, дающій возможность въ каждое время высосать изъ приемника нѣкоторое количество воздуха для анализа.

Способъ Петтенкофера уступаетъ предыдущему въ томъ отношеніи, что онъ не даетъ возможности опредѣлять возможныхъ измѣненій азота при дыханіи, предполагая ихъ (какъ думаетъ впрочемъ теперь большинство изслѣдователей) несуществующими. Съ этимъ ограниченіемъ способъ его еще проще предыдущаго. Вообразите себѣ, что черезъ приемникъ, въ которомъ дышетъ животное, просасывается непрерывно воздухъ и все количество его, прошедшее въ теченіи извѣстнаго времени, можетъ быть измѣрено. Съ этимъ воздухомъ изъ приемника уносится, конечно, какъ угольная кислота, такъ и водяной паръ, выдыхаемые животнымъ; и если на пути его существуютъ условія для поглощенія того и другого, то этимъ прямо опредѣляются величины продуктовъ выдыханія, составляющія вѣсовыя дыхательныя потери тѣла. Но рядомъ съ такими потерями животное вдыхаетъ кислородъ, и количество его, соединившееся съ тѣломъ, представляетъ наоборотъ вѣсовой дыхательный приходъ; слѣдовательно понятно, что изъ вѣса животнаго въ началѣ и концѣ опыта, когда извѣстна величина дыхательныхъ потерь, можетъ быть найдена и величина газоваго прихода, т.-е. количество потребленнаго животнымъ кислорода.

Передъ вами находится схема дыхательнаго аппарата Петтенкофера (рис. 17). Банка *A* съ вводной и выводной трубкой обозначаетъ приемникъ, въ которомъ сидитъ животное; банка *B* съ противоположнаго конца есть снарядъ, просасывающій воздухъ черезъ *A* и всю систему послѣдующихъ полостей; между ними, ближе къ приемнику стоятъ газовые часы, снарядъ, употребляемый на газовыхъ заводахъ, для измѣренія объемовъ вытекающаго газа; (этотъ снарядъ въ нашей схемѣ пропущенъ); за ними слѣдуетъ U-образная трубка (*C*), наполненная веществомъ (хло-



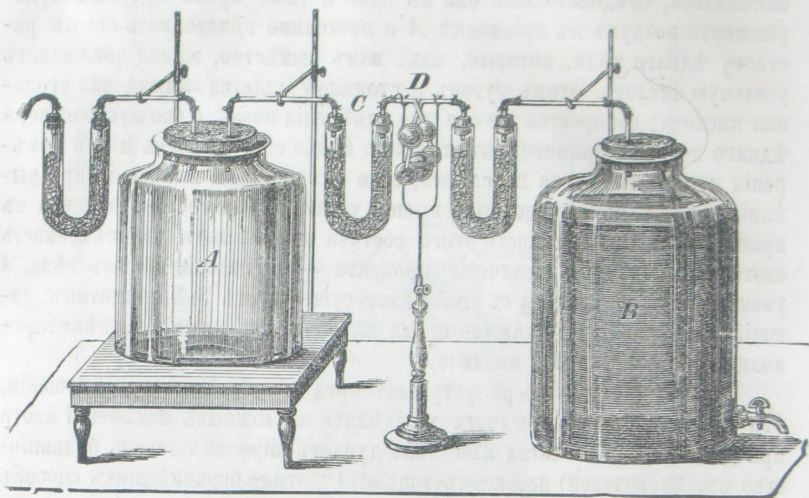


Рис. 17.

ристымъ кальціемъ), поглощающимъ воду; за нею слѣдуютъ снаряды (*D, D*) съ жидкимъ поташемъ, поглощающіе угольную кислоту; наконецъ передъ сосудомъ *B*, наполненнымъ до верху водой, стоитъ еще одна U-образная трубка, чтобы предупредить возможность поглощенія воды поташными приемниками. Я отворяю выпускной кранъ въ сосудѣ *B*, изъ него начинаетъ вытекать вода, а на ея мѣсто поступаетъ воздухъ изъ всей системы трубокъ, начиная съ приемника *A*. Этотъ токъ вы видите по пузырькамъ воздуха, которые постоянно пробѣгаютъ черезъ сосуды съ поташнымъ растворомъ.

Въ слѣдующій разъ я буду имѣть честь сообщить вамъ наиболѣе важные изъ результатовъ, полученныхъ при посредствѣ описанныхъ опытовъ.

## XI.

Дыханіе, какъ процессъ горѣнія.—Регуляція дыхательныхъ актовъ.

Прошлый разъ дыханіе было доведено до границы соприкосновенія воздушной полости лёгкаго съ кровью, и затѣмъ, приступивъ къ изученію самыхъ интимныхъ сторонъ этого процесса, совершающихся въ крови и тканяхъ, мы поставили вопросъ: нельзя ли приблизиться къ пониманію ихъ путемъ измѣренія величины газоваго обмѣна при различныхъ физиологическихъ условіяхъ. При этомъ за руководящую нить была принята мысль, что, можетъ быть, дыхательные процессы въ тѣлѣ, поскольку они состоятъ въ соединеніи съ кислородомъ и выведеніи изъ тѣла угольной кислоты, имѣютъ значеніе процесса горѣнія. Средства къ рѣшенію этихъ вопросовъ теперь уже у насъ въ рукахъ, и мнѣ остается только сообщить вамъ результаты опытовъ, чтобы составить по нимъ выводы о самой существенной сторонѣ дыханія.

Человѣкъ можетъ, хотя и на короткое время, по произволу измѣнять въ ту и другую сторону какъ частоту дыхательныхъ движеній, такъ и глубину ихъ. Если эти измѣненія вызываются не дѣйствительными нуждами организма, а только произволомъ, то оказывается, что они остаются безъ всякаго вліянія на среднія, даже часовыя, количества истребляемаго кислорода и выдыхаемой угольной кислоты. Обстоятельство очень важное, сразу указывающее на то, что потребленіе кислорода и образованіе угольной кислоты управляются въ тѣлѣ болѣе глубокими причинами, чѣмъ усиленная или ослабленная вентиляція лёгкаго. Вотъ цѣлый рядъ этихъ причинъ. Сравните, напр., между собою величину газоваго прихода и расхода передъ принятіемъ пищи и послѣ него — всегда найдете, что въ пищеварительный періодъ животное и больше погло-

щаетъ кислорода, и больше развиваетъ угольной кислоты, какъ будто пища въ самомъ дѣлѣ топливо, сжигаемое кислородомъ вдыхаемаго воздуха. Хотите убѣдиться въ этомъ дальше, изслѣдуйте вліяніе качества пищи на газовый обмѣнъ — результатъ всегда постояненъ: при пищѣ, состоящей преимущественно изъ бѣлковъ (напр. тощее мясо), изъ всего количества вдыхаемаго кислорода только около  $\frac{6}{10}$  возвращаются изъ тѣла въ формѣ угольной кислоты (последняя состоитъ изъ угля + кислородъ), тогда какъ при пищѣ, богатой крахмаломъ и сахаромъ, почти весь вдыхаемый кислородъ выходитъ наружу въ формѣ этого газа (около  $\frac{9}{10}$ ). Параллельно этому мы знаемъ, что очень значительная часть продуктовъ разрушенія бѣлковыхъ веществъ выводится изъ тѣла не лёгкими, а мочею, тогда какъ окончательные продукты разрушенія жира, крахмала и сахара въ случаѣ ихъ сгаранія насчетъ вдыхаемаго кислорода, — угольная кислота и вода — могутъ цѣликомъ выводиться лёгкими. Въ этихъ фактахъ нельзя не видѣть намека на то, что пища въ самомъ дѣлѣ сгараетъ въ тѣлѣ какъ топливо (при этомъ углеродъ ея превращается въ угольную кислоту, а водородъ въ воду, кислородъ пищи помогаетъ вдохнутому кислороду, азотъ выдѣляется въ формѣ мочевины и другихъ азотистыхъ соединений мочею), тѣмъ болѣе, что въ пищеварительный періодъ усиливается и процессъ образованія теплоты въ тѣлѣ.

Привяжемтесь къ этому послѣднему факту, и сдѣлаемте нѣсколько опытовъ, смотря на дыхательные процессы какъ на источники животной теплоты. Сравнимъ, наприм., величины газоваго обмѣна, при условіяхъ, когда животное окружено теплымъ и холоднымъ воздухомъ. Въ первомъ случаѣ сумма тепловыхъ потерь его, конечно, меньше, чѣмъ во второмъ, и такъ какъ, не смотря на это все количество тепла въ тѣлѣ остается въ обоихъ случаяхъ одинаковымъ (это доказывается неизмѣнностью температуры тѣла, дышетъ ли животное въ тепло или на холодѣ), значитъ животное, дыша на холодѣ, должно развивать въ своемъ тѣлѣ больше теплоты, чѣмъ при противоположномъ условіи. Результатъ точь въ точь подтверждаетъ ожиданіе: на холодѣ животное больше потребляетъ кислорода и больше развиваетъ угольной кислоты, чѣмъ въ теплоѣ. Другой примѣръ. У всякаго маленькаго животнаго внѣшняя поверхность тѣла, сравнительно съ массой послѣдняго, больше чѣмъ у большаго животнаго <sup>1)</sup>; и такъ какъ внѣшняя поверхность тѣла есть въ тоже время по-

<sup>1)</sup> Если вообразить себѣ тѣла животныхъ въ формѣ шаровъ, то поверхности ихъ будутъ относиться какъ квадраты радіусовъ, а массы, какъ кубы; слѣдовательно, съ уменьшеніемъ величины тѣла, массы убываютъ скорѣе (пропорціоально кубамъ радіусовъ), чѣмъ поверхности.

верхность охлажденія, а теплота развивается во всѣхъ точкахъ тѣла, значитъ, сравнительно съ массою послѣдняго всякое маленькое животное больше теряетъ и больше развиваетъ тепла, чѣмъ большое, такъ какъ температуры тѣла у обоихъ одинаковы. Соответственно этому опыты показываютъ, что всякое маленькое животное, сравнительно съ массою своего тѣла, въ нѣсколько разъ больше поглощаетъ кислорода и больше развиваетъ угольной кислоты, чѣмъ большое. Здѣсь, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, на усиленную потребность въ теплотѣ тѣло отвѣчаетъ усиленіемъ дыхательныхъ процессовъ.

Теперь посмотримъ, какъ отражается на дыханіи мышечная дѣятельность. Если, въ самомъ дѣлѣ, дыхательные процессы могутъ быть приравнены горѣнію дровъ въ паровой машинѣ, а мышечная дѣятельность работѣ послѣдней, то, конечно, въ этомъ случаѣ, скорѣе чѣмъ когда-либо, можно ожидать усиленнаго потребленія кислорода и усиленнаго выдѣленія угольной кислоты. И въ самомъ дѣлѣ, мышечная работа усиливаетъ дыхательные процессы болѣе чѣмъ все другое — количество выдыхаемой при этомъ угольной кислоты можетъ, какъ показываютъ опыты, чуть не въ десять разъ превосходить соответственную величину при покоѣ.

Послѣ этого вамъ будетъ понятенъ и слѣдующій новый фактъ: ночью, во время сна животное вообще меньше потребляетъ кислорода и меньше выдѣляетъ угольной кислоты, чѣмъ днемъ. Въ первомъ случаѣ работаетъ почти исключительно одно сердце и дыхательныя мышцы, притомъ слабѣе, чѣмъ днемъ, а во второмъ къ нимъ присоединяется работа огромныхъ мышечныхъ массъ туловища, рукъ и ногъ. Еще поразительнѣе явленія на животныхъ во время зимней спячки. Въ этомъ состояніи они цѣлыми мѣсяцами не принимаютъ пищи и всѣ мышечныя движенія въ ихъ тѣлѣ, за исключеніемъ сердечныхъ и дыхательныхъ, подавлены окончательно; да и эти послѣднія происходятъ до такой степени вяло, что съ перваго взгляда животное кажется мертвымъ. Здѣсь величины газоваго обмѣна достигаютъ возможнаго *minimum*'а — количества поглощаемого кислорода могутъ, наприм., уменьшаться въ 20 разъ противъ нормы, и параллельно этому развитіе тепла въ тѣлѣ падаетъ до поразительно низкой цифры (температура внутреннихъ частей тѣла едва превышаетъ 10° Ц.). Этимъ охлажденіемъ тѣла, вызывающимъ спячку, и объясняютъ ту пониженную степень вещественнаго обмѣна, которая одна даетъ возможность животному не умереть съ голода. Но какъ бы не сокращалась черезъ это величина расходовъ тѣла, при постоянствѣ разрушенія его составныхъ частей и при полномъ отсутствіи пищи для возстановленія потерь, слѣдовало бы ожидать, что въ теченіи зимней спячки животное должно страшно исхудать, значительно

уменьшиться въ вѣсѣ тѣла. Этого однако не замѣчается въ столь рѣзкой степени, и бывають даже (на суркахъ) обратные случаи, когда въ теченіи спячки вѣсѣ тѣла нѣсколько увеличивается. На видъ это явленіе кажется чистѣйшимъ парадоксомъ, но дѣло объясняется съ одной стороны тѣмъ, что животное, будучи поставлено въ условія голоданія, дышетъ насчетъ элементовъ своего тѣла и возвращаетъ изъ себя, какъ всякое плотоядное животное, лишь половину вдохнутаго кислорода (въ формѣ угольной кислоты); съ другой стороны, Реньо нашель, что во время спячки животное можетъ поглощать нѣкоторое количество азота изъ окружающей атмосферы. Этими фактами дѣло могло бы дѣйствительно быть объяснено; но послѣдній изъ нихъ (въ случаѣ его вѣрности) доказывалъ бы сверхъ того извращеніе въ химическихъ процессахъ тѣла во время зимней спячки.

Таковы, мм. гг., главнѣйшіе результаты измѣренія газоваго обмѣна веществъ при дыханіи. Стоитъ хоть немного вдуматься въ нихъ, и нельзя не придти къ слѣдующимъ общимъ заключеніямъ:

Въ виду прямой связи между интенсивностью актовъ поглощенія кислорода и выдѣленія угольной кислоты (оба акта повышаются и понижаются параллельно другъ другу), легко объяснимой изъ сгаранія насчетъ кислорода углеродистыхъ соединеній тѣла; — въ виду прямой связи между интенсивностью дыхательныхъ актовъ и развитіемъ въ тѣлѣ теплоты:

1) *на дыхательные акты, по ихъ сущности, нельзя иначе смотрѣть, какъ на процессы окисленія веществъ въ тѣлѣ, или что то же, какъ на процессы горнія.*

Въ виду совпаденія пищеварительнаго періода съ усиленіемъ газоваго обмѣна, и рѣзкаго вліянія на послѣдній качества пищи, несомнѣнно, что

2) *субстратомъ горнія, горючимъ матеріаломъ, служитъ, между прочимъ (а можетъ быть и исключительно?), входящее въ кровь пищевое вещество.*

Наконецъ въ виду особенно рѣзкаго вліянія на величину газоваго обмѣна мышечной работы, оказывается, что

3) *мышечная ткань во время ея дѣятельности представляетъ едва ли не главный пунктъ, въ которомъ сосредоточиваются процессы окисленія.*

Съ этой точки зрѣнія

4) *дыхательные акты получаютъ значеніе процессовъ, связанныхъ по преимуществу съ рабочими дѣятельностями; а отсюда можетъ быть выведено заключеніе, что*

5) *въ пластическихъ процессахъ тѣла вдыхаемый кислородъ играетъ, по всей вѣроятности, незначительную роль.*

Этимъ выводамъ, конечно, никто не откажетъ въ важности, тѣмъ болѣе, что въ нихъ заключается нѣсколько ясныхъ указаній на различныя стороны дыханія крови и тканей. Какъ не допустить, наприим., послѣ сказаннаго, что часть окисленій должна происходить въ сферѣ самой крови, а другая, и вѣроятно наибольшая, въ сферѣ, или по крайней мѣрѣ при посредствѣ рабочихъ органовъ, т. е. мышцъ и железъ? Какъ не подумать далѣе, что крахмалы, сахаръ и жиръ пищи, какъ вещества, способныя давать при окисленіи исключительно угольную кислоту и воду, сгораютъ въ тѣлѣ до тла и не признать нѣсколько иной судьбы за бѣлковыми веществами? Эти мысли и служили, мм. гг., руководными нитями изслѣдователямъ, изучавшимъ процессы окисленія въ крови и тканяхъ.

Изслѣдованіе дыхательныхъ процессовъ въ крови, очевидно, должно заключаться въ дальнѣйшемъ развитіи только что высказанныхъ положеній; оно должно доказать уже прямо существованіе окисленій въ тѣлѣ, опредѣлить ихъ мѣсто, ходъ и указать какъ матеріалы, подвергающіеся окисленію, такъ и продукты его. Для пуцаго выясненія этихъ задачъ, позвольте мнѣ описать вамъ одинъ очень характерный примѣръ окисленія въ крови, изъ котораго вы тотчасъ же поймете, какъ намъ слѣдуетъ приниматься за дѣло. Если къ нѣкоторому количеству артеріальной крови, или лучше къ смѣси ея съ большимъ количествомъ воды (чтобы кровь стала совершенно прозрачной) прибавить свѣжихъ желѣзныхъ опилокъ и сильно взболтать жидкость, то изслѣдованіе ея оптическихъ свойствъ показываетъ, что кровеная краска теряетъ при этомъ весь свой кислородъ; если же затѣмъ слить жидкость съ опилокъ и снова взболтать ее съ воздухомъ, то анализъ показываетъ, что краска снова соединилась съ кислородомъ. Значитъ, этотъ газъ перешелъ съ шариковъ на опилки. Еслибы вы стали искать его въ желѣзѣ такимъ же способомъ, какъ въ крови, т. е. слегка (до 40° Ц.) нагрѣвая въ пустотѣ, то не открыли бы его присутствія, но при болѣе сильныхъ разлагающихъ вліяніяхъ онъ оказался бы въ самомъ дѣлѣ тамъ; и это обстоятельство объяснило бы вамъ весь процессъ слѣдующимъ образомъ: кровеные шарики, удерживающіе свой кислородъ хотя и химическими силами, но слабо, были приведены въ соприкосновеніе съ желѣзомъ, которое притягиваетъ къ себѣ кислородъ сильнѣе, и послѣдній перешелъ съ шарикомъ на опилки. Въ этомъ опытѣ произошло окисленіе желѣза въ сферѣ крови и процессъ выразился: 1) исчезаніемъ изъ крови кислорода, способнаго выдѣляться въ пустоту; 2) присутствіемъ въ ней продукта окисленія. Стало

быть, и въ предстоящихъ намъ наблюденіяхъ надъ нормальной кровью мы должны руководствоваться тѣми же данными, чтобы доказать присутствіе окислительныхъ процессовъ.

Начну съ основнаго опыта.

Если задушить животное, то минутъ черезъ 3 — 5 послѣ прекращенія доступа воздуха въ лёгкое, въ крови нельзя уже найти ни едиаго атома, способнаго выдѣляться въ пустоту кислорода. Стало быть одинъ изъ признаковъ окисленія существуетъ; но еслибъ вы стали искать другаго — продуктовъ окисленія, то кромѣ нѣскольکو увеличеннаго противъ нормы количества угольной кислоты не нашли бы ничего опредѣленнаго. А между тѣмъ, въ виду неподлежащей никакому сомнѣнію сложности горючаго матеріала и сравнительной медленности горѣнія въ тѣлѣ, слѣдовало бы ожидать въ крови скопленія не только окончательныхъ, но и промежуточныхъ продуктовъ окисленія. Они, можетъ быть, и есть, мм. гг., но, къ сожалѣнію, химія не знаетъ еще образа распадѣнія главнѣйшихъ составныхъ частей животнаго тѣла при окисленіи ихъ, да къ тому же продукты эти пришлось бы изолировать изъ такой сложной по составу жидкости, какъ кровь. Поэтому, даже въ такомъ крайнемъ случаѣ, какъ нашъ примѣръ, мы по неволѣ должны довольствоваться однимъ только исчезаніемъ изъ крови кислорода и скопленіемъ въ ней угольной кислоты, какъ признаками окислительныхъ процессовъ. Съ этимъ ограниченіемъ мы и приступаемъ къ явленіямъ въ текущей крови.

Въ тотъ короткій промежутокъ времени, пока кровь двигается по артеріямъ (если даже время цѣлаго оборота крови по тѣлу принять = 1 мин., то на движенія ея по артеріямъ придется около 20 секундъ, такъ какъ по венамъ, при равной длинѣ ихъ съ артеріями, кровь течетъ вдвое медленнѣе, чѣмъ по послѣднимъ), исчезаніе кислорода изъ нея хотя и происходитъ, но въ очень незначительныхъ размѣрахъ, потому что алый цвѣтъ крови, служащій признакомъ ея насыщенности кислородомъ, сохраняется вплоть до мельчайшихъ артеріальныхъ вѣточекъ. Картина однако тотчасъ же измѣняется, какъ только кровь перешла черезъ волосные сосуды. Хотя движеніе по этому отдѣлу продолжается еще менѣе, чѣмъ по артеріямъ — никакъ не болѣе 2 — 3 секундъ, — однако кровь явственно темнѣетъ, теряетъ половину, или даже нѣскольکو болѣе, всего своего кислорода и пріобрѣтаетъ взамѣнъ его нѣкоторое количество угольной кислоты. Это явленіе повсемѣстно во всѣхъ безъ исключенія волосныхъ сосудахъ аорты, и значитъ ихъ нужно считать мѣстами, гдѣ сосредоточиваются, главнѣйшимъ образомъ, процессы окисленія. Но какая же причина, что кислородъ исчезаетъ такъ быстро

именно въ волосныхъ сосудахъ? Если перебрать въ умѣ условія, въ которыя поставлена кровь при теченіи ея по артеріямъ и волоснымъ сосудамъ, то возможно остановиться только на мысли, что тамъ кровь течетъ по трубкамъ, имѣющимъ значеніе лишь проводниковъ и соприкасается съ однѣми стѣнками ихъ, тогда какъ въ волосныхъ сосудахъ она приходитъ въ соприкосновеніе съ тканями тѣла. И въ самомъ дѣлѣ, опыты искусственнаго впрыскиванія крови въ различные органы тѣла показываютъ, что пока органы эти живы, прохожденіе черезъ нихъ крови всегда сопровождается исчезаніемъ кислорода. Выступаетъ ли онъ, однако, при этомъ изъ крови въ ткани, или на оборотъ изъ послѣднихъ постоянно выдѣляются въ кровь вещества, жадно поглощающія кислородъ—это вопросы будущаго. Извѣстно только то, что въ тканяхъ и сокахъ тѣла, лежащихъ за предѣлами кровеносной системы, до сихъ поръ не удалось найти ни единого атома, способнаго выдѣляться въ пустоту, кислорода. Такою же тайной окружены для насъ и условія развитія угольной кислоты въ тѣлѣ, и только въ отношеніи мышечной ткани существуютъ намеки, что она можетъ развиваться въ самыхъ мышцахъ.

Передъ вашими глазами (рис. 18) въ ходу опытъ, которымъ это доказывается. Въ стеклянной банкѣ *A* повѣшены на металлическомъ крючкѣ (*B*), проходящемъ черезъ ея крышку, заднія конечности лягушки,

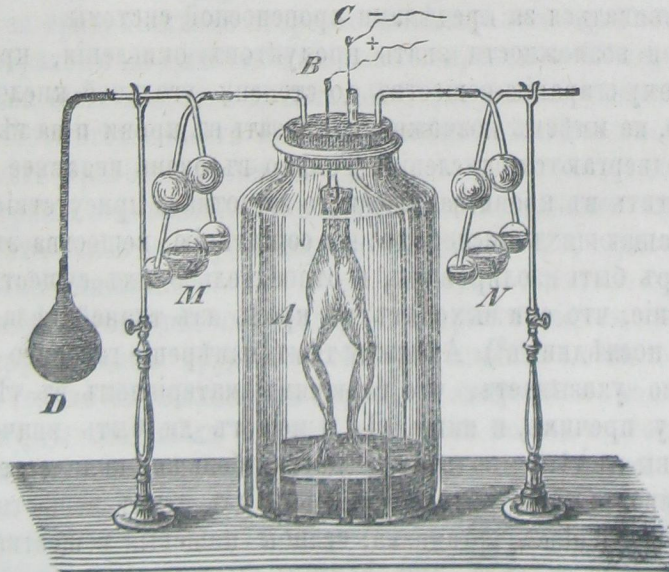


Рис. 18



обнаженные отъ кожи и освобожденные предварительнымъ выпрыскиваніемъ сосудовъ отъ крови. На дно банки налито столько ртути, чтобы нижніе концы ногъ постоянно находились съ нею въ соприкосновеніи; въ ту же ртуть опущена, черезъ крышку банки, металлическая проволока *C*, служащая вмѣстѣ съ вѣшнымъ концомъ крючка *B* мѣстомъ приложенія перерывисто дѣйствующаго электрическаго тока. Послѣдній, проходя черезъ крючекъ, лягушечьи конечности, ртуть и проволоку *C*, приводитъ мышцы ногъ въ постоянное сокращеніе, дѣлающееся сколько угодно времени. При этомъ съ поверхности мышцъ выдѣляется въ воздухъ банки *A* угольная кислота, и присутствіе ея здѣсь я докажу вамъ продавливаніемъ изъ банки воздуха черезъ растворъ ѣдкаго барита, наполняющій Либиховскій сосудъ *N*; при этомъ въ прозрачной теперь жидкости произойдетъ муть, вслѣдствіе образованія нерастворимаго осадка (углекислаго барита). Но еслибъ я сталъ продавливать черезъ банку *A* воздухъ этой залы, не очистивъ его предварительно отъ угольной кислоты, вы имѣли бы право приписать ей образованіе мути въ сосудѣ *N*; чтобы избѣжать такого возраженія, слѣва отъ *A* помѣщенъ другой Либиховскій сосудъ *M*, наполненный растворомъ ѣдкаго кали. Теперь, когда я буду продавливать воздухъ посредствомъ каучуковаго шара *D*, онъ будетъ входить въ *A* свободнымъ отъ угольной кислоты, а между тѣмъ вы видите, что въ *N* происходитъ муть. И такъ какъ въ мышцахъ крови нѣтъ, то этотъ опытъ показываетъ, что здѣсь угольная кислота можетъ развиваться за предѣлами кровеносной системы.

Не имѣя возможности знать продуктовъ окисленія, предшествующихъ полному старанію веществъ до степени угольной кислоты и воды, мы, конечно, не имѣемъ возможности указать въ крови и на тѣ матеріалы, которые подвергаются окисленію. Только въ очень недавнее время удалось подмѣтить въ крови задушеннаго животнаго присутствіе веществъ, жадно поглощающихъ кислородъ; къ сожалѣнію, вещества эти не могли до сихъ поръ быть изолированы, и относительно ихъ существуетъ лишь предположеніе, что они выходятъ въ кровь изъ тканей тѣла (продукты разрушенія послѣднихъ?). А между тѣмъ измѣреніе газоваго обмѣна при дыханіи ясно указываетъ, что горючимъ матеріаломъ въ тѣлѣ должна быть, между прочимъ, и пища. Да и можетъ ли быть иначе, когда съ одной стороны въ тѣло вводится ежедневно большое количество бѣлковъ, сахара и жировъ, а съ другой ни одного изъ этихъ веществъ не находится въ изверженіяхъ организма: еслибы пищевыя вещества не разрушались постоянно въ тѣлѣ, они должны были бы скопиться въ теченіи очень короткаго времени въ огромныхъ количествахъ, а ничего подо-

бнаго не замѣчается. Сахаръ и жиры старають въ тѣлѣ, вѣроятно, до тла (до степени превращенія всего ихъ углерода въ угольную кислоту, а водорода въ воду), а окончательнымъ извергаемымъ изъ тѣла продуктомъ распаденія бѣлковъ является мочеви́на.

Это, мм. гг., и все, что извѣстно существеннаго относительно дыханія крови и тканей. При такой поразительной скудости, вы конечно понимаете, что свѣдѣнiя эти очень немного прибавляютъ къ тѣмъ выводамъ о дыханiи, которые были сдѣланы на основанiи измѣренiя величинъ газоваго обмѣна, и нисколько не измѣняютъ изъ сущности. *За дыханiемъ, по прежнему, остается значенiе процесса старанiя веществъ пищи и тканей, служащаго по преимуществу для согрѣванiя тѣла и развитiя въ немъ механическихъ работъ.*

Чтобы покончить съ дыхательнымъ процессомъ, мнѣ остается разсказать вамъ еще объ его регуляци.

Подобно тому, какъ притокъ пищевого вещества поддерживается на опредѣленной высотѣ извѣстнаго рода ощущенiями, именно чувствомъ голода и насыщенiя, точно также и недостаточный или затрудненный притокъ кислорода тотчасъ же даетъ себя знать тяжелымъ чувствомъ одышки. Рядомъ съ нею развивается реакцiя въ формѣ усиленiя дыхательныхъ движенiй—они становятся глубже и чаще, и такимъ образомъ, недостаточность или затрудненность кислороднаго притока восполняется усиленнымъ введенiемъ воздуха въ лёгкое. Представьте себѣ, что одышка, при всѣхъ ея градацiяхъ со стороны интенсивности, дѣйствуетъ усиливающимъ образомъ на дыхательныя движенiя, и вы поймете, что въ этой связи должна быть вся суть дыхательной регуляци, такъ какъ ею достигается соотвѣтственность между потребностью тѣла въ кислородѣ и величиною его притока въ лёгкое <sup>1)</sup>.

Посмотримъ же, какимъ устройствомъ дыхательнаго аппарата осуществлена эта связь между недостаточностью кислороднаго притока и дыхательными движенiями.

Такъ какъ послѣднiя производятся періодическими сокращенiями мышцъ, окружающихъ грудную кѣтку, а мышцы въ тѣлѣ вообще сокращаются только подъ влiянiемъ нервныхъ импульсовъ, то первоначальную причину дыхательныхъ движенiй слѣдуетъ искать въ возбужденiяхъ, выходящихъ изъ нервной системы. Это такъ и есть на самомъ дѣлѣ.

<sup>1)</sup> Не нужно забывать, что усиленный притокъ воздуха въ лёгкое имѣетъ еще значенiе усиленной вентиляци его (а черезъ лёгкое и крови) отъ угольной кислоты; кромѣ того усиленный вдыханiя, ускоряя токъ венной крови, ускоряютъ и самое движенiе ея по лёгкому.

Опыты разрушенія различныхъ отдѣловъ головного мозга открываютъ въ части его, называемой продолговатымъ мозгомъ, очень небольшое пространство, при разрушеніи котораго тотчасъ же превращаются дыхательныя движенія и наступаетъ смерть. Это, такъ-называемыя, *дыхательные центры*. Они служатъ съ одной стороны исходной точкой для нервныхъ волоконъ, идущихъ къ дыхательнымъ мышцамъ, съ другой имъ приписывается способность возбуждаться кровью, протекающею по волоснымъ сосудамъ продолговатаго мозга, насколько она не представляется насыщенною кислородомъ. Последнее выводится, съ одной стороны, изъ усиленія дыхательныхъ движеній при задушеніи, когда кровь становится очень бѣдною кислородомъ, съ другой — изъ совершеннаго подавленія ихъ усиленнымъ введеніемъ этого газа въ лёгкое. Въ опытахъ послѣдняго рода на причину отсутствія дыхательныхъ движеній нельзя смотрѣть иначе, какъ на устраненіе необходимости въ дыханіи, такъ какъ животное, насыщенное кислородомъ, не представляетъ ничего ненормальнаго, кромѣ того что не дышетъ; поэтому-то потеря кислорода кровью, протекающею по волоснымъ сосудамъ дыхательныхъ центровъ, и считается моментомъ, возбуждающимъ ихъ къ дѣятельности.

Такимъ образомъ, причина дыхательныхъ движеній сводится на то, что животное, вслѣдствіе постоянныхъ потерь кислорода изъ крови, постоянно находится въ состояніи слабаго задушенія. Пока эти потери незначительны, возбужденіе дыхательныхъ центровъ, (а изъ нихъ черезъ нервы и дыхательныхъ мышцъ) слабо, и дыханіе совершается покойно; но какъ только исчезаніе кислорода усиливается, возбужденіе центровъ становится сильнѣе и сильнѣе, и дыхательныя движенія принимаютъ, наконецъ, конвульсивный характеръ.

Противъ такого толкованія явленій мы могли бы сдѣлать слѣдующее возраженіе: если дыхательные центры дѣйствительно возбуждаются кровью волосныхъ сосудовъ, то раздраженіе это должно было бы имѣть характеръ непрерывности, такъ какъ кровь течетъ по волоснымъ сосудамъ равномерною струею, а между тѣмъ дыхательныя движенія представляютъ перемежающійся характеръ. Въ этомъ разладѣ между характерами дѣйствующей силы и вызываемаго ею движенія не заключается однако ничего необычнаго: каждому изъ васъ, конечно, извѣстны такія машины, въ которыхъ непрерывно дѣйствующая двигательная сила производитъ перерывистое движеніе; сюда относятся, наприм., швейныя машины, приводимыя въ дѣйствіе постояннымъ движеніемъ махового колеса, водяныя толчеи, пильныя мельницы и пр.; но особенно поучительно для насъ подобный же случай проведенія газовъ черезъ жидкости.

Всякому конечно извѣстно, что если вдвуть черезъ трубку воздухъ въ воду, то, несмотря на постоянство давящей силы, воздухъ идетъ по жидкости въ формѣ отдѣльныхъ пузырей, — здѣсь непрерывное движеніе переходитъ въ перерывистое; но въ этомъ случаѣ причина явленія понятна такъ-сказать сама собою: она заключается въ томъ, что въ вытечномъ отверстіи трубки существуютъ препятствія для выхожденія газа, вслѣдствіе чего напряженіе его сначала должно возрастать для побѣжденія препятствій, а потомъ, когда они побѣждены, — падать по причинѣ выхожденія изъ трубки газоваго пузыря. Въ этой же формѣ должно, какъ думаютъ, происходить возбужденіе дыхательныхъ центровъ: прежде, чѣмъ они приходятъ въ дѣятельность, раздражающіе толчки должны еще возрасти до возможности вызвать движеніе, но когда оно произошло, живая сила толчеювъ перешла въ работу, и раздраженію снова приходится возрастать для произведенія двигательнаго эффекта. Въ явленіе вводится, какъ видите, понятіе о препятствіяхъ со стороны дыхательныхъ центровъ къ возбужденію, и разъ оно введено, имъ можно уже объяснить прочія стороны дыхательныхъ движеній, напр. дѣятельность при покойномъ дыханіи однихъ только вдыхательныхъ мышцъ (это можетъ быть объяснено тѣмъ, что выдыхательные центры труднѣе возбуждимы кровью, чѣмъ ихъ антагонисты), увеличеніе числа сокращающихся мышцъ при усиленномъ дыханіи и пр.

Однако регуляція дыхательныхъ движеній на этомъ не останавливается: дыхательные центры обладаютъ еще нервнымъ придаткомъ, значеніе котораго заключается въ томъ, что онъ постоянно уменьшаетъ сумму препятствій въ дыхательныхъ центрахъ къ возбужденію ихъ кровью. Къ сожалѣнію, условія дѣятельности этого придатка еще очень мало разработаны.

## ХП.

### Пластическіе процессы въ тѣлѣ.

Слѣдя за судьбами пищевыхъ веществъ въ животномъ тѣлѣ, мы познакомились до сихъ поръ съ измѣненіями ихъ въ полости пищевой трубки и нашли, что, поступивъ отсюда въ кровь, они разносятся ею по всему тѣлу; при этомъ часть ихъ разрушается насчетъ вдыхаемаго кислорода, развивая въ тѣлѣ теплоту и служа тѣмъ для рабочихъ процессовъ въ организмѣ, а другая выступаетъ изъ полости кровеносныхъ трубокъ въ формѣ бѣлковой жидкости. Съ судьбою той части кровеносного филътра, которая течетъ по лимфатической системѣ, мы тоже познакомились; и теперь, чтобы покончить съ исторіей странствованія по тѣлу пищевыхъ веществъ, мнѣ остается рѣшить еще два вопроса: прослѣдить судьбу ихъ по отношенію къ возстановленію потерь въ тканяхъ и приготовленію соковъ. Первый рядъ процессовъ носить, какъ вы знаете, названіе *питательныхъ* или *пластическихъ*, а второй — *отдѣлительныхъ*.

Сначала я буду говорить о первыхъ.

Вы помните тѣ общія основанія, которыя заставляютъ науку принять существованіе въ тѣлѣ разрушенія и возстановленія тканей; — это, съ одной стороны, непрочность, легкая разрушаемость матеріаловъ, изъ которыхъ выстроено тѣло, съ другой — продолжительность существованія, притомъ въ неизмѣненномъ видѣ, этихъ самыхъ тканей. Сверхъ этого общаго основанія вы знаете теперь, что къ тканямъ тѣла существуетъ постоянный притокъ вдыхаемаго кислорода и что въ тѣлѣ постоянно развивается теплота; — новыя данныя, чтобы принять существованіе разрушеній въ тѣлѣ, такъ какъ эти именно условія, какъ по-

казываетъ ежедневный опытъ, и разрушаютъ вещества животнаго тѣла. Наконецъ вы помните, мм. гг., что исчезаніе кислорода изъ крови волосныхъ сосудовъ происходитъ подъ непремѣннымъ вліяніемъ тканей тѣла; и при этомъ все равно, исчезаетъ ли кислородъ, выходя изъ крови и соединяясь химически съ веществами тканей, или наоборотъ изъ послѣднихъ выдѣляются въ кровь вещества, жадно соодинающіяся съ кислородомъ кровеныхъ шариковъ, — то и другое было бы невозможно, еслибъ въ тканяхъ не происходило постоянныхъ превращеній.

Итакъ, разрушеніе должно существовать въ тѣлѣ.

Но въ какой формѣ оно происходитъ и какими вообще внѣшними признаками выражается — образуются ли въ самомъ дѣлѣ прорѣхи въ тканяхъ, доступныя непосредственному наблюденію, или фокусы разрушенія въ каждомъ данномъ мѣстѣ тѣла имѣютъ микроскопическіе размѣры, или наконецъ разрушеніе никогда не доходитъ до полного уничтоженія тканевыхъ элементовъ, и послѣдніе претерпѣваютъ измѣненія лишь въ томъ отношеніи, что они, постоянно выдѣляя изъ себя продукты собственныхъ превращеній, въ тоже самое время получаютъ изъ крови вещества, пополняющія эти потери? При послѣднемъ взглядѣ на дѣло, надъ каждымъ микроскопическимъ элементомъ ткани въ отдѣльности, очевидно, повторялся бы, въ дѣлѣ обмѣна веществъ, тотъ же самый циклъ процессовъ, какой замѣчается на цѣломъ организмѣ: притокъ крови къ элементу соотвѣтствовалъ бы процессамъ поступленія пищи и кислорода въ цѣльный организмъ; превращеніе этихъ веществъ въ элементъ и организмъ составляло бы всю интимную сторону жизни обоихъ; наконецъ, выдѣленіе элементомъ продуктовъ своихъ превращеній въ кровь и лимфу (прошу не забывать, что элементы тканей приходятъ съ этими жидкостями въ болѣе или менѣе непосредственное соприкосновеніе) соотвѣтствовало бы процессамъ выбрасыванія мочи, пота, угольной кислоты и пр. цѣльнымъ организмомъ. Остановитесь, мм. гг., на минуту на этой мысли, какъ на возможности, и представьте себѣ, что все животное тѣло есть не что иное, какъ сочетаніе многихъ билліоновъ такихъ элементовъ, тогда вы, конечно, сразу поймете, что весь вещественный обмѣнъ цѣльнаго организма могъ бы быть разсматриваемъ, какъ общій итогъ билліоновъ частныхъ вещественныхъ превращеній въ сферѣ тканевыхъ элементовъ.

Но возвратимся къ дѣлу. Изъ трехъ поставленныхъ выше вопросовъ одинъ только первый допускаетъ опытное рѣшеніе, притомъ съ виду очень легкое, такъ какъ дѣлать искусственныя прорѣхи въ тканяхъ не трудно, а затѣмъ остается только слѣдить за процессомъ ихъ заживле-

нія. Если вы примете однако во вниманіе микроскопическіе размѣры тканевыхъ элементовъ, ихъ чрезвычайную скученность въ тканяхъ (для выясненія себѣ этого обстоятельства возьмите въ примѣръ кровь: одинъ кубическій миллиметръ ея, т. е. объемъ, не превышающій величину булавочной головки, содержитъ до 5 милліоновъ красныхъ кровяныхъ шариковъ!) и цѣлый рядъ ненормальныхъ послѣдствій, въ формѣ кровезліянія, раздраженія и пр., которыя влечетъ за собою всякое искусственное разрушеніе, то легко понять, что какъ бы мало послѣднее на видѣ ни было, оно непремѣнно губитъ милліоны элементовъ. Понятно, слѣдовательно, что опыты искусственнаго разрушенія по необходимости грубы, и довѣрять ихъ показаніямъ можно только въ случаяхъ, когда послѣдніе имѣютъ характеръ утвердительный, а не отрицательный. Дѣло всего лучше разъясняется на примѣрахъ. Извѣстно, наприм., такое мѣсто въ продолговатомъ мозгу (оно называется жизненнымъ узломъ), гдѣ искусственное разрушеніе вещества на величину одной булавочной головки навѣрное произведетъ тотчасъ же конвульсіи и причинитъ быструю смерть. Изъ этого опыта всякій, навѣрное, выведетъ заключеніе, что поелику въ здоровомъ организмѣ въ теченіе всей жизни не замѣчается ничего подобнаго, въ данномъ мѣстѣ продолговатаго мозга навѣрно не происходитъ *физиологическаго* разрушенія на величину одной булавочной головки. Но если вы откинете неизбѣжное при искусственномъ разрушеніи кровезліяніе, которое въ свою очередь должно дѣйствовать разрушительно на мягкіе элементы мозга, и сократите сферу разрушенія до  $\frac{1}{1000}$  куб. миллим., можно ли поручиться, что и тогда произойдутъ сильныя непоправимыя разстройства? Другой примѣръ. Опытъ съ искусственной перерѣзкой цѣлыхъ нервныхъ стволовъ показываетъ, что рана можетъ зажить и передача возбужденій по нерву можетъ восстановиться, хотя параличъ органовъ, связанныхъ съ даннымъ нервомъ, длится обыкновенно мѣсяцы. Зная этотъ фактъ съ одной стороны, съ другой не замѣчая въ жизни здороваго человѣка параличей, естественно думать, что физиологическое разрушеніе въ сферѣ нервнаго ствола никогда не доходитъ до перерыва всѣхъ или бѣльшей части составляющихъ его нервныхъ волоконъ; и такое заключеніе будетъ конечно справедливо. Но можно ли отсюда съ увѣренностью заключить, что изъ 20,000 нервныхъ волоконъ, составляющихъ, наприм., данный стволъ, не можетъ переродиться въ отдаленные другъ отъ друга промежутки времени по 2, по 3 нервныхъ волокна разомъ. Такое ограниченное перерожденіе дало бы въ результатъ абсолютно неопредѣлимый параличъ (по незначительности его распространенія), а между тѣмъ оно существовало

бы. Еще примѣръ. Вы разрушаете на величину булавочной головки вещество кожи; — ранка у васъ мало-по-малу заживаетъ и образуется такъ-наз. рубецъ. Этотъ рубецъ вы вырѣзываете для рѣшенія вопроса, возстановились ли разрушенные элементы кожи, сравниваете строеніе его (конечно микроскопическимъ изслѣдованіемъ) съ нормальными мѣстами послѣдней и находите огромную разницу между ними. Въ рубцѣ недостаетъ ни сальныхъ, ни потовыхъ железокъ, ни волосныхъ луковичъ — все вещество рубца состоитъ, такъ-сказать, изъ одного мягкаго скелета кожи, образованнаго изъ соединительной ткани <sup>1)</sup>. Изъ этого опыта вы, конечно, дѣлаете заключеніе — и совершенно справедливое, — что ткань кожи, при разрушеніяхъ даже незначительныхъ, не возстановляется вполне; и это, мм. гг., совершенно понятно: каждая попавшая въ сферу разрушенія микроскопическая железка есть цѣлый отдѣльный органъ, эквивалентный, напр., печени, слѣдовательно разрушить ее тоже самое, что отрѣзать, напр., руку. Фактъ понятенъ, но слѣдуетъ ли изъ него, что еслибы разрушеніе занимало собою  $\frac{1}{100}$  вещества железы, то потеря и тогда не могла бы возстановиться? Такіе же результаты дали бы опыты разрушенія и другихъ тканей (напр. мышцъ, печени, лёгкихъ, почки и пр.), т. е. потеря вещества возстановилась бы рубцомъ изъ соединительной ткани; но и здѣсь всякій разъ оставалось бы сомнѣніе, что еслибы сфера разрушенія была значительно меньше и послѣднее не сопровождалось цѣлымъ рядомъ ненормальныхъ послѣдствій, то результатъ могъ бы выйти утвердительный.

Подобныя сомнѣнія позволительны тѣмъ болѣе, что сверхъ срастаемости нервовъ и возстановимости мягкой соединительной ткани, возстановимость потерь положительно доказана еще для нѣкоторыхъ другихъ тканей. Сюда относятся, напр., кости (онѣ впрочемъ считаются видоизмѣненіемъ соединительной ткани) и всѣ такъ-наз. роговыя образованія — ногти, волосы, эпителий кожи, слизистыхъ оболочекъ и пр. Для этихъ тканей извѣстны даже мѣста, изъ которыхъ происходитъ возстановленіе потерь. Такъ, если вырѣзать у животнаго кусокъ кости, сохранивъ при этомъ ту тонкую перепонку, которая обвалакиваетъ каждую кость и называется надкостной плевою, то потеря костнаго вещества возстановляется. Ногти и волосы растутъ, какъ извѣстно, съ корня — покуда послѣдній цѣлъ, возстановленіе потерь возможно, какъ бы ве-

---

<sup>1)</sup> Заживленіе ранъ рубцами изъ соединительной ткани, безъ возстановленія специфическаго строенія разрушеннаго мѣста, есть фактъ, общій для всѣхъ сложныхъ тканей, въ случаѣ болѣе или менѣе обширныхъ разрушеній.



лики онѣ ни были; тоже и съ эпителиальными покровами, для которыхъ такъ-назыв. Мальпигиевъ слой составляетъ эквивалентъ ногтевого корня.

Что же это за предпочтеніе со стороны природы соединительной ткани съ ея производными, и роговымъ образованіямъ передъ прочими тканями тѣла? Имѣеть ли оно основаніемъ бѣольшую разрушаемость матеріала, изъ котораго они выстроены, или образованія эти подвергаются болѣе сильной узурѣ? Первое положительно невѣрно — матеріаль костей и роговыхъ тканей можно наоборотъ считать наиболѣе прочнымъ изъ веществъ тѣла. Второе же предположеніе вѣрно только по отношенію къ эпителию кожи съ его дериватами (ногтями и волосами) и къ тѣмъ слизистымъ оболочкамъ, которыя подвергаются сильному тренію (напр. вся слизистая оболочка пищевыхъ путей), но оно нисколько не приложимо, напр., къ мягкой соединительной ткани и къ роговой покрывкѣ крупныхъ дыхательныхъ вѣтвей; а между тѣмъ разрушеніе вмѣстѣ съ возстановленіемъ происходитъ въ послѣднемъ мѣстѣ въ меньшей степени, чѣмъ въ отдѣлахъ слизистыхъ оболочекъ, подвергающихся тренію. Остается, слѣдовательно, искать различіе въ условіяхъ питанія тѣхъ и другихъ тканей, и для того, чтобы объяснить себѣ вышеприведенные факты вовсе ненужно отказываться однимъ изъ нихъ въ способности возстановляться — достаточно снабдить соединительную и роговую ткань лишь *бѣольшою степенію* возстановимости. Тогда фактъ возстановленія потерь въ сложныхъ тканяхъ рубцами соединительнаго вещества объяснялся бы тѣмъ, что послѣднее, вслѣдствіе болѣе быстраго развитія, такъ-сказать заглушаетъ наростаніе прочихъ элементовъ (прошу вспомнить, что скелеть всякой сложной ткани образованъ изъ соединительнаго вещества). Для костей и эпителиальныхъ покрывекъ, съ ихъ дериватами (костями и волосами), имѣло бы сверхъ того значеніе еще то обстоятельство, что здѣсь питательные или пластическіе фокусы, т.-е. точки, изъ которыхъ выходитъ пополненіе потерь, скучены вмѣстѣ, тогда какъ въ сложныхъ тканяхъ и органахъ съ quasi-невозстановляющимися потерями эти фокусы лежатъ разрозненно, притомъ отдѣлены другъ отъ друга то перекладиной соединительной ткани, то кровеноснымъ сосудомъ, или лимфатической трещиной и пр. Возможно даже, что уже одно это различіе въ распредѣленіи пластическихъ фокусовъ обуславливаетъ всю разницу въ степени возстановимости различныхъ элементовъ при болѣе или менѣе обширныхъ разрушеніяхъ.

Какъ бы то ни было, но на основаніи всего сказаннаго не подлежитъ сомнѣнію, что форма физиологическихъ разрушеній, даже въ самомъ счастливомъ для непосредственнаго наблюденія случаѣ, можетъ

являться лишь въ видѣ микроскопическихъ прорѣхъ, разсѣянныхъ по толщѣ органовъ и тканей. Понятно, что при этомъ условіи разрушенія не могутъ не проглядываться: тутъ дѣйствуетъ и мягкость тканей, ведущая за собою ихъ легкую спадаемость, и грубость тѣхъ насилій, которыя претерпѣваетъ всякая ткань при изслѣдованіи ея подѣ микроскопомъ (свѣжія ткани нужно или разрѣзать или разщеплять и полученные такимъ образомъ тонкіе до прозрачности объекты нужно еще распластать на стеклышкѣ). Оттого-то и выходитъ, что свѣдѣнія наши о формѣ физиологическихъ разрушеній почти равны нулю.

При такомъ положеніи дѣла наука естественно должна была заботиться объ отысканіи другихъ, хотя бы косвенныхъ признаковъ разрушенія тканей, и съ этою цѣлью она остановилась на мысли, что можетъ быть продукты распадаенія различныхъ тканей (конечно не окончательные, которые, какъ вы знаете, суть мочевины, угольная кислота, вода и пр.) различны между собою. Для рѣшенія этихъ вопросовъ она взяла на помощь химію, и отсюда вытекъ цѣлый рядъ изслѣдованій надъ соками различныхъ органовъ и тканей. Чтобы выяснитъ для васъ значеніе этого приѣма, я прибѣгну къ слѣдующему образу. Представьте себѣ, что каждый органъ нашего тѣла содержалъ бы въ себѣ какое-нибудь специфическое вещество, отличающее его отъ всѣхъ прочихъ органовъ; положимъ, напр., что въ составъ лёгочной ткани входило бы серебро, въ составъ печени — мѣдь, въ составъ почекъ — олово и пр. Для того, чтобы эти органы могли питаться кровью, послѣдняя очевидно должна была бы заключать въ себѣ всѣ перечисленные металлы, а отсюда слѣдовало бы, что во всякомъ органѣ тѣла, даже по удаленіи изъ него крови, вы должны были бы встрѣтить и мѣдь и серебро и олово; и это на томъ основаніи, что эти вещества, какъ входящія въ составъ питательнаго сока, должны были бы обладать способностью фильтроваться черезъ стѣнки сосудовъ, и слѣдовательно они выступали бы изъ крови въ тканевыя трещины органа, изъ которыхъ удалить ихъ нѣтъ никакой возможности. Какимъ же образомъ можно было бы узнать, что въ ткани лёгкаго есть серебро, въ печени мѣдь и пр.? Очевидно, однимъ только количественнымъ опредѣленіемъ того или другого металла въ органахъ, освобожденныхъ отъ крови. Притомъ понятно, что результаты были бы ясны лишь въ томъ случаѣ, если бы ткань была очень богата соответствующимъ металломъ, маленькія же разницы могли бы зависѣть просто напросто отъ большаго или меньшаго скопленія кровяного фильтрата въ томъ или другомъ органѣ. Отсюда вы ясно можете видѣть, мм. гг., что даже въ такомъ рѣзкомъ случаѣ, какъ приведенный образъ, рѣшеніе вопроса о

принадлежности того или другого вещества той или другой ткани можетъ быть очень труднымъ. Насколько же труднѣе рѣшеніе подобныхъ вопросовъ по отношенію къ дѣйствительнымъ продуктамъ разложенія тканей, вы можете видѣть изъ того, что различія въ составѣ органовъ далеко не такъ рѣзки, какъ въ приведенномъ примѣрѣ, притомъ количества этихъ продуктовъ чрезвычайно малы и наконецъ добывать ихъ несравненно труднѣе, чѣмъ опредѣлять въ золѣ органовъ присутствіе какихъ бы то ни было металловъ. Поэтому и этотъ общій приемъ въ примѣненіи къ дѣлу далеко не оправдалъ ожиданій, хотя онъ всетаки открылъ въ сокахъ тканей цѣлый рядъ новыхъ веществъ — продуктовъ превращеній и тѣмъ доказалъ фактически существованіе послѣднихъ.

Итакъ, формы разрушенія тканей ускользаютъ до сихъ поръ отъ опредѣленія, но самое разрушеніе не можетъ подлежать сомнѣнію. Если же оно есть, то должно существовать и возстановленіе потерь, и теперь намъ предстоитъ говорить о формахъ возстановительныхъ процессовъ.

Послѣ того, что было сказано о невозможности наблюдать физиологическія разрушенія тканей, можно быть напередъ увѣреннымъ, что столько же недоступны непосредственному наблюденію и процессы возстановленія потерь; слѣдовательно и здѣсь рѣчь будетъ идти только о возможныхъ формахъ этихъ процессовъ, понятіе о которыхъ выводится съ одной стороны изъ явленій развитія тканей въ зародышѣ, съ другой — изъ патологическихъ наблюденій надъ заживленіемъ искусственныхъ или болѣзненныхъ разрушеній и изъ наблюденій надъ образованіемъ различныхъ наростовъ, опухолей и пр.

Всякій образованный человѣкъ, незнакомый однако съ явленіями зародышевого и патологическаго развитія тканей, при вопросѣ о формахъ ихъ образованія всего охотнѣе остановился бы сначала на слѣдующемъ представленіи: кровеной фильтратъ онъ принялъ бы за пластическій матеріалъ, изъ котораго воздвигается каждый отдѣльный элементъ ткани, и самое возникновеніе послѣдняго навѣрно приравнял бы процессу возникновенія кристалловъ изъ жидкой однородной среды. Слабость такого представленія обнаружилась бы для него однако очень скоро. Подумайте въ самомъ дѣлѣ: кровяной фильтратъ приблизительно однороденъ и въ мышцѣ, и въ печени и въ нервныхъ массахъ, а между тѣмъ изъ него въ разныхъ мѣстахъ должны возникнуть явно различныя вещи — печеночная клѣтка, мышечное и нервное волокно. Притомъ отчего бы этой жидкости не организовать въ самой полости кровеносныхъ сосудовъ, такъ какъ фильтрація ея черезъ стѣнки послѣднихъ сама по себѣ не вноситъ въ условія существованія жидкости ничего новаго. Послѣдняя фраза

можетъ уже навести на новую мысль: фильтрація кровеной жидкости сама по себѣ, конечно, не измѣняетъ ея состоянія, но фильтраціей вносятся новыя условія въ существованіе жидкости—она приходитъ теперь въ непосредственное соприкосновеніе съ элементами тканей; возможно, что изъ послѣднихъ выступаютъ въ жидкость какія-нибудь новыя вещества, отъ прибавленія которыхъ фильтратъ и получаетъ пластическую способность. Въ этой новой формѣ, представленіе уже значительно приближается къ господствующимъ теперь воззрѣніямъ на пластику тѣла, такъ какъ она уже вводитъ въ сферу процессовъ, дѣятельность тканевыхъ элементовъ, заставляя ихъ выдѣлять изъ себя вещества, необходимыя для пластики. Сдѣлайте на этомъ пути еще одинъ шагъ — представьте себѣ, напр., что пластическое вещество цѣликомъ выдѣляется изъ тканевыхъ элементовъ, что это есть ихъ функція, для поддержанія которой элементу нужна кровеная жидкость, какъ питательный сокъ, — и вы совпадете въ сущности съ господствующимъ теперь воззрѣніемъ. Вотъ его сущность: въ основѣ зародышеваго и патологическаго образованія тканей лежитъ способность животныхъ клѣтокъ расти и размножаться подѣ влияніемъ какихъ-то особенныхъ условій, изъ которыхъ многія носятъ характеръ раздраженія; при этомъ размноженіи всякая производная клѣтка, или клѣтка-дочь, наследуетъ всѣ свойства матери<sup>1)</sup>, по крайней мѣрѣ на опредѣленный промежутокъ времени; вырастая въ свою очередь, она, подобно матери, становится способной размножаться. Если вы примѣните это воззрѣніе къ нашему вопросу, то пластическимъ матеріаломъ, выдѣляемымъ тканевымъ элементомъ, можетъ быть только клѣтка-дочь, кровяной же фильтратъ будетъ имѣть значеніе сока, питающаго и мать и потомство.

Если смотрѣть на дѣло съ такой точки зрѣнія, то возможность возстановленія физиологическихъ прорѣхъ очевидно сводится на то, могутъ ли тканевые элементы, сосѣдніе мѣсту разрушенія, встать въ условія клѣтокъ-матерей; другими словами, можетъ ли служить выпаденіе одного элемента толчкомъ къ процессу размноженія въ сферѣ сосѣднихъ. Если да, то возстановленіе, конечно, происходитъ.

Что касается до способа размноженія клѣтокъ, то въ наукѣ принимаютъ двѣ главныхъ формы его: такъ-называемое внутре-клеточное образование, гдѣ потомство развивается внутри клѣтки-матери, и размно-

---

<sup>1)</sup> Последнее нужно понимать однако относительно: всѣ ткани животнаго тѣла при зародышевомъ развитіи происходятъ въ концѣ концовъ изъ одной только клѣтки — материнскаго яйца.

женіе путемъ дѣленія кѣтки. Какъ разновидность послѣдней формы, существуетъ еще размноженіе путемъ почкованія. Но и эти факты опять-таки выведены изъ явленій зародышеваго и патологическаго развитія тканей, слѣдовательно въ приложеніи къ физиологическому возстановленію потерь это опять теоретическія возможности, а не продукты непосредственныхъ наблюденій.

Въ этихъ немногихъ словахъ я старался передать вамъ, мм, гг., сущность современныхъ воззрѣній на процессъ образованія тканей, т. е. на пластику тѣла. Къ этому мнѣ остается прибавить еще только одинъ фактъ, открытый въ недавнее время, которому многими приписывается уже и теперь большое значеніе въ пластическихъ процессахъ тѣла. Я разумѣю фактъ выходненія изъ полости кровеносныхъ сосудовъ бѣлыхъ кровеныхъ шариковъ. Вотъ что извѣстно по сіе время въ этомъ отношеніи. Выступленіе бѣлыхъ кровяныхъ шариковъ изъ сосудовъ удается наблюдать непосредственно какъ на теплокровныхъ животныхъ, такъ и на лягушкахъ, но всегда при измѣнившихся уже нѣсколько условіяхъ кровообращенія въ тканяхъ. Съ этой стороны процессъ представляется скорѣе патологическимъ, чѣмъ физиологическимъ. Но съ другой стороны изслѣдованіе живой соединительной ткани, эпителиевъ и пр. открываетъ въ нихъ присутствіе такъ-называемыхъ бродячихъ кѣтокъ — безцвѣтныхъ зернистыхъ массъ, представляющихъ одинаковую подвижность съ бѣлыми кровеными шариками. Этотъ фактъ заставляетъ думать, что выступленіе послѣднихъ изъ полости кровеносныхъ сосудовъ можетъ совершаться и при физиологическихъ условіяхъ. Существуютъ, наконецъ, отрывочныя наблюденія, что будто бродячіе въ теченіи нѣкотораго времени элементы могутъ фиксироваться, видоизмѣняться по формѣ и пріобрѣтать видъ постоянныхъ тканевыхъ элементовъ. Факты эти имѣютъ безспорно большую важность, и потому вы не удивитесь, если я скажу, что изслѣдователи болѣе сангвиническаго темперамента уже и теперь склонны видѣть въ бѣломъ кровеномъ шарикѣ чуть не универсальный пластическій матеріалъ для возрожденія всѣхъ элементовъ тѣла, — по крайней мѣрѣ въ зрѣломъ организмѣ, гдѣ элементы тканей, при физиологическихъ условіяхъ, представляютъ, повидимому, очень малую склонность къ размноженію. Еслибъ эти предположенія оправдались хоть въ отношеніи нѣкоторыхъ тканей, тогда въ лимфатическихъ железахъ мы имѣли бы органы, приготовляющіе пластическій матеріалъ не для одной только крови, а въ движеніи послѣдней заключалась бы новая функція разноски этого матеріала по тѣлу.

Это, мм, гг., и все, что можно было сказать общаго относительно

пластическихъ процессовъ въ тѣлѣ. Еслибъ я захотѣлъ теперь разбираться ихъ въ частности, т.-е. рассказать вамъ, какъ питается нервная и мышечная ткань, печень, почки, селезенка и пр., то мнѣ пришлось бы или повторять общія мѣста, или постоянно заявлять объ отсутствіи данныхъ для рѣшенія того и другого вопроса; поэтому я считаю болѣе выгоднымъ и для васъ и для себя остановиться хоть на небольшомъ числѣ примѣровъ, но за то на случаяхъ болѣе рельефныхъ, и потому болѣе изслѣдованныхъ. За примѣръ я возьму процессъ возстановленія потерь крови и возстановленіе роговой покрывки кожи.

По первому изъ этихъ вопросовъ большинство фактовъ вамъ уже извѣстно. Такъ, вы знаете кровенныя потери путемъ фильтраціи и способъ пополненія ихъ жидкими пищевыми экстрактами изъ полости кишечнаго канала; съ другой стороны, знакома вамъ съ многообразными услугами лимфатической системы тѣлу, я уже имѣлъ случай говорить о превращеніи лимфатическихъ тѣлъ, или бѣлыхъ кровенныхъ шариковъ, въ красные. Тогда мнѣ не было нужды выяснять цѣль этого превращенія, теперь же она должна быть вамъ понятна безъ всякихъ дальнѣйшихъ разглагольствованій: превращеніе нужно для того, чтобы пополнять постоянно происходящія убыли въ крови красныхъ кровенныхъ шариковъ. Но гдѣ же, вы спросите меня, тѣ данныя, на основаніи которыхъ можно быть увѣреннымъ, что красные кровенные шарики разрушаются въ тѣлѣ? При рѣшеніи этого вопроса можно, повидимому, руководствоваться тѣмъ общимъ приѣмомъ, который былъ описанъ выше, такъ какъ изъ всѣхъ веществъ тѣла одна только кровеная краска (гемоглобинъ) представляетъ вещество очень богатое желѣзомъ. Еслибы нашлся, напр., такой органъ въ тѣлѣ, въ которомъ, независимо отъ крови, встрѣчалось бы или скопленіе измѣнившейся кровеной краски, или оказалось много желѣза, то его можно было бы считать мѣстомъ разрушенія кровенныхъ шариковъ. Такой органъ, мм. гг., есть—это селезенка; слѣдовательно въ рукахъ у насъ есть уже одинъ намекъ. Другой рядъ фактовъ еще убѣдительнѣе. Случается, что вѣдствіе ушиба разрываются въ толщѣ органовъ (напр. въ кожѣ) маленькіе кровеносные сосуды и кровь выливается въ ткань (кровенные подтеки); въ этихъ мѣстахъ черезъ нѣкоторое время очень часто находятъ кристаллическое вещество, образовавшееся навѣрно изъ кровеной краски (судя по составу), и оказывающееся въ тоже время тождественнымъ съ желчнымъ пигментомъ. Это другой аргументъ. Когда подъ вліяніемъ этой находки явилась мысль, что весь вообще желчный пигментъ образуется вѣроятно изъ кровеной краски, былъ устроенъ слѣдующій опытъ: живому живот-

ному былъ впрыснуть въ кровь растворъ гемоглобина и найдено вслѣдъ за этимъ появленіе желчнаго пигмента въ мочѣ, какъ это бываетъ всегда во время общеизвѣстной болѣзни желтухи. Явно слѣдовательно, что изъ гемоглобина образовался и въ этомъ случаѣ желчный пигментъ. Да и можно ли сомнѣваться въ разрушимости красныхъ кровеныхъ шариковъ, при той непрочности, которую обнаруживаютъ они при опытахъ съ ними. Выкачиваете ли вы изъ крови газы, или проводите черезъ нее нѣкоторое время попеременно токъ то кислорода, то угольной кислоты, въ результатъ всегда получается огромное разрушеніе кровеныхъ шариковъ. Вѣроятно, остается въ этомъ отношеніи не безнаказаннымъ и быстрое введеніе въ желудокъ большихъ количествъ воды. Мѣстомъ очень удобнымъ для разрушенія кровеныхъ элементовъ считаютъ еще печень, такъ какъ желчныя соли—главнѣйшая составная часть желчи, обладаютъ въ значительной степени способностью растворять ихъ.

Итакъ, условій для разрушенія кровеныхъ шариковъ въ тѣлѣ много, и они дѣйствительно разрушаются; пополненіе же ихъ слагается изъ слѣдующихъ моментовъ. Въ тѣлѣ есть специально назначенные для этой цѣли органы — лимфатическія желѣзы и селезенка; въ нихъ, вѣроятно путемъ размноженія и назрѣванія лимфоидныхъ элементовъ, готовится, такъ сказать, сырой матеріалъ, способный, какъ думаютъ въ настоящее время, къ многообразнымъ метаморфозамъ; этотъ матеріалъ вступаетъ въ кровь и уже здѣсь, вѣроятно подъ вліяніемъ красныхъ шариковъ, перерабатывается въ окончательную форму.

Другой случай, который я взялъ за примѣръ, т.-е. процессъ возстановленія роговой покрывки кожи, особенно поучителенъ въ томъ отношеніи, что онъ, являясь связующимъ звѣномъ между, такъ-называемыми, питательными и отдѣлительными процессами тѣла, лучше всякихъ словъ доказываетъ взаимное сродство тѣхъ и другихъ. Въ самомъ дѣлѣ, по результату, какъ возстановленіе потерь ткани, этотъ процессъ принадлежитъ къ категоріи пластическихъ, по самой же формѣ своего происхожденія онъ всецѣло принадлежитъ въ область отдѣлительныхъ актовъ.

Въ присутствіи роговой покрывки на кожѣ убѣдиться очень легко. Каждый разъ, что на кожѣ образуется водянистый пузырь отъ тренія (водяная мозоль), ожога или отъ шпанской мушки, съ поверхности кожи поднимается фильтрующаюся изъ крови жидкостью именно этотъ роговой, полупрозрачный и нисколько не чувствительный слой. При химическомъ изслѣдованіи онъ показываетъ составъ рога (отсюда и названіе), а подъ микроскопомъ является сочетаніемъ сплюснутыхъ клѣточекъ, склеенныхъ между собою въ тонкую пластинку. Этотъ слой под-

верженъ непрерывному разрушенію. На головѣ оно видно изъ извѣстнаго всякому шелушенія кожи, причемъ роговая покрывка отпадаетъ маленькими кусками (это показываетъ микроскопъ); но тотъ же процессъ происходитъ и на всей поверхности тѣла, и если онъ ускользаетъ отъ насъ, то потому, что отпадающія чешуйки постоянно стираются платьемъ. И несмотря на столь постоянное разрушеніе, этотъ тонкій слой во всю жизнь не стирается!

Такой результатъ достигается процессомъ очень простымъ съ форменной стороны, если не останавливаться на деталяхъ, но очень темнымъ по сущности. Дѣло здѣсь вотъ въ чемъ. Роговая покрывка кожи, какъ показываетъ микроскопъ, выстроена не въ одинъ слой, а въ нѣсколько. Кѣтки верхняго слоя отличаются тѣмъ, что онѣ сухи, сильно сплющены, не заключаютъ въ себѣ зерна и наконецъ представляютъ въ химическомъ отношеніи исключительно роговыя реакціи. По мѣрѣ углубленія кѣтокъ, эти характеры мало-по-малу сглаживаются, уступая мѣсто другимъ признакамъ: — кѣтки становятся сочнѣе, менѣе сплюснуты, заключаютъ явственное зерно и съ химической стороны представляютъ явственныя бѣлковыя реакціи. Такъ какъ это повторяется на всѣхъ безъ исключенія точкахъ кожной поверхности, то изъ описанной картины и выводится слѣдующее общее представленіе о процессѣ: возстановленіе потерь кожицы происходитъ изъ глубины эпителиальнаго покрова, постояннымъ возрожденіемъ нижнихъ слоевъ и отодвиганіемъ внаружи верхнихъ. Возрожденіе нижняго, т.-е. самаго молодого слоя представляется однако дѣломъ настолько темнымъ, что рядомъ съ мыслью о происхожденіи его путемъ размноженія кѣтокъ, существуетъ также мысль о бѣлыхъ шарикахъ крови, какъ о матеріалѣ для его образованія. Какъ бы то ни было, но по мѣрѣ приближенія къ поверхности, кѣтки на вѣрно утрачиваютъ способность къ размноженію, если она даже и существовала въ нихъ прежде, и претерпѣваютъ при этомъ роговую метаморфозу. Вопросъ, какимъ образомъ изъ бѣлка дѣлается рогъ, остается опять неразрѣшимымъ; впрочемъ, эту часть раздѣляютъ съ нимъ вообще вопросы о химическихъ превращеніяхъ внутри животныхъ кѣтокъ, такъ какъ химія до сихъ поръ не удается искусственное воспроизведеніе этихъ натуральныхъ процессовъ. Такая же темнота существуетъ и относительно тѣхъ силъ, которыя заставляютъ кѣтки располагаться въ столь правильные слои. Послѣ этого ряда отрицаній вамъ, конечно, пріятно будетъ встрѣтиться съ яснымъ указаніемъ на значеніе крови въ дѣлѣ питанія кожицы. Кто не знаетъ, въ самомъ дѣлѣ, что треніе вызываетъ усиленный притокъ ея къ кожѣ, и кому неизвѣстно далѣе, что



въ случаѣ постоянства этого тренія, хотя бы оно было незначительно, грубѣеть, т.-е. усиленно развивается кожаца? Явленіе это всего легче объяснимо съ слѣдующей точки зрѣнія: усиленная фильтрація крови даетъ матеріалъ для усиленнаго питанія и размноженія клѣтокъ, вызываемыхъ существующимъ постояннымъ раздраженіемъ.

Итакъ, вы видите, мм. гг., что процессъ возстановленія кожицы слагается изъ слѣдующихъ двухъ главныхъ моментовъ: изъ доставки кровью сырого матеріала и изъ специфической дѣятельности клѣтокъ, состоящей въ размноженіи ихъ и въ метаморфозированіи ихъ содержи-

### ХІІІ.

Процессъ отдѣленія подчелюстной слюны, какъ примѣръ всѣхъ вообще отдѣлений въ тѣлѣ.

Въ прошлую лекцію я имѣлъ случай упомянуть о сродствѣ питательныхъ и отдѣлительныхъ процессовъ между собою. Родство это выражается, мм. гг., и въ результатахъ, достигаемыхъ тѣми и другими, и въ самыхъ способахъ достиженія этихъ результатовъ. Въ чемъ заключается, въ самомъ дѣлѣ, по сущности результатъ всякаго питательнаго процесса? Это есть превращеніе сырого пластическаго матеріала крови въ вещество той или другой ткани — превращеніе кровеныхъ бѣлковъ въ рогъ, клеевое вещество, мѣазинъ и пр. Но въ этомъ же самомъ заключается и результатъ всякаго отдѣлительнаго процесса: въ крови нѣтъ слизи, а между тѣмъ она дѣлается, какъ увидите, изъ крови, при посредствѣ слюнныхъ и слизистыхъ желѣзъ; въ крови нѣтъ ни одного изъ пищеварительныхъ ферментовъ, а между тѣмъ всѣ они возникаютъ изъ крови, и опять снарядомъ, внутри котораго совершается переработка, является железа. Тоже самое относится къ образованію въ тѣлѣ молока, сѣмени, желчи и кожного сала. Если вы станете сравнивать между собою питательные и сокоотдѣлительные процессы со стороны способа ихъ происхожденія, то и здѣсь сходство огромное: подобно тому, какъ пластика тѣла слагается изъ двухъ моментовъ — размноженія тканевыхъ элементовъ и ихъ химической метаморфозы; точно также дѣло происходитъ и во всякомъ процессѣ приготовления соковъ: и здѣсь главнѣйшимъ дѣятелемъ является клѣточный элементъ желѣзы, такъ называемая *отдѣлительная клѣтка* (метаморфозированная эпителиальная клѣтка) — ея размноженіе и метаморфозы и есть самая суть от-

дѣленія. Чтобы сразу составить себѣ ясное представленіе объ этомъ процессѣ, вспомните, какъ поддерживается существованіе роговой покрывки кожи: въ глубокихъ слояхъ идетъ работа размноженія клѣточныхъ элементовъ, въ среднихъ наиболѣе выдающаяся черта есть роговая метаморфоза клѣтокъ, наконецъ, въ самомъ поверхностномъ слою разрушеніе. Въ железахъ все идетъ отъ начала до конца такимъ же путемъ, но продукты распадѣнія верхняго слоя не теряются, какъ верхній слой кожицы, а входятъ въ составъ отдѣляющагося сока, и всегда какъ специфическій ингредиентъ его — какъ слизь и птіалинъ въ слюну, какъ пепсинъ въ желудочный сокъ и пр. Вся разница между пластическимъ и соко-отдѣлительнымъ процессомъ заключается, слѣдовательно, въ томъ, что въ пластикѣ кульминаціоннымъ пунктомъ процесса является періодъ зрѣлости новообразовавшагося элемента, когда онъ совершенно уподобился своимъ сосѣдямъ по ткани, тогда какъ въ отдѣленіи утилизируется моментъ дряхлости, распадѣнія отдѣлительнаго элемента. Кромѣ того, всякая железа представляетъ ту рѣзкую особенность, въ сравненіи съ нежелезистыми компактными органами (напр. съ мышцами, мозгомъ, костями и пр.), что она всегда имѣетъ внутри себя свободную *отдѣлительную поверхность*, на которую и высачивается приготовляемый железой сокъ, чтобы быть затѣмъ выведеннымъ изъ железы посредствомъ, такъ-называемаго, *выводнаго протока*<sup>1)</sup>. Впрочемъ и это различіе лишь относительное, если принять во вниманіе, что всякая компактная ткань пронизана густою сѣтью трещинъ, въ которыя тоже непосредственно могутъ попадать продукты распадѣнія тканевыхъ элементовъ. Такая же относительность существуетъ и въ различіи нервныхъ вліяній на пластическіе и соко-отдѣлительные процессы. Если существуютъ железы съ очень рѣзкими нервными вліяніями (напр. слюнные и слезныя), то рядомъ съ ними есть и совершенныя противоположности въ этомъ отношеніи; на примѣръ, о такихъ вліяніяхъ на отдѣленіе сѣмени и кожного сала положительно ничего неизвѣстно, нервныя вліянія на отдѣленіе молока лишь предполагаются, но не открыты, и пр. Та же самая исторія и съ вліяніемъ нервовъ на питательные процессы: отвергнуть, напр., существованіе *трофическихъ* (питательныхъ) волоконъ въ

<sup>1)</sup> Наиболѣе ясное представленіе объ отдѣлительной поверхности и выводномъ протокѣ всякой железы можно себѣ составить, припомнивъ устройство вѣтвистой легочной полости, сообщающейся съ воздухомъ посредствомъ дыхательнаго горла. Внутренняя поверхность легочной полости будетъ соответствовать отдѣлительной поверхности; эпителій легочныхъ пузырьковъ будетъ изображать отдѣлительныя клѣтки; наконецъ, дыхательное горло будетъ выводнымъ протокомъ.

тройничномъ нервѣ по отношенію къ глазу въ настоящее время невозможно, а между тѣмъ другихъ неоспоримыхъ примѣровъ такого вліянія не найдено.

Итакъ, съ какой бы стороны вы ни стали сравнивать между собою пластическіе и соко-отдѣлительные процессы, въ самыхъ существенныхъ сторонахъ ихъ всегда окажется поразительное сходство и разницы сведутся на однѣ побочныя детали.

Подъ описанную картину соко-отдѣлительныхъ процессовъ подходятъ однако дѣятельности не всѣхъ железистыхъ органовъ. На лёгкое, по его устройству, можно было бы, напр., смотрѣть, какъ на железу, выдѣляющую изъ крови угольную кислоту; но если вы примите въ соображеніе, что послѣдняя находится уже готовою въ крови, то легко поймете, что функція стѣнки лёгочныхъ пузырьковъ (которая, при данномъ возрѣвнн на лёгкое, соотвѣтствовала бы отдѣлительной поверхности) должна быть чисто-механическая — она должна имѣть только способность пропускать сквозь себя газъ, а никакъ не метаморфозировать вещества крови. Также нужно смотрѣть, разумѣется, и на другія железы, занимающіяся исключительно выведеніемъ такихъ веществъ, которыя или находятся уже готовыми въ крови, или могутъ развиваться въ железн безъ всякаго специфическаго участія отдѣлительныхъ элементовъ. Еслибъ было, напр., доказано совершенно положительно, что вся мочевиная и прочія составныя части мочи развиваются внѣ почекъ и уже готовыми приносятся къ нимъ кровью, то почка, въ дѣлѣ выведенія этихъ тѣлъ, имѣла бы только значеніе фильтра, и весь смыслъ почечнаго снаряда резюмировался бы въ такомъ устройствѣ этого органа, которое давало бы ему возможность фильтровать изъ крови одинъ только водный растворъ кровеныхъ веществъ безъ бѣлка. Отдѣленіе желчи, или по крайней мѣрѣ выдѣленіе печенью жолчнаго пигмента, представляетъ, я думаю, случай второго рода. Хотя желчныхъ пигментовъ готовыми въ крови нѣтъ, но положительно доказано, что они могутъ развиваться внѣ печени, значитъ приготовленіе ихъ здѣсь не есть специфическая дѣятельность печеночныхъ клѣтокъ, единственнаго отдѣлительнаго элемента печени. Очень вѣроятно, что такими же условіями, какъ только-что разобранные процессы обставлено еще отдѣленіе пота и слезъ.

Такимъ образомъ, вы видите, мм. гг., что между железами, приготовляющими соки, утилизируемые тѣломъ, и тѣми, которыя очищаютъ кровь отъ продуктовъ распада, существуютъ рѣзкія разницы и въ устройствѣ и въ дѣятельностяхъ. Послѣднія имѣютъ значеніе лишь

фильтровъ; тѣмъ болѣе, что только продукты этихъ железъ (желчь, моча и потъ) представляютъ истинные водные растворы, тогда какъ соли всѣхъ прочихъ железистыхъ органовъ непремѣнно заключаютъ въ себѣ вещества съ рѣзкимъ коллоиднымъ характеромъ.

Заручившись этими общими данными, я могъ бы уже приступить къ описанію соко-отдѣлятельныхъ процессовъ въ частности, но вмѣсто того, чтобы останавливаться на каждомъ изъ нихъ въ отдѣльности я предпочитаю описать подробно одинъ только процессъ отдѣленія слюны, какъ наиболѣе разработанный въ деталяхъ, и потому могущій служить примѣромъ для всѣхъ остальныхъ, и затѣмъ указать лишь на существенныя стороны другихъ процессовъ.

Прежде всего позвольте сообщить вамъ нѣсколько данныхъ относительно устройства слюнныхъ железъ, и именно подчелюстной пары, о дѣятельности которой я буду исключительно вести рѣчь. Органы эти заключаютъ въ себѣ древообразно вѣтвящуюся полость (смъ выше; рис. 10), съ одного конца переходящую въ одиночную открытую трубку — выводной протокъ, а съ другого кончающуюся ельпными пузырьчатыми расширениями мельчайшихъ трубочекъ, такъ-называемыми *слюнными пузырьками*. Стѣнки этой полости выстланы слоемъ эпителія, составляющаго непосредственное продолженіе роговой покрывки полости рта (въ которую открываются всѣ слюнные железы); въ выводномъ протокѣ, въ крупныхъ и среднихъ вѣтвяхъ его эпителиальныя кѣтки железы не отличаются отъ соотвѣствующихъ кѣтокъ слизистой оболочки рта, но въ мельчайшихъ развѣтвленіяхъ протока, равно какъ въ слюнныхъ пузырькахъ, онѣ уже отличаются по формѣ, притомъ въ послѣднемъ мѣстѣ кѣтки расположены не въ одинъ рядъ, а въ нѣсколько. Чрезвычайно важно замѣтить, что въ слюнныхъ пузырькахъ кѣтки не всѣ однородны: одна половина ихъ, и именно тѣ, которыя лежатъ въ болѣе глубокихъ слояхъ, болѣе зернисты на видъ и богаты бѣлкомъ, тогда какъ кѣтки поверхностныхъ слоевъ (т.-е. тѣхъ, которые граничатъ съ полостью пузырька) очень богаты слизью — веществомъ характеризующимъ слюну и придающимъ ей ту общезвѣстную тягучесть, изъ-за которой она способна тянуться въ нити. Кромѣ этихъ существеннѣйшихъ элементовъ въ составъ железы входитъ, разумѣется, скелеть изъ соединительной ткани, кровеносный аппаратъ, нервы и лимфатическіе сосуды. Относительно нервовъ существуетъ мнѣніе, что они приходятъ въ непосредственную связь съ слюнными кѣтками, подобно тому, какъ нервъ связывается съ сократительными элементами мышцы, и вы увидите, что въ процессѣ отдѣленія есть нѣсколько сторонъ, дающихъ сильную опору

этому мнѣнію. Что касается до распредѣленія лимфы по слюнной железѣ, то принимаютъ, что она, при посредствѣ существующихъ и здѣсь тканевыхъ трещинъ, имѣетъ непосредственный доступъ къ отдѣлительнымъ элементамъ.

Таково устройство аппарата, приготовляющаго слюну, и теперь намъ предстоитъ разборъ вопроса о способѣ ея образованія.

Предположите, мм. гг., на минуту, что сырой матеріалъ, изъ котораго образуется слюна, есть кровеной фильтратъ, т.-е. жидкая часть крови. При этомъ условіи сравненіе обѣихъ жидкостей другъ съ другомъ, очевидно, можетъ привести къ важнымъ указаніямъ, что должно происходить съ кровью въ сферѣ слюно-отдѣлительнаго снаряда. Такое сравненіе показываетъ, во-первыхъ, отсутствіе въ слюнѣ бѣлка <sup>1)</sup>, главнѣйшей составной части кровеного фильтрата; за то съ другой стороны въ слюнѣ есть слизь (главнѣйшая, по качеству, органическая составная часть слюны), которой въ крови нѣтъ и слѣда <sup>2)</sup>. Въ этихъ двухъ разницъ, между обѣими жидкостями существуютъ уже только сходства со стороны качественного состава (со стороны содержанія воды и минеральныхъ веществъ). Итакъ, если принять, что слюна можетъ образоваться изъ крови, то вопросъ о ея приготовленіи сводится въ сущности на рѣшеніе вопросовъ, куда дѣвается изъ крови бѣлокъ и откуда берется слизь; всѣ же остальные вещества слюны могутъ быть разсматриваемы, какъ та часть кровеного фильтрата, которая поступаетъ въ полость железы, не подвергаясь никакой химической переработкѣ. Примите сверхъ того во вниманіе, что всѣ эти превращенія происходятъ въ сферѣ аппарата, имѣющаго опредѣленное устройство, что въ нихъ не могутъ не принимать участія, сверхъ притока крови къ железѣ, ея нервы и отдѣлительные элементы, и вы поймете, что рѣшеніе обоихъ главныхъ вопросовъ должно быть поставлено въ связь съ разъясненіемъ участія въ процессѣ отдѣленія: крови, нервовъ и отдѣлительныхъ элементовъ железы, т.-е. клѣтокъ, выстилающихъ слюнные пузырьки.

*Кровь поставляетъ сырой матеріалъ для образованія слюны.* Это положеніе можно доказать очень просто. Между нервами, подходящими къ подчелюстной слюнной парѣ, есть одинъ, называемый барабан-

<sup>1)</sup> Строго говоря, въ слюнѣ онъ есть, но лишь въ самыхъ ничтожныхъ количествахъ.

<sup>2)</sup> Фермента, дѣйствующаго на крахмалъ, нечего принимать въ соображеніе, такъ какъ въсовое количество его въ слюнѣ слишкомъ ничтожно, чтобы можно было слѣдить за процессомъ его развитія.

ною струною. Его можно раздражать, съ маленькими промежутками для отдыха, въ теченіи хоть 10 часовъ электрическими токами, и во все это время изъ выводнаго протока вытекаетъ слюна. При такомъ продолжительномъ раздраженіи, слюны можно собрать (вставивъ отводную трубку въ протокъ) до 200 грам., а между тѣмъ вся железа вѣсить не болѣе 5-ти. Явно, что она, такъ сказать, только просачиваетъ сквозь себя жидкій матеріалъ, приносимый ей извнѣ. Но такимъ матеріаломъ можетъ быть только кровь, потому что она представляетъ для всѣхъ вообще органовъ единственную жидкость, приносимую къ нимъ извнѣ.

Рядомъ съ этимъ фактомъ существуютъ другіе, которые даютъ возможность составить себѣ болѣе подробное понятіе о самомъ способѣ участія крови въ процессѣ отдѣленія.

Внѣ случая раздраженія нервовъ, подходящихъ къ слюнной железнѣ, она остается покойной, т.-е. не выдѣляетъ сока, и тогда оттекающая отъ нея по венамъ кровь имѣетъ обычный темный цвѣтъ и течетъ медленною, ровною струею. Картина эта однако мгновенно измѣняется, какъ только начинается раздраженіе барабанной струны: рядомъ съ вытеченіемъ слюны изъ протока, значительно усиливается движеніе крови по железнѣ и усиленіе это выражается тѣмъ, что теперь изъ нарочно пораженной вены вытекаетъ въ нѣсколько разъ больше крови, чѣмъ при покоѣ, притомъ кровь, не успѣвая, по причинѣ быстроты тока, потерять въ волосныхъ сосудахъ столько же кислорода, какъ прежде, оставляетъ железу уже менѣе темною. Видя это, нельзя не придти снова къ мысли, что слюна образуется изъ крови, но въ приведенномъ фактѣ заключаются сверхъ того условія и къ дальнѣйшимъ соображеніямъ. Въ виду описаннаго измѣненія кровообращенія, достаточно одной, такъ сказать, естественной догадливости, чтобъ понять, что съ усиленіемъ движенія крови долженъ быть усиленъ и напоръ ея на стѣнки сосудовъ — моментъ, ведущій, какъ вы знаете, къ усиленной фильтраціи крови. Но если это такъ, то не естественно ли думать дальше, что кровь служитъ матеріаломъ для слюны не прямо, а профильтровавшись сначала въ лимфатическія трещины, откуда доступъ ей къ отдѣлительнымъ элементамъ уже открытъ? И опыты подтверждаютъ, мм. гг., это естественное предположеніе. На живой собакѣ парализуютъ дѣятельность отдѣлительныхъ элементовъ железы впрыскиваніемъ въ протоки нѣкоторыхъ веществъ и затѣмъ раздражаютъ барабанную струну — слюны теперь не выдѣляется, но вмѣсто этого происходитъ значительный отекъ железы, такъ какъ усиленіе движенія крови продолжается; другими словами, когда дѣятельность отдѣлительныхъ элементовъ парализована, прекращается перера-

ботка кровеного филътрата, и онъ застаивается въ лимфатическихъ началахъ, производя отекъ органа.

*Итакъ, слюна образуется изъ кровеного филътрата, притомъ при посредствѣ отдѣлительныхъ клетокъ железы.*

Доводя вопросъ до этого пункта, я могъ бы уже обратиться къ разъясненію роли отдѣлительныхъ элементовъ; но прежде, чѣмъ оставить участіе крови въ процессѣ приготовленія слюны, мнѣ остается еще разобрать вопросъ, какая сила выталкиваетъ слюну изъ мѣстъ ея образованія въ полость железы. Съ той минуты, какъ участіе филътраціи крови въ цѣломъ процессѣ доказано прямыми опытами, естественно родится мысль, что та же самая сила, которая филътрируетъ кровь (т.-е. кровеное давленіе), филътрируетъ и слюну черезъ отдѣлительную стѣнку. На этой мысли мы и остановимся, тѣмъ болѣе, что она допускаетъ прямое опытное рѣшеніе. Представьте себѣ, что ртутный манометръ связанъ въ протокъ такимъ образомъ, что ртутный столбъ запираетъ выходъ слюны. Вы начинаете раздражать нервъ — слюна начинаетъ втекать въ манометръ и по мѣрѣ втеканія все больше и больше повышаетъ противодѣйствующій втеканію столбъ ртути. Вы продолжаете раздражать и достигаете, наконецъ, такого пункта, когда уровни ртути становятся неподвижными—это, очевидно, моментъ, въ который силы, выталкивающія слюну изъ железы, уравниваются полученною высотой ртутнаго столба, моментъ, дающій вамъ мѣру для величины этой силы. Заручившись этой мѣрой, вы вставляете другой манометръ въ большую артерію шеи (отъ которой отходитъ, какъ маленькая вѣточка, артерія къ слюнной железѣ), съ убѣжденіемъ, что если сила, выталкивающая слюну изъ железы, есть кровеное давленіе, то высота ртутнаго столба въ манометрѣ артеріи будетъ въ самомъ счастливомъ случаѣ равна, но никакъ не меньше, чѣмъ соотвѣтствующая высота въ манометрѣ слюннаго протока. А между тѣмъ опытъ показываетъ всегда противное: слюна выдѣляется подъ бѣльшимъ давленіемъ, чѣмъ давленіе крови. Стало быть, выталкиваетъ ее не кровеное давленіе, а какія-то другія силы. Сущность ихъ, однако, остается неизвѣстной.

Вопросъ объ участіи отдѣлительныхъ элементовъ въ процессѣ образованія слюны рѣшается цѣлымъ рядомъ опытовъ и наблюденій. Изъ нихъ на первое мѣсто я поставлю слѣдующій опытъ. На живой наркотизованной собакѣ раздражается, въ теченіи нѣсколькихъ часовъ (чѣмъ дольше, тѣмъ лучше), нервъ одной изъ подчелюстныхъ железъ, а другая все это время остается въ покоѣ. Послѣ раздраженія обѣ железы вырѣзываются и взвѣшиваются. Раздражавшаяся и отдѣлявшая слюну железа



всегда оказывается легче покоившейся, тогда какъ этой разницы между железами, находящимися въ одинаковыхъ условіяхъ, не бываетъ, по крайней мѣрѣ, разницы столь рѣзкой и постоянной. Объяснить это конечно, можно только тѣмъ, что нѣчто теряется изъ самаго вещества железы при отдѣленіи слюны и выводится съ послѣднею вонъ. Но что же это можетъ быть такое? Если вы припомните, что было сказано, по поводу устройства слюнныхъ железъ о клѣткахъ, выстилающихъ дно слюнныхъ пузырьковъ, то сами напередъ скажете, что это „нѣчто“, теряющееся изъ вещества железы, могутъ быть только слизистыя клѣтки, непосредственно вдающіяся въ полости пузырьковъ. И для такой мысли вы уже имѣете аналогію въ шелушеніи (отпаденіи) верхнихъ слоевъ кожицы, составные элементы которой родственны съ отдѣлительными клѣтками железы, такъ какъ тѣ и другія принадлежать къ одной и той же категоріи эпителиальныхъ образований. Слѣдовательно, можно думать уже а priori, что слизистыя клѣтки или пѣликомъ отрываются отъ своихъ мѣстъ и затѣмъ растворяются въ жидкости, или что онѣ лопаются на мѣстѣ и выливаютъ въ полость пузырька жидкое содержимое. Которое изъ двухъ возрѣній справедливѣе, въ сущности все равно, потому что въ обоихъ случаяхъ конецъ будетъ одинаковъ; важно то, что прямой опытъ доказываетъ исчезаніе изъ железъ слизистыхъ клѣтокъ. Для этого стоитъ только опять раздражать по возможности долго одну изъ железъ, оставляя другую въ покоѣ, затѣмъ обѣ вырѣзать и изслѣдовать ихъ слюнные пузырьки подъ микроскопомъ. Разница между ними всегда оказывается очень большая: въ железѣ бывшей дѣятельною, слизистыя клѣтки почти исчезаютъ и мѣста ихъ заступаютъ разросшіяся въ числѣ зернистыя бѣлковыя клѣтки, тогда какъ въ покоившемся органѣ онѣ остаются перемѣшаннымъ другъ съ другомъ.

Стало быть, *процессъ отдѣленія слюны связанъ не только съ исчезаніемъ изъ слюнныхъ пузырьковъ слизистыхъ клѣтокъ, но еще съ усиленнымъ развитіемъ бѣловыхъ.*

Черезъ это аналогія нашего процесса съ процессомъ возстановленія отпадающихъ верхнихъ слоевъ кожицы становится еще болѣе поразительною. Бѣлковыя клѣтки слюнной железы, очевидно, становятся эквивалентными глубокимъ слоямъ кожицы; и тамъ и здѣсь эти элементы размножаются, метаморфозируются и результатомъ этихъ актовъ является въ одномъ случаѣ роговая клѣтка, а въ другомъ слизистая. Великая разница, слѣдовательно, лишь въ томъ, что на поверхности кожи бѣлковыя клѣтки претерпѣваютъ роговую, а въ слюнныхъ железахъ сли-

зистую метаморфозу. Химическая сторона этого процесса остается, однако и здѣсь столь же мало извѣстной, какъ въ разобранномъ выше случаѣ.

Что касается до вопроса, отчего бѣлокъ кровенного фильтрата не переходитъ въ слюну, то онъ всего проще можетъ быть рѣшенъ на основаніи слѣдующей аналогіи: если вы будете фильтровать воду (даже воду!) черезъ кусокъ кожи, взятой отъ человѣческаго трупа, обративъ къ водѣ внутреннюю поверхность кожи, то у васъ жидкость, просочившись вплоть до роговой покрывки, останавливается здѣсь, отдуваетъ кожицу въ формѣ пузырей (совершенно такихъ на видъ, какъ пузыри отъ шпанской мушки), но черезъ роговой слой не фильтруется. Въ томъ же направленіи приходится просачиваться кровенному фильтрату и черезъ многослойную отдѣлительную стѣнку слюнного пузырька, слѣдовательно однимъ уже устройствомъ послѣдней дѣло можетъ быть объяснено безъ всякой натяжки. Не нужно забывать, кромѣ того, что кровенному фильтрату существуетъ свободный выходъ изъ лимфатическихъ трещинъ железы въ лимфатическіе сосуды.

Послѣднее, что мнѣ остается разъяснить, это вопросъ объ участіи нервовъ въ процессѣ отдѣленія слюны.

Доказывать это участіе нечего, послѣ того, какъ разъ было сказано, что безъ нервнаго возбужденія выдѣленія слюны изъ железы не происходитъ; дѣло здѣсь не въ самомъ участіи, а въ формѣ его, т. е. вліяютъ ли нервы на одно только кровообращеніе въ железнѣ, или ихъ вліяніе распространяется и на самой процессъ образованія слизи. Возможно было бы думать, напр., что все дѣло ограничивается вліяніемъ перваго рода. Тогда общее представленіе о процессѣ приняло бы слѣдующую форму: актъ размноженія клѣтокъ и ихъ слизистая метаморфоза происходятъ въ железнѣ постоянно, т. е. и при покоѣ, но только въ мѣнѣе значительной степени, чѣмъ подъ нервнымъ возбужденіемъ, когда къ отдѣлительнымъ элементамъ усиленъ притокъ питательнаго матеріала; при томъ, при покоѣ железнѣ недостаетъ главнѣйшей по массѣ составной части слюны — воды, оттого безъ нервнаго возбужденія отдѣленія нѣтъ, а съ наступленіемъ его оно тотчасъ же начинается. Такая гипотеза имѣла бы передъ другимъ возможнымъ предположеніемъ еще то огромное преимущество, что она была бы несравненно проще и удобопонятнѣе. Тѣмъ не менѣе, въ ней уже на первый взглядъ есть одна слабая сторона: она способна объяснить только усиленіе слюноотдѣлительнаго процесса при нервномъ возбужденіи, но не объясняетъ полное отсутствіе его при

покоѣ железы. Кромѣ того, существуютъ и положительныя факты, говорящіе противъ этой гипотезы. Рядомъ съ барабанной струной, усиливающей движеніе крови въ железѣ, есть другія нервныя волокна, которыя дѣйствуютъ на кровеобращеніе железы прямо противоположно, а между тѣмъ раздраженіе и этихъ нервовъ, ведетъ за собою выдѣленіе слюны, хотя здѣсь объ усиленіи притока жидкости не можетъ быть и рѣчи. Сверхъ того, въ слюнной железѣ, во время раздраженія барабанной струны доказано развитіе тепла самыми положительными опытами — температура вытекающей изъ нея слюны бываетъ обыкновенно нѣсколько выше температуры крови. Значитъ нервное возбужденіе не только вызываетъ выдѣленіе готовой слюны, но и вліяетъ какимъ-то непосредственнымъ образомъ на химическіе процессы въ железѣ (другого объясненія развитію теплоты отыскать здѣсь невозможно), и поелику послѣдніе происходятъ въ отдѣлительныхъ клѣткахъ, то и говорятъ, что нервы вліяютъ на нихъ подобнымъ образомъ, какъ вліяютъ они на мышечныя волокна. Въ томъ и другомъ случаѣ въ концевомъ снарядѣ возбуждаются какія-то химическія превращенія и плодомъ ихъ бываетъ съ одной стороны развитіе фізіологической дѣятельности, съ другой — развитіе тепла.

Въ разобранномъ примѣрѣ вы имѣете, мм. гг., наиболѣе разработанный случай соко-отдѣлительнаго процесса, и между тѣмъ вы видите, что свѣдѣнія наши ограничиваются одною, такъ сказать, формальною стороною явленій, останавливаясь на границѣ отдѣлительной клѣтки; все, что происходитъ за этимъ предѣломъ, т. е. въ сферѣ организованнаго элемента, остается, къ сожалѣнію, совершенно неразъяснимой еще загадкой.

Надѣюсь, что это обстоятельство послужитъ мнѣ въ вашихъ глазахъ оправданіемъ, если я сдѣлаю лишь бѣглый обзоръ всѣмъ остальнымъ отдѣлительнымъ процессамъ.

Отдѣленіе желудочнаго, панкреатическаго и кишечнаго сока происходитъ въ общихъ чертахъ, вѣроятно, по тому же типу, какъ и отдѣленіе слюны. Всѣ эти процессы могутъ быть вызваны искусственнымъ раздраженіемъ слизистой оболочки, по этому въ дѣло считаютъ замѣшанными нервныя вліянія. Во всѣхъ трехъ случаяхъ отдѣленіе связано съ усиленнымъ притокомъ крови — другая аналогія съ слюнными железами; наконецъ, во всѣхъ существенныя стороны процесса приписываются отдѣлительнымъ клѣткамъ, и конечно вездѣ дѣятельность послѣднихъ остается непонятной.

Объ отдѣленіи желчи знаютъ только, что она образуется изъ крови

(на это есть прямые опыты) и что матеріаломъ для желчнаго пигмента служить кровеная краска.

Въ отдѣленіи молока выдающійся пунктъ нашихъ свѣдѣній составляетъ процессъ образованія молочныхъ шариковъ, т.-е. капелекъ жира, взвѣшенныхъ въ молокѣ и придающихъ ему непрозрачный, бѣлый видъ. Капельки эти рождаются путемъ жировой метаморфозы въ отдѣлительныхъ клѣткахъ, выстилающихъ дно молочныхъ пузырьковъ (эквивалентныхъ слюннымъ пузырькамъ). Какъ образуются изъ крови прочія составныя части молока, въ сущности неизвѣстно.

Кожное сало, приготовляющееся въ кожныхъ железахъ, и составляющее родъ естественной помады для кожи и волосъ (сальные железки отрываются обыкновенно въ тѣ углубленія, въ которыхъ сидятъ волосы), готовится совершенно также, какъ жиры молока. И въ томъ и въ другомъ случаѣ вліяніе нервовъ не опредѣлено, да собственно не опредѣлена и форма участія крови въ отдѣленіи.

Такіе же громадныя пробѣлы представляютъ наши свѣдѣнія относительно процесса образованія сѣмени. Знаютъ только, что такъ-называемые живчики (подвижныя сѣмянные нити) образуются путемъ метаморфозы изъ отдѣльныхъ клѣтокъ сѣменной железы. Какъ участвуютъ въ процессѣ кровь и нервы — неизвѣстно.

Переходя затѣмъ къ процессу отдѣленія мочи, вы снова встрѣчаетесь съ возможностью экспериментальной разработки нѣкоторыхъ явленій, и именно насколько въ этомъ процессѣ замѣшанъ актъ фильтраціи крови. На участіе этого момента, независимо отъ прямыхъ опытовъ, указываетъ цѣлый рядъ обстоятельствъ: во-первыхъ, быстрое выведение изъ тѣла (т.-е. изъ крови) мочею излишковъ воды, — выйти водѣ изъ крови всего легче и проще фильтраціей; во-вторыхъ, присутствіе въ мочѣ веществъ, исключительно растворимыхъ въ водѣ, притомъ такихъ, которыя находятся и въ крови; наконецъ, на участіе фильтраціи оказываетъ самое устройство началъ мочевыхъ канальцевъ, т.-е. тѣхъ трубочекъ, которыя пронизываютъ вещество почки и открываются въ общій выводной протокъ. Концы этихъ трубочекъ расширены въ формѣ пузырьковъ и внутри ихъ свободно лежатъ клубки кровеносныхъ сосудовъ, образованные взаимнымъ переплетеніемъ очень мелкихъ артерій. При доказанной проницаемости стѣнокъ мелкихъ сосудовъ для жидкой части крови, такое устройство непременно должно быть связано съ фильтраціей крови въ началѣ мочевыхъ канальцевъ, и доказать это очень легко на свѣжей почкѣ только-что убитаго животнаго, пропуская черезъ

нея изъ артерій токъ крови или бѣлковаго раствора. При этомъ условіи изъ выводнаго канала почки вытекаетъ фильтратъ крови, т.-е. бѣлочная жидкость. Послѣднее обстоятельство, объясняя нашъ первый вопросъ, родить вмѣстѣ съ тѣмъ другой: куда же дѣвается изъ мочи бѣлокъ, профильтровавшійся въ начала мочевыхъ канальцевъ? На это, къ сожалѣнію, до сихъ поръ нѣтъ удовлетворительнаго отвѣта. Если же бы онъ существовалъ и если бы окончательно оправдались ожиданія послѣдняго времени, что мочевины, главнѣйшая составная часть мочи, не образуется въ почкахъ, а фильтруется уже готовую изъ крови, то всѣ стороны почечнаго отдѣленія были бы разъяснены.

О процессѣ отдѣленія пота наука знаетъ еле-еле больше, чѣмъ всякій образованный человѣкъ, на основаніи ежедневныхъ опытовъ.

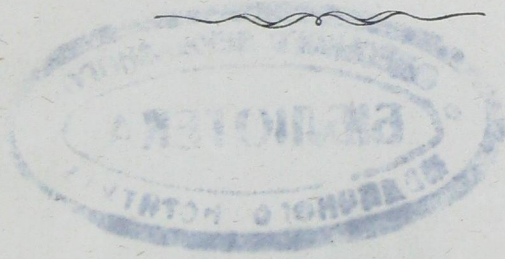
Та же исторія и съ отдѣленіемъ слезъ. Здѣсь только открытъ нервъ, при искусствennomъ раздраженіи котораго текутъ слезы.

Этимъ исчерпывается, мм. гг., все, что я могъ сообщить вамъ о соко-отдѣлительныхъ процессахъ, и вмѣстѣ съ тѣмъ исчерпывается задача нашихъ бесѣдъ. Въ заключеніе позвольте мнѣ сказать еще лишь нѣсколько словъ о томъ, почему всѣ разсмотрѣнные нами процессы въ животномъ тѣлѣ названы „растительными“.

Вамъ, конечно, извѣстна философская важность вопроса о взаимныхъ отношеніяхъ всѣхъ вообще организованныхъ тѣлъ, населяющихъ нашу планету. Важность эта, разумѣется, всегда сознавалась натуралистами, занимавшимися изученіемъ растительнаго и животнаго царства; поэтому неудивительно, что они уже давно начали сравнивать животное съ растеніемъ не только со стороны строенія, но и по жизненнымъ управленіямъ. Остановливаясь при этомъ на типическихъ представителяхъ того и другого царства, они пришли мало-по-малу къ убѣжденію, что за исключеніемъ явленій подвижности и чувствованія, свойственныхъ по преимуществу животнымъ (оттого эти функціи и получили названіе „животныхъ отправления“), всѣ остальные процессы, по своему существенному значенію, одинаковы въ томъ и другомъ царствѣ. Такъ и растеніе, подобно животному, питается на счетъ притока внѣшнихъ веществъ; притомъ одни изъ нихъ входятъ въ растеніе въ формѣ газа — это дыханіе растений, другія въ формѣ жидкости, что составляетъ процессъ, эквивалентный акту принятія пищи и питья. И въ томъ и въ другомъ случаѣ внѣшнее вещество подвергается различнымъ превращеніямъ, съ цѣлью служить матеріалами для созиданія тѣла. Продуктомъ этихъ превращеній являются, съ одной стороны, вещества, выбрасываемыя расте-

ніемъ и животнымъ наружу (процессъ выдѣленій), съ другой — многообразный рядъ тѣлъ, который въ практикѣ обозначается общимъ именемъ „растительныхъ и животныхъ продуктовъ“ (камеди, эфирныя масла, смолы и пр. со стороны растений, продукты дѣятельности железъ и пр. со стороны животныхъ). На этомъ-то основаніи вся эта группа явленій въ животномъ и получила общее названіе „растительныхъ процессовъ“.

Хотя при настоящемъ развитіи нашихъ свѣденій о растительныхъ и животныхъ организмахъ такая группировка явленій животной жизни и не выдерживаетъ критики, но названіе сохранилось изъ-за его практическаго удобства.



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
1912

2822



ИНВЕНТАР

~~31003~~

2855