

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СЛУХУ ТА СЛУХОПРОТЕЗУВАННЯ

**Методичні рекомендації
для підготовки до практичних занять**



**Одеса
ОНМедУ
2024**

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СЛУХУ ТА СЛУХОПРОТЕЗУВАННЯ

**Методичні рекомендації
для підготовки до практичних занять**



**Одеса
ОНМедУ
2024**

УДК 616.28-008.1-072.7:534.773

С 91

Розробники:

С. М. Пухлік, д. мед. н., професор,
завідувач кафедри оториноларингології

О. В. Тітаренко, к. мед. н., доцент

І. В. Дєдикова, к. мед. н., доцент

І. В. Добронравова, к. мед. н., асистент

Рецензенти:

В. І. Попович, д. мед. н., професор, завідувач кафедри
хірургії № 1 Львівського медичного університету

М. Г. Мельниченко, д. мед. н., професор, професор кафедри за-
гальної, дитячої та військової хірургії з курсом урології та офта-
льмології Одеського національного медичного університету

Рекомендовано до видання

*Вченою радою Одеського національного медичного університету
(Протокол № 2 від 03.10.2024 р.)*

Сучасні методи дослідження слуху та слухопроте-
С 91 зування [Електронне видання] : метод. рекомендації для
підготовки до практичних занять / розроб. : С. М. Пухлік,
О. В. Тітаренко, І. В. Дєдикова, І. В. Добронравова. —
Одеса : ОНМедУ, 2024. — 268 с.

Методичні рекомендації містять матеріали, в яких подаються
основні принципи проведення дослідження слуху у дорослих і ді-
тей, а також сучасні методики протезування слуху.

Для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
спеціальності 222 «Медицина».

УДК 616.28-008.1-072.7:534.773

© С. М. Пухлік, О. В. Тітаренко,
І. В. Дєдикова,
І. В. Добронравова, 2024

© Одеський національний
медичний університет, 2024

ПЛАН ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ

Структурна одиниця	Тривалість, хв
I. Організаційні заходи (привітання, перевірка присутніх, повідомлення теми, мети заняття, мотивація студентів щодо вивчення теми)	5
II. Контроль опорних тем (фронтальне опитування)	35
2.1. Вимоги до теоретичної готовності студентів щодо виконання практичних занять (вимоги до знань, перелік дидактичних одиниць)	5
2.2. Питання (тестові завдання) для перевірки базових знань за темою заняття	30
III. Формування ПРОФЕСІЙНИХ УМІНЬ, навичок (оволодіння навичками, проведення обстеження, визначення схеми обстеження та/або лікування)	45
3.1. Зміст завдань (задачі, клінічні ситуації)	15
3.2. Рекомендації щодо виконання практичних навичок	10
3.3. Вимоги до результатів роботи, у т. ч. до оформлення	5
3.4. Матеріали контролю для заключного етапу заняття: задачі, завдання, тести	15
IV. Підбиття підсумків	5

Практичне заняття № 1. КЛІНІЧНА АНАТОМІЯ **ЗОВНІШНЬОГО ТА СЕРЕДНЬОГО ВУХА**

I. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ

Мета. Удосконалити та поглибити знання здобувачів вищої освіти з сучасних уявлень клінічної анатомії, архітектоніки та топографічних взаємовідношень зовнішнього та середнього вуха із суміжними анатомічними утвореннями. Без знань анатомо-фізіологічних особливостей вуха неможливо правильно оцінювати клінічну ситуацію при різноманітних захворюваннях та порушеннях слуху. Спрямувати знання на підвищення рівня засвоєння навчального матеріалу, формування компетентностей, розвиток наукового мислення та усного мовлення здобувачів вищої освіти.

Основні поняття. Вушна раковина, зовнішній слуховий прохід, барабанна перетинка.

Обладнання. Мультимедійні презентації, таблиці, муляжі, тренажери, відеофільми, набори інструментів, камертонів, аудіограм, томограм.

II. КОНТРОЛЬ ОПОРНИХ ЗНАНЬ

2.1. Загальні цілі

Формування високопрофесійного лікаря, який розбирається у питаннях захворювання зовнішнього, середнього вуха з позицій глибокого та досконалого знання клініко-анатомічних, фізіологічних основ патології перелічених органів; професійної відповідальності лікаря, вміння вірно оцінити об'єктивні методи дослідження органа слуху, значущість цих досліджень для правової, психологічної та професійної реабілітації пацієнта.

Студенту потрібно знати:

- клінічну анатомію зовнішнього, середнього вуха.
- топографічні взаємовідношення зовнішнього, середнього вуха із суміжними анатомічними утвореннями.

На основі теоретичних знань з теми *оволодіти методиками:*

- дослідження зовнішнього та середнього вуха: зовнішній огляд, пальпація, отоскопія, користування лійкою Зігле;

— дослідження прохідності Євстахієвої труби (метод Вальсави, Політцера, Тойнбі).

2.2. Тестові завдання для перевірки базових знань за темою заняття

1. На які відділи поділяється орган слуху? а); б); в)
2. З яких відділів складається зовнішнє вухо? а); б)
3. На які відділи умовно поділена скронева кістка? а); б); в)
4. Які порожнини середнього вуха ви знаєте? а); б); в)

5. З якими черепними ямками межує піраміда скроневої кістки?
 - A. Передньою
 - B. Середньою
 - C. Задньою
 - D. Передньою та середньою
 - E. Середньою та задньою

6. З яких відділів складається зовнішній слуховий прохід?
 - A. Шкірного
 - B. Перетинчасто-хрящового
 - C. Кісткового
 - D. Перетинчасто-хрящового та кісткового
 - E. Фіброзного та кісткового

7. З чим з'єднує слухова труба барабанну порожнину?
 - A. Із середнім носовим ходом
 - B. Із загальним носовим ходом
 - C. З носоглоткою
 - D. З внутрішнім вухом
 - E. Нижнім носовим ходом

III. ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ УМІНЬ, НАВИЧОК

3.1. Зміст заняття, теоретичні аспекти

Вухо (*auris*) становить надзвичайно складний апарат, який сприймає звукові коливання, а також напрямок сили земного тяжіння та прискорення тіла людини, беручи тим самим участь у регулюванні довільних рухів. Вухо складається із зовнішнього, середнього та вну-

трішнього вуха і є периферійною частиною двох аналізаторів — слухового та статокінетичного.

Слід наголосити, що кірковий кінець слухового аналізатора має надзвичайно важливе значення у розвитку пам'яті, інтелекту, мовної культури людини, формуванні її мислення.

Зовнішнє вухо. Зовнішні структури вуха людини відіграють певну роль у процесах сприйняття звуку. У відповідності з найбільш поширеною точкою зору, функції зовнішнього вуха, яке включає *вушну раковину (auricula)*, *зовнішній слуховий хід (meatus acusticus externus)* і *барабанну перетинку (membrana tympani)*, обмежуються уловлюванням звукових хвиль. Зокрема, вушна раковина сприяє концентрації звуків, які надходять від певних ділянок простору в напрямку зовнішнього слухового ходу, бере участь в обмеженні потоку звукових сигналів, що надходять з тильної сторони голови, а також певну участь в ототопці — визначенні спрямування звуків, які надходять з різних боків.

Вушна раковина (*auricular*) утворена складної форми еластичним вушним хрящем (*cartilago auriculae*), вкритим шкірою. Хрящ раковини прикріплюється до скроневої кістки за допомогою сполучнотканинних пучків, що утворюють три зв'язки вушної раковини (*ligg. auricularia*). Передня вушна зв'язка (*lig. auriculare anterius*) прямує від *arcus zygomaticus*; верхня вушна зв'язка (*lig. auriculare superius*) — від *porus acusticus externus* скроневої кістки; задня вушна зв'язка (*lig. auriculare posterius*) — від *processus mastoideus* скроневої кістки. Вушна раковина, крім лицевих (мімічних) м'язів, що рухають її (*m. temporoparietalis*, *m. auricularis anterior*, *m. auricularis superior*, *m. auricularis posterior*), має ще слабкі рудиментарні нечисленні вольові м'язові волокна, які розміщуються пучками під шкірою на поверхнях вушної раковини у вигляді вушних м'язів (*mm. auriculares*). У нижній третині вушної раковини, у так званій вушній часточці (*lobulus auriculae*), хрящового скелета немає, а складка шкіри півмісяцевої форми у цьому місці заповнена жировою тканиною. Вільний край вушної раковини, завернутий на її увігнуту сторону, називається завитком (*helix*). Передній кінець завитка, розміщений вгорі над зовнішнім слуховим ходом, називається ніжкою завитка (*crus helices*); нижній кінець завитка, розміщений внизу над вушною часточкою, називається хвостом завитка (*cauda helices*). Ніжка завитка має направлену вперед ость завитка (*spina helices*). Певний інтерес становить непостійний вушний горбок (*tuberculum auriculae*) — горбок Дарвіна,

який іноді спостерігається у верхньозадній ділянці завитка. Інколи на місці вушного горбка є виступ завитка вушної раковини, спрямований назад, вгору та назовні — вушна верхівка (*apex auriculae*); вона відповідає верхівці вуха тварин. Паралельно завитку на увігнутій стороні вушної раковини проходить друге підвищення — протизавиток (*antihelix*). Протизавиток вгорі роздвоюється на дві ніжки протизавитка (*crura antihelialis*), які обмежують неглибоку трикутну ямку (*fossa triangularis*). Завиток та протизавиток відокремлені один від одного борозною, що позначається як човен (*scapha*). Виступ вушної раковини — козелок (*tragus*) прикриває зовнішній слуховий хід спереду. Ззаду, на нижньому кінці протизавитка, якраз навпроти козелка знаходиться подібний виступ — протикозелок (*antitragus*). Козелок та протикозелок розділені між собою вертикально розміщеною міжкозелковою вирізкою (*incisura intertragica*). Виразно виявлена заглибина вушної раковини, яка обмежена козелком, протикозелком і протизавитком, має назву раковини вуха (*concha auriculae*). Ніжка завитка розділяє раковину вуха на верхню меншу частину — човник раковини (*cymba conchae*) і нижню більшу частину — порожнину раковини (*cavitas conchae*); на дні останньої розташований зовнішній слуховий отвір.

Зовнішній слуховий хід (*meatus acusticus externus*) починається зовнішнім слуховим отвором (*porus acusticus externus*) і закінчується сліпо барабанною перетинкою, яка передає коливання повітря у зовнішньому вусі системі слухових кісточок середнього вуха. Зовнішній слуховий хід складається із зовнішньої слухової частини, яка становить третину його довжини і має назву хрящового зовнішнього слухового ходу (*meatus acusticus externus cartilagineus*), і внутрішньої кісткової частини (яка розміщена всередині скроневої кістки). Основу хрящової частини ходу формує хрящ слухового ходу (*cartilago meatus acusticis*), який становить одне ціле з хрящем вушної раковини і має вигляд не замкненого вгорі жолоба, лійкоподібно звуженого у присередньому напрямі. Розміри зовнішнього слухового ходу зазнають індивідуальних коливань; середня довжина його у дорослого становить близько 25 мм. Просвіт зовнішнього слухового ходу має форму еліпса; його діаметр коливається від 6 до 9 мм. *Meatus acusticus externus* має складний S-подібний хід. Це треба мати на увазі при дослідженні його у живої людини: щоб випрямити кривину хрящової частини зовнішнього слухового ходу, потрібно відтягнути вушну раковину доту та вгору.

Слід зазначити також, що структури зовнішнього вуха відіграють певну захисну роль. Вони захищають барабанну перетинку від механічних і термічних впливів, забезпечують постійну температуру й вологість в ділянці барабанної перетинки.

Шкіра початку слухового ходу має вушне волосся (*tragi*), яке у старих людей досягає особливого розвитку. Воно захищає вхід в *meatus acusticus externus* від зовнішніх впливів. Шкіра хрящового зовнішнього ходу має більшу товщину і містить багато сальних та сірчаних залоз. Вушна сірка (*cerumen*), що виділяється сірчаними залозами (видозміна потових залоз), являє собою воскоподібну речовину і створює захисне покриття. У кістковій частині зовнішнього слухового ходу шкірний покрив, тісно зв'язаний з окістям, стає тоншим, і на барабанну перетинку переходить тільки у вигляді епідермісу.

Найбільш вузьке місце зовнішнього слухового проходу — це перешийок, істмус, розташований на межі між перетинчасто-хрящовим та кістковим відділом слухового проходу у проєкції кута каналу. Треба пам'ятати, що це найбільш вузьке його місце, де можуть локалізуватися сторонні тіла вуха. У жодному разі не допускати прощтовхування сторонніх тіл за перешийок, тому що видалення їх може бути занадто складним, призвести до перфорації барабанної перетинки. Іноді такі сторонні тіла можна видалити тільки оперативним втручанням.

Барабанна перетинка (*membrana tympanica*) відокремлює зовнішнє вухо від середнього вуха. Свого часу Фаллопій назвав її разом з барабанною перетинкою "*tympanum*" — "*a similitudine cum tympano*" («за схожістю з барабаном»), і ця назва утрималася, хоча пізніше анатоми з'ясували, що цієї «схожості» немає. Вона має площу 66–69,5 мм², овальну форму й утворює з горизонтальною площиною кут у 45°, відкритий назовні, майже такої самої величини кут утворює з серединною площиною; він відкритий назад (тому барабанна перетинка здається продовженням задньоверхньої стінки слухового ходу). Барабанна перетинка є зовнішньою стінкою барабанної порожнини. Вона обмежує зовнішнє вухо від середнього, являє собою неправильний овал (висота 10 мм, ширина 9 мм), дуже пружний, малоеластичний і дуже тонкий (до 0,1 мм). Перетинка лійкоподібно втягнута всередину барабанної порожнини. Вона складається з трьох шарів: зовнішнього — шкірного (епідермального), що є продовженням шкіри зовнішнього слухового проходу, внутрішнього — слизового, що є продовженням слизової оболонки барабанної порожнини, і середнього — сполучнотканинного, представленого двома шарами волокон:

зовнішнім радіальним і внутрішнім циркулярним, з яких радіальні волокна розвинені сильніше.

З внутрішнім і середнім шарами барабанної перетинки щільно зрощена ручка молоточка, нижній кінець якого трохи нижче середини барабанної перетинки утворює лійкоподібне заглиблення — пупок (*umbo*). Ручка молоточка, продовжуючись від пупка догори і наперед, утворює у верхній третині перетинки видимий зовні короткий відросток (*processus brevis*), який видаючись назовні, випинає перетинку, утворюючи на ній дві складки — передню і задню. Невелика частина перетинки, розташована в ділянці рівнієвої вирізки (вище короткого відростка і складок) не має середнього (фіброзного) шару і є ненацягнутою частиною, на відміну від решти — натягнутої частини. Барабанна перетинка при штучному освітленні має перлинно-сірий колір, причому джерело світла утворює світловий конус. У практичних цілях барабанну перетинку ділять на чотири квадрати двома лініями, одна з яких проводиться уздовж ручки молоточка до нижнього краю перетинки, а інша перпендикулярно до неї через пупок. Таким чином, виділяють квадранти: передньоверхній, задньоверхній, передньонижній і задньонижній. Іннервується барабанна перетинка вушною гілкою блукаючого нерва (*r. auricularis n. vagi*), барабанною гілкою *n. auriculotemporalis* і барабанною гілкою язикоглоткового нерва. При очищенні слухового проходу або при доторканні до барабанної перетинки у пацієнта може виникнути кашель внаслідок подразнення гілок блукаючого нерва. При огляді нормальної барабанної перетинки видно ручку молоточка, короткий відросток молоточка, світловий конус, передню і задню молоточкові складки.

Середнє вухо (*auris media*) складається з барабанної порожнини, слухової труби та комірок соскоподібного відростка скроневої кістки. У барабанній порожнині містяться слухові кісточки (молоточок, коваделко, стремінце), м'язи, зв'язки, судини і нерви. Стінки її вистелені слизовою оболонкою, яка вкриває більшою або меншою мірою названі органи, утворює певні складки і продовжується в слухову трубу та в комірки соскоподібного відростка скроневої кістки.

Барабанну порожнину можна порівняти з кубом неправильної форми об'ємом до 1 см³. У ній розрізняють шість стінок: верхню, нижню, передню, задню, зовнішню і внутрішню. Барабанну порожнину умовно ділять на три відділи:

1. Верхній — аттик, або епітимпанум (*epitympanum*), розташовується вище верхнього краю у натягнутій частині барабанної перетинки.

2. Середній — найбільший за розмірами (*mesotympanum*), відповідає розташуванню у натягнутій частині барабанної перетинки.

3. Нижній (*hypotympanum*) — заглиблення нижче рівня прикріплення барабанної перетинки.

Вміст барабанної порожнини становлять слухові кісточки, зв'язки, м'язи, нерви і судини. Зазвичай вважається, що слухових кісточок три: молоточок, коваделко і стремінце. Нині висловлюється думка, що сочевицеподібний відросток довгої ніжки коваделка є самостійною (четвертою) кісточкою. Слизова оболонка барабанної порожнини є продовженням слизової оболонки носоглотки (через слухову трубу). Барабанну порожнину можна порівняти з кубом неправильної форми об'ємом до 1 см³. У ній розрізняють шість стінок: верхню, нижню, передню, задню, зовнішню і внутрішню.

Верхня стінка барабанної порожнини, або дах, утворена тонкою кістковою пластинкою, що відокремлює барабанну порожнину від середньої черепної ямки, де розташовується скронева частка мозку. У дітей до однорічного віку ця пластинка має щілини-дегіспенції, заповнені сполучною тканиною та судинами, через які під час гострого запалення середнього вуха у підоболонковий простір можуть проникати токсини, викликаючи явища подразнення мозкових оболонок — менінгізм.

Нижня стінка (яремна), або дно, барабанної порожнини відокремлюється від цибулини яремної вени кістковою пластинкою більшої або меншої товщини. Дуже рідко у цій стінці можуть бути кісткові щілини, через які цибулина випинає в барабанну порожнину, створюючи небезпеку кровотечі при розтині барабанної перетинки — парацентезі.

Отвором на передній стінці відкривається слухова труба. Ця стінка відокремлює барабанну порожнину від каналу внутрішньої сонної артерії, тому цю стінку називають сонною.

Зовнішня стінка барабанної порожнини утворена барабанною перетинкою, тому вона має назву перетинчастої. Вище від барабанної перетинки цю стінку утворює зовнішня стінка кісткова надбарабанного простору.

Задня стінка (соскоподібна) у верхній своїй частині має короткий канал — вхід у печеру соскоподібного відростка. У товщі цієї стінки проходить канал лицевого нерва, а приблизно посередині є пірамідальний відросток, у якому знаходиться стремений м'яз.

Внутрішня стінка (лабіринтна, або промоторіальна) відокремлює барабанну порожнину від внутрішнього вуха. На ній є підвищен-

ня — мис, утворений стінкою основного закрутка завитка. На задньо-верхньому схилі цього мису знаходиться овальної форми отвір — вікно присінка, яке закрите основою стремінця. На задньонижньому схилі мису розташований круглої форми отвір — вікно завитки, зтягнуте тонкою мембраною — вторинною барабанною перетинкою. Над вікном присінка міститься горизонтальний кістковий валик — підвищення каналу лицевого нерва, який, дійшовши до входу в печеру, повертає вниз, утворюючи низхідне коліно, далі він проходить у товщі задньої стінки барабанної порожнини та у товщі соскоподібного відростка і виходить через шилососкоподібний отвір на основу черепа. Іноді у стінці цього каналу є невеликі щілини (дегісценції), через які запалення із середнього вуха може перейти на тканину нерва, викликаючи параліч м'язів обличчя однойменного боку. Дещо ззаду до каналу лицевого нерва на внутрішній стінці знаходиться підвищення горизонтального півкологового каналу, яке добре контурується і є важливим пізнавальним пунктом при операціях на середньому вусі.

Слухові кісточки (*ossicula auditus*, *ossicula auditiva*) — кісткове утворення у порожнині середнього вуха наземних тварин (у тому числі й людини). В організмі людини слухових кісточок три: молоточок (*malleus*), коваделко (*incus*) і стремінце (*stapes*). Земноводні, плазуни та птахи мають усього одну кісточку — *columella auris* («вушний стовпчик»), яка упирається одним кінцем у барабанну перетинку, а другим — в овальне вікно внутрішнього вуха. Вона відповідає стремінцю ссавців і також сформувалась зі другої зяберної дуги риб. У ссавців з'являються ще дві кісточки: молоточок і коваделко, що утворюються з першої зяберної дуги. Слухові кісточки утримуються у барабанній порожнині зв'язками слухових кісточок і з'єднуються між собою за допомогою суглобів слухових кісточок, до яких належить коваделко-молоточковий суглоб та коваделко-стремінцевий синдесмоз. Стремінце прикріплюється до вікна присінка за допомогою барабанно-стремінцевого синдесмозу.

Молоточок (*malleus*) має ручку молоточка (*manubrium mallei*), зовнішня поверхня якої від вільного кінця до бічного відростка молоточка прикріплюється до барабанної перетинки. Бічний відросток розташований на кінці ручки молоточка і відповідає молоточковому виступу барабанної перетинки. Масивна головка молоточка (*caput mallei*) повністю розміщена у верхній частині барабанної порожнини, де зчленовується з тілом коваделка. Між головою та рукою молоточка розміщена шийка молоточка. Витягнутий тонкий передній відросток

у новонароджених заходить у кам'янисто-барабанну щілину скроневої кістки, до якої прикріплюється передньою зв'язкою молоточка; у дорослих цей відросток редукується. Від головки молоточка до купольної частини надбарабанного закутка тягнеться верхня зв'язка молоточка (*lig. malleisuperius*); шийку молоточка з барабанною борозною зв'язує бічна зв'язка молоточка.

Коваделко (*incus*) має тіло, яке з'єднується з головкою молоточка за допомогою сідлоподібного суглоба, і дві ніжки — довгу та коротку. Довга ніжка прямує вертикально вниз позаду ручки молоточка і має на кінці сочевицеподібний відросток (*processuslenticularis*), за допомогою якого з'єднується зі стремінцем. Коротка ніжка (*crusbreve*) спрямована дозадку і фіксується задньою зв'язкою коваделка до розміщеної на задній стінці барабанної порожнини ямки коваделка. Верхня зв'язка коваделка прямує паралельно верхній зв'язці молоточка від тіла коваделка до купольної частини надбарабанного закутка. Із трьох слухових кісточок стремінець (*stapes*) має найменші розміри; складається з головки, двох ніжок і основи. Головка стремінця має суглобову поверхню і з'єднується із сочевицеподібним відростком коваделка. Овальна основа стремінця (*basisstapedis*) прикріплюється до головки за допомогою передньої та задньої ніжок (*crusanteriusetercusposterius*). Між ніжками та основою стремінця розташована тонка стремінцева пластинка (*membranastapedalis*). Основа стремінця з'єднана з краями вікна присінка за допомогою кільцевої стремінцевої зв'язки (*lig. anularestapediale*).

До розташованих у середньому вусі м'язів слухових кісточок належать: м'яз-натягувач барабанної перетинки (*m. tensor tympani*); та стремінцевий м'яз (*m. stapedius*). М'яз-натягувач барабанної перетинки розміщений в однойменному півканалі скроневої кістки (*semicanalis musculti tensor tympani*), який є верхньою частиною м'язовотрубного каналу. Довгий сухожилок цього м'яза виходить у барабанну порожнину, огинає розташований на її присередній стінці завиткоподібний відросток і прикріплюється до основи ручки молоточка. Стремінцевий м'яз розміщений у порожнині пірамідального підвищення на задній стінці барабанної порожнини. Сухожилок м'яза виходить через маленький отвір на вершині пірамідального підвищення і прикріплюється до головки стремінця. Традиційна точка зору на функції м'язів слухових кісточок полягає в тому, що їхнє рефлекторне скорочення, яке виникає при великій інтенсивності звуку, зменшує амплітуду коливань барабанної перетинки й слухових кісточок і та-

ким чином знижує коефіцієнт передачі рівня звукового тиску на внутрішнє вухо. Втім, слід зазначити, що прихований період скорочення цих м'язів дуже великий (близько 10 мс), щоб захистити вухо від різких раптових звуків. Однак при тривалому перебуванні в умовах дії шумів скорочення м'язів слухових кісточок може мати принципове значення для акомодатції звукопровідного апарату до звукових коливань різної амплітуди. Скорочення цих м'язів, особливо стремінцевого м'яза, відмічається також при орієнтовній реакції на появу нового подразника, при ковтанні та позіханні (коли змінюється тиск у барабанній порожнині), при жуванні та мовленні людини. Це дає змогу розглядати активацію м'язів слухових кісточок не просто як захисний акустичний рефлекс, а й як важливу частину процесу продукування звуку, зворотного акустичного зв'язку і, відповідно, сприйняття біологічно важливих сигналів.

Слухова труба, *tuba auditiva (auditoria)* являє собою доволі довгий (в середньому 35 мм), вузький (завширшки 2 мм), трохи сплющений канал, який сполучає барабанну порожнину з носовою частиною глотки і служить для вирівнювання тиску повітря всередині барабанної порожнини по відношенню до зовнішнього атмосферного тиску, що необхідно для вільного вібрування барабанної перетинки. Цей орган дістав також назву труби Євстахія на честь відомого анатома XVI ст. Слухова труба поділяється на меншу (одна третина труби) кісткову частину (*pars ossea*) та більшу (дві третини труби) хрящову частину. Кісткова частина слухової труби розміщена у півканалі слухової труби (нижня частина *canalis musculotubarius* скроневої кістки). Стінку хрящової частини слухової труби формує хрящ слухової труби, який складається з ширшої медіальної пластинки і вузької бічної пластинки. Загалом хрящ являє собою жолоб, відкритий донизу і вбік; дефект хряща доповнюється сполучнотканинною перетинчастою пластинкою. Найвужче місце слухової труби, розташоване в ділянці з'єднання хрящової частини з кістковою, має назву перешийка слухової труби. Звідси просвіт розширюється в обидва боки — як до барабанного отвору слухової труби, який відкривається на передній стінці барабанної порожнини, так і до глоткового отвору слухової труби. Останній розміщений на боковій стінці носової частини глотки на висоті заднього кінця нижньої носової раковини, має форму лійки і обмежений двома валиками, задній з яких виявлений краще. Слухова труба виконує барофункціональну, вентиляційну, дренажну та захисну функції. Слиновидільна функція стимулюється і акт

ковтання слини здійснюється при втягненні барабанної перетинки. У момент ковтання відкривається носоглотковий отвір слухової труби, і в барабанну порожнину надходить необхідна кількість повітря. Функція вентиляції може відбуватися так само при сяканні, чханні або кашлі внаслідок підвищення тиску повітря в носоглотці. При атмосферному тиску 30–60 мм рт. ст. з'являються симптоми баротравми.

Соскоподібний відросток знаходиться безпосередньо позаду зовнішнього слухового проходу, до його верхівки прикріплюється грудино-ключично-соскоподібний (кивальний) м'яз. У товщі соскоподібний відросток має кісткові комірочки, заповнені повітрям. Найпостійніша серед них — печера, яка через короткий канал (вхід у печеру) сполучається з епітимпанумом барабанної порожнини; решта комірок відростка відкриваються одна в одну або в печеру. Верхня стінка, або дах печери, відокремлює її від середньої черепної ямки. Розрізняють три типи будови нормального соскоподібного відростка — пневматичний (великі комірочки заповнені повітрям), диплоетичний (диплое — кісткова тканина) та змішаний. Основна комірочка соскоподібного відростка (*antrum mastoideum*) розташована в передньоверхньому його квадранті, що відстоїть на 1,5–2 см від кісткової поверхні та на 2 мм ззаду від кісткового слухового проходу.

При операції слід враховувати сусідство трьох важливих анатомічних елементів. Для визначення їхнього положення і локалізації основного осередку відростка можна використовувати трикутника Шипо. Передня межа трикутника представлена лінією, наступною від *spina suprameatum Henle* до вершини соскоподібного відростка, задня межа — *crista*, або *tuberositas mastoidea*, верхня — горизонталь, яка є продовженням *linea temporalis* або виличної дуги. Попереду трикутника проектується на поверхню лицевий нерв, позаду нього сигмоподібний синус і вище — середня черепна ямка. Лицевий нерв прилягає до задньої стінки слухового проходу, лише до нижньої половини його висоти. При радикальній операції на середньому вусі це дає змогу видалити тільки верхньозадню частину кісткового слухового проходу, а не всю задню стінку його. S-подібний венозний синус частіше лежить на лінії прикріплення кивального м'яза, але може бути розташований ближче до слухового проходу, обмежуючи доступ до антруму відростка. Подібне небезпечне становище венозної пазухи трапляється в 2 % випадків.

Лицевий нерв. Від основного стовбура в руслі проходять великі гілки: *Nervus petrosus major* утворюється з аксонів нейронів верхнього слинного ядра. Він веде парасимпатичні волокна до клинопіднебінного ганглія, з'єднується з *petrosus profundus*. Обидва нерви утворюють єдиний стовбур — Відіів нерв. Волокна цього нерва забезпечують секрецію слізної залози, залоз слизової оболонки носа і рота (за винятком великих слинних залоз). *Nervus stapedius* складається з аксонів мотонейронів рухового ядра й іннервує стремінцевий м'яз. Барабанна струна (*chorda tympani*) є єдиною змішаною гілкою лицевого нерва (складається з чутливих і парасимпатичних волокон). Нерв спочатку йде в порожнині середнього вуха, а далі виходить з каналця барабанної струни (*canaliculus chordae tympani*). Далі він прямує до язикового нерва і об'єднується з ним. Таким чином, барабанна струна доходить до язика та відповідає за смакову чутливість двох його передніх третин. Також парасимпатичні волокна прямують до піднижньощелепного і під'язикового вузлів, де забезпечують секрецію відповідних слинних залоз. Лицевий нерв покидає лицевий канал через шилососкоподібний отвір скроневої кістки, пронизує привушну слинну залозу, ділить її на дві частки (поверхнева та глибока) і утворює внутрішньопривушне нервово сплетення. Усі гілки, що відходять від цього місця, є виключно руховими й утворюють «велику гусячу лапку» (*pes anserina major*). Знання топографії лицевого нерва дає змогу хірургу-отіатру визначити рівень ураження скроневої кістки та провести адекватне оперативне втручання для повноцінного видалення гнійного осередку.

Скронева кістка всередині містить барабанну порожнину, печеру; слухові кісточки, лабіринт — органи слуху і рівноваги. На задній поверхні піраміди розташовуються: внутрішнє слуховий отвір і внутрішній слуховий прохід для VII і VIII пари черепних нервів. Складається філогенетично з трьох відділів — *pars petrosa*, *pars squamoza*, *pars tympanica*. У немовлят між цими частинами можуть бути незрощення — дегісценції.

3.2. Методика виконання роботи, етапи виконання

Перелік навчальних практичних завдань, які необхідно виконати під час практичного заняття:

1. Методика зовнішнього огляду і пальпації вуха.
2. Методика отоскопії.
3. Отоскопічна картина.

4. Визначення прохідності слухових труб.

Методика зовнішнього огляду і пальпації вуха. Огляд починається зі здорового вуха. Огляньте вушну раковину, зовнішній отвір слухового проходу, завушну ділянку, ділянку перед слуховим проходом. У нормі вушна раковина і козелок при пальпації безболісні. Для огляду зовнішнього отвору правого слухового проходу необхідно відтягнути вушну раковину назад і догори, взявшись великим і вказівним пальцями лівої руки за завиток вушної раковини. Для огляду зліва вушну раковину треба відтягнути аналогічно правою рукою. Для огляду завушної ділянки правою рукою відтягніть праву вушну раковину досліджуваного допереду. Зверніть увагу на завушну складку (місце прикріплення вушної раковини до соскоподібного відростка), у нормі вона добре контурується. Потім великим пальцем лівої руки пропальпуйте соскоподібний відросток у трьох точках: проєкції антрума, сигмоподібного синуса, верхівки соскоподібного відростка. При пальпації лівого соскоподібного відростка вушну раковину відтягніть лівою рукою, а пальпацію здійснюйте великим пальцем правої руки. Вказівним пальцем лівої руки пропальпуйте регіонарні лімфатичні вузли правого вуха допереду, донизу, позаду від зовнішнього слухового проходу. Вказівним пальцем правої руки пропальпуйте аналогічно лімфатичні вузли лівого вуха. У нормі лімфатичні вузли не пальпуються. Великим пальцем правої руки натисніть на козелок. У нормі пальпація козелка безболісна, у дорослого болючість з'являється при гострому зовнішньому отиті, у дитини — при середньому.

Методика отоскопії. Відтягніть лівою рукою праву вушну раковину, назад і догори. Великим і вказівним пальцем правої руки введіть вушну лійку в перетинчасто-хрящову частину зовнішнього слухового проходу. При огляді лівого вуха вушну раковину відтягніть правою рукою, а лійку введіть пальцями лівої руки. Підберіть лійку з діаметром, що відповідає поперечному діаметру зовнішнього слухового проходу. Вушну лійку не можна вводити в кістковий відділ слухового проходу, тому що це викликає біль. Довга вісь лійки повинна збігатися з віссю слухового проходу, інакше лійка упреться в яку-небудь його стінку. Робіть легкі переміщення зовнішнього кінця лійки для того, щоб послідовно оглянути всі частини барабанної перетинки. З-поміж побічних явищ, що спостерігаються при введенні лійки, особливо при натисненні на задньонижню стінку, може бути кашель, що залежить від подразнення закінчень гілочок блукаючого нерва.

Отоскопічна картина. Зовнішній слуховий прохід, що має довжину 2,5 см, покритий шкірою, у перетинчасто-хрящовій частині має волосся, може містити секрет сірчаних залоз (вушну сірку). Барабанна перетинка має сірий колір з перламутровим відтінком. На барабанній перетинці є пізнавальні пункти: короткий відросток і ручка молоточка, передня і задня молоточкові складки, світловий конус (рефлекс), умбо (пупок). Барабанна перетинка складається з двох частин: натягнутої та розслабленої. На барабанній перетинці розрізняють чотири квадранти. Ці квадранти виходять від уявного проведення двох ліній, взаємно перпендикулярних. Одна лінія проводиться по рукоятці молоточка вниз, друга перпендикулярно до неї через центр пупка і нижній кінець ручки молоточка. Квадранти, що утворюються, мають назви: передньоверхній і задньоверхній, передньонижній і задньонижній.

Визначення прохідності слухових труб. Застосовуються такі проби: проба з ковтком, проба Тойнбі (ковтання із затиснутим носом), проба Вальсальви (самопродування) та продування за Політцером. Якщо виявляється рухливість барабанної перетинки під час проведення певної проби, констатується відповідний ступінь прохідності слухової труби. Виділяють п'ять ступенів прохідності слухової труби: 0 ступінь — рухливість перетинки помітна при простому ковтку, 1-й ступінь — рухливість помітна при ковтку із затиснутим носом (проба Тойнбі); 2-й ступінь — рухливість перетинки виявляється тільки при пробі Вальсальви; 3-й ступінь — рухливість продування за Політцером; 4-й ступінь — рухливість перетинки не відзначається при виконанні усіх проб. За ступенем прохідності 3–4-ї діагностується патологія слухової труби.

Спосіб Тойнбі: досліджуваний робить ковтальний рух при закритій порожнині носа (крила носа притискаються пальцями до перегородки). При нормальній прохідності слухової труби повітряний тиск у барабанній порожнині знижується за рахунок виходу повітря у носоглотку. При цьому пацієнт відчуває тимчасову закладеність у вухах. Нерідко ця проба використовується під час тимпанометрії.

Спосіб Вальсальви: досліджуваного просять зробити глибокий вдих, потім посилену експірацію (надування) при щільно стуленому роті й закритому носі. Під тиском видихуваного повітря слухові труби розкриваються і повітря із силою входить у барабанну порожнину, це супроводжується легким тріском, що відчуває досліджуваний. При захворюванні слизової оболонки слухових труб дослід Вальсальви провести не вдається.

Спосіб Політцера: оливу вушного балона уведіть хворому у при-сінок носа праворуч і тримайте її вказівним пальцем лівої руки, а великим пальцем пригорніть ліве крило носа до носової перегородки. Введіть одну оливу отоскопа у зовнішній слуховий прохід пацієнта, а другу — у своє вухо. Попросіть хворого вимовити слово «парохід». У момент проголошення голосного звуку стисніть чотирма пальцями правої руки балон (великий палець служить опорою). У момент продування, коли вимовляється голосний звук, м'яке піднебіння піднімається догори і відокремлює носоглотку, повітря входить у закриту порожнину носоглотки і рівномірно тисне на всі її стінки. Частина повітря силоміць проходить у вічка слухових (євстахієвих) труб, що визначається характерним звуком в отоскопі. Продування за Політцером аналогічно проводять через ліву половину носа.

Катетеризація слухових труб:

- Спочатку виконайте анестезію слизової оболонки дна порожнини носа 10 % розчином лідокаїну. У своє вухо й у вухо досліджуваного уведіть оливи отоскопа.

- Візьміть катетер у праву руку, на зразок ручки для письма. При передній риноскопії введіть катетер дзьобом униз по нижньому носовому ході до носоглотки.

- Потім катетер потягніть до себе на 2–3 мм і поверніть дзьоб катетера усередину на 90° і потягніть його до себе, відчуваючи пальцями той момент, коли дзьоб катетера торкнеться лемеша.

- Після цього обережно поверніть дзьоб катетера донизу і далі на 180° убік досліджуваного вуха так, щоб кільце катетера було повернено до зовнішнього кута ока досліджуваної сторони. При цьому дзьоб потрапляє у фарингеальний отвір слухової труби, цей момент, як правило, відчувається пальцями.

- Вставте в розтруб катетера балон, легко й уривчасто стисніть його. Під час входження повітря в слухову трубу через отоскоп вислуховується шум.

3.3. Вимоги до результатів роботи з даної теми

1. Складіть клінічну інтерпретація ходу лицьового нерва (симптоматика хворого у залежності від рівня ураження n. facialis).

2. Опишіть нормальну отоскопічну картину правої та лівої барабанної перетинки.

3.4. Тестові завдання для самоконтролю оволодіння знаннями, вміннями, навичками

1. Акустична функція барабанної перетинки:

- A. Здійснює трансмісію звукових коливань до овального вікна
- B. Підсилює звуковий тиск на 30 дБ, завдяки різниці площ барабанної перетинки і підніжної пластинки стремена
- C. Важільній системі слухових кісточок; її екрануючій ролі для вторинної мембрани круглого вікна
- D. Екранує вікно завитки від звукових коливань
- E. Усе перераховане

2. Визначте методи дослідження зовнішнього і середнього вуха:

- A. Анамнез, зовнішній огляд, пальпація
- B. Продування вуха за Політцером, методом Вальсальви, Тойнбі, катетеризація слухової труби
- C. Отоскопія
- D. Рентгенографія скроневої кістки в укладаннях за Шюллером, Маєром, комп'ютерна томографія
- E. Усе перераховане

3. Для зручності опису барабанну перетинку умовно поділяють на такі частини:

- A. Ненатягнуту та натягнуту
- B. Передню і задню
- C. Верхню і нижню
- D. Чотири квадранти
- E. Нічого з перерахованого

4. На якому році життя закінчується розвиток соскоподібного відростка?

- A. На першому
- B. На другому
- C. На третьому
- D. На четвертому
- E. На п'ятому

5. Зміна якої стінки зовнішнього слухового проходу має переважне значення для діагностики мастоїдиту?

- A. Верхньої

- В. Передньої
- С. Задньої
- Д. Передньоверхньої
- Е. Задньоверхньої

6. Трансформуючу функцію середнього вуха здійснює:

- А. Барабанна перетинка, слухові кісточки
- В. Зовнішній слуховий прохід, вушна раковина
- С. Внутрішньовушні м'язи
- Д. Кортіїв орган
- Е. Рідини внутрішнього вуха (ендолімфа, перилімфа)

7. Симптоми, що можуть спостерігатися при переломі задньої кісткової стінки слухового проходу:

- А. Різка глухота, кровотеча з вуха
- В. Біль при жуванні, кровотеча з вуха
- С. Біль при жуванні, зниження слуху, висока температура
- Д. Параліч лицевого нерва, ушкодження сигмоподібного синуса з наступною кровотечею
- Е. Запаморочення

8. Яке анатомічне утворення розташовується на внутрішній стінці барабанної порожнини?

- А. Овальне вікно
- В. Барабанна перетинка
- С. Стременний м'яз
- Д. Вічка євстахієвої труби
- Е. Барабанна струна

9. Пацієнт три тижні тому переніс гострий середній гнійний отит, лікувався самостійно. Два дні назад з'явився біль у заушній ділянці, гноетеча з вуха, підвищилася температура тіла. Зміна якої стінки зовнішнього слухового проходу має переважне значення для діагностики мастоїдиту?

- А. Верхньої
- В. Передньої
- С. Задньої
- Д. Передньоверхньої
- Е. Задньоверхньої

10. У хворого з хронічним гнійним середнім отитом виник абсцес скроневої частки мозку. Які шляхи розповсюдження інфекції з порожнин середнього вуха на вміст черепа?

А. Через євстахієву трубу

В. Через нижню стінку барабанної порожнини, яка має отвір у кістковій пластинці, що покриває цибулину яремної вени

С. Через верхню стінку барабанної порожнини і печери соскоподібного відростка

Д. З внутрішнього вуха по водопроводах равлика і присінка, по внутрішньому слуховому проході

Е. Через внутрішню лабіринтну

11. На тлі хронічного гнійного отиту у хворого виник абсцес мозочка. Який напрямок розповсюдження інфекції з порожнин середнього вуха на вміст черепа?

А. Через євстахієву трубу

В. Через нижню стінку барабанної порожнини, що має отвір у кістковій пластинці, що покриває цибулину яремної вени

С. Через верхню стінку барабанної порожнини і печери соскоподібного відростка

Д. З внутрішнього вуха по водопроводах равлика і присінка, по внутрішньому слуховому проході

Е. З клітин соскоподібного відростка, що на всьому протязі підходять до сигмоподібного синуса

12. Які анатомічні утворення складають зовнішнє вухо?

А. Мочка вуха

В. Вушна раковина, зовнішній слуховий прохід

С. Вушна раковина, зовнішній слуховий прохід, завитка

Д. Зовнішній слуховий прохід, барабанна перетинка

Е. Барабанна порожнина, барабанна перетинка

13. Яке анатомічне утворення вушної раковини не має хряща?

А. Мочка вуха

В. Завиток

С. Козелок

Д. Протизавиток

Е. Протикозелок.

14. Що знаходиться на передній стінці барабанної порожнини?
- A. Вхід у печеру
 - B. Отвір євстахієвої труби
 - C. Покрівля барабанної порожнини
 - D. Мис
 - E. Овальне та кругле вікна
15. Вкажіть, як відносно до овального вікна проходить лицевий нерв?
- A. Знизу
 - B. Огинає спереду та знизу
 - C. Спереду
 - D. Зверху
 - E. Перетинає овальне вікно
16. Які з перерахованих м'язів є м'язом барабанної порожнини?
- A. Шилоглотковий
 - B. Стременний
 - C. Скроневий
 - D. *M. tensor veli palatini*
 - E. Барабанний
17. Перелічіть пізнавальні ознаки барабанної перетинки:
- A. Пупок
 - B. Короткий відросток ручки молоточка
 - C. Ручка молоточка
 - D. Передня і задня молоточкові складки
 - E. Усе перераховане
18. Перелічіть, що не відноситься до анатомічних утворень барабанної перетинки:
- A. Пупок
 - B. Короткий відросток ручки молоточка
 - C. Світловий конус
 - D. Передня і задня молоточкові складки
 - E. Ручка молоточка
19. Вкажіть, чому при туалеті слухового проходу виникає кашель?
- A. Через травму шкіри

- В. Через доторкання до барабанної перетинки
- С. Через подразнення гілок вушно-скроневого нерва
- Д. Через подразнення гілок блукаючого нерва
- Е. Через подразнення гілок *chorda tympany*

20. Які варіанти будови соскоподібного відростка?

- А. Склеротичний, диплоетичний, пневматичний, змішаний
- В. Склеротичний, диплоетичний, пневматичний, перетинчастий
- С. Склеротичний, диплоетичний, змішаний
- Д. Диплоетичний, пневматичний, змішаний
- Е. Перетинчастий, диплоетичний, пневматичний

Питання для контролю

1. Пізнавальні пункти вушної раковини.
2. Будова вушної раковини.
3. Відділи зовнішнього слухового проходу, різниці їхньої будови.
4. Топографічна анатомія перетинчасто-хрящового та кісткового відділів зовнішнього слухового проходу.
5. Будова барабанної перетинки.
6. Пізнавальні пункти барабанної перетинки.
7. Відділи середнього вуха.
8. Стінки барабанної порожнини.
9. Топографічна анатомія барабанної порожнини.
10. Хід лицевого нерва.
11. Структура та типи соскоподібного відростка.
12. Топографічна анатомія соскоподібного відростка.
13. Будова евстахієвої труби.
14. Функції евстахієвої труби.
15. Трансмісійна та трансформаційна функції середнього вуха.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Сучасна невідкладна допомога хворим із гострими та хронічними захворюваннями ЛОР-органів та при їх ускладненнях : навч.-метод. посіб. для студентів вищих медичних навчальних закладів III–IV рівнів акредитації, лікарів-оториноларингологів та сімейних лікарів / Євчев Ф. Д., Пухлік С. М., Тітаренко О. В. та ін. Одеса : Олді+, 2023. 272 с.

2. Оториноларингологія / Заболотний Д. І., Мітін Ю. В., Безшапочний С. Б., Дєєва Ю. В. Київ : ВСВ «Медицина», 2020. 472 с.

3. Онопрійчук Д. В. Конспект з оториноларингології. Руга, 2023. 312 с.

Додаткова

1. John C. Watkinson, Ray W. Clarke. Essential Otorhinolaryngology, Head & Neck Surgery. 2021. 549 p.

2. Освіта дітей з порушеннями слуху: сучасні тенденції та технології : навч.-метод. посіб. / Таранченко О. М., Литовченко С. В., О. Ф. Федоренко та ін. Київ : Вид-во ФОП Симоненко О. І., 2018. 250 с.

Практичне заняття № 2. КЛІНІЧНА АНАТОМІЯ **ВНУТРІШНЬОГО ВУХА ТА ЗАВИТКИ**

I. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ

Мета. Удосконалити знання із сучасної функціональної важливості органа слуху для людини та тварин, створити уявлення про архітектоніку зовнішнього, середнього та внутрішнього вуха, взаємовідношення відділів внутрішнього вуха.

Основні поняття. Анатомічна будова слухової системи: внутрішнє вухо, завитка. Слухові центри мозку та нервові шляхи.

Обладнання. Мультимедійні презентації, таблиці, муляжі, тренажери, відеофільми, набори інструментів, камертонів, аудіограм, томограм.

II. КОНТРОЛЬ ОПОРНИХ ЗНАНЬ

2.1. Загальні цілі

Студенту потрібно знати:

- клінічну анатомію внутрішнього вуха;
- топографічні взаємовідношення присінка, півколових каналів і завитки;
- провідні шляхи слухового аналізатора.

Студент повинен уміти використовувати отримані знання для подальшого вивчення методів дослідження слухового аналізатора, діагностики, лікування найбільш поширених захворювань внутрішнього вуха та слухового нерва

2.2. Тестові завдання для перевірки базових знань за темою заняття

1. У якому відділі внутрішнього вуха локалізується слуховий аналізатор?

- A. Присінок
- B. Завитка
- C. Півколові канали
- D. Внутрішній слуховий прохід
- E. Водопровід завитки.

2. З яких відділів складається внутрішнє вухо?

- A. Барабанна порожнина, соскоподібний відросток, евстахієва труба
- B. Вушна раковина, зовнішній слуховий прохід
- C. Барабанна порожнина, завитка
- D. Присінок, півколові канали, завитка
- E. Присінок, завитка, внутрішній слуховий прохід

3. Де розташований перилімфатичний простір?

- A. Між завиткою та присінком
- B. Між присінком та півколовими каналами
- C. Між барабанною перетинкою та медіальною стінкою барабанної порожнини
- D. У перетинчастому лабіринті
- E. Між кістковим і перетинчастим лабіринтами

4. Де розташований ендолімфатичний простір?

- A. Між завиткою та присінком
- B. Між присінком та півколовими каналами
- C. Між барабанною перетинкою і медіальною стінкою барабанної порожнини
- D. У перетинчастому лабіринті
- E. Між кістковим і перетинчастим лабіринтами

5. У якому відділі внутрішнього вуха локалізується отолітовий апарат?

- A. Присінок
- B. Завитка
- C. Півколові канали
- D. Внутрішній слуховий прохід
- E. Водопровід завитки

6. Де розташоване внутрішнє вухо?

- A. Барабанна порожнина
- B. Тіло основної кістки
- C. Піраміда скроневої кістки
- D. Тіло верхньощелепної кістки
- E. Соскоподібний відросток

III. ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ УМІНЬ, НАВИЧОК

3.1. Зміст заняття, теоретичні аспекти

Скронева кістка всередині містить барабанну порожнину, печеру; слухові кісточки, лабіринт — органи слуху і рівноваги. На задній поверхні піраміди розташовуються: внутрішнє слуховий отвір і внутрішній слуховий прохід для VII і VIII пар черепних нервів. Складається філогенетично з трьох відділів — *pars squamosa*, *pars petrosa*, *pars tympanica*. У немовлят між цими частинами можуть бути незрощення — дегіценції.

Внутрішнє вухо є функціонально найважливішим і найскладнішим за будовою відділом органа слуху та рівноваги. Воно складається з кісткового та перетинчастого лабіринтів, розміщених у кам'янистій частині (піраміді) скроневої кістки. Кістковий лабіринт розташований у губчастій кістковій речовині й містить всередині перетинчастий лабіринт, який повторює обриси кісткового лабіринту.

Кістковий лабіринт являє собою сукупність різних за формою порожнин, стінка яких побудована зі щільної компактної кісткової речовини і вистелена всередині тонкою сполучнотканинною оболонкою. Кістковий лабіринт складається з трьох частин: центральне положення займає присінок, спереду від нього розташована завитка, ззаду містяться півколові канали.

Присінок (*vestibulum*) являє собою порожнину неправильної форми, має виразний внутрішній рельєф і отвори на своїх стінках. На бічній стінці, оберненій до барабанної порожнини, знаходиться овальної форми вікно присінка, закрите основою стремінця. Недалеко від нього, біля входу в завитку, міститься круглої форми вікно завитки, закрите вторинною барабанною перетинкою. На задній стінці присінка є п'ять невеликих отворів півколових каналів. У присінку розташований отолітовий апарат, у трьох півколових каналах ампулярний — це вестибулярний, більш філогенетичний старий відділ внутрішнього вуха. Завитка, або равлик (*cochlea*) являє собою спірально закручений канал, який утворює два з половиною оберти навколо осі завитки, що прямує майже горизонтально.

Завитка — це кістковий канал, що сліпо закінчується, згорнутий як мушля слимака, утворює 2,5 оберти навколо кісткової осі — стрижня. Діаметр каналу неоднаковий: біля основи він становить 5 мм, у середній частині — 4 мм, біля верхівки — 2 мм. Загальна довжина завитки 35 мм. Кісткова вісь завитки лежить горизонтально. Стінки ка-

налу, розташовані ближче до осі, називають внутрішніми, протилежні — зовнішніми. Ті стінки, що лежать ближче до верхівки завитки — верхніми, біля основи — нижніми.

На внутрішній стінці кісткового каналу завитки є кістковий виступ, який називається спіральною пластинкою. Зсередини кісткова стінка вкрита окістям. Завиткова протока — це спіральний канал з трикутним просвітом завдовжки 3,5 см, який сліпо закінчується біля верхівки кісткової завитки і зрощений з нею в ділянці спіральної зв'язки і лімба. Порожнина кісткового каналу завитки, завдяки наявності завиткової протоки, поділяється на три поверхи — верхній, середній і нижній. Верхній і нижній мають назву сходів — верхні присінкові, або вестибулярні, та нижні барабанні, або тимпанальні. Сходи заповнені перилімфою і сполучаються між собою на верхівці завитки за допомогою отвору, що має назву гелікотреми. Середній поверх — це завиткова протока, заповнена ендолімфою. На аксіальному розрізі завитки протока завитки має форму трикутника та два сліпих кінця. Протока завитки має три стінки.

Зовнішня стінки утворена судинною смужкою, яка лежить на спіральній зв'язці. Судинна смужка представлена багаторядним епітелієм, який виконує секреторну функцію. Це єдиний в нашому організмі епітелій, що містить кровоносні судини. Побудована судинна смужка з багаторядного епітелію, який складається з плоских базальних світлих клітин і високих призматичних темних клітин з відростками, багатими на мітохондрії; між клітинами проходять гемокапіляри. Слід пам'ятати, що судинна смужка — єдине місце в організмі, де в епітелії є судини. Припускають, що судинна смужка виконує секреторну функцію, а також забезпечує трофіку клітин спірального органа.

Верхня стінка розташована під кутом 45° і називається вестибулярною, або мембраною Рейснера. Верхня стінка натягнута між верхнім краєм спіральної зв'язки й основою верхньої губи лімба, її товщина 3 мкм, побудована вона з тонкофібрилярної сполучнотканинної пластинки, вкритої одношаровим плоским епітелієм з боку ендолімфи і ендотелієм з боку перилімфи.

Нижня стінка завиткової протоки утворена базиллярною пластинкою, яка у вигляді спіралі тягнеться вздовж усієї завиткової протоки і натягнута між нижньою губою лімба та виступом спіральної зв'язки. Ця найскладніша за будовою стінка має три шари: базальну мембрану, шар колагенових волокон і покривний шар. Базальна мембрана —

це шар нижньої стінки, на якому безпосередньо лежать епітеліальні клітини спірального органа. Другий шар утворений тонкими колагеновими волокнами, які ще називають слуховими струнами. Останні мають різну довжину за ходом протоки — довші розміщені на вершині завитки (їхня довжина досягає 500 мкм), коротші — біля її основи (довжина близько 100 мкм). Волокна складаються з тонких фібрил діаметром 30 нм, які анастомозують між собою за допомогою більш тонких пучків. Волокна занурені у гомогенну основну речовину. Покривний шар утворений одним шаром плоских клітин, які називаються ендотелієм.

Будова спірального органа. Тепер розглянемо безпосередню структуру кортієва органа, що розташований у завитковому каналі, межі якого утворюють основна мембрана, рейснерова мембрана та судинна смужка. На базилярній мембрані міститься кортіїв орган — багатоклітинна пластинка завдовжки близько 3,5 см, завширшки до 0,5 мм. Спіральний орган утворений двома типами клітин — сенсорними (волосковими) і підтримувальними. За своєю топографією усі клітини поділяються на зовнішні та внутрішні, межею між ними служить так званий внутрішній тунель. Сенсоепітеліальні волоскові клітини не контактують базальною мембраною, їх тіла лежать на поверхні підтримувальних клітин. Базальна поверхня цих клітин обплетена аферентними й еферентними чашоподібними нервовими закінченнями. Апікальна частина клітин вкрита кутикулою, через яку проходять стереоцилії. Над спіральним органом вільно нависає покривна (текторіальна) мембрана. При коливанні стереоцилій у цитоплазмі через виникнення хімічних реакцій утворюється передача імпульсу з волоскової клітини на синапс, який надалі аферентними волокнами передається у центральну нервову систему, й там дешифрується вищими аналізаторами.

Сенсорні (волоскові) клітини спірального органа включають зовнішні та внутрішні. Одні й другі лежать на відповідних їм фалангових клітинах у спеціальних заглибинах тіл останніх, утворюючи таку ж кількість рядів. Таким чином, сенсорні клітини не контактують з базальною мембраною, але вершинами доходять до поверхні спірального органа. Внутрішні волоскові епітеліоцити мають форму глечика з розширеною основою і лежать в один ряд. На поверхні їхніх злегка опуклих вершин є від 30 до 60 великих спеціалізованих мікрроворсинок — стереоцилій. Це жорсткі циліндричні утвори завдовжки 3 мкм і діаметром 0,3 мкм, звужені біля основи, у цьому місці вони здатні

згинатися, а потім повертатися у вихідне положення. На поверхні волоскової клітини стереоцилії різної довжини розташовані у певному порядку за зростом, подібно до труб органа. Апікальна частина клітини вкрита кутикулою, через яку проходять стереоцилії. У людини є приблизно 3500 внутрішніх волоскових клітин. При електронній мікроскопії ми бачимо, що на апікальній їхній поверхні розташовуються лінійно близько 50–70 стереоцилій у кожній клітині. Зовнішні волоскові епітеліоцити мають циліндричну форму й округлу основу і лежать у три-п'ять рядів. У людини є 12–20 тис. цих клітин, лежать вони у 3–5 рядів, як і внутрішні, несуть на своїй апікальній поверхні кутикулярну пластинку зі стереоциліями, які утворюють щіточку з кількох рядів у вигляді літери V. Очевидно, особливі механічні властивості стереоцилій (жорсткість і здатність згинатися тільки біля основи) необхідні для тонкої вибіркової чутливості волоскових клітин, завдяки якій вони можуть реагувати на звуки певної висоти. Зовнішні сенсорні клітини значно чутливіші до звуків більшої інтенсивності, ніж внутрішні, тому вважається, що внутрішні волоскові клітини диференціюють звуки переважно за частотою, тобто висотою, а зовнішні — за інтенсивністю, тобто гучністю. Для них характерно розташування ядра в базальній частині та скупчення мітохондрій на апікальному та базальному полюсах. На апікальній поверхні 100–300 стереоцилій розташовуються у вигляді літери V або W.

Над спіральним органом вільно нависає так звана покривна (текторіальна) мембрана. Це спіральна пластинка желеподібної консистенції, яка має зв'язок з епітелієм вестибулярної губи лімба. Вона тягнеться вздовж спірального органа, розташовуючись над верхівками його волоскових клітин і контактуючи зі стереоциліями. Ця пластинка складається з тонких орієнтованих радіально колагенових волокон, між якими залягає прозора аморфна речовина з високим вмістом глікозаміногліканів. Збудження внутрішніх і зовнішніх клітин відбувається при контакті стереоцилій з покривною мембраною, яка не притискається до поверхні кортієвого органа, а зміщується відносно нього (ковзає). Стереоцилії містять велику кількість щільно розташованих фібрил, до складу яких входять скорочувальні білки (актин і міозин), завдяки чому вони змінюють своє положення, а також фермент ацетилхолінестераза, який зростає при дії нетривалих звукових коливань і навпаки. Це приводить до збудження рецепторних клітин, внаслідок чого виникає рецепторний потенціал. Інформація передається

аферентним волокнам, що є відростками нервових клітин спірального ганглія, і далі в кору великого мозку.

Підтримувальні клітини спірального органа, на відміну від сенсо-епітеліальних, лежать на базальній мембрані бацилярної пластинки. Їхня цитоплазма багата на тонофібрили. До цієї групи належать: клітини-стовпи (зовнішні та внутрішні); фалангові клітини (зовнішні та внутрішні); пограничні клітини (зовнішні та внутрішні). Клітини-стовпи мають форму піраміди, розташовуються двома рядами так, що їхні основи розсунуті, а вершини контактують. Між ними утворюється просвіт трикутної форми, що називається тунелем. Через нього проходять безмієлінові нервові волокна, які прямують від нейронів спірального ганглія до сенсорних клітин. Фалангові клітини Дейтерса циліндричної форми. На апікальному полюсі клітини мають чашоподібні заглибини, в яких містяться волоскові клітини і пальцеподібні відростки (фаланги), які розмежовують сенсорні клітини. Зовнішні пограничні клітини (Гензена) циліндричної форми. Їхня висота поступово зменшується у латеральному напрямку, цитоплазма містить багато глікогену, ядра розташовані на різних рівнях. На вершинах цих клітин багато мікроворсинок. Зовнішні підтримувальні клітини (Клаудіуса) мають кубічну форму і поступово переходять в епітелій судинної смужки.

Оскільки кровоносні судини безпосередньо не підходять до перелічених клітин кортієва органа, вважається, що опорні клітини, окрім механічної функції, мають ще й живильну функцію, тобто уловлюють з ендолімфи поживні речовини та кисень і передають їх на волоскові клітини.

Будова завитки така, що звукові хвилі при проходженні через неї змінюють свою амплітуду: високочастотні хвилі досягають максимальної амплітуди в нижній частині завитки, низькочастотні — на верхівці. Таким чином, завдяки особливостям своєї будови, завитка розподіляє звуки різної частоти на окремо розташовані слухові волоскові клітини.

Як здійснюється звукопроведення у завитці? Коливання повітря передаються на барабанну перетинку і через ланцюжок слухових кісточок досягають основи стремінця. Зміщуючись подібно до поршня в овальному вікні, основа стремінця передає коливання на перилімфу вестибулярних сходів завитки. Через отвір на вершині завитки коливання переходять на перилімфу барабаних сходів. Віддача коливань відбувається через кругле вікно, яке випинається в барабанну порож-

нину тоді, коли основа стремінця заглиблюється в овальне вікно. Коливання перилімфи вестибулярних сходів передаються через вестибулярну мембрану на ендолімфу протоки завитки і охоплюють базилярну і текторіальну мембрани. Ці рухи відповідають частоті та інтенсивності звуків. У результаті відбувається відхилення стереоцилій сенсорних клітин та їхнє збудження. Воно супроводжується взаємодією ацетилхоліну, що міститься в ендолімфі, з холінорецепторним білком у мембранах стереоцилій. Це приводить до виникнення рецепторного потенціалу (мікрофонний ефект). Нервові імпульси через слуховий нерв передаються у центральні відділи слухового аналізатора.

Кровопостачання внутрішнього вуха здійснюється лабіринтною артерією, яка частіше відходить від передньої нижньомозочкової артерії, або від базилярної артерії. *Arteria labyrinthi* вступає у внутрішній слуховий прохід разом з лицевим та статоакустичним нервами. Вона є кінцевою артерією, тобто не має значних анастомозів з іншими артеріями. Хід цієї артерії найчастіше прямий (при відходженні від нижньопередньої мозочкової артерії) або дугоподібний (при відходженні від основної артерії). Ширина просвіту лабіринтної артерії мала і може бути зарахована до субміліметрових. При вході у внутрішнє вухо лабіринтна артерія ділиться на передньоприсінкову артерію та загальну завиткову артерію, яка закінчується розподілом на присінково-завиткову та завиткову артерії. Завиткова артерія потім через модіолус, або стрижень, розгалужується в судинній смужці равликового ходу. Між цими гілками лабіринтної артерії майже немає анастомозів на рівні верхніх відділів лабіринту на відміну від колатералей на рівні нижніх відділів лабіринту, тобто вестибулярного апарату. Ці анатомічні особливості зумовлюють різну чутливість відділів лабіринту до ішемії. Більш чутливим є кохлеарний апарат, менш — вестибулярний. Тому при ураженні внутрішнього вуха у першу чергу страждає слух, потім рівновага. Вушний лабіринт також чутливий до розвитку ішемічних станів у вертебро-базилярному басейні. Запаморочення в цих умовах зумовлюється різницею між кровотоком по правій та лівій лабіринтних артеріях або великих судинах вертебро-базилярної системи.

Провідний шлях слухового аналізатора. У *modiolus* лежить тіло першого нейрона шляху слухового аналізатора. Дендрити біполярних нейронів з'єднані з рецепторними клітинами спірального органа. Аксони нейронів утворюють кохлеарний нерв, який приєднується до *n. vestibularis* через *meatus acusticus internus* до мосто-мозочкового кута.

У цьому місці *n. vestibulocochlearis* проникає у стовбур мозку. Висхідні волокна прямують до заднього кохлеарного ядра, а низхідні гілки — до *n. cochlearis anterior*. Після цього відбувається перехрест слухового шляху. Наступною частиною висхідного процесу слухової інформації в стовбурі мозку є верхнє оливне ядро, яке отримує інформацію від кохлеарного ядра і починає процес інтерпретації та аналізу інформації. Це процес оцінки локалізації звуку через різницю у часі та інтенсивності між кожним вухом. Після верхнього оливного ядра слухова обробка продовжується до ядра, яке називається нижнім горбком. Нижній горбок — це структура середнього мозку, яка об'єднує переважну більшість висхідної слухової інформації та проєктується через таламус до слухової кори. Потім медіальне колінчасте ядро таламуса отримує слухову інформацію від трьох ядер стовбура мозку. Інформація інтегрується, і медіальне колінчасте ядро проєктує цю інформацію до слухової кори в скроневій частці кори головного мозку (верхня вискова звивина Гешля).

3.3. Вимоги до результатів роботи з даної теми

1. Складіть схему розташування відділів внутрішнього вуха, перилімфатичного та ендолімфатичного просторів.
2. Намалюйте схему розташування клітин кортієвого органа.
3. Зобразіть схему кровопостачання внутрішнього вуха.

3.4. Тестові завдання для самоконтролю оволодіння знаннями, вміннями, навичками

1. Чим заповнені сходи завитки?
 - A. Ендолімфою
 - B. Перилімфою
 - C. Спинномозковою рідиною
 - D. Повітрям
 - E. Сполучною тканиною.
2. Чим утворена зовнішня стінка власного завиткового ходу?
 - A. Покривною мембраною
 - B. Базилярною мембраною
 - C. Судинною смужкою
 - D. Кісткою
 - E. Рейснеровою мембраною

3. Чим утворена нижня стінка власного завиткового ходу?

- A. Покривною мембраною
- B. Базилярною мембраною
- C. Судинною смужкою
- D. Кісткою
- E. Рейснеровою мембраною

4. Чим утворена верхня стінка власного завиткового ходу?

- A. Покривною мембраною
- B. Базилярною мембраною
- C. Судинною смужкою
- D. Кісткою
- E. Рейснеровою мембраною

5. Яка приблизна довжина базальної мембрани завиткового ходу?

- A. 1 см
- B. 3,5 см
- C. 7,5 см
- D. 8,5 см
- E. 10,5 см

6. Що розташовано на апікальній поверхні сенсорних клітин?

- A. Шипи
- B. Вакуолі
- C. Тоніфібрили
- D. Текторіальна мембрана
- E. Стероцилії

7. Симптоми, що можуть спостерігатися при переломі задньої кісткової стінки слухового проходу:

- A. Від вестибулярної губи лімба тягнеться вздовж вестибулярних сходів
- B. Від вестибулярної губи лімба тягнеться вздовж кохлеарних сходів
- C. Від рейснерової мембрани лімба тягнеться вздовж спірального органа
- D. Від вестибулярної губи лімба тягнеться вздовж спірального органа
- E. Від вестибулярної губи лімба тягнеться вздовж ампулярного апарату

8. Які розрізняють підтримувальні клітини?

- A. Клаудіуса, Роллера, Дейтерса
- B. Клаудіуса, Дейтерса, Бехтерева
- C. Бехтерева, Гензена, Дейтерса
- D. Клаудіуса, Роллера, Дейтерса
- E. Гензена, Роллера, Бехтерева

9. Де розташована найбільша ширина основної мембрани?

- A. Біля основи завитки
- B. У середній частині
- C. У верхівки завитки
- D. Однакова на всьому протязі
- E. На верхівці та на основі

10. З якого кровоносного басейну відбувається кровопостачання внутрішнього вуха?

- A. З басейну внутрішньої сонної артерії
- B. З басейну зовнішньої сонної артерії
- C. З басейну вушноскроневої артерії
- D. З басейну верхньощелепної артерії
- E. З вертебробазиллярного басейну

11. З якими судинами анастомозує лабіринтна артерія?

- A. Нижньопередня мозочкова артерія
- B. Анастомозів немає
- C. Присінково-завиткова
- D. З отолітовою
- E. З ампулярною

12. Де розташований 1-й нейрон слухового шляху?

- A. Стрижень
- B. Верхнє оливне ядро
- C. Стовбур мозку
- D. Нижні горбки четверогорб'я
- E. Верхня вискова звивина Гешля

13. Де розташований 2-й нейрон слухового шляху?

- A. Стрижень
- B. Верхнє оливне ядро

- C. Стовбур мозку
- D. Нижні бугри четверогорб'я
- E. Верхня вискова звивина Гешля

14. Де розташований 4-й нейрон слухового шляху?

- A. Стрижень
- B. Верхнє оливне ядро
- C. Стовбур мозку
- D. Нижні бугри четверогорб'я
- E. Верхня вискова звивина Гешля

15. Які ви знаєте кохлеарні ядра стовбура мозку?

- A. Медіальне та латеральне
- B. Клаудіуса, Роллера, Дейтерса
- C. Переднє та заднє
- D. Клаудіуса, Бехтерева
- E. Верхнє та нижнє

16. Які анатомічні утворення розташовані у піраміді скроневої кістки?

- A. Зовнішній слуховий прохід
- B. Барабанна порожнина
- C. Півколові канали
- D. Соскоподібний відросток
- E. Євстахієва труба

17. Скільки обертів робить завитка:

- A. 1,5
- B. 2,5
- C. 3,5
- D. 4,5
- E. 5,5

18. Чим заповнений завитковий хід?

- A. Ендолімфою
- B. Перилімфою
- C. Спинномозковою рідиною
- D. Повітрям
- E. Сполучною тканиною

19. Через яке анатомічне утворення поєднуються сходи присінка та завитки?

- A. Через овальне вікно
- B. Через гелікотрему
- C. Через кругле вікно
- D. Через дегіценції
- E. Через водопровід завитки

20. Що розташовано у стрижні?

- A. Гілки лабіринтної артерії
- B. Гілки лабіринтної вени
- C. 1-й нейрон
- D. Гілки кохлеарного нерву
- E. Усе перераховане

Питання для контролю

- 1. Відділи скроневої кістки.
- 2. Відділи внутрішнього вуха.
- 3. Будова перетинчастого лабіринту.
- 4. Простори внутрішнього вуха.
- 5. Будова кісткової завитки.
- 6. Будова перетинчастої завитки.
- 7. Будова кортієвого органа.
- 8. Кровообіг внутрішнього вуха.
- 9. Провідний шлях слухового аналізатора.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Оториноларингологія / Заболотний Д. І., Мітін Ю. В., Безшапочний С. Б., Деєва Ю. В. Київ : ВСВ «Медицина», 2020. 472 с.

2. Сучасна невідкладна допомога хворим із гострими та хронічними захворюваннями ЛОР-органів та при їх ускладненнях : навч.-метод. посіб. для студентів вищих медичних навчальних закладів III–IV рівнів акредитації, лікарів-оториноларингологів та сімейних лікарів / Ф. Д. Євчев, С. М. Пухлік, О. В. Тігаренко та ін. Одеса : Олді+, 2023. 272 с.

3. Онопрійчук Д. В. Конспект з оториноларингології. Рута, 2023. 312 с.

Додаткова

1. John C. Watkinson, Ray W. Clarke. Essential Otorhinolaryngology, Head & Neck Surgery. 2021. 549 p.

2. Освіта дітей з порушеннями слуху: сучасні тенденції та технології : навч.-метод. посіб. / Таранченко О. М., Литовченко С. В., Федоренко О. Ф. та ін. Київ : Вид-во ФОП Симоненко О. І., 2018. 250 с.

Практичне заняття № 3. ВИНИКНЕННЯ ЗВУКІВ, ЇХНІ ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ

Мета. Удосконалити та поглибити знання здобувачів вищої освіти з сучасних уявлень клінічної анатомії, архітектоніки та топографічних взаємовідношень зовнішнього та середнього вуха із суміжними анатомічними утвореннями. Без знань анатомо-фізіологічних особливостей вуха неможливо правильно оцінювати клінічну ситуацію при різноманітних захворюваннях та порушеннях слуху. Спрямувати знання на підвищення рівня засвоєння навчального матеріалу, формування компетентностей, розвиток наукового мислення та усного мовлення здобувачів вищої освіти.

Основні поняття. Звук. Фізичне та фізіологічне уявлення про звук. Звукова хвиля, її властивості. Особливості поширення звуку у просторі. Характеристика мовних сигналів. Закони поглинання та відображення у діяльності звукопровідної системи. Імпеданс та резонанс. Основні аудіометричні одиниці. Концепція діапазону частот. Область слухового сприйняття.

Обладнання. Мультимедійні презентації, таблиці, муляжі, тренажери, відеофільми, набори інструментів, камертонів, аудіограм, томограм.

II. Контроль опорних знань

2.1. Загальні цілі

Поглибити знання про звук для вдосконалення клінічної діагностики порушень слуху. Вміти маніпулювати та застосовувати у лікарській практиці основні концепції діапазону частот слуху людини.

Студенту потрібно знати:

- основні характеристики звуку;
- основні характеристики слуху;
- типи та будову камертонів.

На основі теоретичних знань з теми *оволодіти:*

- методикою визначення повітряної провідності;
- методикою визначення кісткової провідності;
- правилами використання камертонів.

2.2. Тестові завдання для перевірки базових знань за темою заняття

1. Що таке звук?

A. Коливальний рух частинок середовища, що поширюється у вигляді хвиль

B. Механічна поздовжня хвиля

C. Механічна хвиля з частотою від 20 Гц до 2 кГц

D. Механічна поперечна хвиля

E. Механічна хвиля з частотою від 20 Гц до 20 кГц

2. Від яких характеристик середовища залежить швидкість поширення звуку?

A. Температури

B. Густини

C. Вологості

D. Складу

E. Маси молекул

3. У якому середовищі швидкість поширення звуку найбільша?

A. Сталь

B. Повітря

C. Вода

D. Дерево

E. Однакова в усіх середовищах

4. Висота звуку визначається:

A. Амплітудою коливань джерела звуку

B. Частотою коливань джерела звуку

C. Довжиною хвилі звуку

D. Швидкістю руху джерела звуку

E. Усі відповіді вірні

5. Гучність звуку визначається:

A. Амплітудою

B. Частотою

C. Швидкості

D. Фазою

E. Довжиною хвилі

6. Інфразвук — це звукові хвилі, частота яких:

- A. Більша за 20 Гц
- B. Менша за 20 Гц
- C. Більша за 20 кГц
- D. Менша за 20 кГц
- E. Між 20 Гц та 20 кГц

7. Ехолокація — спосіб виявлення й отримання інформації про об'єкт за допомогою:

- A. Інфразвуку
- B. Поширення звуку в пружному середовищі
- C. Ультразвуку
- D. Поширення звуку в повітрі
- E. Відлуння

III. ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ УМІНЬ, НАВИЧОК

3.1. Зміст заняття, теоретичні аспекти

Звук — це форма енергії, яка поширюється у формі хвилі. Швидкість звуку залежить від середовища, через яке хвиля проходить. Швидкість звуку в повітрі 343 м/с, у воді 1482 м/с. Звукові частоти, які чує людина, варіюються приблизно від 16 до 20 000 циклів на секунду (Гц). Інтенсивність звуку вимірюється у децибелах (дБ).

Звук виникає в результаті коливання будь-яких предметів з визначеною частотою. Простір, у якому поширюється звук називається звуковим полем. Звуки багатьох музичних інструментів — результат коливання натягнутих струн (скрипка, гітара, піаніно) або натягнутої шкіри (барабан). Звук голосу людини — результат коливання голосових складок в гортані під дією струменя видихуваного повітря. Ці звукові коливання поширюються повітрям і потрапляють у наше вухо.

Основні характеристики звуків:

- 1) інтенсивність (одиниця виміру — децибел, дБ);
- 2) частота коливань (одиниця виміру — герц, Гц);
- 3) спектр;
- 4) тривалість;
- 5) фаза.

Технічні терміни: амплітуда / сила звуку — довжина хвилі. Гучність вказує на інтенсивність звуку, вимірюється у децибелах (дБ).

Частота — кількість циклів коливань у секунду, вимірюється у герцах (Гц). Імпеданс — опір середовища звуковим хвилям.

Інтенсивність звуку — характеристика сили звуку. Одиниця вимірювання інтенсивності звуків — децибел — відносна величина, яка позначає рівень звуку, виражений у логарифмічній шкалі. За нуль децибел прийнято середній поріг слуху для здорової популяції на частоті 1 кГц. Він називається абсолютним рівнем звукового тиску. Що гучніший звук, то більше число децибелів. У деяких випадках рівень звукового тиску розраховується щодо порога сприйняття пацієнта, при цьому використовується термін «над порогом чутності».

Суб'єктивна ознака інтенсивності звуку — **гучність** — характеризує силу слухових відчуттів людини при сприйнятті звуку. Гучність звуку зростає зі збільшенням інтенсивності звуку.

Простий гармонічний рух — це періодичний рух, який обертається навколо нульової точки з однаковими амплітудами. **Амплітуда** — це максимальна величина зміщення від нульової точки в одному напрямку. **Частота** — це одиничний гармонічний рух — кількість циклів за секунду. **Період** залежить від частоти — довжина між однаковими точками коливань хвилі.

Частота звуку — кількість звукових коливань за секунду. Одиниця вимірювання частоти звуку — герц (Гц), відповідає 1 коливанню за секунду. Час, протягом якого відбувається одне повне коливання, називається періодом коливання. Для звукових коливань понад 1000 Гц часто використовують позначення кілогерц — кГц, тобто $1000 \text{ Гц} = 1 \text{ кГц}$.

Суб'єктивна ознака частоти звуку — його **висота**. Що більша частота звуку, то більш високим він сприймається людиною.

Спектр звуку — характеристика звуку: які частоти утворюють даний звуковий сигнал і яке співвідношення їхніх інтенсивностей.

Певною мірою суб'єктивною ознакою спектра звуку є його **тембр**. Звук може складатися з коливання однієї частоти. Більшість звуків, навіть мова, містять багато частот.

Простий тон (синусоїдальний) включає коливання однієї частоти. Такі сигнали створюють штучно за допомогою приладу, вони використовуються при дослідженні слуху методом тональної аудіометрії. Частина звуків, включаючи музичні звуки та голосні звуки мови, складаються з кількох найпростіших тонів. У музичних звуках розрізняють основний тон та обертони, які надають звуку тембрового забарвлення.

Шуми являють собою сукупність безладних коливань, не пов'язаних між собою правильною числовою залежністю, наприклад, стукіт, гул, шарудіння, кашель, шум води, звук кроків та ін. Більшість приголосних звуків мови за цим критерієм належать до шумових сигналів.

Фаза звуку. Для опису відносних тимчасових характеристик звукових хвиль використовують поняття «фази звукової хвилі». Аналіз характеристик звукових коливань, що надходять у праве і ліве вухо, дуже важливе визначення положення джерела звуку у просторі. Завдяки тому, що між вухами є деяка відстань, звук у кожне з них надходить у різний час. За затримкою потраплення (за зрушенням фази) однієї і тієї ж звукової хвилі в праве і ліве вухо мозок визначає просторове положення джерела звуку. Людина з односторонньою глухотою або одним слуховим апаратом / кохлеарним імплантом не може використовувати цю інформацію при локації звуку і не може визначити, звідки йде звук, якщо не повертатиме голову і не бачитиме джерело звуку.

Характеристики мовних сигналів. За значенням для людини звукові сигнали, що існують у природі, можна поділити на кілька груп: мова, музичні звуки, шуми (різні навколишні побутові звуки, звуки природи, промислові та транспортні звуки). Інтенсивність звичайної розмовної мови становить 50–60 дБ, хоча може коливатися від 40 дБ (тихе, але не шепітне мовлення) до 70 дБ (мова лектора або оратора). Інтенсивність мови визначається силою видиху та об'ємом резонансних порожнин артикуляційної системи (насамперед ротової порожнини) при говорінні. Розмовна мова включає частоти від 70 до 8000 Гц. При цьому основна частина звуків мови має частоти від 500 до 4000 Гц, а основна потужність розмовної мови займає частоти до 1000 Гц.

Різноманітність звуків мови та їхні характеристики визначаються:

— наявністю / відсутністю перешкоди на шляху проходження повітряного струменя органами артикуляції (голосні / приголосні);

— способом та місцем утворення цієї перешкоди (губні / зубні) та ін.;

— наявність / відсутність коливань голосових складок у момент вимови даного звуку (голосні + дзвінкі приголосні / глухі приголосні);

— проходженням повітря через ротову або носову порожнину (сонорні / несонорні).

Основні характеристики слуху людини

- Поріг слуху
- Поріг дискомфорту
- Больовий поріг
- Частотний діапазон слуху
- Динамічний діапазон слуху
- Диференційний поріг слуху
- Бінауральний слух
- Слухова адаптація

Поріг слуху слухового відчуття, абсолютний поріг слуху — мінімальний рівень звуку, який сприймає людина. Пороги слуху на частоті 200 Гц вище на 35 дБ, а на 100 Гц — на 60 дБ, ніж пороги слуху на частоті 1000 Гц. Завдяки цьому людина не чує низькочастотних шумів свого тіла, що викликаються рухом крові по судинах, скороченням м'язів, диханням.

Поріг дискомфорту. Рівень звуків, що викликають неприємні відчуття, у людини з нормальним слухом становить 100–110 дБ і залежить не тільки від стану слуху, а й від рівня збудливості нервової системи.

Больовий поріг. Рівень звуків, що викликають больові відчуття, становить 130–140 дБ.

Частотний діапазон слуху. Діапазон звуків за частотою, що сприймаються людиною, в нормі становить від 20 до 20 000 Гц. Звуки, частота яких нижче 20 Гц, називаються інфразвуками, звуки частотою вище 20 000 Гц — ультразвуками. Людина здатна сприймати ультразвуки, якщо їхнє джерело торкається до кісток черепа. Ця властивість використовується при діагностиці порушень слуху. У дослідженнях слуху діапазон звукових частот умовно поділяють на такі:

- низькі частоти — до 500 Гц;
- середні частоти — 500–3000 Гц;
- високі частоти — 3000–8000 Гц;
- надвисокі частоти — понад 8000 Гц.

Диференційний поріг слуху. Мінімальні відмінності між двома звуками, які може виявити людина, називаються диференційними порогоми слуху. Це можуть бути відмінності, між звуками:

- за частотою;
- за інтенсивністю;
- за тривалістю.

Бінауральний слух — сприйняття звуків обома вухами з подальшою їхньою обробкою в симетричних слухових центрах мозку. Звуки, що надходять у праве і ліве вухо, відрізняються за амплітудними, спектральними, часовими характеристикам, однак у слуховій системі вони зливаються в єдиний слуховий образ. Бінауральний слух важливий для таких характеристик:

- локалізації звуку в просторі;
- сприйняття мови у шумі;
- сприйняття мови за умов реверберації;
- сприйняття мови при різному розташуванні співрозмовника (від «ефекту тіні голови»);
- сприйняття мови під час спілкування з кількома співрозмовниками.

Слухова адаптація проявляється у тимчасовому підвищенні порогів слуху (зниження чутливості), що виникає в результаті передучої звукової стимуляції. Це захисний механізм вуха від перевтомлювання.

Дифракція. Звукова хвиля поширюється від джерела звуку на всі боки. Огинання звуками предметів називається дифракцією. Тому ми можемо чути мову, не бачачи співбесідника.

Відображення та поглинання звуку (реверберація). У закритому приміщенні звук, що досягає поверхні стін, стелі, частково ними поглинається, а частково відбивається. Співвідношення поглиненої та відбитої енергії в приміщенні залежить від матеріалу та конструкції поверхонь стін та стелі. Це важливо для концертних залів.

Маскування. Звукові сигнали можна розділити на корисний сигнал і шуми, що заважають. Корисний сигнал — це звуки, які в даний момент репрезентують інтерес для людини. По відношенню до них інші звуки заважають, при цьому вони маскують корисний сигнал.

Резонанс. Якщо у звуковому полі одного джерела звуку знаходиться предмет, здатний звучати, то під дією звукової хвилі він починає коливатися, стаючи вторинним випромінювачем звуку — резонатором. Резонанс особливо виражений, коли резонатор і первинне джерело звуку мають однакову частоту власних коливань. Резонансні властивості мають різні структури зовнішнього і середнього вуха, через що у вусі посилюються певні частоти звуків. Здебільшого це відбувається в діапазоні мовних частот.

3.2. Методика виконання роботи, етапи виконання

Перелік навчальних практичних завдань, які необхідно виконати під час практичного заняття:

1. Види камертонів.
2. Будова камертонів та правила їхнього використання.
3. Методика визначення повітряної провідності.
4. Методика визначення кісткової провідності.

Види камертонів. Більш точним методом є дослідження слуху за допомогою камертонів. Камертони видають чисті тони, причому висота тону (частота коливань) для кожного камертона постійна. На практиці застосовуються зазвичай камертони, настроєні на тон С (до) у різних октавах. Дослідження слуху проводяться зазвичай камертонами С128, С512, С1021, С2048, С4096. Для більшої наочності камертони позначаються буквою, відповідною назві тону, що видає даний камертон, і цифрою, що показує кількість коливань за секунду.

Будова та правила використання камертонів. Камертон складається з ніжки і двох бранш (гілок). Для приведення камертона в стан звучання бранші ударяють об який-небудь предмет. Після того як камертон почав звучати, не слід торкатися до його бранш рукою. За допомогою набору камертонів можна виконувати дослідження слуху як щодо його об'єму, так і щодо гостроти. При дослідженні об'єму слухового сприйняття визначається наявність або відсутність сприйняття даного тону хоча б при максимальній силі звучання камертона. У літніх людей, а також при захворюваннях слухового апарату об'єм слуху зменшується за рахунок випадання сприйняття певних тонів.

Дослідження гостроти слуху камертонами засноване на тому, що камертон, будучи приведеним у коливання, звучить протягом певного часу, причому сила звучання зменшується відповідно до зниження амплітуди коливань камертона і поступово сходить нанівець.

З огляду на те, що тривалість звучання камертона залежить від сили удару, за допомогою якого камертон приведений в стан звучання, ця сила повинна бути завжди максимальною. Низькі камертони ударяють браншами об свій лікоть або долоню, а високі — об край дерев'яного предмета або щипком.

Визначення повітряної провідності. Дослідження повітряної провідності бранші приведенного в стан звучання камертона підносять до зовнішнього слухового проходу досліджуваного вуха і визначають

тривалість звучання камертона, тобто проміжок часу від початку звучання до моменту зникнення чутності звуку. Не можна торкатися браншами до вуха, волосся, одягу досліджуваного, тому що це припиняє або скорочує звучання камертона.

Визначення кісткової провідності. Кісткову провідність досліджують, притискаючи ніжку звучного камертона до соскоподібного відростка досліджуваного вуха або до тім'я, визначаючи проміжок часу між початком звучання і припиненням чутності звуку. Для дослідження кісткової провідності застосовують тільки низькі камертон (зазвичай С128). Високі камертони для цієї мети непридатні, оскільки коливання бранш високого камертона передаються через повітря значно краще, ніж коливання його ніжки через кістку, і тому кісткова провідність маскується в цих випадках повітряною.

3.3. Творче завдання

1. Візьміть камертон з прикріпленим до однієї з його ніжок вістрям, ударте по ньому молоточком і швидко поставте ніжкою на лист паперу з сухим піском.

- Який малюнок ви отримали?
- Поясніть утворений малюнок.
- Чи залишається амплітуда коливань озвученого камертона весь час сталою?
- Як залежить малюнок від сила звуку (сили удару по камертону) та його частоти?

2. Чому звук з однаковою амплітудою, але різними частотами людина сприймає як звук різної гучності?

3. Якщо блискавка вдарила неподалік від вас, чутний різкий одноразовий удар грому, а якщо блискавка була далеко, чутно тривалий гуркіт грому. Чому?

4. На чому заснована дія рупора?

3.4. Тестові завдання для самоконтролю оволодіння знаннями, вміннями, навичками

1. Яка одиниця вимірювання інтенсивності звуку?

А. Бел

- В. Ампер
- С. Ом
- Д. Герц
- Е. Ват

2. Амплітуда звуку — це:

- А. Періодичний рух, який обертається навколо нульової точки
- В. Максимальна величина зміщення від нульової точки в одному

напрямку

- С. Кількість циклів за секунду
- Д. Довжина між однаковими точками коливань хвилі
- Е. Час звучання звуку

3. Частота звуку — це:

- А. Періодичний рух, який обертається навколо нульової точки
- В. Максимальна величина зміщення від нульової точки в одному

напрямку

- С. Кількість циклів за секунду
- Д. Довжина між однаковими точками коливань хвилі
- Е. Час звучання звуку

4. Період звуку — це:

- А. Періодичний рух, який обертається навколо нульової точки
- В. Максимальна величина зміщення від нульової точки в одному

напрямку

- С. Кількість циклів за секунду
- Д. Довжина між однаковими точками коливань хвилі
- Е. Час звучання звуку

5. Тембр звуку — це:

- А. Коливання однієї частоти
- В. Сукупність безладних коливань
- С. Кілька найпростіших тонів
- Д. Довжина між однаковими точками коливань хвилі
- Е. Кількість циклів за секунду

6. Шум — це:

- А. Коливання однієї частоти
- В. Сукупність безладних коливань
- С. Кілька найпростіших тонів

- D. Довжина між однаковими точками коливань хвилі
- E. Кількість циклів за секунду.

7. Інтенсивність розмовної мови становить:

- A. 40–70 дБ
- B. 10–40 дБ
- C. 20–20000 Гц
- D. 500–4000 Гц
- E. 100–140 дБ

8. Частота розмовної мови становить:

- A. 40–70 дБ
- B. 10–40 дБ
- C. 20–20000 Гц
- D. 500–4000 Гц
- E. 100–140 дБ

9. Діапазон слуху становить:

- A. 40–70 дБ
- B. 10–40 дБ
- C. 20–20000 Гц
- D. 500–4000 Гц
- E. 100–140 дБ

10. Больовий поріг становить:

- A. 40–70 дБ
- B. 10–40 дБ
- C. 20–20000 Гц
- D. 500–4000 Гц
- E. 100–140 дБ

11. Різноманітність звуків мови та їхні характеристики визначаються:

- A. Наявністю / відсутністю перешкоди на шляху проходження повітряного струменя органами артикуляції (голосні / приголосні)
- B. Способом та місцем утворення цієї перешкоди (губні / зубні)
- C. Наявністю / відсутністю коливань голосових складок у момент вимови даного звуку (голосні + дзвінки приголосні / глухі приголосні)

- D. Проходженням повітря через ротову або носову порожнину (сонорні / несонорні)
E. Усе перераховане

12. Що НЕ належить до основних характеристик слуху людини?

- A. Динамічний діапазон слуху
- B. Доріг слуху
- C. Диференційний поріг слуху
- D. Слухова адаптація
- E. Амплітуда слуху.

13. Що таке поріг слуху слухового відчуття?

- A. Рівень звуків, що викликають неприємні відчуття
- B. Мінімальний рівень звуку, який сприймає людина
- C. Рівень звуків, що викликають больові відчуття
- D. Мінімальні відмінності між двома звуками
- E. Сприйняття звуку двома вухами

14. Що таке больовий поріг слуху слухового відчуття?

- A. Рівень звуків, що викликають неприємні відчуття
- B. Мінімальний рівень звуку, який сприймає людина
- C. Рівень звуків, що викликають больові відчуття
- D. Мінімальні відмінності між двома звуками
- E. Сприйняття звуку обома вухами

15. Що таке диференційний поріг слуху?

- A. Рівень звуків, що викликають неприємні відчуття
- B. Мінімальний рівень звуку, який сприймає людина
- C. Рівень звуків, що викликають больові відчуття
- D. Мінімальні відмінності між двома звуками
- E. Сприйняття звуку обома вухами

16. Що таке бінауральний слух?

- A. Рівень звуків, що викликають неприємні відчуття
- B. Мінімальний рівень звуку, який сприймає людина
- C. Рівень звуків, що викликають больові відчуття
- D. Мінімальні відмінності між двома звуками
- E. Сприйняття звуку обома вухами

17. Що таке слухова адаптація?

- A. Заглушення корисних сигналів
- B. Відображення та поглинання звуку
- C. Огинання звуками предметів
- D. Тимчасове підвищення порогів слуху
- E. Збіг частот предметів й анатомічних утворень

18. Що таке дифракція звуку?

- A. Заглушення корисних сигналів
- B. Відображення та поглинання звуку
- C. Огинання звуками предметів
- D. Тимчасове підвищення порогів слуху
- E. Збіг частот предметів й анатомічних утворень

19. Що таке реверберація звуку?

- A. Заглушення корисних сигналів
- B. Відбиття та поглинання звуку
- C. Огинання звуками предметів
- D. Тимчасове підвищення порогів слуху
- E. Збіг частот предметів й анатомічних утворень

20. Що таке маскування звуку?

- A. Заглушення корисних сигналів
- B. Відбиття та поглинання звуку
- C. Огинання звуками предметів
- D. Тимчасове підвищення порогів слуху
- E. Збіг частот предметів й анатомічних утворень

21. Що таке резонанс?

- A. Маскування корисних сигналів
- B. Відбиття та поглинання звуку
- C. Огинання звуками предметів
- D. Тимчасове підвищення порогів слуху
- E. Збіг частот предметів й анатомічних утворень

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Оториноларингологія / Заболотний Д. І., Мітін Ю. В., Безшапочний С. Б., Дєєва Ю. В. Київ : ВСВ «Медицина», 2020. 472 с.

2. Сучасна невідкладна допомога хворим із гострими та хронічними захворюваннями ЛОР-органів та при їх ускладненнях : навч.-метод. посіб. для студентів вищих медичних навчальних закладів III–IV рівнів акредитації, лікарів-оториноларингологів та сімейних лікарів / Євчев Ф. Д., Пухлік С. М., Тітаренко О. В. та ін. Одеса : Олді+, 2023. 272 с.

3. Онопрійчук Д. В. Конспект з оториноларингології. Рута, 2023. 312 с.

Додаткова

1. John C. Watkinson, Ray W. Clarke. Essential Otorhinolaryngology, Head & Neck Surgery. 2021. 549 p.

2. Освіта дітей з порушеннями слуху: сучасні тенденції та технології : навч.-метод. посіб. / Таранченко О. М., Литовченко С. В., Федоренко О. Ф. та ін. Київ : Вид-во ФОП Симоненко О. І., 2018. 250 с.

Практичне заняття № 4. ФІЗІОЛОГІЯ СЛУХОВОЇ СИСТЕМИ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ

Мета. Удосконалити та поглибити знання з функцій та механізму роботи слухового аналізатора. Для того щоб визначити залежність зниження слуху та розбірливості мови, необхідні додаткові дослідження, призначення яких базується на фізіологічних аспектах проведення, трансформації та сприйняття звуку.

Основні поняття. Фізіологічна будова слухової системи. Звукопровідний відділ слухової системи: основна функція. Звукосприймаючий відділ слухової системи. Властивості слухового аналізатора. Моно- та бінауральний слух. Здатність диференціювати звук за силою та частотою.

Обладнання. Мультимедійні презентації, таблиці, муляжі, тренажери, відеофільми, набори інструментів, камертонів, аудіограм, томограм.

II. КОНТРОЛЬ ОПОРНИХ ЗНАНЬ

2.1. Загальні цілі

Розкрити значення органа слуху в житті людини; синтезувати знання з біології та фізики для отримання цілісної картини про фізіологію органа слуху; розвивати працювати в колективі, логічно мислити, аналізувати, синтезувати матеріал, узагальнювати, робити висновки; виховувати повагу до думки інших людей.

Студенту потрібно знати:

— клінічну анатомію зовнішнього, середнього та внутрішнього вуха;

— топографічні взаємовідношення зовнішнього, середнього та внутрішнього вуха із суміжними анатомічними утвореннями;

— природу виникнення та параметри звукової хвилі.

На основі теоретичних знань з теми *оволодіти методиками дослідження:*

— шепітної мови;

— розмовної мови.

2.2. Тестові завдання для перевірки базових знань за темою заняття

1. Що таке трансмісія звуку?

A. Проведення імпульсів від кортієвого органа до центральної нервової системи

B. Перетворення та посилення звуку у зовнішньому та середньому вусі

C. Проведення звукових хвиль через звукопровідну систему до кохлеарного органа

D. Центральна слухова обробка сигналу в мозку

E. Сприйняття звуку обома вухами

2. Що таке трансформація звуку?

A. Проведення імпульсів від кортієвого органа до центральної нервової системи

B. Перетворення та посилення звуку у зовнішньому та середньому вусі

C. Проведення звукових хвиль через звукопровідну систему до кохлеарного органа

D. Центральна слухова обробка сигналу в мозку

E. Сприйняття звуку обома вухами

3. Що таке звукосприйняття?

A. Завиткова та центральна слухова обробка сигналу

B. Перетворення та посилення звуку у зовнішньому та середньому вусі

C. Проведення звукових хвиль через звукопровідну систему до кохлеарного органа

D. Проведення імпульсу по слуховому нерву

E. Сприйняття звуку обома вухами

4. Що таке важільний механізм середнього вуха?

A. Передача коливань з короткого відростка молоточка на його ручку

B. Передача коливань з барабанної перетинки на коваделку

C. Передача коливань з довгої ніжки коваделка на стремінце

D. Передача коливань барабанної перетинки через повітря на кругле вікно

E. Передача коливань з ручки молоточка на довгу ніжку коваделка.

5. За рахунок чого відбувається зміщення перилімфи у завитці?
- A. За рахунок того, що звукова хвиля надходить до овального та круглого вікон в однаковій фазі звукового коливання
 - B. За рахунок того, що звукова хвиля надходить до овального та круглого вікон у різних фазах звукового коливання
 - C. За рахунок того, що звукова хвиля розповсюджується в євстахієву трубу
 - D. За рахунок амортизуючої функції кліток соскоподібного відростка
 - E. Передача коливань з ручки молоточка на довгу ніжку коваделка

III. ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ УМІНЬ, НАВИЧОК

3.1. Зміст заняття, теоретичні аспекти

Що потрібно для нормального слуху?

- Адекватний стимул (звук)
- Проведення подразника до органа чуття (слуху)
- Сенсорна трансдукція стимулу в органі слуху
- Нейронна передача сигналу
- Центральна слухова обробка сигналу в мозку

Функції середнього вуха:

- проведення механічної звукової енергії до вушної завитки;
- подолання імпедансу — опору структур середнього вуха при проходженні звукової хвилі;
 - рефлекс затухання-при частотах нижче природного резонансу середнього вуха скорочення його м'язів послаблює передачу звуку приблизно на 10 дБ;
 - фізично захищає завитку;
 - фазовий диференціальний ефект: створює перепад тиску між вікнами лабіринту, що необхідно для руху перилімфи.

Імпеданс визначається як опір передачі звуку. Середнє вухо виконує роль трансформатора опору. Кохлеарні рідини мають імпеданс, як у морської води. Якщо б не було системи середнього вуха 99 % звукових хвиль відбилися б назад з овального вікна. Середнє вухо дає змогу 60 % звукової енергії досягти внутрішнього вуха.

Зовнішнє вухо виконує роль акустичної антени: вушна раковина (разом з головою) дифрагує і фокусує звукові хвилі, раковина і слуховий прохід виконують роль резонатора. З точки зору слуху, барабанна

перетинка є кінцевою частиною зовнішнього вуха, яка, таким чином, функціонує як трубка, відкрита лише з одного кінця. Сумарний ефект відображення звуку від голови, резонанс зовнішнього каналу додає звук у 15–20 дБ тиску в діапазоні частот 2–7 кГц.

Середнє вухо підсилює звук і направляє його до наповненої рідиною вушної раковини. Існує три механізми, за допомогою яких працює трансформатор, але найважливішим є різниця між площею барабанної перетинки та овального вікна. Ця різниця посилює звук у 17 разів. Важелі середнього вуха мають дуже скромний ефект, але в цілому звук посилюється в 20 разів. Третій механізм — конусоподібне викривлення барабанної перетинки.

Загальна ефективна площа барабанної перетинки становить 69 мм². Площа основи стремінця — 3,2 мм². Ефективне співвідношення площ 14:1. Фокусування звукового тиску з великої площі барабанної перетинки до невеликої площі овального вікна трансформує ефективність енергії близько 20–22 рази.

Ручка молоточка у 1,3 раза довша, ніж довгий відросток коваделка. Коливання низької інтенсивності з довгого важеля молоточка передаються на короткий важіль коваделка, трансформуючись у коливання високої інтенсивності. При цьому тиск підвищується майже у 20 разів.

Конусоподібна форма барабанної перетинки сприяє концентрації звукової хвилі на рукоятці молоточка та збільшенню звукового тиску

Захисний рефлекс: коли гучні звуки передаються через кісткову систему і зводять в центральну нервову систему рефлекс виникає після латентного періоду лише від 40 до 80 мс, щоб викликати скорочення стремінцевого м'яза і м'яза, який натягує барабанну перетинку. *M. tensor tympani* тягне за ручку молоточка всередину, а стремінцевий м'яз тягне стреміно назовні. Ці дві сили протистоять одна одній і тим самим спричиняють роботу всієї кісткової системи щодо розвинення їхньої підвищеної жорсткості, значно зменшуючи осцилярну провідність низькочастотного звуку. Ушкодження середнього вуха може призвести до втрати трансформаційного механізму. Втрата рівнів перепаду тиску між двома вікнами призводить до нерухомості перилімфи у внутрішньому вусі та відсутності передачі звукового коливання до кортієвого органа.

Фактори кісткової провідності середнього вуха такі. Вібрація черепа точно передається на внутрішнє вухо безпосередньо двома механізмами: компресійним та інерційним зміщенням кісток черепа.

Коливання кісток також проводяться через зовнішній слуховий канал і повітря в ньому. Вібрація може виходити назовні, якщо канал відкритий. Оклюзія зовнішнього вуха збільшує кісткове проведення. Кісткове сприйняття звуку найкраще підходить для низьких частот та змінюються з оклюзією найбільшого каналу для цих частот.

Фізіологія внутрішнього вуха. Дві важливі функції внутрішнього вуха — це слух і баланс.

Частина внутрішнього вуха, яка відповідає за слух, — це завитка, або равлик. До органа рівноваги належать півколові канали, присінок (маточка і мішечок). Равлик працює як перетворювач, який трансформує звукову енергію у форму, придатну для стимуляції дендритів слухового нерва.

Механічна рухома хвиля («хвиля, що біжить») у завитці є основою частотної вибірковості. Ця хвиля досягає вершини і через гелікотрему повертається до круглого вікна. Звукова енергія подорожує через зовнішнє і середнє вухо, викликає вібрацію пластинки стремінця. Коли хвиля рухається вгору завитки до її вершини, то досягає механічно активної ділянки рейснерової мембрани, яка починає вібрувати. Вона призводить до хвилі натискання на рідини внутрішнього вуха. Тиск у вестибулярній драбині вищий, ніж у тимпанальній, за рахунок градієнта тиску рухомої хвилі. Оскільки базилярна мембрана змінюється за своєю жорсткістю та масою вздовж довжини, вона здатна діяти як фільтр, що реагує на певні звукові частоти у певних місцях.

Коливання відбуваються в точній відповідності з частотою коливання звукових хвиль і викликають потенціали дії такої ж частоти в слуховому нерві. При частоті звукових коливань понад 1000 коливається не вся основна мембрана, а якась її ділянка, починаючи від вікна присінка. Що вища частота коливань, то менша за довжиною ділянка мембрани, починаючи від вікна присінка, приходить у коливання і то менша кількість волоскових клітин приходить у стан збудження. У слуховому нерві в цьому разі реєструються потенціали дії, частота яких менше частоти звукових хвиль, що діють на вухо, причому при високочастотних звукових коливаннях імпульси виникають у меншій кількості волокон, ніж при низькочастотних коливаннях.

Особливості слухового шляху полягають у тому, що, по-перше, спочатку передаються сигнали з обох вух через шляхи обох сторін мозку, з перевагою передачі в контрлатеральний шлях. По-друге, багато колатеральних волокон слухового тракту переходять безпосередньо в сітчасту активуючу систему стовбура головного мозку. По-

третє, високий ступінь просторової орієнтації зберігається у нейронах від завитки аж до кори.

Теорія резонансу Гельмгольца. Відповідно до цієї теорії, у вушній завитці виникають явища механічного резонансу по відношенню до звукових коливань різної частоти. За аналогією зі струнними інструментами, звуки високої частоти викликають коливання коротковолокнистої базиллярної мембрани в основі равлика, а звуки низької частоти — коливання довговолокнистої мембрани у верхній частині равлика. При подачі та сприйнятті складних звуків кілька ділянок мембрани починають колитися одночасно. Чутливі клітини спірального органа сприймають ці коливання і передають їх по нерву до слухових центрів. На основі вивчення теорії Гельмгольца можна зробити три висновки: 1) вушна завитка є ланкою слухового аналізатора, де відбувається первинний аналіз звуків; 2) кожний простий звук має певну ділянку на основній мембрані; 3) низькі звуки приводять у коливальний рух відділи основної мембрани, які розташовані у верхній частині завитки, а високі — біля її основи.

Гідродинамічна теорія Бекеші. Прямі спостереження з реєстрацією коливань базиллярної мембрани показали, що звуки певної висоти викликають на основній мембрані «хвилю, яка біжить». Гребінь цієї хвилі відповідає більшому зсуву базиллярної мембрани в одному з її відділів, локалізація якого залежить від частоти звукових коливань. У міру посилення звуку прогин базиллярної мембрани зміщується. Найнижчі звуки викликають провисання мембрани у верхній частині вушної раковини. Базиллярна мембрана зміщується на гребені «хвилі, яка біжить» і, коливаючись, викликає деформацію зсуву у волоскових клітинах спірального органа тільки над цією ділянкою мембрани.

Телефонна теорія Резерфорда. Останніми роками вдалося відвести струми звуку від кохлеарного вікна до телефона; при цьому телефон відтворює ці звуки з достатньою чіткістю. Такі струми називають мікрокохлеарними потенціалами. Застосування мікроелектродів надало можливість отримати мікрофонні потенціали з будь-якої ділянки основної мембрани. Також було підтверджене просторове розташування сприйняття частот на мембрані, оскільки найвищі мікрофонні потенціали отримані для кожної частоти з певної частини мембрани.

Електричну теорію Девіса можна сформулювати так: гідромеханічні коливання перилімфи передаються ендолімфі та текторіальній мембрані, уражаючи і деформуєчи волоскові клітини. Це викликає утворення потенціалу на сенсорних клітинах і вивільнення з них ме-

діатора, який захоплюється чутливими нервовими закінченнями. Ця теорія пояснює сприйняття звуків лише низької інтенсивності, але не високоінтенсивних.

Цитохімічна теорія Винникова: ендолімфа кохлеарного ходу містить ацетилхолін, який при русі текторіальної мембрани захоплюється специфічними рецепторами волоскових клітин. Вони згинаються під дією скоротливих і мембранних білків.

Ендокохлеарний потенціал. Важливість його полягає в тому, що верхівки волоскових клітин омиваються ендолімфою кохлеарного ходу, тимчасом як перилімфа омиває основу тіла волоскових клітин. Крім того, волоскові клітини мають негативний внутрішньоклітинний потенціал по відношенню до перилімфи й ендолімфи. Коли стереоцилії волоскових клітин загнуті у напрямку довшої, це механічно викликає відкриття провідних каналців, що дає змогу іонам калію швидко рухатися зі *scala media* в стереоцилії. Це викликає деполяризацію волоскових клітин й активує кальцієві канали. Зміна потенціалу сприяє формуванню імпульсу, який передається на провідні шляхи слухового аналізатора.

Сила звуку визначається амплітудою звукової хвилі. Відчуття інтенсивності звуку пов'язане з різним співвідношенням кількості збуджених внутрішніх і зовнішніх волоскових клітин. Оскільки внутрішні клітини менш збудливі, ніж зовнішні, збудження великої їх кількості виникає при дії сильних звуків. Визначення гучності звуку є переважно функцією зовнішніх волоскових клітин, а диференціації звуку за частотою — внутрішніх.

Кохлеарна отоакустична емісія. Енергія, яка виникає при рухливості зовнішньої волоскової клітини, підсилюється у завитці, що сприяє кращому слуху. Так виникає енергія, яку називають отоакустичною емісією. Вона прокладає собі шлях від зовнішньої волоскової клітини назовні, від завитки через середнє вухо, викликаючи вібрацію барабанної перетинки і поширюється у зовнішній слуховий прохід. Спеціальні датчики уловлюють ці коливання. При порушенні слуху отоакустична емісія відсутня. Цей метод використовують з перших днів життя дитини для ранньої діагностики порушень слуху (скринінг новонароджених).

3.2. Методика виконання роботи, етапи виконання

Перелік навчальних практичних завдань, які необхідно виконати під час практичного заняття:

1. Методика перевірки шепітної мови.
2. Методика перевірки розмовної мови.

Методика перевірки шепітної мови. Дослідження проводять у тихому приміщенні достатньої площі (хоча б 6 м в одному напрямку). Кожне вухо досліджують окремо, спочатку шепітною мовою. Хворий стає у найтихіший куток приміщення та повертається вухом до лікаря, щоб не бачити його обличчя і не зчитувати слів за рухами губ. При цьому пацієнт закриває друге вухо вказівним пальцем, яким міцно перекриває вхід у зовнішній слуховий прохід. При проведенні експертизи слуховий прохід закриває не обстежуваний, а медична сестра, щоб отримати більш об'єктивні дані. Лікар відходить на 6 м від хворого і пошепки говорить слова, які пацієнт повинен відразу ж повторити. Сила шепоту має бути завжди однаковою. Щоб цього досягти, треба зробити спокійний видих і вимовляти слова, користуючись лише повітрям, яке залишилось у легенях. На практиці використовують двозначні числа від 21 до 99 (за винятком круглих чисел), підбираючи спочатку числа з глухими приголосними, в яких переважають низькочастотні звуки (наприклад, «тридцять два», «двадцять п'ять»); а потім слова з шиплячими, в яких переважають високочастотні звуки (наприклад, «сімдесят шість», «сорок сім»). Це допоможе з'ясувати, сприйняття яких частот (високих чи низьких) більш порушене у даного хворого. Слух вважається нормальним, якщо шепітна мова сприймається з відстані 6 м. Дослідження починають з близької відстані. Якщо хворий сприймає шепітну мову з цієї відстані, то лікар поступово відходить від пацієнта, поки той почне неточно повторювати сказані слова. Ступенем сприйняття шепітної мови вважається найбільша відстань, з якої хворий правильно тричі повторює сказані лікарем слова.

Методика перевірки розмовної мови. Якщо при визначенні сприйняття шепітної мови виявлено порушення слуху, то визначають його гостроту за допомогою розмовної мови. Для цього вимовляють слова звичайною мовою. Починають визначення з близької відстані, поступово збільшуючи її доти, поки хворий перестане точно відтворювати почуте. Сприйняття розмовної мови в нормі становить 25 м. Проте часто розміри кімнати, де проводять дослідження, недостатні для цього, у таких випадках рівнем сприйняття розмовної мови вва-

жають «> 6 м». При значному зниженні слуху доводиться вимовляти слова біля самої вушної раковини або навіть говорити голосно, що фіксується в документах як рівень дослідженого слуху — голосна мова. При дослідженні слуху розмовною мовою інше вухо, якщо слух на нього нормальний, медсестра повинна заглушити, наприклад, тріскачкою Барані.

3.3. Вимоги до результатів роботи з даної теми

1. Скласти схему розташування звуків за теорією Гельмгольца.
2. Намалювати схему хвилі, що біжить, у внутрішньому вусі.
3. Пояснити природу фігур Хладні.

3.4. Тестові завдання для самоконтролю оволодіння знаннями, вміннями, навичками

1. Що потрібно для нормального слуху?
 - A. Адекватний стимул (звук)
 - B. Сенсорна трансдукція стимулу в органі слухання
 - C. Нейронна трансдукція стимулу в органі слухання
 - D. Центральна слухова обробка сигналу в мозку
 - E. Усе перераховане
2. Які функції середнього вуха?
 - A. Фазовий диференційний ефект: створює перепад тиску між вікнами лабіринту, що необхідно для руху перилімфи
 - B. Проведення механічної звукової енергії до вушної завитки
 - C. Подолання імпедансу — опору структур середнього вуха при проходженні звукової хвилі
 - D. Фізично захищає завитку
 - E. Усе перераховане
3. Яка функція зовнішнього вуха у фізіології слуху?
 - A. Знижує силу звуку
 - B. Дифрагує, фокусує звукові хвилі, виконує роль резонатора
 - C. Це рудиментарний органи
 - D. Сприяє звукосприйняттю
 - E. Забезпечує важливий механізм

4. З чого складається трансформуюча функція середнього вуха?

A. Різниця в площі вушної раковини та барабанної перетинки, важелі середнього вуха, конусоподібне викривлення барабанної перетинки

B. Різниця в площі барабанної перетинки та овального вікна, важелі середнього вуха, різниця довжини базилярної мембрани на різних рівнях завитки

C. Різниця в площі барабанної перетинки та овального вікна, м'язи середнього вуха, конусоподібне викривлення барабанної перетинки

D. Різниця в площі барабанної перетинки та овального вікна, важелі середнього вуха, конусоподібне викривлення барабанної перетинки

E. Різниця в площі барабанної перетинки та овального вікна, наявність двох відділів барабанної перетинки

5. Яке ефективне співвідношення площ барабанної перетинки та основи стремінця?

A. 14:1

B. 20:3

C. 50:1

D. 20:1

E. 40:1

6. Що виконує захисний механізм внутрішнього вуха від звуків великої інтенсивності?

A. Барабанна перетинка, слухові кісточки

B. Зовнішній слуховий прохід, вушна раковина

C. Внутрішньовушні м'язи

D. Кортіів орган

E. Рідини внутрішнього вуха (ендолімфа, перилімфа)

7. Що виконує адаптивний механізм внутрішнього вуха до звуків малої інтенсивності?

A. Барабанна перетинка, слухові кісточки

B. Зовнішній слуховий прохід, вушна раковина

C. Внутрівушні м'язи

D. Кортіів орган

E. Рідини внутрішнього вуха (ендолімфа, перилімфа).

8. Який механізм кісткового проведення?

- A. Компресія кісток черепа та лікворна передача
- B. Інерція та компресія кісток черепа
- C. Інерція та лікворна передача
- D. Компресія кісток черепа та тканинна передача
- E. Інерція та тканинна передача

9. Яка основна функція завитки?

- A. Передає звукову енергію у центральні відділи слухового аналізатора
- B. Тільки аналіз чистого тону
- C. Тільки первинна диференціація звуку
- D. Трансформує звукову енергію у форму, придатну для стимуляції дендритів слухового нерва
- E. Трансформує електричну енергію у механічну

10. Що викликає «хвиля, яка біжить»?

- A. Зміщення барабанної перетинки
- B. Зміщення ланцюгів слухових кісточок
- C. Зміщення основної та рейснерової мембран
- D. Зміщення ендолімфи
- E. Усе перераховане

11. Виберіть з перерахованого, що є вірним для резонансної теорії Гельмгольца:

- A. Вушна завитка є ланкою слухового аналізатора, де відбувається первинний аналіз звуків
- B. У вушній завитці не відбувається первинного аналізу звуків
- C. Вушна завитка є ланкою слухового аналізатора, яка забезпечує тільки трансформацію звуку
- D. Вушна завитка є ланкою слухового аналізатора, де відбувається вторинний аналіз звуків
- E. Вушна завитка є ланкою слухового аналізатора, де відбувається адаптація до звуків різних частот

12. Виберіть з перерахованого, що є вірним для резонансної теорії Гельмгольца:

- A. На основній мембрані немає представництва простих звуків
- B. Чисті тони сприймаються тільки на верхівці завитки

- C. Кожний простий звук має певну ділянку на основній мембрані
- D. Кожний простий звук має певну ділянку на рейснеровій мембрані
- E. Кожний простий звук має певну ділянку на судинній мембрані

13. Виберіть з перерахованого, що є вірним для резонансної теорії Гельмгольца:

A. Високі звуки приводять у коливальний рух відділи основної мембрани, які розташовані у верхній частині завитки, а низькі — біля її основи

B. Низькі звуки приводять у коливальний рух відділи основної мембрани, які розташовані у верхній частині завитки, а високі — біля гелікотреми

C. Високі звуки приводять у коливальний рух відділи основної мембрани, які розташовані у верхній частині завитки, а низькі — біля її овального вікна

D. Низькі звуки приводять у коливальний рух відділи основної мембрани, які розташовані у верхній частині завитки, а високі — біля її основи

E. Низькі звуки приводять у коливальний рух відділи рейснерової мембрани, які розташовані у верхній частині завитки, а високі — біля її основи

14. Виберіть з перерахованого, що є вірним для гідродинамічної теорії Бекеші:

A. Покривна мембрана зміщується на гребені «хвилі, яка біжить» і, коливаючись, викликає деформацію зсуву у волоскових клітинах спірального органа тільки над цією ділянкою мембрани

B. Базилярна мембрана зміщується на гребені «хвилі, яка біжить» і, коливаючись, викликає деформацію зсуву у волоскових клітинах спірального органа тільки над цією ділянкою мембрани

C. Рейснерова мембрана зміщується на гребені «хвилі, яка біжить» і, коливаючись, викликає деформацію зсуву у волоскових клітинах спірального органа тільки над цією ділянкою мембрани

D. Базилярна мембрана зміщується на гребені «хвилі, яка біжить» і, коливаючись, викликає деформацію зсуву у волоскових клітинах спірального органа над усією мембраною

E. Базилярна мембрана зміщується на всьому протязі «хвилі, яка біжить» і, коливаючись, викликає деформацію зсуву у волоскових клітинах спірального органа основної мембрани.

15. Як називаються струми звуку, який сприймає телефон від кохлеарного вікна?

- A. Мікрокохлеарні
- B. Отоакустичні
- C. Нейронні
- D. Провідникові
- E. Механічні

16. Виберіть з перерахованого, що є вірним для електричної теорії Девіса:

A. Коливання перилімфи передаються волосковим клітинам, що викликає утворення в них потенціалу і вивільнення медіатора, який захоплюється чутливими нервовими закінченнями

B. Коливання перилімфи передаються клітинам-стовпам, що викликає утворення в них потенціалу і вивільнення медіатора, який захоплюється чутливими нервовими закінченнями

C. Коливання перилімфи передаються опорним клітинам, що викликає утворення в них потенціалу і вивільнення медіатора, який захоплюється чутливими нервовими закінченнями

D. Коливання перилімфи передаються судинній смужці, що викликає утворення в ній потенціалу і вивільнення медіатора, який захоплюється чутливими нервовими закінченнями

E. Коливання перилімфи передаються волосковим клітинам, що викликає утворення в них потенціалу і вивільнення медіатора, який захоплюється опорними клітинами.

17. Виберіть з перерахованого, що є вірним для цитохімічної теорії Винникова:

- A. Ендолімфа кохлеарного ходу містить брадикінін
- B. Ендолімфа кохлеарного ходу містить ацетилхолін
- C. Ендолімфа кохлеарного ходу містить серотонін
- D. Ендолімфа кохлеарного ходу містить гістамін
- E. Усе перераховане.

18. Визначення гучності звуку є переважно функцією:

- A. Внутрішніх волоскових клітин
- B. Зовнішніх опорних клітин
- C. Клітин-стовпів
- D. Зовнішніх волоскових клітин
- E. Клітин судинної смужки.

19. Визначення частоти звуку є переважно функцією:

- A. Внутрішніх волоскових клітин
- B. Зовнішніх опорних клітин
- C. Клітин-стовпів
- D. Зовнішніх волоскових клітин
- E. Клітин судинної смужки

20. Що є джерелом отоакустичної емісії?

- A. Енергія, яка виникає при рухливості внутрішньої волоскової клітини
- B. Енергія, яка виникає при рухливості базилярної мембрани
- C. Енергія, яка виникає при рухливості клітин-стовпів
- D. Енергія, яка виникає при рухливості зовнішньої волоскової клітини
- E. Усе перераховане

Питання для контролю

1. Які функції середнього вуха?
2. Що таке трансмісія звуку?
3. Що таке трансформація звуку?
4. Поясніть важливий механізм трансформації звуку.
5. Поясніть механізм посилення звуку за рахунок різності площ барабанної перетинки та стремена.
6. У чому полягає захисний та акомодацийний механізм середнього вуха?
7. Фактори кісткової провідності середнього вуха.
8. Що таке «хвиля, яка біжить»?
9. Основні положення резонансної теорії Гельмгольца.
10. Основні положення гідродинамічної теорії Бекеші.
11. Основні положення телефонної теорії Резерфорда.
12. Основні положення електричної теорії Девіса.
13. Основні положення цитохімічної теорії Винникова
14. Що таке ендокохлеарний потенціал?
15. Природа кохлеарної отоакустичної емісії.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Оториноларингологія / Заболотний Д. І., Мітін Ю. В., Безшапочний С. Б., Дєєва Ю. В. Київ : ВСВ «Медицина», 2020. 472 с.

2. Сучасна невідкладна допомога хворим із гострими та хронічними захворюваннями ЛОР-органів та при їх ускладненнях : навч.-метод. посіб. для студентів вищих медичних навчальних закладів III–IV рівнів акредитації, лікарів-оториноларингологів та сімейних лікарів / Євчев Ф. Д., Пухлік С. М., Тітаренко О. В. та ін. Одеса : Олді+, 2023. 272 с.

3. Онопрійчук Д. В. Конспект з оториноларингології. Рута, 2023. 312 с.

Додаткова

1. John C. Watkinson, Ray W. Clarke. Essential Otorhinolaryngology, Head & Neck Surgery. 2021. 549 p.

2. Дрозденко К. С., Дрозденко О. І. Акустика слуху: навч. посіб. для студентів. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 99 с.

Практичне заняття № 5. РОЗВИТОК СЛУХОВОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ В ОНТОГЕНЕЗІ. КЛАСИФІКАЦІЯ ПОРУШЕНЬ СЛУХУ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ

Мета. Надати уяву про походження різних відділів слухової системи та залежність топографічних, функціональних і фізіологічних особливостей від ембріонального розвитку зовнішнього, середнього та внутрішнього вуха. Розкрити етапи формування слухового відчуття у дитячому віці.

Основні поняття. Розвиток слухомовного сприйняття та поведінкових реакцій на звуки, основні етапи. Види та ступені порушення слуху.

Обладнання. Мультимедійні презентації, таблиці, муляжі, тренажери, відеофільми, набори інструментів, камертонів, аудіограм, томограм.

II. КОНТРОЛЬ ОПОРНИХ ЗНАНЬ

2.1. Загальні цілі

На підставі знання ембріонального та постнатального розвитку слухової системи мати уяву про види та ступені порушення слуху, вміти їх оцінити щодо використання у майбутній спеціальності.

Студенту потрібно знати:

- ембріональний розвиток слухової системи;
- постнатальний розвиток слухової системи.

На основі теоретичних знань з теми *оволодіти методиками:*

- визначення типу порушення слуху;
- визначення ступеня порушення слуху.

2.2. Тестові завдання для перевірки базових знань за темою заняття

1. Що належить до нейросенсорних органів чуття?
 - A. Орган зору і нюху
 - B. Орган зору
 - C. Орган нюху
 - D. Орган слуху і рівноваги
 - E. Орган смаку

2. Що належить до сенсоепітеліальних органів чуття?

- A. Орган зору і нюху
- B. Орган зору
- C. Орган нюху
- D. Орган слуху і рівноваги
- E. Орган смаку

3. Що належить до рецепторних органів чуття?

- A. Орган зору і нюху
- B. Орган зору
- C. Орган смаку
- D. Орган слуху і рівноваги
- E. Нічого з перерахованого

4. Скільки є ембріональних дуг?

- A. 2
- B. 3
- C. 4
- D. 5
- E. 6

5. Скільки є ембріональних щілин?

- A. 2
- B. 3
- C. 4
- D. 5
- E. 6

6. Що таке прелінгвальний період?

- A. Період перед вагітністю
- B. Період під час вагітності
- C. Період після пологів
- D. Від народження до 5 років
- E. Від 10 до 22 років

7. Що таке постлінгвальний період?

- A. Період перед вагітністю
- B. Період під час вагітності
- C. Період після пологів

- D. Від народження до 5 років
- E. Від 10 років

8. Що таке пренатальний розвиток?

- A. Період перед вагітністю
- B. Період під час вагітності
- C. Період після пологів
- D. Прелінгвальний період
- E. Постлінгвальний період

9. Що таке постнатальний розвиток дитини?

- A. Період перед вагітністю
- B. Період під час вагітності
- C. Період після пологів
- D. Прелінгвальний період
- E. Постлінгвальний період.

III. ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ УМІНЬ, НАВИЧОК

3.1. Зміст заняття, теоретичні аспекти

Розвиток слухової системи людини в онтогенезі. У всіх хребетних слухова система починає функціонувати раніше зорової, а у багатьох видів ссавців слух починає розвиватися лише після народження. Однак людський слух починає розвиватися внутрішньоутробно, і на момент народження слухова периферія (наприклад, зовнішнє, середнє та внутрішнє вухо, включаючи вушну раковину) має високу функціональність із чутливістю майже як у дорослого. У зв'язку з тим, що слух у людини починається ще в пренатальному періоді, досвід роботи зі звуком протягом цього часу може вплинути на довгострокову слухову функцію та поведінку. Тому особливо важливо розпізнавати можливі несприятливі наслідки аномального слуху на ранніх стадіях розвитку, як у випадку передчасних пологів або наявності вушних інфекцій у перші кілька років життя.

Розвиток слуху у плода та немовля включає в себе структурні частини вух, які розвиваються у перші 20 тиж. вагітності, а нейросенсорна частина слухової системи розвивається в основному після 20 тиж. вагітності. Слухова система починає працювати приблизно на 25-му тижні вагітності. Равлик середнього вуха і слухова кора в скроневій частці мають найбільше значення в розвитку слухової системи. Вони

обидва легко піддаються впливу навколишнього середовища. Період від 25 тиж. вагітності до 5–6 міс. є найбільш критичним для розвитку нейросенсорної частини слухової системи. Це час, коли волоскові клітини вушної раковини, аксони слухового нерва та нейрони слухової кори скроневої частки налаштовуються на прийом сигналів певної частоти та інтенсивності. На відміну від зорової системи, слухова система потребує зовнішньої слухової стимуляції. Це має включати мову, музику та значущі звуки з навколишнього середовища.

Проте треба враховувати, що й після пологів відбувається формування вуха дитини. Недоношені, а також доношені немовлята не можуть розпізнавати або розрізняти значущі звуки з рівнем фонового шуму понад 60 дБ. Що інтенсивніший фоновий шум, особливо низькочастотний, то менше специфічних частот (висот) можна почути та використати для налаштування волоскових клітин. Постійний вплив гучного фонового шуму у відділенні інтенсивної терапії або вдома буде перешкоджати розвитку слуху, особливо частотному розрізненню. Початкова стимуляція слухової системи (мовлення та музика) має відбутися внутрішньоутробно або у відділенні інтенсивної терапії, щоб розвинути тонотопічні колонки в слуховій корі для критичного налаштування волоскових клітин завитки. Контроль зовнішнього шуму, вплив значущих звуків мови та музики, а також захист сну та циклів сну, особливо сон із швидкими рухами очей, є важливими для здорового розвитку слуху.

Внутрішнє вухо починає формуватися лише через кілька днів після зачаття — ще до того, як мама дізнається, що вона вагітна. Слух — це система, яка має критичний період розвитку. Фахівці з розвитку знають, що це означає: якщо звуковий сигнал не буде отримано на ранньому етапі життя, система не розвиватиметься пізніше.

Для слухової системи людини перші п'ять років життя є особливо важливими, оскільки більшість розвитку слухового мозку відбувається саме в цей період. Для розвитку слуху та мозку рання звукова стимуляція найкраще підходить для досягнення максимальних результатів. Саме з цієї причини рекомендується реконструкція або протезування слуху раніше, ніж будь-якої іншої групи рецепторів.

Після народження сприйнятлива мова розвивається спочатку протягом перших трьох років. Сприйнятлива мова — це розуміння сказаного. Діти зрозуміють те, що їм говорять, перш ніж зможуть добре говорити. У віці від 1 до 5 років починається експресивна мова, яка визначається нашим словниковим запасом і структурою речень. На-

віть незначна втрата слуху протягом перших 5 років може призвести до зменшення словникового запасу, структури речень і розвитку мови. Складні функції мозку розвиваються до 10–12 років. Складні функції слуху та мозку необхідні у шумних ситуаціях, наприклад, у класах, на роботі та в соціальних мережах. Два вуха необхідні для комплексного слуху та роботи мозку.

Хоча вважається, що розвиток слуху починається у третьому триместрі вагітності, лише після народження немовля отримує повний діапазон звуків завдяки фільтруючому ефекту тіла матері. Після народження новонароджена дитина не чує на такому ж рівні (0–20 дБ), як дорослі, і менше усвідомлює зміни частоти, особливо звуків вищої частоти. Це означає, що мова дитині в перші шість місяців життя буде погано чутна (табл. 1).

Таблиця 1

Формування слуху у дітей

Вік	Слухові віхи
4 міс.	Віддає перевагу змінній інтонації («матері»), здатний розрізняти високі та низькі частоти у тихій обстановці
7 міс.	Демонструє усвідомлення звуків навколишнього середовища. Реагує на зміни тембру голосу. Починає локалізувати з поворотом голови. Показує слухову пам'ять для знайомих голосів. Реагує на своє ім'я та імена членів сім'ї
12 міс.	Виконує словесні команди. Розуміє назви знайомих предметів
24 міс.	Дотримується вказівок із двома критичними елементами. Самостійно шукає джерело звуку
36 міс.	Усно визначає звук. Співає закінчення пісні напам'ять
4 роки	Тривалий розвиток стійкої слухової уваги у періоди часу. Вчиться на підслуханому (не використовує слова / фрази безпосередньо)
7 років	Значною мірою розвинені аудіативні навички вищого рівня, в тому числі вибіркова уважність, розуміння мови з сильним акцентом і стеження за розмовами

Через шість місяців після народження у немовляти спостерігається дефіцит слуху на 15–20 дБ, або «легка» втрата слуху. За наявності фонового шуму шестимісячному немовляті все ще буде важко розпізнати звук. Ця знижена здатність слухати в шумі триватиме, поки дитині не виповниться 6–8 років. Слухове сприйняття ще більше вдосконалюється в ранньому дитинстві. Зрозуміло, що протягом дошкільного та раннього шкільного віку діти продовжують вивчати акустичні деталі звуків, які вони чують, і розширювати свою здатність розрізняти звуки в різних умовах прослуховування.

До 8–9 років рівень слуху дитини зазвичай розвивається, які і здатність чути фонями в різноманітних середовищах, подібні до дорослих.

Основними ознаками, які використовуються для визначення розташування джерела звуку в горизонтальній площині, є різниця в часі та інтенсивності звуку, що надходить у два вуха. Вимірювання людини показують, що менші розміри голови спричиняють менші міжслухові відмінності. Симптоми розташування звуку, які залежать від фізичного розміру та форми голови і зовнішніх вух, повинні змінюватися після народження, коли голова та вуха ростуть. Точність, з якою можна виявити зміни в місці розташування джерела звуку, поступово покращується між народженням і приблизно до 5 років.

Немовлята без початкового скринінгу слуху проходять повну діагностику слуху до 3-місячного віку, а раннє втручання (наприклад, слухові апарати, раннє мовне втручання) проводиться до 6 міс. Раннє втручання пов'язане з майже нормальним розвитком мови до дошкільного періоду. Рання кохлеарна імплантація нині є хорошим вибором для немовлят із тяжкою або глибокою втратою слуху. Більше половини немовлят, народжених із вродженою втратою слуху, мають генетичні причини, а решта є результатом інфекції, впливу ототоксичних препаратів, недоношеності або інших екологічних причин.

Визначення ступеня зниження слуху є необхідною передумовою оптимального вибору засобів лікування, реабілітації та організації корекційно-педагогічного впливу.

Класифікація приглухуватості може здійснюватись з урахуванням:

- 1) її ступеня;
- 2) характеру зниження слуху;
- 3) локалізації ураження в слуховому апараті;
- 4) причин ураження слуху;
- 5) стану розвитку мовлення.

Тільки з урахуванням усіх цих елементів можлива правильна оцінка стану, правильне лікування та виховання дитини, що втратила слух.

Залежно від того, які структури органа слуху залучені в патологічний процес, розрізняють чотири типу втрати слуху: кондуктивна, сенсоневральна, змішана і центральна. Для реабілітації цих хворих достатньо ефективно допомагають слухові апарати, а при глухоті — кохлеарні імпланти.

Щоб розрахувати ступінь приглухуватості, складаємо 4 величини — інтенсивність звуку на 500, 1000, 2000 та 4000 Гц і ділимо на 4, щоб отримати середнє арифметичне.

3.2. Методика виконання роботи, етапи виконання

Перелік навчальних практичних завдань, які необхідно виконати під час практичного заняття:

1. Визначення типів приглухуватості.
2. Засвоєння класифікації ступенів порушення слуху.

Визначення типів приглухуватості. Кондуктивна втрата слуху викликається захворюваннями в зовнішньому або середньому вусі, які перешкоджають вільному проходженню звуку у внутрішнє вухо. Такою перешкодою може служити велика сірчана пробка, запалення або новоутворення в зовнішньому вусі, перфорація в барабанній перетинці, захворювання, спричинене отосклерозом, при якому слухові кісточки фіксовані, тому не здатні передавати коливання, а також генетичні та інші чинники. Пацієнти з кондуктивною приглухуватістю становлять приблизно 10–15 % від кількості всіх людей, що слабочують. Кондуктивна приглухуватість достатньо ефективно виправляється за допомогою терапевтичних і хірургічних методів. Проте у деяких випадках для поліпшення слуху застосовують слуховий апарат з кістковим або повітряним проведенням звуку. Завдання останнього — шляхом посилення звуків забезпечити користувачу слухового апарату достатню або нормальну чутливість і розбірливість мовних звуків.

Сенсоневральна втрата слуху і глухота — ці терміни часто використовують для опису проблем у внутрішньому вусі, равлика, слуховому нерві та в провідних слухових шляхах. Ця категорія втрати слуху може викликатися різними причинами, найбільш часта з них — це ушкодження волоскових клітин равлика через ототоксичні медичні препарати або після дії надмірно гучних звуків. До 90 % пацієнтів з

втратою слуху належать до цієї категорії. Сенсоневральну приглухуватість рідко вдається успішно виправити за допомогою оперативних і терапевтичних методів.

Змішана втрата слуху є комбінацією кондуктивних і сенсоневральних проблем в органі слуху. Більшості осіб з такою втратою слуху досить ефективно може допомогти слуховий апарат або кохлеарний імплант. Змішана приглухуватість або глухота становить 5–10 % від загальної кількості людей, що слабо чують. Її звичайно пов'язують з ураженням структур звукопровідного і звукосприймаючого апаратів органа слуху.

Центральні порушення слуху з'являються в результаті захворювань у ретрокохлеарних, центральних і кіркових відділах слухової системи, відповідальних за обробку і розпізнавання мовних сигналів. При цьому, як правило, у таких пацієнтів виявляється відносно невеликий ступінь втрати слуху, що супроводжується достатньо низькою розбірливістю мови. Слухові спотворення, що виникають можуть бути викликані порушенням механізмів бінауральної взаємодії, функції гучносної адаптації, збільшенням часу для обробки, класифікації сигналів і ухвалення рішення. Центральні захворювання органа слуху спостерігаються досить рідко — до 3–5 % випадків, і вони дотепер не мають ефективних методів лікування.

Відповідно до класифікації приглухуватості (Базаров В. Г. і Розкладка А. І.) виділяють п'ять ступенів втрати слуху. Слух у нормі означає, що людина чує звуки на всіх частотах від 0 до 10 дБ. Підвищення порога до 25 дБ не призводить до приглухуватості і пацієнт не відчуває проблем зі спілкуванням.

1-й ступінь втрати слуху (легкий ступінь приглухуватості) означає, що людина чує звуки тільки голосніше 25–45 дБ. У неї виникають проблеми в сприйнятті тихої та віддаленої мови. Цей ступінь є легким і часто люди на цьому етапі просто не помічають наявних порушень слуху, отже, розмовну мову чути добре, шепіт — ні. Ми не так часто використовуємо шепіт для спілкування, тому цей момент може пройти повз увагу людини.

2-й ступінь втрати слуху (середній ступінь приглухуватості) означає, що людина чує звуки тільки голосніше 46–55 дБ. У неї є труднощі в сприйнятті тихої та віддаленої мови, діалогу. Шепіт людина чує на відстані не більше 1 м.

3-й ступінь втрати слуху (тяжкий ступінь приглухуватості) означає, що людина чує звуки тільки голосніше 56–75 дБ. Вона

сприймає тільки гучну мову і відчуває труднощі при колективному спілкуванні та розмові за телефоном. Звуки тихіше ніж 55–70 дБ людина не чує. Опція «чути шепіт» зникає зовсім, розмовна мова сприймається на відстані не більше 1 м.

4-й ступінь втрати слуху (глибокий ступінь приглухуватості) означає, що людина чує звуки тільки голосніше 76–95 дБ. Вона насилу сприймає навіть голосну мову. Зрозумілі тільки крик або посилена навушниками мова. Розмова за телефоном неможлива. Значно погіршується сприйняття мови навіть з близької відстані.

5-й ступінь втрати слуху (глухота) означає, що людина може почути звуки тільки голосніше 95 дБ і відчуває труднощі в розумінні навіть посиленою навушниками мови. Глибокий ступінь приглухуватості — це той, при якому поріг сприйняття знижується до 91 дБ. Людина в цьому випадку здатна почути тільки дуже гучні звуки. Цей ступінь має назву глухота. Характерною особливістю є те, що при глухоті у людини повністю відсутня здатність сприйняття мови.

З вищеперерахованого стає зрозумілим, що головною відмінністю глухоти і приглухуватості є ступінь зниження слуху. При приглухуватості — це зниження слуху, яке може бути в певному частотному діапазоні. Воно незначне, якщо не сприймається шепітна мова, або глибоке, коли людині важко розпізнати розмовну мову. Глухота характеризується повною відсутністю або дуже значним зниженням слуху. Від приглухуватості її відрізняє відсутність здатності сприймати розмовну мову.

3.3. Вимоги до результатів роботи з даної теми

1. Складіть таблицю ембріонального розвитку слухової системи.
2. Складіть таблицю постнатального розвитку слухової системи.

3.4. Тестові завдання для самоконтролю оволодіння знаннями, вміннями, навичками

1. Коли ембріонально розвиваються структурні частини вух?
 - A. До 10-го тижня вагітності
 - B. До 20-го тижня вагітності
 - C. До 30-го тижня вагітності
 - D. До 39-го тижня вагітності
 - E. У постнатальному періоді

2. Коли ембріонально розвиваються нейросенсорної частини слухової системи?

- A. До 10-го тижня вагітності
- B. До 20-го тижня вагітності
- C. Після 20-го тижня вагітності
- D. Після 10-го тижня вагітності
- E. У постнатальному періоді

3. Що таке сприйнятлива мова?

- A. Чітка мова оточення
- B. Змога розмовляти
- C. Змога чути мову
- D. Розуміння сказаного
- E. Повторювання сказаного

4. Як у нормі чує новонароджена дитина?

- A. Вона глуха
- B. Має 100 % слух
- C. Має дефіцит слуху на 15–20 дБ
- D. Має дефіцит слуху на 20–40 дБ
- E. Має дефіцит слуху на 40–60 дБ

5. Що повинна робити дитина у семимісячному віці?

- A. Демонструє усвідомлення звуків навколишнього середовища
- B. Виконує словесні команди
- C. Співає закінчені пісні напам'ять
- D. Вчиться на підслуханому
- E. Дотримується вказівок

6. Як змінюється ототопіка у дитини?

- A. Така ж як у дорослої людини
- B. Покращується до 5 років
- C. Погіршується після народження
- D. До 2 років життя відсутня
- E. Покращується після 12 років

7. Які параметри включає класифікація порушень слуху?

- A. Ступінь
- B. Характер зниження слуху

- C. Локалізація ураження в слуховому апараті
- D. Причини ураження слуху
- E. Усе перелічене

8. У залежності від того, які структури органа слуху залучені в патологічний процес, розрізняють такі типи втрати слуху:

- A. Постлінгвальна, сенсоневральна, змішана, центральна
- B. Кондуктивна, сенсоневральна, прелінгвальна, центральна
- C. Обтуруюча, сенсоневральна, змішана, центральна
- D. Кондуктивна, завиткова, змішана, центральна
- E. Кондуктивна, сенсоневральна, змішана, центральна

9. Які частоти належать до розмовних?

- A. 500–4000 Гц
- B. 250–2000 Гц
- C. 1000–6000 Гц
- D. 250–8000 Гц
- E. 6000–12000 Гц

10. Де може локалізуватися чинник кондуктивної приглухуватості?

- A. В евстахієвій трубі
- B. У барабанній порожнині
- C. У зовнішньому слуховому проході
- D. У соскоподібному відростку
- E. Усе перелічене

11. Де може локалізуватися чинник сенсоневральної приглухуватості?

- A. В евстахієвій трубі
- B. У барабанній порожнині
- C. У зовнішньому слуховому проході
- D. У соскоподібному відростку
- E. У завитці

12. Де може локалізуватися чинник змішаної приглухуватості?

- A. У зовнішньому слуховому проході та завитці
- B. У барабанній порожнині та завитці
- C. У завитці

- D. У соскоподібному відростку та слуховому нерві
- E. Усе перелічене

13. Де може локалізуватися чинник центральної приглухуватості?

- A. У зовнішньому слуховому проході та завитці
- B. У барабанній порожнині та завитці
- C. У завитці
- D. У ретрокохлеарних відділах слухової системи
- E. У соскоподібному відростку та слуховому нерві

14. 1-й ступінь втрати слуху (легкий) означає, що людина чує звуки:

- A. Тільки голосніше 56–75 дБ
- B. Тільки голосніше 76–95 дБ
- C. Тільки голосніше 25–45 дБ
- D. Тільки голосніше 46–55 дБ
- E. Тільки голосніше 95 дБ

15. 2-й ступінь втрати слуху (середній) означає, що людина чує звуки:

- A. Тільки голосніше 56–75 дБ
- B. Тільки голосніше 76–95 дБ
- C. Тільки голосніше 25–45 дБ
- D. Тільки голосніше 46–55 дБ
- E. Тільки голосніше 95 дБ

16. 3-й ступінь втрати слуху (тяжкий) означає, що людина чує звуки:

- A. Тільки голосніше 56–75 дБ
- B. Тільки голосніше 76–95 дБ
- C. Тільки голосніше 25–45 дБ
- D. Тільки голосніше 46–55 дБ
- E. Тільки голосніше 95 дБ

17. 4-й ступінь втрати слуху (глибокий) означає, що людина чує звуки:

- A. Тільки голосніше 56–75 дБ
- B. Тільки голосніше 76–95 дБ
- C. Тільки голосніше 25–45 дБ

- D. Тільки голосніше 46–55 дБ
- E. Тільки голосніше 95 дБ

18. 5-й ступінь втрати слуху (глухота) означає, що людина чує звуки:

- A. Тільки голосніше 56–75 дБ
- B. Тільки голосніше 76–95 дБ
- C. Тільки голосніше 25–45 дБ
- D. Тільки голосніше 46–55 дБ
- E. Тільки голосніше 95 дБ

19. При якому ступені приглухуватості людина чує шепітну мову не більше 1 м?

- A. 1-й ступінь втрати слуху
- B. 2-й ступінь втрати слуху
- C. 3-й ступінь втрати слуху
- D. 4-й ступінь втрати слуху
- E. 5-й ступінь втрати слуху

20. При якому ступені приглухуватості опція «чути шепіт» зникає зовсім, розмовна мова сприймається на відстані не більше 1 м?

- A. 1-й ступінь втрати слуху
- B. 2-й ступінь втрати слуху
- C. 3-й ступінь втрати слуху
- D. 4-й ступінь втрати слуху
- E. 5-й ступінь втрати слуху

Питання для контролю

1. Як розвивається слухова система у плода?
2. Слухові віхи розвитку дитини.
3. Ступені зниження слуху.
4. Характер зниження слуху за механізмом його розвитку.
5. Характер зниження слуху за локалізацією патологічного процесу.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Оториноларингологія / Заболотний Д. І., Мітін Ю. В., Безшапочний С. Б., Дєєва Ю. В. Київ : ВСВ «Медицина», 2020. 472 с.

2. Сучасна невідкладна допомога хворим із гострими та хронічними захворюваннями ЛОР-органів та при їх ускладненнях : навч.-метод. посіб. для студентів вищих медичних навчальних закладів III–IV рівнів акредитації, лікарів-оториноларингологів та сімейних лікарів / Євчев Ф. Д., Пухлік С. М., Тітаренко О. В. та ін. Одеса : Олді+, 2023. 272 с.

3. Онопрійчук Д. В. Конспект з оториноларингології. Рута, 2023. 312 с.

Додаткова

1. Федоренко О. Ф., Зганяйко І. Ф. Розвиток слухового сприймання та формування вимови : програма з корекційно-розвиткової роботи. Київ, 2018. 18 с.

2. Brad A. Stach. Clinical Audiology an Introduction. Second edition. Delmar, USA, 2019. 788 p.

3. Освіта дітей з порушеннями слуху: сучасні тенденції та технології : навч.-метод. посіб. / Таранченко О. М., Литовченко С. В., Федоренко О. Ф. та ін. Київ : Вид-во ФОП Симоненко О. І., 2018. 250 с.

Практичне заняття № 6. СУБ'ЄКТИВНІ МЕТОДИ ОЦІНКИ СЛУХУ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ

Мета. Удосконалити та поглибити знання здобувачів вищої освіти з суб'єктивних методів дослідження слуху. У повсякденній практиці лікаря загального профілю нижченаведені методи є основоположними для оцінки слухової функції пацієнта. На базі їх ґрунтується необхідність більш глибокого обстеження та реабілітації хворого.

Основні поняття. Дослідження слуху шепітною та розмовною мовою. Дослідження слуху за допомогою камертонів. Слуховий паспорт.

Обладнання. Мультимедійні презентації, таблиці, муляжі, тренажери, відеофільми, набори інструментів, камертонів.

II. КОНТРОЛЬ ОПОРНИХ ЗНАНЬ

2.1. Загальні цілі

Студенту потрібно знати:

- що таке камертони і які існують камертональні тести;
 - механізм повітряного та кісткового звукопроведення.
- На основі теоретичних знань з теми *оволодіти методиками:*
- виконання тесту Вебера, Рінне, Швабаха, Бінга, Федерічі;
 - складання слухового паспорта.

2.2. Тестові завдання для перевірки базових знань за темою заняття

1. Що таке камертон?
 - A. Прилад для відтворення звуку еталонної висоти
 - B. Прилад для відтворення звуку еталонної гучності
 - C. Прилад для відтворення механічного тиску еталонної сили
 - D. Прилад для відтворення звуку еталонного тембру
 - E. Прилад для відтворення звуку еталонної амплітуди
2. Які ви знаєте приголосні?
 - A. Тверді
 - B. М'які

- С. Губні
- Д. Шиплячі
- Е. Усе перераховане

3. Що таке суб'єктивне дослідження слуху?

- А. Дослідження слуху, засноване на змінах електроенцефалограми суб'єкта обстеження
- В. Дослідження слуху, засноване на безумовних рефлексах суб'єкта обстеження
- С. Дослідження слуху, засноване на відповідях суб'єкта обстеження
- Д. Дослідження слуху, засноване на отоакустичній емісії суб'єкта обстеження
- Е. Усе перераховане

4. Який інструмент використовується для заглушення протилежного вуха при дослідженні слуху криком?

- А. Аудіометр
- В. Високочастотний камертон
- С. Низькочастотний камертон
- Д. Тріскачка Барані
- Е. Заглушення тертям долоней помічника

5. При проведенні експертизи чим заглушають протилежне вухо?

- А. Аудіометром
- В. Високочастотним камертоном
- С. Низькочастотним камертоном
- Д. Тріскачкою Барані
- Е. Тертям долоней помічника

6. Що з переліченого не належить до суб'єктивних методів дослідження слуху?

- А. Стівбурові спонтанні викликані потенціали
- В. Дослідження розмовної мови
- С. Аудіометрія
- Д. Дослідження шепітної мови
- Е. Камертональне дослідження слуху

7. Що з переліченого не належить до об'єктивних методів дослідження слуху?

- A. Стівбурові спонтанні викликані потенціали
- B. Отоакустична емісія
- C. Тимпанометрія
- D. Імпедансометрія
- E. Камертональне дослідження слуху

III. ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ УМІНЬ, НАВИЧОК

3.1. Зміст заняття, теоретичні аспекти

Дослідження слухової функції проводиться не тільки з метою визначення гостроти слуху, але, головним чином, для уточнення точної діагностики захворювання.

Дослідження слуху починається за певним планом (слуховий паспорт):

— спочатку необхідно з'ясувати наявність суб'єктивного вушного шуму у хворого та його характер;

— далі проводиться мовне дослідження — шепітної (на резервному повітрі) і розмовною мовою;

— проводиться дослідження криком з використанням тріскачки барані для заглушення здорового вуха при визначенні повної односторонньої глухоти.

Дослідження проводять у тихому приміщенні достатньої величини (хоча б 6 м в одному напрямку). Кожне вухо досліджують окремо, спочатку шепітною мовою, потім розмовною. Хворий стає у найтихіший кут приміщення та повертається вухом до лікаря, щоб не бачити його обличчя і не зчитувати слів за рухами губ. При цьому пацієнт закриває друге вухо вказівним пальцем, яким міцно перекриває вхід у зовнішній слуховий прохід. При проведенні експертизи слуховий прохід закриває не обстежуваний, а медична сестра, щоб одержати більш об'єктивні дані. Лікар відходить на 6 м від хворого і пошепки висловляє слова, які пацієнт повинен відразу ж повторити. Сила шепоту має бути завжди однаковою. Щоб цього досягти, треба зробити спокійний видих і вимовляти слова, користуючись лише повітрям, яке залишилось у легенях. На практиці використовують двозначні числа від 21 до 99 (за винятком круглих чисел), підбираючи спочатку числа з глухими приголосними, в яких переважають низькочастотні звуки (наприклад, «тридцять два», «двадцять п'ять»); а потім слова з шип-

лячими, в яких переважають високочастотні звуки (наприклад, «сім-десять шість», «сорок сім»). Це дасть змогу з'ясувати, сприйняття яких частот (високих чи низьких) більш порушене у даного хворого. Слух вважається нормальним, якщо шепітна мова сприймається з відстані 6 м. Дослідження починають з близької відстані. Якщо хворий сприймає шепітну мову з цієї відстані, то лікар поступово відходить від пацієнта, поки той почне неточно повторювати сказані слова. Ступенем сприйняття шепітної мови вважається найбільша відстань, з якої хворий правильно тричі повторює сказані лікарем слова. Якщо при визначенні сприйняття шепітної мови виявлено порушення слуху, то визначають його гостроту за допомогою розмовної мови. Для цього вимовляють слова звичайною мовою. Починають визначення з близької відстані, поступово збільшуючи її доти, поки хворий перестане точно відтворювати почуте. Сприйняття розмовної мови в нормі становить 25 м. Проте часто розміри кімнати, де проводять дослідження, недостатні для цього, в таких випадках рівнем сприйняття розмовної мови вважають «> 6 м». При значному зниженні слуху доводиться вимовляти слова біля самої вушної раковини або навіть говорити голосно, що фіксується в документах як рівень дослідженого слуху — голосна мова. При дослідженні слуху розмовною мовою інше вухо, якщо слух на нього нормальний, медсестра повинна заглушити, наприклад, тріскачкою Барані.

Проводиться камертональне дослідження повітряної провідності з використанням двох камертонів: басового (С128) і дискантного (С2048). Дослідження кісткової провідності виконують за допомогою басового камертона.

Основні камертональні досліди — Швабаха, Вебера, Рінне.

У топічній діагностиці порушень слухового аналізатора необхідно ґрунтуватися на таких показниках камертонального дослідження:

1. Порівнянні часу сприйняття високочастотного і низькочастотного камертонів при дослідженні повітряної провідності.
2. Порівнянні тривалості сприйняття низькочастотного камертона при повітряній та кістковій провідності.
3. За характером кісткової латералізації.
4. За зміною тривалості сприйняття по кістці по відношенню до норми.

Камертоном називають механічний пристрій, здатний відтворювати чисті тони. Тримують його за ніжку, а озвучують ударом бранш по твердому предмету (дереву) або «щипком» пальців за обидві бранші. Камертональні проби допомагають визначити порушення слуху на різних рівнях звукового аналізатора.

3.2. Методика виконання роботи, етапи виконання

Перелік навчальних практичних завдань, які необхідно виконати під час практичного заняття:

1. Методика дослідження Вебера.
2. Методика дослідження Рінне.
3. Методика дослідження Швабаха.
4. Інтерпретація даних слухового паспорту.
5. Скласти слуховий паспорт хворого з однобічним ураженням звукосприймального апарату зліва (кондуктивна приглухуватість).
6. Скласти слуховий паспорт хворого з ураженням звукосприймаючого апарату справа (сенсоневральна приглухуватість).
7. Методика камертонального дослідження Бінга.
8. Методика камертонального дослідження Федерічі.

Дослідження Вебера. Озвучений камертон ставлять ніжною на центр чола або тім'я хворого і просять вказати, яким вухом пацієнт чує звук гучніше або у якому вусі відчувається звук (у правому чи у лівому). Якщо хворих вказує, що він краще чує звук одним вухом, то йдеться про латералізацію звуку в праве або у ліве вухо. Якщо хворий чує звук в центрі голови, то говорять про відсутність латералізації — «Вебер — у голові». В нормі та при приблизно однаковому зниженні слуху на обидва вуха латералізації немає.

При ураженні звукопровідного апарату (сірчана пробка в слуховому проході, запалення середнього вуха тощо) пацієнт буде довше і краще чути камертон хворим вухом. При ураженні звукосприймального апарату (сенсоневральна приглухуватість) звук камертона буде краще сприйматись здоровим вухом (рис. 1).

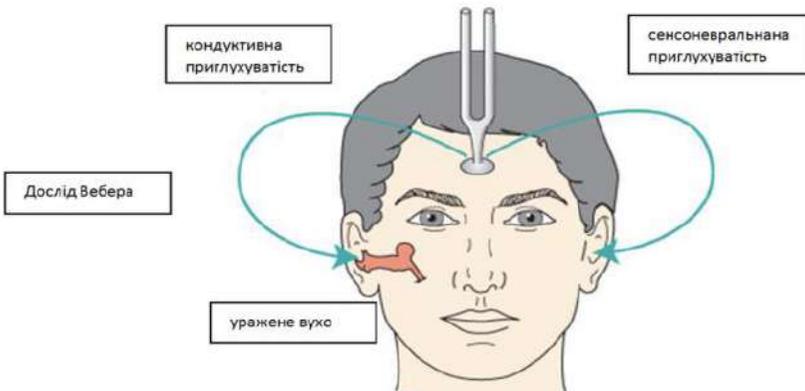


Рис. 1

Дослід Рінне (порівняння слуху через тканинну і повітряну провідність) проводять окремо для кожного вуха (рис. 2). Озвучений камертон почергово підносять то віброючими браншами до зовнішнього слухового проходу (повітряна провідність), то ніжку озвученого камертона прикладають до соскоподібного відростка (тканинна провідність). Визначають, яка провідність переважає — повітряна чи тканинна, тобто яким чином хворий довше сприймає звук — через повітря або через тканини голови. Якщо звук сприймається через повітря довше, ніж через тканини, то говорять, що у хворого «позитивний дослід Рінне» (Рінне «+») (рис. 2, а). «Негативний дослід Рінне» (Рінне «-») спостерігається тоді, коли звук по тканинній провідності сприймається довше, ніж по повітряній (кондуктивна приглухуватість) (рис. 2, б).

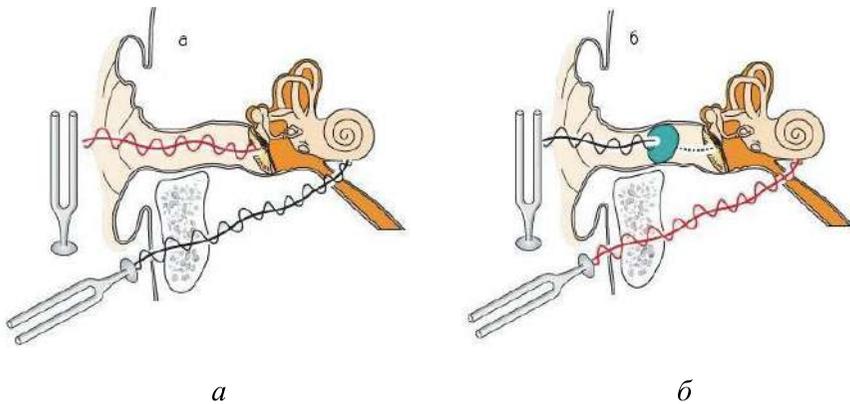


Рис. 2

«Позитивний дослід Рінне» відзначається в осіб з нормальним слухом, а також при ураженні звукосприймального апарату. В останньому разі дослід Рінне буде коротшим, ніж у нормі. При ураженні звукопровідного апарату спостерігається «негативний дослід Рінне» (тканинна провідність переважає над повітряною — кондуктивна приглухуватість).

Дослід Швабах проводять окремо для кожного вуха, при цьому порівнюють слух через тканинну провідність хворого із слухом через тканинну провідність лікаря (за умови, що в останнього слух нормальний). Озвучений камертон почергово прикладають ніжкою до соскоподібних відростків то хворого, то лікаря доти, поки один з них не перестане чути звук прилад. В нормі лікар та досліджуваний перестають чути звук камертона одночасно.

При захворюваннях звукопровідного апарату хворий чує камертон довше за лікаря, це позначають як «подовжений» дослід Швабаха. При ураженні звукосприймального апарату хворий перестає чути камертон раніше лікаря, і це позначають як «вкорочений дослід Швабаха» (сенсоневральна приглухуватість). Дані дослідження заносять до слухового паспорта (табл. 2).

Таблиця 2

Інтерпретація даних слухового паспорта

Характер приглухуватості	Досліди		
	Вебера	Рінне	Швабаха
Норма	Латералізація відсутня	Позитивний	Норма
Порушення звукопроведення	У хворе вухо (що чує поганіше)	Негативний	Сприйняття подовжене
Порушення звукосприйняття	У здорове вухо (що чує краще)	Позитивний	Сприйняття скорочене

Дані, отримані після перевірки слуху шепітною та розмовною мовою, а також після проведення камертональних дослідів, об'єднують у «слуховий паспорт», де “AD” та “AS” позначають праве та ліве вухо відповідно; «СШ» — суб'єктивний шум; «ШМ» — шепітна та «PM» — розмовна мова; “R” — дослід Рінне; “W” — дослід Вебера; “Sch” — дослід Швабаха (табл. 3).

Таблиця 3

Слуховий паспорт хворого з одnobічним ураженням звукопровідного апарату зліва (кондуктивна приглухуватість)

AD		AS
–	СШ	+
6 м	ШМ	2 м
> 6 м	PM	4 м
+	R	–
[W	[
норма	Sch	подовжений

Аналіз слухового паспорту: хворий відчуває суб'єктивний шум у лівому вусі, а у правому вусі шум відсутній; сприйняття шепітної та розмовної мови правим вухо в межах норми та знижене лівим — значить уражене ліве вухо. Дослід Рінне позитивний справа та негативний зліва (у хворому вусі), дослід Вебера латералізується вліво (у хворе вухо), дослід Швабаха нормальний справа та подовжений зліва (у хворому вусі). Усі камертональні дослідження вказують на ураження звукопровідного апарату. Висновок: ураженням звукопровідного апарату лівого вуха хворого (табл. 4).

Таблиця 4

**Слуховий паспорт хворого з ураженням
звукосприймаючого апарату справа
(сенсоневральна приглухуватість)**

AD		AS
++	СШ	–
1 м	ШМ	6 м
5 м	РМ	> 6 м
+ (малий)	R	+
[W	[
вкорочений	Sch	норма

Аналіз слухового паспорту: хворий відчуває суб'єктивний шум у правому вусі, а в лівому вусі шум відсутній; сприйняття шепітної та розмовної мови лівим вухом в межах норми та знижене правим — значить уражене праве вухо. Дослід Рінне — позитивний зліва та справа (у хворому вусі), дослід Вебера латералізується вліво (у здорове вухо), дослід Швабаха нормальний зліва та вкорочений справа (у хворому вусі). Усі камертональні дослідження вказують на ураження звукосприймального апарату справа. Висновок: ураженням звукосприймального апарату правого вуха хворого.

Камертональний дослід Бінга проводиться за допомогою звучного камертона (С128, частота 128 Гц). Ніжку камертона розташовують за вушною раковиною. При цьому закривають і відкривають зовнішній слуховий прохід. Обстежуваного просять порівняти гучність звуку при закритому і відкритому зовнішньому слуховому проході. Якщо звук при закритому зовнішньому слуховому проході сприймається як

більш гучний (результат дослідів Бінга позитивний), то це свідчить про те, що звукопровідний апарат не порушений, а якщо не змінюється (результат дослідів Бінга негативний) — про порушення звукопровідного апарату. Особливо цей досвід важливий для діагностики ото-склерозу.

Камертональний дослід Федерічі також проводять за допомогою камертона С128. Обстежуваний порівнює гучність звучання камертона, розташованого на козелку вушної раковини і на соскоподібному відростку. У нормі та при ураженні звукосприймального апарату звучання камертона сприймається голосніше з козелка. При ураженні звукопровідного апарату камертон сприймається голосніше з соскоподібного відростка.

3.3. Вимоги до результатів роботи з даної теми

1. Складіть слуховий паспорт хворого з однобічним ураженням звукопровідного апарату зліва (кондуктивна приглухуватість).

2. Складіть слуховий паспорт хворого з ураженням звукосприймального апарату справа (сенсоневральна приглухуватість).

3. Складіть слуховий паспорт хворого з однобічною змішаною приглухуватістю.

3.4. Тестові завдання для самоконтролю оволодіння знаннями, вміннями, навичками

1. Для дослідження слуху мовою використовують парні числівники з такими звуками:

А. Твердими та м'якими голосними

В. Глухими та шиплячими приголосними

С. Дзвінкими та гортанними приголосними

Д. М'якими голосними та шиплячими приголосними

Е. Твердими голосними та гортанними приголосними

2. Яка відстань шепітної мови у пацієнта з нормальним слухом?

А. 1 м

В. 3 м

С. 6 м

Д. 10 м

Е. 25 м

3. Яка відстань розмовної мови у пацієнта з нормальним слухом?

- A. 1 м
- B. 3 м
- C. 6 м
- D. 10 м
- E. 25 м

4. Як розміщують камертон у досліді Вебера?

- A. Спочатку на соскоподібний відросток, потім підноситься до вушної раковини
- B. Спочатку на соскоподібний відросток хворого, потім на соскоподібний відросток людини з нормальним слухом
- C. Спочатку на козелок, потім на соскоподібний відросток
- D. На соскоподібний відросток, при цьому закривають і відкривають зовнішній слуховий прохід
- E. На середню лінію скроні

5. Як розміщують камертон у досліді Рінне?

- A. Спочатку на соскоподібному відростку, потім підносять до вушної раковини
- B. Спочатку на соскоподібному відростку хворого, потім на соскоподібному відростку людини з нормальним слухом
- C. Спочатку на козелку, потім на соскоподібному відростку
- D. На соскоподібному відростку, при цьому закривають і відкривають зовнішній слуховий прохід
- E. На середній лінії скроні

6. Як розміщують камертон у досліді Швабаха?

- A. Барабанна перетинка, слухові кісточки
- B. Зовнішній слуховий прохід, вушна раковина
- C. Внутрішньовушні м'язи
- D. Кортіів орган
- E. Рідини внутрішнього вуха (ендолімфа, перилімфа)

7. Як розміщують камертон у досліді Бінга?

- A. Різка глухота, кровотеча з вуха
- B. Біль при жуванні, кровотеча з вуха
- C. Біль при жуванні, зниження слуху, висока температура

D. Параліч лицевого нерва, ушкодження сигмоподібного синуса з наступною кровотечею
E. Запаморочення

8. Як розміщують камертон у досліді Федерічі?

- A. Овальне вікно
- B. Барабанна перетинка
- C. Стремінний м'яз
- D. Вічко євстахієвої труби
- E. Барабанна струна

9. Який результат досліду Вебера при однобічній кондуктивній приглухуватості?

- A. Латералізація у бік здорового вуха
- B. Скорочений
- C. Подовжений
- D. По середній лінії скроні
- E. Латералізація у бік вуха, що погано чує

10. Який результат досліду Вебера при однобічній сенсоневральній приглухуватості?

- A. Латералізація у бік здорового вуха
- B. Скорочений
- C. Подовжений
- D. По середній лінії скроні
- E. Латералізація у бік вуха, що погано чує

11. Який результат досліду Рінне при однобічній кондуктивній приглухуватості на ураженому боці?

- A. Латералізація у бік здорового вуха
- B. Скорочений
- C. Подовжений
- D. Позитивний
- E. Негативний

12. Який результат досліду Рінне при однобічній сенсоневральній приглухуватості?

- A. Латералізація у бік здорового вуха
- B. Скорочений

- C. Подовжений
- D. Позитивний
- E. Негативний

13. Який результат досліду Швабаха при однобічній сенсоневральній приглухуватості?

- A. Латералізація у бік здорового вуха
- B. Скорочений на боці ураження
- C. Подовжений на боці ураження
- D. Позитивний на боці ураження
- E. Негативний на боці ураження

14. Який результат досліду Швабаха при однобічній кондуктивній приглухуватості?

- A. Латералізація у бік здорового вуха
- B. Скорочений на боці ураження
- C. Подовжений на боці ураження
- D. Позитивний на боці ураження
- E. Негативний на боці ураження

15. Який результат досліду Бінга при однобічній кондуктивній приглухуватості?

- A. Латералізація у бік здорового вуха
- B. Скорочений на боці ураження
- C. Подовжений на боці ураження
- D. Позитивний на боці ураження
- E. Негативний на боці ураження

16. Який результат досліду Бінга при однобічній сенсоневральній приглухуватості?

- A. Латералізація у бік здорового вуха
- B. Скорочений на боці ураження
- C. Подовжений на боці ураження
- D. Позитивний на боці ураження
- E. Негативний на боці ураження

17. Який результат досліду Федерічі при однобічній кондуктивній приглухуватості?

- A. Звук краще сприймається з козелка

- В. Скорочений на боці ураження
- С. Подовжений на боці ураження
- Д. Звук краще сприймається з соскоподібного відростка
- Е. Негативний на боці ураження.

18. Який результат досліду Федерічі при однобічній сенсоневральній приглухуватості?

- А. Звук краще сприймається з козелка
- В. Скорочений на боці ураження
- С. Подовжений на боці ураження
- Д. Звук краще сприймається з соскоподібного відростка
- Е. Негативний на боці ураження

19. Який рівень ураження слухового аналізатора не характерний при однобічній кондуктивній приглухуватості?

- А. Рівень завитки
- В. Рівень ядер стовбура мозку
- С. Зовнішній слуховий прохід
- Д. Барабанна порожнина
- Е. Євстахієва труба

20. На якому рівні ураження не виникає однобічна сенсоневральна приглухуватість?

- А. Рівень завитки
- В. Рівень слухового нерва
- С. Спіральний ганглії
- Д. Мосто-мозочковий кут
- Е. Над'ядерне ураження слухового шляху

Питання для контролю

1. Дослідження слухової функції шепітною мовою.
2. Дослідження слухової функції розмовною мовою.
3. Методика досліду Вебера.
4. Методика досліду Рінне.
5. Методика досліду Швабаха.
6. Методика досліду Федерічі.
7. Методика досліду Бінга.
8. Принципи складання слухового паспорта.

Список рекомендованої літератури

Основна

1. Сучасна невідкладна допомога хворим із гострими та хронічними захворюваннями ЛОР-органів та при їх ускладненнях : навч.-метод. посіб. для студентів вищих медичних навчальних закладів III–IV рівнів акредитації, лікарів-оториноларингологів та сімейних лікарів / Євчев Ф. Д., Пухлік С. М., Тітаренко О. В. та ін. Одеса : Олді+, 2023. 272 с.

2. Актуальні питання сучасної оториноларингології : навч.-метод. посіб. / А. В. Лупир, М. І. Яценко, Н. О. Шушляпіна та ін. Харків : ХНМУ, 2022. 140 с.

3. Оториноларингологія : підруч. / Заболотний Д. І. та ін. 4-е вид. Київ : ВСВ «Медицина», 2020. 472 с.

Додаткова

1. Невідкладна допомога в оториноларингології : навч. посіб. / Науменко О. М. та ін. Київ : ВСВ «Медицина», 2019. 144 с.

2. W. Paul Flint, Bruce H. Haughey FACS and et. Cummings Otolaryngology : Head and Neck Surgery. Elsevier, 2020. P. 3568

3. Абизов Р. А., Шкорботун В. О. Невідкладні стани в оториноларингології. *Медицина невідкладних станів. Екстрена (швидка) медична допомога* : підруч. / І. С. Зозуля та ін. ; за ред. І. С. Зозулі. 3-є вид., перероб. і допов. Київ : ВСВ «Медицина», 2019. С. 745–778.

І. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ

Мета. порушення слухової функції є однією з найчастіших захворювань людини. Встановлення діагнозу, вибір діагностичної тактики, яка включає досконале дослідження слухової функції на різних рівнях акустичного шляху, неможливі без глибокого розуміння техніки та інтерпретації отриманих даних. Тому знання методів аудіометрії є основоположним у роботі лікарів різного профілю — отоларингологів, педіатрів, невропатологів, терапевтів, інфекціоністів, сімейних лікарів. Високий професіоналізм фахівців дає змогу діагностувати гостру та хронічну втрату слуху, своєчасно проводити лікувальні заходи, а при необхідності — слухопротезування сучасними цифровими слуховими апаратами відомих світових виробників, що значно поліпшує соціальну реабілітацію як дитячого, так і дорослого населення

Основні поняття. Тональна порогова аудіометрія. Способи маскування. Види аудіограм при порушеннях звукопровідного та звукосприймаючого відділів. Методи визначення ступеня втрати слуху. Поняття «феномен прискореного наростання гучності» (ФУНГ). Метод визначення диференційного порога частоти звуку. Методи визначення слухової адаптації. Мовна аудіометрія.

Обладнання. Мультимедійні презентації, таблиці, муляжі, тренажери, відеофільми, набори інструментів, камертонів, аудіограм.

ІІ. КОНТРОЛЬ ОПОРНИХ ЗНАТЬ

2.1. Загальні цілі

Студенту потрібно знати:

- організацію роботи сурдологічного кабінету;
- принципи роботи електроакустичного обладнання — аудіометра;
- інтерпретацію аудіограм у залежності від типу порушення слуху.

На основі теоретичних знань з теми *оволодіти методиками виконання:*

- тональної аудіометрії;
- надпорогової аудіометрії.

2.2. Тестові завдання для перевірки базових знань за темою заняття

1. Яку інформацію надає дослідження кістковопроведених звуків?
 - A. Прокідність зовнішнього слухового проходу
 - B. Стан рухливості ланцюга слухових кісточок
 - C. Наявність рідини у барабанній порожнині
 - D. Функцію кортієвого органа
 - E. Функціональний стан євстахієвої труби

2. Яку інформацію надає дослідження повітрянопроведених звуків?
 - A. Функцію кортієвого органа
 - B. Функцію слухового нерва
 - C. Стан звукопровідної системи вуха
 - D. Стан звукосприймаючої системи вуха
 - E. Стан центрального аналізатора слуху

3. Де локалізується рецептор слухового аналізатора і чим він представлений?
 - A. У внутрішньому вусі, в завитці, представлений отолітовим апаратом
 - B. У внутрішньому вусі, у присінку, представлений спіральним органом
 - C. У внутрішньому вусі, в завитці, представлений спіральним органом
 - D. У середньому вусі, півколовій протоці, представлений спіральним органом
 - E. У внутрішньому вусі, в завитці, представлений ампулярним апаратом

4. Які анатомічні утворення входять до складу звукопровідної системи?
 - A. Вушна раковина, зовнішній слуховий хід, барабанна перетинка, ланцюг слухових кісточок, рідини внутрішнього вуха, мембрани внутрішнього вуха
 - B. Вушна раковина, зовнішній слуховий хід, барабанна перетинка, ланцюг слухових кісточок
 - C. Вушна раковина, зовнішній слуховий хід, барабанна перетинка, ланцюг слухових кісточок, кортилімфа

Д. Вушна раковина, барабанна перетинка, ланцюг слухових кісточок, ендолімфа, спіральний орган

Е. Вушна раковина, зовнішній слуховий хід, барабанна перетинка, ланцюг слухових кісточок, перилімфа, отолітовий апарат

5. Що потрібно робити пасажиру під час зльоту та посадки літака, щоб запобігти ушкодженню вуха?

А. Здійснювати ковтальні рухи, щоб відкрити глотковий отвір слухової труби

В. Здійснювати ковтальні рухи, щоб врівноважити тиск внутрішньо лабіринтних рідин

С. Вирівнювати тиск у лабіринті за допомогою рухів голови

Д. Закривати рот та ніс, щоб відкрити глотковий отвір слухової труби

Е. Затримувати дихання на вдиху, щоб відкрити глотковий отвір слухової труби

6. Чим можна пояснити той факт, що Людвіг ван Бетховен для кращого сприймання звуків затискав один кінець палиці зубами, а другий клав на рояль?

А. Використовував вібраційне проведення звуків

В. Підсилював повітряне проведення звуків

С. Підсилював роботу ланцюга слухових кісточок

Д. Використовував кістково-тканинне проведення звуків

Е. Застосовував палицю як слуховий апарат

7. Чим характеризується висота звуку і в яких одиницях вона вимірюється?

А. Силою коливань, вимірюється в герцах

В. Частотою коливань, вимірюється в децибелах

С. Звуковим тиском коливань, вимірюється в герцах

Д. Звуковим тиском, вимірюється в децибелах

Е. Звуковим тиском, вимірюється в децибелах

8. Чим характеризується висота звуку і в яких одиницях вона вимірюється?

А. Силою коливань, вимірюється в герцах

В. Частотою коливань, вимірюється в децибелах

- C. Звуковим тиском коливань, вимірюється в герцах
- D. Звуковим тиском, вимірюється в децибелах
- E. Звуковим тиском, вимірюється в децибелах

9. Чим характеризується висота звуку і в яких одиницях вона вимірюється?

- A. Силою коливань, вимірюється в герцах
- B. Частотою коливань, вимірюється в децибелах
- C. Звуковим тиском коливань, вимірюється в герцах
- D. Звуковим тиском, вимірюється в децибелах
- E. Звуковим тиском, вимірюється в децибелах

III. ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ УМІНЬ, НАВИЧОК

3.1. Зміст заняття, теоретичні аспекти

Суб'єктивна аудіометрія (від лат. *audio* — чую і грец. *metron* — міра) є основним видом діагностики слуху дітей (починаючи з віку 5–7 років) і дорослих. Суб'єктивна аудіометрія базується на відповідях обстежуваного (суб'єкта обстеження), звідки і дістала свою назву. Оскільки обстежуваний дає відповіді на звуки за допомогою натискання на кнопку, жестом або іншою дією, тобто поведінковими відповідями, суб'єктивну аудіометрію називають також поведінковою аудіометрією. При суб'єктивній аудіометрії визначають слухову чутливість випробуваного до різних звуків — тональних, шумових і мовних, як правило, щодо чутливості нормально молодих дорослих, які нормальночують. Суб'єктивна аудіометрія — всеосяжний вид діагностики слуху, тим що охоплює всі рівні органа слуху — від зовнішнього вуха до кори головного мозку. Результати суб'єктивної аудіометрії дають змогу оцінити стан усіх відділів органа слуху в цілому. Обмеженість суб'єктивної аудіометрії — неможливість точно діагностувати конкретне місце ураження. Для уточнення діагнозу необхідний інший вид діагностики слуху — об'єктивний. Об'єктивні методи діагностики — імпедансометрія, отоакустична емісія, коротколатентні слухові викликані потенціали (КСВП), консультація суміжних фахівців, магнітно-ядерний резонанс або/та комп'ютерна томографія. Іншим обмеженням суб'єктивної аудіометрії є здатність розуміння і виконання інструкцій, які дає обстежуваним медсестра-аудіометристка або лікар-сурдолог (отоларинголог). Тому суб'єктивна аудіометрія виконується дорослим і дітям після 5–7 років. Результати

суб'єктивної аудіометрії представляють у графічній формі на спеціальному бланку, який називається аудіограмою. Суб'єктивну аудіометрію проводять в аудіометричному кабінеті за стандартизованих умов і на спеціальному приладі — аудіометрі.

Умови аудіометрії. Перша умова — наявність аудіометра. Аудіометр — це медичний електроакустичний прилад, що дає змогу виробляти кількісну і якісну оцінку показників слухової функції. Аудіометр обов'язково повинен бути відкалібрований і завірений згідно з Законом України «Про метрологію та метрологічну діяльність». Аудіометрія проводиться у спеціальному аудіометричному кабінеті. Обстежуваний знаходиться у спеціальній звукозаглушеній кабіні, рівень шуму в якій відповідає міжнародним стандартам значень на аудіометричних частотах. Потрібна висока кваліфікація медсестри-аудіометристки або лікаря-сурдолога, отоларинголога, який проводить аудіометричне дослідження, а також бажання обстежуваного брати участь у дослідженні, розуміння інструкцій, бажання і здатність їх виконувати.

Обстеження за допомогою аудіометра. Обстеження за допомогою клінічного аудіометра дає більш точні кількісні і якісні дані про слух. Обстежуваний знаходиться в звукозаглушеній кабіні.

Вимірювання порогів чутності повітряно-проведених звуків. Поріг чутності — це мінімальний рівень звукового сигналу, який викликає слухове відчуття. Він вимірюється в децибелах (дБ) щодо стандартизованого порога чутності молодих дорослих, які нормально чують. Згідно з порогоми чутливості, налаштовується калібрування аудіометрів по кожній частоті. Пороги чутності повітрянопроведених звуків вимірюють в діапазоні частот від 125 до 8000 Гц за допомогою головних повітряних телефонів, розміщених на вушній раковині. Аналогічно калібруються пороги кісткової провідності.

Вимірювання порогів чутності кістковопроведених звуків. Пороги чутності кістково-проведених звуків вимірюють у діапазоні частот аудіометра від 250 до 8000 Гц за допомогою кісткового телефона.

Розташовується кістковий телефон за вушною раковиною на соскоподібному відростку скроневої кістки при вимірюванні порогів чутності кістково проведених звуків. При вимірюванні порогів повітряно- і кістково-проведених звуків медсестра-аудіометристка за допомогою атенуаторів аудіометра поступово збільшує силу звуку з кроком 5 дБ доти, поки пацієнт не повідомить натисканням на кнопку, що чує звук. Кожна частота перевіряється кілька разів і встановлю-

ється середнє значення порога чутливості повітряної та кісткової провідності. Визначення порогів чутності вимагає від пацієнта розуміння завдання обстеження і уваги при прослуховуванні тонів, що пред'являються через головний або кістковий телефон.

Бланк аудіограми. На бланку аудіограми найчастіше праве та ліве вухо зображені окремо та підписані (здебільшого праве вухо ліворуч, а ліве вухо праворуч). Іноді обидва вуха відзначаються одним бланком, їх розрізняють або кольором (праве вухо завжди червоним, а ліве — синім), або символами (праве кругом або квадратом (0—0—0), а ліве — хрестиком (х—х—х)). По вертикалі відзначають рівень слуху (інтенсивність стимулу) у децибелах з кроком 5 або 10 дБ, зверху вниз, починаючи від -5 або -10, а закінчуючи 100 дБ, рідше 110 дБ, 120 дБ. По горизонталі відмічають частоту звуку у герцах від 250 Гц (низькі частоти) до 8000 Гц (високі частоти). Інколи проводиться дослідження у розширеному діапазоні частот до 10–12 тис. Гц (рис. 3).

Бланк тональної порогової аудіограми з зазначеними по горизонталі ступенями зниження слуху (рис 3, а–г). Світло-сіра зона відповідає діапазону звуків розмовної мови (рис. 3, в). Діапазон звуків розмовної мови, розміщений на бланку аудіограми відображає рівні звукового тиску і частотні компоненти звуків мови — фонем. Зіставлення тональної порогової аудіограми з діапазоном звуків розмовної мови демонструє ступінь порушення сприйняття мовних звуків залежно від ступеня зниження слуху і конфігурації порогової тональної аудіограми (див. рис. 3, г).

Дві осі: горизонтальна — частота (кількість звукових коливань на секунду, що виражається в герцах) і вертикальна — інтенсивність звуку (відносна величина, що виражається в децибелах). На аудіограмі відзначається кісткова провідність (звук, який у вигляді вібрацій доходить до внутрішнього вуха через кістки черепа) та повітряна провідність (звук, що досягає внутрішнього вуха звичайним шляхом — через зовнішнє та середнє вухо).

При аудіометрії пацієнту подають сигнал різної частоти та інтенсивності й відзначають крапками величину мінімального звуку, який чує пацієнт. Кожна точка показує мінімальну інтенсивність звуку, коли пацієнт чує на конкретній частоті. З'єднавши точки, отримуємо графік, а точніше, два — один для кісткового звукопроведення (пунктирна лінія), інший — для повітряного (суцільна лінія). У нормі розташування обох ліній повинно бути на «0» лінії ± 10 дБ. Різниця між

графіком кісткового та повітряного звукопроведення називається кістково-повітряним інтервалом.

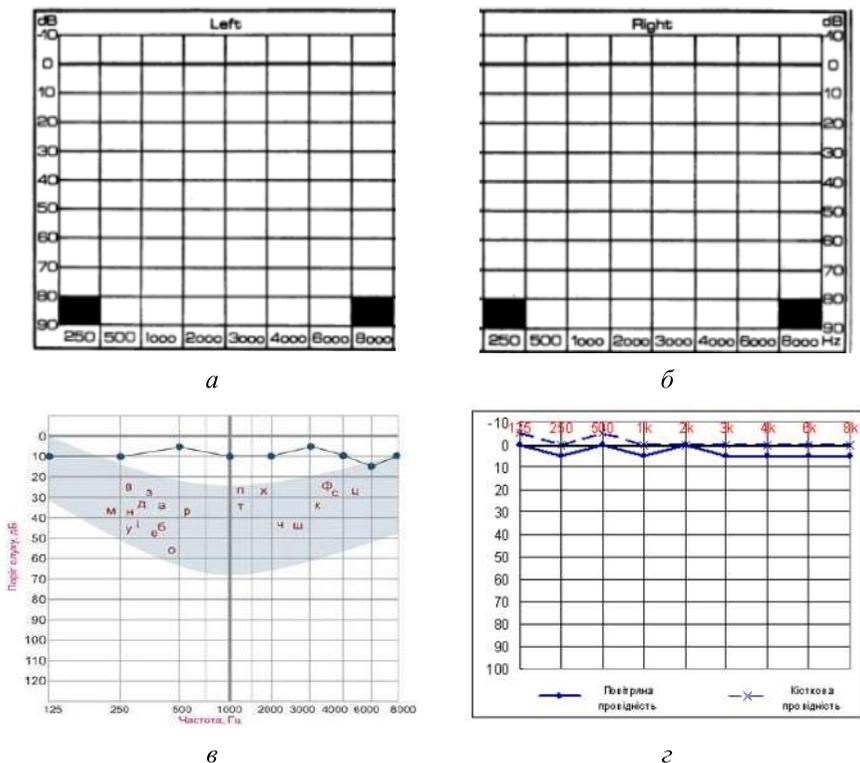


Рис. 3

Мінімальне зниження слуху 16–25 дБ (рис. 4). Пороги чутності повітряно проведених тонів при мінімальному ступені зниження слуху: ускладнено сприйняття тихої мови в шумі. Мінімальне зниження слуху в дитячому віці призводить до утруднення сприйняття мови. При середніх порогах чутності 16 дБ учні не отримують до 10 % мовної інформації, якщо вчитель знаходиться на відстані більше 1 м. При середніх порогах чутності 20–25 дБ виникають проблеми з розпізнаванням мовних звуків с, ч, ф.

Легке зниження слуху 26–40 дБ (рис. 5). Пороги чутності повітряно проведених тонів при легкому ступені зниження слуху: ускладнено сприйняття тихої або віддаленої мови в тиші та шумі. Звичайна роз-

мовна мова чутна в тиші, але в шумі розбірливість мови погіршується. Шепітну мову не чути. Легкий ступінь зниження слуху в дитячому віці призводить до того, що діти не отримують 25–40 % мовної інформації, погано розрізняють приголосні звуки, напружуються при слуханні й швидко втомлюються, справляють враження розсіяних. Можуть розвиватися дефекти мови, знижуватися успішність в школі.

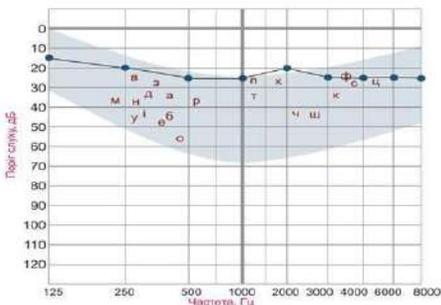


Рис. 4

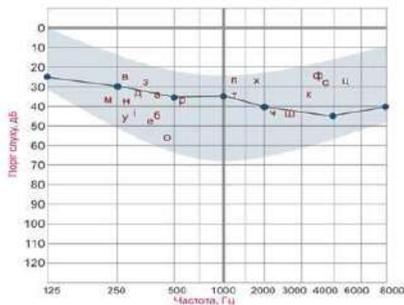


Рис. 5

Середнє зниження слуху 41–55 дБ (рис. 6). Пороги чутності повітряно-проводених тонів при середньому ступені зниження слуху: розмовна мова чутна на невеликій відстані від мовця, сприйняття мови в шумі значно погіршується. Тихі звуки і шепітну мову не чути. У дітей середній ступінь приглухуватості призводить до втрати 50–100 % мовної інформації в залежності від умов слухання, діти можуть розуміти прості фрази зі знайомими словами на відстані до 1–1,5 м. Для розуміння мови діти використовують зорову інформацію (читання з губ), словниковий запас бідний, мова спотворена, голос монотонний, багато приголосних вимовляються неправильно.

Тяжке зниження слуху 56–70 дБ (рис. 7). Пороги чутності повітряно-проводених тонів при тяжкому ступені зниження слуху: чутна гучна розмовна мова на близькій відстані від вуха. Діти зі зниженням слуху 55 дБ втрачають 100 % мовної інформації; можуть розрізняти голосну мову на відстані до метра; мова не розвивається.

Глибоке зниження слуху 71–90 дБ (рис. 8). Пороги чутності повітряно-проводених тонів при глибокому ступені зниження слуху: чути дуже гучну мову біля самого вуха, розрізняють голосні звуки на відстані 30–50 см від вуха.

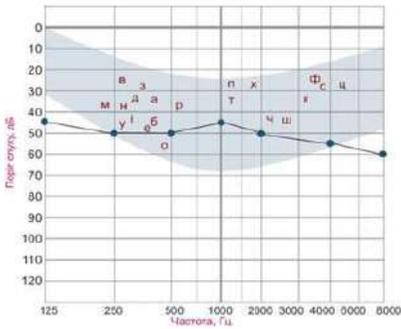


Рис. 6

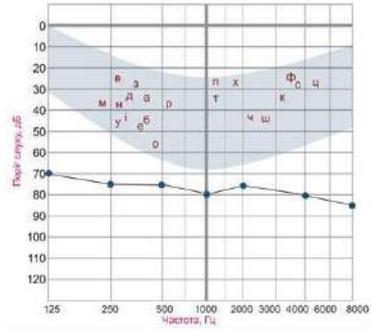


Рис. 7

Глухота (рис. 9). Пороги чутності повітряно-проведених тонів при глухоті: середні пороги чутності перевищують 90 дБ. У деяких випадках глухоти можуть бути чутні гучні звуки, крик у вушну раковину. При клінічній глухоті слухові пороги не визначаються при стимуляції рівнем звукового тиску 120 дБ, реакція на звукові стимули відсутня. Слуховомовне спілкування неможливе.

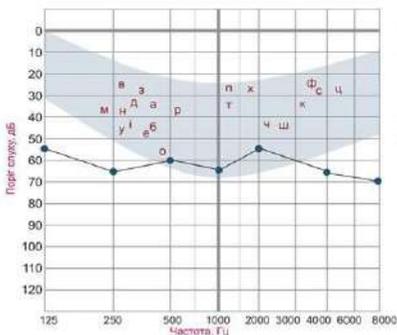


Рис. 8

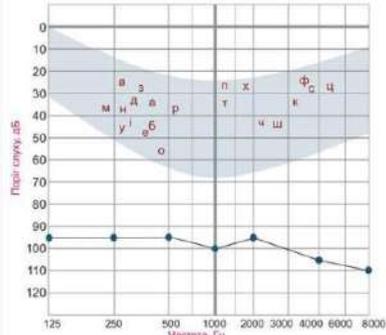


Рис. 9

Мовна аудіометрія. Необхідні засоби:

1. Мовний аудіометр.
2. Таблиця різночастотних слів.
3. За відсутності мовного аудіометра можна користуватись аудіометром і магнітофоном із записами блоків слів.

Сприйняття мови є найважливішою функцією і залежить від стану як периферичного, так і центрального відділу органа слуху. У слу-

ховий корі відбувається вищий аналіз, необхідний для розуміння мови. Мовна аудіометрія полягає у визначенні розуміння (розбірливості) слів. Слова з фонограми передаються через головні телефони або кістковий вібратор аудіометра на вухо обстежуваного. Пацієнта інструктують повторювати почуті слова і обчислюють відсоток правильно зрозумілих слів. Мовна аудіометрія дає змогу виявити соціальну адекватність слуху. Цей метод є цінним для діагностики центральних і периферичних уражень органа слуху. Для проведення мовної аудіометрії використовують числівники (список Е. М. Харшак) і багато-складові слова (список Г. І. Грінберга і Л. Р. Зіндера). Слова збалансовані за частотою вживання складів. Рівень сили звуку калібрується у децибелах щодо порога чутності нормально чуючих молодих дорослих. Для кожного вуха визначають поріг 50 % розбірливості повітряно- і кістковопроведених числівників слів. Цей поріг — рівень сили звуку, при якому обстежуваний правильно повторює 5–7 з 10 пред'явлених числівників.

За допомогою складних слів Г. І. Грінберга і Л. Р. Зіндера визначають поріг 100 % розбірливості мови. Дослідження проводять тільки за допомогою повітряних телефонів. Цей поріг — рівень сили звуку, при якому обстежуваний правильно повторює 30 слів з 30 пред'явлених слів. Метою мовної аудіометрії є визначення порогів розбірливості мови на різній інтенсивності звуку. Хворому дають прослухати блоки по 30 слів (це можуть бути числа або загальноживані слова), записаних на магнітну плівку та відтворених магнітофоном. За допомогою аудіометра змінюють гучність звучання слів і пропонують пацієнту максимально точно повторити почуте. Підраховують відсоток правильних відповідей на різній інтенсивності звучання. При цьому визначають: пороги сприйняття — найменшу інтенсивність, при якій хворий може повторити принаймні одне почуте слово (з 30 запропонованих); 50 % поріг — гучність, при якій хворий відтворює половину почутих слів; 100 % поріг — гучність, при якій хворий повторює всі запропоновані слова.

При кондуктивній приглухуватості (ураження звукопроведення) крива розбірливості мови проходить паралельно до нормальної, але зміщена праворуч і досягає 100 % розбірливості. При сенсоневральній приглухуватості розбірливість мови часто не досягає ста відсотків навіть при найгучнішому звучанні аудіометра. У деяких випадках (при центральних порушеннях органа слуху, слухового нерва) 100 % розбірливість мовного тесту не досягається навіть при максимально-

му рівні аудіометра. Для ураження равлика внутрішнього вуха характерно парадоксальне падіння розбірливості мови — зниження розбірливості мови при збільшенні гучності мови (рис. 10).



Рис. 10

Визначення порогів слухового дискомфорту. Порог слухового дискомфорту — це сила звуку, при якій звук неприємно гучний. Пороги слухового дискомфорту визначають для повітрянопроведених тональних сигналів аудіометра в діапазоні 500–6000 Гц. Для цього плавно збільшують рівень тонального сигналу доти поки обстежуваний повідомить, що звук став неприємно гучним. Різниця між порогом чутності тону і порогом слухового дискомфорту становить динамічний діапазон слуху. У нормі динамічний діапазон слуху становить 70–100 дБ в залежності від частоти. При сенсоневральній приглухуватості пороги слухового дискомфорту відповідають порогам людини, яка нормально чує, а динамічний діапазон слуху звужений. Пороги чутності повітряно та кістковопроведених звуків, а також порогів слухового дискомфорту використовуються для обчислення необхідних пацієнту електроакустичних параметрів та індивідуального налаштування слухових апаратів.

Перевірка слуху у дитини. Сьогодні у клініках застосовується безболісний, точний і навіть цікавий метод вивчення слухового апарату. Лікар виявляє порушення (глухість, різний рівень сприйняття тощо) за допомогою аудіограми для дітей. Аудіограма дітям не тільки не завдає дискомфорту, а й буває цікавою для малюків. По-перше, з дитиною під час проведення процедури завжди є дорослий — батько,

родич. По-друге, апарати для перевірки слуху невеликі, нагадують комп'ютери та навушники. Такий вид пристроїв не лякає невідомістю дітей. Аудиометрія дитині віком від року проводиться умовно-рефлекторним методом. Такий варіант дослідження має на увазі спочатку появу звуку зі світловим сигналом і фіксацію реакції малюка, а потім появу звуку без світла. Під час другої частини дослідження апарат також фіксує рівень розвитку слуху, спираючись на рефлекси.

Аудиограма для дітей старшого віку проводиться у кількох напрямках: ігровому, мовленнєвому, камерному. Ігрова діагностика підходить дітям 2–3 років. Процес обстеження слухового апарату прихований у грі, проходячи яку дитина дає зафіксувати всі необхідні показники сприйняття звуків. Дослідження живою мовою — це безпосередньо розмова лікаря з маленьким пацієнтом. Найчастіше цей метод використовують у комплексі з іншими видами аудиограм. Тонально-порогова (камерна) перевірка гостроти слуху допомагає визначити чутливість до звуків різної частоти за допомогою спеціальної камери. Медична камера звукозаглушена та викликає слухові відчуття. Зазначений спосіб обстеження слуху у дітей застосовується для глибокого сканування стану здоров'я. І лише новонароджені проходять перевірку слуху за допомогою безумовно-рефлекторного обстеження. Дослідження реєструє реакції дітей на сигнали, що подаються.

Пресбіакузис (грец. presbyb — старий + akusis — слух) — це порушення звукосприйняття, зумовлене дистрофічними й атрофічними змінами вікового характеру у внутрішньому вусі — в кортієвому органі та спіральному ганглії равлика. Характеризується симетричністю щодо обох вух, поступовим розвитком. Наприклад, якщо серед 40–50-річних погано чують усього 6 %, то серед людей у віці 50–60 років порушений слух вже у 25 %. У 60–70 років приглухуватість відзначається у 40 %, а після 70 років її мають вже більше половини людей. Патологічні зміни при пресбіакузисі виявляються вздовж усього слухового аналізатора. У равлику і завитковому ганглії в результаті дистрофічних й атрофічних процесів зменшується кількість чутливих клітин і нейронів. У присінковій мембрані відзначається вакуолізація. Атрофія та некроз ядер характерні для центрів слухового шляху, аж до слухової зони кори головного мозку. У слуховому нерві зменшується кількість пучків і волокон. Розвивається атрофія судин, особливо в спіральній зв'язці, судинній смужці та нервових утвореннях.

Спостерігаються також зміни структури звукопровідного апарату середнього вуха: підвищується в'язкість синовіальної рідини, змінюються властивості тканин коваделко-молоточкового і коваделко-стремінцевого суглобів.

3.2. Методика виконання роботи, етапи виконання

Перелік навчальних практичних завдань, які необхідно виконати під час практичного заняття:

1. Виконання тональної аудіометрії.
2. Виконання надпорогової аудіометрії.

Виконання тональної аудіометрії. При вимірюванні порогів повітряно і кістково проведених звуків треба за допомогою атенюаторів аудіометра поступово збільшувати силу звуку з кроком в 5 дБ доти, поки пацієнт не відзначить натисканням на кнопку, що чує звук. Кожна частота перевіряється кілька разів і встановлюється середнє значення порога чутливості повітряної та кісткової провідності. Для кожного вуха окремо вимірюють повітряну провідність (через навушники) та кісткову провідність (через кістковий вібратор). Повітряна провідність — це безпосередньо слух пацієнта, а кісткова провідність — слух людини, виключаючи звукопровідну систему (зовнішнє та середнє вуха), її ще називають запасом равлика (внутрішнього вуха).

Якщо кісткове звукопроведення в нормі (0–25 дБ), а повітряне проведення порушено — це показник кондуктивної приглухуватості. Однак при визначенні кісткової звукопровідності слід пам'ятати, що низькі частоти (125, 250 Гц) дають ефект вібрації, а досліджуваний може сприймати це відчуття за слухове. Тому потрібно критично ставитися до кістково-повітряного інтервалу на даних частотах, особливо при тяжких ступенях приглухуватості (3–4-го ступеня та глухоті).

Кондуктивна приглухуватість рідко буває тяжкого ступеня, частіше 1–2-й ступінь приглухуватості. Винятки становлять хронічні запальні захворювання середнього вуха, після хірургічних втручань на середньому вусі, вроджені аномалії розвитку зовнішнього та середнього вуха (мікротії, атрезії зовнішніх слухових проходів тощо), а також при отосклерозі. Представлені типовий приклад кондуктивної приглухуватості: кісткове звукопроведення в межах норми (0–25 дБ), а повітряне порушене, є кістково-повітряний інтервал (рис. 11).

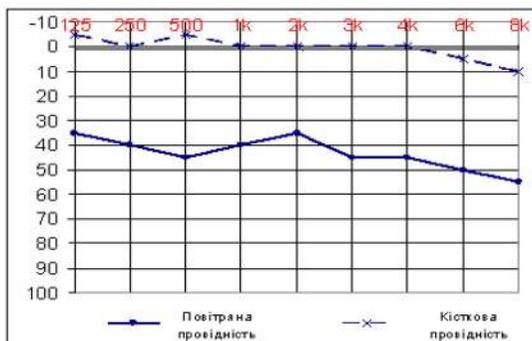


Рис. 11

Якщо кісткове звукопроведення повторює повітряне — це сенсоневральна приглухуватість. Прикладами сенсоневральної приглухуватості є наведені рис. 12 (а, б). На них видно, що кісткова провідність повторює повітряну. При цьому на рис. 12, а слух на правому вусі в нормі (у межах 25 дБ), а зліва є сенсоневральна приглухуватість з переважним ураженням високих частот (рис. 12, б). Відповідно до міжнародної класифікації, визначаємо приглухуватість зліва: 500 Гц — 20 дБ, 1000 Гц — 30 дБ, 2000 Гц — 40 дБ, 4000 Гц — 55 дБ = 145, поділивши на 4, отримуємо 36,25 дБ, що відповідає 1-му ступеню приглухуватості ($20 + 30 + 40 + 55 = 145$; $145 : 4 = 36,25$). Висновок: лівостороння сенсоневральна приглухуватість 1-го ступеня.

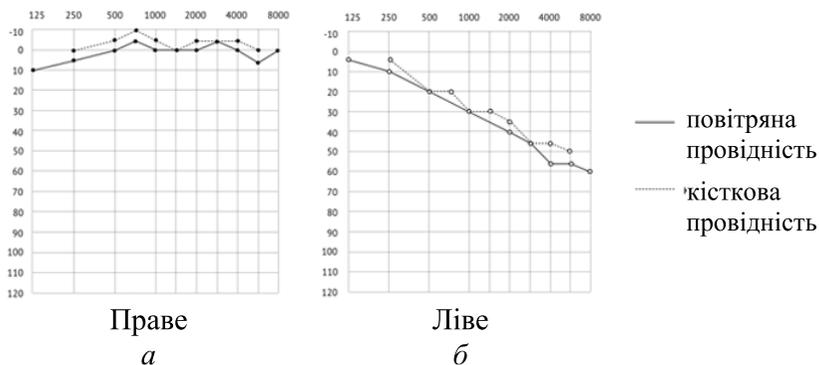


Рис. 12

Для аудіограми на рис. 13 показовою є відсутність кісткового проведення зліва. Це відбувається за обмеженістю приладів (максимальна інтенсивність кісткового вібратора 45–70 дБ). Розраховуємо

ступінь приглухуватості: праворуч: $20 + 25 + 40 + 50 = 135$; $135 : 4 = 33,75$, що відповідає 1-му ступеню приглухуватості; ліворуч — $90 + 90 + 95 + 100 = 375$; $375 : 4 = 93,75$, що відповідає глухоті. Висновок: двостороння сенсоневральна приглухуватість справа 1-го ступеня, зліва глухота.

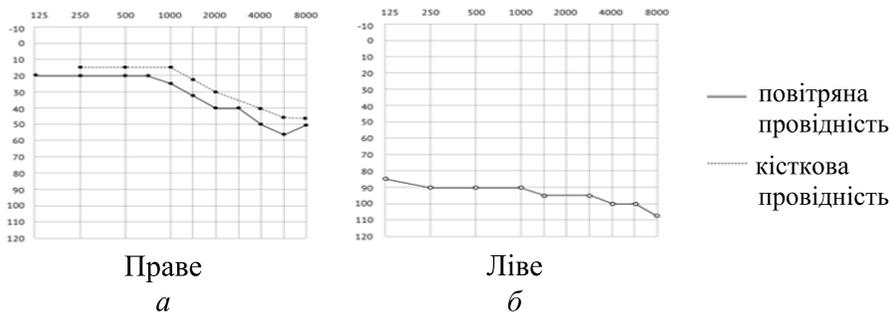


Рис. 13

У випадках, коли порушено і кісткове, і повітряне звукопроведення, але є кістково повітряний інтервал (рис. 14), пацієнт має змішаний тип приглухуватості (порушення і в середньому і у внутрішньому вусі).

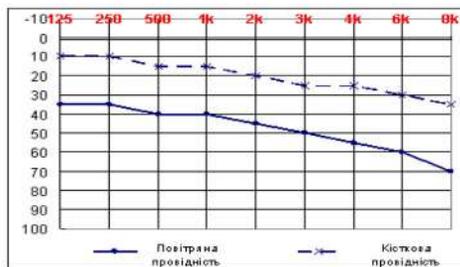


Рис. 14

На рис. 15 є порушення як повітряного, і кісткового звукопроведення. Чітко визначається кістково повітряний інтервал. Ступінь приглухуватості розраховуємо за повітряною провідністю згідно з міжнародною класифікацією, яка становить для правого вуха середньоарифметичне значення $31,25$ дБ, а для лівого — $36,25$ дБ, що відповідає 1-му ступеню приглухуватості. Висновок: двостороння приглухуватість 1-го ступеня за змішаним типом.

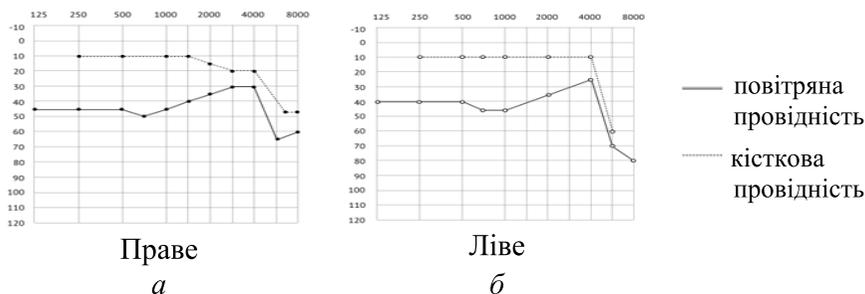


Рис. 15

Виконання надпорогової аудіометрії. Надпорогова тональна аудіометрія — сукупність тестів дослідження слуху чистими тонами, інтенсивність яких перевищує мінімальний слух пацієнта. При цьому хворому пропонують прослухати та проаналізувати тони, що перевищують пороги слуху, визначені при пороговій тональній аудіометрії. Надпорогова аудіометрія дає змогу провести диференційну діагностику ураження завиткових рецепторів від інших порушень сенсо-невральної системи.

При ураженні волоскових клітин спостерігається феномен прискореного наростання гучності (ФПНГ). Він характеризується тим, що одночасно зі зниженням слуху відмічається підвищена чутливість до голосних звуків і швидке сприймання стрибків. Для ілюстрації: хворий сприймає правим вухом сприймає звук 60 дБ, лівим — 20 дБ. Якщо підсилювати інтенсивність звуку стрибкоподібно на одну і ту ж величину для правого і лівого вуха, то настає мить, коли хворий сприймає звук однаково голосним на обидва вуха, тобто настає вирівнювання гучності звуку, хоча для правого вуха його доводилось підсилити всього на 20 дБ, а для лівого вуха — на 60 дБ (тест балансу гучності за Фаулером).

Для виявлення ФПНГ використовують різні надпорогові тести: диференційний поріг сприйняття інтенсивності звуку (за Люшером), визначення порога дискомфорту, Si-Si тесту — індексу чутливості до коротких наростань звуку тощо. Таким чином, цей тест допомагає виявити ураження в ділянці равлика та відрізнити лабіринтне ураження (хвороба Мен'єра, професійна, стареча приглухуватість та ін.) від позалабіринтного (отосклероз, що не уражає внутрішнє вухо; ретролабіринтні ураження стовбура слухового нерва та спірального ганглія).

У випадках коли аудіолог визначає симетричну втрату слуху, зазвичай достатньо проводити традиційну аудіометрію без маскування. Однак у випадках асиметричної втрати слуху ви не можете бути впевнені, що звук прослуховується вухом, яке обстежується, а не протилежним вухом. Тому при обстеженні вуха, яке гірше чує, необхідно застосувати маскування протилежного вуха широкосмуговим або вузькосмуговим шумом. Необхідність маскування вуха, яке краще чує, зумовлена феноменом переслуховування: звуки що подаються на обстежуване, вухо, яке гірше чує, розповсюджуються по кістках черепа і сприймаються протилежним, вухом, яке краще чує. Щоб запобігти переслуховуванню, у випадках асиметричних порогів чутливості при обстеженні вуха, яке гірше чує, треба застосовувати маскування другого вуха з метою точної реєстрації порогів слухової чутливості повітряно і кістково проведених звуків та результатів мовної аудіометрії. Застосовувати маскування вуха, яке краще чує, треба у таких випадках:

— якщо різниця порогів чутливості кістково і повітряно проведених тонів становить 15 дБ або більше — перевірте пороги чутливості кістково проведених звуків вуха, яке гірше чує, з маскуванням протилежного вуха.

— якщо різниця між порогоми повітряно проведених тонів гіршого вуха та порогоми кістковопроведених тонів кращого вуха перевищує 40 дБ при застосуванні головних телефонів або 50 дБ при застосуванні внутрішньовушних телефонів.

3.3. Вимоги до результатів роботи з даної теми

1. Намалюйте аудіограму кондуктивної та сенсоневральної приглухуватості, яка відповідає 3-му та 4-му ступеням зниження слуху.

2. Намалюйте мовну аудіограму в нормі, при сенсоневральній та кондуктивній приглухуватості.

3.4. Тестові завдання для самоконтролю оволодіння знаннями, вміннями, навичками

1. Чому люди похилого віку часто скаржаться на зниження слуху?

А. Через вікові зміни дегенеративного характеру звукопровідного апарату

В. Через вікові зміни дегенеративного характеру спірального органа

- C. Через вікові зміни барабанної перетинки та слухових кісточок
- D. Через вікові зміни в слуховому нерві, кірковому відділі слухового аналізатора
- E. Усе перераховане

2. Що таке суб'єктивна аудіометрія?

- A. Дослідження слуху мовою
- B. Дослідження слуху камертонами
- C. Дослідження слуху вимірюванням КСВП
- D. Дослідження слуху електроакустичним приладом
- E. Дослідження слуху вимірюванням отоакустичної емісії

3. Що з переліченого належить до суб'єктивних методів дослідження слуху?

- A. Імпедансометрія, отоакустична емісія
- B. Аудіометрія, камертональне дослідження, дослідження розмовною мовою
- C. Аудіометрія, імпедансометрія
- D. Аудіометрія, камертональне дослідження, отоакустична емісія
- E. Камертональне дослідження, імпедансометрія, КСВП

4. Де знаходиться обстежуваний під час аудіометрії?

- A. У спеціальній звукозаглушеній кабіні
- B. У спеціально відведеному кабінеті
- C. У спеціальній палаті
- D. Лежить на кушетці
- E. У кріслі Барані

5. Що потрібно для виконання суб'єктивної аудіометрії?

- A. Бажання обстежуваного брати участь у дослідженні
- B. Розуміння інструкцій
- C. Здатність виконувати команди
- D. Адекватність поведінки
- E. Усе перераховане

6. Що таке поріг чутності під час суб'єктивної аудіометрії?

- A. Мінімальний рівень тиску, який викликає слухове відчуття
- B. Мінімальний рівень звукового сигналу, який викликає больове відчуття у вусі

С. Максимальний рівень звукового сигналу, який викликає слухове відчуття

Д. Мінімальний звуковий сигнал, який викликає чітке розпізнавання мови

Е. Мінімальний рівень звукового сигналу, який викликає слухове відчуття

7. Пороги чутності повітряно проведених звуків вимірюють:

А. У діапазоні частот від 1000 до 8000 Гц за допомогою повітряних телефонів

В. У діапазоні частот від 125 до 8000 Гц за допомогою повітряних телефонів

С. У діапазоні частот від 60 до 4000 Гц за допомогою кісткових телефонів

Д. В ультразвуковому діапазоні за допомогою повітряних телефонів

Е. У діапазоні частот від 125 до 8000 Гц за допомогою розмовної мови

8. Де розташовується кістковий телефон при вимірюванні порогів чутності кістково проведених звуків?

А. На середній лінії тім'я

В. На спинці носа

С. На козелку

Д. На соскоподібному відростку

Е. На барабанній перетинці

9. Які осі є на бланку аудіограми?

А. Дві осі: горизонтальна — інтенсивність звуку і вертикальна — частота

В. Дві осі: суцільна лінія — частота і пунктирна — інтенсивність звуку

С. Дві осі: горизонтальна — частота і вертикальна — інтенсивність звуку

Д. Три осі: горизонтальна — частота, вертикальна — інтенсивність звуку, сагітальна — повітряна провідність

Е. Дві осі: пунктирна лінія — частота і суцільна — інтенсивність звуку

10. Де у нормі повинні розташовуватися лінії повітряного та кісткового проведення при аудіометрії?

- A. На «0» лінії ± 20 дБ
- B. На «0» лінії ± 10 дБ
- C. На «10» лінії ± 10 дБ
- D. На «25» лінії ± 10 дБ
- E. На «0» лінії ± 25 дБ

11. Що означає кожна точка лінії аудіограми?

A. Показує мінімальну інтенсивність звуку, коли пацієнт чує на конкретній частоті

B. Показує мінімальну частоту звуку, коли пацієнт чує звук

C. Показує мінімальну інтенсивність звуку, коли пацієнт чітко розрізняє слова

D. Показує мінімальний тиск звуку, коли пацієнт відчуває дискомфорт

E. Показує мінімальну інтенсивність звуку, коли пацієнт може розрізнити дві частоти

12. Як називається різниця між графіком кісткового та повітряного звукопроведення?

A. Резерв завитки

B. Поріг слуху

C. Кістково-повітряний інтервал

D. Феномен прискореного нарощення гучності

E. Поріг дискомфорту

13. У якому діапазоні порогу слуха розташована лінія повітряної провідності при мінімальному зниженні слуху?

A. 16–25 дБ

B. 71–90 дБ

C. 41–55 дБ

D. 26–40 дБ

E. 56–70 дБ

14. У якому діапазоні порога слуху розташована лінія повітряної провідності при легкому зниженні слуху?

A. 16–25 дБ

B. 71–90 дБ

- C. 41–55 дБ
- D. 26–40 дБ
- E. 56–70 дБ

15. У якому діапазоні порога слуху розташована лінія повітряної провідності при тяжкому зниженні слуху?

- A. 16–25 дБ
- B. 71–90 дБ
- C. 41–55 дБ
- D. 26–40 дБ
- E. 56–70 дБ

16. У якому діапазоні порога слуху розташована лінія повітряної провідності при середньому зниженні слуху?

- A. 16–25 дБ
- B. 71–90 дБ
- C. 41–55 дБ
- D. 26–40 дБ
- E. 56–70 дБ

17. У якому діапазоні порога слуху розташована лінія повітряної провідності при глибокому зниженні слуху?

- A. 16–25 дБ
- B. 71–90 дБ
- C. 41–55 дБ
- D. 26–40 дБ
- E. 56–70 дБ

18. При легкому ступені зниження слуху:

- A. Чути дуже гучну мову біля самого вуха
- B. Тихі звуки і шепітну мову не чути
- C. У сприйняття тихої мови в шумі
- D. Звичайна розмовна мова чутна в тиші, але в шумі розбірливість мови погіршується
- E. Чутна гучна розмовна мова на близькій відстані від вуха

19. При середньому ступені зниження слуху:

- A. Чути дуже гучну мову біля самого вуха
- B. Тихі звуки і шепітну мову не чути

- C. Ускладнено сприйняття тихої мови в шумі
- D. Звичайна розмовна мова чутна в тиші, але в шумі розбірливість мови погіршується
- E. Чутна гучна розмовна мова на близькій відстані від вуха

20. При тяжкому ступені зниження слуху:

- A. Чути дуже гучну мову біля самого вуха
- B. Тихі звуки і шепітну мову не чути
- C. Ускладнено сприйняття тихої мови в шумі
- D. Звичайна розмовна мова чутна в тиші, але в шумі розбірливість мови погіршується
- E. Чутна гучна розмовна мова на близькій відстані від вуха

21. При глибокому ступені зниження слуху:

- A. Чути дуже гучну мову біля самого вуха
- B. Тихі звуки і шепітну мову не чути
- C. Ускладнено сприйняття тихої мови в шумі
- D. Звичайна розмовна мова чутна в тиші, але в шумі розбірливість мови погіршується
- E. Чутна гучна розмовна мова на близькій відстані від вуха

22. При мінімальному ступені зниження слуху:

- A. Чути дуже гучну мову біля самого вуха
- B. Тихі звуки і шепітну мову не чути
- C. Ускладнено сприйняття тихої мови в шумі
- D. Звичайна розмовна мова чутна в тиші, але в шумі розбірливість мови погіршується
- E. Чутна гучна розмовна мова на близькій відстані від вуха

Питання для контролю

1. Суб'єктивна аудіометрія.
2. Умови аудіометрії.
3. Вимірювання порогів чутності повітряно проведених звуків.
4. Вимірювання порогів чутності кістково проведених звуків.
5. Бланк тональної порогової аудіограми.
6. Виконання тональної аудіометрії.
7. Клінічні прояви при різних рівнях зниження слуху.
8. Конфігурації тональних порогових аудіограм.
9. Мовна аудіометрія.

10. Визначення порогів слухового дискомфорту.
11. Перевірка слуху у дитини.
12. Пресбіакузис.
13. Виконання надпорогової аудіометрії.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Стандарт медичної допомоги «Раптова і гостра сенсоневральна приглухуватість». Наказ № 2272 від 15.12.2022, Київ www.dec.gov.ua
2. Сучасна невідкладна допомога хворим із гострими та хронічними захворюваннями ЛОР-органів та при їх ускладненнях : навч.-метод. посіб. для студентів вищих медичних навчальних закладів III–IV рівнів акредитації, лікарів-оториноларингологів та сімейних лікарів / Євчев Ф. Д., Пухлік С. М., Тітаренко О. В. та ін. Одеса : Олді+, 2023. 272 с.
3. Оториноларингологія : підруч. / Заболотний Д. І. та ін. 4-е вид. Київ : ВСВ «Медицина», 2020. 472 с.

Додаткова

1. Maggi Soer. Guide to Audiology and Hearing Aids for Otolaryngologists. Pure Tone Audiometry. Open access guide to audiology and hearing aids for otolaryngologists. 2018. https://vula.uct.ac.za/access/content/group/27b5cb1b-1b65-4280-9437-a9898ddd4c40/Theory%20and%20practice%20of%20pure%25%20tone%20audiometry%20_PTA_.pdf
2. W. Paul Flint, Bruce H. Haughey FACS and et. Cummings Otolaryngology : Head and Neck Surgery. Elsevier, 2020. P. 3568
3. Абизов Р. А., Шкорботун В. О. Невідкладні стани в оториноларингології. *Медицина невідкладних станів. Екстрена (швидка) медична допомога* : підруч. / І. С. Зозуля та ін. ; за ред. І. С. Зозулі. 3-є вид., перероб. і допов. Київ : ВСВ «Медицина», 2019. С. 745–778.

I. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ

Мета. Для виявлення патології середнього вуха у пацієнтів зі зниженням слуху доцільно використовувати тимпанометрію, яка допомагає виявити приховані процеси у середньому вусі. Своєчасна якісна діагностика слуху, проведена в умовах спеціалізованої клініки, дає змогу виявити різні патології звукопровідного апарату, призначити грамотне лікування, запобігти процесу подальшої втрати слуху. Акустична імпедансометрія — об'єктивний метод діагностики слуху, що допомагає визначити місце і характер порушення в слуховій системі. Для лікаря загальної практики, а тим паче майбутнього отоларинголога, необхідне ознайомлення з можливостями методу для своєчасного призначення щодо запобігання діагностичних та лікувальних помилок.

Основні поняття. Тимпанометрія, визначення слухових рефлексів. Види тимпаногам у залежності від патології вуха.

Обладнання. Мультимедійні презентації, таблиці, муляжі, тренажери, відеофільми, набори інструментів, камертонів, аудіограм, тимпаногам.

II. КОНТРОЛЬ ОПОРНИХ ЗНАНЬ

2.1. Загальні цілі

Студенту потрібно знати:

- техніку проведення тимпанометрії;
- техніку проведення рефлексометрії;
- вмінні інтерпретувати результати отриманих досліджень.

На основі теоретичних знань з теми *оволодіти методиками:*

- інтерпретації тимпаногам;
- тестів оцінки вентиляційної функції слухової труби.

2.2. Тестові завдання для перевірки базових знань за темою заняття

1. Що в нормі міститься в порожнинах середнього вуха?
А. Перилімфа

- В. Ендолімфа
- С. Повітря
- Д. Ексудат
- Е. Прозора серозна рідина

2. Що входить до складу трансмісійної системи вуха?

- А. Зовнішній слуховий прохід
- В. Барабанна перетинка
- С. Ланцюг слухових кісточок
- Д. Перилімфа
- Е. Усе перераховане

3. На яких рівнях може виникнути порушення слуху?

- А. Зовнішнього слухового проходу
- В. Барабанної перетинки
- С. Завитки
- Д. Слухового нерва
- Е. Усе перераховане

4. Що таке імпеданс в медицині?

- А. Вимір резонансу різних ділянок тканин імпульсами
- В. Вимір щільності різних ділянок тканин імпульсами
- С. Вимір частоти коливань різних ділянок тканин імпульсами
- Д. Вимір біологічного опору різних ділянок тканин імпульсами
- Е. Вимір клітинного складу різних ділянок тканин

5. Що таке акустичний імпеданс вуха?

- А. Комплексний акустичний опір тільки структур середнього вуха
- В. Комплексний акустичний опір повітряного середовища
- С. Комплексний акустичний опір тільки рідин внутрішнього вуха
- Д. Комплексне акустичне проведення звуків до кохлеарного органа
- Е. Комплексний акустичний опір кохлеарного органа

6. Чим іннервується стапедіальний м'яз?

- А. Язикоглотковим нервом
- В. Лицевим нервом
- С. Трійчастим нервом
- Д. Додатковим нервом
- Е. Барабанною струною

7. У якому стані у дорослої людини знаходиться нормальна Євстахієва труба?

А. Закрита, відкривається тільки під час ковтальних та позіхальних рухів

В. Постійно відкрита

С. Відкрита, закривається тільки під час ковтальних та позіхальних рухів

Д. Закрита, відкривається тільки під час самопродування (за Політцером)

Е. Усе перераховане

III. ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ УМІНЬ, НАВИЧОК

3.1. Зміст заняття, теоретичні аспекти

Імпедансометрія (акустична імпедансометрія) — об'єктивний метод діагностики слуху, що допомагає визначити місце і характер порушення в слуховій системі. Вона дає відомості про стан середнього вуха, слухової труби, равлика, слухових і лицевих нервів.

Основні діагностичні тести акустичної імпедансометрії:

— тимпанометрія;

— дослідження функції слухової труби;

— акустична рефлексометрія.

Діагностичний аналіз результатів і діагностичний висновок дає лікар-сурдолог або лікар-отоларинголог.

У поєднанні з іншими діагностичними методами, акустична імпедансометрія надає можливість діагностувати у дітей і дорослих:

- Наявність рідини в середньому вусі.
- Ушкодження (перфорацію) барабанної перетинки.
- Тимпаносклероз.
- Гіперрухливість барабанної перетинки.
- Порушення прохідності слухової труби.
- Секреторний середній отит.
- Отосклероз.
- Фіксацію ланцюга слухових кісточок.
- Розрив ланцюга слухових кісточок.
- Невриному та інші патологічні стани слухового нерва.
- Патологічні стани лицевого нерва.
- Деякі центральні патології слухового аналізатора.

● Орієнтовно визначити зниження слуху при сенсоневральній приглухуватості.

● Здійснити контроль лікування гострого середнього отиту.

● Оцінити стан дренажних трубок барабанної перетинки при лікуванні хронічного адгезивного отиту.

Акустична імпедансометрія полягає в автоматизованому вимірюванні зміни зсуву) акустичної провідності (адмітансу) середнього вуха при зміні тиску повітря в закритому слуховому проході (тимпанометрія) або при впливі звукового стимулу (акустична рефлексометрія).

Акустичний адмітанс — це акустична провідність структур зовнішнього слухового проходу і середнього вуха, відповідно акустичний імпеданс — їхній акустичний опір.

У період раних наукових медичних досліджень цього методу кінця 1950-х — початку 1970-х рр. експериментальними приладами вимірювали зрушення акустичного опору (імпедансу). Звідси і пішов термін «імпедансометрія», який застосовується і нині, хоча сучасні прилади змінюють зрушення акустичної провідності — зворотної величини акустичного імпедансу. Тому цей метод називають також «адмітанс-аудіометрія» або «імітанс-аудіометрія» (Immittance Audiometry).

Аналізатор середнього вуха складається з акустичного зонда з вушною вкладкою, додаткового аудіометричного телефона і цифрового аналізатора звуку з вбудованими в нього регулятором тиску повітря, пультом управління, екраном і принтером. У зонді розташовані мініатюрні телефони і мікрофон, а через зонд проходить тонка еластична трубочка від регулятора тиску. Один мініатюрний телефон зонда посиляє в закритий вушною вкладкою слуховий прохід звук — зондуєчий тон. Частота зондуєчого тону повинна бути 1000 Гц для дітей у віці до 12 міс. і 226 Гц для пацієнтів усіх інших вікових груп.

Мікрофон зонда приймає зондуєчий тон і його відбиття від барабанної перетинки. При акустичній рефлексометрії другий мініатюрний телефон зонда подає стимулювальний звук у досліджуване вухо (іпсилатеральний стимул), а аудіометрично головний телефон — у протилежне вухо (контрлатеральний стимул). При тимпанометрії регулятор тиску повітря змінює тиск в слуховому проході, герметично закритому вушною вкладкою, щодо навколишнього атмосферного тиску — спочатку знижує тиск, потім підвищує, а потім повертає його до навколишнього атмосферного тиску.

Акустична імпедансометрія абсолютно безболісна для пацієнта. Вона є одним з найбільш широко застосовуваних діагностичних методів у дітей і дорослих й обов'язкова в усіх розвинених країнах.

Тимпанометр і насадки повинні бути чистими (тобто без пилу, бруду й обробленими відповідно до стандартів контролю за інфекцією). Усі тимпанометри періодично мають проходити калібрування згідно з вимогами. За формою насадки для тимпанометрії поділяють на два типи: «парасолька» та «грибок». Завжди дуже важливо вибрати правильний розмір насадки для того, щоб тестування було зручним, без дискомфорту відчуттів і щоб забезпечувати адекватне ущільнення. Якщо насадку утримувати на місці, наприклад, під час проведення скринінгової тимпанометрії маленькій дитині, перевагу можна віддати насадці у формі парасольки, оскільки вона охоплюватиме початок зовнішнього слухового ходу.

У новонароджених і дітей віком до 7 міс. імпеданс середнього вуха створюється переважно масою системи. Збільшення маси пов'язано до певної міри з наявністю мезенхімальної тканини й амніотичної рідини в середньому вусі у дітей перших місяців життя. У зв'язку з цим у цій віковій групі проведення дослідження «зондуємим сигналом» частотою 226 Гц дає велику кількість хибнонегативних результатів.

Особливості виконання процедури:

- Оторея (наявність виділень з вуха) в усіх випадках є абсолютним протипоказанням.
- Гострий середній отит. Коли є гіперемія барабанної перетинки з її випинанням, тимпанометрія протипоказана.
- Біль і чутливість у вусі та зовнішній отит. Якщо це можливо, тестування слід починати зі здорового вуха.
- Наявність стороннього предмета у слуховому ході — слід вилучити перед тимпанометрією кваліфікованою та компетентною людиною, щоб запобігти ушкодженню зовнішнього вуха або барабанної перетинки.
- Надлишок сірки — обстеження протипоказане, треба видалити. М'яка сірка у хрящовій частині вушного каналу може пошкодити датчик тимпанометра.
- Попередні операції на вусі: пацієнт обов'язково повинен бути проконсультований хірургом перед процедурою (стапедектомія, поршнева стапедопластика) або реконструкції барабанної перетинки (тимпанопластики, мірингопластики).
- Тимпанометрію не слід виконувати раніше як через 2 міс. після проведення операції на вусі, окрім випадків, коли є гостра потреба в цьому обстеженні. За таких умов його слід виконувати тільки за наявності задокументованої згоди лікаря-оториноларинголога.

● Під час дослідження пацієнт не повинен рухатися, ковтати, розмовляти.

Тимпанометрія. Тимпанометрією називається реєстрація зміни акустичного адмітансу при зміні тиску в зовнішньому слуховому проході (зазвичай від +200 до -400 мм водяного стовпа). Графічне зображення змін адмітансу в залежності від тиску в зовнішньому слуховому проході називається тимпанограмою.

Адмітанс середнього вуха залежить від перепаду тиску повітря між середнім вухом і зовнішнім слуховим проходом. Найбільший адмітанс (податливість) в нормальному вусі досягається при однаковому тиску по обидва боки барабанної перетинки (нульовому перепаді тиску). Це демонструє «пік» тимпанограм, який знаходиться на нульовому тиску (що дорівнює атмосферному). При підвищенні та зниженні тиску в слуховому проході адмітанс знижується приблизно рівномірно. Нормальна тимпанограма має форму літери «Λ» характерну амплітуду (висоту) і ширину. Форма і амплітуди тимпанограми змінюються при порушеннях середнього вуха, що характеризує тип тимпанограм.

Дослідження функції слухової труби. Слухова труба (євстахієва труба) — анатомічний канал, який з'єднує порожнину середнього вуха з горлом, а через неї — з навколишнім повітрям. Слухова труба забезпечує доступ повітря з глотки в барабанну порожнину для підтримки рівноваги між тиском у цій порожнині та зовнішнім атмосферним тиском, а також постачання порожнини середнього вуха киснем повітря, тобто виконує вентиляційну функцію, необхідну для нормального функціонування середнього вуха.

Акустична рефлексометрія. Акустичний рефлекс внутрішньовушних м'язів — це рефлекторне скорочення під впливом звуку стремінцевого м'яза середнього вуха, а при дуже сильному звуку — також і м'яза, що натягує барабанну перетинку. Він захищає орган слуху від впливу сильного звуку. Це двосторонній рефлекс, тобто виникає в обох вухах, навіть якщо звук надходить тільки в одне вухо. Цей рефлекс — безумовний, тобто виникає мимоволі, не залежно від волі слухача.

Стремінцевий м'яз розташований в порожнині середнього вуха і прикріплений до найменшої слухової кісточки — стремінця. Основа стремінця має овальну форму і при неголосних звуках робить педалюючий рух в овальному вікні завитки внутрішнього вуха навколо короткої дуги овалу, забезпечуючи максимальну амплітуду коливань і зміщення рідини в равлику. А значить, і кращу слухову чутливість.

У людини слухова труба закрита (точніше закрито її вічко, що відкривається в глотку) і відкривається при ковтанні. Порушення вентиляційної функції слухової труби призводить до виникнення середнього отиту.

Розлад функції слухової труби — повне або часткове її закриття — виникає при аденоїдах, щілині піднебіння, пухлині носоглотки, набряку слизової носоглотки в результаті інфекції. У дітей грудного та молодшого віку можуть бути функціональні порушення — спадання стінок слухової труби внаслідок зниження еластичності, неповного розкриття глоткового отвору слухової труби внаслідок дисфункції м'яза, що натягує м'яке піднебіння.

При гучному звуку (близько 70 дБ) спрацьовує акустичний рефлекс стремінцевого м'яза. Він скорочується і змінює рух стремінця таким чином, що педалюючий рух стремінця відбувається навколо довгої дуги овалу, знижує амплітуду коливань і оберігає внутрішнє вухо від надмірного навантаження. Дуже важливим фактором, що визначає діагностичну цінність акустичного рефлексу в діагностиці порушення функції лицевого нерва, є те, що стремінцевий м'яз іннервується і управляється різними нервами — гілкою лицевого нерва на стороні стимуляції (іпсилатеральною) і низхідною гілкою слухового нерва на протилежному боці (контралатеральною).

При дуже потужному звуку (близько 120 дБ) спрацьовує також і м'яз, що натягує барабанну перетинку. Це обмежує рухливість барабанної перетинки та ще більше зменшує коливання, які відбуваються в равлику внутрішнього вуха, і таким чином ще сильніше захищає внутрішнє вухо від перевантаження. На відміну від стремінця, цей м'яз іннервується і управляється гілкою трійчастого нерва.

Акустичний рефлекс змінює адмітанс середнього вуха. Ця зміна реєструється за допомогою аналізатора середнього вуха. Дуже важливо мати на увазі, що напрямок зміни адмітансу в разі акустичного рефлексу стремінцевого м'яза і м'яза, що натягує барабанну перетинку, протилежні. Цей факт часто не беруть до уваги, що призводить до діагностичних помилок.

Акустична рефлексометрія — це реєстрація акустичного рефлексу. Мінімальний рівень звуку, необхідний для викликання скорочення стремінцевого м'яза, називається порогом акустичного рефлексу. У нормі поріг акустичного рефлексу знаходиться на рівні 65–90 дБ. Акустичний рефлекс в нормі виявляється по обидва боки (бінаурально), навіть при ізольованій стимуляції одного вуха.

Акустична рефлексометрія виконується двома способами подачі звукового стимулу. Іпсилатерально — звуковий стимул подають у те ж вухо, в якому рееструють акустичний рефлекс, який називають «іпсилатеральним акустичним рефлексом», хоча, як було згадано вище, Це — двосторонній рефлекс. Контрлатерально — звуковий стимул подають у вухо, протилежне тому, в якому рееструють акустичний рефлекс, який називають «контрлатеральним акустичним рефлексом».

Звуковими стимулами при акустичній рефлексометрії служать тони частотою 500, 1000, 2000, 4000 Гц і широкопasmовий шум. Аналізатор середнього вуха автоматично підвищує силу (рівень) стимулу, знаходить поріг акустичного рефлексу і визначає зростання його амплітуди у міру посилення стимулу.

При акустичній рефлексометрії оцінюються такі параметри акустичного рефлексу:

— поріг — інтенсивність стимулу для виникнення акустичного рефлексу;

— латентний період — виражається у мілісекундах;

— амплітуду — визначається величиною зсуву імпедансу на момент подачі стимулу і від інтенсивності звуку.

Часові параметри акустичного рефлексу визначають за тестом його розпаду. Збільшення латентності та зменшення амплітуди рефлексу спостерігаються при ураженні кохлеарного рецептора. Відсутність рефлексу може вказувати на відсутність скорочення стремінцевого м'яза (отосклероз) або патологію лише на рівні слухового нерва (невринома); відсутність контрлатерального рефлексу та наявність іпсилатеральної відповіді вказує на патологію верхньооливарного комплексу.

Ефект кондуктивної приглухуватості двоїстий. Ураження аферентного ланки відбувається через те, що передача звуку в середньому вусі порушується через кістково-повітряний розрив. Еферентна ланка порушується через те, що патологічний процес у середньому вусі перешкоджає скороченню стремінцевого м'яза (на всіх можливих частотах). Це може відбуватися при секреторних процесах у середньому вусі. На відміну від попереднього, у більшості випадків дисфункція слухової труби без випоту в середньому вусі слуховий рефлекс не порушує.

Діагностична цінність акустичної рефлексометрії така:

- Акустична рефлексометрія важлива для діагностики кондуктивної та сенсоневральної приглухуватості, ураження слухового нерва, стовбура головного мозку, а також лицевого нерва.

- При сенсоневральній приглухуватості поріг акустичного рефлексу залежить від ступеня зниження слуху, що дає змогу орієнтовно визначити ступінь зниження слуху, тому це дослідження можна інтерпретувати як об'єктивний метод дослідження слуху у дітей, при стимуляції чи агравації порушень слуху.

- Поріг акустичного рефлексу реєструється в межах нормальних значень при вадах чутності менше 50 дБ.

- При порогах чутності від 50 до 80 дБ пороги акустичного рефлексу пропорційно збільшені.

- При порогах чутності вище 80 дБ акустичного рефлексу не реєструється.

- Акустичний рефлекс не реєструється при кондуктивній і змішаній приглухуватості, що допомагає диференціювати її від сенсоневральної приглухуватості.

- Порушення функції лицевого нерва характеризується відсутністю акустичного рефлексу на стороні ураження (іпсилатеральній) і присутністю на протилежній (контрлатеральній) стороні.

- При порушенні слухового нерва акустичний рефлекс не реєструється при стимуляції на стороні ураження — ні іпсилатерально, ні контрлатерально.

3.2. Методика виконання роботи, етапи виконання

Перелік навчальних практичних завдань, які необхідно виконати під час практичного заняття:

1. Інтерпретація тимпанограм.

2. Тест оцінки вентиляційної функції слухової труби.

Інтерпретація тимпанограм проводиться за формою тимпанограми та кількісними характеристиками:

- залишковий обсяг зовнішнього слухового проходу;

- пік комплаєнсу;

- тиск піка;

- градієнт.

Залишковий об'єм зовнішнього слухового проходу (Ear volume) — це об'єм повітряного простору від вушного вкладиша до барабанної перетинки, вимірний при тиску у зовнішньому слуховому проході (ЗСП) + 200 мм вод. ст. (рис. 16). Норма: від 0,2 до 2 мл.

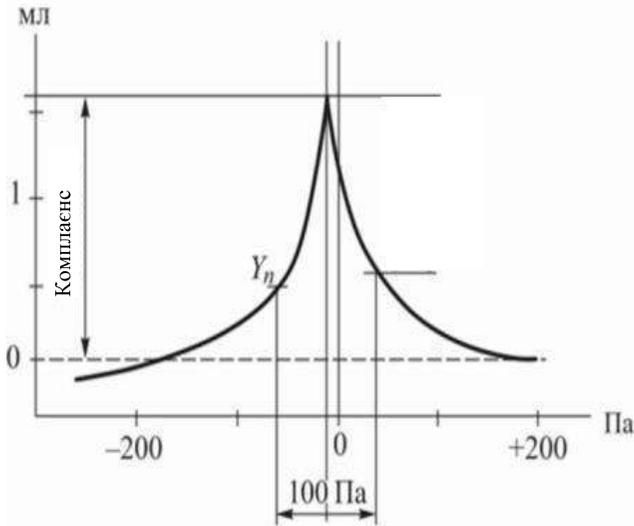


Рис. 16

Пік комплаєнсу (податливості) (Compliance) — амплітуда (висота) піка тимпанометричної кривої. Виявляється при вирівнюванні тиску в барабанній порожнині та ЗСП.

Тиск піка (Tympanometric Peak Pressure) — тиск, на якому реєструється пік комплаєнсу. Є непрямим показником тиску барабанної порожнини. В нормі від +50 до -100.

Градієнт — ширина тимпанограми у нормі становить 50 % висоти амплітуди піка комплаєнсу. Збільшення ширини кривої може свідчити про наявність рідини барабанної порожнини.

Класифікацію тимпанограм розробив один із засновників науки аудіології, видатний американський вчений і клініцист Джеймс Джергер (J. Jerger, 1970). Цю класифікацію використовують у всьому світі. Згідно з класифікацією Джергера, виділяють 7 типів тимпанометричних кривих, які відповідають найбільш поширеній патології середнього вуха (рис. 17).

Тип А: симетрична крива, пік тиску якої знаходиться в діапазоні від -150 до +100 daPa, реєструється в нормі та при деяких випадках отосклерозу.

Тип As (shallow): реєструється у разі підвищення жорсткості системи середнього вуха. Пік тиску також знаходиться в діапазоні від -150 до +100 daPa, а пік податливості менше 0,2 мм. За рахунок зниження амплітуди зубця та згладженості піка податливості тимпано-

грама виглядає дещо сплющеною. Даний тип зустрічається при потовщеній барабанній перетинці, а також при вираженій фіксації основи стремена (отосклероз).

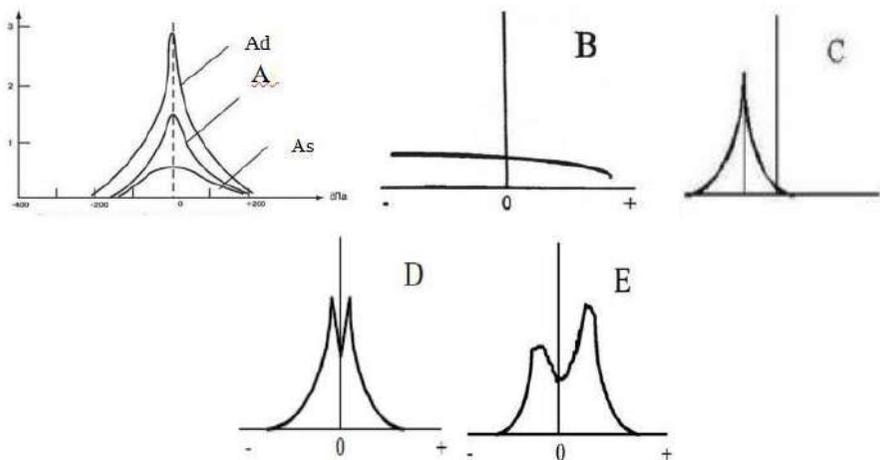


Рис. 17

Тип Ad (deep): реєструється при підвищеній рухливості барабанної перетинки. Пік тиску також знаходиться в діапазоні від -150 до $+100$ daPa, а пік податливості більше $2,5$ мм. Даний тип тимпанограми трапляється при гіпотонусі, атрофічних змінах барабанної перетинки, розриві ланцюга слухових кісточок.

Тип B найчастіше реєструється при середніх отитах. Патологічне видільне в барабанній порожнині не стискається, у зв'язку з цим зміна тиску в зовнішньому слуховому проході не призводить до зміни імпедансу. Тип може реєструватися і при адгезивних середніх отитах.

Рубцева фіксація перетинки до медіальної стінки барабанної порожнини та рубцева фіксація ланцюга слухових кісточок різко обмежують рухливість системи. Диференційна діагностика вуха при однаковій тимпанограмі типу проводиться за допомогою ото-і отомікроскопії.

Тип C: крива зі зміщенням піка тиску нижче -150 daPa, пік завжди реєструється, але його амплітуда може бути знижена. Цей тип відповідає значному негативному тиску барабанної порожнини і може вказувати на порушення вентиляційної функції слухової труби.

Тип D: тимпанограма з двома близько розташованими та досить гострими піками — характерна для станів, що ведуть до втрати еластичності барабанної перетинки, насамперед, атрофічні рубці.

Тип E: тимпанограма з двома піками, досить далеко віддаленими один від одного, які мають закруглені вершини (спостерігається при розриві ланцюга слухових кісточок). Даний тип тимпанограми відображає стан ланцюга слухових кісточок, тому може рееструватися при нормальній отоскопічній картині.

Визначення функції слухової труби дуже важливе для припинення запального процесу в середньому вусі, а також в отохірургії, тому що здійснювати слуховідновлювальні операції на середньому вусі можна тільки при нормальній функції цього важливого органа. Тест оцінки вентиляційної функції слухової труби полягає в тому, що тимпанометрія проводиться тричі — при різноманітному тиску в носоглотці:

1 — контрольна тимпанограма, рееструється при нормальному тиску в носоглотці, проводиться також, як звичайна діагностична тимпанометрія;

2 — тимпанограма при підвищеному тиску в носоглотці (дослід Вальсальви). Для цього обстежуваного просять видихнути при закритому носі та роті. При нормальній вентиляційній функції слухової труби пік тимпанограми рееструється при тиску більшому, ніж на контрольній тимпанограмі;

3 — тимпанограма при зниженому тиску в носоглотці (дослід Тойнбі). Для цього обстежуваного просять після 2-го тесту ковтнути при закритому носі та роті.

3.3. Вимоги до результатів роботи з даної теми

1. Інтерпретуйте дані імпедансометрії при секреторному середньому отиті.

2. Інтерпретуйте дані імпедансометрії при отосклерозі.

3.4. Тестові завдання для самоконтролю оволодіння знаннями, вміннями, навичками

1. Що таке акустична імпедансометрія?

A. Суб'єктивний метод діагностики слуху, що допомагає визначити місце і характер порушення в слуховій системі

B. Об'єктивний метод діагностики слуху, що допомагає визначити місце і характер порушення в слуховій системі

С. Об'єктивний метод діагностики усіх функцій внутрішнього вуха, що допомагає визначити місце і характер порушення у лабіринті

Д. Об'єктивний метод діагностики стану звукопровідної системи, що допомагає визначити місце і характер кондуктивного порушення

Е. Суб'єктивний метод діагностики стану завитки, що допомагає визначити місце і характер порушення у кортієвому органі

2. Визначте основні діагностичні тести акустичної імпедансометрії:

А. Тимпанометрія, дослідження функції слухової труби, акустична рефлексометрія

В. Тимпанометрія, продування вуха за Політцером, акустична рефлексометрія

С. Акустична рефлексометрія, аудіометрія, визначення КСВП

Д. Дослідження функції слухової труби, електроністагмографія, визначення КСВП

Е. Тимпанометрія, камертональні досліди, електроністагмографія

3. Що з перерахованого дає змогу діагностувати акустична імпедансометрія?

А. Розрив ланцюга слухових кісточок

В. Порушення прохідності слухової труби

С. Наявність рідини в середньому вусі

Д. Пошкодження (перфорацію) барабанної перетинки

Е. Усе перераховане

4. Що з перерахованого не дає змоги діагностувати акустична імпедансометрія?

А. Тимпаносклероз

В. Фіксацію ланцюга слухових кісточок

С. Гіперрухливість барабанної перетинки

Д. Вестибулярні порушення

Е. Орієнтовно визначити зниження слуху при сенсоневральній приглухуватості

5. Що з перерахованого не дає змоги діагностувати акустична імпедансометрія?

А. Оцінити стан дренажних трубок барабанної перетинки при лікуванні хронічного адгезивного отиту

- B. Атрезію зовнішнього слухового проходу
- C. Невриному та інші патологічні стани слухового нерва
- D. Деякі центральні патології слухового аналізатора
- E. Секреторний середній отит

6. Що таке акустичний адмітанс?

- A. Акустичний опір структур середнього вуха
- B. Акустична провідність структур середнього вуха
- C. Акустичний опір структур внутрішнього вуха
- D. Акустична провідність структур вуха
- E. Акустичний опір структур зовнішнього вуха

7. З чого складається імпедансометр?

- A. Мініатюрний телефон
- B. Мікрофон
- C. Регулятор тиску повітря
- D. Цифровий аналізатор звуку
- E. Усе перераховане

8. Яка частота зондуючого тону використовується у немовлят і дорослих?

- A. 1000 Гц для немовлят та 2000 Гц для дорослих
- B. 250 Гц для немовлят та 1000 Гц для дорослих
- C. 250 Гц для немовлят та 8000 Гц для дорослих
- D. 1000 Гц для немовлят та 226 Гц для дорослих
- E. 4000 Гц для немовлят та 226 Гц для дорослих

9. Що викликає збільшення імпедансу середнього вуха у немовлят у порівнянні з дорослими?

- A. Горизонтальне положення барабанної перетинки
- B. Відсутність кісткового відділу зовнішнього слухового проходу
- C. Широка коротка та зяюча євстахієва труба
- D. Відсутність соскоподібного відростка (наявність тільки печери)
- E. Наявність мезенхімальної тканини та амніотичної рідини у середньому вусі

10. Що з переліченого не є протипоказанням до виконання тимпанометрії?

- A. Хронічний адгезивний середній отит

- В. Стан після операції стапедопластики
- С. Гнійні виділення у вусі
- Д. Гострий гнійний середній отит
- Е. Гострий зовнішній отит

11. Що з переліченого не є протипоказанням до виконання тимпанометрії?

- А. Сірчана пробка
- В. Гострий лабіринтит
- С. Стороннє тіло зовнішнього слухового проходу
- Д. Отосклероз
- Е. Надмірна збудливість та неадекватність поведінки

12. Про що свідчить наявність тимпанограми типу А?

- А. Наявність тубоотиту, втягнення барабанної перетинки
- В. Нормальний стан середнього вуха
- С. Наявність рідини у барабанній порожнині
- Д. Рубцеві зміни барабанної перетинки
- Е. Розрив ланцюга слухових кісточок

13. Про що свідчить наявність тимпанограми типу С?

- А. Наявність тубоотиту, втягнення барабанної перетинки
- В. Нормальний стан середнього вуха
- С. Наявність рідини у барабанній порожнині
- Д. Рубцеві зміни барабанної перетинки
- Е. Розрив ланцюга слухових кісточок.

14. Про що свідчить наявність тимпанограми типу В?

- А. Наявність тубоотиту, втягнення барабанної перетинки
- В. Нормальний стан середнього вуха
- С. Наявність рідини у барабанній порожнині
- Д. Рубцеві зміни барабанної перетинки
- Е. Розрив ланцюга слухових кісточок

15. Про що свідчить наявність тимпанограми типу В?

- А. Наявність тубоотиту, втягнення барабанної перетинки
- В. Нормальний стан середнього вуха
- С. Наявність рідини у барабанній порожнині
- Д. Рубцеві зміни барабанної перетинки
- Е. Розрив ланцюга слухових кісточок

16. Про що свідчить наявність тимпанограми типу E?

- A. Наявність тубоотиту, втягнення барабанної перетинки
- B. Нормальний стан середнього вуха
- C. Наявність рідини у барабанній порожнині
- D. Рубцеві зміни барабанної перетинки
- E. Розрив ланцюга слухових кісточок

17. При якому захворюванні вуха зазвичай акустичний рефлекс не порушений?

- A. Отосклероз
- B. Невринома слухового нерва
- C. Мірингіт
- D. Наявність гною у барабанній порожнині
- E. Усе перераховане

18. Що належить до діагностичної цінності акустичної рефлексометрії?

A. Діагностика кондуктивної і сенсоневральної приглухуватості, ураження слухового нерва, стовбура головного мозку, а також лицевого нерва

B. При сенсоневральній приглухуватості поріг акустичного рефлексу залежить від ступеня зниження слуху, що дає змогу орієнтовно визначити ступінь зниження слуху, тому це дослідження можна інтерпретувати як об'єктивний метод дослідження слуху у дітей, при симуляції або агравації порушень слуху

C. Поріг акустичного рефлексу реєструється в межах нормальних значень при вадах чутності менше 50 дБ

D. При порогах чутності від 50 до 80 дБ пороги акустичного рефлексу пропорційно збільшені

E. Усе перераховане

19. Що належить до діагностичної цінності акустичної рефлексометрії?

A. При порогах чутності вище 80 дБ акустичного рефлексу не реєструється

В. Акустичний рефлекс не реєструється при кондуктивній і змішаній приглухуватості, що допомагає диференціювати її від сенсоневральної приглухуватості

С. Порушення функції лицевого нерва характеризується відсутністю акустичного рефлексу на стороні ураження (іпсилатеральній) і присутністю на протилежній (контрлатеральній) стороні

Д. При порушенні слухового нерва акустичного рефлексу не реєструється при стимуляції на стороні ураження — ні іпсилатерально, ні контрлатерально

Е. Усе перераховане

20. Що таке акустичний рефлекс?

А. Рефлекторне скорочення під впливом звуку м'яза, що натягує барабанну перетинку

В. Рефлекторне відкриття під впливом звуку євстахієвої труби

С. Зміни під впливом звуку електроенцефалографічних хвиль

Д. Рефлекторне скорочення під впливом звуку стремінцевого м'яза середнього вуха, а при дуже сильному звуці — також і м'яза, що натягує барабанну перетинку

Е. Рефлекторна зміна типу тимпанограми

Питання для контролю

1. Що таке акустична імпедансометрія?
2. Основні діагностичні тести акустичної імпедансометрії.
3. Принципи будови імпедансометра.
4. Умови проведення імпедансометрії.
5. Показання та протипоказання до імпедансометрії.
6. Типи тимпанограм.
7. Дослідження функції слухової труби.
8. Принципи акустичної рефлексометрії.
9. Іпсилатеральні та контрлатеральні рефлекси.
10. Можливості та недоліки акустичної рефлексометрії.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Лайко А. А., Заболотна Д. Д., Борисенко О. М. Дитяча оториноларингологія. 2021. 596 с.

2. Пропедевтика оториноларингології : підруч. для лікарів-інтернів та слухачів ФПДО / за ред. проф. О. Ом. Кіцери та доц. А. В. Цимара. Львів. 2019. 377 с.

3. Оториноларингологія : підруч. / Заболотний Д. І., Мітін Ю. В., Безшапочний С. Б., Дєєва Ю. В. 4-е видання. Київ : ВСВ «Медицина», 2020. 472 с.

Додаткова

1. Консервативне лікування в оториноларингології дитячого віку : навч.-метод. посіб. / Лайко А. А., Заболотний Д. І., Синяченко В. В. та ін., Вінниця, 2022. 239 с.

2. Кожушко Г. М., Прокопович О. А. Методи діагностики порушень слуху у дітей. *Медсестринство*. 2018. № 2. С. 37–39.

Практичне заняття № 9. ОБ'ЄКТИВНІ МЕТОДИ ОЦІНКИ СЛУХУ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ

Мета. Чому важливо проводити аудіологічний скринінг дітей? Тільки за нормального слуху відбувається правильне формування мови. У зв'язку з цим є необхідність у коригувальних заходах для дітей, народжених із приглухуватістю. За статистикою, з поганим слухом народжується 6 зі 100 малюків. Тому обстеження слуху рекомендується проводити у віці до 6 місяців. Це потрібно для того, щоб при виявленні патології слуху дитина не мала сильного дефіциту звукової інформації і змогла вчасно заговорити. Знання здобувачів вищої освіти про сучасні методи ранньої діагностики слуху у немовлят сприятимуть уникненню помилок реабілітаційних заходів.

Основні поняття. Об'єктивні методи дослідження слуху. Функції волоскових клітин завитки. Отоакустична емісія (ОАЕ).

Обладнання. Мультимедійні презентації, таблиці, муляжі, тренажери, відеофільми, набори інструментів, камертонів, аудіограм, томограм.

II. КОНТРОЛЬ ОПОРНИХ ЗНАНЬ

2.1. Загальні цілі

Студенту потрібно знати:

- природу ОАЕ;
- види ОАЕ;
- можливості ОАЕ для перевірки слуху та проведення диференційної діагностики рівня ураження слуху.

На основі теоретичних знань з теми здобувач освіти повинен:

- *оволодіти методикою* підготовки дитини до діагностики і трактування її результатів.

2.2. Тестові завдання для перевірки базових знань за темою заняття:

1. Які є поверхи у завитці?

- А. Епітимпанум, мезотимпанум, гіпотимпанум
- В. Медіальний, латеральний, серединний

- C. Латеральний, сагітальний, фронтальний
- D. Вестибулярні та барабанні сходи, завиткова протока
- E. Натягнутий, ненатягнутий

2. Розташування кортієвого органа:

- A. На рейснеровій мембрані
- B. На базилярній мембрані
- C. На спіральній зв'язці
- D. У мішечку присінка
- E. У маточці присінка

3. Які є сенсоепітеліальні (волоскові) клітини?

- A. Зовнішні, внутрішні
- B. Верхні, нижні
- C. Передні, задні
- D. Присінкові, барабанні
- E. Дейтерса, Гензена, Клаудіуса

4. Які є опорні клітини?

- A. Зовнішні, внутрішні
- B. Верхні, нижні
- C. Передні, задні
- D. Присінкові, барабанні
- E. Дейтерса, Гензена, Клаудіуса

5. Що міститься у стереоциліях?

- A. Скорочувальні білки
- B. Актин
- C. Міозин
- D. Ацетилхолінестераза
- E. Усе перераховане

6. Що викликає збудження волоскових клітин завитки?

- A. Кутове прискорення
- B. Прямолінійне прискорення
- C. Контакт стереоцилій з рейснеровою мембраною
- D. Контакт стереоцилій з покривною мембраною
- E. Зміщення волоскових клітин відносно базилярної мембрани

7. Яка кількість рядів зовнішніх та внутрішніх волоскових клітин?

- A. 1 ряд внутрішніх та 3–5 рядів зовнішніх
- B. 3–5 рядів внутрішніх та 1 ряд зовнішніх
- C. 3–5 рядів внутрішніх та 3–5 рядів зовнішніх
- D. 1 ряд внутрішніх та 1 ряд зовнішніх
- E. 3 ряди внутрішніх та 3 ряди зовнішніх

III. ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ УМІНЬ, НАВИЧОК

3.1. Зміст заняття

Отоакустична емісія є дивовижним та захоплюючим слуховим явищем, яке дає нам змогу досліджувати периферичну функцію слуху з безпрецедентною глибиною та деталізацією. Вона надала нам нові можливості для раннього діагностування і лікування порушень слухової функції. Люди часто запитують, що спонукало до перших вимірів ОАЕ. Це б пояснило набір комплексних і маловідомих фізіологічних явищ. Мимовільні суб'єктивні чисті тони були процитовані Голдом в 1948 р. як потенціальне підтвердження існування «кохлеарного підсилювача». Про нове покоління комбінаційного тону повідомив Вард в 1952 р., включаючи й таємні внутрішні тони. Нарешті, в 1958 р. Еліот повідомив про періодичний невеликий рельєфний зразок в тонкій структурі слухового порога у вусі без патології. Усі три повідомлення були систематично пов'язані разом, але жодне раціональне пояснення не було знайдене.

«Це був малоймовірний дослід, який би увінчався успіхом, але в червні 1977 року я поклав мікрофон у мій вушний канал просто для перевірки. Через мікрофон прийшли продукти спотворення, мимовільні тони та луна! І неймовірно стало реальністю!» — писав лікар Девід Томас Кемп.

Отоакустична емісія — це дуже слабкі звуки, що реєструються в зовнішньому слуховому проході, але походять з равлика внутрішнього вуха як побічний продукт роботи зовнішніх волоскових клітин щодо посилення коливань базиллярного мембранного равлика.

Вперше ОАЕ зареєстрував в 1978 р. Д. Т. Кемп (хоча її існування було передбачене за десятиліття до цього). Це дало фахівцям новий інструмент для дослідження структур внутрішнього вуха і, зокрема, мікроструктур органа Корті. Отоакустична емісія — звуковий сигнал, знятий за допомогою чутливого мікрофона, розташованого в зовніш-

ньому слуховому проході, у відповідь на поданий звуковий імпульс. Реєстрація сигналу ОАЕ відбувається через кілька мілісекунд після подачі звукового стимулу. Швидше за все, ОАЕ — це відповідь структури завитки, яка реєструється у вигляді акустичної енергії.

D. T. Kemp і R. Chum показали, що енергія ОАЕ може бути більше енергії стимулу, що подається, і припустили, що це відбувається завдяки активному механізму у равлику внутрішнього вуха. Вважається, що здатність зовнішніх волоскових клітин равлика скорочуватися приносить додаткову енергію в рух базальної мембрани, посилюючи таким чином ті звукові сигнали, що надходять. Тоді ОАЕ є побічним продуктом активного процесу у равлику і — головне для практичної медицини — може бути індикатором фізіологічного стану біомеханіки базальної мембрани.

Джерелом викликаної ОАЕ є равлик, що підтверджується його властивостями: викликана ОАЕ фізіологічно вкрай вразлива, її амплітуда значно знижується після інтенсивного звукового впливу, при застосуванні ототоксичних ліків, при гіпоксії тощо. Це можна пояснити тільки участю біомеханічних структур завитки. Відкриття ОАЕ дало змогу об'єктивно, неінвазивно оцінювати стан мікромеханіки равлика.

Природа виникнення ОАЕ. Коли у вухо надходить звук (звуковий стимул), він проводиться середнім вухом (барабанною перетинкою і слуховими кісточками) та рідинами внутрішнього вуха і викликає поперечні коливання базилярної мембрани внутрішнього вуха — на зразок хвилі, що біжить по поверхні води. Зміщення базилярної мембрани активують зовнішні волоскові клітини (ЗВК) — вони подовжуються і скорочуються, на зразок гармоні або концертино. При цьому ЗВК підсилюють коливання базилярної мембрани, на якій вони розташовані, приблизно в 100 разів (40 дБ). Причому це посилення відбувається з високою точністю на частоті, на яку налаштована ЗВК. Завдяки цьому посиленню коливань, кожна ділянка базилярної мембрани, розташовані на ньому внутрішні волоскові клітини (ВВК) і нейрони слухового нерва, які приєднуються до ВВК, виявляються налаштованим на певну частоту. Таким чином забезпечується високоточне частотне налаштування органа слуху, яке до відкриття підсилювальної властивості зовнішніх волоскових клітин залишалося загадкою.

Як електронні підсилювачі виробляють спотворення електричних коливань, так і ЗВК, посилюючи коливання базилярної мембрани, спотворюють ці коливання і вносять додаткові коливання, яких не

було в звуковому стимулі, що надійшов у вухо. Крім того, як механічні та електричні коливання не згасають миттєво після припинення дії причини, що їх викликала, так і коливання ЗВК, а разом з ними і базиллярної мембрани, не згасають миттєво, а тривають деякий час після припинення звукового стимулу.

Додаткові коливання базиллярної мембрани зміщують рідини внутрішнього вуха, перилімфа сходів присінка равлика коливає стремінець, а від стремінця механічні коливання поширюються через коваделко, молоточок і барабанну перетинку назад у зовнішній слуховий прохід у вигляді звуку. Цей звук і є ОАЕ. Він дуже слабкий — від 0 до 20 дБ, а тому зареєструвати ОАЕ можна тільки в герметично закритому слуховому проході, за допомогою високочутливого мікрофона. А виділити його зі звукового стимулу і навколишнього шуму можна тільки за допомогою спеціального цифрового аналізатора звуку.

Сьогодні багато дітей з'являється на світ зі слуховими порушеннями. Про цю невтішну тенденцію свідчить статистика, яка показує, що на 1000 новонароджених припадає від двох до шести з цими відхиленнями. Також є ймовірність, що навіть якщо вроджений слух у дитини добрий, він може погіршитися внаслідок перенесених хвороб та інших чинників.

Причини приглухуватості у дітей: спадкова схильність, пологові травми, аномалії форми голови і вух, перенесені під час вагітності інфекційні захворювання (краснуха, грип, герпес, токсоплазмоз тощо); мала маса при народженні — до 1,5 кг, асфіксія при народженні, перебування в реанімації більше двох діб, перенесена в дитинстві жовтяниця, лікування важкими ліками.

Отоакустична емісія ділиться на спонтанну та викликану.

Спонтанна ОАЕ (SOAE — spontaneous otoacoustic emissions) може бути зареєстрована без стимуляції. Однак для діагностичних цілей її не використовують, тому що вона реєструється тільки у 40–50 % молодих людей з нормою слуху. Викликана затримана ОАЕ (ТЕОАЕ — transiently evoked otoacoustic emissions) реєструється у відповідь на короткий акустичний стимул. Вона реєструється у людей з нормою слуху. У випадках нейросенсорної приглухуватості, якщо пороги не перевищують близько 25–35 дБ вона також реєструється.

Викликана стимул-частотна ОАЕ (SFOAE — stimulus frequency otoacoustic emissions) реєструється при стимуляції одиничним тональним акустичним стимулом.

Через зонд з телефоном подаються широкосмугові клацання, які проходять через зовнішнє і середнє вухо, досягаючи равлика. Ці стимули збуджують волоскові клітини, і потім їхні коливання реєструються за допомогою спеціального обладнання.

У ході ОАЕ подається серія імпульсів і замірюється реакція. При цьому відгук на високочастотні звуки надходить раніше, а на низькочастотні — з деяким запізненням. Це пояснюється тим, що волоскові клітини, чутливі до високих частот, розташовуються ближче. Відповідь реєструється за допомогою вбудованого мікрофона.

Вчені виявили кілька видів ОАЕ, але клінічне застосування поки знайшли тільки двом її видам — ОАЕ на частоті продуктів спотворення (ОАЕПС) і затримана викликана ОАЕ (ЗВОАЕ).

На частоті продукту спотворення ОАЕ відрізняється тим, що у вуха одночасно подаються сигнали двох різних частот. Коливання базилярної мембрани на додаткових частотах, які були відсутні у звуковому стимулі, називаються продуктами спотворення (ПС), а ОАЕ, що викликається ними, називається ОАЕПС і реєструється при стимуляції слухової системи парою тривалих чистих тонів, які називаються первинними тонами, з частотами f_1 і f_2 . Найбільша ОАЕПС досягається при співвідношенні частот первинних тонів $f_2 = 1,22 f_1$

Таким чином, вдається зареєструвати відгук не тільки на заданій частоті, але і на частоті ПС.

Дуже характерно, що місцем походження ОАЕПС є та ділянка, яка налаштована на частоту f_2 . Тому цю частоту f_2 вважають «тестовою» при реєстрації ОАЕПС і саме її показують в результатах тесту, хоча в дійсності стимулом є пара первинних тонів. Результати реєстрації ОАЕПС записуються у вигляді ПІ-грами — графіка, що показує рівні ОАЕПС в залежності від «тестової» частоти f_2 . Крім того, на графіку вказується рівень шуму на частотах f_2 . Це необхідно, щоб упевнитися, що ОАЕПС дійсно присутня — її рівень повинен перевищувати рівень шуму на 3–6 дБ.

Затриману викликану ОАЕ (ЗВОАЕ) реєструють у відповідь на серію з 2–3 тис. широкосмугових звукових клацань тривалістю 80–100 мкс з рівнем, як правило, 80 дБ і частотою проходження 20–50 в секунду. При цьому цифровий аналізатор звуку накопичує і усереднює відповіді на ці клацання. Результати показуються у вигляді форми звукової хвилі протягом 20–30 мс після початку стимулу, а також у вигляді спектра.

Спектральне подання ЗВОАЕ має велику діагностичну цінність — воно з великою точністю показує частоти, на яких не працюють зовнішні волоскові клітини. Ця частотна точність, як правило, вища, ніж при реєстрації ОАЕПС, реєструється на окремих «тестових» частотах. Вона також набагато вища, ніж частотна точність аудіограми. Недоліком ЗВОАЕ є обмеженість верхньої межі діапазону частотами 4,5–5 кГц. Це пов'язано з тим, що ОАЕ генерується зовнішніми волосковими клітинами, розташованими в базальній частині равлика — близько від овального вікна. Тому високочастотні складові ЗВОАЕ з'являються дуже швидко після початку стимулу і повністю ним маскуються, що не дає змогу виявити їх аналізатором.

Таким чином, обидва методи — ОАЕПС і ЗВОАЕ — доповнюють один одного, але мають деякі відмінності та різне клінічне застосування. Зазвичай ЗВОАЕ застосовується для скринінгу новонароджених, діагностики слуху в обмеженому діапазоні частот до 4000 Гц і для виявлення «мертвих зон» равлика, а ОАЕПС — для діагностики в розширеному діапазоні частот до 8000 Гц, а також для моніторингу та раннього виявлення порушення функції зовнішніх волоскових клітин з метою профілактики необоротного зниження слуху.

Метод реєстрації ОАЕ є дуже чутливим до стану слуху і зазвичай не реєструється:

— при сенсоневральній приглухуватості зі зниженням слуху більше 40 дБ;

— при кондуктивній приглухуватості.

Єдиними винятками є:

— випадки слухової нейропатії — слухова патологія, при якій збережена нормальна функція зовнішніх слухових клітин, але порушено проведення нервового збудження по слуховому нерву;

— випадки пухлини слухового нерва (акустичної невриноми).

Переваги дослідження слуху методом реєстрації ОАЕ

• Об'єктивний метод, не залежить від довільних звітів обстежуваного.

• Використовується для дослідження слухової функції у людей усіх вікових груп, починаючи з новонароджених, тобто для скринінгу (виявлення) порушень слуху дітей і дорослих.

• Моніторинг слухової функції (як правило ОАЕПС у діапазоні частот 4000–8000 Гц) під час прийому ототоксичних препаратів, хіміотерапії, променевої терапії, при дії таких факторів, як виробничий і

сільськогосподарський шум, грип, інфекційний паротит (свинка), менінгіт, менінгокок та інші інфекційні захворювання.

- Чутливий до ступеня порушення слуху.
- Проводиться швидко, не потребує попередньої підготовки до дослідження.
- Оцінка слухової функції при симуляції і агравації.

3.2. Методика виконання роботи, етапи виконання

Навчальне практичне завдання, яке необхідно виконати під час практичного заняття:

Підготовка дитини до діагностики і трактування її результатів

— Перевіряти дитячий слух можна вже на третьому дні життя.

— Проводити обстеження потрібно уві сні. І бажано за годину до цього змінити малюкові підгузник і погодувати його.

— Перевага віддається природному сну, але в деяких випадках допускається медикаментозний з використанням сприятливих седативних препаратів.

— «Пройшов» — слух в порядку.

— «Не пройшов» — вказує на наявність приглухуватості, в цьому випадку краще повторити процедуру, щоб точно впевнитися.

— «Занадто шумно» — приладу не вдалося отримати адекватні результати через зовнішній шум або ж якщо дитина прокинулася під час обстеження і почала рухатися, вередувати. У таких ситуаціях процедуру теж рекомендується повторити.

— Якщо в ході тесту виявлено наявність приглухуватості, лікарі призначають додаткові обстеження, щоб отримати точну картину ураження слуху. Це необхідно для виявлення порогів сприйняття, щоб в подальшому правильно провести реабілітацію.

3.3. Вимоги до результатів роботи з даної теми

1. Інтерпретуйте надану викладачем ПС-граму у пацієнта з нормальним слухом.

2. Інтерпретуйте надану викладачем ПС-граму у пацієнта зі зниженням слуху більше 40 дБ.

3.4. Тестові завдання для самоконтролю оволодіння знаннями, вміннями, навичками

1. Що таке ОАЕ?

А. Слабкі звуки, що реєструються в зовнішньому слуховому проході, походять з равлика внутрішнього вуха як побічний продукт роботи внутрішніх волоскових клітин

В. Слабкі звуки, що реєструються в зовнішньому слуховому проході, походять з равлика внутрішнього вуха як побічний продукт роботи зовнішніх волоскових клітин

С. Слабкі звуки, що реєструються в зовнішньому слуховому проході, походять з равлика внутрішнього вуха як побічний продукт роботи усіх волоскових клітин

Д. Слабкі звуки, що реєструються в зовнішньому слуховому проході, походять з равлика внутрішнього вуха як побічний продукт вібрації базилярної мембрани

Е. Слабкі звуки, що реєструються в зовнішньому слуховому проході, походять з равлика внутрішнього вуха як побічний продукт роботи кортієвого органа

2. Що є джерелом викликаної ОАЕ?

А. Завитка

В. Слуховий нерв

С. Присінок внутрішнього вуха

Д. Підкоркові слухові ядра

Е. Кіркове представництво головного мозку

3. У чому полягає механізм виникнення ОАЕ?

А. Звуковий стимул проводиться середнім вухом, рідинами внутрішнього вуха, викликає поперечні коливання базилярної мембрани внутрішнього вуха на зразок хвилі, що біжить

В. Зміщення базилярної мембрани активують зовнішні волоскові клітини — вони подовжуються і скорочуються

С. Зовнішні волоскові клітини підсилюють коливання базилярної мембрани, на якій вони розташовані, приблизно в 100 разів (40 дБ)

Д. Кожна ділянка базилярної мембрани, розташовані на ній внутрішні волоскові клітини і нейрони слухового нерва виявляються налаштованими на певну частоту

Е. Усе перераховане

4. Яка сила сигналу ОАЕ?

- A. 0–5 дБ
- B. 0–20 дБ
- C. 10–30 дБ
- D. 20–40 дБ
- E. Більше 50 дБ

5. Які можливі чинники приглухуватості у дітей?

- A. Родові травми
- B. Аномалії форми голови і вух
- C. Перенесені в ході вагітності інфекційні захворювання: краснуха, грип, герпес, токсоплазмоз
- D. Спадкова схильність
- E. Усе перераховане

6. Які можливі чинники приглухуватості у дітей?

- A. Мала маса при народженні — до 1,5 кг
- B. Асфіксія при народженні, перебування в реанімації більше двох діб
- C. Перенесена в дитинстві жовтяниця
- D. Лікування важкими ліками
- E. Усе перераховане

7. Які є види ОАЕ?

- A. Спонтанна
- B. Викликана затримана
- C. Викликана стимул-частотна
- D. На частоті продуктів спотворення
- E. Усе перераховане

8. Клінічне застосування і особливості затриманої викликаної ОАЕ:

- A. Застосовується для скринінгу новонароджених
- B. Діагностики слуху в обмеженому діапазоні частот до 4000 Гц
- C. Для виявлення «мертвих зон» равлика
- D. Не застосовується для діагностики в розширеному діапазоні частот до 8000 Гц
- E. Усе перераховане

9. Коли можна починати перевірку слуху ОАЕ?

- A. На третьому дні життя
- B. Через 2 тиж. після пологів
- C. Через місяць після пологів
- D. Через рік після пологів
- E. Через 5 років після пологів

10. Чому може виникнути негативний результат відповіді ОАЕ?

- A. Через сенсоневральну приглухуватість
- B. Через кондуктивну приглухуватість
- C. Через те, що дитина прокинулася та вередує
- D. Через надмірний зовнішній шум
- E. Усе перелічене

11. У якому стані дитини краще проводити дослідження ОАЕ?

- A. Коли дитина їсть
- B. Коли дитина грається
- C. Під час фізіологічного або медикаментозного сну
- D. Під інтубаційним наркозом
- E. Усе перелічене

12. Який ступінь приглухуватості можна діагностувати на підставі визначення ОАЕ?

- A. 1-й ступінь
- B. Менш ніж 40 дБ
- C. Більш ніж 40 дБ
- D. Тільки 4-й ступінь
- E. Тільки більш ніж 60 дБ

13. При якому чиннику приглухуватості ОАЕ може бути збережена?

- A. При будь-якій кондуктивній приглухуватості
- B. При сенсоневральній та кондуктивній приглухуватості
- C. При отосклерозі та хворобі Мен'єра
- D. При слуховій нейропатії та пухлинах слухового нерва
- E. При гострому та хронічному гнійному отиті

14. Що є перевагами методу реєстрації ОАЕ?

- A. Чутливий до ступеня порушення слуху

В. Використовується для дослідження слухової функції у людей усіх вікових груп

С. Об'єктивний метод, не залежить від довільних звітів обстежуваного

Д. Може використовуватися для оцінки слухової функції при симуляції і агравації

Е. Усе перелічене

Питання для контролю

1. Історія розвитку дослідження ОАЕ.
2. Чим визначається ОАЕ?
3. Що є джерелом ОАЕ?
4. Перелічити анатомічні структури, які беруть участь у проведенні ОАЕ.
5. Які чинники можуть викликати порушення слуху у дитини?
6. Які є різновиди ОАЕ?
7. У чому різниця між ОАЕ на частоті продуктів спотворення (ОАЕПС) та затриманої викликаної ОАЕ (ЗВОАЕ)?
8. Як готувати дитину до дослідження ОАЕ?
9. Що може бути чинником негативного результату ОАЕ?
10. При яких видах патології вуха та слуху ОАЕ може бути збережена?
11. Які переваги ОАЕ?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Оториноларингологія : підруч. / Заболотний Д. І., Мітін Ю. В., Безшапочний С. Б., Деева Ю. В. 4-е вид. Київ : ВСВ «Медицина», 2020. 472 с.

2. Лайко А. А., Заболотна Д. Д., Борисенко О. М. Дитяча оториноларингологія. Вінниця, 2021. 596 с.

3. Пропедевтика оториноларингології : підруч. для лікарів-інтернів та слухачів ФПДО / за ред. проф. О. Ом. Кіцери та доц. А. В. Цимара. Львів, 2019. 377 с.

Додаткова

1. Паренюк Д. В. Дослідження зв'язку викликаного отоакустичної емісії та властивостей слуху, визначених засобами аудіології для дослідження слуху біологічних об'єктів : дис. д-ра філософії. Київ, 2021. 211 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45513>

2. Консервативне лікування в оториноларингології дитячого віку : навч.-метод. посіб. / Лайко А. А., Заболотний Д. І., Синяченко В. В. та ін. Вінниця. 2022, 239 с.

Практичне заняття № 10. СЛУХОВІ ВИКЛИКАНІ ПОТЕНЦІАЛИ МОЗКУ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ

Мета. У сімдесятих роках минулого століття широкого застосування в клініці набули слухові викликані потенціалами мозку, які реєструються з поверхні голови та відображають проведення слухової інформації від слухових структур стовбура та слухового нерва до кори головного мозку. Зміни відповідей СВПМ дають змогу точно визначити рівень ураження слухової системи. Відповіді компонентів СВПМ виділяються у відповідь на пред'явлення звукових стимулів. Тому надання знання здобувачам вищої освіти з сучасного об'єктивного методу діагностики слуху є основним у ранній діагностиці порушень функції звукосприймальної системи, особливо у новонароджених. Це надає можливість провести раннє слухопротезування або реабілітацію слуху у дітей прелінгвального віку.

Основні поняття. Види СВПМ, використання СВПМ у дитячій сурдологічній практиці. Скринінг новонароджених.

Обладнання. Мультимедійні презентації, таблиці, муляжі, тренажери, відеофільми, набори інструментів, камертонів, аудіограм, томограм.

II. КОНТРОЛЬ ОПОРНИХ ЗНАНЬ

2.1. Студенту потрібно знати:

— поняття об'єктивного методу дослідження слуху за допомогою реєстрації коротколатентних слухових викликаних потенціалів (КСВП);

— можливості та недоліки методу дослідження КСВП та електрокохлеографії.

На основі теоретичних знань з теми:

оволодіти методикою заходів щодо підготовки дитини для дослідження слухових спонтанних викликаних потенціалів.

2.2. Тестові завдання для перевірки базових знань за темою заняття

1. Які клітини становлять кортіїв орган?

А. Клітини-стовпи, зовнішні та внутрішні волоскові, опорні

- В. Клітини Дейтерса, Клаудіуса, Роллера, Швальбе
- С. Опорні, сенсоневральні, епітеліальні
- Д. Стереоцилії, кіноцилії, отолітова мембрана
- Е. Волоскові, тунельні, багаторядний епітелій судинної смужки

2. Де розташовані ядра звукопровідного шляху?

А. Ромбоподібна ямка, ретикулярна формація, мозочок, спинний мозок

В. Задній ріг спинного мозку, біла спайка, таламус, нижня третина постцентральної звивини

С. *Bulbus, tractus, trigonum olfactorii, substantia perforata anterior, gyrus fornicatus, uncus hippocampi, gyrus dentatus*

Д. *Modiolus*, стовбур мозку, верхнє оливне ядро, нижні горбки четверогір'я та медіальне колінчасте ядро таламуса, звивина Гешля

Е. Сенсоепітеліальні клітини, зовнішнє колінчасте тіло, верхні горбки четверогір'я, пучок Граціоле, потилична частка мозку

3. Які основні характеристики звуку?

А. Інтенсивність

В. Частота коливань

С. Тривалість

Д. Фаза

Е. Усе перелічене.

4. Що таке поріг слуху слухового відчуття?

А. Мінімальні відмінності між двома звуками, які може виявити людина

В. Діапазон звуків за частотою, що сприймаються людиною

С. Рівень звуків, що викликають больові відчуття

Д. Рівень звуків, що викликають неприсмні відчуття

Е. Мінімальний рівень звуку, який сприймає людина.

5. Які особливості слухового шляху?

А. Спочатку передаються сигнали з обох вух через шляхи обох сторін у мозок

В. Перевагою передачі є в контрлатеральний шлях

С. Багато колатеральних волокон слухового тракту переходять безпосередньо в сітчасту активуючу систему стовбура головного мозку

Д. Високий ступінь просторової орієнтації зберігається у нейронах від завитки аж до кори

Е. Усе перелічене.

6. Повне розвинення слуху настає:

А. З новонародженості

В. Протягом першого місяця життя

С. У віці 1 року

Д. У віці 6–8 років

Е. У віці 16 років

7. Які розрізняють типи втрати слуху?

А. Кондуктивна і сенсоневральна

В. Периферична та центральна

С. Кондуктивна, сенсоневральна, змішана і центральна

Д. Завиткова, барабанна, нервова, центральна

Е. Усе перелічене

III. ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ УМІНЬ, НАВИЧОК

3.1. Зміст заняття

Дослідження слуху методом коротколатентних слухових викликаних потенціалів. Реєстрація КСВП є одним з методів об'єктивної аудіометрії, різновидом електрофізіологічних методів діагностики слуху. Це цінний метод топічної діагностики слуху, тобто виявлення місця ураження слухової системи у дітей і дорослих, єдиний надійний об'єктивний метод оцінки зниження слуху у новонароджених і немовлят, а часто і у дітей молодшого віку. Коротколатентні слухові викликані потенціали, як й інші слухові викликані потенціали, — це біоелектричні потенціали, що виникають в різних структурах слухової системи, переважно у стовбурі мозку, у відповідь на звуковий стимул і реєструються з поверхні голови.

Метод абсолютно безболісний і нешкідливий для пацієнта, КСВП їх реєструють з поверхні шкіри, але для його успішного проведення необхідно глибоке розуміння, знання, навички і досвід фахівця в проведенні та інтерпретації отриманих результатів. Потрібна також високоякісна спеціальна апаратура.

Ранні СВП з'являються з найкоротшою латентністю до 10–30 мс. Тому вони дістали назву коротколатентні СВП (КСВП). Вони майже повністю формуються у внутрішньоутробному розвитку плода, а то-

му аналогічні за формою для всіх вікових груп, включаючи новонароджених (хоча і мають деякі вікові відмінності). Ранні СВП реєструються незалежно від сну і неспання, слухового досвіду, уваги до звукового стимулу, а також мають дуже невеликі міжіндивідуальні відмінності (між різними людьми). Це визначає їхню високу стабільність і надійність застосування в клінічній практиці.

Пізні СВП мають довгу латентність і також дістали назву середньо- і довголатентних СВП. Вони не повністю формуються до моменту народження і істотно змінюються (дозрівають) у міру розвитку слухового аналізатора, реєструються тільки в стані неспання, але не реєструються уві сні. Пізні СВП сильно залежать від віку, слухового досвіду, уваги пацієнта до звукового стимулу, істотно відрізняються у різних людей. Тому, незважаючи на потенційно велику цінність, вони поки застосовуються тільки в наукових дослідженнях і не набули широкого клінічного застосування в медичній сурдологічній (аудіологічній) практиці.

Сигнали СВП дуже слабкі, набагато менші фонові електричної активності, що виходить від мозку (електроенцефалограма, ЕЕГ) і м'язів (електроміограма, ЕМГ) обстежуваного, а також тих, що оточують електромагнітні поля (ЕМП) і власного електричного шуму реєструючого приладу. Тому для виявлення СВП потрібно накопичення багатьох сотень і навіть тисяч відповідей на однаковий звуковий стимул за допомогою спеціального приладу — аналізатора СВП.

Аналізатор СВП — медичний прилад, який генерує і подає обстежуваному калібровані звукові стимули, знімає потенціали з електродів, прикладених до шкіри голови, накопичує і усереднює електрофізіологічні відповіді на звукові стимули. У міру усереднення відповідей випадкові шуми знижуються, а СВП виділяються на тлі шуму.

Коротколатентні слухові викликані потенціали (КСВП) набули найширшого застосування в клінічній практиці. Вони є результатом електрофізіологічної активності внутрішніх волоскових клітин равлика внутрішнього вуха, слухового нерва і стовбура головного мозку у відповідь на звуковий стимул. Тривалість (латентність) КСВП найкоротша з усіх СВП — у межах від 10 мс у дорослих до 20–30 мс у новонароджених. Діагностична цінність КСВП полягає в тому, що їхні генератори (джерела) дуже добре вивчені та визначені. Практично КСВП не залежать від стану обстежуваного і реєструються однаково успішно при стані неспання і під час сну. Вони не залежать від уваги

обстежуваного, мають дуже високу повторюваність і відтворюваність. Нормативні дані латентності хвиль добре визначені у всіх вікових групах — починаючи з новонароджених. Важливо також, що час обстеження КСВП недовгий — в межах однієї-двох годин, що цілком укладається в один-два прийоми лікаря. Добре реєструють у відповідь на дію коротких звукових подразників — коротких тональних сигналів і широкосмугових клацань. Однією зі складностей реєстрації КСВП є дуже мала амплітуда — найбільша їхня хвиля має амплітуду всього 0,1–0,5 мкВ (мікрвольт), тобто менше половини мільйонної частки вольтів.

Використовується КСВП для діагностики слухових порушень як у дітей, так і дорослих, але особливого значення вони набувають у дітей, особливо віком до року.

У діагностиці слуху дітей КСВП застосовується для таких цілей:

- Скринінг слуху новонароджених і дітей раннього віку.
- Оцінка порогів чутності широкосмугового шуму і тонів аудіометричних частот.
- Встановлення показань до слухопротезування і кохлеарної імплантації.
- Діагностика периферичних і центральних порушень органа слуху.
- Діагностика слухової нейропатії.
- Розрахунок необхідних електроакустичних параметрів слухових апаратів при слухопротезуванні.

У діагностиці слуху дорослих КСВП використовується для таких цілей:

- Діагностика невральних, ретрокохлеарних порушень, зокрема пухлини слухового нерва (акустичної невриноми).
- Діагностика ретрокохлеарних порушень слухового аналізатора.
- Лікувально-трудова експертиза слухових розладів, викликаних виробничим шумом.
- Об'єктивна оцінка порогів чутності.
- Виявлення симулянтів (прикидаються слабчучими при нормальному слуху) і агравантів (показує більш сильне зниження слуху, ніж насправді).

Реєструють КСВП з поверхні шкіри, як правило, двома активними електродами, один з яких розташований на мочці вушної раковини, а інший у верхній частині чола, і одним нейтральним електродом, розташування якого не має значення, але для зручності його зазвичай

розташовують на лобі. Щоб провести якісне, діагностично-значуще дослідження слуху за КСВП, необхідний дуже кваліфікований фахівець, надійне обладнання, знання і дотримання правил і методики обстеження.

Принцип реєстрації КСВП полягає в такому. Щоб виділити КСВП на тлі сторонніх шумів, потрібно усунути або послабити фоновий електрофізіологічний і електромагнітний шум до амплітуди, меншої ніж амплітуда КСВП. Ослаблення шуму базується на тому, що шум має випадковий характер, тимчасом КСВП в точності повторюється після кожного пред'явлення звукового сигналу. Під час обстеження у вухо багаторазово подаються однакові стимули; за кожним стимулом слідує реєстрація періоду електричної активності, що починається одночасно з подачею звукового стимулу і продовжується протягом 15–25 мс після його припинення. Усі зареєстровані періоди активності підсумовуються, а потім усереднюються комп'ютерним процесором (рис. 18).

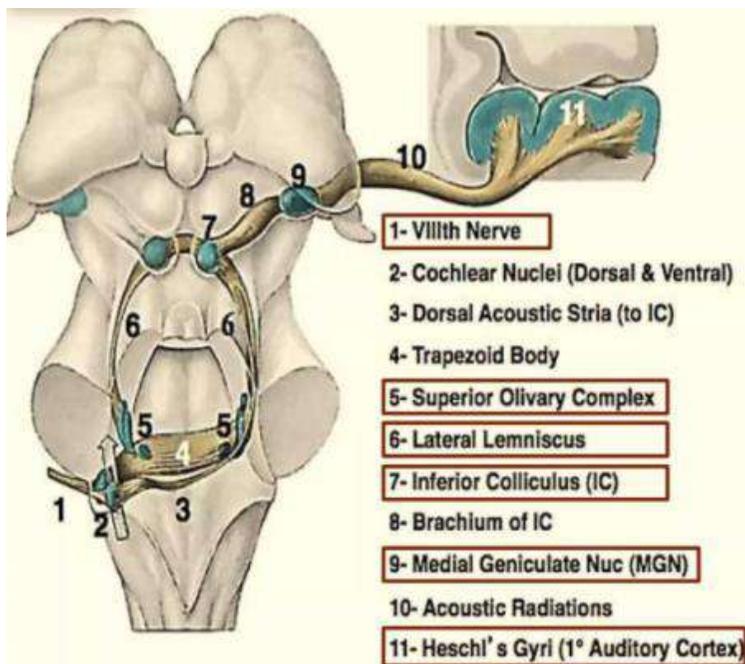


Рис. 18

Оскільки сторонній шум має випадковий характер, то він поступово усереднюється, а його усереднена амплітуда знижується. При усередненні досить великої кількості відповідей амплітуда шуму знижується до нуля. З цією метою при реєстрації КСВП пред'являють кілька тисяч стимулів і усереднюють кілька тисяч відповідей. Більшість сучасних аналізаторів КСВП дає змогу отримати достовірні результати у відповідь на сильні широкосмугові клацання (близько 70–80 дБ і вище) як при нормальному слуху, так і при зниженні слуху до 80–85 дБ. Але в міру зниження сили стимулу і наближення її до порогової (10–20 дБ) реєстрація КСВП стає дуже важкою, особливо якщо обстежуваний не спить і рухається — це важко у відповідь на тональні стимули. Це під силу тільки самим досконалим аналізаторам КСВП.

Звукові стимули для реєстрації КСВП — це дуже короткі звукові сигнали. Зазвичай використовують клацання і короткі тональні сигнали. Клацання, використовувані в діагностичних КСВП — широкосмуговий («шумовий») сигнал, який створюється електричним імпульсом тривалістю 100 мс (одна десятитисячна частка секунди). Для оцінки порогів чутності на аудіометричних частотах 500–4000 Гц застосовують короткі тональні сигнали частотою 500, 1000, 2000 і 4000 Гц з кількома періодами тональних коливань з особливою формою обвідної (наростання і ослаблення) цих коливань. Стимули подають в обстежуване вухо за допомогою повітряних (головних або внутрішньовушних) або кісткових телефонів.

Важливим параметром стимулів КСВП є їхня полярність. Полярність звукового стимулу залежить від напрямку зсуву діафрагми телефона. Розрізняють полярність розрідження і полярність згущення. При розрідженні діафрагма рухається в протилежному від вуха напрямку, створюючи негативний звуковий тиск в слуховому проході. При згущенні діафрагма рухається в сторону вуха, створюючи позитивний тиск в слуховому проході. Морфологія КСВП відповідей, записаних у відповідь на стимули розрідження і стимули згущення, трохи відрізняється через особливості руху основної мембрани равлика внутрішнього вуха, і внаслідок відмінностей генеруються електричні потенціали.

Рівень (сила) стимулів КСВП вимірюється в децибелах і калібрується в децибелах за міжпіковою амплітудою коливання короткого стимулу щодо міжпікової амплітуди коливання тону 1000 Гц, зареєстрованої за допомогою осцилографа. Таке калібрування стимулу називається еквівалентним, одиницею виміру стимулу КСВП є пік-

еквівалентний рівень звукового тиску, а його рівень вимірюється в децибелах пік-еквівалентного рівня звукового тиску (дБ пе УЗТ). У більшості аналізаторів КСВП вона може варіювати в межах від 0 до 100 дБ пе УЗТ. Калібрування стимулів КСВП досить складне. Для його виконання потрібна спеціальна підготовка фахівця і апаратура.

Інший важливий параметр стимулів КСВП — частота їхнього проходження, яка як правило становить 20–40 в секунду. Оскільки для виділення відповіді з шуму потрібно близько 2000 відповідей, то кожен КСВП у відповідь на один стимул можна отримати не швидше, ніж за 50–100 с або приблизно 1–1,5 хв. Зі зниженням рівня стимулу і наближенням його до порога чутності необхідна більша кількість накопичених відповідей на кожному рівні стимулу — до 4000–5000, а тривалість накопичення зростає до 3–5 хв. Це і визначає загальний час в залежності від мети обстеження. Нарешті, для коротких тональних стимулів дуже важливою є форма обвідних звукових коливань (наростання, плато і спадання коливань), від якої залежить амплітуда відповіді КСВП на тональні стимули.

Компоненти КСВП. Класична відповідь КСВП є комплексом хвиль (піків і западин), що з'являються протягом 15 мс після звукового стимулу у відповідь на стимуляцію клацанням рівнем звукового тиску 60 дБ і вище. При аналізі КСВП відповіді розрізняють 7 основних піків КСВП, які прийнято позначати римськими цифрами. Для діагностики слуху мають значення перші п'ять піків відповіді КСВП.

Пік V КСВП — найбільш високоамплітудний і з характерною западиною хвилі КСВП, наступної за ним. Ця характерна западина допомагає ідентифікувати пік V і позначається як негативний пік V'. Особливістю піку V є те, що він реєструється першим з усіх піків КСВП при низьких порогових рівнях стимуляції, тимчасом, як інші піки КСВП реєструються тільки при надпорогових рівнях стимуляції. При визначенні порогів КСВП для оцінки ступеня зниження слуху орієнтується саме на поріг виявлення піку V. Дослідженнями показано, що піки I і II генеруються електрофізіологічною активністю слухового нерва. Піки III, IV і V генеруються на рівні стовбура головного мозку. Саме це зумовлює цінність КСВП для топічної діагностики, зокрема для діагностики невриноми слухового нерва.

Ретельна і правильна підготовка пацієнта до обстеження є обов'язковою умовою успішного проведення КСВП-тесту. Перш за все, необхідно зменшити електричний опір шкіри в місцях прикладання електродів. Для цього шкіру протирають спиртовим розчином і

спеціальною пастою. Зауважимо, що аналізатори КСВП старих розробок настільки чутливі до опору шкіри, що потребують застосування наждачного паперу, що викликає неприємні відчуття і біль. Потім на оброблену шкіру накладають липкі електроди, які за допомогою тонких дротів з'єднують з аналізатором КСВП. Для подачі звукових стимулів у зовнішні слухові проходи вводять м'які поролонові аудіометричні вкладиші, з'єднані трубчастими звукопроводами зі спеціальними телефонами для проведення КСВП. Щоб зменшити електрофізіологічний шум, що надходить від м'язів, під час дослідження КСВП пацієнт повинен перебувати в спокійному розслабленому стані. Дітей найкраще обстежувати в стані природного сну.

У клінічному аналізі КСВП розглядають кілька факторів: наявність або відсутність КСВП, поріг виникнення КСВП, морфологія хвиль КСВП, латентність піків КСВП, міжпікові інтервали, міжвушна асиметрія латентності піку V.

Наявність або відсутність КСВП. При проведенні скринінгу слуху новонароджених і дітей молодшого віку методом реєстрації КСВП використовується стимуляція широкосмуговим клацанням з фіксованим рівнем, у більшості програм 30 дБ НПС. При нормальному слуху у дитини присутня відповідь КСВП у вигляді V піку. Якщо слух порушений — КСВП відповідь відсутня. Відсутність КСВП відповіді при стимуляції клацанням і тонами рівнем звукового тиску 90 дБ НПС може свідчити про тяжку / глибоку приглухуватість або глухоту, грубі порушення центральних відділів слухового аналізатора. Наявність відповіді використовується і для визначення порогів КСВП.

Поріг КСВП — мінімальний рівень звукового стимулу, при якому реєструється КСВП відповідь (як правило пік V). Поріг КСВП на короткі тональні стимули і широкосмугові клацання є показником оцінки зниження слуху, що особливо важливо в комплексній діагностиці слуху дітей молодшого віку. Численними дослідженнями встановлено, що порогові КСВП на короткі тональні стимули частотою 500, 1000, 2000 і 4000 Гц реєструються при рівні стимулу приблизно на 5–20 дБ вище аудіометричних порогів чутності цих частот. Таким чином, за порогоми КСВП тональними стимулами можна з достатньою точністю оцінити порогові чутності на аудіометричних частотах, які потім використовуються для добору і налаштування (програмування) слухового апарата. Для пошуку порога КСВП обстеження проводять на правому і лівому вусі окремо, починають з рівня стимулу 60 дБ НПС. Якщо КСВП присутній, рівень знижують з кроком 10 дБ до такого рівня, коли він відсутній.

Останній рівень, при якому присутній КСВП, вважають порогом КСВП. Якщо КСВП відсутній при стимулі 60 дБ НПС, рівень підвищують доти, поки він не виявиться. Мінімальний рівень, на якому КСВП реєструється, вважають порогом КСВП. Якщо КСВП відсутній на максимальному рівні стимулу, вважають, що КСВП взагалі не реєструється у пацієнта.

Як видно з описаної процедури, порогове обстеження КСВП набагато більш тривале, ніж діагностичне. Воно потребує багато часу і терпіння як фахівця, так і обстежуваного. Але це терпіння винагороджується сторицею, тому що результати дають змогу підібрати і налаштувати слуховий апарат з високою точністю. Результат реєстрації КСВП обстежуваного, що нормально чує при стимуляції тональними стимулами частотою 2000 Гц правого вуха маркуються червоним кольором, лівого вуха — синім при рівні звукового тиску від 10 до 60 дБ НПС з кроком 10 дБ. Поріг КСВП зареєстрований при стимуляції рівнем звукового тиску 10 дБ НПС, про що свідчить наявність піка V. У міру збільшення рівня стимуляції морфологія КСВП може ставати більш чіткою, амплітуда піків збільшується.

Морфологія хвиль КСВП — це сукупність ознак, що характеризують хвилі КСВП: амплітуда піків, присутність або відсутність пізніх або ранніх піків, латентність піків і тривалість міжпікових інтервалів. Морфологія КСВП має першорядне значення для диференціації периферичних і центральних порушень слухового аналізатора. Відсутність пізніх піків КСВП (III–V) вказує на патологію слухового аналізатора на рівні стовбура мозку. Порушення на рівні слухового нерва і стовбура мозку проявляються подовженням міжпікових інтервалів і абсолютних значень латентності піків. Запізнення латентності піка I свідчить про ураження звукопровідного апарату. Для центральних порушень слухового аналізатора може бути також характерна КСВП відповідь з низькою амплітудою піків.

Латентність піків КСВП — проміжок часу від початку стимулу до верхівки піка. Це дуже важливий діагностичний показник, використовується в сурдологічній (аудиологічній) діагностиці невральних і стволотомозкових уражень слухового аналізатора. При цьому вимірюється латентність піка III і, особливо, піка V. У процесі клінічного аналізу ці показники порівнюються з нормативними даними. При невральних і стовбуромозкових ураженнях слухового аналізатора проходження нервових імпульсів сповільнюється, що проявляється збільшенням латентності піків. При цьому найбільш важливими діагностичними показниками є латентності піків III і V.

Міжпікові інтервали. Цей показник також використовується в діагностиці ретрокохлеарних порушень слуху. Визначають інтервал між піками I і III (міжпіковий інтервал I–III) і між піками I і V (міжпіковий інтервал I–V). При клінічному аналізі отримані результати міжпікових інтервалів порівнюють з нормативними даними. Подовження міжпікових інтервалів свідчить про наявність ретрокохлеарної патології (табл. 5).

Таблиця 5

**Нормативні показники міжпікових інтервалів
і міжвушної асиметрії**

Нормативні показники	Інтервали латентності, мс
Міжпіковий інтервал I–III	2,65
Міжпіковий інтервал I–V	4,69
Міжвушна асиметрія піку V	0,43

Міжвушна асиметрія латентності піку V. Дуже важливий показник, використовується в аудіологічній діагностиці патології слухового нерва пухлинного характеру. При цьому порівнюють латентність піка V КСВП відповіді правого і лівого вуха. Різниця в латентності, що перевищує нормативний показник, свідчить про пухлинний процес слухового нерва на стороні подовженої латентності піка V.

Використання КСВП для скринінгу слуху новонароджених і дітей раннього віку є найбільш надійним способом скринінгу, оскільки це єдиний метод, що дає змогу зареєструвати реакцію периферичного (зовнішнього, середнього, внутрішнього вуха), неврального (слуховий нерв) і стовбуромозкового відділів слухового аналізатора. Як показали численні дослідження в США, Канаді, Великій Британії та інших країнах, приблизно 10 % випадків уродженого порушення слуху мають невральний характер. Цей показник ще вищий у новонароджених, що знаходяться в палаті інтенсивної терапії більше п'яти днів. При КСВП-скринінгу використовують стимуляцію клацанням з фіксованим рівнем стимуляції 35 дБ НПС. Якщо присутній пік V КСВП, вважається, що дитина пройшла слуховий скринінг.

Використання результатів КСВП при слухопротезуванні дітей. Початковий підбір слухового апарата можна проводити на підставі визначення порогів КСВП на тональні стимули для однієї з частот низькочастотного діапазону (0,5 або 1,0 кГц) і високочастотного (2,0

або 4,0 кГц) діапазону. Граничні значення КСВП вводяться в комп'ютерну програму для підбору і налаштування слухових апаратів. Програма автоматично перетворює значення тональних порогів КСВП в очікувані пороги чутності з урахуванням частотно-специфічних чинників корекції. За цими обчисленими даними автоматично розраховує необхідні дитині електроакустичні параметри слухового апарата — посилення, вихідний рівень звукового тиску, частотну характеристику.

Електрокохлеографія (ЕКоГ) — метод аудіологічного обстеження, який використовується при діагностиці слухової нейропатії у дітей, діагностиці хвороби Мен'єра, центральних слухових порушень, зокрема невриноми слухового нерва. Електрокохлеографія — це реєстрація найранніших слухових викликаних потенціалів — потенціалів завитки і внутрішньозавиткової частини слухового нерва, що виникають в межах 2–3 мс після пред'явлення короткого звукового стимулу, як правило клацання. У нормі ЕКоГ реєструється при стимуляції клацанням з рівнем понад 60 дБ НПС. Для успішної реєстрації ЕКоГ активний електрод розміщують якомога ближче до завитки внутрішнього вуха.

У деяких клініках використовують інтратимпанальний запис ЕКоГ за допомогою електрода, що вводиться в порожнину середнього вуха і торкається до стінки барабанної порожнини в безпосередній близькості до круглого вікна завитки. Цей метод дає найбільшу амплітуду ЕКоГ, але є інвазивним і може мати серйозні ускладнення — ушкодження лицевого нерва і інфекцію середнього вуха.

Також використовується метод екстратимпанальної реєстрації ЕКоГ, при якому активний електрод встановлюють в кістковому відділі зовнішнього слухового проходу. Електрод для екстратимпанальної ЕКоГ виготовляється у вигляді вушного вкладиша, покритого найтоншою електропровідною золотою фольгою.

Складається ЕКоГ з трьох компонентів: мікрофонний потенціал (МП) завитки, сумацийний потенціал (СП) завитки, потенціал дії (ПД) слухового нерва.

Мікрофонний потенціал завитки — це змінний потенціал, що повторює частоту і полярність стимулу. У нормі МП з'являється протягом першої мілісекунди при стимуляції рівнем звукового тиску 80 дБ НПС і вище, випереджаючи основні піки КСВП. При зміні полярності стимулу (згущення або розрідження) полярність МП (напрямок піка вгору або вниз) також змінюється.

На рис. 19 зображено ЕКоГ вуха, що нормально чує при стимуляції клацанням рівнем 95 дБ НПС: МП — мікрофонний потенціал, ПД — потенціал дії слухового нерва. Видно, що при натисканні згущення (верхня крива) і розрідження (нижня крива) МП змінює напрям.

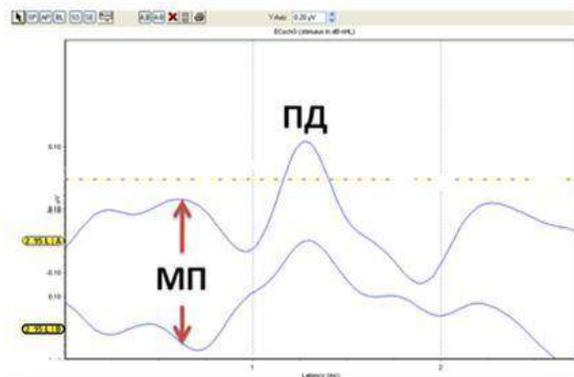


Рис. 19

Фазочутливість МП є важливою діагностичною властивістю. При пред'явленні стимулу у фазі згущення (позитивна фаза) пік амплітуди МП спрямований догори від середньої лінії, а при пред'явленні стимулу у фазі розрідження (негативна фаза) пік амплітуди МП спрямований донизу від середньої лінії. Місцем генерації МП є нормально функціонуючі зовнішні волоскові клітини (ЗВП). Реєстрація мікрофонного потенціалу равлика — один з ключових компонентів у діагностиці слухової нейропатії.

Сумаційний потенціал (СП) завитки генерується в органі Корті в завитці внутрішнього вуха і відображає електрофізіологічні процеси, що виникають при зміщенні основної (базиллярної) мембрани завитки і фізіологічної активності волоскових клітин.

Потенціал дії (ПД) слухового нерва являє собою сумарну синхронну відповідь волокон ділянки слухового нерва на його виході з кісткового лабіринту. Потенціал дії відповідає піку I КСВП.

Діагностичне значення ЕКоГ. Електрокохлеографія застосовується в таких цілях:

- Діагностика Хвороби Мен'єра. Важливим діагностичним показником ЕКоГ є співвідношення амплітуди сумаційного потенціалу та потенціалу дії слухового нерва — СМ/ПД. У нормі це співвідношення менше 0,5, а при хворобі Мен'єра воно перевищує 0,5.

- Збільшення амплітуди ПД (піка I КСВП) для більш точного обчислення міжпікових інтервалів КСВП при діагностиці центральних слухових порушень, зокрема невриноми слухового нерва.

- Чітка візуалізація мікрофонного потенціалу завитки, яку часто слабо видно при реєстрації КСВП. Використовується при діагностиці слухової нейропатії у дітей, що характеризується наявністю мікрофонного потенціалу (часто також отоакустичної емісії) та відсутністю або значним порушенням хвиль КСВП.

3.2. Вимоги до результатів роботи з даної теми

Скласти послідовність заходів щодо підготовки дитини для дослідження слухових спонтанних викликаних потенціалів:

1. У ЛОР-лікаря провести туалет вух та видалити сірчані пробки у дитини.

2. Дослідження КСВП проводиться під час звичайного денного сну малюка.

3. Напередодні обстеження треба покласти дитину спати на 3 год пізніше, а в день дослідження прокинути на 3 год раніше, ніж звичайно.

4. Слідкувати, щоб малюк не заснув дорогою, навіть 5 хв сну достатньо для того, щоб на дослідженні дитина вже не заснула.

5. Взяти із собою їжу, ковдру, улюблену іграшку вашого малюка — щоб засипати йому було комфортніше.

6. З метою зменшення електричного опору в місцях прикладання електродів шкіру протирають спиртовим розчином і спеціальною пастою.

7. На оброблену шкіру накладають липкі електроди, які за допомогою тонких дротів з'єднують з аналізатором КСВП.

8. Для подачі звукових стимулів в зовнішні слухові проходи вводять м'які поролонові аудіометричні вкладиші, з'єднані трубчастими звукопроводами зі спеціальними телефонами для проведення КСВП.

9. Обстеження проводиться протягом приблизно 2 год, з яких процес реєстрації триватиме близько 40 хв.

3.3. Тестові завдання для самоконтролю оволодіння знаннями, навичками

1. Реєстрація коротколатентних слухових викликаних потенціалів виконується:

- A. Новонародженим з 3-го дня народження
- B. Тільки немовлятам
- C. Тільки дорослим
- D. Дорослим у разі симуляції слуху
- E. Усім віковим групам

2. Визначте поняття коротколатентних слухових викликаних потенціалів:

A. Біоелектричні потенціали, що виникають у різних ядрах слухової системи у відповідь на електричний стимул і реєструються з поверхні голови

B. Біоелектричні потенціали, що виникають у різних ядрах слухової системи у відповідь на звуковий стимул і реєструються з електродів, що введені у головний мозок

C. Біоелектричні потенціали, що виникають у різних ядрах слухової та вестибулярної систем у відповідь на звук та рух голови і реєструються з поверхні голови

D. Біоелектричні потенціали, що виникають у різних ядрах слухової системи у відповідь на будь-який навколишній звук

E. Біоелектричні потенціали, що виникають у різних ядрах слухової системи у відповідь на конкретний звуковий стимул і реєструються з поверхні голови

3. Які потенціали однакові в усіх вікових групах пацієнтів і не залежать від стану досліджуваного (сон, неспання, слуховий досвід, увага до стимулу)?

- A. Довголатентні
- B. Середньолатентні
- C. Коротколатентні
- D. Коротколатентні та середньолатентні
- E. Коротколатентні та довголатентні

4. Сигнали СВП реєструються на підставі:

- A. Комп'ютерної томографії черепа
- B. Магнітнорезонансного дослідження головного мозку

- C. Електроенцефалографії
- D. Дуплексного дослідження головного мозку
- E. Ехоенцефалографії

5. На якому рівні звукопровідного шляху генеруються короткола-
тентні викликані потенціали?

- A. Внутрішні волоскові клітини, слуховий нерв, стовбур головно-
го мозку
- B. Верхній оливарний комплекс, латеральна петля, нижнє четве-
рогорб'я, медіальні колінчасті тіла
- C. Кора головного мозку
- D. Нижнє чотиригорб'я, медіальні колінчасті тіла, кора головного
мозку
- E. Внутрішні волоскові клітини, латеральна петля, нижнє чотири-
горб'я

6. Яке діагностичне значення електрокохлеографії?

- A. Допомогає у діагностиці хвороби Мен'єра
- B. Допомогає у діагностиці невриноми слухового нерва
- C. Допомогає чітко візуалізувати мікрофонний потенціал завитки
- D. Використовується при діагностиці слухової нейропатії у дітей
- E. Усе перелічене

7. Що таке поріг коротких латентних викликаних потенціалів?

- A. Мінімальний рівень звукового стимулу, при якому реєструється
пік I
- B. Мінімальний рівень звукового стимулу, при якому реєструється
пік II
- C. Мінімальний рівень звукового стимулу, при якому реєструється
пік III
- D. Мінімальний рівень звукового стимулу, при якому реєструється
пік IV
- E. Мінімальний рівень звукового стимулу, при якому реєструється
пік V

8. Сукупність яких ознак характеризує хвилі КСВП?

- A. Тривалість міжпікових інтервалів
- B. Латентність піків
- C. Присутність або відсутність пізніх або ранніх піків

- D. Амплітуда піків
- E. Усе перелічене

9. Зміна яких ознак характерна для патології слухового аналізатора на рівні стовбура мозку?

- A. Відсутність пізніх піків КСВП (III–V)
- B. Подовження міжпікових інтервалів і абсолютних значень латентності піків
- C. Запізнення латентності піка I
- D. КСВП відповідь з низькою амплітудою піків
- E. КСВП не змінені

10. Порушення на рівні слухового нерва і стовбура мозку проявляються:

- A. Відсутністю пізніх піків КСВП (III–V)
- B. Подовження міжпікових інтервалів і абсолютних значень латентності піків
- C. Запізненням латентності піка I
- D. КСВП відповіддю з низькою амплітудою піків
- E. КСВП не змінені

11. Зміна яких ознак свідчить про ураження звукопровідного апарату?

- A. Відсутність пізніх піків КСВП (III–V)
- B. Подовження міжпікових інтервалів і абсолютних значень латентності піків
- C. Запізнення латентності піка I
- D. КСВП відповідь з низькою амплітудою піків
- E. КСВП не змінені

12. Зміна яких ознак характерна для центральних порушень слухового аналізатора?

- A. Відсутність пізніх піків КСВП (III–V)
- B. Подовженням міжпікових інтервалів і абсолютних значень латентності піків
- C. Запізнення латентності піка I
- D. КСВП відповідь з низькою амплітудою піків
- E. КСВП не змінені

13. Що таке латентність піків КСВП?

А. Проміжок часу від початку стимулу до верхівки піка

В. Інтервал між піками I і III і між піками I і V

С. Порівняння латентності піка V КСВП відповіді правого і лівого вуха

Д. Величина хвиль, яка реєструється за допомогою осцилографа та вимірюється в децибелах

Е. Залежить від напрямку зсуву діафрагми телефона (розрідження і згущення)

14. Що таке сила стимулів КСВП?

А. Проміжок часу від початку стимулу до верхівки піка

В. Інтервал між піками I і III і між піками I і V

С. Порівняння латентності піка V КСВП відповіді правого і лівого вуха

Д. Величина хвиль, яка реєструється за допомогою осцилографа та вимірюється в децибелах

Е. Залежить від напрямку зсуву діафрагми телефона (розрідження і згущення)

15. Що таке полярність піків КСВП?

А. Проміжок часу від початку стимулу до верхівки піка

В. Інтервал між піками I і III і між піками I і V

С. Порівняння латентності піка V КСВП відповіді правого і лівого вуха

Д. Величина хвиль, яка реєструється за допомогою осцилографа та вимірюється в децибелах

Е. Залежить від напрямку зсуву діафрагми телефона (розрідження і згущення)

16. Що таке міжпікові інтервали КСВП?

А. Проміжок часу від початку стимулу до верхівки піка

В. Інтервал між піками I і III і між піками I і V

С. Порівняння латентності піка V КСВП відповіді правого і лівого вуха

Д. Величина хвиль, яка реєструється за допомогою осцилографа та вимірюється в децибелах

Е. Залежить від напрямку зсуву діафрагми телефона (розрідження і згущення).

17. Що таке міжвушна асиметрія латентності піків КСВП?

А. Проміжок часу від початку стимулу до верхівки піа

В. Інтервал між піками I і III і між піками I і V

С. Порівняння латентності піка V КСВП відповіді правого і лівого вуха

Д. Величина хвиль, яка реєструється за допомогою осцилографа та вимірюється в децибелах

Е. Залежить від напрямку зсуву діафрагми телефона (розрідження і згущення)

18. Що таке електрокохлеографія?

А. Реєстрація найраніших слухових викликаних потенціалів

В. Реєстрація потенціалів завитки і внутрішньозавиткової частини слухового нерва

С. Реєстрація потенціалів, що виникають в межах 2–3 мс після пред'явлення короткого звукового стимулу

Д. Реєстрація потенціалів, що відводяться безпосередньо з медіальної стінки барабанної порожнини

Е. Усе перелічене

19. На якому рівні звукопровідного шляху генеруються середньо-латентні викликані потенціали?

А. Внутрішні волоскові клітини, слуховий нерв, стовбур головного мозку

В. Верхній оливарний комплекс, латеральна петля, нижнє чотиригорб'я, медіальні колінчасті тіла

С. Кора головного мозку

Д. Нижнє чотиригорб'я, медіальні колінчасті тіла, кора головного мозку

Е. Внутрішні волоскові клітини, латеральна петля, нижнє чотиригорб'я

20. На якому рівні звукопровідного шляху генеруються довголатентні викликані потенціали?

А. Внутрішні волоскові клітини, слуховий нерв, стовбур головного мозку

В. Верхній оливарний комплекс, латеральна петля, нижнє чотиригорб'я, медіальні колінчасті тіла

С. Кора головного мозку

Д. Нижнє чотиригорб'я, медіальні колінчасті тіла, кора головного мозку

Е. Внутрішні волоскові клітини, латеральна петля, нижнє чотиригорб'я

3.4. Питання для контролю

1. Що таке слухові викликані потенціали?.
2. Ранні та пізні СВП.
3. Можливості КСВП.
4. Принципи реєстрації КСВП.
5. Походження хвиль КСВП.
6. Характеристики запису КСВП.
7. Підготовка пацієнта для дослідження КСВП.
8. Поняття методу ЕКоГ.
9. Характеристики запису ЕКоГ.
10. Діагностичне значення ЕКоГ.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Omkar N. Markand Clinical Evoked Potentials. An Illustrated Manual. 2020.

2. Лайко А. А., Заболотна Д. Д., Борисенко О. М. Дитяча оториноларингологія. Вінниця, 2021. 596 с.

3. Пропедевтика оториноларингології : підруч. для лікарів-інтернів та слухачів ФПДО / за ред. проф. О. Ом. Кіцери та доц. А. В. Цимара. Львів, 2019. 377 с.

Додаткова

1. Allen Young, Jennifer Cornejo, Alycia Spinner. Auditory Brainstem Response. National Library of Medicine. January 12, 2023. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564321/>

2. Методика викликаних слухових потенціалів при хірургічному лікуванні пухлин мостомозочкового кута / Herasyenko O. S., Smolanka V. I., Smolanka A. V., Sechko O. S. *Віс. наукових досліджень*. (2017). № 3 <https://doi.org/10.11603/2415-8798.2017.3.8069>

Практичне заняття № 11.
ПРИЧИНИ РОЗЛАДІВ СЛУХУ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ

Мета. Удосконалити та поглибити знання здобувачів вищої освіти з патології різних відділів вуха, яка може призводити до стійкого зниження слуху та інвалідності хворого. Своєчасна діагностика й адекватне лікування у багатьох випадках запобігає виникненню приглухуватості отіатричних хворих. У разі виникнення стійкої приглухуватості необхідно проводити лікування щодо профілактики погіршення слуху. Спрямувати знання на підвищення рівня засвоєння навчального матеріалу, формування компетентностей щодо відповідної реабілітації приглухуватих пацієнтів.

Основні поняття. Захворювання зовнішнього вуха. Гострі та хронічні гнійні середні отити. Отосклероз, секреторний середній отит. Захворювання внутрішнього вуха: сенсоневральна приглухуватість, хвороба Мен'єра.

Обладнання. Мультимедійні презентації, таблиці, муляжі, тренажери, відеофільми, набори інструментів, камертонів, аудіограм, томограм.

II. КОНТРОЛЬ ОПОРНИХ ЗНАНЬ

2.1. Загальні цілі

Студенту потрібно знати:

- семіотику захворювань зовнішнього, середнього, внутрішнього вуха та провідних шляхів слухового аналізатора;
- можливі ускладнення захворювань вуха.

На основі теоретичних знань з теми *оволодіти методиками оцінки отоскопічної картини при найбільш поширених видах патології вуха:*

- гострий середній отит (ГСО);
- секреторний отит;
- хронічний середній отит.

2.2. Тестові завдання для перевірки базових знань за темою заняття

1. Що таке обмежений лабіринтит?

- A. Проникнення інфекції у перилімфатичний простір
- B. Проникнення інфекції в ендолімфатичний простір
- C. Ураження усіх відділів лабіринту
- D. Ураження кісткової капсули лабіринту
- E. Запалення тільки присінка лабіринту

2. Які є стадії гострого середнього отиту?

- A. Гнійна та негнійна
- B. Доперфоративна, перфоративна, репаративна
- C. Обмежена, серозна, дифузна
- D. Початкова, розлитих симптомів, ускладнень
- E. Епітимпаніт, мезотимпаніт, епімезотимпаніт.

3. Які є види хронічного гнійного середнього отиту?

- A. Гнійний та негнійний
- B. Доперфоративний, перфоративний, репаративний
- C. Обмежений, серозний, дифузний
- D. Початковий, розповсюджений
- E. Епітимпаніт, мезотимпаніт, епімезотимпаніт.

4. Які основні симптоми сенсоневральної приглухуватості?

- A. Підвищення температури тіла, низькочастотний шум, сильний біль у вусі, зниження слуху, гіперемія та випинання барабанної перетинки
- B. Зниження слуху, писк у вусі, запаморочення, нормальна отоскопічна картина
- C. Низькочастотний шум у вусі, зниження слуху, що залежить від положення тулуба, жовтий колір барабанної перетинки
- D. Напад запаморочення, нудота, блювання, порушення ходи, сильний однобічний шум у вусі, нормальна отоскопічна картина
- E. Періодична гноетеча з вуха, зниження слуху, стійка перфорація барабанної перетинки.

5. Які основні симптоми гострого середнього отиту?

- A. Підвищення температури тіла, низькочастотний шум, сильний біль у вусі, зниження слуху, гіперемія та випинання барабанної перетинки

В. Зниження слуху, писк у вусі, запаморочення, нормальна отоскопічна картина

С. Низькочастотний шум у вусі, зниження слуху, що залежить від положення тулуба, жовтий колір барабанної перетинки

Д. Напад запаморочення, нудота, блювання, порушення ходи, сильний однобічний шум у вусі, нормальна отоскопічна картина

Е. Періодична гноетеча з вуха, зниження слуху, стійка перфорація барабанної перетинки

6. Які основні симптоми хвороби Мен'єра?

А. Підвищення температури тіла, низькочастотний шум, сильний біль у вусі, зниження слуху, гіперемія та випинання барабанної перетинки

В. Зниження слуху, писк у вусі, запаморочення, нормальна отоскопічна картина

С. Низькочастотний шум у вусі, зниження слуху, що залежить від положення тулуба, жовтий колір барабанної перетинки

Д. Напад запаморочення, нудота, блювання, порушення ходи, сильний однобічний шум у вусі, нормальна отоскопічна картина

Е. Періодична гноетеча з вуха, зниження слуху, стійка перфорація барабанної перетинки

7. Які основні симптоми хронічного гнійного середнього отиту?

А. Підвищення температури тіла, низькочастотний шум, сильний біль у вусі, зниження слуху, гіперемія та випинання барабанної перетинки

В. Зниження слуху, писк у вусі, запаморочення, нормальна отоскопічна картина

С. Низькочастотний шум у вусі, зниження слуху, що залежить від положення тулуба, жовтий колір барабанної перетинки

Д. Напад запаморочення, нудота, блювання, порушення ходи, сильний однобічний шум у вусі, нормальна отоскопічна картина

Е. Періодична гноетеча з вуха, зниження слуху, стійка перфорація барабанної перетинки

8. Які основні симптоми хронічного катару середнього вуха?

А. Підвищення температури тіла, низькочастотний шум, сильний біль у вусі, зниження слуху, гіперемія та випинання барабанної перетинки

В. Зниження слуху, писк у вусі, запаморочення, нормальна отоскопічна картина

С. Низькочастотний шум у вусі, зниження слуху, що залежить від положення тулуба, жовтий колір барабанної перетинки

Д. Напад запаморочення, нудота, блювання, порушення ходи, сильний однобічний шум у вусі, нормальна отоскопічна картина

Е. Періодична гноетеча з вуха, зниження слуху, стійка перфорація барабанної перетинки

ІІІ. ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ УМІНЬ, НАВИЧОК

3.1. Зміст заняття

Частота порушень слуху. За даними статистики, 2–4 % населення земної кулі мають зниження слуху. У світі налічується 5 млн глухих людей, 350 млн людей мають зниження слуху тяжкого та помірного ступеня (2, 3, 4-й ступінь приглухуватості), 750 млн осіб мають зниження слуху 1-го ступеня. Зниження слуху виявляється у 1 % людей віком до 20 років. З віком кількість порушень слуху подвоюється кожні 10 років. Серед осіб після 65 років на порушення слуху страждають 24 % населення.

Порушення слуху трапляються у 1 із 1000 новонароджених. Серед новонароджених, які перебувають у палатах інтенсивної терапії (недоношені, діти з високим рівнем білірубіну та іншими патологіями), частота порушень слуху становить 20–30 дітей на 1000.

У 1–3 дітей зі 1000 порушення слуху розвиваються протягом 1–2-го року життя, 10–12 % дітей мають центральні розлади слуху, які проявляються в порушеннях слухової уваги, слухової пам'яті та ін. Для цих дітей характерна наявність порушення мовного розвитку. Кількість людей із порушеннями слуху зростає. За прогнозами фахівців, через 20 років кожна п'ята людина на Землі матиме проблеми зі слуховою функцією. Це зумовлено різними причинами, але перш за все, пов'язано з розвитком медицини, яка забезпечує зростання чисельності груп ризику за приглухуватістю:

- людей похилого віку (збільшення тривалості життя людей);
- недоношених дітей;
- дітей із різними генетичними порушеннями.

Класифікація порушень слуху. За механізмом перетворення звукових сигналів:

- кондуктивна приглухуватість (порушення механізму звукопроведення);

— нейросенсорна приглухуватість (порушення механізму звукосприйняття);

— змішана приглухуватість (порушення звукопроведення та звукосприйняття на одному вусі).

За локалізацією ушкодження:

— периферичні порушення слуху (ураження зовнішнього, середнього, внутрішнього вуха, нейронів спірального ганглія та слухового нерва);

— центральні порушення слуху (ушкодження підкіркових та кіркових центрів слухової системи).

У залежності від сторони пошкодження:

— односторонні порушення слуху (ушкодження одного вуха — лівого чи правого);

— двосторонні порушення слуху (ушкодження і лівого, і правого вуха);

У залежності від причини:

— спадкові порушення слуху (генетично зумовлені);

— уроджені порушення слуху;

— набуті порушення слуху (внаслідок захворювань, травм, шкідливих впливів).

У залежності від строку початку у зв'язку з розвитком мови:

— долінгвальна (виникає в ранньому віці до розвитку мови);

— перилінгвальна (виникає в період оволодіння мовою 1–5 років);

— постлінгвальна (виникає після розвитку мови).

У залежності від характеру перебігу захворювання:

— гостра (тривають до 3 міс.);

— хронічна (тривають більше 3 міс.).

Таким чином, розрізняють всього 5 ступенів зниження слуху, а разом із нормою — 6 станів слуху (табл. 6).

Кондуктивна приглухуватість — ураження звукопровідного апарату слухової системи — зовнішнього і середнього вуха — у більшості випадків викликано зниженням рухомості звукопровідної системи «барабанна перетинка — кісточка — мембрана овального вікна». Це призводить до ослаблення енергії звукового сигналу, що передається в равлик. Зниження слуху під час кондуктивної приглухуватості становить від 10 до 60 дБ (1–2 ступінь приглухуватості).

Для кондуктивної приглухуватості характерні:

— наявність підвищених порогів слуху за повітряною провідністю при нормальних порогах слуху з кістковою провідністю (кістково-повітряний розрив);

— висхідний тип аудіограми — більше зниження слуху в низько-частотний діапазон.

Таблиця 6

Ступені зниження слуху і сприйняття мови

Ступінь зниження слуху	Середні пороги слуху, дБ	Сприйняття розмовної мови	Сприйняття шепітної мови
Норма	≤ 25 (дорослі) ≤ 15 (діти)	> 10 м	6 м
1-й	26–40	6–3 м	2 м — біля вуха
2-й	41–55	3 м — біля вуха	Немає — біля вуха
3-й	56–70	Гучна мова біля вуха	Немає
4-й	71–90	Крик біля вуха	Немає
Глухота	≥ 91	Немає	Немає

Причини ураження слуху при патології зовнішнього вуха:

— повне закриття слухового ходу сірчаною пробкою;

— сторонні тіла зовнішнього слухового ходу;

— зовнішній отит, коли набряк та виділення закривають просвіт слухового ходу, фурункул зовнішнього слухового проходу;

— екзостози та остеоми — це доброякісні кісткові розростання зовнішнього слухового ходу. За наявності симптомів остеоми та екзостози видаляють хірургічно, проте потреба в цьому виникає рідко;

— пухлини: кісти сальної залози, фіброми, папіломи, аденоми, саркоми, карциноми та меланоми. За підозри на злоякісний утвір показана негайна біопсія;

— звуження або повне зрощення (атрезія) слухового проходу.

Причини ураження слуху при патології барабанної перетинки:

- гострий або хронічний мірингіт;
- втягнута барабанна перетинка;
- перфорація барабанної перетинки чужорідним тілом, при ба-
ротравмі, акустичній травмі. Травма також може спричинити ушко-
дження слухових кісточок, розрив ланцюга або гомотимпанум.

Причини ураження слуху при патології середнього вуха:

- гострий гнійний середній отит;
- хронічний гнійний середній отит;
- секреторний середній отит — найчастіша причина кондуктив-
ної приглухуватості в дітей, що призводить до зниження слуху в се-
редньому на 20–30 дБ;
- тимпаносклероз;
- адгезивна хвороба середнього вуха;
- отосклероз;
- патологічне розростання кістки на основі стременця;
- рак середнього вуха;
- гломусна пухлина барабанної порожнини.

*Причини ураження слуху при нейросенсорній приглухуватості —
порушення зумовлені ураженням звукосприймальних структур слу-
хової системи:*

- слухових рецепторів завитки (волоскових клітин);
- слухового нерва;
- підкіркових слухових центрів;
- коркових центрів.

Нейросенсорна приглухуватість включає:

- сенсоневральну приглухуватість;
- ретрокохлеарні порушення слуху;
- слухову нейропатію;
- центральні розлади слуху.

Вроджені причини СНП призводять до втрати слуху, наявної при народженні або набутої незабаром після народження.

Втрата слуху може бути викликана спадковими і неспадковими генетичними факторами, а також деякими ускладненнями під час вагітності та при пологах:

- краснуха, сифіліс та деякі інші інфекції матері під час вагіт-
ності;
- низька маса тіла при народженні;

- асфіксія при народженні (нестача кисню під час пологів);
- неналежне вживання лікарських засобів (аміноглікозиди, цитотоксичні препарати, протималярійні ліки, діуретики) під час вагітності;
- тяжка жовтяниця в неонатальному періоді, яка може призводити до ураження слухового нерва новонародженої дитини (синдром слухової нейропатії);
- передчасні пологи;
- інфекційні захворювання, особливо вірусні (грип, парагрип, аденовірусна інфекція; хронічні інфекції — бруцельоз, сифіліс та СНІД);
- судинні розлади, що призводять до функціональних або органічних порушень кровообігу в мозкових судинах, які живлять структури слухового аналізатора. Вони можуть бути у хворих на гіпертонічну хворобу, вегето-судинну дистонію, шийний остеохондроз, коагулопатію, із судинними пухлинами та аневризмами;
- токсична дія на внутрішнє вухо лікарських речовин, промислових і побутових отрут, алкоголю, антибіотиків аміноглікозидного ряду (мономіцин, канаміцин, гентаміцин, неоміцин) та стрептоміцинів (стрептоміцин, дигідрострептоміцин), які можуть проникати через гематолабірінтний бар'єр і патологічно впливати на спіральний орган. Особливо чутливі до них діти. Крім антибіотиків, таку патологічну дію на слухові структури можуть мати діуретики (фуросемід, етакринова кислота), протипухлинні препарати (цисплатин, мізонідазол), похідні саліцилової кислоти, спазмонеуралгін, хінін, спіронолактон (верошпірон);
- травматичні ушкодження внаслідок: черепно-мозкової травми (перелом основи черепа), у разі різких коливань атмосферного тиску (баротравма), дії інтенсивного звуку (акутравма), ушкодження завитки під час операцій на середньому вусі.
- алергічні та аутоімунні захворювання.
- пухлини мостомозочкового кута (невринома VIII пари черепних нервів), а також новоутворення середнього вуха та мозку.
- професійні чинники (шум, вібрація).
- вікові зміни (пресбіакузис).
- поєднання декількох вищезгаданих чинників (комбінована приглухуватість).

Акубаротравма є найчастішою причиною сенсоневральної приглухуватості, якій можна запобігти. Джерело шуму може бути у воєн-

ному, професійному оточенні, сфері розваг або мати випадковий характер. Незворотне ураження слуху можуть спричинити постріли з вогнепальної зброї, вибухи та гучна музика. Насамперед уражається слух на високих частотах, типово на 4000 Гц, потім на середніх та низьких частотах. Зниження слуху супроводжується високочастотним шумом. Акубаротравма сучасного воєнного стану — це проблема, яка виходить за рамки ураження системи органа слуху. Окрім ураження середнього і внутрішнього вуха, виникають вегетативні симптоми, ознаки закритої черепно-мозкової травми. Тому вона розглядається як комплексне ураження ЦНС внаслідок бойового вибуху, а також як потенційна множинна травма, що власне вкладається в саме поняття «мінно-вибухова травма» та потребує обстеження не тільки отоларинголога, а й травматолога, невролога, окуліста, щелепно-лицевого хірурга та інших суміжних спеціалістів.

Топічна діагностика ураження сенсоневрального апарату

— ураження рецепторів равлика (волоскових клітин) та частково слухового нерва призводить до вибіркового реагування різних відділів равлика на звуки різних частот та порушення аналізу звуків за частотою та голосністю. Диференційні пороги слуху за частотою підвищуються (наприклад, у словах «стіл» та «стілець»);

— на окремих ділянках равлика утворюються «мертві» зони, не реагують на звуки відповідних частот;

— феномен прискороного наростання гучності (ФУНГ, або рекруїтмент): в результаті зростання гучності звуку інтенсивність його у хворих зростає швидше, а поріг дискомфорту нижчий. Пацієнти не чують тихих звуків, але гучні звуки викликають у них неприємні відчуття. Це ускладнює використання адекватного посилення у слуховому апараті та призводить до зниження розбірливості мови навіть у них;

— при змінах в слуховому нерві симптоми менш виражені, вони дифузні та можуть охоплювати різні (за локалізацією та кількістю) волокна слухового нерва. Це може бути внаслідок менінгіту та паротиту. Менінгокок, вірус паротиту мають виражену нейротропність.

Для невральної приглухуватості характерні такі особливості аудіограми:

— збіг порогів слуху по повітряній та кістковій провідності;

— велике збереження слуху в низькочастотному діапазоні (низхідна форма аудіограми).

Пресбіакузис — це порушення звукосприйняття, зумовлене дистрофічними й атрофічними змінами вікового характеру у внутрішньому вусі. Характеризується симетричністю щодо обох вух, поступовим розвитком. Патологічні зміни при пресбіакузисі виявляються вздовж усього слухового аналізатора. У равлику і завитковому ганглії в результаті дистрофічних та атрофічних процесів зменшується кількість чутливих клітин і нейронів. У присінковій мембрані відзначається вакуолізація. Атрофія та некроз ядер характерні для центрів слухового шляху, аж до слухової зони кори головного мозку. У слуховому нерві зменшується кількість пучків і волокон. Розвивається атрофія судин, особливо в спіральній зв'язці, судинній смужці та нервових утвореннях. Спостерігаються також зміни структури звукопровідного апарату середнього вуха: підвищується в'язкість синовіальної рідини і змінюються властивості тканин коваделко-молоточкового і коваделко-стремінцевого суглобів. При тональній аудіометрії визначається підвищення порогів звукосприйняття на розмовні частоти у середньому на 10 дБ кожні 10 років після 40.

Ретрокохлеарні порушення слуху — це ураження слухової системи за равликом, переважно в ділянці стовбура слухового нерва, може бути викликана невриномою (пухлина) слухового нерва, травмою скроневої кістки, слухового нерва.

Слухова нейропатія — нещодавно виявлене порушення слуху, яке частково можна зарахувати до ретрокохлеарних порушень:

- порушенням синхронізації волокон слухового нерва (постсинаптична форма);
- ушкодженням внутрішніх волоскових клітин (пресинаптична форма);
- порушенням синаптичної передачі між волосковими клітинами та слуховим нервом.

Вона часто трапляється у недоношених дітей. Крім того, у дітей зі слуховою нейропатією часто виявляють також високий рівень білірубіну, малу масу тіла новонародженого (<1500 г), бронхолегеневу дисплазію, уроджену ваду серця. Можлива участь генетичного чинника. Характерно зниження слуху на обидва вуха з порушенням звукосприйняття.

Центральні розлади слуху належать до нейросенсорних порушень слуху. Вони зумовлені ушкодженням підкіркових, починаючи з кохлеарних ядер, та коркових центрів слухової системи. Проявляються як порушення процесів аналізу звукових, мовних сигналів, розрізнен-

ня звукових сигналів. Для частини пацієнтів характерна гіперакузія — зниження стійкості до сприйняття гучних звуків за нормальних порогів слуху. Вона відрізняється від ФУНГ.

Відчуття шуму (тинітусу) в голові або вухах характерно для більшості дітей з розладами мови, а також для літніх пацієнтів.

Ознаки (при нормальних або близьких до нормальних порогів слуху):

- порушення локалізації джерела звуку;
- проблеми розрізнення звукових сигналів;
- порушення впізнавання слухових образів;
- порушення сприйняття мови на тлі перешкод (шум, мова, сприйняття мови за телефоном);
- розлади слухової пам'яті та слухової уваги;
- труднощі формування сталого зв'язку між звуком / словом та предметом.

Крім того, кожна з цих слухових функцій пов'язана з когнітивним процесом, який схильний до нейродегенерації (табл. 7).

Таблиця 7

**Ключові моменти діагностики
сенсоневральної приглухуватості**

Анамнез	Фізикальні знахідки	Аудиограма	Імовірна причина
Поступове зниження слуху, експозиція на шум, куріння	Літній пацієнт з нормальною барабанною перетинкою	Двобічне симетричне ураження на високих частотах	Пресбіакузис
Поступове зниження слуху, шум у вухах, експозиція на шум	Нормальна барабанна перетинка	Двобічне симетричне ураження, максимальне на частоті 4000 Гц	Травматична приглухуватість, індукована шумом
Швидко прогресуюча двобічна приглухуватість, імовірно, хвилеподібного характеру	Нормальна барабанна перетинка, імовірно, запаморочення та порушення рівноваги	Будь-які патологічні зміни зі зниженим розпізнаванням мови	Аутоімунна приглухуватість

Анамнез	Фізикальні знахідки	Аудіограма	Імовірна причина
Раптова однобічна приглухуватість, шум у вусі, запаморочення, травма голови	Нормальна барабанна перетинка, запаморочення та ністагм при збільшенні тиску в зовнішньому слуховому ході	Будь-які патологічні зміни	Судинна, токсична, вірусна етіологія, перилімфатична нориця
Раптова хвилеподібна однобічна приглухуватість, шум у вусі, епізодичне запаморочення	Нормальна барабанна перетинка	Однобічне зниження слуху на низьких частотах	Хвороба Мен'єра
Поступова або раптова однобічна приглухуватість, шум у вусі	Нормальна барабанна перетинка, імовірний парез лицевого нерва, нестійкість	Будь-які патологічні зміни	Пухлина VIII черепно-мозкового нерва

При змішаній приглухуватості одночасно є кондуктивна і сенсоневральна приглухуватість. Для неї характерно підвищення порогів слуху за повітряною та кістковою провідністю та наявність кістково-повітряного розриву.

Хвороба Мен'єра є незапальним захворюванням внутрішнього вуха. Типові прояви хвороби — періодичні запаморочення з нудотою та блюванням, порушення рівноваги, шум у вухах, зниження слуху на одному вусі. Вестибулярні порушення у таких пацієнтів більш виражені та виявляються раніше, ніж порушення слуху. У періодах між нападами вестибулярна функція нормалізується, але поступово прогресує сенсоневральна приглухуватість. Причиною цих розладів є порушення іннервації судин, що забезпечують кров'ю внутрішнє вухо. Поява надлишкової кількості рідини у внутрішньому вусі та підвищення там тиску викликають ушкодження волоскових клітин у завитці та зниження слуху. Для пацієнтів з хворобою

Меньєра характерні: плоска форма аудіограми з кістково-повітряним розривом, феномен прискореного нарощення гучності.

3.2. Методика виконання роботи, етапи виконання

Перелік навчальних практичних завдань, які необхідно виконати під час практичного заняття. Провести опис отоскопічної картини при найбільш поширених видах патології вуха:

1. Гострий середній отит (ГСО)

- Отоскопічна картина в таких пацієнтів залежить від ступеня тяжкості ГСО. На початкових стадіях барабанна перетинка дещо інфільтрована, гіперемована, можна побачити основні орієнтаційні пункти.

- У разі важкого ГСО барабанна перетинка сильно випинається, значно гіперемована, потовщена, її поверхня каламутна, світловий рефлекс відсутній, ручка молоточка не візуалізується через значне випинання.

2. Секреторний отит

- Нормальне положення або незначне втягнення барабанної перетинки

- Рівні рідини, або «бульки» повітря в секреті, що просвічується крізь барабанну перетинку. Зазвичай цей симптом добре видно при отомікроскопії.

- Укорочений світловий рефлекс.

- Колір барабанної перетинки сіро-жовтий.

3. Хронічний середній отит

- Стійка перфорація барабанної перетинки різного розміру.

- Гнійні виділення в зовнішньому слуховому ході, які можуть мати неприємний запах.

- Наявність холестеатоми, грануляцій при хронічному епітимпаніті.

3.3. Тестові завдання для самоконтролю оволодіння знаннями, навичками

1. Класифікація порушень слуху за механізмом перетворення звукових сигналів:

А. Периферичне та центральне ураження слуху

В. Долінгвальне, перилінгвальне, постлінгвальне ураження слуху

С. Спадкове, уроджене та набуте ураження слуху

- D. Кондуктивне, сенсоневральне, змішане ураження слуху
- E. Гостре та хронічне ураження слуху

2. Класифікація порушень слуху за локалізацією ушкодження:

- A. Периферичне та центральне ураження слуху
- B. Долінгвальне, перилінгвальне, постлінгвальне ураження слуху
- C. Спадкове, уроджене та набуте ураження слуху
- D. Кондуктивне, сенсоневральне, змішане ураження слуху
- E. Гостре та хронічне ураження слуху.

3. Класифікація порушень слуху в залежності від строку початку розвитку мови:

- A. Периферичне та центральне ураження слуху
- B. Долінгвальне, перилінгвальне, постлінгвальне ураження слуху
- C. Спадкове, уроджене та набуте ураження слуху
- D. Кондуктивне, сенсоневральне, змішане ураження слуху
- E. Гостре та хронічне ураження слуху

4. Класифікація порушень слуху у залежності від характеру перебігу:

- A. Периферичне та центральне ураження слуху
- B. Долінгвальне, перилінгвальне, постлінгвальне ураження слуху
- C. Спадкове, уроджене та набуте ураження слуху
- D. Кондуктивне, сенсоневральне, змішане ураження слуху
- E. Гостре та хронічне ураження слуху

5. Класифікація порушень слуху у залежності від причини:

- A. Периферичне та центральне ураження слуху
- B. Долінгвальне, перилінгвальне, постлінгвальне ураження слуху
- C. Спадкове, уроджене та набуте ураження слуху
- D. Кондуктивне, сенсоневральне, змішане ураження слуху
- E. Гостре та хронічне ураження слуху

6. Першому ступеню зниження слуху і сприйняттю мови відповідає:

- A. Сприйняття шепітної мови 4 м—біля вуха, середні пороги слуху 40–60 дБ
- B. Сприйняття шепітної мови 2 м — біля вуха, середні пороги слуху 26—40 дБ
- C. Сприйняття шепітної мови 1 м — біля вуха, середні пороги слуху 5—15 дБ

Д. Сприйняття шепітної мови 3 м — біля вуха, середні пороги слуху 60—80 дБ

Е. Сприйняття шепітної мови 4 м — біля вуха, середні пороги слуху 71—90 дБ

7. Другому ступеню зниження слуху і сприйняттю мови відповідає:

А. Сприйняття шепітної мови 0 м — біля вуха, середні пороги слуху 41—55 дБ

В. Сприйняття шепітної мови 2 м — біля вуха, середні пороги слуху 26—40 дБ

С. Сприйняття шепітної мови 1 м — біля вуха, середні пороги слуху 5—15 дБ

Д. Сприйняття шепітної мови 3 м — біля вуха, середні пороги слуху 60—80 дБ

Е. Сприйняття шепітної мови 4 м — біля вуха, середні пороги слуху 71—90 дБ

8. Третьому ступеню зниження слуху і сприйняттю мови відповідає:

А. Сприйняття шепітної мови 4 м — біля вуха, середні пороги слуху 40—60 дБ

В. Сприйняття шепітної мови 2 м — біля вуха, середні пороги слуху 26—40 дБ

С. Сприйняття шепітної мови 0 м — біля вуха, середні пороги слуху 56—70 дБ

Д. Сприйняття шепітної мови 3 м — біля вуха, середні пороги слуху 60—80 дБ

Е. Сприйняття шепітної мови 4 м — біля вуха, середні пороги слуху 71—90 дБ

9. Четвертому ступеню зниження слуху і сприйняттю мови відповідає:

А. Сприйняття шепітної мови 4 м — біля вуха, середні пороги слуху 40—60 дБ

В. Сприйняття шепітної мови 2 м — біля вуха, середні пороги слуху 26—40 дБ

С. Сприйняття шепітної мови 1 м — біля вуха, середні пороги слуху 5—15 дБ

Д. Сприйняття шепітної мови 3 м — біля вуха, середні пороги слуху 60—80 дБ

Е. Сприйняття шепітної мови 0 м — біля вуха, середні пороги слуху 71—90 дБ

10. П'ятому ступеню зниження слуху і сприйняттю мови відповідає:

А. Сприйняття шепітної мови 4 м — біля вуха, середні пороги слуху 40—60 дБ

В. Сприйняття шепітної мови 0 м — біля вуха, середні пороги слуху більш 91 дБ

С. Сприйняття шепітної мови 1 м — біля вуха, середні пороги слуху 5—15 дБ

Д. Сприйняття шепітної мови 3 м — біля вуха, середні пороги слуху 60—80 дБ

Е. Сприйняття шепітної мови 4 м — біля вуха, середні пороги слуху 71—90 дБ

11. Які зміни слуху характерні для кондуктивної приглухуватості?

А. Зниження порогів слуху за повітряною провідністю при нормальних порогах слуху з кістковою провідністю, висхідний тип аудіограми

В. Підвищення порогів слуху за повітряною та кістковою провідністю, висхідний тип аудіограми

С. Підвищення порогів слуху за повітряною провідністю при нормальних порогах слуху з кістковою провідністю, висхідний тип аудіограми

Д. Підвищення порогів слуху за кістковою та повітряною провідностями без кістково-повітряного розриву

Е. Підвищення порогів слуху за кістковою та повітряною провідностями з кістково-повітряним розривом

12. Які зміни слуху характерні для сенсоневральної приглухуватості?

А. Зниження порогів слуху за повітряною провідністю при нормальних порогах слуху з кістковою провідністю, висхідний тип аудіограми

В. Підвищення порогів слуху за повітряною та кістковою провідністю, висхідний тип аудіограми

С. Підвищення порогів слуху за повітряною провідністю при нормальних порогах слуху з кістковою провідністю, висхідний тип аудіограми

Д. Підвищення порогів слуху за кістковою та повітряною провідностями без кістково-повітряного розриву

Е. Підвищення порогів слуху за кістковою та повітряною провідностями з кістково-повітряним розривом

13. Які зміни слуху характерні для змішаної приглухуватості?

А. Зниження порогів слуху за повітряною провідністю при нормальних порогах слуху з кісткової провідності, висхідний тип аудіограми

В. Підвищення порогів слуху за повітряною та кісткової провідності, висхідний тип аудіограми

С. Підвищення порогів слуху за повітряною провідністю при нормальних порогах слуху з кістковою провідністю, висхідний тип аудіограми

Д. Підвищення порогів слуху за кістковою та повітряною провідностями без кістково-повітряного розриву

Е. Підвищення порогів слуху за кістковою та повітряною провідностями з кістково-повітряним розривом

14. Які можливі причини зниження слуху при ураженні зовнішнього вуха?

А. Середній отит, тимпаносклероз, адгезивна хвороба середнього вуха, отосклероз, пухлини середнього вуха

В. Мірингіт, втягіння, перфорація барабанної перетинки

С. Ураження слухових рецепторів завитки, слухового нерва, підкіркових та кіркових слухових центрів

Д. Підвищення порогів слуху за кістковою та повітряною провідностями без кістково-повітряного розриву

Е. Ураження кісткової капсули лабіринту

15. Які можливі причини зниження слуху при ураженні барабанної перетинки?

А. Середній отит, тимпаносклероз, адгезивна хвороба середнього вуха, отосклероз, пухлини середнього вуха

В. Мірингіт, втягіння, перфорація барабанної перетинки

С. Ураження слухових рецепторів завитки, слухового нерва, підкіркових та кіркових слухових центрів

Д. Підвищення порогів слуху за кістковою та повітряною провідностями без кістково-повітряного розриву

Е. Ураження кісткової капсули лабіринту

16. Які можливі причини зниження слуху при ураженні середнього вуха?

А. Середній отит, тимпаносклероз, адгезивна хвороба середнього вуха, отосклероз, пухлини середнього вуха

В. Мірингіт, втяжіння, перфорація барабанної перетинки

С. Ураження слухових рецепторів завитки, слухового нерва, підкіркових та кіркових слухових центрів

Д. Підвищення порогів слуху за кістковою та повітряною провідностями без кістково-повітряного розриву

Е. Ураження кісткової капсули лабіринту

17. Які можливі причини зниження слуху при ураженні внутрішнього вуха?

А. Середній отит, тимпаносклероз, адгезивна хвороба середнього вуха, отосклероз, пухлини середнього вуха

В. Мірингіт, втяжіння, перфорація барабанної перетинки

С. Ураження слухових рецепторів завитки, слухового нерва, підкіркових та кіркових слухових центрів

Д. Підвищення порогів слуху за кістковою та повітряною провідностями без кістково-повітряного розриву

Е. Ураження кісткової капсули лабіринту

18. Які чинники можуть викликати спадкову приглухуватість?

А. Краснуха, сифіліс та деякі інші інфекції матері під час вагітності

В. Низька маса тіла при народженні;

С. Асфіксія при народженні

Д. Тяжка жовтяниця в неонатальному періоді

Е. Усе перелічене

19. Виберіть можливі чинники сенсоневральної приглухуватості:

А. Грип

В. Прийом фуросеміду

С. Баротравма

Д. Аутоімунні захворювання

Е. Усе перелічене

20. Феномен прискороеного нарощення гучності характерний для:
- A. Зовнішнього дифузного отиту
 - B. Гострого гнійного середнього отиту
 - C. Ураження слухового нерва
 - D. Ураження рецепторів завитки
 - E. Усе перелічене

Питання для контролю

1. Яка розповсюдженість порушення слуху у світі?
2. Класифікація порушень слуху.
3. Ступені зниження слуху і сприйняття мови.
4. Які можливі чинники кондуктивної приглухуватості?
5. Які можливі чинники сенсоневральної приглухуватості?
6. Топічна діагностика ураження сенсоневрального апарату.
7. Центральні розлади слуху.
8. Диференційна діагностика різних видів сенсоневральної приглухуватості.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Стандарт медичної допомоги «Раптова і гостра сенсоневральна приглухуватість». Наказ № 2272 від 15.12.2022, Київ www.dec.gov.ua
2. Сучасна невідкладна допомога хворим із гострими та хронічними захворюваннями ЛОР-органів та при їх ускладненнях : навч.-метод. посіб. для студентів вищих медичних навчальних закладів III–IV рівнів акредитації, лікарів-оториноларингологів та сімейних лікарів / Євчев Ф. Д., Пухлік С. М., Титаренко О. В. та ін. Одеса : Олді+, 2023. 272 с.
3. Оториноларингологія / Заболотний Д. І., Мітін Ю. В., Безшапочний С. Б., Дісва Ю. В. Київ : ВСВ «Медицина», 2020. 472 с.

Додаткова

1. Maggi Soer. Pure tone audiometry. Open access guide to audiology and hearing aids for otolaryngologists. https://vula.uct.ac.za/access/content/group/27b5cb1b-1b65-4280-9437-a9898ddd4c40/Theory%20and%20practice%20of%20pure%20tone%20audiometry%20_PTA_.pdf

2. W. Paul Flint, Bruce H. Haughey FACS and et. Cummings Otolaryngology: Head and Neck Surgery. Elsevier, 2020. P. 3568.

3. Абизов Р. А., Шкорботун В. О. Невідкладні стани в оториноларингології // Медицина невідкладних станів. Екстрена (швидка) медична допомога : підруч. / Зозуля І. С. та ін. ; за ред. І. С. Зозулі. 3-є вид., перероб. і допов. Київ : ВСВ «Медицина», 2017. С. 745–778.

Практичне заняття № 12. СЛУХОВІ АПАРАТИ. ВУШНИЙ ВКЛАДИШ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ

Мета. Зрозуміти особливості роботи, тонкощі й можливості призначення та використання апаратів слухового протезування. Ознайомитися з типами слухових апаратів і вушних вкладишів, їхніми перевагами та недоліками. Сучасні можливості використання слухових апаратів.

Основні поняття. Слухові апарати. Вушний вкладиш.

Обладнання. Мультимедійні презентації, таблиці, муляжі, тренажери, відеофільми, набори інструментів, камертонів, аудіограм, томограм.

II. КОНТРОЛЬ ОПОРНИХ ЗНАНЬ

2.1. Загальні цілі

Студенту потрібно знати:

— типи слухових апаратів, показання та протипоказання до їхнього використання, сучасні можливості;

— типи вушних вкладишів, їхні переваги та недоліки.

На основі теоретичних знань з теми *оволодіти* тактикою спілкування з хворим, що використовує слуховий апарат:

— вміти відповідати на питання щодо необхідності призначення слухового апарата;

— розвінчувати міфи щодо слухопротезування.

2.2. Тестові завдання для перевірки базових знань за темою заняття

1. Що таке кондуктивна приглухуватість?

A. Ушкодження слуху на рівні середнього вуха

B. Ушкодження слуху на рівні сенсорного апарату завитки

C. Ушкодження слуху на рівні *ganglion spiralis*

D. Ушкодження слуху на рівні стовбуромозкових ядер

E. Ушкодження слуху на рівні кори головного мозку

2. Що таке сенсоневральна приглухуватість?

- A. Ушкодження слуху на рівні сенсорного апарату завитки
- B. Ушкодження слуху на рівні *ganglion spiralis*
- C. Ушкодження слуху на рівні стовбуромозкових ядер
- D. Ушкодження слуху на рівні кори головного мозку.
- E. Усе перелічене

3. Що таке мікрофон?

- A. Пристрій, в якому здійснюється збільшення потужності вхідного сигналу за рахунок енергії допоміжного джерела живлення
- B. Системи, які пропускають або затримують звукові хвилі в певному діапазоні частот
- C. Вид електрозв'язку, що дає змогу передавати і приймати мову за допомогою різних сигналів
- D. Програмований мікропроцесор, призначений для маніпулювання потоком цифрових даних
- E. Прилад, що перетворює звукові коливання на коливання сили електричного струму

4. Що таке телефон?

- A. Пристрій, в якому здійснюється збільшення потужності вхідного сигналу за рахунок енергії допоміжного джерела живлення
- B. Системи, які пропускають або затримують звукові хвилі в певному діапазоні частот
- C. Вид електрозв'язку, що дає змогу передавати і приймати мову за допомогою різних сигналів
- D. Програмований мікропроцесор, призначений для маніпулювання потоком цифрових даних
- E. Прилад, що перетворює звукові коливання на коливання сили електричного струму

5. Що таке цифровий процесор?

- A. Пристрій, в якому здійснюється збільшення потужності вхідного сигналу за рахунок енергії допоміжного джерела живлення
- B. Системи, які пропускають або затримують звукові хвилі в певному діапазоні частот
- C. Вид електрозв'язку, що дає змогу передавати і приймати мову за допомогою різних сигналів
- D. Програмований мікропроцесор, призначений для маніпулювання потоком цифрових даних

Е. Прилад, що перетворює звукові коливання на коливання сили електричного струму.

6. Що таке акустичні фільтри ?

А. Пристрій, в якому здійснюється збільшення потужності вхідного сигналу за рахунок енергії допоміжного джерела живлення

В. Системи, які пропускають або затримують звукові хвилі в певному діапазоні частот

С. Вид електрозв'язку, що дає змогу передавати і приймати мову за допомогою різних сигналів

Д. Програмований мікропроцесор, призначений для маніпулювання потоком цифрових даних

Е. Прилад, що перетворює звукові коливання на коливання сили електричного струму

7. Що таке у підсилювач потужності?

А. Пристрій, в якому здійснюється збільшення потужності вхідного сигналу за рахунок енергії допоміжного джерела живлення

В. Системи, які пропускають або затримують звукові хвилі в певному діапазоні частот

С. Вид електрозв'язку, що дає змогу передавати і приймати мову за допомогою різних сигналів

Д. Програмований мікропроцесор, призначений для маніпулювання потоком цифрових даних

Е. Прилад, що перетворює звукові коливання на коливання сили електричного струму

III. ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ УМІНЬ, НАВИЧОК

3.1. Зміст заняття

Першими аналогами слухових апаратів були вушні трубки XVI–XVII вв. як продовження притискання руки за вухом для покращення слуху. Вушні труби були різних форм і розмірів, але завжди мали загальну форму лійки: велику з одного боку, щоб уловлювати звукові хвилі, і таку, що звужується до тоншої трубки, яку можна було вставити у вухо. На думку про створення такого слухового приладу винахідника навело так зване вухо Діонісія, яке користувалося сумною славою в сиракузькій в'язниці. «Вухо Діонісія» складалося з довгої трубки, кінець якої відкривався у приміщення для ув'язнених, завдяки чому можна було підслуховувати навіть шепіт в'язнів. Хоча біль-

шість цих слухових трубок були громіздкими та незручними, чимало блискучих винахідників винаходили способи заховати їх у предмети. Мабуть, найбільш примітним є крісло короля Гоа, створене Ф. К. Рейном у 1819 р. Звук поширювався через крісло у підлокітники та через трубку, яка була непомітно поміщена у вухо короля.

Електронні та вакуумні слухові апарати — це початок 1900-х років. На рубежі ХХ ст. слухові апарати почали переходити від механічних до електричних. Запозичивши технологію у винахідника телефона Олександра Грема Белла, Міллер Хатчинсон в 1898 р. винайшов перший електричний слуховий апарат під назвою Акуфон. Ці пристрої були портативними, але важкими і громіздкими. У 1920 р. військово-морський інженер Ерл Хенсон створив перший «портативний» слуховий апарат вагою 7 фунтів! Він використовував вакуумну технологію, яка перетворювала звукові хвилі на електричні сигнали, які потім передавалися в мову.

Транзисторні слухові апарати винайшли у 1950-ті роки. У 1948 р. у Bell Laboratories був створений перший транзисторний слуховий апарат. Ці транзисторні апарати стали легкою заміною вакуумних пристроїв, оскільки вони були легшими, споживали менше енергії від батареї, були менш крихкими і виділяли менше тепла, ніж їхні попередники. Проблема з ранніми транзисторними пристроями полягала в тому, що вони не могли намокнути, такий апарат зіпсується за лічені тижні. У 1954 р. компанія Texas Instruments випустила силіконову версію транзисторного підсилювача, яка усунула цю проблему. Технологія, однак, проіснувала недовго, оскільки в 1958 р. винахід Джеком Кілбі слухового апарата з інтегральною схемою змінило хід розвитку технології слухових апаратів.

У 1960-х рр. Bell Laboratories почала створювати слухові апарати з використанням цифрових комп'ютерних технологій. У міру розвитку комп'ютерних технологій зростали й досягнення у галузі цифрових слухових апаратів. У 1970 р. було винайдено мікропроцесор, який дав змогу зменшити розміри слухових апаратів. У 1979 р. компанія Daniel Group створила технологію, яка надавала можливість користувачеві пристрою регулювати передачу в залежності від довкілля. Компанія Widex створила перший комерційно успішний повністю цифровий слуховий апарат у 1996 р. У галузі технологій слухових апаратів тривають пошуки. За даними Джона Хопкінса, понад 95 % слухових апаратів, встановлених сьогодні, використовують цифрові технології. Apple нещодавно створила програму для користувачів з

порушеннями слуху, за допомогою якої телефонні дзвінки, музику та підкасти можна передавати у цифровому вигляді на слуховий апарат користувача. Технологія слухових апаратів, очевидно, значно просунулася — від вушної труби до цифрових технологій. Дослідження тривають, і немає жодних сумнівів у тому, що технології продовжуватимуть удосконалюватися та полегшувати життя мільйонам людей у всьому світі, які живуть із втратою слуху.

Стилї та типи слухових апаратів вдосконалюються часи громїздких, помітних слухових апаратів давно минули. Технологїчний прорив сприяв зменшенню розмірів слухових апаратів, і часто вони привертають менше уваги, нїж окуляри. Сучасний слуховий апарат — це електронно-цифрове медичне обладнання, яке посилює та перетворює звуки вїдповїдно до їндивїдуальних особливостей порушення слуху.

Цифровий слуховий апарат працює так:

- Мїніатюрний мїкрофон (в апаратах з направленим мїкрофоном — два мїкрофони) вловлює звуки та перетворює їх на електричнї коливання.

- Електричнї коливання перетворюються аналого-цифровим перетворювачем на цифровий код, який передається в надмїніатюрний цифровий процесор.

- Цифровий процесор роздїляє закодований сигнал на кїлька частотних смуг, вїбїрково посилює і компресує сигнал у кожнїй смугї, пригнїчує шумовї сигнали та сигнал акустичного зворотного зв'язку (свисту), видїляє мовнї сигнали на тлї шуму. Таким чином, цифровий процесор формує оптимальний для пацїєнта сигнал і передає його цифро-аналоговий перетворювач.

- Цифро-аналоговий перетворювач перетворює цифровий сигнал на аналоговї електричнї коливання і передає їх у пїдсилювач потужностї.

- Пїдсилювач потужностї посилює аналоговї електричнї коливання і передає їх на мїніатюрний телефон — або вбудований в апарат, або винесений у внутрїшньоканальний корпус системи RITE.

- Телефон (мїніатюрний гучномовець) перетворює обробленї цифровим процесором та посиленї пїдсилювачем потужностї електричнї коливання на посилений і перетворений звук — оптимальний для його сприйняття користувачем апарата.

Звук вїд мїкротелефона передається в слуховий прохїд через систему мїніатюрних звукопровїдних каналїв та акустичних фїльтрїв, що

згладжують нерівномірності частотної характеристики звукопровідних каналів, а в заушних слухових апаратах також через вушний вкладиш. При цьому низькочастотні звуки проникають у слуховий прохід через вентиляльний отвір (канал), минаючи електронно-цифровий шлях слухового апарата, що враховується програмуванням апарата.

За акустичним посиленням слухові апарати розрізняють:

— малої потужності для компенсації слабкої втрати слуху (30–50 дБ)

— середньої потужності для компенсації середньої втрати слуху (50–80 дБ)

— потужні для компенсації тяжких втрат слуху (80–95 дБ)

— надпотужні для компенсації глибоких втрат слуху (95дБ і більше).

За формою існують слухові апарати на будь-який смак і дохід, а їхнє колірне рішення від косметичного до екзотичного підійде людині з будь-яким кольором шкіри і волосся, зі звичайним або вишуканим смаком.

Цифрові та аналогові слухові апарати. Аналогові слухові апарати працюють за принципом: уловити всі звуки, дати посилення, передати користувачеві у вухо. Пристрій посилює всі звуки поспіль, які вловлюються мікрофонами, а це не вирішує головного завдання апаратів: покращити розбірливість мови користувачем. Для користувачів, які носять слухові апарати вже давно, звук може бути більш прийнятним, ніж у цифрових. Просто тому, що вони вже звикли до нього. Якщо ваші бабуся або дідусь все життя носять аналоговий слуховий апарат, швидше за все, що звук цифрового їм просто не сподобається, він для них незвичний. Тоді не варто займатися переконанням, а краще погодьтеся на аналогову модель. Нижча вартість порівняно з цифровими. Аналогові слухові апарати іноді можуть бути потужнішими, ніж цифрові. Програмованість цих апаратів полягає у регулюванні гучності.

Цифрові слухові апарати підключають до комп'ютера та за допомогою спеціальної програми налаштовують за аудіограмою пацієнта. Налаштування за допомогою комп'ютера дає змогу регулювати незалежно один від одного чимало параметрів апарата, що забезпечує більш точну відповідність особливостям слуху користувача комфортне звучання, а найголовніше — чудову розбірливість мови.

Кишенькові слухові апарати застосовуються в основному при протезуванні пацієнтів похилого віку або людей з обмеженими ма-

нуальними здібностями. Це простий у використанні слуховий апарат, який за допомогою кліпси кріпиться до одягу, має збільшений регулятор гучності та перемикач для зручності користування у людей з порушеннями зорової та рухової функції. Також ці слухові апарати можуть бути використані з кістковими телефонами. Кишеньковий слуховий апарат складається з прямокутного корпусу, в якому розташовані мікрофон, підсилювач та джерело живлення. Телефон кишенькового апарата за допомогою шнура з'єднується з корпусом та поміщається у вухо разом із вкладишем. Кишеньковий слуховий апарат, на відміну від інших конструкцій, може мати максимальну потужність, оскільки мікрофон і телефон і знаходяться на значній відстані, що запобігає виникненню акустичного зворотного зв'язку.

Окулярний слуховий апарат — пристрій, компоненти якого вмонтовані в дужку окулярів. У слуховому окулярному апараті кісткової провідності телефон (вібратор) розташований на внутрішній стороні дужки так, щоб при одяганні окулярів забезпечувалося його надійне прилягання до соскоподібного відростка.

Завушний слуховий апарат міститься за вушною раковиною. До нього за допомогою звукопровідної трубочки приєднано вушну вкладку, яка вставляється в слуховий прохід. Він проводить звук у вухо та забезпечує фіксацію апарата. Завушний слуховий апарат забезпечує більше посилення та надає додаткові технічні можливості порівняно з внутрішньовушним слуховим апаратом.

Класичні мінізавушні слухові апарати (mini BTE) мають менший розмір корпусу, призначені для компенсації більшості слухових порушень.

Завушні слухові апарати з внутрішньовушним телефоном часто згадуються як слухові апарати RITE-технологій (від англ. Receiver In The Ear — телефон у вусі). Корпус розташований за вушною раковиною, але не містить телефона. Телефон винесено назовні й фіксується він у слуховому проході пацієнта за допомогою вушного вкладиша. Внутрішньовушний телефон з'єднаний з корпусом апарата за допомогою дуже тонкого дроту.

Апарати з технологією RIC (receiver in the canal) — наймолодший тип слухових апаратів. Особливістю є те, що апарати виконані за принципом виносного телефона. Коли завушна частина мінімізована, телефон розташований у зовнішньому слуховому проході пацієнта. Це рішення дало змогу мінімізувати розмір потужних завушних мо-

делей. Як правило, всі апарати даного типу несуть у собі останні досягнення в галузі мікроелектроніки та акустики.

Внутрішньовушні слухові апарати розміщуються у слуховому проході та виготовляються індивідуально за відбитком слухового проходу пацієнта. Вони складаються з одного елемента, малопомітні у вусі та комфортні у носінні, малопомітні, забезпечують більший комфорт при носінні та природніше звучання. Однак внутрішньовушні апарати не можуть бути рекомендовані пацієнтам з частими рецидивними запальними захворюваннями зовнішнього та середнього вуха, а також при глибокому ураженні слуху.

Внутрішньоканальні слухові апарати мають основну особливість та відмінність — практично весь апарат розміщується у слуховому проході. Його розмір не виходить за межі козелка і не займає простору вушної раковини. Головна перевага — це непомітність. Саме тому такі апарати набули популярності серед молодих людей, які мають порушення слуху. При легкому та середньому ступенях втрати слуху — це найкраще слухове рішення. Підбираються індивідуально та виготовляються за зліпком слухового проходу користувача. Протипоказаний при перфорації барабанної перетинки.

Сьогодні є моделі внутрішньоканальних слухових апаратів, які мають систему Bluetooth, що значно розширює їхні функціональні можливості. Можна слухати музику та розмовляти за телефоном, отримуючи звук прямо до слухових апаратів, керувати гучністю звуків з власного телефону. Ціна на внутрішньоканальні слухові апарати може відрізнятись від цін на інші види слухових апаратів одного технологічного рівня у зв'язку із виготовленням індивідуального корпусу слухового апарата для клієнта.

Як правило, майбутній користувач бажає маленький та непомітний внутрішньоканальний апарат, а досвідчений спеціаліст слухопротезування наполегливо пропонує саме завушний. І пацієнт постає перед проблемою вибору, між тим, що хочеться і тим, що рекомендують. За косметичним ефектом внутрішньовушні слухові апарати можна розділити на два різновиди: внутрішньоканальні (CIC) та «інші» (CA, HS, FS). Саме внутрішньоканальні моделі мають бажану для пацієнтів «малопомітність». Друга перевага внутрішньоканальних апаратів полягає у розміщенні звукового телефону у безпосередній близькості до барабанної перетинки, що дає змогу мінімізувати акустичні спотворення.

Потім, такі пристрої повинні відповідати точній формі слухового каналу, і якщо він маленького розміру, то виготовити непомітний слуховий апарат неможливо. Інша проблема — апарат добре компенсує легкі та середні втрати слуху, у разі великих втрат не є ефективним. Ну й не можна оминати питання надійності та догляду за внутрішньовушними апаратами. Що у нас зазвичай у вусі? Сірка та піт! Вони створюють вологе та агресивне середовище експлуатації, є вічними ворогами внутрішньовушних слухових апаратів. Виходить, що внутрішньовушні моделі, а внутрішньоканальні особливо, змушені працювати в «несприятливих умовах». Звичайно, тут на допомогу приходять різноманітні засоби захисту — спеціальні покриття, фільтри та засоби догляду. Але факт залишається фактом — догляд за внутрішньовушним апаратом потребує більшої уваги, необхідне частіше сервісне обслуговування, а термін служби внутрішньовушних апаратів, порівняно із заушними, значно менший.

Заушні апарати бувають зовсім мініатюрні — так звані мікро або міні ВТЕ, а з використанням тонкої трубочки вкладиша вони практично непомітні на вусі. Ці апарати настільки малі, що вони менш помітні, ніж внутрішньовушні моделі. Саме такі моделі користуються великою популярністю у випадку, якщо пацієнт страждає на хронічний гнійний отит і хоче, щоб апарат був максимально непомітний. Мінусом заушних апаратів є те, що вони знаходяться за вухом, і при нахилах-поворотах голови їхня фіксація лише за допомогою вкладиша у вусі може виявитися недостатньою. Знову ж таки, форма вушної раковини у всіх різна, одне вухо щільно притискає слуховий апарат до заушної ділянки, а на іншому вусі апарат бовтатиметься. Плюсами є підкреслимо економність у використанні батарейок та меншу вразливість від сірки та поту порівняно із внутрішньовушними моделями.

Властивості слухових апаратів різноманітності. Серед них, найважливіша кількість каналів обробки звуку слухового апарата. Кількість каналів означає, на скільки частин розділений частотний діапазон слухового апарата, у якому відбувається незалежна обробка звуку. Що більше каналів, то точніше можна налаштувати слуховий апарат відповідно до аудіограми користувача, застосовуючи той коефіцієнт посилення, який необхідний для даного діапазону.

Усі сучасні слухові апарати використовують компресію вхідного звукового сигналу, яка допомагає користувачу комфортно чути тихі та гучні звуки, інакше кажучи, компресія поміщає всі звуки, що поси-

люються, в динамічний діапазон слухання пацієнта. Отже, коефіцієнт компресії розраховується незалежно для кожного каналу. І що більше каналів, то точніше параметри відповідають вимогам пацієнта.

Важливим параметром є кількість смуг. Смоугою посилення слухового апарата прийнято вважати частину частотного діапазону, в якому незалежно розраховується коефіцієнт посилення, але не розраховується коефіцієнт компресії. Якщо при описі властивостей є приблизно така фраза: «4 канали / 8 смуг посилення», то коефіцієнт компресії в апараті розраховується для чотирьох частотних каналів і коефіцієнт посилення для восьми частотних смуг. Що більшу кількість каналів або смуг має апарат, то вищий його клас і дорожча його вартість.

Наявність системи приглушення зворотного зв'язку — одна з важливих характеристик. Зворотний зв'язок, або свист слухового апарата, виникає через близькість розташування мікрофона і випромінювача звуку, коли значна частина посиленого звуку потрапляє у мікрофон апарата. Що вища потужність слухового апарата і більша втрата слуху, то більше шансів виникнення цього явища. Це неприємно для пацієнта людей, що його оточуються. Раніше проблема зворотного зв'язку вирішувалася виключно доопрацюванням вушних вкладишів, а сьогодні, завдяки розвитку цифрових технологій, вдалося створити ефективні системи боротьби з нею на апаратному рівні.

Цінними властивостями є можливості приглушення шумів, причому як власних (а слуховий апарат, як будь-який електроакустичний пристрій, генерує власні шуми, які можуть стати чутні користувачеві), так і зовнішніх. Що вище клас апарата, то більше різних менеджерів, здатних вирішити проблему шумів, які заважають сприйняттю мови.

Характеристики мікрофона слухового апарата дають змогу посилювати чутливість мікрофонів слухового апарата у бік джерела людської мови та знижувати чутливість у бік джерела немовного звуку. Такі властивості допомагають користувачам успішно спілкуватися в шумній обстановці, наприклад, у лекційних аудиторіях або ресторанах, і називаються спрямованістю. При цьому в апаратах високого класу реалізуються адаптивні системи спрямованості, відбувається постійний аналіз навколишнього оточення та переналаштування спрямованості у бік мовних звуків. Режим адаптивної спрямованості іноді називають локатором. Слухові апарати можуть мати кілька програм прослуховування. Суть наявності таких програм — забезпечити

швидке переналаштування апарата для слухання у різних умовах, наприклад у тиші або шумному оточенні. У простих системах перемикання програм виконуються вручну. У системах високого рівня програми перемикаються автоматично, апарат сам визначає, коли потрібно вибрати той чи інший режим.

Також є можливість використання слухового апарата з бездротовими системами. Бездротові системи дають змогу інтегрувати слуховий апарат пацієнта до різних пристроїв, що полегшують його зв'язок. Такими пристроями можуть бути пульт дистанційного керування слуховим апаратом, система підключення до мобільного телефону, приймально-передавальна ФМ-система, що надає можливість слухати лекцію в аудиторії або система бездротового підключення до телевізора. Що вищий клас апарата, то вищий рівень його інтегрованості до бездротових технологій.

Приблизно 80 % людей, у яких відзначають порушення слуху, потрібно слухопротезування на обидва вуха, але лише мала їх частина насправді вдається до використання двох слухових апаратів. Найчастіше це відбувається через слабку інформованість людей із приглухуватістю про переваги бінаурального протезування. Що важливо знати? Наш мозок утворений таким чином, щоб чути світ двома вухами. Слухові центри мозку, вловлюючи різницю у часі та гучності між сигналами, що надходять з лівого і правого вуха, дозволяють визначити джерело звуку у просторі, виділити потрібні нам сигнали з безлічі навколишніх звуків. Саме тому бінауральне протезування знахідкою для людей із порушенням слуху. Цей вид протезування поліпшує сприйняття звуків і дає змогу локалізувати їхнє джерело, підвищує розбірливість промови.

До того ж при протезуванні лише одного вуха на другому набагато швидше погіршується розбірливість мови. Відбувається це тому, що слуховий центр мозку, не отримуючи звуків, гальмує свою активність. Якщо врахувати, що найчастіше слуховий апарат підбирають для вуха, яке чує краще, можна уявити, який ступінь приглухуватості в результаті ми отримуємо на другому вусі. Пацієнт зможе налаштувати свої слухові апарати на нижчий рівень гучності, що надасть йому можливість почуватися комфортніше при великій кількості гучних шумів навколо. Близько 50 % людей, які віддали перевагу бінауральному протезуванню, зазначають, що у них зник дзвін у вухах. При протезуванні лише одним слуховим апаратом у другому вусі дзвін залишається.

Індивідуальний вушний вкладиш є невід'ємною частиною сучасного слухового приладу та значною мірою визначає успіх при доборі та налаштуванні слухового апарата. Він виготовляється за зліпком вуха пацієнта відповідно до його розмірів.

Функції індивідуального вушного вкладиша полягають у такому:

- Фіксація слухового апарата за вухом пацієнта.
- Передача звуку від слухового апарата до барабанної перетинки та забезпечення оптимального звучання.
- Запобігання виникненню зворотного зв'язку («свисту») слухового апарата.
- Уникнення відчуття аутофонії, коли голос звучить «як у бочці», завдяки наявності вентиляційного отвору.
- Вентиляція вушного каналу та запобігання утворенню конденсату в трубці.

Для виготовлення вушного вкладиша використовуються отопластичні матеріали. Виготовлення індивідуального вушного вкладиша в середньому займає від 3 до 5 днів і починається зі зняття зліпка слухового проходу. Ця процедура безболісна, але відповідальна, потребує уваги й акуратності. За зліпком і даними втрати слуху, аудіометрії слухопротезист вибирає тип вкладки, що замовляється, або визначає можливість виготовлення внутрішньовушного апарата для конкретного пацієнта. Далі оформляється замовлення, і зліпок передається до спеціалізованої лабораторії для виготовлення обраного типу виробу.

Індивідуальні вушні вкладиші можна поділити на два основні типи: тверді та м'які. Тверді виготовляють зі спеціалізованого акрилу за технологією фото- або двокомпонентної полімеризації. М'які вкладиші виготовляють із силікону або вінілакрилатного полімеру.

Індивідуальні вушні вкладки можуть бути різної форми: каналний, напівканалний, напівраковинний, раковинний. Порівняно зі стандартними, індивідуальні вкладиші довговічніші: вони краще переносять агресивне біологічне середовище вушного каналу (сірка, піт, температура) та й сам матеріал, з якого вони виробляються, дуже зносостійкий. Термін служби індивідуального вушного вкладиша становить 1,5–3 роки, тимчасом стандартного вкладиша зазвичай вистачає лише на 1–3 міс. Крім того, індивідуальні вкладки підлягають ремонту. За жорсткістю індивідуальні вкладиші можуть бути тверді чи м'які. М'який вкладиш краще використовувати тільки при великих втратах слуху, оскільки він забезпечує додаткове ущільнення за ра-

хунок розширення при нагріванні до температури тіла. За наявності алергії на акриловий матеріал виготовляють індивідуальні силіконові вкладиші. У деяких людей вушний вкладиш легко вставляється у вухо, в інших його необхідно «вкрутити» у вушний канал без застосування сили. Перед тим, як вийняти вушну вкладку з вушного каналу, треба вимкнути слуховий апарат або зменшити його гучність. Якщо трубка вушного вкладиша втратила еластичність або розтріскалася, її слід замінити. Періодичність чищення слухового вкладиша рекомендується 1 раз на тиждень. Стандартні вкладиші забезпечують «швидке» слухопротезування, оскільки можуть бути підібрані та видані на місці й одразу. Однак термін служби їх від 1 до 3 міс. Цей тип вкладишів досить активно реагує на агресивне середовище, не підлягає ремонту. Такі вкладиші за формою ідеально круглі, тому ними важко ущільнити просвіт слухового проходу. Важливо знати — погана вушна вкладка «вбиває» будь-який хороший слуховий апарат!

Слухові апарати — це спосіб вирішення проблеми не тільки при порушенні слуху, але й ще допомога пацієнтам із проблемою вушного шуму. Ці апарати відволікають увагу від шуму у вухах і забезпечують кращу розбірливість мови, що дуже важливо при тинітусі.

Посилення навколишніх звуків за допомогою слухового апарата забезпечує активацію слухової частини нервової системи, що зменшує сприйняття шуму у вухах. При постійному впливі посилених навколишніх звуків слухова частина нервової системи перебудовується, що сприятливо впливає на функцію її активності, відновлюючи і послаблюючи гіперсприйнятливність до слухових відчуттів.

Найкраще у цьому разі допомагає бінауральне слухопротезування та використання ширококутових слухових апаратів з контрольованими й керованими системами шумопригнічення. Tinnitus masker (маскування вушного шуму) дає змогу відвернути увагу користувача слухового апарата від шуму у вухах. Спеціально розроблена функція маскування дзвону у вухах призначена для використання як частина комплексної програми з терапії вушного шуму. Вона відволікає увагу власника від зайвого звуку та дзвону у вухах. Функція маскування шуму є звуковим ширококутовим генератором звуку, що рекомендується застосовувати як засіб звукової терапії, який може використовуватися як частина персоналізованої програми управління шумом у вухах, щоб забезпечити тимчасове полегшення. Ці пристрої призначаються при втраті слуху та дзвону у вухах дорослим від 18 років і старше. Основним принципом звукового збагачення є надання додат-

кової стимуляції шуму, яка може допомогти розфокусувати увагу від дзвону у вухах й уникнути негативних реакцій.

3.2. Методика виконання роботи, етапи виконання

Перелік навчальних практичних завдань, які необхідно виконати під час практичного заняття:

1. Вміти відповідати на питання щодо необхідності призначення слухового апарата:

- Для чого потрібний слуховий апарат? Слуховий апарат — електроакустичний прилад з мікрофоном і невеликим динаміком, призначений посилити і покращити звук для користувача. Застосовується для слухопротезування, тобто компенсації порушення слуху, яке вимірюється аудіометрією.

- Як правильно носити слуховий апарат? Якщо пацієнтові рекомендований слуховий апарат на обидва вуха, то правильніше одягати їх одразу обидва. При відсутності фінансової можливості бажано починати носити один слуховий апарат на вусі, що чує краще, а згодом придбати другий.

- Коли ставити слуховий апарат? Слуховий апарат рекомендовано при втраті слуху більше 40 дБ у мовному діапазоні. Бо якщо має місце втрата слуху, то це свідчить про недочування певної групи звуків (букв), з часом це може призвести до дефектів мовлення, а у дитячому або підлітковому віці — до неповноцінного розвитку.

- Яку групу інвалідності дають при глухоті? Третя група інвалідності встановлюється в разі двобічної глухоти з неможливістю слухопротезування.

- Як почистити слуховий апарат? Слуховий апарат потрібно протирати сухою м'якою тканиною, при цьому категорично не рекомендується використовувати воду або інші рідини. Для чищення слухового апарата використовуйте спеціальні інструменти, наприклад, щіточку і м'яку тканину, які обов'язково поставляються в комплекті зі слуховим апаратом.

2. Міфи слухопротезування

- «Слуховий апарат — це крайній захід, далі йти нікуди». У переважній більшості випадків головною причиною зниження слуху є сенсоневральна приглухуватість. Тільки при вчасно виявленому порушенні слуху та вчасно розпочатому лікуванні в умовах спеціалізованого медичного закладу можливе відновлення слуху (не більше ніж протягом перших 3 тиж. від початку захворювання). При хронічному

перебігу захворювання (більше 3 міс.) зміни, що відбулися в звукосприймаючій системі, необоротні. Як правило, це загибель «волоскових клітин», які відповідають за сприйняття звуків різної частоти. Зниження слуху погіршує пам'ять і нервову систему людини. Тільки своєчасне слухопротезування здатне компенсувати роботу волоскових клітин, що відсутні, і зберегти розбірливість мови.

- «Слуховий апарат може погіршити слух». Правильно підібраний слуховий апарат не знижує слух! Складові успіху слухопротезування — це кваліфіковане налаштування слухового апарата. Тривале використання слухового апарата дає центрам мозку достатньо «їжі для роздумів», що стимулює їхню роботу. Для того щоб слуховий апарат не призвів до подальшого зниження слуху, потрібно знати:

- Не можна використовувати «чужий» слуховий апарат. У кожного пацієнта зниження слуху індивідуальне, відповідно кожному пацієнту потрібна своя схема налаштування апарата.

- У жодному разі не можна купувати апарат «з рук» або в магазинах без індивідуального програмування.

- «Слухові апарати призначені тільки для людей похилого віку». На жаль, останнім часом наявність таких факторів, як військові дії, акубаротравми, безконтрольний прийом медикаментів (особливо антибіотиків), шумне середовище, шкідливе виробництво, забруднення екології, тривале використання різних акустичних пристроїв, таких як плеєр із навушниками, значно «молодить» відсоток людей, які мають проблеми зі слухом.

- «Слухові апарати надто помітні для оточення». Останні розробки в сфері акустики дали змогу фахівцям та інженерам компаній створити й запропонувати сучасні апарати будь-якої потужності в мініатюрних корпусах. Зниження слуху пацієнта набагато помітніше для оточення, ніж його слуховий апарат.

- «Якісні слухові апарати надто дорогі». За вартістю слухові апарати бувають дорогими та дуже дорогими. Це пов'язано з тим, що дорогі слухові технології, проходячи складний шлях тестування, клінічних випробувань і сертифікації стають ще дорожчими. Але це не означає, що найдорожчий апарат обов'язково буде комфортним і дасть найкращі результати. Пацієнт може придбати слуховий апарат за цілком прийнятною ціною вартістю від 3000 грн та забезпечити собі соціальну адаптацію.

- «З перших хвилин носіння апарата пацієнти, що погано чують, почнуть добре сприймати мову». Крім правильного налаштування,

потрібен час на адаптацію. Хтось уже через кілька днів почне сприймати акустичні сигнали подібно до здорової людини, а деяким для адаптації може знадобитися кілька тижнів. Адаптація повинна проводитися під наглядом фахівця.

● «Апарат потрібно носити не весь час, оскільки постійне використання може призвести до погіршення слуху». Це не так! Особливо ця ситуація стосується дітей. Якщо маленькі пацієнти носитимуть слухові апарати час від часу, вони не будуть нормально розвиватися.

3.3. Вимоги до результатів роботи з даної теми

Складіть схему будови слухового апарата.

3.4. Тестові завдання для самоконтролю оволодіння знаннями, навичками

1. До складу цифрового слухового апарата входять:

- A. Мініатюрний мікрофон
- B. Аналого-цифровий та цифро-аналоговий перетворювачі
- C. Підсилювач потужності
- D. Телефон, звукопровідні канали й акустичні фільтри
- E. Усе перераховане

2. За акустичним посиленням слухові апарати розрізняють:

- A. Малої потужності для компенсації слабких втрат слуху (30–50 дБ)
- B. Середньої потужності для компенсації середніх втрат слуху (50–80 дБ)
- C. Потужні для компенсації тяжких втрат слуху (80–95 дБ)
- D. Надпотужні для компенсації глибоких втрат слуху (95 дБ і більше)
- E. Усе перераховане

3. Аналогові слухові апарати працюють за принципом:

- A. Підключають до комп'ютера та за допомогою спеціальної програми налаштовують за аудіограмою пацієнта
- B. Уловлюють усі звуки, дають посилення, передають користувачеві у вухо
- C. Уловлюють усі звуки, дають посилення, передають користувачеві через скроневу кістку у внутрішнє вухо

D. Уловлюють звуки, електроди вводять у завитку, передають звукові коливання на кортіїв орган

E. Усе перераховане

4. Цифрові слухові апарати працюють за принципом:

A. Підключають до комп'ютера, за допомогою спеціальної програми налаштовують за аудіограмою пацієнта

B. Уловлюють усі звуки, дають посилення, передають користувачеві у вухо

C. Уловлюють усі звуки, дають посилення, передають користувачеві через скроневу кістку у внутрішнє вухо

D. Уловлюють звуки, електроди вводять у завитку, передають звукові коливання на кортіїв орган

E. Усе перераховане

5. Завушний слуховий апарат міститься:

A. Біля входу у слуховий прохід та виготовляються індивідуально за відбитком слухового проходу пацієнта

B. Практично весь розміщується у слуховому проході

C. У скроневої кістці

D. За вушною раковиною

E. Вводиться ендокохлеарно

6. Внутрішньовушний слуховий апарат:

A. Підключають до комп'ютера та за допомогою спеціальної програми налаштовують за аудіограмою пацієнта

B. Уловлює усі звуки, дає посилення, передає користувачеві у вухо

C. Уловлює усі звуки, дає посилення, передає користувачеві через скроневу кістку у внутрішнє вухо

D. Уловлює звуки, електроди вводять у завитку, передає звукові коливання на кортіїв орган

E. Усе перераховане

7. Внутрішньоканальний слуховий апарат:

A. Підключають до комп'ютера, за допомогою спеціальної програми налаштовують за аудіограмою пацієнта

B. Уловлює усі звуки, дає посилення, передає користувачеві у вухо

С. Уловлює усі звуки, дає посилення, передає користувачеві через скроневу кістку у внутрішнє вухо

Д. Уловлює звуки, електроди вводять у завитку, передає звукові коливання на кортіїв орган

Е. Усе перераховане

8. Які переваги внутрішньовушних слухових апаратів?

А. Збільшення спотворення

В. Більше підсилення звуку, ніж у завушних слухових апаратів

С. Більш легкий догляд

Д. Косметичний ефект, зменшення спотворення

Е. Легше використовувати людям похилого віку

9. Які недоліки внутрішньовушних слухових апаратів?

А. Збільшення спотворення

В. Менше підсилення звуку, ніж у завушних слухових апаратів

С. Більш легкий догляд

Д. Косметичний ефект, зменшення спотворення

Е. Легше використовувати людям похилого віку

10. Які переваги завушних слухових апаратів?

А. Економність у використанні

В. Більше підсилення звуку, ніж у внутрішньовушних слухових апаратів

С. Більш легкий догляд

Д. Легше використовувати людям похилого віку

Е. Усе перераховане

11. Що належить до властивостей слухових апаратів?

А. Кількість каналів та смуг обробки звуку

В. Компресія вхідного звукового сигналу, яка допомагає користувачу комфортно чути тихі та гучні звуки

С. Наявність системи приглушення зворотнього зв'язку

Д. Можливості приглушення власних і зовнішніх шумів

Е. Усе перераховане

12. Що таке зворотний зв'язок?

А. Приглушення власних і зовнішніх шумів

- В. Компресія вхідного звукового сигналу, яка допомагає користувачу комфортно чути тихі та гучні звуки
- С. Незалежна обробка звуку кількома каналами
- Д. Незалежна обробка звуку кількома смугами
- Е. Свист слухового апарата, що виникає через близькість розташування мікрофона і випромінювача звуку

13. Які можливості використання слухового апарата з бездротовими системами?

- А. Налаштовувати апарат на джерело звуку у шумній обстановці
- В. Більше підсилення звуку, ніж у інших слухових апаратів
- С. Легше використовувати людям похилого віку
- Д. Дають інтегрувати слуховий апарат пацієнта до різних гаджетів
- Е. Усе перелічене

14. Які можливості використання слухового апарата зі спрямованістю звуку?

- А. Налаштовувати апарат на джерело звуку у шумній обстановці
- В. Більше підсилення звуку, ніж в інших слухових апаратів
- С. Легше використовувати людям похилого віку
- Д. Дають змогу інтегрувати слуховий апарат пацієнта до різних гаджетів
- Е. Усе перелічене

15. Які переваги бінаурального слухопротезування?

- А. Поліпшує сприйняття звуків
- В. Дає змогу локалізувати джерело звуку
- С. Підвищує розбірливість вимови
- Д. Дає змогу налаштовувати слухові апарати на нижчий рівень гучності
- Е. Усе перелічене

16. Які переваги індивідуального вкладиша?

- А. Забезпечення оптимального звучання слухового апарата
- В. Запобігання виникненню зворотного зв'язку слухового апарата
- С. Запобігання відчуттю аутофонії
- Д. Запобігання утворенню конденсату в трубці
- Е. Усе перелічене

17. Які можливі форми індивідуальних вушних вкладишів?

- A. Канальний
- B. Напівраковинний
- C. Раковинний
- D. Напівканальний
- E. Усе перелічене

18. Які переваги стандартних вушних вкладишів?

- A. Довгий термін служби
- B. Підлягають ремонту
- C. Дешеві
- D. Ідеально круглі
- E. Усе перераховане

19. Які переваги індивідуальних вушних вкладишів?

- A. Довгий термін служби
- B. Підлягають ремонту
- C. Дуже зносостійкий матеріал
- D. Повторюють форму слухового каналу
- E. Усе перераховане

20. Який механізм пригнічення шуму у вухах за допомогою слухового апарата?

- A. Посилення навколишніх звуків забезпечує активацію слухової частини кори головного мозку
- B. Покращення розбірливості мови та навколишніх звуків
- C. Посилення навколишніх звуків забезпечує активацію сенсорних клітин кортієвого органа
- D. Посилення навколишніх звуків забезпечує кращу провідність по слуховому нерву
- E. Зменшення збудливості кохлеарного та вестибулярного апаратів

Питання для контролю

1. Які компоненти включає сучасний слуховий апарат?
2. Як розрізняють слухові апарати за акустичним посиленням?
3. Порівняння можливостей та недоліків аналогових і цифрових апаратів.
4. Показання до використання кишенькових слухових апаратів.

5. Апарати з технологією RIC та RITE.
6. Властивості слухових апаратів.
7. Додаткові характеристики слухових апаратів.
8. Переваги бінаурального слухопротезування.
9. Індивідуальні та стандартні вушні вкладиші, переваги та недоліки.
10. Маскування вушного шуму.

Список рекомендованої літератури

Основна

1. Ulrich Hoppe, Gerhard Hesse. Hearing aids: indications, technology, adaptation, and quality control. *GMS Current Topics in Otorhinolaryngology. Head and Neck Surgery*. 2018. Vol. 16. ISSN 1865-1011 https://www.researchgate.net/publication/322093491_Hearing_aids_indications_technology_adaptation_and_quality_control

2. Мневець А. В., Демчук Г. В. Ключові небезпеки сучасних слухових апаратів і можливі заходи їх вирішення на етапі проектування. *Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки*. 2019. № 254. С. 261.

Додаткова

1. The Hearing Aid Effect in the 2020s: Where Do We Stand? / Sindi A., Hanbazazah K., Alamoudi M. M. et al. *Cureus*. 2023, April 29. Vol. 15 (4). e38302. doi: 10.7759/cureus.38302

2. Багатто Марлен. Огляд рекомендацій по використанню слухових апаратів дітьми з односторонньою приглухуватістю. *Конференція*. Філадельфія, 2017. 50 с.

Практичне заняття № 13. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ **СЛУХОПРОТЕЗУВАННЯ**

I. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ

Мета. Зниження слуху у людей — це дуже актуальна та велика соціальна проблема. Люди з порушеннями слуху страждають від цього фізично й морально. Приглухуватість або глухота поступово віддаляє людей від суспільства, робить їх дратівливими, замкнутими, депресивними. Хвороба перекреслює їхні мрії, надії, ускладнює побут та особисті стосунки. Вони мріють про повернення нормального слуху, щоби жити повноцінним життям. Сучасні технології дають змогу покращити або повернути слух за будь-якого виду цієї патології, навіть у зовсім глухих людей, але успіх при цьому залежить від точного підбору слухового апарата. Тому мета цього заняття полягає у тому, щоб навчити фахівців слухопротезування зі уважного ставлення до пацієнта, ретельного обстеження хворого, вивчення його анатомічних особливостей, з'ясування причини патології, стану слуху, способу життя, фінансових можливостей та індивідуального вибору, налаштування слухових апаратів.

Основні поняття. Слухопротезування. Фізіологічні засади раннього слухопротезування.

Обладнання. Мультимедійні презентації, таблиці, муляжі, тренажери, відеофільми, набори інструментів, камертонів, аудіограм, томограм.

II. КОНТРОЛЬ ОПОРНИХ ЗНАНЬ

2.1. Загальні цілі

Студенту потрібно знати:

- загальні показання та протипоказання до слухопротезування;
- види слухопротезування та показання до них;
- сучасні можливості слухопротезування.

На основі теоретичних знань з теми: *оволодіти методикою* визначення відповідності показань до потужності слухового апарата в залежності від сенсоневрального зниження слуху.

2.2. Тестові завдання для перевірки базових знань за темою заняття

1. Які є типи слухових апаратів за акустичним посиленням?
 - A. Аналогові, цифрові
 - B. Малої, середньої потужності, надпотужні
 - C. Кишеньковий, заушний, внутрішньоканальний
 - D. Цифрові, внутрішньоканальні
 - E. Надпотужні, аналогові

2. Які є типи слухових апаратів за принципом передачі звуку?
 - A. Аналогові, цифрові
 - B. Малої, середньої потужності, надпотужні
 - C. Кишеньковий, заушний, внутрішньоканальний
 - D. Цифрові, внутрішньоканальні
 - E. Надпотужні, аналогові

3. Які є типи слухових апаратів за розташуванням?
 - A. Аналогові, цифрові
 - B. Малої, середньої потужності, надпотужні
 - C. Кишеньковий, заушний, внутрішньоканальний
 - D. Цифрові, внутрішньоканальні
 - E. Надпотужні, аналогові

4. Який принцип будови апаратів технології RITE?
 - A. Телефон винесено назовні, мікрофон — у вушний вкладиш
 - B. Телефон винесено назовні, мікрофон — у вушний канал
 - C. Складаються з одного елемента, розташованого у вході в слуховий прохід
 - D. Складаються з одного елемента, розташованого у слуховому каналі
 - E. Заушний мініатюрний апарат

5. Який принцип будови апаратів технології RIC?
 - A. Телефон винесено назовні, мікрофон — у вушний вкладиш
 - B. Телефон винесено назовні, мікрофон — у вушний канал
 - C. Складаються з одного елемента, розташованого у вході у слуховий прохід
 - D. Складаються з одного елемента, розташованого в слуховому каналі
 - E. Заушний мініатюрний апарат

6. Який принцип будови внутрішньовушних апаратів?

А. Телефон винесено назовні, мікрофон — у вушний вкладиш

В. Телефон винесено назовні, мікрофон — у вушний канал

С. Складаються з одного елемента, розташованого у вході в слуховий прохід

Д. Складаються з одного елемента, розташованого у слуховому каналі

Е. Завушний мініатюрний апарат

7. Який принцип будови внутрішньоканальних апаратів?

А. Телефон винесено назовні, мікрофон — у вушний вкладиш

В. Телефон винесено назовні, мікрофон — у вушний канал

С. Складаються з одного елемента, розташованого у вході в слуховий прохід

Д. Складаються з одного елемента, розташованого у слуховому каналі

Е. Завушний мініатюрний апарат

8. Який принцип будови апаратів міні-ВТЕ?

А. Телефон винесено назовні, мікрофон — у вушний вкладиш

В. Телефон винесено назовні, мікрофон — у вушний канал

С. Складаються з одного елемента, розташованого у вході в слуховий прохід

Д. Складаються з одного елемента, розташованого у слуховому каналі

Е. Завушний мініатюрний апарат

III. ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ УМІНЬ, НАВИЧОК

3.1. Зміст заняття, теоретичні аспекти

Слухопротезування — вид медичної сурдологічної допомоги дітям і дорослим з порушенням слуху шляхом компенсації порушення за допомогою слухових апаратів, приладдя та допоміжних пристроїв до них.

В Україні та розвинених країнах слухопротезування вважають лікуванням, а слухові апарати — медичними виробами.

Мета слухопротезування — досягнення найкращого сприйняття навколишніх звуків і чіткість мовлення, і, таким чином, найкращої якості життя з наявним у пацієнта слухом. Ця мета досягається шля-

хом найбільш точної відповідності конструкції, дизайну, функцій і властивостей слухового апарата характеру зниження слуху та слухової проблеми, віку, виду діяльності, умовам життя, індивідуальним потребами і особливостям, а також даним медичної діагностики вуха і слуху.

Ефективність слухопротезування — ступінь відновлення соціальної функції слуху, перш за все, можливостей слухомовного спілкування. Щоб бути ефективним, слухопротезування здійснюється після ретельної медичної діагностики слуху в поєднанні з медикаментозним лікуванням, постійним лікарським наглядом (диспансеризацією), а у дітей — також сурдопедагогічним слухомовним розвитком.

Процес слухопротезування включає призначення лікарем застосування слухового апарата та інших методів лікування, вибір типу і моделі слухового апарата, зняття лікарем зліпка зовнішнього вуха і/або виготовлення з цього зліпку вуха індивідуального апарата, або анатомічно-комфортну установку стандартного слухового апарата за допомогою індивідуального вушного вкладиша, виготовленого за зліпком вуха, програмування (цифрове налаштування, вимір створюваного апаратом звуку безпосередньо у вусі (верифікація слухового апарата), перевірка сприйняття мови й інших звуків через слуховий апарат, перевірка відсутності дискомфорту і свисту (в разі невірною встановлення або програмування), перевірка взаємодії слухових апаратів між собою (при використанні слухових апаратів з бінауральним взаємодією) і з допоміжними пристроями (такими як *Connect Line*), рекомендації лікаря і навчання користування і звикання до апарата, а у дітей — також розвиток слуху та мовлення сурдопедагогом.

Загальними показаннями вважають:

- У дорослих і дітей різного віку — необоротні порушення слуху, лікування яких лікарськими і хірургічними методами неможливо, неефективно або не показано з медичних причин.

- У дітей раннього віку (до року) з діагностованим тяжким або глибоким зниженням слуху, але утрудненням точного вимірювання порогів чутності підбирають слуховий апарат як пробну реабілітацію для вирішення питання про ефективність слухопротезування і доцільності кохлеарної імплантації.

- У дорослих і дітей — після проведення односторонньої кохлеарної імплантації з метою слухопротезування неімплантованого вуха (так зване бімодальне протезування).

- Показання до потужності слухового апарата при різному зниженні слуху.

- Необхідна потужність слухового апарата залежить від ступеня зниження слуху — що сильніше зниження слуху, тим потужніший потрібен слуховий апарат.

- Недостатня потужність не забезпечить добру чутність, а надмірна потужність викличе неприємне відчуття — слуховий дискомфорт.

- Орієнтиром є середнє зниження слуху на частотах 0,5, 1,0 і 2,0 кГц, запропоноване Кларком (Clark J. G., 1981) і широко застосовується в багатьох країнах світу.

Показання щодо слухопротезування з передачею звуку по повітрю. Слухопротезування з передачею звуку по повітрю — за допомогою слухових апаратів з повітряним телефоном — показано для переважної більшості в силу вищої фізіологічності, косметичності та зручності. Винятки становлять випадки, коли використання таких слухових апаратів мало ефективно або може завдати шкоди здоров'ю пацієнта і коли показано слухопротезування з подачею звуку за допомогою вібрації так званим кістковим телефоном.

Показання щодо слухопротезування з кістковою передачею звуку (кістковим телефоном) вібраційним шляхом через шкірні та кісткові тканини голови безпосередньо у внутрішнє вухо показано у випадках, коли зниження слуху по кістковому проведеному в діапазоні частот 0,5–2,0 кГц не перевищує 50 дБ, і при таких станах:

- Хронічне запалення середнього вуха (середній гнійний отит) зі збереженим сприйняттям звуку по кістковому проведеному, особливо у випадках, коли закриття вушною вкладкою зовнішнього слухового проходу підсилює генетично.

- Неможливість фіксації вушного вкладиша завушного слухового апарата і внутрішньовушного слухового апарата в зовнішньому слуховому проході через такі причини:

- відсутність (атрезія) зовнішнього слухового проходу;

- незвичайна анатомічна форма зовнішнього слухового проходу;

- хронічна інфекція зовнішнього слухового проходу;

- відсутність вушної раковини (якщо не підходить глибококанальний слуховий апарат);

- тривале попереднє користування слуховим апаратом з кістковим телефоном, призначеним з якихось причин багато років тому, і сильна прихильність до нього, що нині трапляється вкрай рідко.

Показання щодо слухопротезування з нелінійним посиленням (компресією). Застосування слухових апаратів з компресією звуку по-

казано в переважній більшості випадків сенсоневрального зниження слуху, оскільки при ньому, поряд зі зниженням чутності слабких звуків зберігається чутність середніх і сильних звуків. Більше того, сильні звуки можуть сприйматися навіть голосніше, ніж при нормальному слуху. Цей ефект нелінійності порушення слуху дістав назву ФПНГ або рекрутмент. Нелінійне посилення слухових апаратів компенсує нелінійність слуху, ніби «вирівнюючи» її, чим значно покращує здатність чути звуки різної сили. Дуже важливо, що воно також захищає від надмірно гучних звуків і забезпечує комфортність слухання. Причому нелінійність слуху найчастіше різна на різних частотах, а тому і компресія повинна бути різною в різних частотних діапазонах. Саме цим зумовлена необхідність багатьох частотних смуг у сучасних цифрових слухових апаратах. Особливо важлива компресія звуку для маленьких домовних дітей — для запобігання неприємної гучності (слухового дискомфорту) і навіть болю, про який діти не можуть поскаржитися, бояться самим зняти слуховий апарат і змушені страждати від занадто високого рівня звуку для них.

Показання щодо слухопротезування слухового апарата з шумозаглушенням. Більшість людей з порушенням слуху страждають не тільки від того, що погано чують, а й від того, що їм важко чути корисні звуки і розуміти мову на тлі шуму — у дитячому садочку, в школі, на роботі, в соціальному середовищі (у гостях, в кафе, ресторані, автомобілі, на вокзалі тощо). У таких випадках показано слухопротезування слухового апарата з так званим шумопоглинанням. Воно здійснюється складною цифровою обробкою звуків, що надходять в слуховий апарат через мікрофон, і виділяє корисні сигнали — мову або музику — з навколишнього шуму і значно полегшує слухання. Крім безпосереднього полегшення сприйняття, шумозаглушення значно знижує напругу і втому, зберігає нервово здоров'я. Такі слухові апарати особливо показані тим, кому під час навчання або роботи доводиться спілкуватися в галасливій обстановці.

У сучасних цифрових слухових апаратах застосовується безліч методів шумозаглушення — від простих до надзвичайно складних, таких як захист мови — це не просто «електроніка», а складні математичні алгоритми цифрової обробки сигналу, які під силу тільки штучному інтелекту, що мають тільки найелітніші моделі слухових апаратів.

Показання щодо слухопротезування слуховим апаратом з направленим мікрофоном. Багатьом доводиться спілкуватися в обстановці

шуму, а джерело корисного звуку знаходиться в якомусь певному місці, наприклад в класі, слухаючи вчителя, на нараді, слухаючи доповідача. У таких випадках показаний слуховий апарат з направленим мікрофоном. Насправді, в слуховому апараті з направленим мікрофоном не один, а система як мінімум з двох мікрофонів, сигнали від яких обробляються цифровим процесором слухового апарата. Це дає змогу виділити з шуму корисний звук, що надходить із напрямку, в який повернута голова користувача і відповідно сам слуховий апарат.

Показання щодо слухопротезування в розширеному діапазоні частот. Дітям, які освоюють мову і розмовну мову, а також дорослим, яким дуже важливо якнайкраще розуміти мову, необхідно чути всі мовні звуки, в тому числі й високочастотні — так звані шиплячі і фрикативні приголосні (такі як /з/, /с/, /ц/, /ч/, /ш/, /щ/), тому що їхні частоти знаходяться в діапазоні до 10–12 кГц, тобто позамовному діапазоні. Крім того, їхня сила звуку відносно мала і важка для чутності навіть при нормальному слуху, оскільки вони «губляться» в навколишньому шумі. Звичайні слухові апарати підсилюють звуки в частотному діапазоні до 4–6 кГц, тому всім дітям, а також дорослим з підвищеною необхідністю слухомовного спілкування показано слухопротезування в розширеному діапазоні частот — як мінімум до 8 кГц, а краще — до 10 кГц.

Показання щодо слухопротезування з бінауральною взаємодією слухового апарата. Люди, які спілкуються в обстановці шуму, а їхнє спілкування має високу важливість для них, відчують величезну напругу, намагаючись зрозуміти кожне слово того, хто говорить. При цьому ще й потрібно намагатися не подавати вигляд, що чути важко, щоб колеги або партнери не запідозрили зниження слуху. Таким людям може бути недостатньо ні шумозаглушення, ні спрямованого мікрофона. У таких випадках може стати у пригоді тільки слухопротезування з так званою бінауральною взаємодією слухового апарата — особливо складна система двох слухових апаратів зі штучним інтелектом третього покоління, «тих, що спілкуються» або «взаємодіють» між собою і спільно обробляють сигнали одночасно від обох слухових апаратів.

Показання щодо бінаурального слухопротезування (на обидва вуха). Бінауральне слухопротезування (на обидва вуха) показано в усіх випадках, коли немає протипоказань проти нього. У світі приблизно 80 % усіх випадків слухопротезування — бінауральне. Таке слухопротезування особливо важливе для дітей і людей, діяльність яких

багато в чому залежить від слуху. Воно має такі ж величезні переваги, як і взагалі слухання обома вухами (бінауральний слух) має перед слуханням одним вухом (монауральний слух).

Запобігання розвитку слухової депривації протезованого вуха. Слуховою депривацією називається значне погіршення сприйняття звуку і чіткості мовлення, що виникає на стороні непротезованого вуха у випадках тривалого використання одного (монаурального) слухового апарата і зумовленої цим відсутністю постійної звукової стимуляції на непротезованому вусі. При слуховій депривації виникають функціональні та органічні зміни в центральних відділах органа слуху, що перешкоджають повноцінному аналізу складних звуків і сприйняття мови. В деяких випадках слухової депривації у пацієнтів, які тривалий час носили один слуховий апарат, бінауральне слухопротезування може бути малоуспішним.

Ризик слухової депривації особливо високий у немовлят і дітей раннього та переддошкільного віку. Тому її запобігання особливо важливе дітям цих вікових груп, і їм необхідно бінауральне слухопротезування в усіх випадках, коли немає медичних протипоказань.

Покращення чіткості (розуміння) мови в тиші. При бінауральному слухопротезуванні розбірливість мови істотно вища в порівнянні з монауральним. Частково це зумовлено підвищенням сприймання загальної гучності звуку при однаково комфортних рівнях посиленого слуховими апаратами звуку на правому і лівому вусі. Втім, у набагато більшому ступені це зумовлено залученням в аналіз надзвичайно складних звуків мови обох сторін висхідних нейронних структур стовбура головного мозку, підкіркових структур, і головне — обох півкуль головного мозку. Це пов'язано з тим, що права і ліва півкулі сприймають різні аспекти мови. Одна півкуля (як правило, ліва у правшів і права у лівшів) сприймає краще окремі звуки мови (фонем), склади і слова. А інша півкуля краще сприймає емоційну інформацію (інтонацію, тип речення). Таким чином, тільки одночасна робота обох півкуль забезпечує цілісне сприйняття мови.

Покращення сприйняття мови в галасливій обстановці. Для монаурального сприйняття і розуміння мови необхідно істотне перевищення рівня (сили) мовного звуку над шумом. А при бінауральному сприйнятті це перевищення може бути знижене на 13 дБ. Іншими словами, бінауральний слух забезпечує більшу стійкість, ніж монауральний. Це зумовлено бінауральною взаємодією нейронів слухової системи в декількох зв'язках (перехресних) між правим і лівим ви-

східними слуховими шляхами на рівні стовбура і кори головного мозку. Покращення сприйняття мови в галасливій обстановці особливо важливо для тих, кому за родом діяльності доводиться спілкуватися в галасливій обстановці — водіям транспорту, працівникам торгівлі людям, які працюють на гучних виробництвах, перебувають в залах засідань, беруть участь в громадських заходах.

Локалізація джерела звуку. Це важливе для безпеки, покращення розбірливості мови й орієнтації в просторі. Локалізація в горизонтальній площині (прямо, ззаду, справа або зліва) важливіша в житті людини, ніж у вертикальній площині. Вона можлива тільки при слуханні обома вухами, оскільки для цього мозок використовує як ознаки напрямки різниці рівня (сили) звуку і фази звукового сигналу між правим і лівим вухом (міжвушна різниця). Якщо звук надходить тільки в одне вухо, то немає ніякої міжвушної різниці, а значить, немає і тих ознак, за якими слухова система може визначити напрямок джерела звуку. Локалізація можлива тільки при бінауральному слухопротезуванні. Особливо в ситуаціях, коли небезпека наближається з боку — наприклад, автомобільний або залізничний транспорт тощо.

Більш природний звук. Так само як бінауральне слухання є більш природним, так і бінауральне слухопротезування забезпечує більш природне звучання. Це було доведено багатьма психоакустичними дослідженнями, в яких особи з двома і одним слуховим апаратом оцінювали різні аспекти природності звучання мови, музики і звуків природи.

Комфортніший звук. Завдяки фізіологічному явищу бінауральної сумачії гучності посилення і вихідний рівень (сила посиленого звуку) кожного слухового апарата може бути зменшена на 3–6 дБ. Здавалося б, зниження невелике, але при сенсоневральному зниженні слуху воно практично подвоюється за гучністю за рахунок явища прискороеного наростання гучності. Таке зниження посилення і вихідного рівня апаратів знижує навантаження на праве і ліве вухо в порівнянні з одним апаратом, забезпечує більш комфортне сприйняття гучних звуків. Також знижується ризик виникнення акустичних спотворень в слуховому апараті й акустичного зворотного зв'язку (свисту) слухового апарата.

Можливість чути звуки з більшої відстані. Бінауральне слухопротезування знижує напруження, стомлюваність і зберігає життєву енергію. Бінауральне слухопротезування в кілька разів збільшує дальність, на якій можна чути звуки. Так, наприклад, голос, який ледь було чути на відстані трьох метрів з одним слуховим апаратом, може

добре розрізнятися з двома слуховими апаратами на відстані 10 м — з однаковим посиленням і вихідними рівнями посиленого звуку. Ця перевага бінаурального слуху може бути особливо важливою для тих, кому не можна підійти ближче до мовця і доводиться слухати зі значної відстані — наприклад, учням шкіл, студентам коледжів і університетів, а також учасникам нарад, відвідувачам концертів тощо.

Краще розрізнення звуків. Добре розрізнення звуків важливе для всіх і особливо важливе для дітей, які освоюють звуковий світ. При цьому у дітей виробляються і закріплюються в корі головного мозку асоціації батьків та інших людей з їхніми голосами, а також тварин, предметів і явищ. При бінауральному слухопротезуванні як мовні, так і немовні звуки розрізняються слухачем набагато краще.

Немає негативного впливу тіньового ефекту голови. Тіньовий ефект голови проявляється в тому, що звуки від джерела звуку, розташованих не прямо спереду або ззаду, а праворуч або ліворуч, надходять ослабленими до далекого вуха на 3 дБ в низькочастотній частині спектра і на 16 дБ в високочастотній частині спектра в порівнянні з близьким вухом. При одному слуховому апараті тіньовий ефект голови значно ослаблює мову та інші корисні звуки, що надходять на мікрофон слухового апарата з протилежного боку.

Полегшення страждання від вушного шуму на обох вухах. Багато людей страждають на вушний шум — чують звуки, що виникають в органі слуху. Походження вушного шуму досі досліджується, а найбільш ефективним методом полегшення страждання від нього є маскування сильнішими звуками, посиленими слуховими апаратами. Проте при монауральному слухопротезуванні вушний шум на стороні непротезованого вуха продовжує турбувати. Це усувається бінауральним слухопротезуванням.

Нові технології сьогодні впевнено розвиваються у сфері слухопротезування.

Високоточний алгоритм обробки сигналів Dual Path відразу після перетворення аналогового електричного сигналу в цифровий «клонувє» цифровий сигнал, тобто створює два ідентичних цифрових образи звуку. Цим і створюється точність відтворення і швидкість обробки сигналу бінаурального слухопротезування.

Система бездротового зв'язку EarStream забезпечує координувану роботу обох слухових апаратів, постійний обмін інформацією між ними, бінауральну обробку сигналів — на зразок мініатюрної комп'ютерної мережі.

Просторовий звук зберігає міжвушні спектральні та часові характеристики навколишнього звуку, зменшує, маскує вплив шуму на розуміння мови. Складові функції просторового звуку:

- Бінауральна обробка звуку.
- Бінауральна компресія сигналу, про яку вже йшлося, але при бінауральному слухопротезуванні вона налаштовується на кожне вухо у залежності від зниження слуху (згідно з аудіометрією).
- Просторове шумозаглушення.
- Розширений діапазон частот.

Наводимо кілька прикладів невірної діагностики, що призвела до невдачі слухопротезування:

- При аудіометрії не виміряли поріг слухового дискомфорту (неприємно гучних звуків) і рекомендували занадто потужний слуховий апарат або пристрій без компресії звуку, що викликає неприємні відчуття (дискомфорт) або навіть біль.

- Не виконали імпедансометрію і не виявили захворювання середнього вуха, що утрудняє проведення звуку і знижує його гучність, також рекомендували занадто слабкий слуховий апарат, який не дає пацієнтові очікуваного результату.

- Обстежили дитину методами імпедансометрії, отоакустичної емісії та коротколатентних слухових викликаних потенціалів тільки на клацання ширококутних звукових стимулів, але не оцінили пороги чутності на аудіометричних частотах. В результаті налаштували посилення слухового апарата дуже приблизно.

Слухопротезування має застосовуватися тільки за призначенням лікаря-сурдолога або лікаря-отоларинголога.

Слухопротезування протипоказано, якщо воно:

- неефективне при повній глухоті;
- у разі центрального порушення слуху;
- може завдати шкоди здоров'ю.

Також воно протипоказано, якщо:

- гострі запальні захворювання зовнішнього, середнього і внутрішнього вуха, які можуть бути посилені закриттям слухового проходу вушною вкладкою;

- порушена вестибулярна функція (запаморочення, нестійкість, хиткість при ходьбі), що може бути посилене гучним звуком;

- раптово знижений або погіршений слух на одному або обох вухах, що трапилося в межах 60 днів до звернення в клініку, яке може свідчити про гостре захворювання або загострення хронічного захво-

рювання, що потребує ретельної діагностики та лікування іншими методами;

— діагностовано передракові стани, доброякісні або злоякісні пухлини зовнішнього, середнього і внутрішнього вуха, які потребують хірургічного, радіологічного або медикаментозного лікування лікарем-онкологом.

Тимчасові протипоказання слухопротезування:

- До встановлення остаточного діагнозу і вибору тактики консервативного або оперативного лікування в перерахованих вище випадках.

- Зовнішній отит, який необхідно вилікувати до застосування вушного вкладиша, щоб уникнути посилення хвороби.

Протипоказання бінаурального слухопротезування:

- Різниця зниження слуху на правому і лівому вусі (асиметрія порогів) більше 40 дБ.

- Повна глухота на одному вусі.

- Тяжка слухова депривація раніше непротезованого вуха.

- Порушення сумації слухових відчуттів, що передаються в головний мозок від обох вух — як правило, на рівні стовбура головного мозку.

3.2. Методика виконання роботи, етапи виконання

Перелік навчальних практичних завдань, які необхідно виконати під час практичного заняття, та методику складання відповідності показань до потужності слухового апарата в залежності від сенсоневрального зниження слуху наведено у табл. 8.

Таблиця 8

Орієнтовна відповідність показань до потужності слухового апарата в залежності від сенсоневрального зниження слуху

Стан слуху	Зниження слуху, дБ	Як це проявляється	Потрібна потужність слухового апарата
Нормальний слух	10–15	Ніяких проблем зі слухом немає	Пристрій не потрібен

Стан слуху	Зниження слуху, дБ	Як це проявляється	Потрібна потужність слухового апарата
Мінімальне зниження слуху	16–25	Трохи важко розуміти мову в шумі	Апарат малої потужності при труднощах розуміння мови
Легке зниження слуху	26–40	Важко чути тихі звуки і розуміти мову в галасливій обстановці	Апарат малої потужності
Середнє зниження слуху	41–55	Важко чути звуки малої та середньої сили, розуміти розмовну мову в шумі й тиші	Апарат середньої потужності
Важке зниження слуху	56–70	Чутно тільки сильні звуки, спілкуватися важко	Потужні апарати
Глибоке зниження слуху	71–90	Чути тільки дуже сильні звуки, спілкуватися надзвичайно важко	Надпотужні пристрої
Глухота	≥ 91	Ледь чутно крик прямо у вухо, слухомовне спілкування практично неможливе	Надпотужні апарати — допомагають у 20–50 % випадків

3.3. Вимоги до результатів роботи з даної теми

1. Складіть таблицю переваг бінаурального слухопротезування перед моноауральним.

2. Складіть таблицю можливостей нових технологій у слухопротезуванні.

3.4. Тестові завдання для самоконтролю оволодіння знаннями, вміннями, навичками

1. Що потрібно для відновлення соціальної функції слуху, перш за все можливостей слухомовного спілкування при слухопротезуванні?

- A. Ретельна медична діагностика слуху
- B. Медикаментозне лікування
- C. Постійний лікарський нагляд
- D. Сурдопедагогічний слухомовний розвиток
- E. Усе перераховане

2. Процес слухопротезування включає:

A. Призначення лікарем застосування слухового апарата та інших методів лікування, вибір типу і моделі слухового апарата

B. Зняття лікарем зліпка зовнішнього вуха і виготовлення індивідуального апарата або анатомічно комфортне встановлення стандартного слухового апарата за допомогою індивідуального вушного вкладиша, виготовленого за зліпком вуха

C. Програмування (цифрове налаштування, вимірювання створюваного апаратом звуку безпосередньо у вусі (верифікація слухового апарата), перевірка сприйняття мови і інших звуків через слуховий апарат, перевірка відсутності дискомфорту і свисту (в разі невірної установки або програмування)

- D. Перевірка взаємодії слухових апаратів між собою
- E. Усе перераховане

3. Які загальні показання щодо слухопротезування?

A. Необоротні порушення слуху 1-го ступеня, лікування яких лікарськими та хірургічними методами неможливо, неефективно або не показано з медичних причин

B. Необоротні порушення слуху 3-го ступеня, лікування яких лікарськими та хірургічними методами неможливо, неефективно або не показано з медичних причин

C. Вестибулярні розлади, лікування яких лікарськими та хірургічними методами неможливо, неефективно або не показано з медичних причин

D. Виражені порушення розбірливості мови, лікування яких лікарськими та хірургічними методами неможливо, неефективно або не показано з медичних причин

- E. Усе перераховане

4. Що таке бімодальне слухопротезування?

A. Протезування обох вух

B. Почергове слухопротезування спочатку одного, потім другого вуха

C. Слухопротезування одного вуха повітряним, другого кістковим слуховим апаратом

D. Слухопротезування неімплантованого вуха

E. Усе перераховане

5. Від чого залежить необхідна потужність слухового апарата?

A. Від форми слухового каналу

B. Від виду приглухуватості

C. Від ступеня зниження слуху

D. Від наявності або відсутності шуму у вухах

E. Від моноаурального або бінаурального зниження слуху

6. При тяжкому зниженні слуху:

A. Трохи важко розуміти мову в шумі

B. Важко чути тихі звуки і розуміти мову в галасливій обстановці

C. Важко розуміти розмовну мову при шумі та тиші

D. Чутно тільки сильні звуки, спілкуватися важко

E. Чути тільки дуже сильні звуки, спілкуватися надзвичайно важко

7. Показання щодо слухопротезування з кістковою передачею звуку (кістковим телефоном):

A. Хронічне запалення середнього вуха зі збереженим сприйняттям звуку за кістковим проведенням

B. Атрезія зовнішнього слухового проходу

C. Хронічний зовнішній отит

D. Тривале попереднє користування слуховим апаратом з кістковим телефоном

E. Усе перелічене

8. Коли показане слухопротезування з нелінійним посиленням (компресією)?

A. Важко чути корисні звуки і розуміти мову на тлі шуму

B. Чутності слабких звуків немає, зберігається чутність середніх і сильних звуків

- C. Треба виділити з шуму корисний звук
- D. Дітям і дорослим, яким дуже важливо щонайкраще розуміти мову
- E. Для забезпечення координованої роботи обох слухових апаратів

9. Які показання до слухопротезування слухового апарата з шумозаглушенням?

- A. Важко чути корисні звуки і розуміти мову на тлі шуму
- B. Чутності слабких звуків немає, зберігається чутність середніх і сильних звуків
- C. Треба виділити з шуму корисний звук
- D. Дітям і дорослим, яким дуже важливо щонайкраще розуміти мову
- E. Для забезпечення координованої роботи обох слухових апаратів

10. Які показання до слухопротезування слуховим апаратом з направленим мікрофоном?

- A. Важко чути корисні звуки і розуміти мову на тлі шуму
- B. Чутності слабких звуків немає, зберігається чутність середніх і сильних звуків
- C. Треба виділити з шуму корисний звук
- D. Дітям і дорослим, яким дуже важливо щонайкраще розуміти мову
- E. Для забезпечення координованої роботи обох слухових апаратів

11. Які показання до слухопротезування в розширеному діапазоні частот?

- A. Важко чути корисні звуки і розуміти мову на тлі шуму
- B. Чутності слабких звуків немає, зберігається чутність середніх і сильних звуків
- C. Треба виділити з шуму корисний звук
- D. Дітям і дорослим, яким дуже важливо щонайкраще розуміти мову
- E. Для забезпечення координованої роботи обох слухових апаратів

12. Для чого необхідна система бездротового зв'язку EarStream?

- A. Коли важко чути корисні звуки і розуміти мову на тлі шуму

В. Коли чутності слабких звуків немає, зберігається чутність середніх і сильних звуків

С. Коли треба виділити з шуму корисний звук

Д. Дітям і дорослим, яким дуже важливо щонайкраще розуміти мову

Е. Для забезпечення координованої роботи обох слухових апаратів.

13. Коли показане бінауральне слухопротезування?

А. Важко чути корисні звуки і розуміти мову на тлі шуму

В. Чутності слабких звуків немає, зберігається чутність середніх і сильних звуків

С. Потрібно виділити з шуму корисний звук

Д. Дітям та дорослим, яким дуже важливо щонайкраще розуміти мову

Е. Якщо немає протипоказань до нього

14. Які переваги бінаурального слухопротезування?

А. Запобігання розвитку слухової депривації протезованого вуха

В. Покращення чіткості (розуміння) мови в тиші

С. Покращення сприйняття мови в галасливій обстановці

Д. Покращення встановлення локалізації джерела звуку

Е. Усе перелічене

15. Що не належить до переваг бінаурального слухопротезування?

А. Відсутність порога слухового дискомфорту

В. Можливість чути звуки з більшої відстані

С. Краще розрізнення звуків

Д. Немає негативного впливу тіньового ефекту голови

Е. Полегшення страждання від вушного шуму на обох вухах

16. Що рекомендовано пацієнтам з вираженим вушним шумом?

А. Слухопротезування в розширеному діапазоні частот

В. Слухопротезування слуховим апаратом з направленим мікрофоном

С. Слухопротезування з нелінійним посиленням

Д. Бінауральне слухопротезування

Е. Слухопротезування з кістковою передачею звуку

17. Що належить до помилок слухопротезування?

А. Не виконали комп'ютерну томографію скроневих кісток

В. Не виконали доплерографію судин головного мозку і не виявили судинні захворювання

С. Не виконали імпедансометрію і не виявили захворювання середнього вуха

Д. Не виконали загальноклінічне обстеження

Е. Усе перераховане.

18. Яка можлива помилка, що призвела до невдачі слухопротезування?

А. Виміряли поріг слухового дискомфорту і рекомендували занадто потужний слуховий апарат

В. Не видалили сірчану пробку

С. Не провели курс консервативного лікування гострої сенсоневральної приглухуватості

Д. Не провели курс лікування кондуктивної приглухуватості

Е. Усе перелічене

19. Які тимчасові протипоказання до слухопротезування?

А. Повна довгострокова глухота

В. Центральні порушення слуху

С. Зовнішній отит

Д. Стани, що можуть завдати шкоди здоров'ю

Е. Порушення вестибулярної функції, яке може бути посилене гучним звуком

20. Коли бінауральне слухопротезування не протипоказане?

А. Асиметрія порогів чутності більше 40 дБ

В. Повна глухота на одному вусі

С. Важка слухова депривація раніше непротезованого вуха

Д. У дитячому віці

Е. Порушення сумачії слухових відчуттів на рівні стовбура головного мозку

Питання для контролю

1. Що таке слухопротезування?

2. Що означає ефективність слухопротезування?

3. Загальні показання щодо слухопротезування.

4. Вибір потужності слухового апарата при різному зниженні слуху.

5. Показання до слухопротезування з передачею звуку по повітрю.

6. Показання до слухопротезування з кістковою передачею звуку.
7. Показання до слухопротезування з нелінійним посиленням.
8. Показання до слухопротезування слуховим апаратом із шумо-заглушенням.
9. Показання до слухопротезування слуховим апаратом з направленим мікрофоном.
10. Показання до слухопротезування в розширеному діапазоні частот.
11. Показання до слухопротезування з бінауральною взаємодією слухового апарата.
12. Переваги бінаурального слухопротезування.
13. Нові технології слухопротезування.
14. Помилки слухопротезування.
15. Протипоказання щодо слухопротезування
16. Протипоказання бінаурального слухопротезування.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Ulric Hoppe, Gerhard Hesse. Hearing aids: indications, technology, adaptation, and quality control. GMS Current Topics in Otorhinolaryngology. *Head and Neck Surgery*. 2017. Vol. 16. https://www.researchgate.net/publication/322093491_Hearing_aids_indications_technology_adaptation_and_quality_control

2. Мневєць А. В., Демчук Г. В. Ключові небезпеки сучасних слухових апаратів і можливі заходи їх вирішення на етапі проектування. *Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки*. 2019. Т. 254. С. 261.

Додаткова

1. The Hearing Aid Effect in the 2020s: Where Do We Stand? / Sindi A., Hanbazazah K., Alamoudi M. M. et al. *Cureus*. 2023, April 29. Vol. 15 (4). e38302. doi: 10.7759/cureus.38302

2. Багатто Марлен. Огляд рекомендацій по використанню слухових апаратів дітьми з односторонньою приглухуватістю. *Конференція*. Філадельфія, 2017. 50 с.

Практичне заняття № 14. ОСОБЛИВОСТІ СЛУХОПРОТЕЗУВАННЯ У ДІТЕЙ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ

Мета. Сучасні технології корекції порушень слуху, що використовуються в дитячих слухових апаратах, дають змогу ефективно вирішувати завдання поліпшення функціональних можливостей слухового сприйняття і забезпечення повноцінної участі в ситуаціях, що вимагають слухомовної взаємодії завдяки високій якості та використанню прогресивних технологій обробки звуку. Для успішного розвитку мови дітям необхідно забезпечити адекватне, максимально широкомуглове, неспотворене посилення мовних сигналів. Дитячі слухові апарати забезпечені комплексом новаторських технологій, що підтримують когнітивний розвиток відповідно до потреб дітей з порушенням слуху. Тому основна мета заняття — поліпшити знання здобувачів вищої освіти щодо відновлення або покращення функціональних слухових можливостей дитини для розвитку слухового сприйняття, розуміння мови і передачі мовної інформації, мовоутворення, грамотності, успішності в навчанні та соціально-емоційному розвитку.

Основні поняття. Основи слухопротезування дітей раннього віку.

Обладнання. Мультимедійні презентації, таблиці, муляжі, тренажери, відеофільми, набори інструментів, камертонів, аудіограм, томограм.

II. КОНТРОЛЬ ОПОРНИХ ЗНАТЬ

2.1. Загальні цілі

Студенту потрібно знати:

- особливості перевірки слуху у дітей;
- особливості слухопротезування та слухових апаратів у дітей.

На основі теоретичних знань з теми *оволодіти методиками:* визначення психомовного розвитку дитини у залежності від віку.

2.2. Тестові завдання для перевірки базових знань за темою заняття

1. Які особливості будови зовнішнього слухового проходу у немовлят?

А. Немає хрящового відділу

В. Не розвинений кістковий відділ

С. Хрящовий відділ становить $1/3$, кістковий — $2/3$ від загальної довжини слухового проходу

Д. Хрящовий відділ становить $2/3$, кістковий — $1/3$ від загальної довжини слухового проходу

Е. Хрящовий відділ становить $3/4$, кістковий — $1/4$ від загальної довжини слухового проходу

2. Що у немовляти розташовано на передньонижній стінці зовнішнього слухового проходу?

А. Незарощені санторінієві щілини, через які запалення може переходити до привушної слинної залози і навпаки

В. Соскоподібний відросток, через який при мастоїдиті може виникати нависання та інфільтрація кісткової частини слухового проходу

С. Дах, що межує із середньою черепною ямкою

Д. Цибулина яремної вени, що може сприяти розвитку кровотечі

Е. Внутрішнє вухо, що може при проникненні інфекції сприяти розвитку лабіринтиту

3. Які особливості будови барабанної перетинки у новонароджених?

А. Кругла, розташована вертикально, тонша, ніж у дорослих

В. Щілоподібна, розташована горизонтально, товстіша, ніж у дорослих

С. Кругла, розташована горизонтально, тонша, ніж у дорослих

Д. Кругла, розташована горизонтально, товстіша, ніж у дорослих

Е. Овальна, розташована сагітально, рожева

4. У чому особливість будови кістки барабанної порожнини у немовлят?

А. Товстіша, ніж у дорослих людей

В. Окремі ділянки не мають кісткової тканини (дегісценції), представлені сполучною тканиною, через які можливе розповсюдження інфекції

- C. Склеротичної будови
- D. Немає кісткової тканини, представлені хрящовою тканиною
- E. Немає кісткової тканини, представлені сполучнотканинною оболонкою

5. У чому особливість будови євстахієвої труби у немовлят?

- A. Тимпанальне вічко розміщене високо і відкривається в епітімпанум
- B. Відсутній кістковий відділ
- C. Пряма, без викривлень і вигинів, спрямована горизонтально
- D. Широка, зяє
- E. Усе перелічене

6. Чим заповнена барабанна порожнина у немовлят?

- A. Повітрям
- B. Кісткою
- C. Сполучною тканиною
- D. Хрящовою тканиною
- E. Ембріональною міксоїдною тканиною

7. У чому особливість структур внутрішнього вуха на час народження дитини?

- A. Недорозвинені нейрорецепторні структури завитки
- B. Недорозвинені нейрорецепторні структури отолітового апарату
- C. Недорозвинені нейрорецепторні структури півколових каналів
- D. Розвинуті повністю, як і в дорослих
- E. Недорозвинені водопроводи завитки та присінка

III. ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ УМІНЬ, НАВИЧОК

3.1. Зміст заняття, теоретичні аспекти

Чому слух для дітей такий важливий? Діти використовують свою здатність чути, щоб розвивати мовні навички. Однак втрата слуху може ускладнити спілкування з рідними і близькими, з навколишнім світом.

Як діти розвивають мову через слухання? Ми починаємо розвивати мову з самого народження. Спочатку діти тільки плачуть, сміються, чхають, позіхають і кашляють. Проте, навіть якщо вони поки

не навчилися розмовляти, вони постійно слухають. Новонароджена дитина здатна впізнавати голос матері. Якщо у дитини є порушення слуху, то базовий розвиток мови буде часто відбуватися з затримкою. Однак діти з невеликими і сильними порушеннями можуть розвинути зрозумілу мову за допомогою вірного втручання та посилення.

У структурі порушень слуху провідні позиції (83,1 %) займають тяжкі втрати — приглухуватість III, IV ступеня (втрата слуху від 56 до 90 Дб за Міжнародною класифікацією) та глухота (втрата слуху понад 91 Дб). Зниження слуху I–II ступеня у групі дітей становить майже 17 %. Така втрата слуху за адекватного слухопротезування, безумовно, надає можливість дітям навчатися в інших освітніх закладах. Значним резервом для розвитку інтегративного навчання є 29,5 % дітей, які мають III ступінь втрати слуху: за дотримання тих самих умов — адекватного раннього слухопротезування. При збереженні інтелектуального розвитку такі втрати слуху добре компенсуються, і діти можуть навчатися у загальноосвітніх закладах разом зі здоровими однолітками.

Перші п'ять років життя, коли мозок дитини активно розвивається, є найінтенсивнішим періодом набуття мовних і мовленнєвих навичок. Після цього строку розвиток мови зупиняється.

У США і Європі обов'язкову перевірку слуху проводять усім новонародженим. Раннє виявлення проблеми і грамотна корекція слуху — це гарантія того, що дитина з порушенням слуху не поступатиметься у розвитку дітям зі слухом у межах норми.

Коли в родині поповнення, батьки і бабусі з дідусями занурюються в щасливі клопоти. Увага дорослих зосереджується навколо коліків у животі та перших зубів. А ось те, що дитина не реагує на звуки — часто ігнорується. Батьки вважають, що малюк ще просто маленький, «переросте» — і втрачають дорогоцінний час. Адже порушення слуху — одне з фізичних недоліків людини, яке може призвести до затримки інтелектуального розвитку. І тоді малюк, який народився навіть розумнішим за своїх однолітків, починає відставати від інших дітей. Через відсутність нормального слуху відбувається затримка мови.

Педагогічна класифікація дітей з порушенням слуху Р. М. Боскіс:

Нечуючі діти, які внаслідок вродженої або набутої у ранньому віці глухоти не можуть самостійно оволодіти словесним мовленням. Виділяють дві групи дітей в залежності від часу виникнення дефекту:

- ранооглухлі діти, які втратили слух на 1–2-му році життя або народилися глухими;

- пізнооглухлі діти, які втратили слух у 3–4 роки, а також пізніше, які зберегли мовлення у зв'язку з тим, що глухота настала пізніше.

Слабочуючі — діти, у яких слух знижений, але можливий самостійний розвиток мовлення. В залежності від мовленнєвого розвитку виділяють дві групи слабочуючих дітей:

- слабочуючі, які володіють відносно розвиненим мовленням з невеликими недоліками (порушення звуковимови, аномалії в грама-тичній будові мовлення);

- слабочуючі з глибоким недорозвиненням мовленнєвої функції (фрази короткі, неправильно побудовані, окремі слова сильно перекручені).

Принцип комплексної діагностики слуху у дітей раннього віку запроваджено в практику педіатричної аудіології видатними американськими аудіологом Джеймсом Джергером і Дебрю Хаес в 1976 р. Згідно з цим принципом, у педіатричній аудіології при визначенні ступеня і характеру зниження слуху не можна покладатися на результати одного тесту. Діагностика слуху у дітей раннього віку повинна бути комплексною і включати в себе об'єктивні методи дослідження слуху і поведінкову аудіометрію. Сьогодні загальноприйнятими компонентами комплексної об'єктивної діагностики слуху у дітей раннього віку є такі види діагностики:

- Поведінкова аудіометрія відповідно до віку дитини.
- Безумовно-рефлекторна аудіометрія.
- Умовно-рефлекторна аудіометрія.
- Ігрова аудіометрія.
- Дитяча ігрова аудіометрія.
- Об'єктивна аудіометрія.
- Імпедансна аудіометрія — акустична рефлексометрія (з шести-місячного віку).
- Реєстрація викликаної отоакустичної емісії.
- Реєстрація коротколатентних слухових викликаних потенціалів (КСВП).

Результати поведінкової аудіометрії повинні підтверджуватися результатами об'єктивної аудіометрії. Таким чином, за допомогою кожного з тестів об'єктивної аудіометрії досліджується окремий анато-мо-фізіологічний «фрагмент» органа слуху.

Проаналізувавши результати всіх тестів, лікар з фрагментів встановлює справжню картину стану слуху та підбирає слуховий апарат, після чого знову на підставі перелічених методів обстеження перевіряє функціональність пристрою.

Використання комплексної об'єктивної діагностики слуху у дітей раннього віку дає змогу оцінити функцію всіх відділів органа слуху:

— зовнішнього і середнього вуха (тимпанометрія, акустична рефлексометрія);

— зовнішніх волоскових клітин (викликана отоакустична емісія);

— внутрішніх волоскових клітин слухового равлика (КСВП);

— слухового нерва (акустична рефлексометрія, КСВП);

— стовбуромозкових структур органа слуху (акустична рефлексометрія, КСВП).

Слухові апарати, які створені спеціально для дітей, працюють дуже схоже на слухові апарати для дорослих, але мають кілька ключових відмінностей:

— дитячі слухові апарати більш надійно влаштовані, ніж моделі для дорослих, бо діти можуть сильно зношувати слухові апарати;

— корпуси батарей у дитячих слухових апаратах захищені від несанкціонованого доступу;

— батарейки можуть завдати шкоди при неправильному поводженні або ковтанні;

— у корпусах дитячих слухових апаратів часто є спеціальний світлодіод, що вказує на роботу пристрою. Ця функція дає змогу батькам і вчителям швидко перевіряти пристрій;

— слухові апарати також не містять будь-яких можливих алергенів або шкідливих хімічних речовин і бувають різних яскравих кольорів.

Залежно від типу та ступеня втрати слуху дитини, розмір і стиль слухового апарата можуть різнитися. Немовлята та діти молодшого віку носять заушний слуховий апарат і вушний вкладиш, який заповнює раковину або чашу вуха. Діти віком 10 років і старші можуть носити невеликий апарат за вухом з тонкою трубкою та невеликим пластиковим куполом, що вставляється у вушний канал.

Слухові апарати можна надівати немовлятам вже у віці кількох місяців. У міру дорослішання дітям знадобляться періодичні перевірки слуху та нові слухові апарати, визначені фахівцем зі слухопротезування.

Коли слухові апарати запрограмовані й активовані вперше, ваша дитина одразу почне чути нові звуки. Немовлята, як правило, негайно реагують на голос мами або тата, з цікавістю повертаючи голову у бік батька, який зараз видає звук. Малюк може посміхнутися у відповідь на нову стимуляцію. Після початкового програмування та активації аудіолог проведе кілька перевірчих тестів, щоб переконатися, що тихі звуки є досить гучними, середні звуки комфортні, а гучні звуки не надто голосні. Дитині потрібен час, щоб навчитися використовувати нові звуки, які вона сприймає. Мовна терапія допоможе дитині наздогнати однолітків того ж віку та забезпечити досягнення основних показників у галузі мови та слуху. Для контролю слуху потрібні часті візити до аудіолога. З часом програми слухових апаратів будуть змінені, щоб відповідати конкретнішим результатам перевірки слуху.

Носити слухові апарати постійно дитині може бути складно, особливо у малюків та дітей, які не носили їх постійно з дитинства. Якщо дитина чинить опір слуховим апаратам або часто їх знімає, є кілька способів зробити слухові апарати зручнішими:

- Надягніть слухові апарати на дитину, поки ви разом займаєтеся веселими заняттям, під час якого їй буде менше інтересу витягувати їх.

- Спробуйте м'яку пов'язку на голову, яку можна закріпити на слухових апаратах, але переконайтеся, що мікрофон не було закрито.

- Використовуйте спеціальні затискачі, щоб прикріпити слухові апарати до одягу вашої дитини. Навіть якщо слухові апарати знімуть, ви не втратите дорогих пристроїв.

- Якщо дитина постійно тягне за слухові апарати або вуха, це може бути ознакою дискомфорту через погано підігнаний вушний вкладиш. Треба дізнатися, чи не пора придбати нову пару вушних вкладишів.

- Дитячі слухові апарати необхідно перевіряти щодня, особливо дітям, які надто малі, щоб повідомити вас про проблему. Потрібно переконуватися, що батарея працює та немає сміття і вологи.

Реабілітація дітей після слухопротезування. Слід розуміти, що після проведення різноманітного слухопротезування можливість адекватно сприймати мову і звуки у дітей відсутні. Для повноцінного слухового сприйняття необхідна реабілітація, яка є найбільш складним і тривалим етапом. Якщо дитина втратила слух у той період, коли у неї вже відбулося формування слухомовного образу і сформована мова, то тривалість відновлення істотно скорочується. Це стосується людей, які втратили слух дорослими. Така закономірність ціл-

ком зрозуміла, адже в пам'яті таких дітей і дорослих збереглися слухові образи. Головне завдання — слухопротезувати їх і пристосувати до звучання, яке відтворює апарат. Інша справа — нечуючі пацієнти, у яких не розвинена мова і відсутній слуховий образ. Людині потрібно навчитися відокремлювати звуки, формувати мовленнєві та слухові образи і навчитися говорити з нуля. Тому в даному випадку процес реабілітації триває набагато довше. Важливо, що кожен користувач був під контролем у таких центрах і міг отримувати як планову, так і екстрену допомогу протягом життя. Особливо важливе значення має кількість і якість проведених корекційних занять і навички батьків застосовувати вправи в рутинному житті.

Абілітація — це комплекс заходів, спрямованих на формування та покращення фізичних, психічних, соціальних функцій та навичок, тобто дитина має навчитись тому, чого від народження не вміла.

Реабілітація — процес відновлення функцій та навичок, необхідних для нормального життя у суспільстві. У цьому випадку йдеться про те, щоб повернути дитині навички, які втрачені внаслідок хвороби, травми, стресу та інших факторів (табл. 9).

Таблиця 9

Показники реабілітаційних заходів у дорослих пацієнтів і дітей

Показники	Дорослий пацієнт	Дитина
Анатомічна особливість вуха	Вже сформована	Формування окремих елементів вуха триває до 10–15 років
Можливість співпраці	Досить висока	Слабо розвинена. Залежить: від рівня соціалізації; позитивного або негативного досвіду, проведення медичних процедур
Уважність	Досить висока	Стрімко змінюється. Діти швидко втомлюються, не завжди виконують усі маніпуляції під час слухопротезування
Реакції слуху	Точні	Слабо розвинене сприйняття звуків. Реакції слуху приблизні
Фізичний і психічний розвиток	Норма за віком	Варіюється в залежності від індивідуальних особливостей

Сурдопедагог допомагає дітям з особливостями розвитку слуху та мовлення. Його кабінет оснащений сучасним обладнанням, за допомогою якого можна виявити приглухуватість з перших днів життя малюка. Однією з найбільш яскраво виражених особливостей у дітей із порушеннями слуху — обмежене розуміння мови. Експресивна мова характеризується особливостями: запас слів обмежений, відрізняється дифузністю, розширеністю та неточністю їхніх значень. У граматиці відзначаються більш-менш грубі порушення (від однослівної пропозиції до розгорнутої фрази, з помилками у відмінкових погодженнях, вживанні прийменників). При ефективній педагогічній роботі завдяки слуховим тренуванням при використанні звукопідсилювальної апаратури розвивається слухове сприйняття глухими дітьми мови на слух. В результаті у дитини накопичується мовний досвід і вона отримує можливість навчитися користуватися словесною мовою у спілкуванні.

А далі дефектолог розробить індивідуальний курс занять, щоб навчити дитину правильно слухати й розмовляти. Спеціальне навчання передбачає роботу на індивідуальних та музично-ритмічних заняттях під час проведення фонетичних зарядок, а також у спеціальному слуховому кабінеті з використанням технічних засобів. У процесі навчання використовуються різноманітні способи постановки звуків, голосу та дихання. Наприклад, опора на тактильно-вібраційні відчуття, на основі слуху та зору, наслідування мови вчителя.

Програма розвитку глухих дітей дошкільного віку націлена на розв'язання таких основних завдань:

— формування та розвиток сенсорних систем, їхнє ефективне використання при забезпеченні й активізації пізнавально-когнітивної діяльності дитини;

— спрямованість навчально-виховного процесу на застосування технологій компенсуючого типу, які здатні забезпечити розвиток глухої дитини, використати її потенційні можливості для саморозвитку вже в ранньому та дошкільному дитинстві з проєкцією на подальшу креативно-пізнавальну діяльність;

— реалізація міжпредметних зв'язків при доборі матеріалу розвивального, пізнавального, виховного та мовленнєвого характеру;

— забезпечення інтелектуального розвитку, в тому числі наочно-дійового, наочно-образного, логічного (абстрактного) мислення, інших психічних процесів (сприймання, уяви, пам'яті) на домовленнєвому рівні, активізація домовленнєвого розвитку психічних процесів;

— забезпечення інтелектуального розвитку на мовленнєвому рівні (спочатку в умовах обмеженого володіння мовленням з використанням окремих слів, словосполучень, коротких речень, а далі розгорнутого фразового та зв'язного мовлення);

— формування та розвиток мовлення, починаючи з немовлячого віку (а якщо цей період було упущено, то повторення етапів становлення мовлення в будь-якому віці, якщо дитина ще ним не оволоділа);

— забезпечення діяльнісного підходу у формуванні особистості дитини, її соціалізації та інтеграції.

3.2. Методика виконання роботи, етапи виконання

Перелік навчальних практичних завдань, які необхідно виконати під час практичного заняття. Визначення психомовного розвитку дитини у залежності від віку:

Від народження до 3 міс.

- Дитина слідкує очима за звуками.
- Реагує на зміну інтонації голосу мами.
- Помічає іграшки, що видають звуки.
- Звертає увагу на музику.
- Починає видавати багато різних мовленнєвих звуків, зокрема, «П», «Б», «М».

● Сміється.

● Лопоче, коли схвильована або незадоволена.

● Видає булькітливі звуки, коли одна або грається із кимось.

Від 4 до 6 міс.

- Дитина слідкує очима за звуками.
- Реагує на зміну інтонації голосу мами.
- Помічає іграшки, що видають звуки.
- Звертає увагу на музику.
- Починає видавати багато різних мовленнєвих звуків, зокрема, «П», «Б», «М».

● Сміється.

● Лопоче, коли схвильована або незадоволена.

● Видає булькітливі звуки, коли одна або грається із кимось.

Від 7 міс. до 1 року

- Дитині подобається гратися в ігри, де треба орієнтуватися на звуки, наприклад, затуляти очі та шукати когось, хто плескає у долоні.

- Повертається та дивиться у бік звуків.
- Прислухається до розмов.
- Розуміє прості назви предметів, на кшталт «чашка», «сік», «зайчик», «бабуся», «машина».
- Йде, коли їй говорять «йди до мене».
- Намагається вимовити прості слова «мама», «тато», «бі-бі», «ав-ав», «баба» тощо.
- Звуками привертає до себе увагу.

1–2 роки

- Дитина вже знає декілька частин тіла і може на них показати, якщо просять.
- Виконує прості прохання, на кшталт «принеси м'ячик», «покажи, де твоє взуття».
- Дитині подобається слухати казки, віршики, пісні.
- Показує пальчиком на малюнках на звірят або предмети.
- Постійно заучує нові слова.
- Ставить прості питання, наприклад, «де тато?», «кошенятко хоче їсти?».
- Вміє вітатись і прощатися.
- Нормально вимовляє слова, що починаються із приголосних звуків.

2–3 роки

- Дитина знає назви більшості предметів, що оточують її дома.
- Будує речення мінімум з трьох слів.
- Активно використовує звуки «К», «Г», «Ф», «Т», «Н».
- Говорить так, що її можуть зрозуміти члени сім'ї та друзі.
- Називає об'єкти, щоб поставити питання про них.

3–4 роки

- Дитина вас чує з іншої кімнати.
- Слухає відео та пісні по телевізору, на смартфоні / планшеті з нормальним (не підвищеним) рівнем гучності.
- Може відповісти на прості питання «Хто це?», «Де?», «Коли?», «Якого кольору?», «Чому?» тощо.
- Засвоює поняття «один» та «багато»..
- Коротко розповідає, що було в дитсадку, на дитячому майданчику, у гостях.
- Будує речення мінімум з чотирьох слів.
- Повторює за дорослими слова.

4–5 років

- Дитина уважно слухає короткі казки або оповідання та відповідає на питання по них.
- Слухає та чує більшість розповідей, які виникають дома та в садочку.
- Будує речення, в яких є дрібні деталі.
- Розповідає історії.
- Легко спілкується з іншими дітьми та дорослими.
- Правильно вимовляє більшість звуків.
- Намагається римувати слова.
- Може назвати хоча б невелику кількість букв та цифр.

3.3. Вимоги до результатів роботи з даної теми

1. Визначте схему та результати обстеження нечуючої ранооглухлої дитини.
2. Визначте схему та результати обстеження слабочуючої дитини, яка володіє відносно розвиненим мовленням з невеликими недоліками.

3.4. Тестові завдання для самоконтролю оволодіння знаннями, вміннями, навичками

1. Чому розвинення слуху таке важливе, особливо для дітей до 5 років життя?
 - A. До 5 років розвивається вестибулярний апарат
 - B. До 5 років розвивається кохлеарний апарат
 - C. До 5 років розвивається отолітовий апарат
 - D. До 5 років розвивається центр слуху
 - E. До 5 років розвивається центр мови
2. За допомогою якого методу виконують скринінг слуху у немовлят?
 - A. Аудиометрія
 - B. Імпедансометрія
 - C. Отоакустична емісія
 - D. КСВП
 - E. МРТ головного мозку

3. Що мінімально повинна робити дитина від народження до 3 міс.?

A. Слідкує очима за звуками, видає булькітливі звуки

B. Розуміє прості назви предметів, намагається вимовити прості слова

C. Виконує прості прохання, показує пальчиком на малюнках на звірят або предмети

D. Помічає іграшки, що видають звуки, реагує на голос матері

E. Будує речення мінімум з трьох слів, називає об'єкти

4. Що мінімально повинна робити дитина від 4 до 6 міс.?

A. Слідкує очима за звуками, видає булькітливі звуки

B. Розуміє прості назви предметів, намагається вимовити прості слова

C. Виконує прості прохання, показує пальчиком на малюнках на звірят або предмети

D. Помічає іграшки, що видають звуки, реагує на голос матері

E. Будує речення мінімум з трьох слів, називає об'єкти

5. Що мінімально повинна робити дитина від 7 міс. до 1 року?

A. Слідкує очима за звуками, видає булькітливі звуки

B. Розуміє прості назви предметів, намагається вимовити прості слова

C. Виконує прості прохання, показує пальчиком на малюнках на звірят або предмети

D. Помічає іграшки, що видають звуки, реагує на голос матері

E. Будує речення мінімум з трьох слів, називає об'єкти

6. Що мінімально повинна робити дитина від 1 до 2 років?

A. Слідкує очима за звуками, видає булькітливі звуки

B. Розуміє прості назви предметів, намагається вимовити прості слова

C. Виконує прості прохання, показує пальчиком на малюнках на звірят або предмети

D. Помічає іграшки, що видають звуки, реагує на голос матері

E. Будує речення мінімум з трьох слів, називає об'єкти

7. Що мінімально повинна робити дитина від 2 до 3 років?

A. Слідкує очима за звуками, видає булькітливі звуки

В. Розуміє прості назви предметів, намагається вимовити прості слова

С. Виконує прості прохання, показує пальчиком на малюнках на звірят або предмети

Д. Помічає іграшки, що видають звуки, реагує на голос матері

Е. Будує речення мінімум з трьох слів, називає об'єкти

8. Згідно з педагогічною класифікацією дітей з порушенням слуху за Р. М. Боскіс, виділяють такі групи:

А. Нечуючі ранньооглухлі

В. Нечуючі пізнооглухлі

С. Слабочуючі, які володіють розвитим мовленням

Д. Слабочуючі з глибоким недорозвиненням мовленнєвої функції

Е. Усе перераховане

9. Поведінкова аудіометрія включає такі методи обстеження, крім одного

А. Безумовно-рефлекторна аудіометрія

В. Отоакустична емісія

С. Умовно-рефлекторна аудіометрія

Д. Ігрова аудіометрія

Е. Дитяча ігрова аудіометрія

10. Об'єктивна аудіометрія включає такі методи обстеження, крім одного:

А. Реєстрація коротколатентних слухових викликаних потенціалів

В. Реєстрація викликаної отоакустичної емісії

С. Ігрова аудіометрія

Д. Реєстрація довголатентних слухових викликаних потенціалів

Е. Імпедансна аудіометрія

11. Які методи дослідження мають переважне значення для діагностики патології зовнішнього та середнього вуха?

А. Тимпанометрія, акустична рефлексометрія

В. Викликана отоакустична емісія

С. КСВП

Д. Акустична рефлексометрія, КСВП

Е. Електроністагмографія

12. Які методи дослідження мають переважне значення для діагностики патології зовнішніх волоскових клітин?

- A. Тимпанометрія, акустична рефлексометрія
- B. Викликана отоакустична емісія
- C. КСВП
- D. Акустична рефлексометрія, КСВП
- E. Електроністагнографія

13. Які методи дослідження мають переважне значення для діагностики патології внутрішніх волоскових клітин?

- A. Тимпанометрія, акустична рефлексометрія
- B. Викликана отоакустична емісія
- C. КСВП
- D. Акустична рефлексометрія, КСВП
- E. Електроністагнографія

14. Які методи дослідження мають переважне значення для діагностики патології слухового нерва та стовбуромозкових структур органа слуху?

- A. Тимпанометрія, акустична рефлексометрія
- B. Викликана отоакустична емісія
- C. КСВП
- D. Акустична рефлексометрія, КСВП;

15. Які особливості будови дитячих слухових апаратів, крім одного?

- A. Дитячі слухові апарати більш надійно влаштовані
- B. Дитячі слухові апарати повинні бути найпотужнішими
- C. Корпуси батарей у дитячих слухових апаратах захищені від несанкціонованого доступу
- D. Часто є спеціальний світлодіод, що вказує на роботу пристрою
- E. Не містять будь-яких можливих алергенів або шкідливих хімічних речовин

16. Що не треба робити, щоб привчити дитину носити слуховий апарат?

- A. Надягати слухові апарати на дитину, поки вона займається веселим заняттям, під час якого буде менше інтересу їх витягувати або знімати

В. Надягти м'яку пов'язку на голову, яку можна закріпити на слухових апаратах

С. Сварити дитину, якщо вона знімає слуховий апарат

Д. Використовувати спеціальні затискачі, щоб прикріпити слухові апарати до одягу дитини

Е. Щоденно перевіряти слуховий апарат і батарею

17. Що включає комплекс реабілітації дітей після слухопротезування?

А. Пристосування до звучання, яке відтворює слуховий апарат

В. Формування та покращення соціальних функцій та навичок

С. Відновлення функцій та навичок, необхідних для нормального життя у суспільстві

Д. Формування та покращення фізичних, психічних функцій та навичок

Е. У перераховане

18. У чому особливість реабілітації дітей після слухопротезування?

А. Формування окремих елементів вуха триває до 10–15 років

В. Можливість співпраці слаборозвинена

С. Стрімко змінюється уважність

Д. Слабо розвинене сприйняття звуків

Е. Усе перелічене

19. Що повинна робити дитина від 3 до 4 років?

А. Слідкує очима за звуками, видає булькітливі звуки

В. Розуміє прості назви предметів, намагається вимовити прості слова

С. Виконує прості прохання, показує пальчиком на малюнках на звірят або предмети

Д. Слухає звук на апаратурі з нормальним рівнем гучності, коротко розповідає про події

Е. Будує речення мінімум з трьох слів, називає об'єкти

20. Що повинна робити дитина від 4 до 5 років?

А. Слідкує очима за звуками, видає булькітливі звуки

В. Чує більшість оточуючих розповідей, правильно вимовляє більшість звуків

С. Виконує прості прохання, показує пальчиком на малюнках на звірят або предмети

Д. Помічає іграшки, що видають звуки, реагує на голос матері

Е. Будує речення мінімум з трьох слів, називає об'єкти

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Стандарт медичної допомоги «Раптова і гостра сенсоневральна приглухуватість». Наказ № 2272, 1512.2022, Київ www.dec.gov.ua

2. Шевченко В. М. Реабілітація дітей з порушеннями слуху в Україні на сучасному етапі. *Вісн. Національної академії педагогічних наук України*. 2021. Т. 3 (2). С 1–6. <https://doi.org/10.37472/2707-305X-2021-3-2-8-1>

3. Освіта дітей з порушеннями слуху: сучасні тенденції та технології : навч.-метод. посіб. / Таранченко О. М., Литовченко С. В., Федоренко О. Ф. та ін. Київ : Вид-во ФОП Симоненко О. І., 2018. 250 с.

Додаткова

1. Литовченко С. В., Жук В. В., Таранченко О. М. Дитина з порушенням слуху. Харків : Вид-во «Ранок», ВГ «Кенгуру», 2018. 56 с.

Практичне заняття № 15. СУТНІСТЬ КОХЛЕАРНОЇ ТА СТОВБУРОМОЗКОВОЇ ІМПЛАНТАЦІЇ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ

Мета. Сьогодні завдяки такому прогресивному методу слухопротезування як кохлеарна імплантація, пацієнти з глибокими порушеннями слуху можуть чути, глуха дитина або дорослий отримують можливість навчитися розуміти мову і розмовляти, а вчасно виконана імплантація створює потенційні умови для успішного розвитку і повноцінної інтеграції в суспільство. В Україні операції з кохлеарної імплантації здійснюються з 2003 р., відповідно кількість користувачів кохлеарних імплантів щороку зростає. Водночас кохлеарна імплантація — це не лише хірургічна операція, а система заходів. Їй передує важливий етап обстеження і відбору кандидатів на імплантацію, а після операції потрібна слухомовленнева реабілітація. Забезпечення здобувачів вищої освіти необхідною інформацією є однією з найважливіших умов для поширення цього високотехнологічного методу в нашій країні.

Основні поняття. Кохлеарний імплант. Стовбуромозковий імплант. Кохлеарна імплантація як різновид слухопротезування. Історія питання. Фізіологічні засади кохлеарної імплантації. Будова кохлеарних імплантів. Принцип роботи імплантів. Доцільність та принципи проведення стовбуромозкової імплантації.

Обладнання. Мультимедійні презентації, таблиці, муляжі, тренажери, відеофільми, набори інструментів, камертонів, аудіограм, томограм.

II. КОНТРОЛЬ ОПОРНИХ ЗНАНЬ

2.1. Загальні цілі

Студенту потрібно знати:

- показання та протипоказання до кохлеарної імплантації;
- сутність кохлеарної імплантації;
- післяопераційну реабілітацію;
- показання, протипоказання та сутність стовбуромозкової імплантації.

На основі теоретичних знань з теми студент повинен ознайомитися та мати уявлення про етапи оперативного втручання — кохлеарного протезування (кохлеарної імплантації).

2.2. Тестові завдання для перевірки базових знань за темою заняття

1. Де розташоване кругле вікно?

- A. На медіальній стінці барабанної порожнини
- B. На задній стінці барабанної порожнини
- C. На передній стінці барабанної порожнини
- D. На верхній стінці барабанної порожнини
- E. На нижній стінці барабанної порожнини

2. Де розташований завитковий хід?

- A. У присінку лабіринту
- B. У півколових каналах
- C. Між рейснеровою, базилярною мембранами та судинною смужкою

кою

- D. У драбині присінка
- E. У драбині завитки

3. Що починається від овального вікна?

- A. Драбина завитки
- B. Завитковий хід
- C. Півколові канали
- D. Драбина присінка
- E. Водопровід завитки

4. З чим межує кругле вікно?

- A. Драбина завитки
- B. Завитковий хід
- C. Півколові канали
- D. Драбина присінка
- E. Водопровід завитки

5. Де розташований другий нейрон слухового шляху?

- A. У завитці
- B. У спинному мозку
- C. У стовбурі мозку

Д. У корі головного мозку

Е. У мозочку

6. Які є види зниження слуху?

А. Сенсоневральне

В. Кондуктивне

С. Центральне

Д. Змішане

Е. Усі відповіді вірні

7. У залежності від строку початку розвитку мови приглухуватість поділяють на:

А. Периферичну та центральну

В. Кондуктивну, сенсоневральну, змішану, постлінгвальну

С. Спадкову, уроджену, набуту

Д. Долінгвальну, перилінгвальну

Е. Гостру та хронічну

ІІІ. ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ УМІНЬ, НАВИЧОК

3.1. Зміст заняття, теоретичні аспекти

За світовою статистикою, порушення слуху є найрозповсюдженішою патологією у новонароджених. Одна-дві дитини із тисячі народжуються зі значними порушеннями слуху або глухотою, ще у 2–4 дітей спостерігається середній ступінь приглухуватості. В Україні народжується приблизно 500 тис. дітей. Із них 0,3 %, тобто 1500 немовлят, мають вроджені порушення слуху. Серед них 500 — глибоку втрату слуху.

Історична довідка. Досліди, пов'язані з електричною стимуляцією органів чуття, проводилися фізиком Алессандро Вольта. У 1790 р. він виявив, що підключення до вуха дроту з напругою 50 Вт викликає звукові відчуття. У 1961 р. американський лікар Вільям Хаус вперше створив слуховий апарат із підключенням електрода безпосередньо до равлика. Він установив його трьом пацієнтам. У 1969 р. доктор Хаус у співпраці з Джеком Урбаном створили слуховий апарат, який пацієнт міг носити. Ці апарати були одноканальними і не могли застосовуватися для розпізнавання мови, хоч і допомагали під час читання по губах. У 1970-ті роки дослідник з Мельбурнського університету (Австралія) Грем Кларк розробив багатоканальний апарат, що

стимулює равлик з різних точок. У 1978 р. жителю Мельбурна Роду Сондерсу було вперше вживлено багатоканальний кохлеарний імплант. У 1981 р. було створено компанію Cochlear, яка стала лідером кохлеарної імплантації. У грудні 1984 р. американська асоціація Food and Drug Administration (FDA) схвалила застосування австралійських кохлеарних імплантів у США, що стало початком їхнього масового застосування. Початок багатоканальної кохлеарної імплантації в Україні було покладено в 1991 р., коли після державної реєстрації кохлеарного імпланта Cochlear Nucleus CI22 було виконано дві перші кохлеарні імплантації.

Кохлеарна імплантація. Кохлеарний імплант — це електронний медичний пристрій, створений для людей з тяжким ступенем втрати слуху або повною перцептивною глухотою. Його функція полягає в перетворенні звуків на електричні імпульси, що подразнюють слуховий нерв. Таким чином, звуковий сигнал обминає завитку, а кохлеарний імплант служить як заміна нефункціонуючої завитки. Звичайні слухові апарати уловлюють звук, підсилюють його та скеровують у нормальний слуховий канал. Однак при значному ушкодженні органа слуху підсилення звуку не має жодної користі. Кохлеарний імплант долає цю перешкоду, посылаючи сигнал безпосередньо на слуховий нерв. Тобто на відміну від звичайних слухових апаратів, кохлеарні імпланти дають змогу ominути ушкоджені частини вуха. Вони уловлюють звук, обробляють його та подразнюють слуховий нерв електронними подразниками.

Кохлеарний імплант складається з зовнішньої частини — звукового процесора та внутрішньої частини — власне кохлеарного імпланта. Зовнішня частина складається із заушного звукового процесора та дроту, що підключає процесор до антени. Антена кріпиться за допомогою магніту на шкірі над внутрішньою частиною. Внутрішня частина містить приймач, який хірургічним шляхом вживляється під шкіру на скроневій кістці. Приймач містить електродну систему, що розміщується в завитці. Звуковий процесор уловлює звук та перетворює його на цифровий сигнал. Антена, прикріплена до шкіри за допомогою магніту, передає оцифрований звук з процесора до приймача імпланта.

Магнітний приймач імпланта вживляється під шкіру під антеною. Він трансформує цифрову інформацію в електронний сигнал, що подається у завитку. Електродна система вставляється до завитки. Кожний електрод матриці відповідає частоті сигналу. Слуховий нерв под-

разнюється зашифрованим сигналом, що подається на відповідний електрод. Мозок отримує звуковий сигнал, що передається по слуховому нерву.

Показання для кохлеарної імплантації:

- Двостороння глибока сенсоневральна глухота (середній поріг слухового сприйняття на частотах 0,5; 1 і 2 кГц понад 95 дБ).

- Пороги слухового сприйняття у вільному звуковому полі під час використання оптимально підібраних слухових апаратів (бінауральне слухопротезування), що перевищують 55 дБ на частотах 2–4 кГц.

- Відсутність вираженого поліпшення слухового сприйняття мови від застосування оптимально підібраних слухових апаратів при високому ступені двосторонньої сенсоневральної приглухуватості (середній поріг слухового сприйняття більше 90 дБ), принаймні після користування апаратами протягом 3–6 міс. У дітей, які перенесли менінгіт, цей проміжок може бути скорочено.

- Відсутність когнітивних проблем.

- Відсутність психологічних проблем.

- Відсутність серйозних супутніх соматичних захворювань, наприклад, гемофілії, декомпенсованого стану серцево-судинної системи тощо.

- Наявність серйозної підтримки з боку батьків та їхня готовність до тривалого післяопераційного реабілітаційного періоду занять імплантованого пацієнта з аудіологами та сурдопедагогами.

- Проведення операції при двосторонній сенсоневральній глухоті є доцільним у тих випадках, коли пацієнти дуже погано розпізнають мову, незважаючи на застосування оптимально підібраних слухових апаратів (розбірливість мови не більше 40 %).

Обмеження кохлеарної імплантації:

- Кохлеарний імплантат неефективний, якщо глухота викликана не ушкодженням або загибеллю волоскових клітин равлика, а ураженням самого слухового нерва або центральних відділів слухового аналізатора, локалізованих у стовбурі мозку та скроневих частках кори великих півкуль. Це може бути втрата слуху внаслідок невриту слухового нерва або через крововилив у мозок, який зачепив слухові центри кори.

- Кохлеарний імплантат також малоефективний або зовсім некорисний у випадках, коли равлик зазнає кальцифікації або осифікації — відкладення солей кальцію або проростання кістки. Це заважає

введенню електродів у равлик і підвищує ймовірність невдалої операції.

- Кохлеарні імплантати недостатньо ефективні у хворих, які при сенсоневральній приглухуватості тривалий час, роками, жили «в повній тиші» внаслідок того, що взагалі не носили слуховий апарат, або робили це рідко, або отримували недостатню компенсацію від користування слуховим апаратом: у цих випадках від недостатньої стимуляції поступово гинуть й атрофуються гілочки слухового нерва. Разом з тим, не можна сказати, що таким пацієнтам кохлеарні імплантати не рекомендуються — вони можуть допомогти і хворим з великою давністю глухоти. Але найбільш ефективні кохлеарні імплантати у хворих з відносно нещодавно виниклою тяжкою нейросенсорною втратою слуху або з недавнім прогресуванням приглухуватості, які раніше успішно користувалися слуховим апаратом і отримували від нього адекватну компенсацію (або мали «передісторію» нормального слуху), більш-менш соціально та професійно адаптованих, які розмовляють. У дітей, глухих від народження або оглухлих у ранньому дитинстві, кохлеарний імплантат тим ефективніший, що раніше проведено операцію.

З удосконаленням технології кохлеарної імплантації відбувається перегляд підходів до відбору кандидатів для цього втручання. Одна із тенденцій — все ширше застосовується так звана «часткова» кохлеарна імплантація, коли слух збережений лише на низьких частотах. У таких пацієнтів введення електрода в завитку здійснюється на певну глибину з подальшою стимуляцією слухового нерва.

Розширюються показання для кохлеарної імплантації у пацієнтів з поєднаними вадами розвитку, такими як із синдромом Дауна, *CHARGE*-синдромом тощо. Основним мотивом є те, що із використанням кохлеарної імплантації можлива більш якісна соціальна реабілітація вказаної групи пацієнтів, незважаючи на складну супутню патологію. Адже людина із поєднанням сліпоты та глухоти, як при *CHARGE*-синдромі, практично не має шансів на соціалізацію, тимчасом, як кохлеарні імплантати в певній мірі вирішує вказану проблему.

Також розширюються показання до кохлеарної імплантації у пацієнтів із аудиторною нейропатією. При вказаній патології відмічається порушення функції звукосприйняття за рахунок дефектів роботи безпосередньо слухового нерва. Патологія поліетіологічна, і характерним для неї симптомом є індулююча приглухуватість — непостійність виявлених порушень звукосприймання з періодичним покращенням слуху.

Одним із нових показань до кохлеарних імплантатів є «часткова» приглухуватість — тяжка втрата слуху на високих частотах при нормальному або помірно зниженому слухові на низьких. В останній роки розробляються щадні хірургічні підходи, які дають змогу зберегти залишки слуху на імплантованому вусі за рахунок малотравматичного введення імпланта у тимпанальні сходи. У пацієнтів з достатньо збереженим слухом в низькочастотному діапазоні це забезпечує більш природне сприймання мови при поєднаному використанні слухового апарата і кохлеарних імплантатів — так звана бімодальна (електроакустична) стимуляція.

Передопераційне обстеження. Насамперед, перед операцією кохлеарної імплантації проводиться аудіологічне дослідження пацієнта:

- тональна порогова аудіометрія (дослідження порогів чутності для різних звукових частот);
- акустична імпедансометрія (включаючи тимпанометрію);
- електрокохлеографія (запис слухових викликаних потенціалів);
- реєстрація викликаної отоакустичної емісії (акустичної відповіді на звукову стимуляцію);
- визначення порогів сприйняття та розпізнавання мови при корекції порушень слуху належними слуховими апаратами;
- вивчення розбірливості мови (мовна аудіометрія).

Крім аудіологічного обстеження, виконуються:

- вестибулометрія (у тому числі електроністагмографія);
- оцінюється соматичний стан;
- психічний розвиток і психічне здоров'я пацієнта, його вимова.

Інструментальні методи діагностики:

- комп'ютерна томографія;
- магнітно-резонансна томографія;
- електроенцефалографія;
- доплерографія;
- реоенцефалографія.

Базове хірургічне втручання «кохлеарна імплантація». Хірургічне втручання — кохлеарна імплантація виконується під загальним знечуленням зі штучною вентиляцією легень і триває в середньому від 1 до 2 год. У післяопераційному періоді хворому призначається ступінчаста антибіотикотерапія для запобігання гнійним ускладнен-

ням, тривалість якої сягає 7–9 днів. Пов'язка на рану накладається до її загоєння (6–7 діб), а в подальшому обходяться стерильною серветкою, яка розміщується над ділянкою імпланта під легким еластичним бандажем з періодичною обробкою завушної ділянки розчином антисептика (2 тиж.).

Після виписування із стаціонару хворий спостерігається за місцем проживання у лікаря-отоларинголога протягом 7–10 днів. Контрольний огляд отохірурга через 3–4 тиж. після втручання, перед підключенням мовного процесора. За відсутності скарг реципієнти кохлеарних імплантів не потребують додаткових оглядів отоларинголога, проте у випадках гострих захворювання верхніх дихальних шляхів ці пацієнти потребують особливої уваги.

Підходи до лікування окремих захворювань ЛОР-органів у реципієнтів кохлеарних імплантів мають свої відмінності від традиційних. У разі виникнення гострого середнього отиту у реципієнтів кохлеарних імплантів необхідно прикласти максимум зусиль, щоб уникнути нагноєння та фази «напруження» в розвитку гнійного середнього отиту, тобто запобігти накопиченню гною під тиском в барабанній порожнині. Лікування має бути комплексним і включати раннє призначення антибактеріальної терапії широкого спектру дії, перекриваючи грамнегативний спектр, топічні назальні кортикостероїди, судинозвужувальні краплі до носа або системні деконгестанти, протизапальна та відповідна симптоматична терапія. Огляд такого пацієнта має бути щоденним з метою вчасного здійснення парацентезу. При виконанні останнього слід враховувати проекцію на барабанній перетинці розміщення електрода в барабанній порожнині. Тому виконання тимпанопункції та парацентезу слід здійснювати по можливості під контролем мікроскопа у передньонижніх відділах барабанної перетинки, при цьому враховувати, що «глибина» барабанної порожнини у вказаній ділянці менша.

Можливі ускладнення. До рідкісних, але можливих ускладнень операції кохлеарної імплантації належать:

- параліч або парез (ушкодження) лицевого нерва під час та після операції;
- порушення смаку;
- вестибулярні порушення (запаморочення, нестійкість ходи, нудота, блювання);
- головні болі;
- шум у вухах;

— осифікація або кальцифікація раулика разом з імплантатом.

Післяопераційний нагляд. Для успішної імплантації також необхідно налаштувати якість звуку та інші налаштування звукового процесора та пройти процес слухової реабілітації, протягом якого дитина вчиться виявляти і тлумачити звукову інформацію, яку вона отримує.

Налаштування кохлеарних імплантів. Під час першого сеансу налаштування, аудіолог підключає звуковий процесор і пояснює принципи його функціонування дитині та її батькам. Протягом цієї консультації також визначається рівень подразнення кожного електрода, вставленого у завитку. Також коригуються інші параметри з метою оптимізації сприйняття звукової інформації. Щоб поступово покращити якість звукової інформації, протягом післяопераційного періоду (кілька місяців) проводяться сеанси налаштування. Проміжки часу між відвідинами спеціаліста поступово збільшуються, поки не вдасться досягти стабільних та оптимальних налаштувань. Після імплантації дітям слід призвичаїтися до сигналів імпланта. Навіть діти з раптовою втратою слуху сприймають сигнали імпланта не так, як вони сприймали звичайні звуки до втрати слуху. Мозок повинен звикнути до нових подразників та навчитися тлумачити їх.

Отже, слухомовні заняття надзвичайно важливі для полегшення цього звикання. Тривалість і ступінь складності такої реабілітації залежать від причини втрати слуху та тривалості часу. Так само, як сеанси налаштування звукового процесора, сеанси слухомовної реабілітації відбуваються регулярно та часто, а потім (після закінчення першого року) проміжки між ними поступово збільшуються.

Ефективність кохлеарної імплантації. Вона не виліковує глухоту або зниження слуху, а є тільки протезом для заміни слуху. Для осіб, які жили зі слухом і мовою, але втратили слух, кохлеарні імплантати можуть бути великою допомогою у відновленні функціонального розуміння мови, особливо якщо втрата слуху триває короткий період часу.

Член британського парламенту Джек Ешлі отримав кохлеарні імплантати в 1994 р. у віці 70 років після 25 років глухоти. Він каже, що не має проблем зі спілкуванням з людьми, які його знають, навіть по телефону, хоча він може мати складнощі, коли чує новий голос або при активних переговорах. Він описує звук людського голосу, який сприймає через кохлеарні імплантати, як «голос хриплого робота з ларингітом». Найсучасніші кохлеарні імплантати мають тільки 24 електроди, що розміщують над 16 000 волоскових клітин внутріш-

нього вуха, які потрібні для нормального слуху. Для ще більшого підвищення якості звуку необхідна більша кількість електродів. Дорослі, які вирости нечуючими, зазвичай вважають кохлеарні імплантати неефективними або подразливими, оскільки їхній мозок нездатний інтерпретувати звуки після довгого періоду глухоти. У деяких нечуючих осіб, які постійно використовують слухові апарати і вміють «читати по губах», Кохлеарні імплантати ефективніші, бо слухові апарати підтримували функціонування слухового аналізатора.

У немовлят і дітей до підліткового віку можна отримати різні результати. Майже все залежить від інтенсивності та постійності постімплантаційної терапії.

Стовбуромозкова слухова імплантація — це метод відновлення слуху у глухих пацієнтів, яким неможливе або недоцільне проведення операції кохлеарної імплантації. До цих пацієнтів належать:

- діти та дорослі з повною або значною осифікацією завитки;
- діти та дорослі, у яких ушкоджені слухові нерви (після видалення пухлини при двосторонній невриномі слухового нерва, внаслідок черепно-мозкової травми);
- діти, у яких відсутні (аплазія) або значно недорозвинені равлик та/або слуховий нерв;
- частина дітей зі слуховою нейропатією.

Для таких пацієнтів розроблено стовбуромозковий слуховий імплант (СМСІ, auditory brainstem implant — АВІ). На відміну від кохлеарного імпланта СМСІ впроваджується не у завитку, а в підкіркові центри стовбура мозку (кохлеарні ядра). Зовнішня частина СМСІ така сама, як у кохлеарних імплантатів. Внутрішня частина загалом також подібна, але відрізняється формою носія електродів.

Історія стовбуромозкової слухової імплантації. У 1979 р. розроблений перший СМСІ в Інституті вуха (США) для пацієнта, у якого були ушкоджені слухові нерви при видаленні пухлин, що утворилися на цих нервах (нейрофіброматоз 2-го типу). У 1992 р. почали проводити операції з серійно виробленими СМСІ пацієнтам з нейрофіброматозом 2-го типу, у яких ушкоджувалися слухові нерви при видаленні пухлин, а в 1997 р. у Європі дозволено проводити операції стовбуромозкової слухової імплантації дітям з ушкодженими слуховими нервами або аномалією / осифікацією равлика. У США першу операцію із СМСІ трирічній дитині з аномалією равлика провели у 2013 р. після неефективної кохлеарної імплантації.

Етапи стовбуромозкової слухової імплантації. Стовбуромозкова слухова імплантація складається з трьох етапів, як і кохлеарна імплантація. Передопераційне діагностичне обстеження аналогічне, але з обов'язковим МРТ завитки та мозку в ділянці мосто-мозочкового кута. Проводиться в нейрохірургічному стаціонарі та центрі кохлеарної імплантації. Нейрохірургічну операцію стовбуромозкової імплантації виконують під загальним наркозом у нейрохірургічному стаціонарі. Класичний ретросигмоподібний доступ у положенні лежачи на спині. Правильне розміщення електродів на поверхні ядер завитки підтверджується КСВП. За відсутності КСВП електроди переміщують. Операція триває кілька годин, після втручання пацієнт перебуває у стаціонарі під наглядом лікарів 2–3 тиж.

Активация відбувається на 40–60-й день після операції з ЕКГ-моніторингом у присутності лікаря через можливість побічних ефектів (ризик стимуляції інших нервових структур стовбура мозку). Програмування ґрунтується на спостереженні за поведінкою, зоровому підкріпленні та умовнорефлекторних реакціях. Як об'єктивний показник використовуються інтра- та післяопераційні КСВП. Післяопераційна слухомовна реабілітація проводиться аналогічно кохлеарній імплантації у центрі кохлеарної імплантації, але повільніше налаштовують процесор, пацієнти повільніше адаптуються до нових слухових відчуттів.

Результати стовбуромозкової слухової імплантації. У користувачів СМСІ більш обмежені можливості відновлення / розвитку слухового сприйняття, ніж у пацієнтів із кохлеарними імплантатами. Близько 90 % користувачів мають слухові відчуття за допомогою СМСІ. Більшість пацієнтів із СМСІ спостерігається поліпшення розбірливості мови під час читання з губ.

У дітей полегшуються орієнтація у навколишньому середовищі та розвиток мови завдяки тому, що вони чують побутові звуки, голоси людей, свій голос. Частина дітей можуть навчитися розуміти мову на слух і добре говорити.

Результати стовбуромозкової слухової імплантації залежать від причини втрати слуху, віку пацієнта на момент операції, розташування електродів у кохлеарних ядрах і кількості активованих електродів, методики реабілітації та інших факторів.

3.2. Методика виконання роботи, етапи виконання

Перелік навчальних практичних завдань, які необхідно виконати під час практичного заняття, та етапи оперативного втручання — кохлеарного протезування (кохлеарної імплантації):

1. Розтин шкіри та м'яких тканин у заушній ділянці, оголення соскоподібного відростка та формування «кишені» для розміщення імпланта.

2. Антромастоїдектомія виконується за класичними принципами. Основні клітини соскоподібного відростка видаляються, включаючи дрібні клітини вздовж кортикального шару задньої стінки зовнішнього слухового ходу, що дає змогу отримати достатній візуальний контроль при виконанні задньої тимпанотомії та формуванні кохлеостоми.

3. Етап задньої тимпанотомії. Вона виконується в типовому місці алмазною фрезою (діаметр — 2–1,5 мм) до візуалізації ніші круглого вікна, задніх відділів промонторіума та коваделко-стремінцевого суглоба зі стремінцевим сухожилком.

4. Формування ложа імпланта. В залежності від моделі імпланта, ложе для його встановлення має свої особливості. Якщо раніше імпланти потребували глибокого ложа для надійної їхньої фіксації (інколи навіть з оголенням твердої мозкової оболонки), то сьогодні провідні виробники кохлеарних імплантів дотримуються тенденції зменшення їхньої товщини. Це особливо актуально у дітей молодшого віку, коли товщина кістки 3–4 мм. У виключних випадках імплант може бути встановленим на «кістковий острівець».

5. Формування доступу до завитки виконується з таким розрахунком, щоб створити умови для найменш травматично введення електрода в тимпанальні сходи. Існує два шляхи доступу до внутрішнього вуха: через кругле вікно та через кохлеостому — отвір у завитковий хід в ділянці промонторіума. Для оптимального формування кохлеостоми важливе значення має уявлення про товщину кістки в цій ділянці та уявлення про необхідний напрямок формування ходу в ній.

6. Одним із найбільш складних і важливих етапів кохлеарної імплантації є введення активного електрода в завитку. Якщо раніше критерієм успішно виконаного втручання був факт введення електродної решітки в завитковий хід, то нині доведено переваги ощадливого введення електрода саме в тимпанальні сходи за принципами “Soft”-хірургії (Adunka et al., 2009; Briggs et al., 2006). При цьому існує чітка кореляція післяопераційних результатів зі ступенем ощадливого (атравматичного) виконання цього етапу операції (Briggs et al., 2005).

Зважаючи на різну конфігурацію електродних решіток, кожна з них має певні переваги та призначення (Coordes et al., 2013). Прямий електрод відрізняється своєю гнучкістю, він легко «прилаштовується» до конфігурації завитки, і таким чином при обережному введенні без прикладання надмірного зусилля забезпечує уникнення травмування структур завитки (Briggs et al., 2005). Необхідно відмітити, що вибір оптимального напрямку введення електродів у завитку, який відповідає напрямку ходу основної завитки, сприяє подальшому загибу електрода та його вільному просуванню в наступну завитку (Briggs et al., 2006). Особливістю електродів зі стилетом є те, що вони мають пам'ять форми, що забезпечує максимальне наближення окремих електродів до закінчень слухового нерва, а отже, і найменший опір при передачі електричних імпульсів. Особлива їхня перевага при використанні у пацієнтів після менінгіту з можливим фіброзуванням просвіту завиткового каналу. Для введення “Split” електродної решітки формуються дві кохлеостоми, як правило, у першій та другій завитці відповідно. Після введення активного електрода в завитку, референтний електрод, якщо він передбачений у даній моделі імплантата, розташовується під періостом у скроневої ділянці.

7. Для контролю введення електродів у завитку під час операції проводиться реєстрація стапедіального рефлексу — візуалізація скорочення стапедіального м'яза у відповідь на електричну стимуляцію. Також виконується інтраопераційне тестування імплантата і відповідей слухового нерва на тестові імпульси — NRT або ART. Вказані заходи надають можливість переконатись у правильності введення імплантата та визначити орієнтовний комфортний рівень стимулів для першого налаштування імплантата.

8. На заключному етапі електроди і приймач надійно закріплюються в сформованому кістковому ложі, розріз шкіри за вухом зашивається пошарово з перекриванням імплантата періостом та фасцією.

3.3. Вимоги до результатів роботи з даної теми

1. Складіть таблицю показань і протипоказань до кохлеарної імплантації.

2. Складіть таблицю показань і протипоказань до стовбуромозкової слухової імплантації.

3.4. Тестові завдання для самоконтролю оволодіння знаннями, вміннями, навичками

1. Хто вперше створив слуховий апарат?

- A. Евальд
- B. Роллер
- C. Бехтерев
- D. Вільям Хаус
- E. Ганзен

2. У чому полягає функція кохлеарного імпланта?

- A. Перетворення звуків на електричні імпульси, що подразнюють слуховий нерв
- B. Перетворення електричних імпульсів на звуки, що подразнюють слуховий нерв
- C. Перетворення коливань барабанної перетинки на звуки, що подразнюють слуховий нерв
- D. Перетворення зміщення ендолімфи на звуки, що подразнюють слуховий нерв
- E. Перетворення звуків на механічні коливання рідин внутрішнього вуха, що подразнюють слуховий нерв

3. Які є частини кохлеарного імпланта?

- A. Ненатягнута та натягнута частини
- B. Передня і задня частини
- C. Верхня і нижня частини
- D. Зовнішня та внутрішня частини
- E. Усе перелічене

4. Зовнішня частина кохлеарного імпланта включає:

- A. Завушний звуковий процесор
- B. Дріт
- C. Антена
- D. Магніт
- E. Усе перелічене

5. Внутрішня частина кохлеарного імпланта включає:

- A. Завушний звуковий процесор
- B. Дріт
- C. Антена
- D. Магніт
- E. Приймач з електродною системою

6. Перелічте етапи трансформації звуку на електричні імпульси кохлеарного імпланта:

А. Звуковий процесор уловлює звук та перетворює його на цифровий сигнал

В. Антена передає оцифрований звук з процесора до приймача імпланта

С. Магнітний приймач трансформує цифрову інформацію в електронний сигнал, що подається до завитки

Д. Слуховий нерв подразнюється зашифрованим сигналом, що подається електродною системою, яка вставлена у завитку

Е. Усе перелічене

7. Симптоми, що можуть спостерігатися при переломі задньої кісткової стінки слухового проходу:

А. Різка глухота, кровотеча з вуха

В. Біль при жуванні, кровотеча з вуха

С. Біль при жуванні, зниження слуху, висока температура

Д. Параліч лицевого нерва, ушкодження сигмоподібного синуса з наступною кровотечею

Е. Запаморочення

8. Що не належить до показань щодо кохлеарної імплантації?

А. Двостороння глибока сенсоневральна глухота (середній поріг слухового сприйняття частотах 0,5; 1 і 2 кГц понад 95 дБ)

В. Пороги слухового сприйняття у вільному звуковому полі під час використання оптимально підібраних слухових апаратів (бінауральне слухопротезування), що перевищують 55 дБ на частотах 2–4 кГц

С. Відсутність вираженого поліпшення слухового сприйняття мови від застосування оптимально підібраних слухових апаратів при високому ступені двосторонньої сенсоневральної приглухуватості (середній поріг слухового сприйняття більше 90 дБ), принаймні після користування апаратами протягом 3–6 міс.

Д. Наявність когнітивних проблем

Е. Відсутність психологічних проблем

9. За яких умов кохлеарна імплантація буде неефективна?

А. Глухота викликана не пошкодженням або загибеллю волоскових клітин завитки, а ураженням самого слухового нерва або центра-

льних відділів слухового аналізатора, локалізованих у стовбурі мозку та скроневих частках кори великих півкуль

В. Завитка кальцифікована або осифікована

С. У дорослих хворих, які при сенсоневральній приглухуватості взагалі не носили слуховий апарат

Д. При відсутності серйозної підтримки з боку батьків та їхньої готовності до тривалого післяопераційного реабілітаційного періоду занять імплантованого пацієнта з аудіологами та сурдопедагогами

Е. Усе перелічене

10. Виберіть з переліченого, коли кохлеарна імплантація абсолютно протипоказана:

А. Слух збережений лише на низьких частотах

В. Синдром Дауна

С. Аудиторна нейропатія

Д. Важка втрата слуху на високих частотах при нормальному чи помірно зниженому слуху на низьких

Е. Осифікація завитки

11. Які методи дослідження виконуються перед кохлеарною імплантацією?

А. Тональна порогова аудіометрія

В. Акустична імпедансометрія

С. Визначення порогів сприйняття та розпізнавання мови при корекції порушень слуху належними слуховими апаратами

Д. Мовна аудіометрія

Е. Усе перелічене

12. Які методи дослідження не виконуються перед кохлеарною імплантацією?

А. Вестибулометрія

В. Оцінка соматичного стану

С. Оцінка психічного розвитку і психічного здоров'я пацієнта, його вимови

Д. Остеосцинтиграфія

Е. КТ, МРТ, ЕЕГ, РЕГ, ДГ черепа

13. Які заходи передбачені у післяопераційному періоді кохлеарної імплантації?

- A. Ступінчаста антибіотикотерапія
- B. Перев'язки
- C. Спостереження лікаря-отоларинголога за місцем проживання
- D. Контрольний огляд отохірурга через 3–4 тиж. після втручання перед підключенням мовного процесора
- E. Усе перелічене.

14. У разі виникнення гострого гнійного отиту після кохлеарної імплантації де раціонально виконувати парацентез барабанної перетинки під контролем мікроскопа?

- A. У задньоверхньому квадранті
- B. У задньонижньому квадранті
- C. У передньоверхньому квадранті
- D. У передньонижньому квадранті
- E. У ненатягнутому відділі барабанної перетинки

15. Які ускладнення можуть виникати після операції кохлеарної імплантації?

- A. Параліч або парез (ушкодження) лицевого нерва
- B. Вестибулярні порушення
- C. Шум у вухах
- D. Осифікація або кальцифікація завитки разом з імплантатом
- E. Усе перелічене

16. Що таке стовбуромозкова імплантація?

- A. Вид імплантації, під час якого електроди вводяться в підкіркові центри стовбура мозку (кохлеарні ядра)
- B. Вид імплантації, під час якого електроди вводяться в кіркові центри стовбура мозку (звивина Гешля)
- C. Вид імплантації, під час якого електроди вводяться у перший нейрон слухового шляху (*ganglion spiralis*) у стрижні
- D. Вид імплантації, під час якого електроди вводяться в кортіїв орган
- E. Усе перелічене

17. Де проводиться операція стовбуромозкової імплантації?

- A. В отоларингологічному відділенні

- В. У відділенні інтенсивної терапії
- С. У хірургічному відділенні
- Д. У нейрохірургічному відділенні
- Е. У неврологічному відділенні

18. Від чого залежать результати стовбуромозкової слухової імплантації?

- А. Від причини втрати слуху
- В. Від віку пацієнта на момент операції
- С. Від розташування електродів у кохлеарних ядрах та кількості активованих електродів
- Д. Від методики реабілітації
- Е. Усе перелічене

Питання для контролю

1. Історія розвитку кохлеарної імплантації.
2. Принципи будови кохлеарного імпланта.
3. Принципи дії кохлеарного імпланта.
4. Показання до кохлеарної імплантації.
5. Обмеження кохлеарної імплантації.
6. Показання до часткової кохлеарної імплантації.
7. Передопераційне обстеження до кохлеарної імплантації.
8. Етапи операції кохлеарної імплантації.
9. Післяопераційне ведення пацієнтів після кохлеарної імплантації.
10. Можливі ускладнення кохлеарної імплантації.
11. Як відбувається налаштування кохлеарних імплантів?
12. Реабілітація після кохлеарної імплантації.
13. Що таке стовбуромозкова слухова імплантація?
14. Етапи стовбуромозкової слухової імплантації.
15. Післяопераційне ведення та результати стовбуромозкової слухової імплантації.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Кохлеарна імплантація: особливості та ускладнення / Березнюк В. В., Ковтуненко О. В., Березнюк І. В., Зайцев А. В. *Оториноларингологія*. 2023. № 1–2 (6). С. 15–23.

2. Шевченко В. М. Кохлеарна імплантація та реабілітація осіб з кохлеарними імплантами : навч.-метод. посіб. Київ, 2021. 112 с.

3. Panchenko T. Modern methods of surgical hearing prosthesis. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series «Medicine»*. 2022. Vol. 44. P. 108–118.

Додаткова

1. Освіта дітей з порушеннями слуху : сучасні тенденції та технології : навч.-метод. посіб. / Таранченко О. М., Литовченко С. В., Федоренко О. Ф. та ін. Київ : Вид-во ФОП Симоненко О. І., 2018. 250 с.

2. W. Paul Flint, Bruce H. Haughey FACS and et. Cummings Otolaryngology : Head and Neck Surgery. Elsevier, 2020. P. 3568.

Інформаційні ресурси

1. <http://moz.gov.ua/> — Міністерство охорони здоров'я України

2. <http://www.ama-assn.org/> — Американська медична асоціація / American Medical Association

3. <http://www.who.int/> — Всесвітня організація охорони здоров'я

5. <http://www.dec.gov.ua/mtd/home/> — Державний експертний центр МОЗ України

6. <http://bma.org.uk/> — Британська медична асоціація

7. <http://www.gmc-uk.org/> — GeneralMedicalCouncil(GMC)

8. <http://www.bundesaerztekammer.de/> — Німецька медична асоціація

ЗМІСТ

План практичного заняття.....	3
<i>Практичне заняття № 1. Клінічна анатомія зовнішнього та середнього вуха</i>	<i>4</i>
<i>Практичне заняття № 2. Клінічна анатомія внутрішнього вуха та завитки.....</i>	<i>25</i>
<i>Практичне заняття № 3. Виникнення звуків, їхні основні характеристики</i>	<i>39</i>
<i>Практичне заняття № 4. Фізіологія слухової системи</i>	<i>53</i>
<i>Практичне заняття № 5. Розвиток слухової системи людини в онтогенезі. Класифікація порушень слуху</i>	<i>68</i>
<i>Практичне заняття № 6. Суб'єктивні методи оцінки слуху</i>	<i>82</i>
<i>Практичне заняття № 7. Аудиометрія</i>	<i>96</i>
<i>Практичне заняття № 8. Імпедансометрія.....</i>	<i>119</i>
<i>Практичне заняття № 9. Об'єктивні методи оцінки слуху.....</i>	<i>137</i>
<i>Практичне заняття № 10. Слухові викликані потенціали мозку</i>	<i>150</i>
<i>Практичне заняття № 11. Причини розладів слуху.</i>	<i>170</i>
<i>Практичне заняття № 12. Слухові апарати. Вушний вкладиш</i>	<i>190</i>
<i>Практичне заняття № 13. Загальні принципи слухопротезування</i>	<i>211</i>
<i>Практичне заняття № 14. Особливості слухопротезування у дітей</i>	<i>230</i>
<i>Практичне заняття № 15. Сутність кохлеарної та стовбуромозкової імплантації.....</i>	<i>247</i>

ДЛЯ ПОДАТОК

Навчальне видання

**СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СЛУХУ
ТА СЛУХОПРОТЕЗУВАННЯ**

Методичні рекомендації для підготовки до практичних занять

Розробники:

**Пухлік Сергій Михайлович, Тігаренко Ольга Валентинівна,
Дєдикова Ірина Володимирівна,
Добронравова Ірина Володимирівна**

Електронне видання

Формат 60x84/16. Ум.-друк. арк. 15,41. Тираж 1 пр. Зам. 2840

Одеський національний медичний університет
65082, Одеса, Валіховський пров., 2.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 668 від 13.11.2001.
e-mail: office@onmedu.edu.ua тел: (048) 723-42-49 факс: (048) 723-22-15

