

Лекція 18.11.2020 р. Види та характеристики слухових апаратів

Слуховий апарат – медичний прилад основним завданням якого є коректування вади слуху (або в деяких випадках майже повну його відсутність). За допомогою сучасних методів підсилення та обробки сигналів можна досягти майже ідеальної корекції слуху. Головна задача слухових апаратів, це підсилення звукового сигналу, але на етапі проектування розробник стикається з ускладненнями, які вже не відносяться до головних особливостей типових пристроїв підсилювання звуку. Перш за все вони пов'язані з безпекою пацієнта. В залежності від типу дії слухового апарату небезпеки можуть дещо різнитися, але принцип їх усунення в більшості випадків можна узагальнити.

Не заглиблюючись в складну теорію причин втрати слуху інженеру проектувальнику слухових апаратів необхідно досконало знати принципи підтримання слухової функції людини. Розглянемо декілька основних типів втрати слуху у пацієнтів:

- втрата слуху за верхніми частотами,
- втрата слуху за нижніми частотами,
- втрата слуху за середніми частотами,
- загальне зниження слуху за всіма частотами

і комбіновані види, які поєднують два чи більше типи. З цього переліку можливо зробити висновок, що основними параметрами якими повинен керуватися інженер-проектувальник, при створенні слухового апарату це звуковий тиск (або гучність) і частотні характеристики.

Для визначення типу втрати слуху використовують аудіометрію.

В результаті аудіометрії формується таблиця мінімальних рівнів сприйняття тональних сигналів. Поріг сприйняття визначаються на частотах 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 і 8000 Гц і можуть приймати значення від -10 до 120 дБ. Для визначення ступеня приглухуватості враховуються усереднені значення порогів звукосприйняття на чотирьох частотах: 500, 1000, 2000, 4000 Гц. Виходячи з цієї класифікації, нормальним слухом вважається слух при порогах чутності на мовних частотах, що не перевищують 10 дБ. Легке порушення слуху реєструють при порогах чутності 10 -25 дБ. Втрата слуху понад 90 дБ визначається як глухота.

Виділяють 4 ступені туговухості

I ступінь - зниження слуху в межах 26-40 дБ (людина з такою втратою слуху насилу розпізнає тиху мову і бесіди, але справляється в тихій обстановці;

II ступінь - 41-55 дБ (труднощі в розумінні бесіди, особливо коли присутній шум на задньому плані. Підвищена гучність необхідна для ТВ і радіо);

III ступінь - 56-70 дБ (значно зачеплена чистота мови; мова повинна бути гучною, можливі труднощі при груповій бесіді);

IV ступінь - 71-90 дБ (значна втрата слуху - пацієнти не чує нормальну розмовну мову, труднощі при розпізнаванні навіть гучного мовлення, здатний розуміти крик і перебільшено чітку і гучну мову).

Ще декілька років тому лікарі мали змогу запропонувати тільки так звані аналогові апарати з лінійною обробкою звуку, які робили звуки гучними, але інколи втрачалися невловимі, однак дуже важливі високочастотні звуки, що погіршувало розбірливість мовлення оточуючих людей.

Сьогодні тенденції створення слухових апаратів змінилися. Розширюються їхні можливості — апарати стали програмованими, вони мають цифрову настройку та цифрову обробку звуку, такі апарати стали нелінійними, багатоканальними та автоматичними.

Сучасні слухові апарати розрізняються за місцем носіння і за способом обробки сигналу в підсилювачі.

Класифікація слухових апаратів

В загальному за **принципом дії** слухові апарати поділяються на слухові апарати повітряного звукопроникнення і слухові апарати кісткового звукопроникнення. В свою чергу апарати повітряного звукопроникнення поділяються на внутрішньо-вушні, заушні, кармані. Апарати кісткового звукопроникнення поділяються на апарати з контактним випромінювачем (щільне притискання випромінювача до шкіри), окулярні (випромінювачі вмонтовано в оправу окулярів) і штифтові (коли в кістку імплантований спеціальний випромінювач (штифт)).

Основні небезпеки слухових апаратів повітряного звукопроникнення.

В слухових апаратах повітряного звукопроникнення використовується звична для всіх звукова мембрана, яка чинить повітряний тиск на барабанну перетинку вуха людини. Зазвичай слухові апарати, відрізняються від типових звуковипромінювачей (телефонів) для людей зі здоровим слухом. Першою відмінністю є те, що в телефонах значно вищий параметр звукового тиску який вимірюється в db/mw (децибел на міліват) або Па/Мв (паскаль на міліват). В сучасних телефонах цей показник сягає 130 db/mW, на відміну від класичних 100 db/mW, що в паскалях майже в 30 разів більше. Це досягається спеціальним типом звукових мембран-п'єзо-електричних, на відміну від мембран які працюють на індуктивному принципі (класичні динамічні головки). Завдяки цьому збільшується енергоефективність, але значно спотворюється вихідна частотна характеристика такого випромінювача (зазвичай значний завал на високих частотах).

Тому для вирішення цієї проблеми розробнику медичних слухових апаратів необхідно забезпечити рівномірну частотну характеристику на всьому діапазоні пропускання частот. В сучасних апаратах використовується не тільки цей принцип. В медичних слухових апаратах застосовується система еквалізації для підлаштування частотної характеристики безпосередньо до потреб пацієнта, таким чином досягається максимально

чітка і точна передача звуку до пацієнта і ризик більшої втрати слуху різко зменшується.

Наступний ризик пов'язаний з матеріалами з яких виготовлений слуховий апарат, а особливо запчастини які вставляються в ушний канал. Перш за все для тіла людини всі вкладиші і запчастини, це предмети, на які реагує імунітет, як на сторонні тіла і намагається їх позбутися. У зв'язку з цим можуть виникати запалення, та надмірні відкладання вушної сірки. Це особливо актуально для слухових апаратів, тому що із за насиченого графіку пацієнти не мають змоги часто знімати апарати і чистити вушні канали. З цього впливає наступний ризик інфікування вушних каналів.

Запалення вушних каналів дуже небезпечне ускладнення при носінні слухових апаратів, адже перенесення вушної інфекції може ще більше знизити слух у пацієнта тому для вирішення даної небезпеки необхідно використовувати запчастини з біоінертних або біотолерантних матеріалів, які не викликають подразнень шкіри. Зазвичай з цією метою для вкладишів використовується біоінертний силікон, а в конструкціях телефонів передбачено отвір для провітрювання вушного каналу. Корпуси виготовляються з медичного пластику, а фарби не повинні бути перевірені та затверджені медичними стандартами.

Основні небезпеки слухових апаратів кісткового звукопроникнення.

Слухові апарати, які працюють за принципом кісткового звукопроникнення є більш безпечними, ніж апарати зі звуковою мембраною. Вони не мають ризику пошкодити барабанну перетинку вуха через те, що звук передається напряму к внутрішньому вуху через тверді тканини організму(кістки). Це говорить про те, що барабанна перетинка залишається еластичною і відсутній ризик запалення та забруднення вушного каналу, через відсутність внутрішньо-вушних елементів. Але в слухових апаратах кісткового звукопроникнення, дуже важлива віброізоляція, адже звук передається саме за рахунок вібрації. І тому виникає ризик руйнування приладу через вібрацію. В результаті руйнування можуть зміщуватися запчастини і приводити до короткого замикання, в результаті прилад виходить з ладу і має шанс самозаймання. Тому для усунення даного ризику необхідно використовувати еластичні, вібростійкі матеріали, особливо важливо використовувати вібропрокладки і фіксувати стягуючі бовти компаундом, для унеможливлення їх самовідкручування. Зокрема окуляри з кістковим звуком проведенням повинні мати досить еластичну оправу, щоб не допускати мікро розтріскування скла під оправою, та уникати зміни фокусної відстані лінзи підчас вібрацій приладу.

Особлива небезпека відноситься до штифтових слухових апаратів, адже джерело вібрації імплантується безпосередньо в кістку (титановий штифт), стороннє тіло, яке очевидно викликає імунну відповідь організму. Тут можна виділити ще один ризик інфікування та відторгнення штифта організмом. Для уникнення цього ризику необхідно дуже ретельно підходити до матеріалів із яких виготовлено штифт, в цьому матеріалі не повинно бути біорезорбних і токсичних домішок, сам матеріал повинен бути повністю

біоінертним. Крім того для більш надійного зростання з кісткою, повинен бути вкритий гідроксиапатитом і мати широкувату поверхню, для міцного зростання з кісткою. Через те що матеріал із якого виготовлений штифт є твердішим за кістку, існує ризик руйнування кістки. Тому необхідно забезпечувати надійну фіксацію матеріалу в тілі. Штифт повинен мати надійний роз'єм для під'єднання в нього слухового апарату, через те що ненадійні роз'єми можуть призводити до необхідності заміни штифта, що є потенційною небезпекою для організму людини. Нижче приведена порівняльна таблиця основних типів слухових апаратів кісткового звукопроникнення

Порівняння різновидів слухових апаратів кісткового звукопроникнення

Параметр	З наголов'ям	Окуляри	Штифт
Композиція	Апарат і наголов'я	Дужки окулярів	Процесор, опора, штифт
Принцип роботи	Кісткова (тиск наголов'ям)	Кісткова (тиск дужками)	Кісткова (тиск титановим штифтом котрий вріс кістку)
Хірургічне втручання	Не потрібна	Не потрібна	Потрібна (в декілька етапів)
Час встановлення	З коробки	З коробки	Від півроку
Тиск на шкіру	Високе	Середнє	Немає
Ускладнення	Головні болі через тиск на голову та зайвих шумів	Головні болі через тиск на голову	Інфекції, пошкодження черепу, випадіння імпланта

Основні небезпеки що стосуються всіх типів слухових апаратів.

Крім того є загальні небезпеки які стосуються всіх типів слухових апаратів. Слухові апарати як медичні прилади повинні бути дуже надійними і безпечними, тому необхідно дотримуватись заходів для забезпечення безпечності приладу, для здоров'я пацієнта. Перша небезпека: вихід з ладу через недосконалу електричну схему. Оскільки слуховий апарат є електронним приладом, необхідно ретельно, та відповідально підходити до проектування електричної схеми, адже схема може використовуватись на протязі багатьох діб без перезавантажень, та вимикань, тому прилад повинен бути розрахований на безперервну роботу. В приладах не повинно бути помилок в роботі, тому що це може призвести до втрати орієнтації пацієнта в небезпечний для нього момент. Крім того, всі з'єднання і пайка повинні бути зафіксовані компаундом, через багаторазові гравітаційні навантаження приладу.

Наступна небезпека - можлива хрупкість конструкції. Очевидно, що конструкція повинна бути міцною, але цього не достатньо, адже конструкція піддається багаторазовим навантаженням і конструкція може зношуватись. Це говорить про те, що вона повинна бути еластичною, та витривалою. Для усунення можливих небезпек, необхідно приймати інженерні рішення, для зміцнення конструкції. Дуже важливим є надійність з'єднаних кріплень. Особливо важливим є уникнення випадіння вкладишів в вушний канал, адже

це може доставити багато незручностей користувачеві. Крім того дуже важливий є вологозахист, адже конструкція регулярно піддається волого-навантаженням, через те що людина пітніє, це є особливо необхідною мірою захисту, бо людський піт є провідником струму, звідси впливає наступна небезпека коротке замикання через несправну вологоізоляцію. Коротке замикання небезпечно перш за все тим, що може вийти з ладу підсилювальна схема і на мембрану буде подане велика потужність, це може травмувати мембрану вуха. Наступною небезпекою короткого замикання є займання приладу і отримання опіку. Для уникнення цього необхідно обладнувати джерела живлення захистом від короткого замикання, які будуть волого ізольовані незалежно від ізоляції приладу.

Останнім критерієм який теж є важливим при експлуатації слухового апарату є його ергономічність та приємний зовнішній вигляд. Слухові апарати дуже часто кидаються в очі, та визивають дивні погляди з боку оточуючих, тому для уникнення психічних травм пацієнта важливо, щоб слуховий апарат мав досить малий розмір, щоб його можна було сховати за вухом або під волосся. Зовнішній вигляд теж грає роль, адже прилад на який естетично приємно дивитися не викликає негативних емоцій і переживань, крім того зручний і ергономічний слуховий апарат може навіть не відчуватися на вусі пацієнта. Це робить його життя максимально комфортним і приємним з можливістю добре і гарно чути навколишній світ

За типом корпусу слухові апарати діляться на заушні і внутрішньовушні.

Завушні слухові апарати - ВТЕ (Behind-The-Ear)

Завушні слухові апарати - це класичні апарати для компенсації будь-яких втрат слуху. Для сучасних заушних апаратів характерний мініатюрний розмір і оригінальний дизайн. Однак слід пам'ятати, що чим потужніший слуховий апарат, тим розмір його більше. Всі вони, як правило, оснащені котушкою індуктивності і пристосовані до роботи з навчальним обладнанням і звукопідсилюючою технікою, а також з мобільними телефонами.

Незаперечною перевагою заушних слухових апаратів є те, що вони дуже невибагливі в роботі і при дбайливому догляді за ними можуть обходитися без регулярного профілактичного та сервісного обслуговування. Тому за відсутності у Вас в місті сервісного центру з обслуговування слухових апаратів рекомендується купувати саме заушні слухові апарати.

Завушні слухові апарати повинні бути доповнені індивідуальною вушною вкладкою. Вона забезпечує кращу акустику і знижує відчуття дискомфорту від присутності у вусі чужорідного тіла.

Останнім часом з'явився цілий клас слухових апаратів для «відкритого слухопротезування». Вони спеціально створені для людей з незначною втратою слуху, що зазнають труднощі з розбірливістю мови в галасливій обстановці. Оригінальний дизайн цих слухових апаратів, практично невидимий і це робить їх дуже привабливими.

RIC (Reciver-In-Canal) - це новий тип слухових апаратів, який підходить людям з порушеннями слуху від помірного до важкого ступеня. На відміну від типу ВТЕ, ресивер в слухових апаратах типу RIC, вставляється у вушну вкладку, а не в корпус, що дозволяє зменшити розмір слухового апарата. Тип RIC складається з трьох частин: корпусу за вухом, тоненькою трубочки і ресивера. Ресивер безпосередньо розміщується в самому слуховому проході. Незважаючи на свою компактність, слухові апарати типу RIC є потужними і повністю автоматичними.

Завушні слухові апарати

Завдяки своїй універсальності та надійності, слухові апарати завушного типу частіше використовуються для слухопротезування ніж внутрішньовушні. До плюсів завушних слухових апаратів варто віднести:

- Широку функціональність
- Надійність корпусу
- Високі компенсаційні можливості
- Простота обслуговування

Є одна причина по якій пацієнти схильються більше до вибору внутрішньовушного слухового апарату ніж завушного — їх розмір і помітність для оточуючих. Такий стереотип, на жаль, глибоко засів у свідомості людей. Та вся правда в тому, що сучасні завушні слухові апарати майже не помітні оточуючим під час носіння апарату. Технічний прогрес зробив свою роботу. Тим паче в епоху цифрових технологій і різноманітних гаджетів ви мало кого здивуєте малопомітним слуховим апаратом.

Завушні слухові апарати зустрічаються в таких варіантах:



ВТЕ (Behind The Ear)

Класичні завушні слухові апарати — сфера їх застосування практично необмежена. Від легкої втрати слуху до глибокої. Їх просто обслуговувати, що робить їх ідеальним варіантом для літніх людей.



miniBTE

BTE в компактному корпусі зі збереженням функціональності оригінальних BTE апаратів.



RITE та miniRITE

Аналогія по розмірі корпусу зберігається. В апаратах типу RITE ресівер (динамік) розташований у вусі, а вся електроніка знаходиться у компактному корпусі за вухом. Ресівер з'єднується із корпусом завдяки тонкому проводу. Такий підхід дозволяє використовувати менш потужний ресівер в порівнянні зі звичайним BTE, проте такий апарат легше зіпсувати, що може перешкодити вибору такого апарату для дітей.



В технічному плані слухові апарати типу RITE більш досконалі, оскільки розділення мікрофона та ресівера знімає ряд фізичних обмежень. В таких апаратах можна без проблем використовувати потужні мікрофони (деколи це мультимікрофонні системи) і їх роботі ресівер не буде перешкоджати, чого не можна реалізувати в апаратах типу BTE. Тому, якщо ви хочете кращий апарат то варто задуматись над придбанням саме RITE.

Загалом заушні слухові апарати можуть вирішити будь-яке завдання, яке стоїть перед аудіологом при слухопротезуванні пацієнта. Вони не такі обмежені в функціональності як внутрішньовушні й не потребують

індивідуального виготовлення (за виключенням вкладишів), яке також займає деякий час. Та останнє слово завжди за вами.

Внутрішньовушні слухові апарати

Внутрішньовушні слухові апарати виготовляються індивідуально по зліпку зовнішнього слухового проходу пацієнта. За місцем розташування вони, в свою чергу, поділяються на:

- Внутрішньовушні слухові апарати - ITE (In-The-Ear)
- Внутрішньоканальні слухові апарати - ITC (In-The-Canal)
- Повністю приховані в каналі - CIC (Completely-In-The-Canal)

ITE - найбільш значні за розмірами і потужності слухові апарати. Ці апарати можуть бути оснащені не тільки регулятором гучності, а й індукційною котушкою, що дозволяє пацієнтові використовувати різну звукопідсилюючу апаратуру. В їх корпусі можливе виготовлення вентиляного отвору для здійснення точного налаштування слухового апарату та аерації вуха.

ITC - значно менші за розміром, але і значно менш потужні. Вони, як правило, мають регулятор гучності, але в них немає індукційної котушки. В окремих випадках можливе виготовлення вентиляного отвору.

CIC - мініатюрні слухові апарати, які з вуха можна витягти тільки за спеціальну волосін, тобто вони практично невидимі. Регулятор гучності в них відсутній. Ці слухові апарати забезпечують максимальний ефект на самих ранніх стадіях втрати слуху.

Основним обмеженням застосування внутрішньовушних слухових апаратів є їх мала потужність, а також те, що з їх допомогою можна протезувати пацієнтів з хронічними запальними процесами у вусі. Ці апарати вимагають дуже акуратного і дбайливого поводження з ними, постійного профілактичного догляду. Слід також пам'ятати, що чим менше розмір слухового каналу, тим важче непомітно розмістити слуховий апарат у вусі.



Внутрішньовушні слухові апарати характеризуються мініатюрним корпусом, який поміщається у вусі, що робить такі апарати непомітними, або майже непомітними для оточуючих. Часто спілкуючись із людиною із внутрішньовушними слуховими апаратами ви навіть не будете цього знати.

Секрет успіху внутрішньовушних слухових апаратів в індивідуальному виготовленні корпусу. Для цього пацієнту роблять індивідуальний зліпок по якому і виготовляють корпус. Такий підхід дозволяє зробити слухові апарати максимально зручними, оскільки корпус апарату повторює анатомічну форму вуха.

В більшості випадків для виготовлення апаратів використовують гіпоалергенні полімери (пластик), проте за бажанням пацієнта можна виготовити SILFLEX корпус, який забезпечить ще більший рівень комфорту при використанні слухових апаратів. SILFLEX — технологія, яка передбачає використання високоякісного силікону, в якості зовнішнього корпусу слухового апарату.

Існують наступні типи внутрішньовушних слухових апаратів **за місцем розташування**

Внутрішньо вушний раковинний або напів раковинний слуховий апарат (ITE - In The Ear)

Найбільша форма ВВСА. Корпус повністю або частково заповнює углиблення вушної раковини. Корпус ITE дозволяє розмістити в слуховому апараті відносно потужні для даного класу компоненти. В тому числі і елементи живлення, що безпосередньо впливає на автономність.



Але завдяки використанню максимальної, 13 батареї, дозволяє компенсувати граничне зниження слуху для внутрішньовушних слухових апаратів (до 90дБ). При цьому корпус апарату, частково розміщений у вушній раковині пацієнта, що дозволяє розмістити кнопку перемикачів програм та регулятор гучності.

У ВВСА використовуються змінні повітряно-цинкові батареї:

- **10** (жовтий колір маркування) - термін служби складає 5-7 днів (ПС і СІС);
- **312** (коричневий колір маркування) - термін служби складає 7-10 днів (ІТС);
- **13** (помаранчевий колір маркування) - термін служби складає від 12 до 14 днів (ІТЕ).

ВАЖЛИВО! У всіх ВВСА використовуються сірчані фільтри, які перешкоджають проникненню вушної сірки та вологи в корпус слухового апарату. Крім цього, виробники рекомендують зберігати всі внутрішньо вушні слухові апарати в герметичній ємності з осушувальними капсулами.

Так як ВВСА, під час експлуатації перебувають у вологому середовищі слухового каналу.

Внутрішньо вушний каналний (частково каналний) слуховий апарат ІТС (In The Channel)

Внутрішньовушний каналний слуховий апарат — менші за ІТЕ, але більші за невидимі. Лише частково займають вушну раковину. Зменшення розміру корпусу корелюється із компенсаційними можливостями апарату і обмежує використання елементів живлення. Друга за популярністю модель ВВСА. Її відмінна риса - це можливість використання більш ємної батареї. Дана форма дозволяє встановлювати на зовнішній панелі слухового апарату кнопку для перемикання програм або регулятор гучності. Дозволяє компенсувати I - III ступінь приглухуватості.



Внутрішньо вушний повністю каналний слуховий апарат СІС (Completely In the Canal)

Одна з найпопулярніших моделей ВВСА. Дана модель повністю розташовується в слуховому каналі пацієнта, що дозволяє йому бути практично не помітним в вусі. Можуть з легкістю компенсувати III ступінь приглухуватості і частково III ступінь.



ІІС — Invisible In The Channel Невидимий глибоко каналний слуховий апарат ІІС (Invisible In The Channel).

З появою 3D технологій в медицині, з'явилася можливість зробити слухові апарати абсолютно непомітними. Апарати ІІС максимально глибоко розташовуються в зовнішньому слуховому проході пацієнта, що робить їх не помітним для навколишніх. Вони здатні компенсувати I - II ступінь приглухуватості.



Внутрішньовушний невидимий внутрішньоканальний слуховий апарат — найменший тип слухових апаратів.

Призначення таких слухових апаратів вузькоспрямоване, оскільки вони не здатні компенсувати серйозну втрату слуху. Все через фізичні обмеження, які накладає розмір слухового апарату. Але такі слухові апарати повністю справляються із завданням непомітності і здатні компенсувати втрату слуху від легкої до середньої.

Внутрішньо вушні слухові апарати (ВВСА) володіють максимальним косметичним ефектом - вони найнепомітніші з усіх типів слухових апаратів. Всі компоненти цих систем розташовані всередині індивідуально виготовленого корпусу (окрім модульних моделей Click), який виготовлений за індивідуальним зліпком вушної раковини і слухового каналу пацієнта. Слухова система ВВСА розташовується безпосередньо в слуховому каналі користувача, що робить їх максимально непомітними для оточуючих. Вони з легкістю здатні компенсувати I - III ступінь приглухуватості, можливо протезування IV ступені приглухуватості (до 90дБ). Мають можливість управління за допомогою пульта дистанційного керування або смартфона (за підтримки **Bluetooth**).



Mic RM — Remote Microphone

Внутрішньовушні слухові апарати із зовнішнім мікрофоном — тип слухових апаратів в якому розробники намагались знайти компроміс між розміром та ефективністю. Зовнішній мікрофон дозволяє краще сприймати звуки із навколишнього середовища та водночас значно знижує вплив ресівера на нього, що дозволяє використовувати більш потужні ресівери. Проте в такому випадку страждатиме енергоефективність.



Внутрішньовушні слухові апарати можуть стати ідеальним рішенням для пацієнтів із легкою та середньою втратою слуху. Ці малопомітні помічники зможуть суттєво покращити якість життя людей із вадами слуху не змінюючи їх звичний спосіб життя.

За способом обробки сигналу слухові апарати діляться на **аналогові і цифрові**.

Найбільш ранні аналогові слухові апарати просто посилювали як мова, так і шум. Вони згубно впливають на слух, можуть викликати раптову втрату слуху. Крім того, використання таких слухових апаратів може викликати появу дерматитів, привести до порушень функції вестибулярного апарату, загострення гіпертонічної хвороби, появи хронічних головних болів і інсульту.

Аналоговий програмований слуховий апарат. Встановлена в нього мікросхема забезпечує роботу установок, які покликані вирішувати слухові проблеми в самих різних ситуаціях: в галасливій обстановці на вулиці; під час перебування в кафе або ресторані; при відвідуванні театру та інших громадських закладів; під час ведення тихою бесіди в домашніх умовах і т.д. Програмування слухового апарату здійснюється адміністратором за допомогою комп'ютера. Випускаються аналогові апарати, які призначені для функціонування в усіх можливих ситуаціях, а також виходячи з того, в якому ступені втрачений слух і від профілю приглухуватості. Регулюється підвищення гучності звуків в певній частотній смузі.

Переваги даного типу слухових апаратів виражаються в тому, що:
їх можна програмувати під індивідуальні особливості клієнтів і їх побажання;

- вони безперебійно функціонують протягом тривалого часу;
- їх без проблем можна пристосувати під кожного пацієнта;
- вони містять мікрофона;

є множинні опції пам'яті.

В результаті, вони можуть бути налаштовані під конкретне середовище оточення людини, що страждає втратою слуху.

Цифрові слухові апарати найбільш удосконалені. Такий слуховий апарат «запам'ятовує» за допомогою комп'ютера вашу аудіограму (графічна характеристика слуху) і працює відповідно до неї, тобто параметри та характеристики цього апарата пристосовані для компенсації саме вашої втрати слуху, при цьому досягається висока якість звучання та розбірливості. Крім того, цифровий апарат автоматично міняє настройку в залежності від ситуації (в умовах шуму або тиші).

Сьогодні, сучасні слухові апарати можна програмувати під час процесу підгонки з урахуванням всіх акустичних особливостей слуху слабчучих. В результаті досягається висока якість звучання і розбірливості, придушення шумів, слабкі звуки робляться помітними, а сильні комфортними. Апарат можна налаштувати автоматично в залежності від ситуації - розмова, телевізор, вулиця, концертний зал і т.п. Наприклад, деякі моделі мають кілька профілів прослуховування, їх можна вибрати за допомогою кнопки на слуховому апараті. Виробники слухових апаратів рухаються до третього або до четвертого покоління цифрових продуктів. Цифрова технологія, з плином часу, стала більш стабільною. З кожним новим поколінням техніки, в слухових апаратах використовується все менше компонентів. Це означає, що звук, який відчуває людина в перший день прийому слухового апарату, залишається незмінним до тих пір, поки програма не буде змінена.

Цифровий програмований слуховий апарат. Він включає в себе всі плюси, характерні для аналогового приладу, але при цьому адміністратор має можливість також проводити обробку сигналу в цифровому варіанті, щоб змінювати його характеристики. За рахунок цього можна варіювати в бік збільшення параметрів частоти та інтенсивності сигналу, що поступає, забезпечуючи клієнту нормальну чутність в будь-який час і в будь-якій ситуації. Дані апарати характеризуються чудовою пристосованістю, але при цьому й коштують недешево.

Кохлеарні імплантати. Кохлеарна імплантація (КІ) забезпечує слухове сприйняття звукової інформації за допомогою електричної стимуляції збережених волокон слухового нерва через систему електродів, імплантованих у внутрішнє ухо. Операція має досить вузькі показання і ряд протипоказань. Отримання негативних результатів на будь-якому з етапів передопераційного обстеження передбачає виключення дитини з кандидатів на операцію. Показання для КІ: двостороння сенсоневральна втрата слуху IV ступеня за класифікацією ВООЗ; відсутність ефекту від застосування слухових апаратів (поріг слуху в оптимально підбраному слуховому апараті більш 50дБ, розбірливість мови менше 20%); захворювання спектра аудиторного нейропатії з підвищенням порогів слуху до 80 дБ і більше при неефективності слухопротезування (при іспльзованні слухового апарату протягом 3 міс.); позднооглохшіє діти з хорошим досвідом усній речі

наявності білатеральної приглухуватості IV степені по класифікації ВООЗ; психологічна готовність родителів медичної реабілітації дитини.

Оптимальні терміни для виконення операції: при вроджену глухоту - вік від 1,5 до 3 років (не пізніше 5 років), при придбаній - не пізніше 7 років від втрати слуху.

Протипоказання: повна облітерація раулки; ретрокохлеарних поразки; негативні результати електрофізіологічного тестування слуху; важка соматична патологія, психічні захворювання і грубі неврологічні порушення, що ускладнюють іспользовані кохлеарного імплантата і перешкоджають післяопераційної слухомовної реабілітації; відсутність мотивації до тривалої післяопераційної слухомовної реабілітації і підтримки з боку батьків, родичів і місцевих фахівців.

Даний набір підсилювачів призначений для дітей і дорослих, які втратили слух в особливо значною мірою. Зовнішній процесор за своїми параметрами схожий на цифровий програмований слуховий апарат. Але при цьому його внутрішні елементи прямим чином впливають шляхом стимуляції на нейрони восьмого черепного нерва, в результаті чого можна шунтувати абсолютно всі механізми периферичного вуха. В ході використання не надається впливу на ступінь приглухуватості і «мертві зони» в вушній раковині.

Розглянуті імплантати виступають непоганим варіантом для хворих, які не можуть вирішити проблему за допомогою слухових апаратів.

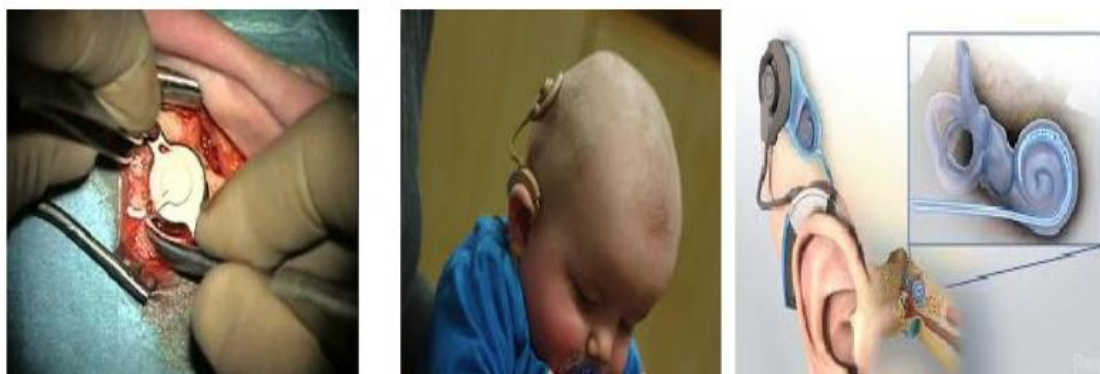


Рисунок 3. — Кохлеарная имплантация

Також є допоміжні пристрої покликані підвищити рівень чутності, які, за своїми характеристиками, здатні спільно працювати зі слуховим апаратом або кохлеарними імплантатами, або не володіють такою можливістю. Дані спеціальні системи розроблені з метою забезпечення спілкування людей з вадами слуху людей за допомогою підвищення ефективності коефіцієнта сигнал / шум.

Тип подібного пристрою характеризується параметрами передачі даних, закладеними в ньому. Були розроблені системи, які задіюють частотну модуляцію, інфрачервоні промені, індукційні і провідні системи. Найбільш ефективно їх використання при знаходженні слабчующих людини серед великої кількості людей (в класних аудиторіях, в громадських місцях, в кафе і ресторанах і інших подібних місцях). Крім, власне, поліпшення

сприйняття мови, вони активно сприяють поліпшенню користування аудіо-та відеотехнікою (радіо, телевізор, магнітофон та ін.).

У разі, якщо є підозра на серйозне порушення слуху, пацієнта відразу ж потрібно відправити на обстеження (отологічні і Аудіологічне), щоб потім призначити правильний курс лікування.

За способом налаштування - і аналогові слухові апарати, і апарати з цифровою обробкою звуку, можуть бути як **тримерними**, так і **програмованими**.

У тримерних апаратах параметри налаштування регулюються за допомогою спеціальних мініатюрних перемикачів (тримерів), повертаються за допомогою викрутки. Як правило, серед цифрових апаратів - це найбільш прості й недорогі моделі заушного типу.

У програмованих апаратах параметри налаштування встановлюються за допомогою комп'ютера з використанням спеціалізованого програмного забезпечення через програматор.

Провідна слухова апаратура та слухові апарати кісток

Існують різні типи зниження слуху. Найвідомішим є зниження слуху — найпоширеніший вид порушення слуху у дорослих.

Звуковий шлях до внутрішнього вуха

Зазвичай вухо працює так:

Звук захоплює шпилька. Форма воронки вушної раковини і вушного каналу направляє звук до вушної раковини. Вушна барабанна площа має 1 см². Звукова вібрація зараз передається костях, що також викликає вібраційне вікно до внутрішнього вуха з ефектом важеля. Ця структура важлива, оскільки, з одного боку, має відбуватися перехід від легкого середнього повітря до важкої середньої води і в той же час відбувається посилення.

Кондуктивна приглухуватість

Уявіть, що ви носите вушну пробку у вусі. Звичайно, зараз ви чуєте гірше, ніж зазвичай. Всі звуки, звуки та звуки досягають зменшення гучності до внутрішнього вуха.

Якщо звуковий шлях до внутрішнього вуха не ясний і на шляху є перешкоди для звуку, акустик говорить про кондуктивну втрату слуху.

Перешкоди можуть існувати в різних місцях. Наприклад, вушний канал може заростати, звужитися або не утворюватися. Середнє вухо, можливо, можливо його Втратили чи не розробили функцію посилення. Склані кістки, аплазія зовнішнього слухового каналу, порушення в області барабанної перетинки (наприклад, отвір, сльоза або відшарування ручки молотка) або отит, серед іншого, можуть бути причинами провідного зниження слуху..

Комбінована втрата слуху

Якщо є кондуктивна втрата слуху і слух одночасно, можна говорити про «комбінований слух». Акустична чутливість втрата слуху зазвичай може розташовуватися у внутрішньому вусі і є «нормальним випадком» для зниження слуху.

Що особливого у кондуктивній втраті слуху??

Оскільки на шляху до внутрішнього вуха втрачається багато звукової енергії, тихі і гучні звуки притупляються рівномірно. Якщо звук тепер може пройти іншим шляхом до внутрішнього вуха, на якому він не сильно затухає, слух часто швидко значно покращується.

У разі комбінованої втрати слуху потрібне додаткове посилення.

Цей «інший спосіб» називають кістковою провідністю. Звук — це вібрація в повітрі. Ця вібрація підхоплюється слуховим апаратом з кістковою провідністю і передається кістці як вібрація. Ця вібрація змушує вібрацію внутрішнього вуха, і слух може початися.

Замість звукового шляху: Вушна раковина — вушний канал — барабанна перепонка — молоткова ковадла — стремена — овальне вікно — рідина в слизовій — сприйняття **звуковий шлях кістки приймається:** Вібрація соскоподібної залози — Вібрація кісток черепа — Вібрація внутрішнього вуха — Сприйняття

Важливим є контактний тиск слухового апарату з кістковою провідністю, він не повинен бути занадто тугим і не надто розпущеним. Крім того, слід використовувати місце, де шкірний шар дуже тонкий, інакше шкіра буде дуже зволоженою.

Як бачите, шлях кісткової провідності набагато пряміший, але через фізичні властивості він обмежений у частотному діапазоні.

На наступній парі розглянемо схемотехніку слухового апарату, а сьогодні ще приведу приклад з характеристиками слухових апаратів фірми Oticon.

Oticon Opn



Oticon Opn - флагман Oticon, найсучасніший і технологічний слуховий апарат компанії.

Мікропроцесор Velox (11 ядр, 64 мільйони транзисторів) сканує навколишнє середовище 100 раз в секунду, виконуючи за цей час 1200 мільйонів операцій, при цьому "очищаючи" звуки мови від шуму, дозволяє

насолюджуватися не перевершеним звучанням і високою розбірливістю мови, навіть в галасливій обстановці.

- Для втрат слуху до 105 дБ.
- 64 каналів налаштування.
- 16 частотних смуг.
- Діапазон частот до 10 кГц.
- Технології TwinLink™.
- Сумісний з iPhone.
- Варіанти виконання: mini RITE; BTE13;

Oticon Alta2

Oticon Alta2 - оптимальне рішення найскладніших слухових проблем.

- Компенсує зниження слуху до 110 дБ.
- Платформа Inium Sense.
- Технології BrainHearing™.
- 10 каналів налаштування, 16 частотних смуг.
- Діапазон частот до 10 кГц.
- Сумісні з ConnectLine.
- Варіанти виконання: design RITE; mini RITE; mini BTE; BTE 13; ITE; CIC; IC

Oticon Nera2

Oticon Nera2 - передовий клас слухових апаратів на платформі Inium Sense, мають розширений набір функцій, здатних задовольнити високим вимогам пацієнтів.

- Компенсує зниження слуху до 110 дБ.
- 8 каналів налаштування.
- 16 частотних смуг.
- Діапазон частот до 8 кГц.
- Сумісні з ConnectLine.
- Варіанти виконання: mini BTE; BTE 13; design RITE; ITE; CIC; IC; Ti mini RITE

Oticon Ria2

Oticon Ria2 - лінійка слухових апаратів стандартного класу на платформі Inium Sense.

- Для втрат слуху до 110 дБ.
- Технології BrainHearing.
- 4-6 каналів налаштування.

- 16 частотних смуг.
- Діапазон частот до 8 кГц.
- Сумісні з ConnectLine.
- Варіанти виконання: mini BTE; BTE 13; design RITE; ITE; CIC; IC; mini RITE

Oticon Dynamo



Oticon Dynamo - перевага технології BrainHearing™ для пацієнтів з тяжкою і глибокою ступінню зниження слуху. Лінійка над потужних слухових апаратів в невеликому корпусі BTE на 13 батареї.

- Для втрат слуху до 120 дБ.
- Технології BrainHearing.
- 4-9 каналів налаштування.
- 16 частотних смуг.
- Діапазон частот до 6,5 кГц.
- Сумісні з ConnectLine.
- Варіанти виконання: BTE 13

Oticon Sumo DM BTE



Oticon Sumo DM BTE - суперпотужні слухові апарати, що дозволяють компенсувати зниження слуху до 120 дБ, МРО 144 дБ УЗД.

- Посилення, пік 85 дБ.
- 8 каналів настройки.
- Діапазон частот до 6,5 кГц.
- Батарея №675 дозволяє користуватися апаратом до 30 днів без її заміни.
- Варіанти виконання: BTE 675

Oticon Get

Oticon Get - лінійка слухових апаратів економ класу на базі процесора RISE.

- Для втрат слуху до 110 дБ.
- Платформа RISE.
- Шумозниження.
- 4 канали налаштувань.
- Діапазон частот до 6,5 кГц.
- Варіанти виконання: BTE 13; ITC; CIC

Дитячі слухові апарати

Oticon Sensei



Oticon Sensei - призначений для дитячого слухопротезування, дозволяє забезпечити найкраще слухове сприйняття для будь-якої слабо-чуючої дитини, в якому би звуковому середовищі вона б не знаходилась - школа, спорт, хобі або ігри. Набір сучасних, автоматичних і синхронізованих систем, таких, як комплексна обробка сигналів, адаптивна спрямованість, управління шумом, зменшення зворотного зв'язку - дозволяють забезпечити дитині високу розбірливість мови в будь-якій акустичній ситуації. Завдяки

технології BrainHearing, дитина може розвивати свої слухові навички як можна більш природно.

- Для втрат слуху до 90 дБ.
- 8-10 каналів налаштувань.
- 16 частотних смуг.
- Діапазон частот до 10 кГц.
- Сумісні з ConnectLine.
- Варіанти виконання: ВТЕ 13

Oticon Sensei SP



Oticon Sensei SP - компактні над потужні слухові апарати, призначені для протезування дітей з глибоким зниженням слуху. Рівень звукового тиску 143 дБ, посилення 82 дБ - найбільші в світі в слухових апаратах з батареєю розміру 13!

- Для втрат слуху до 120 дБ.
- Технології BrainHearing.
- 8-9 каналів налаштувань.
- 16 частотних смуг.
- Діапазон частот до 6,5 кГц.
- Сумісні з ConnectLine.
- Варіанти виконання: ВТЕ 13