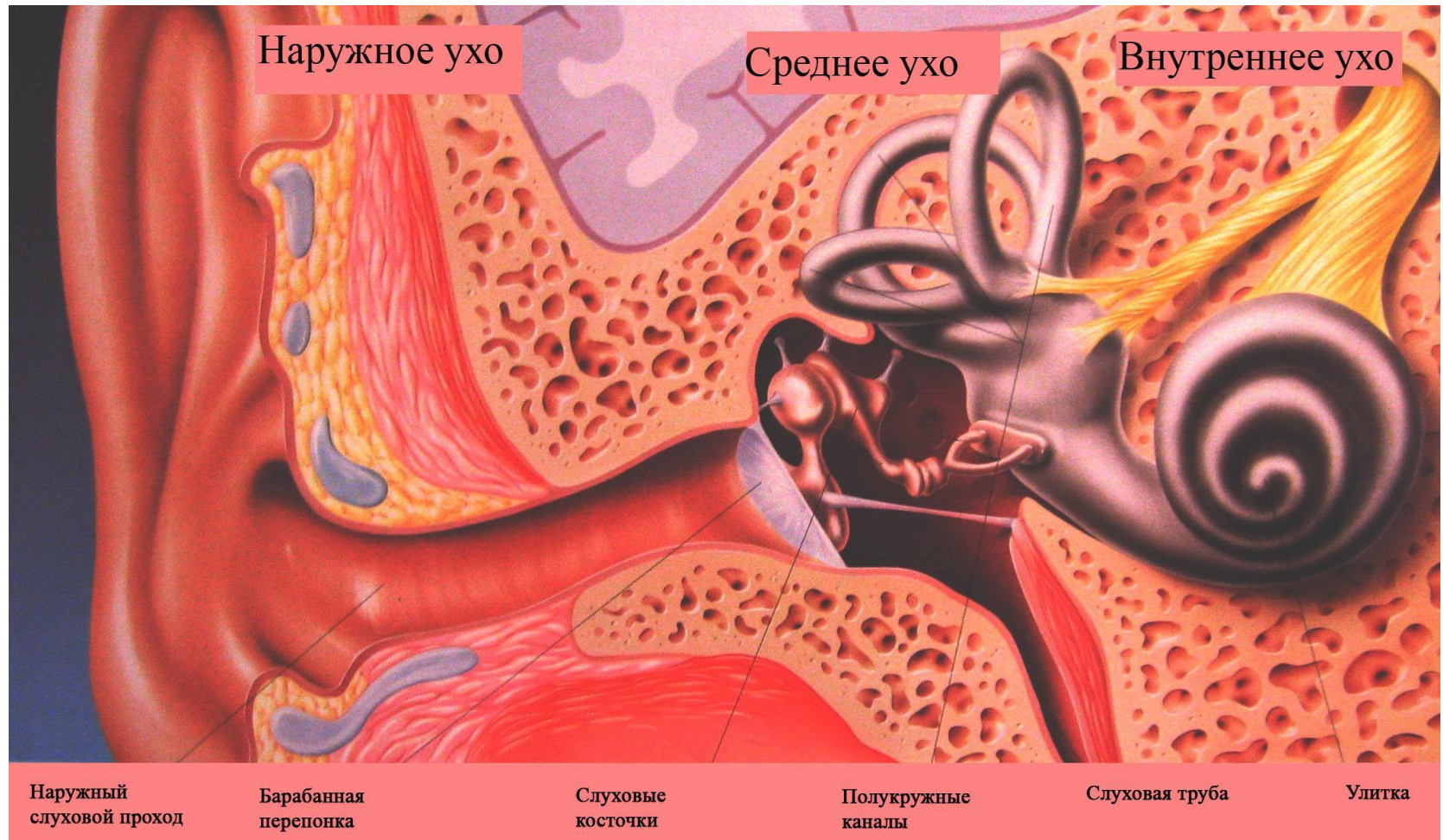

Клиническая анатомия и
физиология органа слуха,
методы исследования слуха

Ухо - орган слуха и равновесия

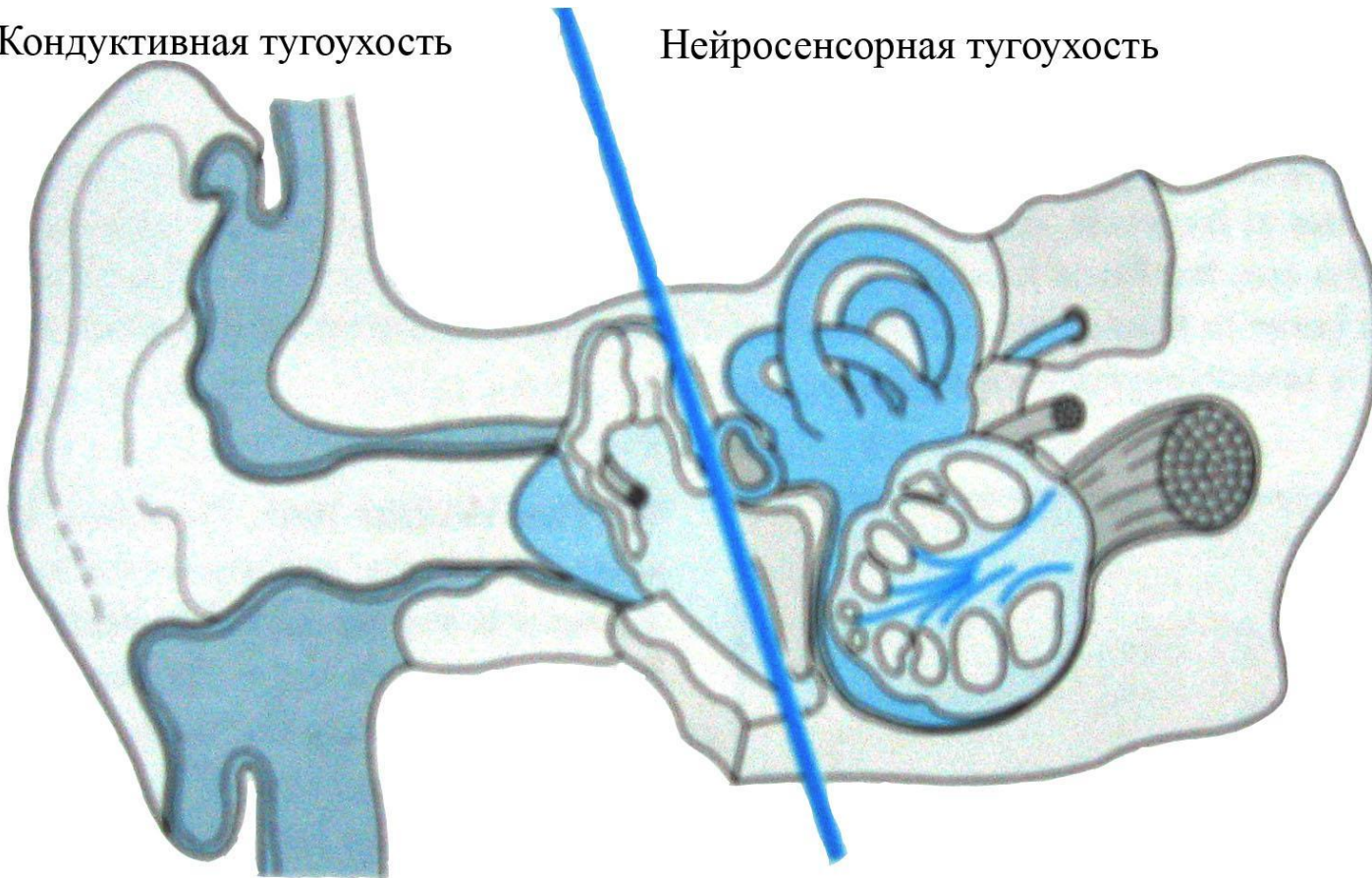


Функционально выделяют:

- а) звукопроводящий аппарат
- б) звуковоспринимающий аппарат

Кондуктивная тугоухость

Нейросенсорная тугоухость

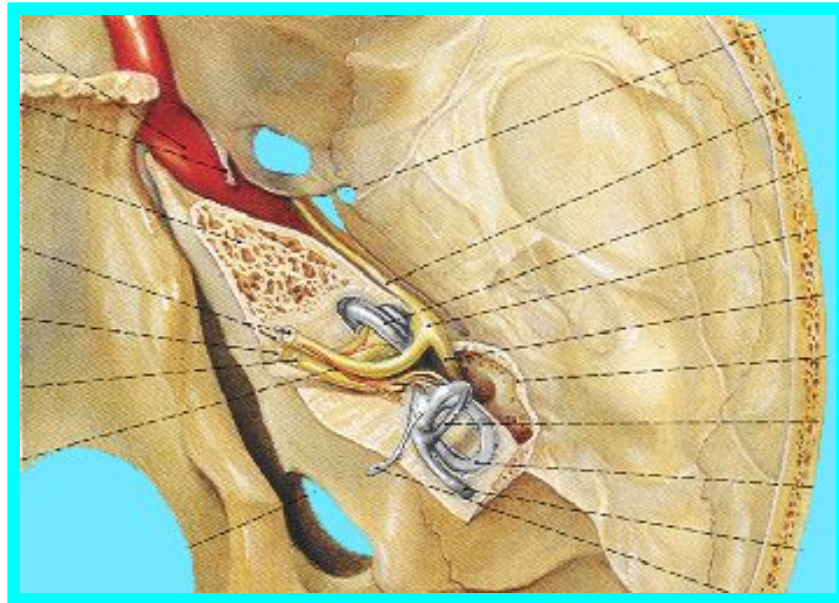


Внутреннее ухо (лабиринт)

находится в глубине каменистой части височной кости.

а) костный лабиринт

б) перепончатый лабиринт



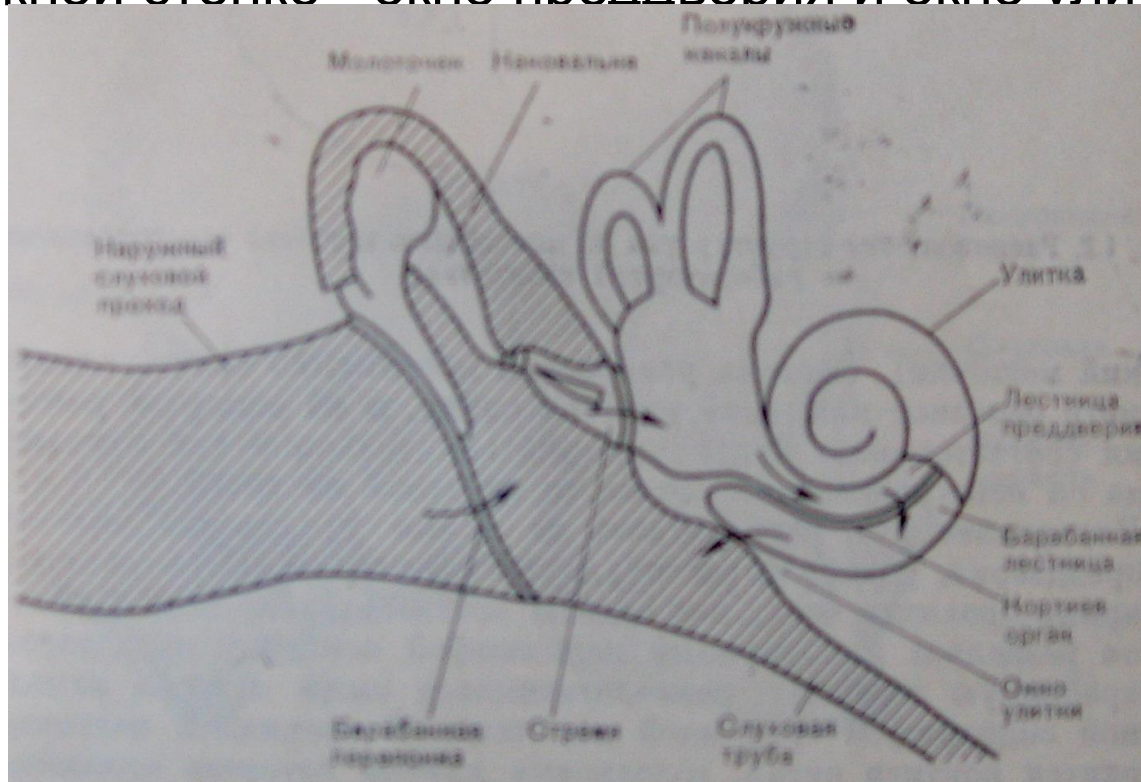
Лабиринт

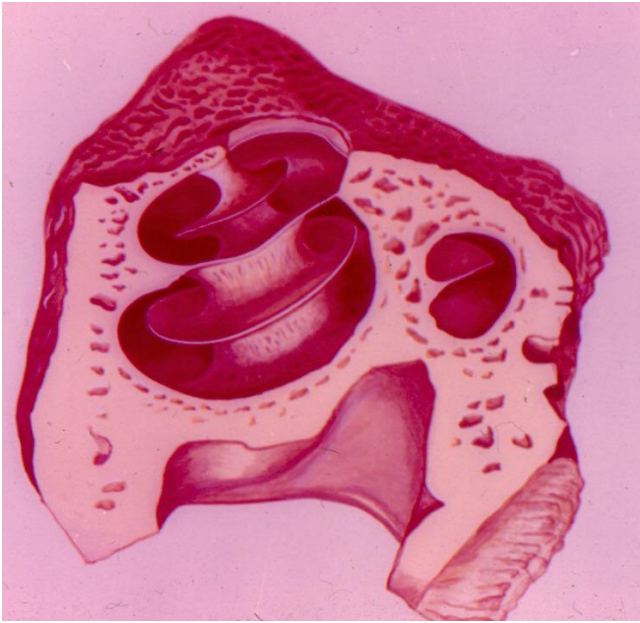
1. Преддверие
2. Улитка
3. Полукружные каналы



Преддверие

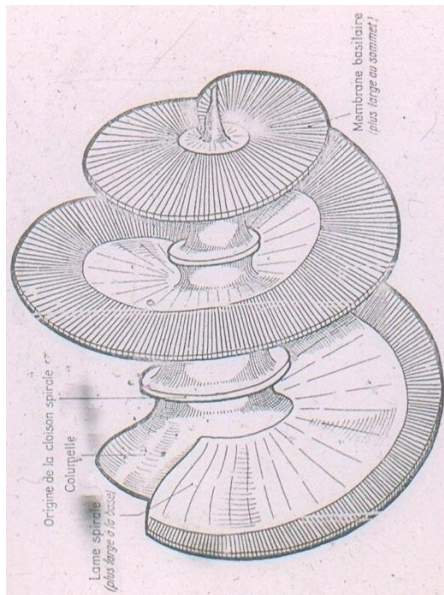
- спереди сообщается с улиткой через лестницу преддверия;
- сзади - с полукружными каналами;
- на наружной стенке - окно преддверия и окно улитки





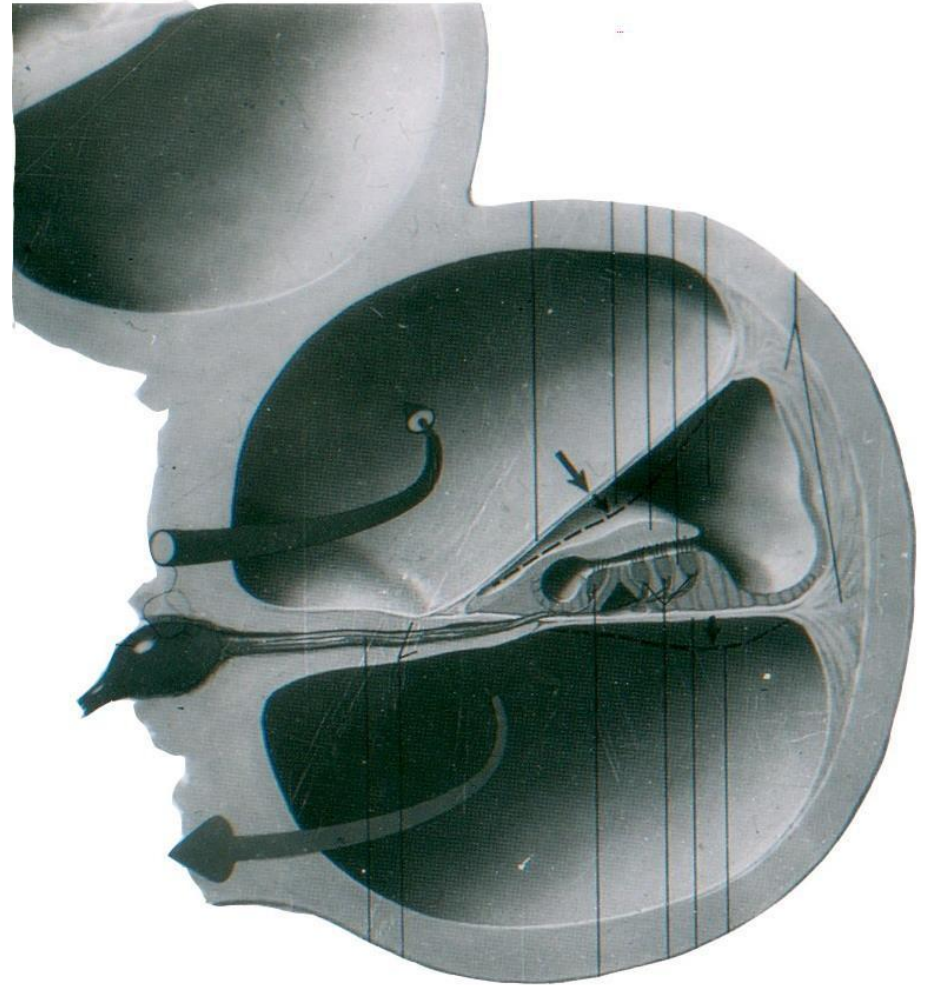
Улитка

- Костный канал в 2,5 завитка вокруг костного стержня
- костная пластинка на 1/3 не доходит до противоположной стенки
- Этот просвет занимает базилярная мембрана
- Два этажа:
 - верхний - лестница преддверия
 - нижний - барабанная лестница
 - обе лестницы сообщаются друг с другом - геликотрема

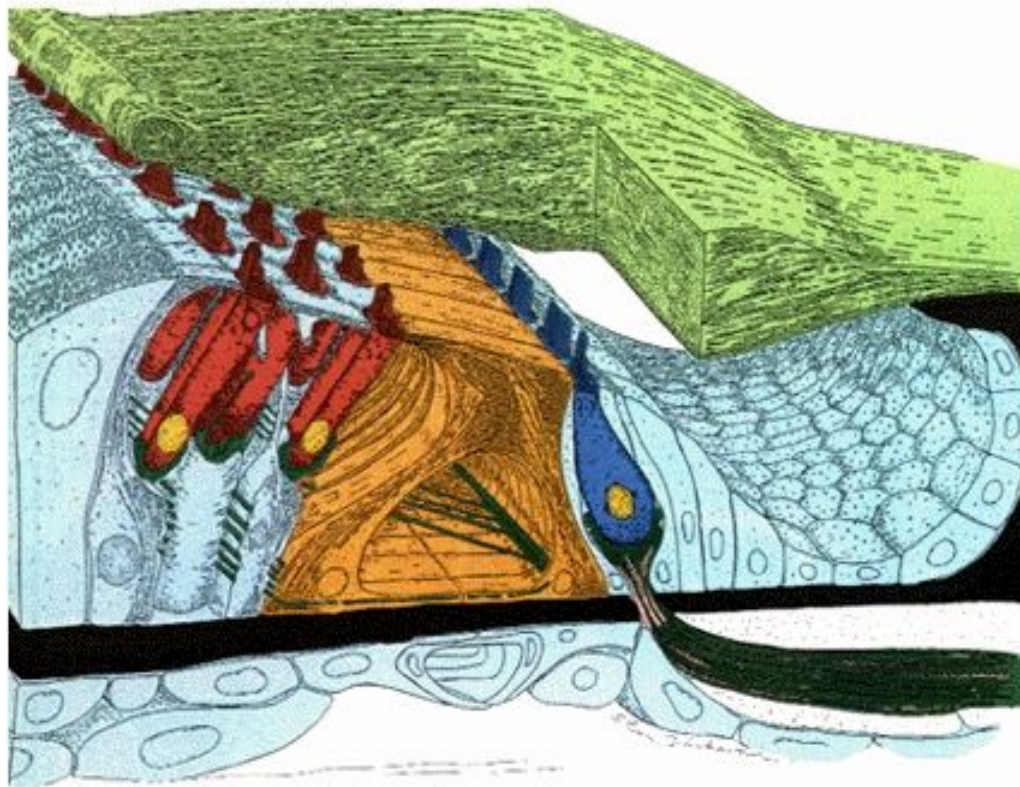


(кохлеарный
проток) с
органом Корти

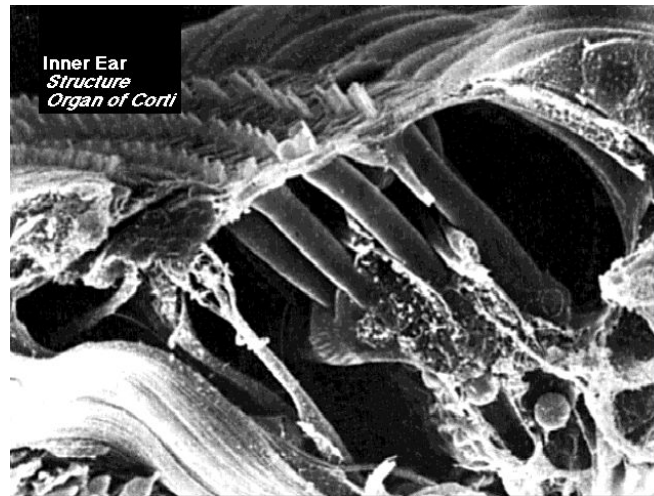
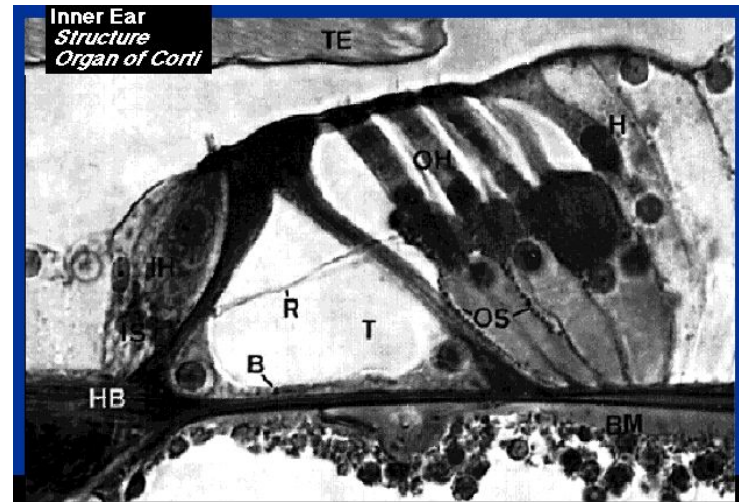
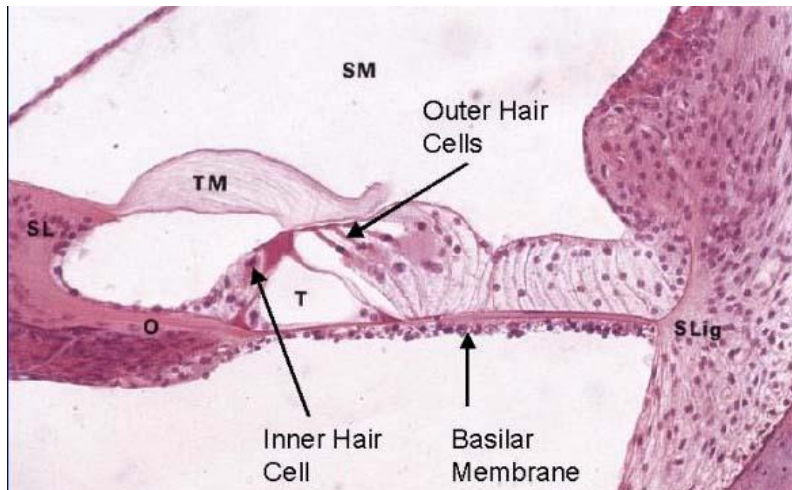
- На разрезе через
модиолус видны три
стенки:
 - а) вестибулярная
 - б) наружная
(сосудистая полоска)
 - в) тимпанальная



Кортиев орган

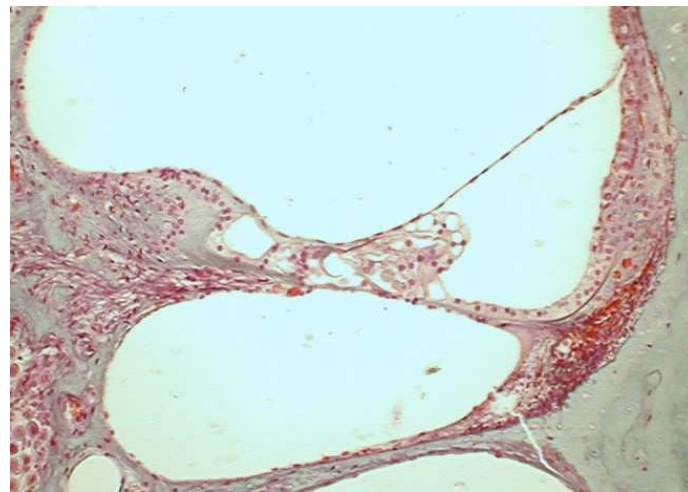


Кортиев орган



Жидкости внутреннего уха

- ✓ Доставляют питательные вещества к клеткам внутреннего уха, удаляют продукты метаболизма;
- ✓ Обеспечивают химический состав среды, необходимый для трансформации энергии вибрационного стимула в нервный сигнал;
- ✓ Среда для распространения стимула от основания стремени до сенсорных структур всего улиткового хода.



Кровоснабжение внутреннего уха



- внутренняя слуховая артерия - ветвь базилярной артерии

Физиология слухового анализатора

- Орган слуха для человека играет исключительно важную роль в развитии речи, речевого общения, в психическом развитии в целом
- Адекватный раздражитель слухового анализатора – звук (механические колебания газообразной, жидкой или твердой среды). Для человека этой средой является воздух.

Физиология слухового анализатора

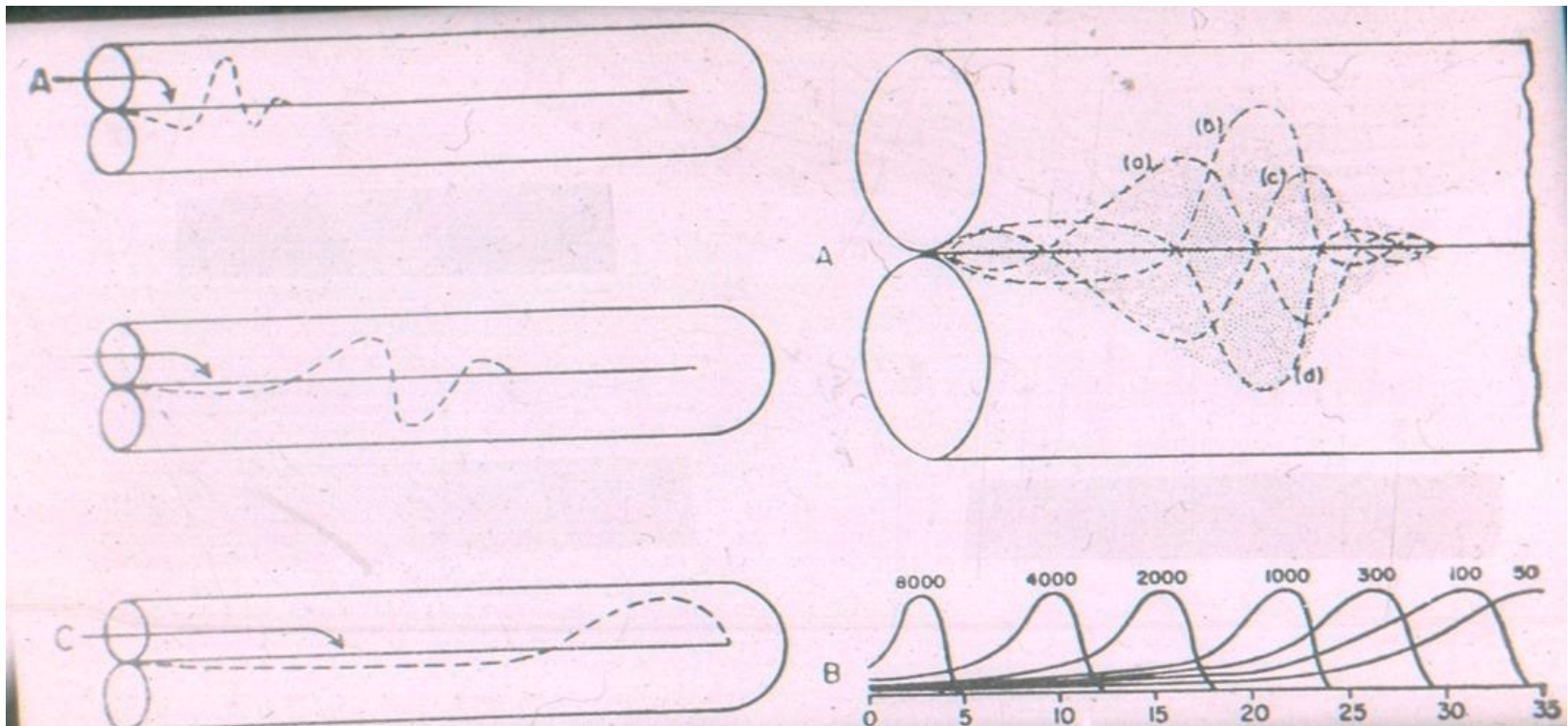
- Маятникообразное колебание, например камертона, в воздушной среде сопровождается образованием фаз сгущения и разряжения, в результате образуется звуковая волна, которая достигает органа слуха.
- Для оптимального слуха очень важно, чтобы звуковая волна к окну преддверия и окну улитки пришла в разных фазах.

Свойства звука

1. **Длина волны;**
2. **Частота;**
3. **Амплитуда колебаний**

Высокочастотные звуки (с малой длиной волны): колебания перилимфы в основании улитки.

Низкочастотные звуки (с большой длиной волны): колебания перилимфы до верхушки улитки.



Субъективное восприятие звука

- **Амплитуда колебаний** определяет интенсивность(силу) звука, которая человеком ощущается как громкость.
- **Субъективная оценка силы звука** измеряется в дБ.
- Человек с нормальным слухом и тугоухий одинаковую силу звука воспринимают с разной громкостью.
- **Порог слухового ощущения** - минимальная энергия звуковых колебаний способная вызвать ощущение слышимого звука.
 - *Порог слухового ощущения определяет чувствительность уха(чем выше порог, тем хуже слух).*

Интенсивность звука

- Диапазон звукового восприятия включает звуки интенсивностью от 0 до 140 дБ.

Сила шепотной речи	25 дБ
разговорной речи	60 дБ
громкой речи	80 дБ
крика у уха	110 дБ

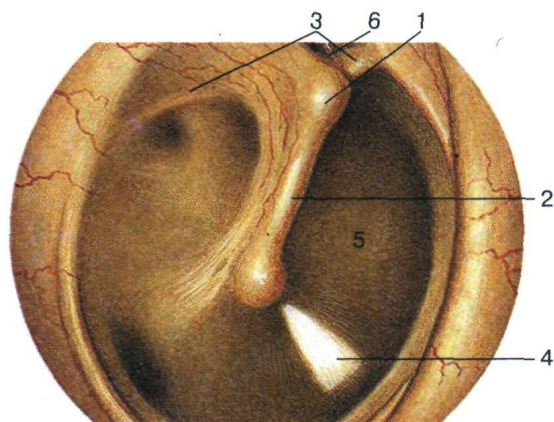
- Сила звука 120 – 130 дБ вызывает боль в ушах

Орган слуха способен различать:

1. **Высоту (частоту) звука;**
 1. Диапазон слухового восприятия у человека от 16 до 20 000 Гц (меньше 16 Гц – инфразвук, больше 20 000 Гц – ультразвук);
2. **Громкость;**
3. **Тембр (окраску)**
4. **Ототописка – локализация источника звука (возможна при нормальном слухе на оба уха).**

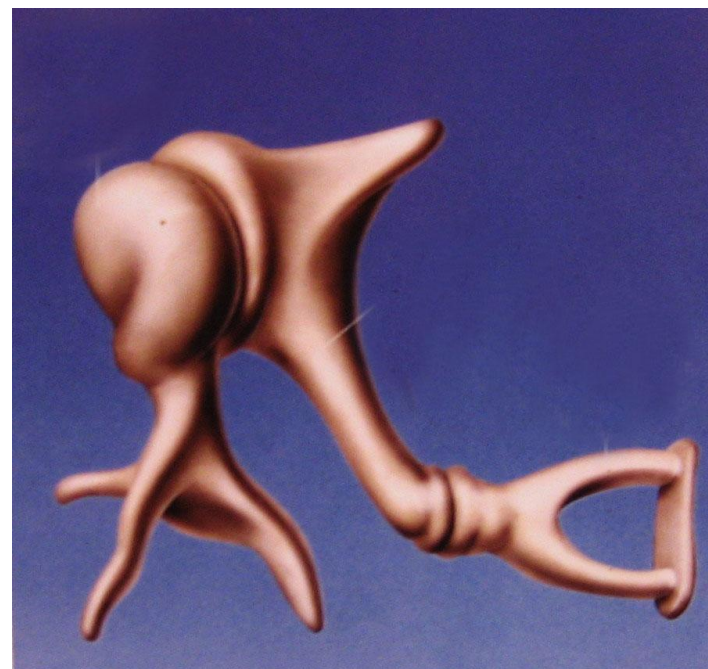
Механизм звукопроводения

- а) барабанная перепонка
- б) цепь слуховых косточек



Функции системы:

- а) трансмиссионная
- б) трансформационная



Энергия, приложенная к барабанной перепонке, достигая стремени усиливается в $17 \times 1,3 \times 2 = 44,2$ раза, что соответствует 33 Дб (+ 10-12 дБ за счет собственной резонансной частоты ушной раковины и наружного слухового прохода).

Большое значение для звукопроводения в среднем ухе имеет функция слуховой трубы.

Известную роль в осуществлении слуховой функции играет также костная и костно-тканевая проводимость.

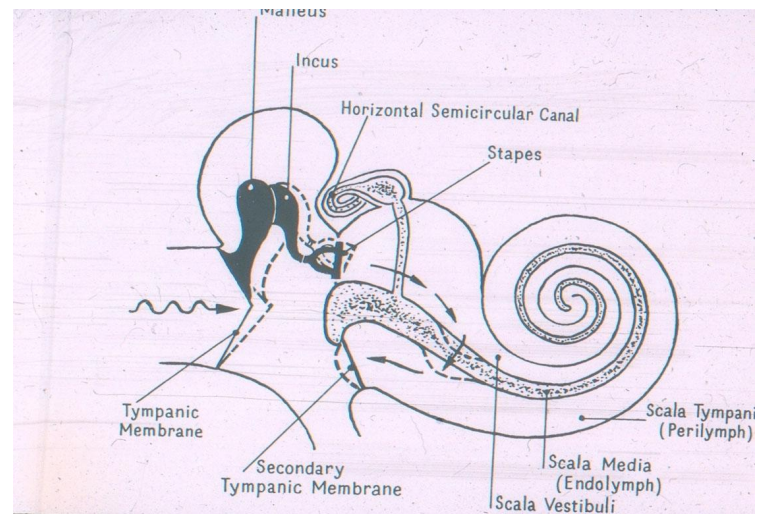
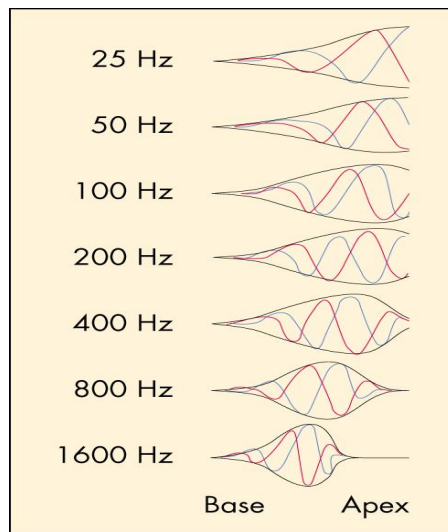
Различают два основных механизма костного звукопроводения:

а) инерционный

б) компрессионный

Теория Бекеша («бегущей волны»)

- Жидкости лабиринта играют главную роль в осуществлении слуховой функции
- Движение стремени → смещение перилимфы вестибулярной лестницы → давление на базилярную мембрану → выгибание ее книзу → смещение перилимфы барабанной лестницы и выпячивание мембраны круглого окна → эластичная мембрана возвращается в исходное положение → толкает при этом перилимфу от основания улитки к ее вершухке → базилярная мембрана выгибается кверху
- в базилярной мембране возникает волна, пробегающая по всей ее длине.

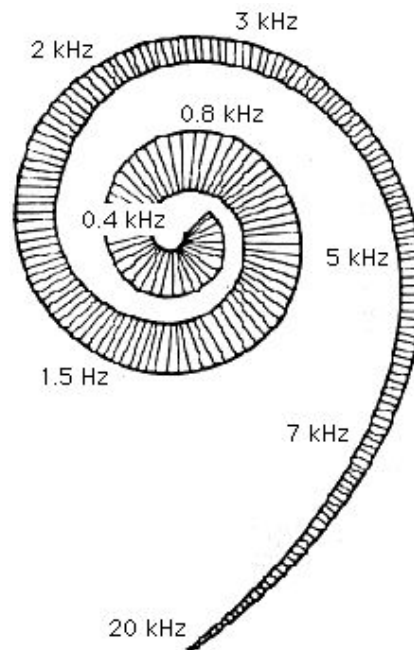
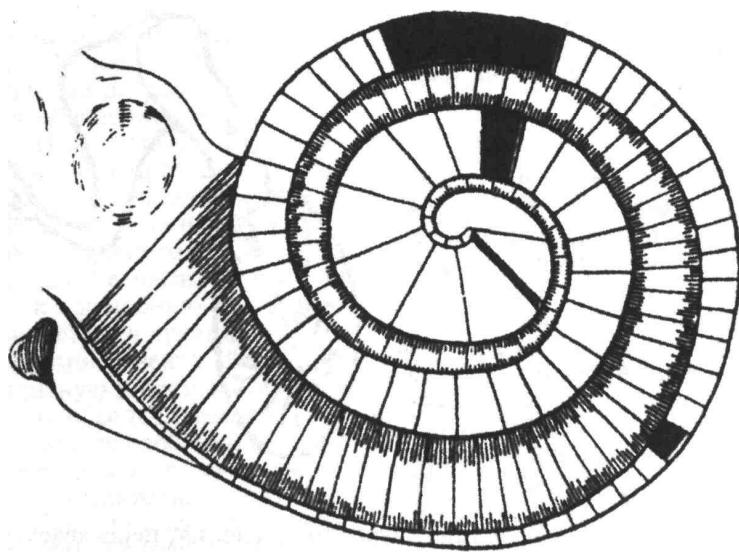


Теория Бекешши

- Локализация очага максимального возбуждения в области базилярной мембраны зависит от длины звуковой волны.
- Высокие звуки → короткие волны → затухают вблизи окна преддверия.
- Низкие звуки → длинные волны → затихают у верхушки улитки.
- В месте нахождения максимального изгиба базилярной мембраны находится и участок, который реагирует на звук данной частоты.

Теория Гельмгольца: ("резонансная")

- Базиллярная мембрана ведет себя как система натянутых струн, в которой на звук определенной частоты приходит в колебание тот участок в котором волокна как бы настроены на эту частоту.



Теория Гельмгольца: ("резонансная")

- 1) первичный частотный анализ звуков происходит в улитке;
 - 2) каждый простой звук имеет свое определенное положение на базилярной мембране: высокие звуки - у ее основания, низкие звуки - в верхнем завитке улитки
-

Механизм возбуждения кортиева органа

1. Теория Лазарева: звук в волосковых клетках вызывает разложение слухового пурпура, в результате освобождаются ионы, которые и вызывают процесс нервного возбуждения;
2. Теория Девиса (механо-электрическая): нарушение ионного равновесия между жидкостями лабиринта и волосковыми клетками в стереоцилиях возникают биоэлектрические реакции которые передаются клетке и подходящим к нем нервным окончаниям.
3. Теория Винникова – Титовой: процесс трансформации энергии звука в нервный импульс происходит при взаимодействии ацетилхолина перилимфы с холинорецептором в стереоцилиях и в синапсе между клеткой и нервными окончаниями

Функциональные методы исследования слухового анализатора

Точная топическая диагностика поражения слуха возможна лишь при комплексном обследовании слухового анализатора:

1. Сбор подробного анамнеза;
 2. Наружный осмотр;
 3. Пальпация;
 4. Отоскопия;
 5. Исследование слуха.
-

Методы исследования слуховой трубы

1. Оптические методы (задняя риноскопия, отоскопия, сальпингоскопия);
 2. Продувание слуховых труб и аускультация;
 3. Тимпанометрия (основной метод исследования вентиляционной функции слуховой трубы).
-

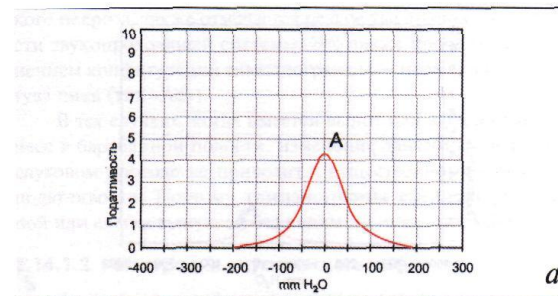
Тимпанометрия

- Регистрация значений акустической податливости при изменении давления воздуха в наружном слуховом проходе (от +200 до -400 мм водного столба).

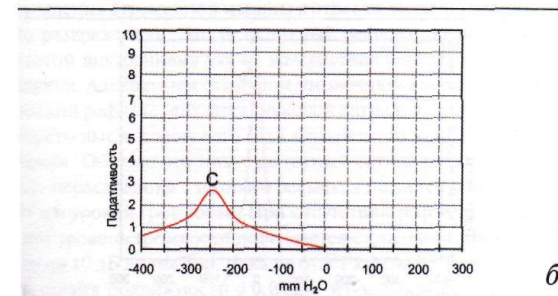


Типы тимпанограмм

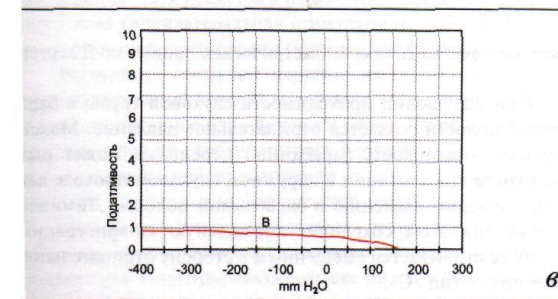
Тип "А" - норма



Тип "С" – при нарушении
проходимости слуховой
трубы

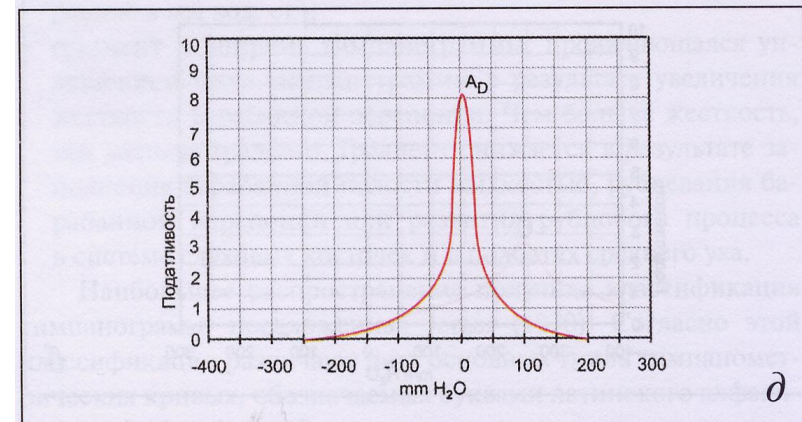
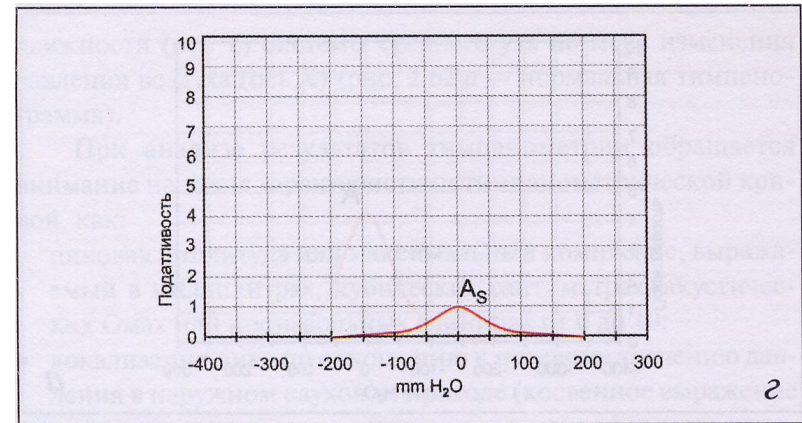


Тип "В" - при выпоте в среднем
ухе или адгезивном процессе



Типы тимпанограмм

- Тип A_s – наблюдается при отосклерозе
- Тип A_d – характерен для разрыва цепи слуховых косточек.



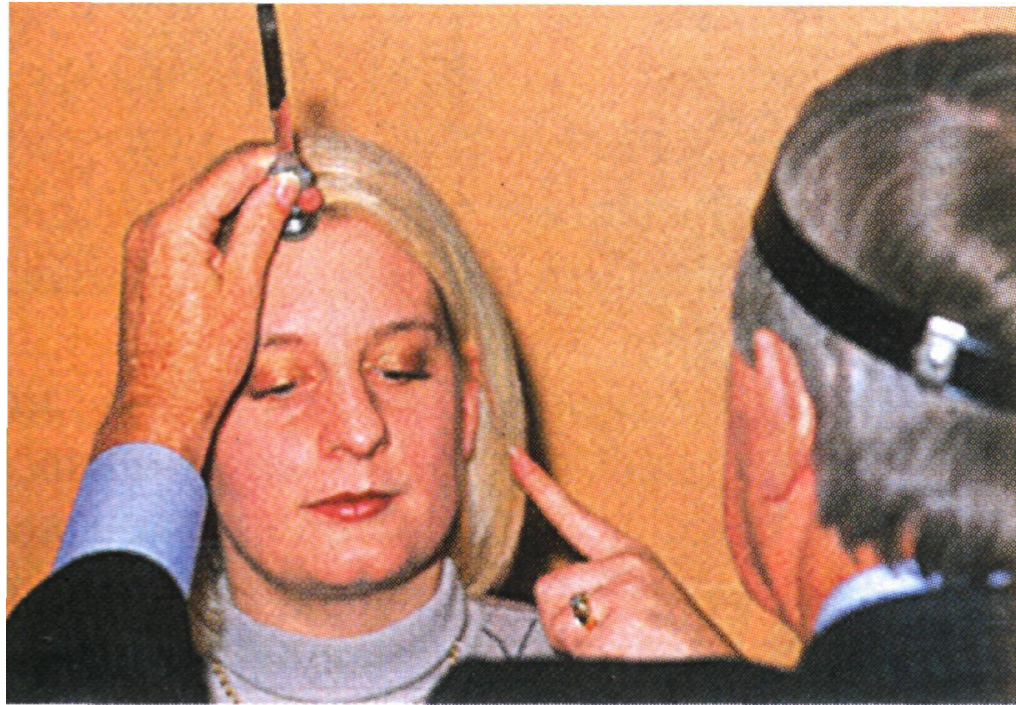
Исследование слуха

1. При помощи речи;
 2. Камертональное исследование;
 3. Аудиометрия:
 1. Пороговая аудиометрия;
 2. Надпороговая аудиометрия;
 3. Речевая аудиометрия;
 4. Игровая аудиометрия.
-

камертонов: Опыт Вебера:

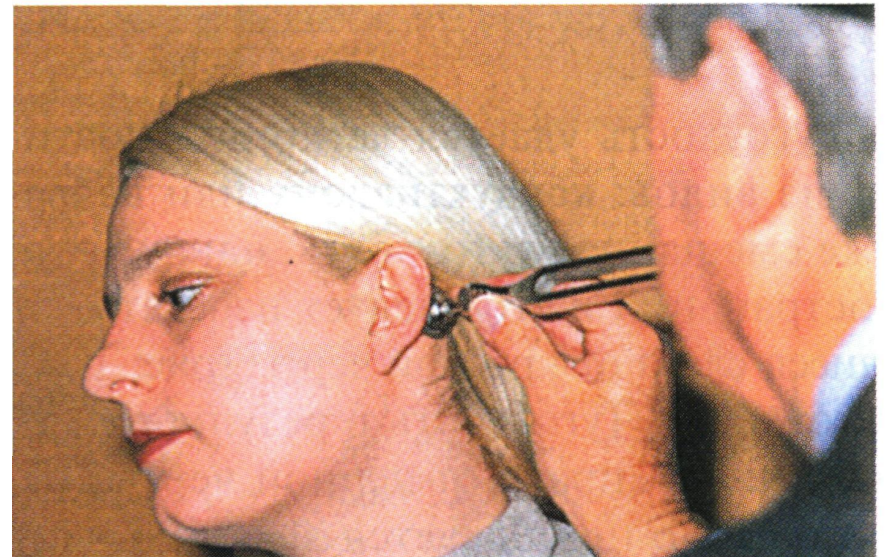
при кондуктивной потере слуха - латерализация звука в хуже слышащее ухо

при нейросенсорной – в здоровое ухо.



Исследование слуха при помощи камертонов: Опыт Ринне

- Сравнение воздушной и костной проводимости. Укорочение костной проводимости – признак поражения звуковоспринимающего аппарата.

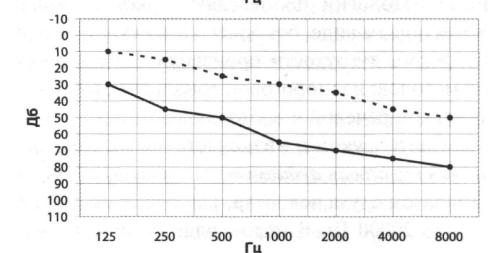
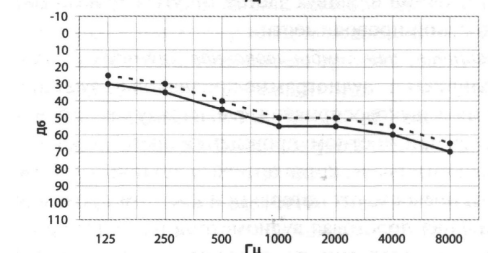
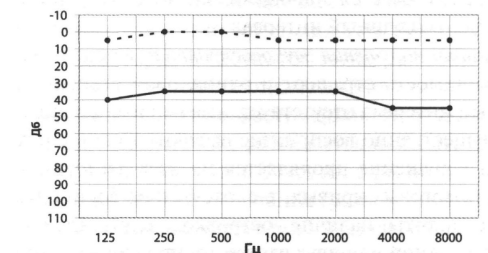
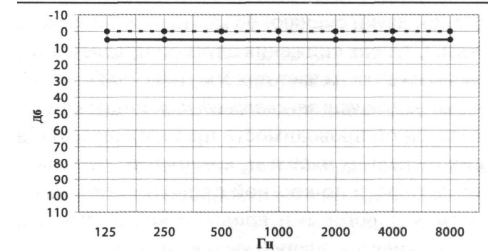


Пороговая аудиометрия



Типичные аудиограммы

- Нормальный слух
- Кондуктивная тугоухость (имеется костно-воздушный разрыв)
- Нейросенсорная тугоухость
- Смешанная тугоухость



Надпороговая аудиометрия

- Выявление ФУНГа, который указывает на поражение волосковых клеток органа Корти.
 - Чаще всего при при воспалительной или медикаментозной интоксикации улитки, гидропсе лабиринта.
-

Надпороговая аудиометрия

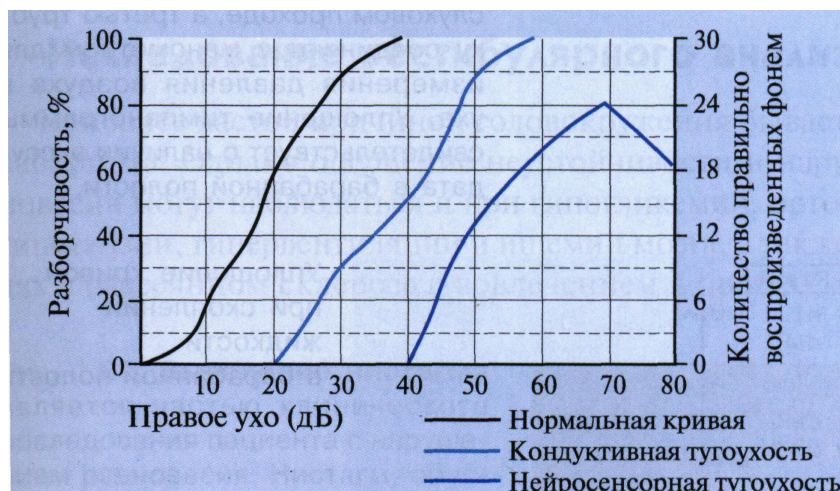
- Тест Фаулера
 - Тест SISI
 - Тест Люшера
 - Тест затухания порогового тона
 - Тест Пейзнера
-

Шумовая аудиометрия

- Определение частоты шума
 - Определение интенсивности шума
 - Использование «белого шума»
-

Речевая аудиометрия

- Важное значение при решении вопроса о слухопротезировании.



- Кривые разборчивости речи отличаются при различных видах тугоухости. В отличие от кондуктивной тугоухости, при нейросенсорной — никогда не достигается 100% разборчивость речи.

Игровая аудиометрия

- Используется для исследования слуха у детей в возрасте от 3 до 5 лет.



Объективные методы исследования слуха

- Акустическая рефлексометрия;
 - Регистрация слуховых вызванных потенциалов;
 - Отоакустическая эмиссия;
-

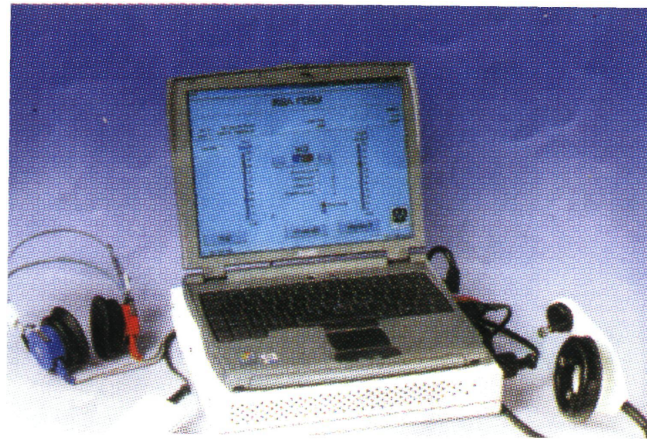
Акустическая рефлексометрия

Адекватный раздражитель - тональные или шумовые сигналы, интенсивность которых превышает пороговые значения. В норме порог - 80-90 дБ.

При кондуктивной тугоухости порог акустического рефлекса отсутствует на стороне поражения, при нейросенсорной - снижается.

Регистрация слуховых вызванных потенциалов

- а) коротколатентные (улитки, слухового нерва, ствола мозга)
- б) среднелатентные
- в) длинолатентные
- а) и б) - регистрируются в первые часы жизни ребенка.



Отоакустическая эмиссия

1. спонтанная ОАЭ (регистрируется в отсутствии звуковой стимуляции).
2. вызванная ОАЭ (ответ на звуковую стимуляцию. Разновидность ОАЭ -ЗВОАЭ успешно регистрируется у детей на 3-4 день после рождения).



Исследование слуха у детей

Дородовый период

- Аудиометрия плода
 - Рефлексы констатируемые на УЗИ
 - Кардиотокография
-

Исследование слуха у детей

Прелингвальный период (до 4 месяцев)

- Отоакустическая эмиссия
- Регистрация КСВП
- Импедансная аудиометрия

От 5 месяца до 2-3 лет постепенное замещение физиологических тестов поведенческими.

Исследование слуха у детей

Постлингвальный период (от 3-5 лет)

- Игровая аудиометрия
 - Тесты восприятия речи
 - Поведенческие тесты в сочетании с импедансной аудиометрией
-