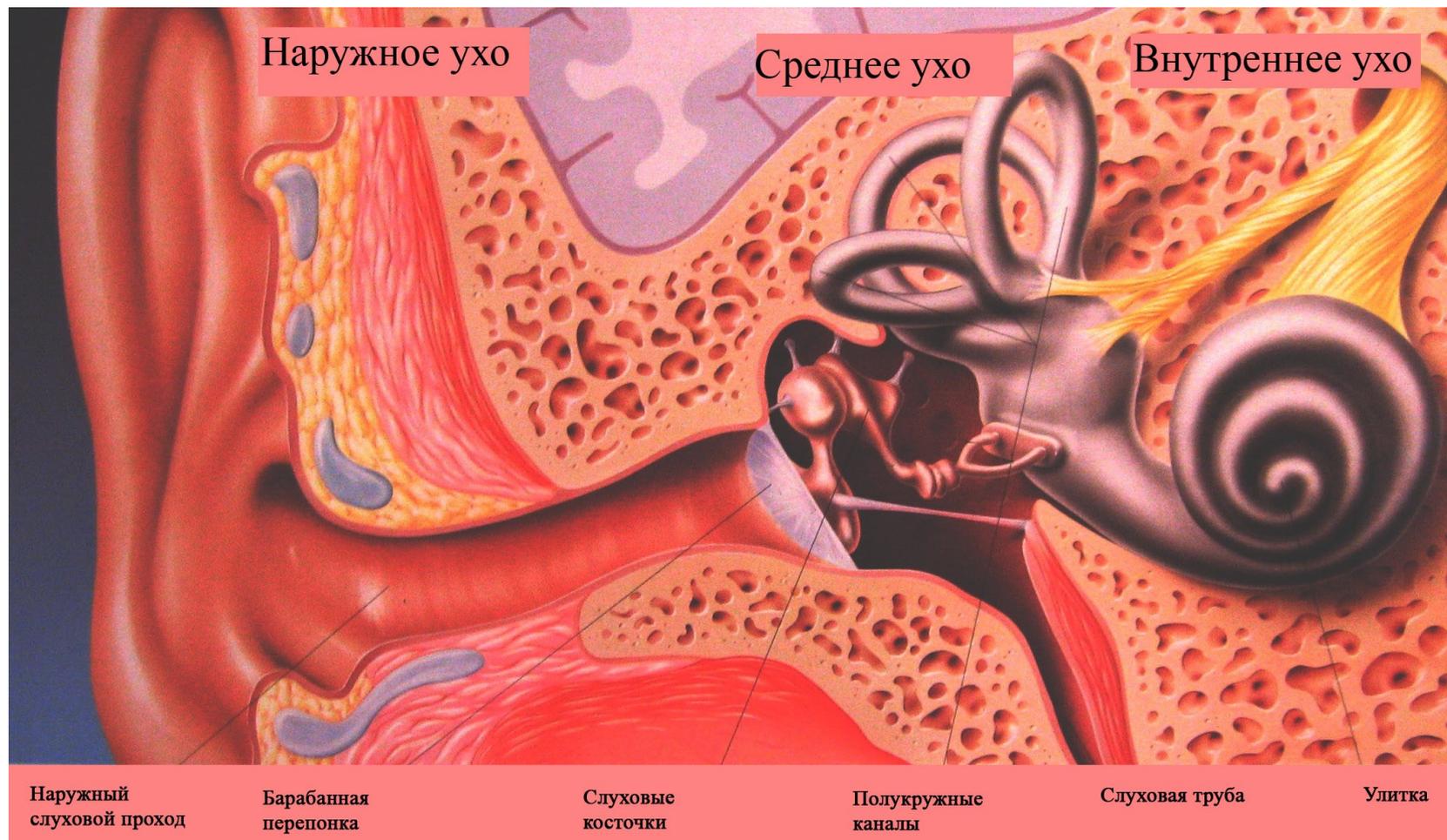


---

Клиническая анатомия и  
физиология органа слуха,  
методы исследования слуха

---

# Ухо - орган слуха и равновесия



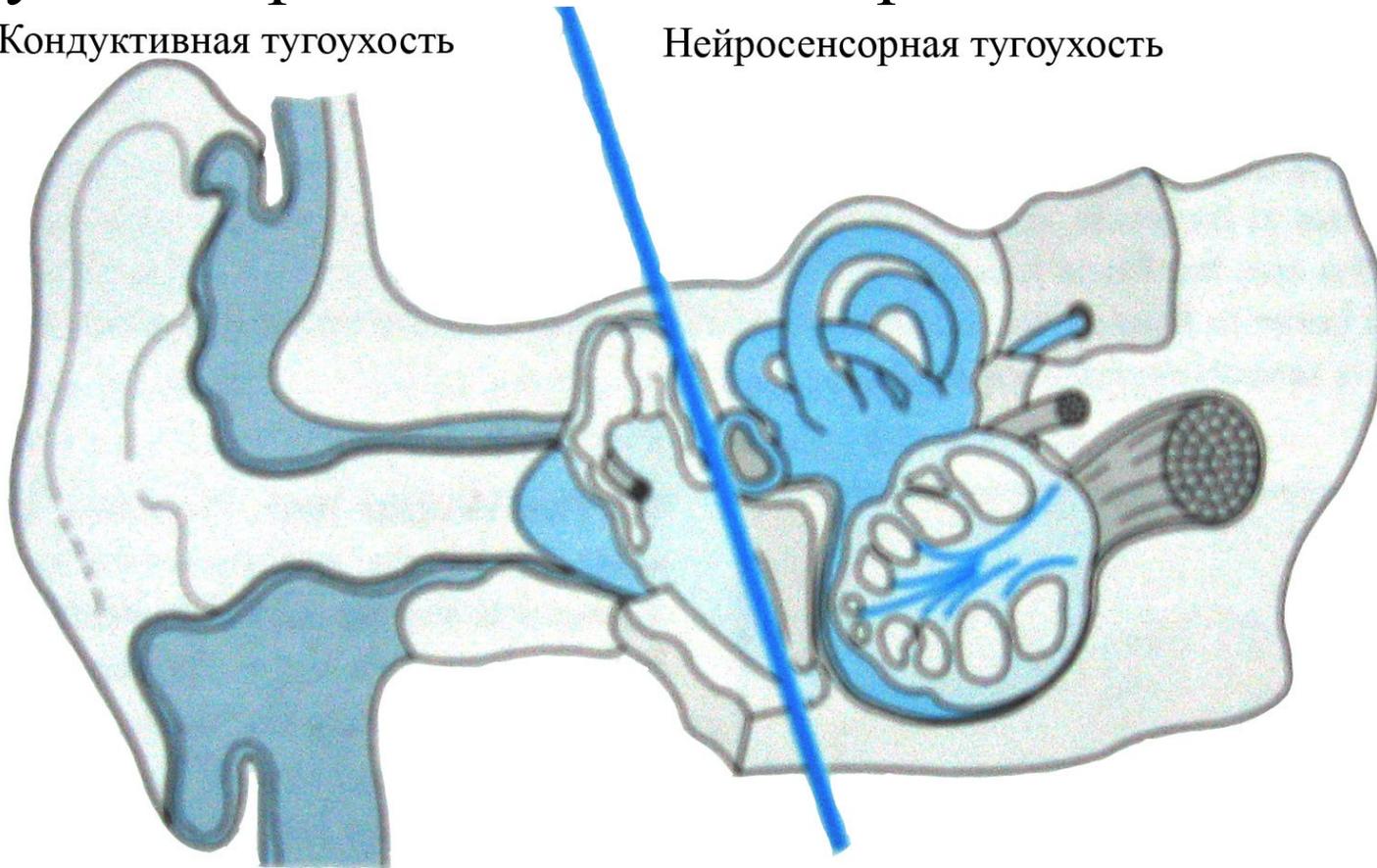
## Функционально выделяют:

а) звукопроводящий аппарат

б) звуковоспринимающий аппарат

Кондуктивная тугоухость

Нейросенсорная тугоухость

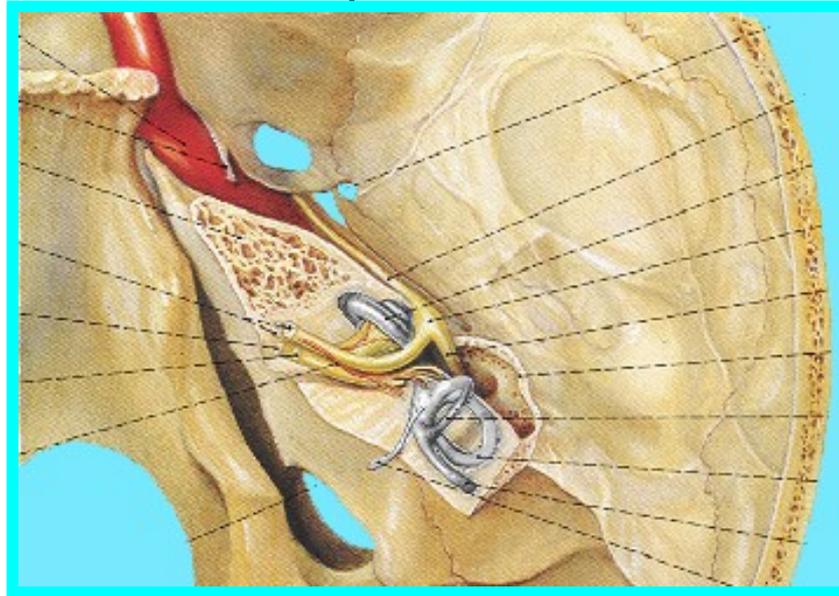


# Внутреннее ухо (лабиринт)

находится в глубине каменистой части височной кости.

а) костный лабиринт

б) перепончатый лабиринт



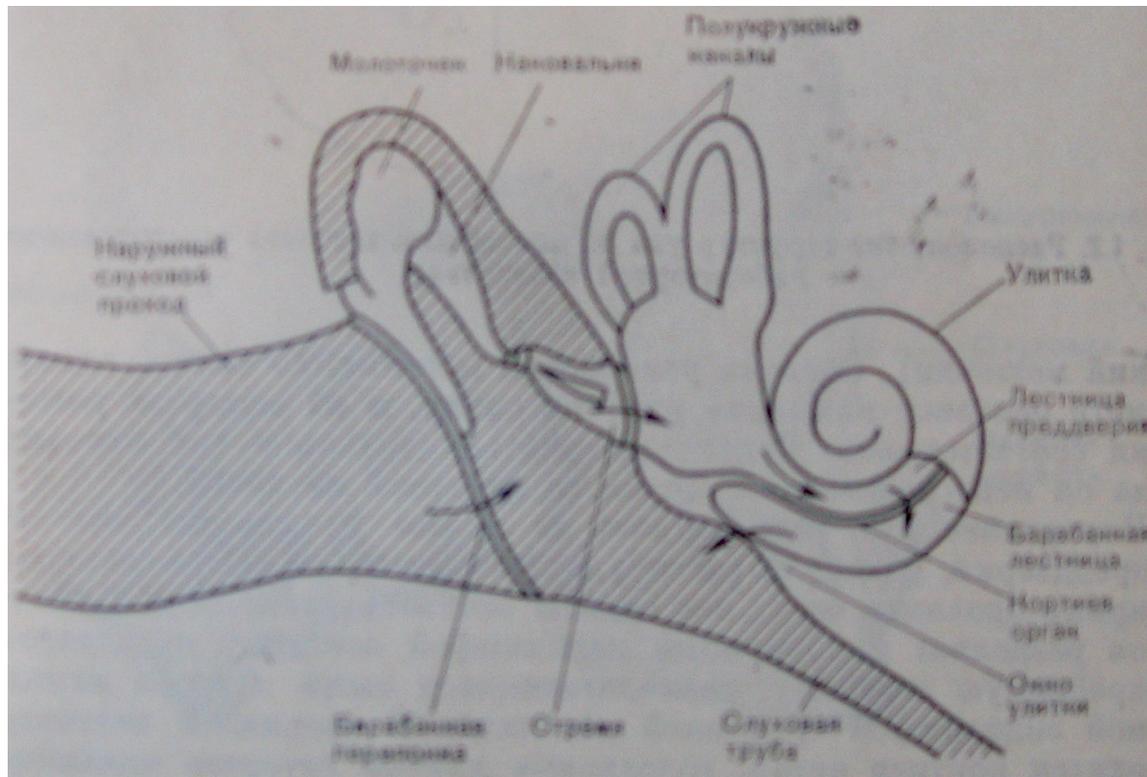
# Лабиринт

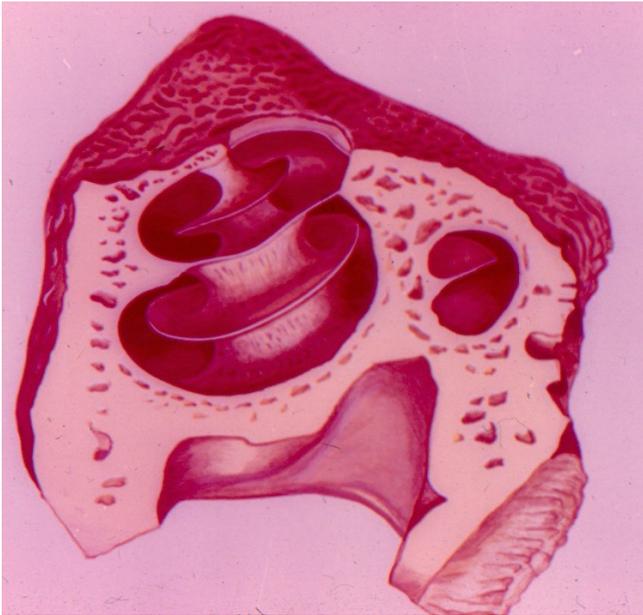
1. Преддверие
  2. Улитка
  3. Полукружные каналы
- е  
каналы



# Преддверие

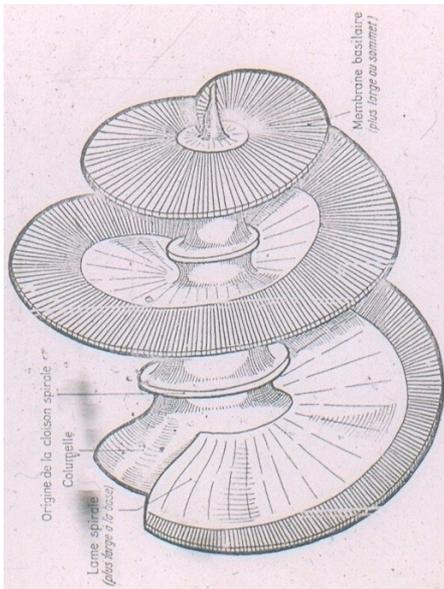
- спереди сообщается с улиткой через лестницу преддверия;
- сзади - с полукружными каналами;
- на наружной стенке - окно преддверия и окно улитки





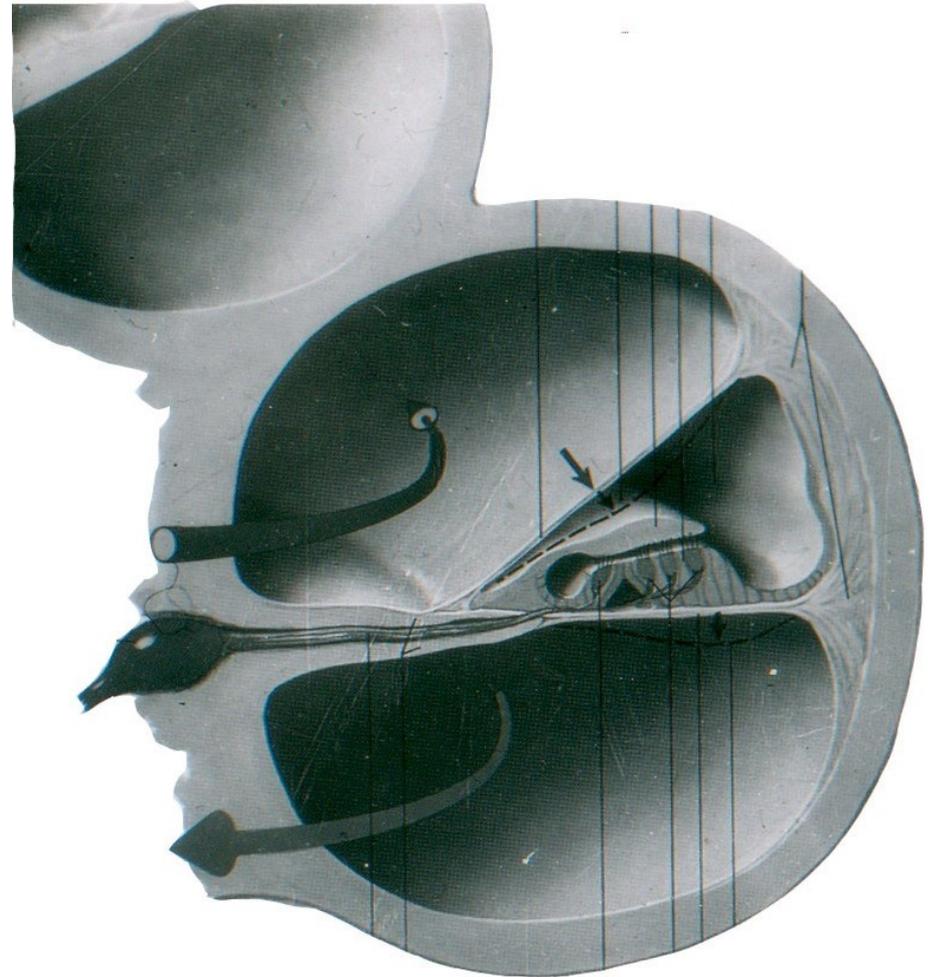
# Улитка

- 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

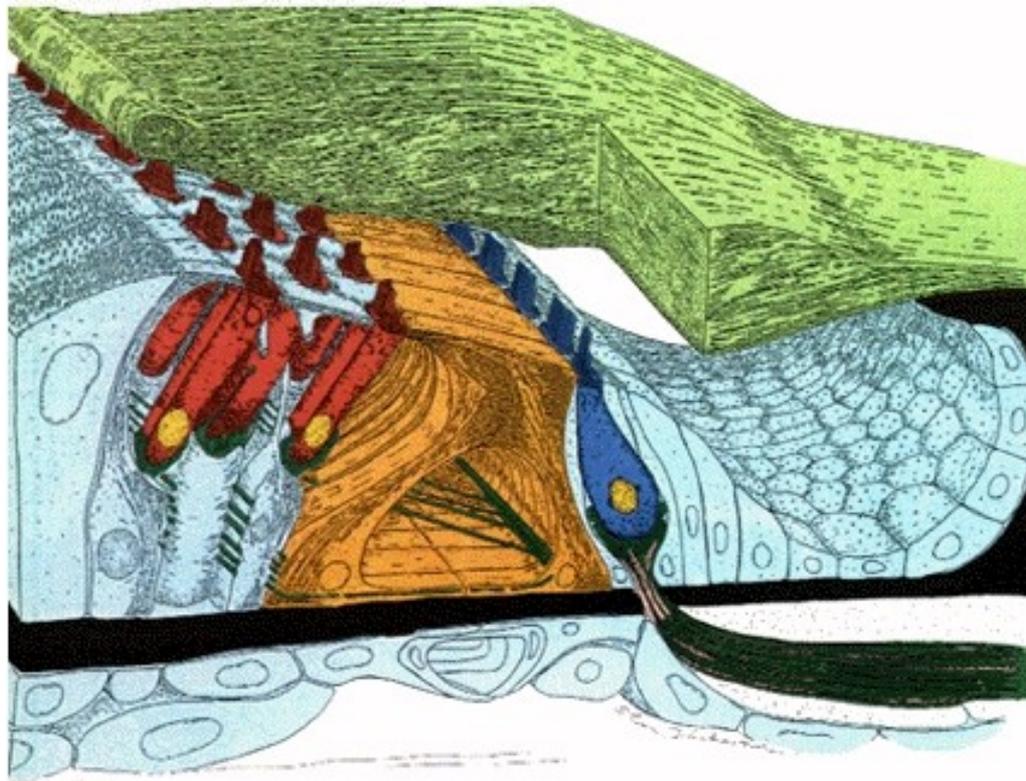


# Перепончатая улитка (кохлеарный проток) с органом Корти

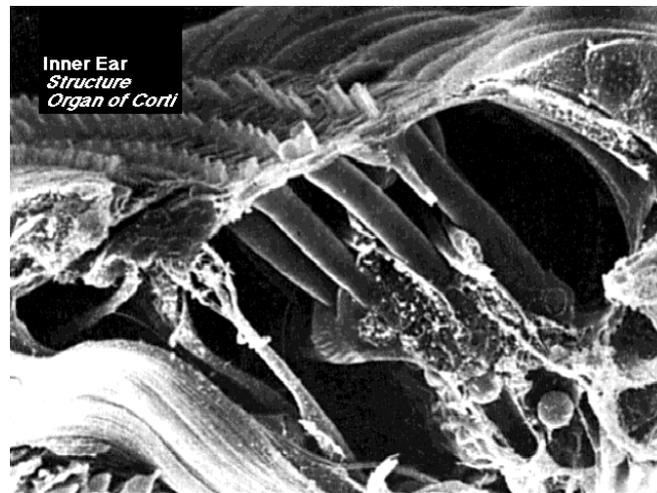
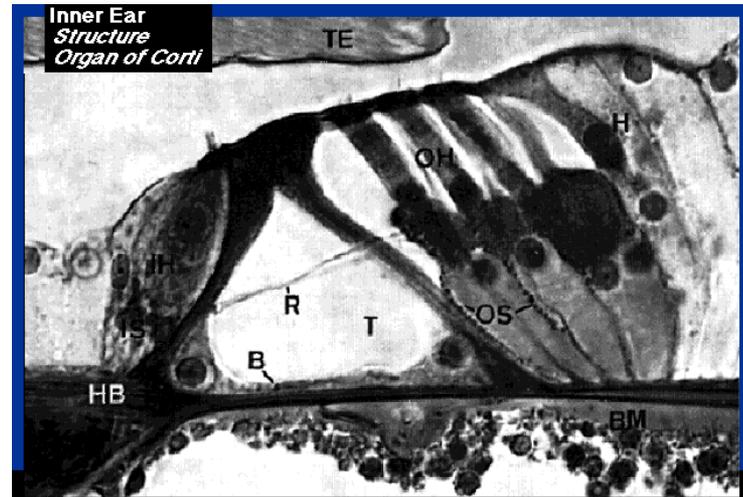
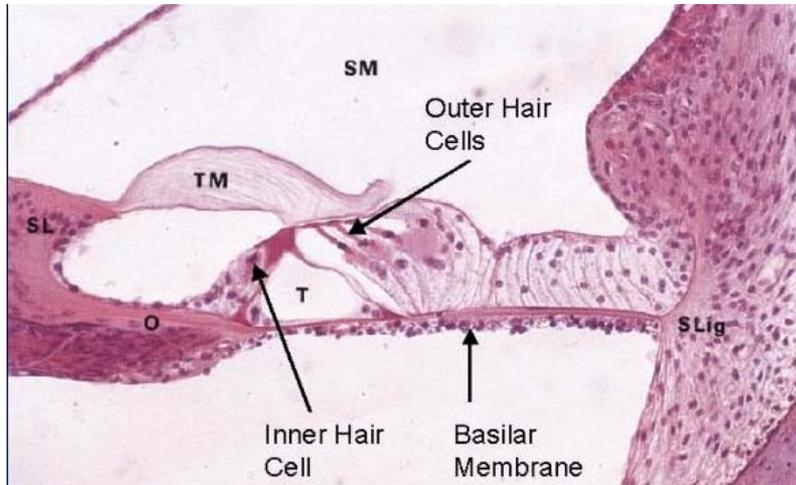
- На разрезе через модиолус видны три стенки:
  - а) вестибулярная
  - б) наружная (сосудистая полоска)
  - в) тимпанальная



# Кортиев орган

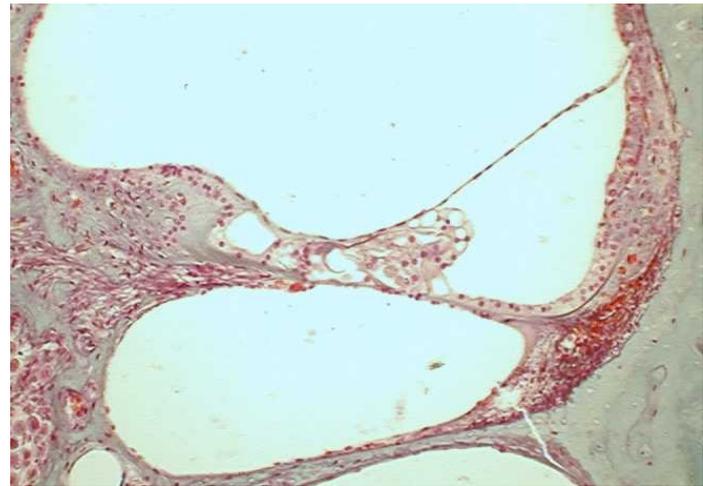


# Кортиев орган



# 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

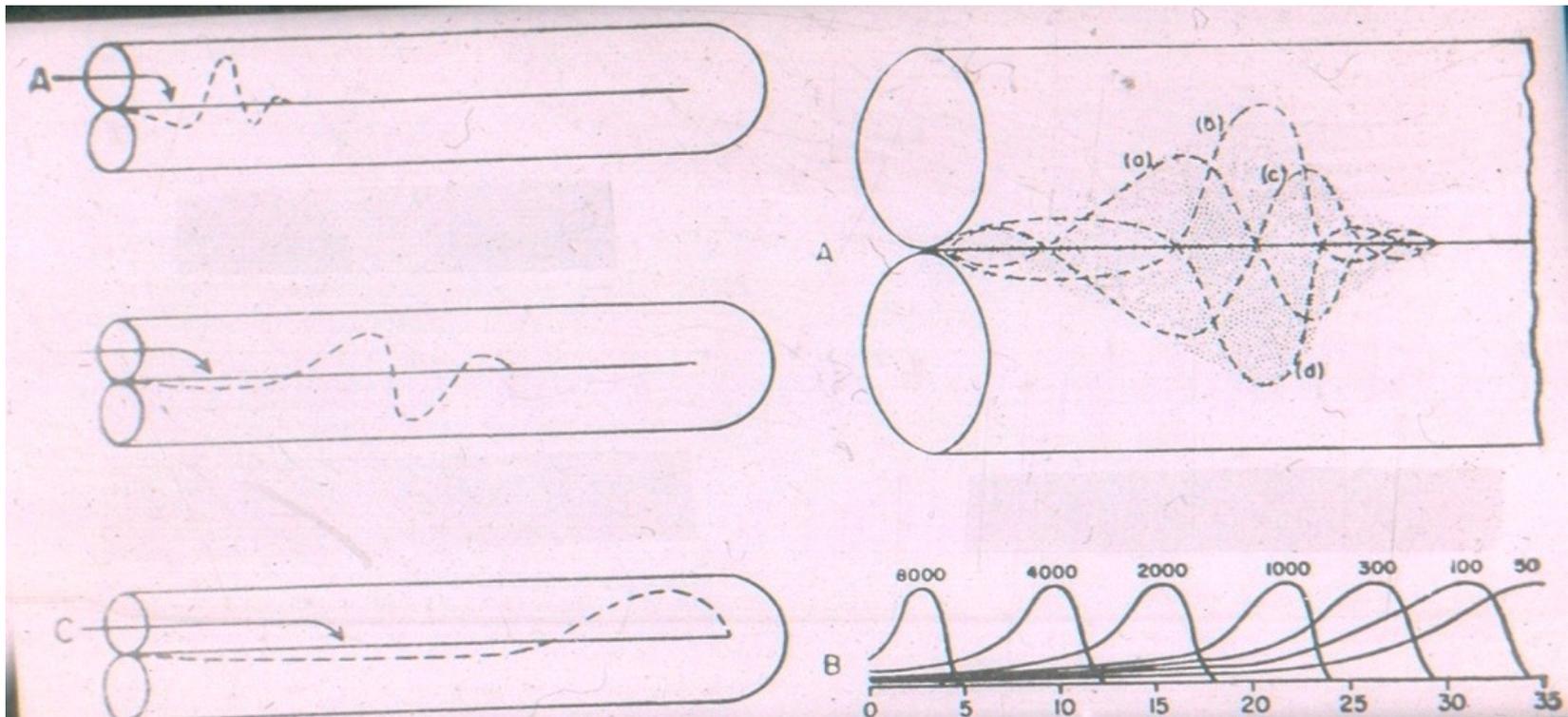
- Маятникообразное колебание, например камертона, в воздушной среде сопровождается образованием фаз сгущения и разряжения, в результате образуется звуковая волна, которая достигает органа слуха.
  - Для оптимального слуха очень важно, чтобы звуковая волна к окну преддверия и окну улитки пришла в разных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

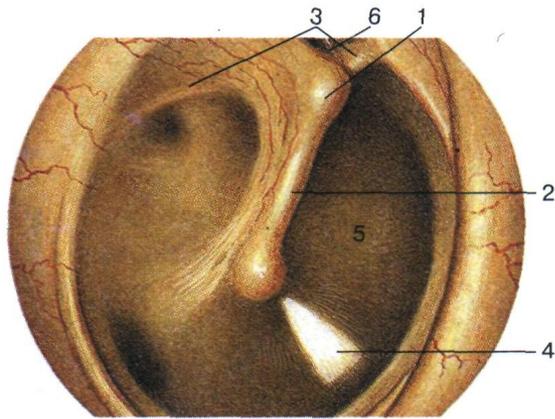
- Сила звука 120 – 130 дБ вызывает боль в ушах

# 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. **Ототопика – локализация источника звука (возможна при нормальном слухе на оба уха).**

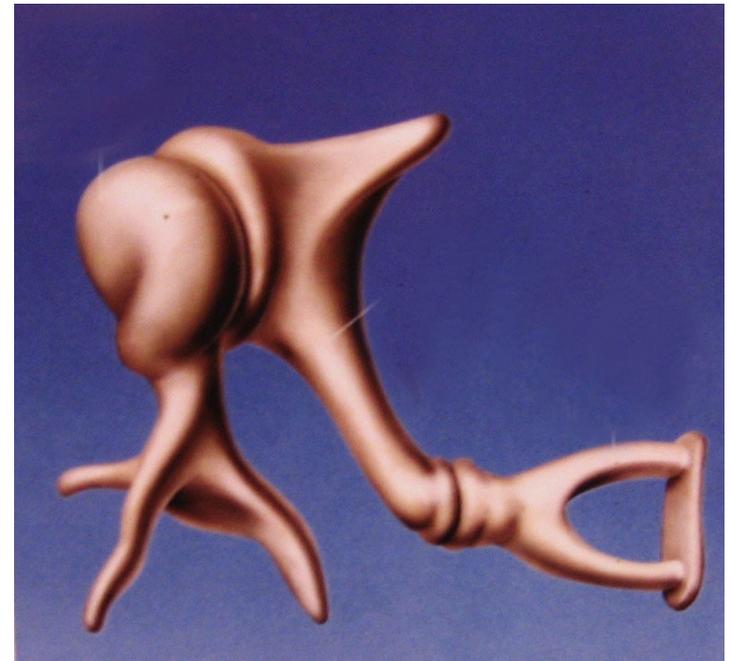
# Механизм звукопроводения

- 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 звукопроведения 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 звукопроведения:*

**а) инерционный**

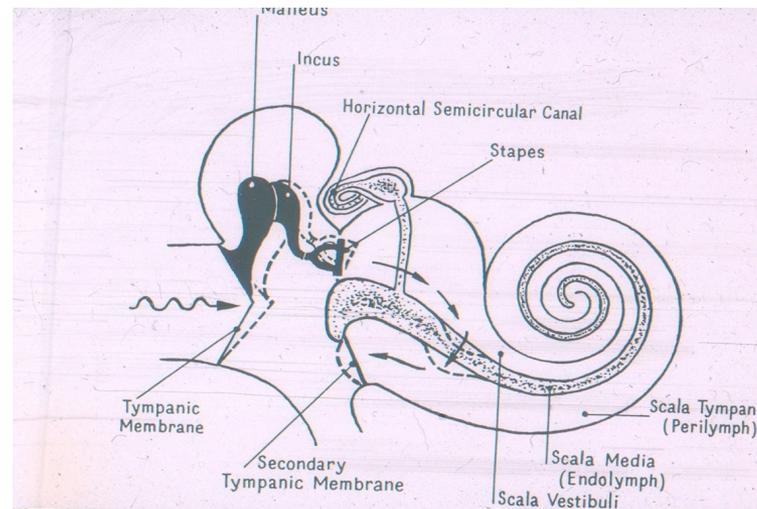
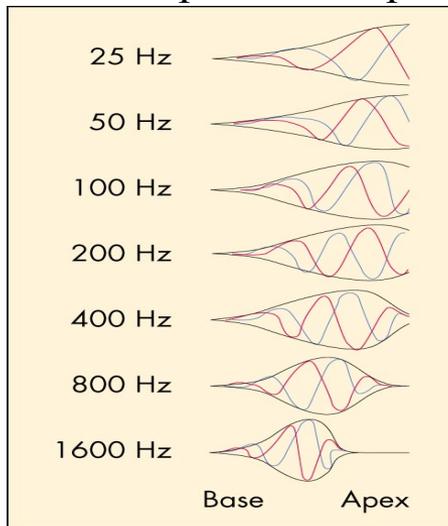
**б) компрессионный**

# 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 верхушке → базилярная мембрана выгибается кверху

- в базилярной мембране возникает волна, пробегающая по всей ее длине.

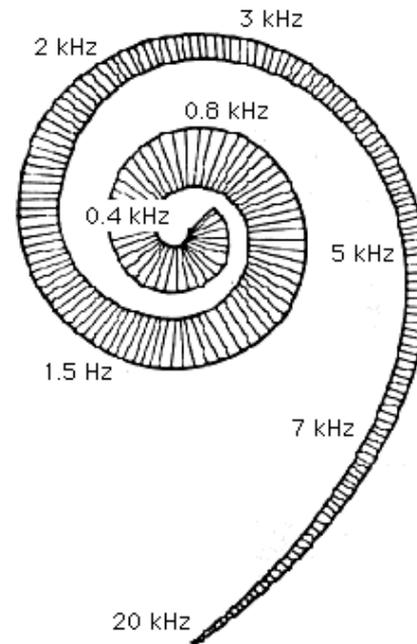
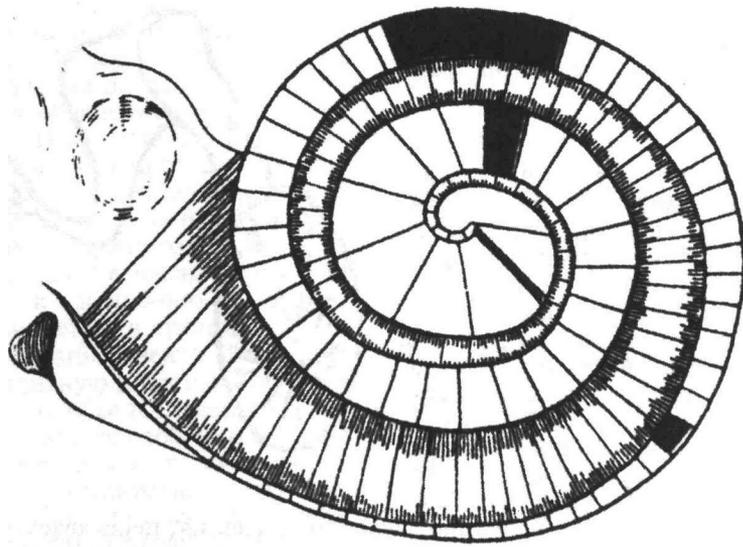


# Теория Бекеши

- 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).

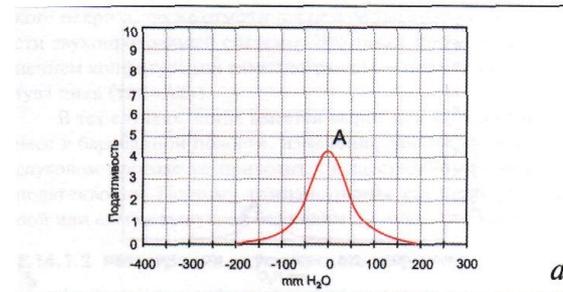
# Тимпанометрия

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

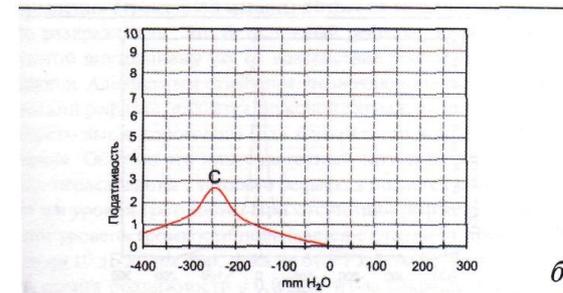


# Типы тимпанограмм

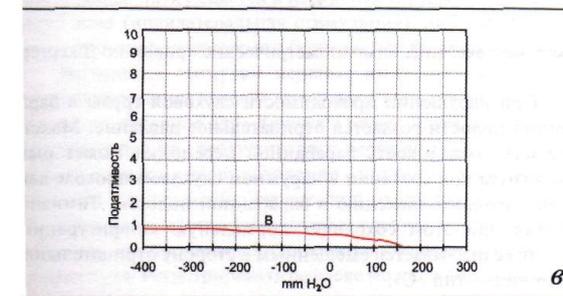
Тип "А" - норма



Тип "С" — при нарушении  
проходимости слуховой  
трубы

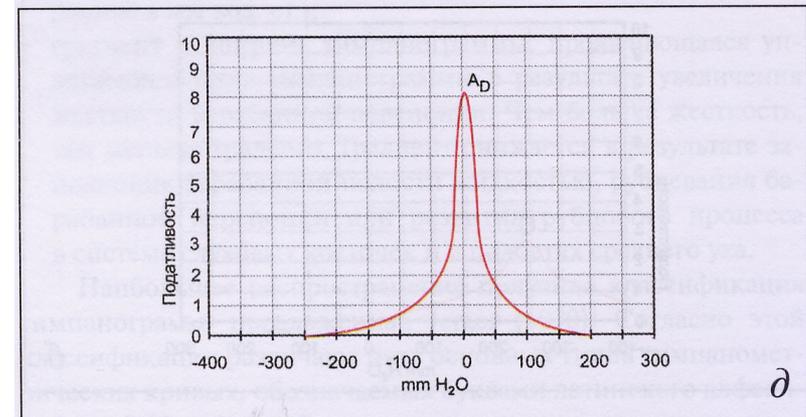
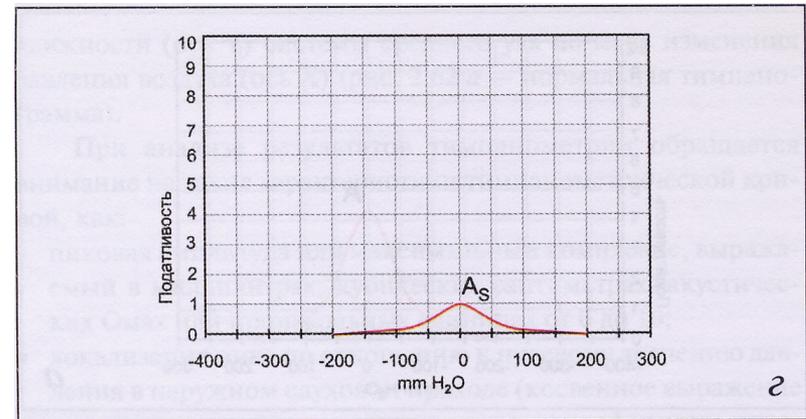


Тип "В" - при выпоте в среднем  
ухе или адгезивном процессе



# 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.
-

---

# Исследование слуха при помощи камертонов

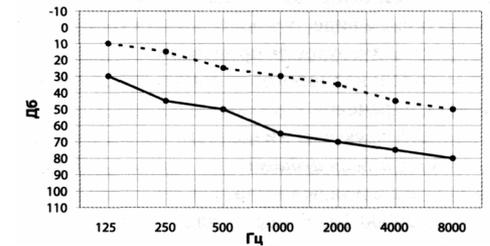
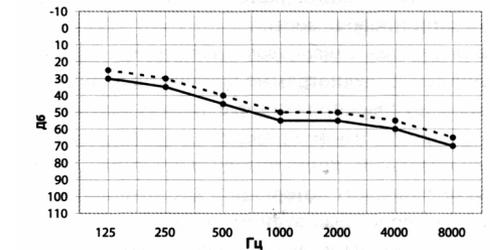
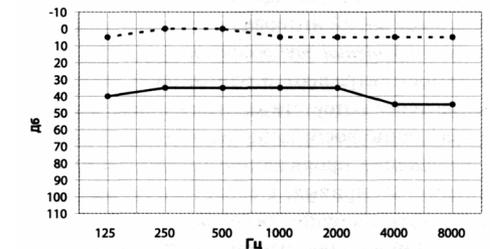
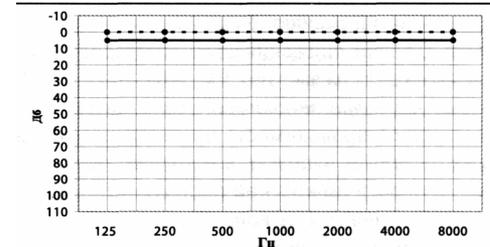
- опыт Вебера (20%)
  - опыт Ринне (положительный, отрицательный, малый положительный)
  - опыт Швабаха
  - опыт Федериче
  - опыт Бинга
  - опыт Желле
-

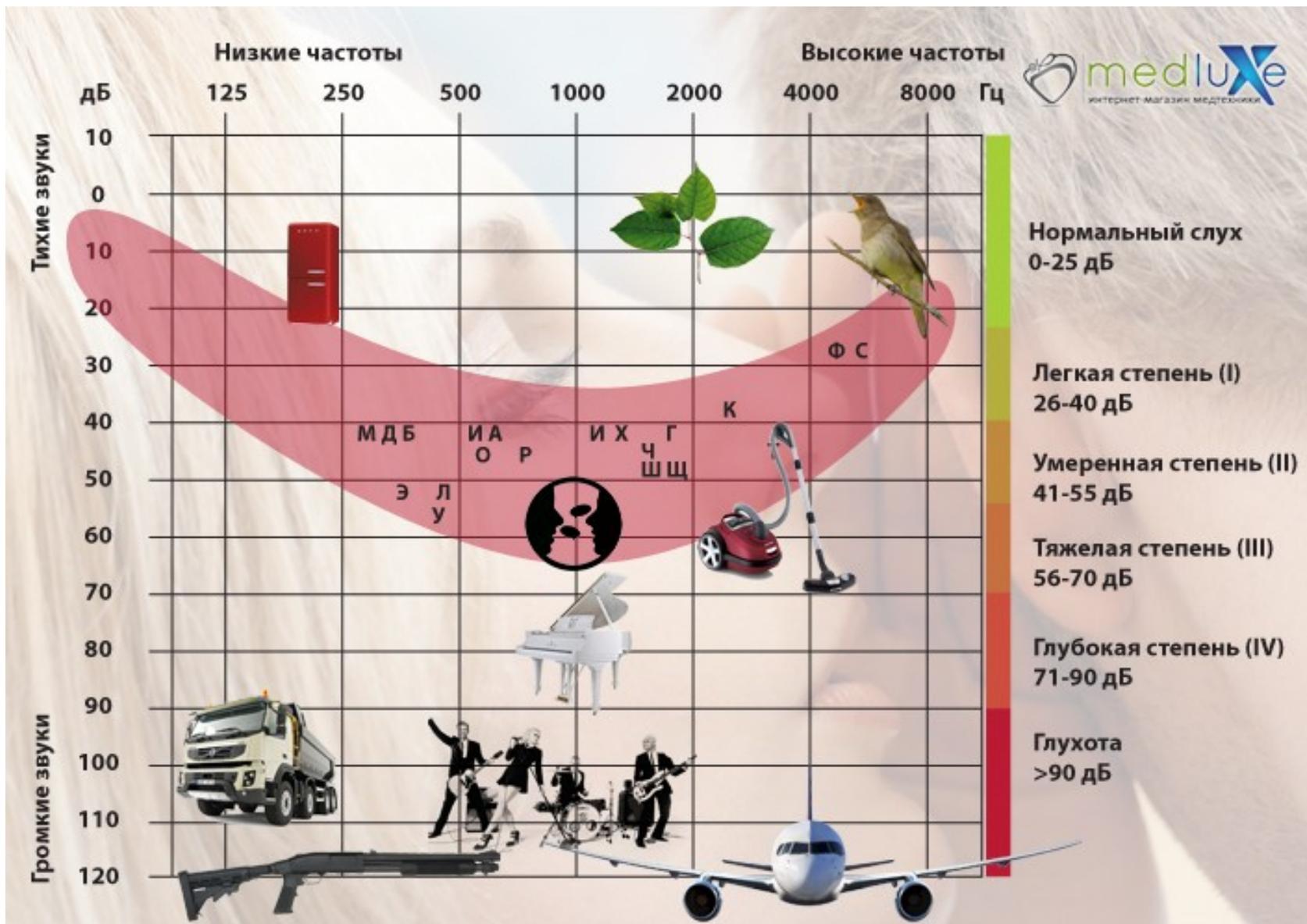
# Пороговая аудиометрия



# Типичные аудиограммы

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





---

# маскировка

- при нарушении звукопроведения - 40 дБ
- при нарушении звуковосприятия – 10 дБ

***выполнение исследования слуха по костному проведению без заглушения всегда является исследованием на оба уха***

---

---

# 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 (выравнивание громкости)
  - Тест SISI (20%)
  - Тест Люшера (модулирование амплитуды 0,8 – 1,2 дБ)
  - Тест затухания порогового тона TDT
  - Тест Пейзнера (уязвимость к шуму – 10 дБ)
-

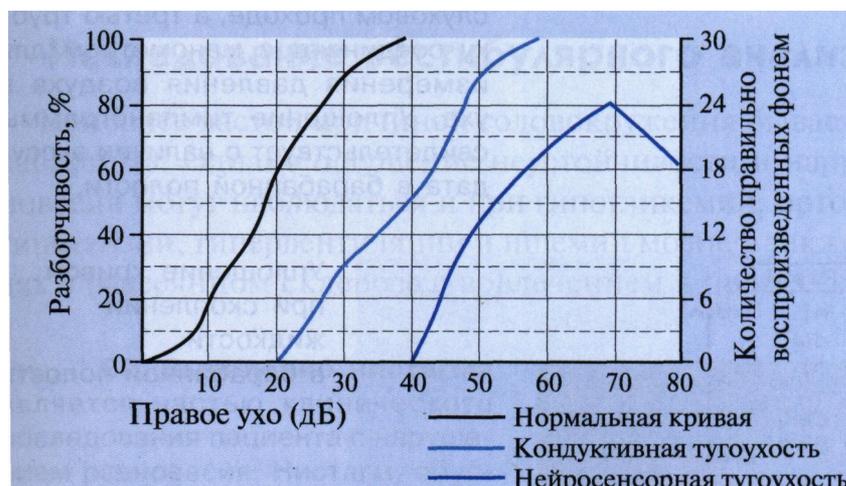
---

# 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;
-

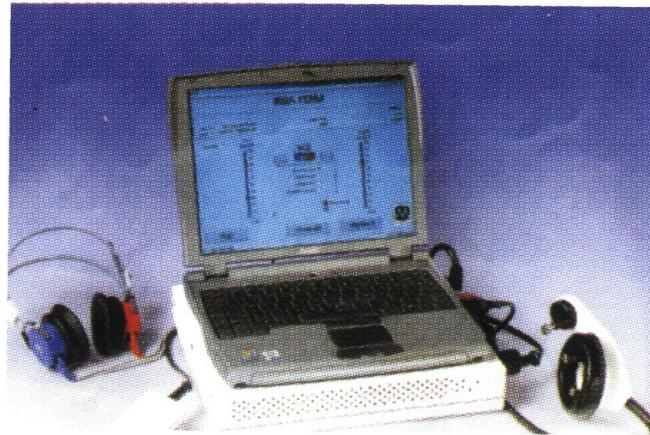
# Акустическая рефлексометрия

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
-