

ЛЕКЦИЯ № 6

Слуховой анализатор

Л.А. Лучихин

**Кафедра ЛОР-болезней (зав. — член-корр. РАМН проф.
В.Т. Пальчун) лечебного факультета ООО ВПО РГМУ**

**Москва
2008**

Основные вопросы:

- Звук — адекватный раздражитель слухового анализатора.
- Трансформационная система среднего уха и механизм звукопроведения.
- Представления о звуковосприятии.
- Субъективные и объективные методы оценки состояния слуха.

Слух человека — сложный процесс, для реализации которого необходимо проведение звуковой волны до рецептора улитки, преобразование ее в нервные импульсы, передача их в нервные центры, анализ и интеграция звуковой информации в коре головного мозга

Понятие о звуке

- Звук — это механические колебания упругой среды, распространяющиеся в виде волн в воздухе, различных жидкостях и твердых телах:
 - в воздухе $v = 332$ м/с;
 - в воде $v = 1450$ м/с.
- Одинаковые состояния звуковой волны — участки сгущения или разрежения — называются фазами.
- Звуковые колебания характеризуются: амплитудой, длиной волны, частотой.

Основные свойства слухового анализатора.

Слуховой анализатор позволяет дифференцировать звуки:

- по **высоте** (частоте) — диапазон восприятия от 16 до 20 000 Гц.
- по **громкости** (интенсивности) звука — от 1 до 140 дБ.
- по **тембру** (индивидуальной окраске) звука.

Громкость звука

- Громкость звука отражает его интенсивность, т. е. энергию, переносимую звуковой волной к единице поверхности (Вт/см^2). Диапазон между порогом восприятия и максимально переносимым давлением равняется 10^{14} и измеряется миллиардными величинами.
- Единицей измерения уровня громкости принято считать **бел** — десятичный логарифм отношения интенсивности данного звука к пороговому его уровню.
Децибел — 0,1 десятичного логарифма.
Тогда диапазон слухового восприятия — от 0 до 130 дБ.

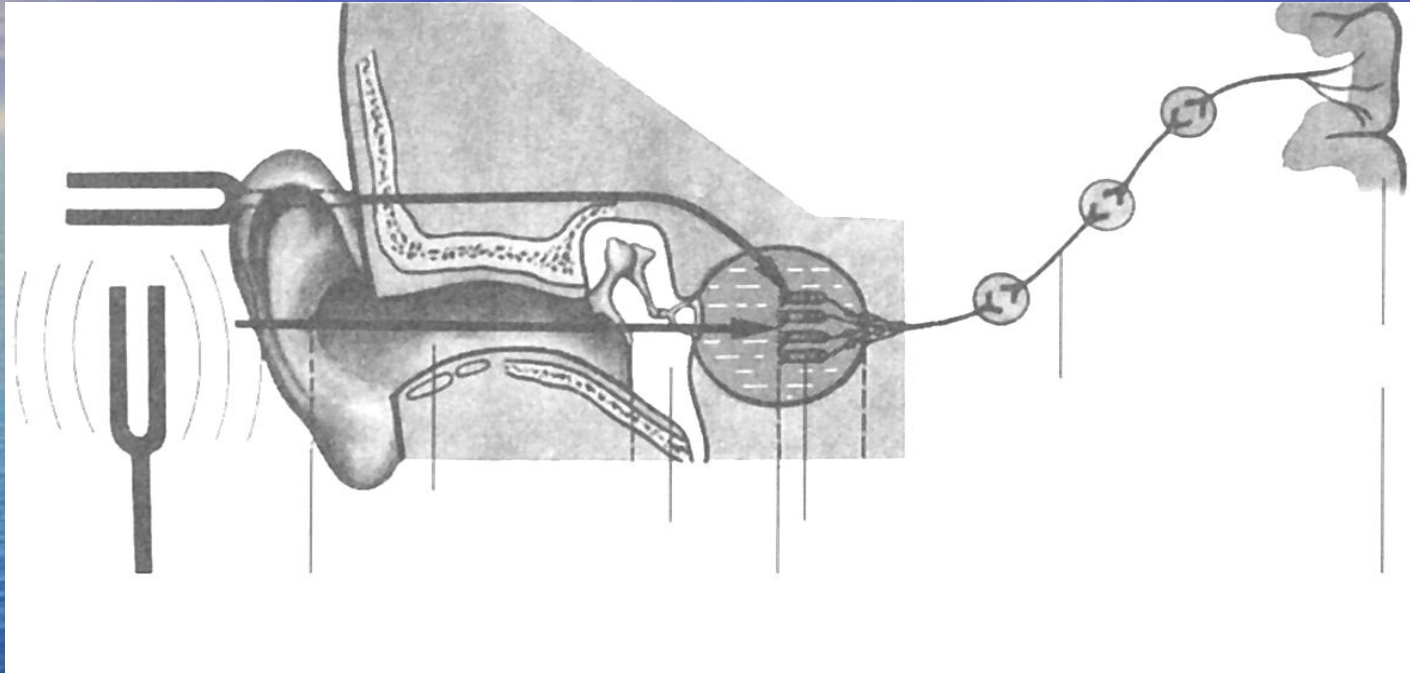
Дополнительные свойства слухового анализатора:

- **Адаптация** — физиологическое приспособление органа слуха к силе звукового раздражителя. Под влиянием сильных звуков чувствительность уха снижается, а в тишине наоборот обостряется. От адаптации следует отличать **устомление** слухового анализатора.
- **Ототопика** — способность определять направление источника звука. Ототопика возможна лишь при бинауральном слухе.

Слуховой анализатор состоит из следующих основных частей:

- периферического отдела — наружного, среднего и внутреннего уха (до спирального органа);
- проводящих путей;
- центрального (коркового) отдела анализатора.

Звукопроводящая и звуковоспринимающая системы:

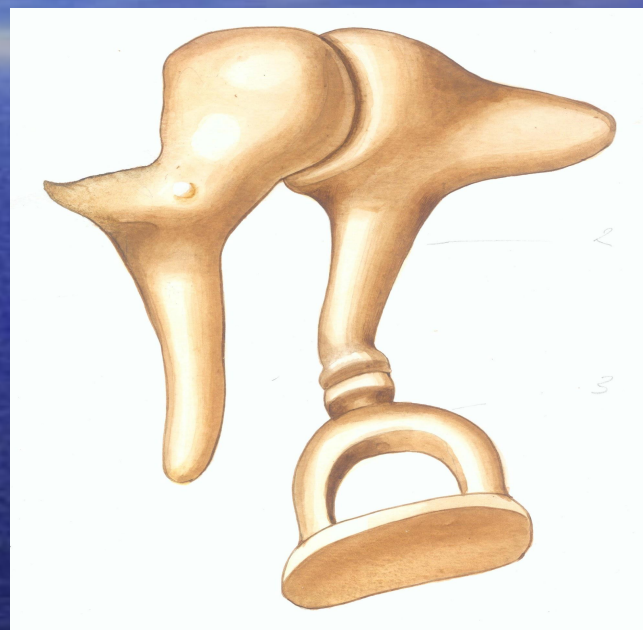


- 1 — наружное ухо; 2 — среднее ухо; 3 — внутреннее ухо;
- 4 — проводящие пути; 5 — корковый центр;
- 6 — звукопроводящий аппарат;
- 7 — звуковоспринимающий аппарат

Основные функции слухового анализатора:

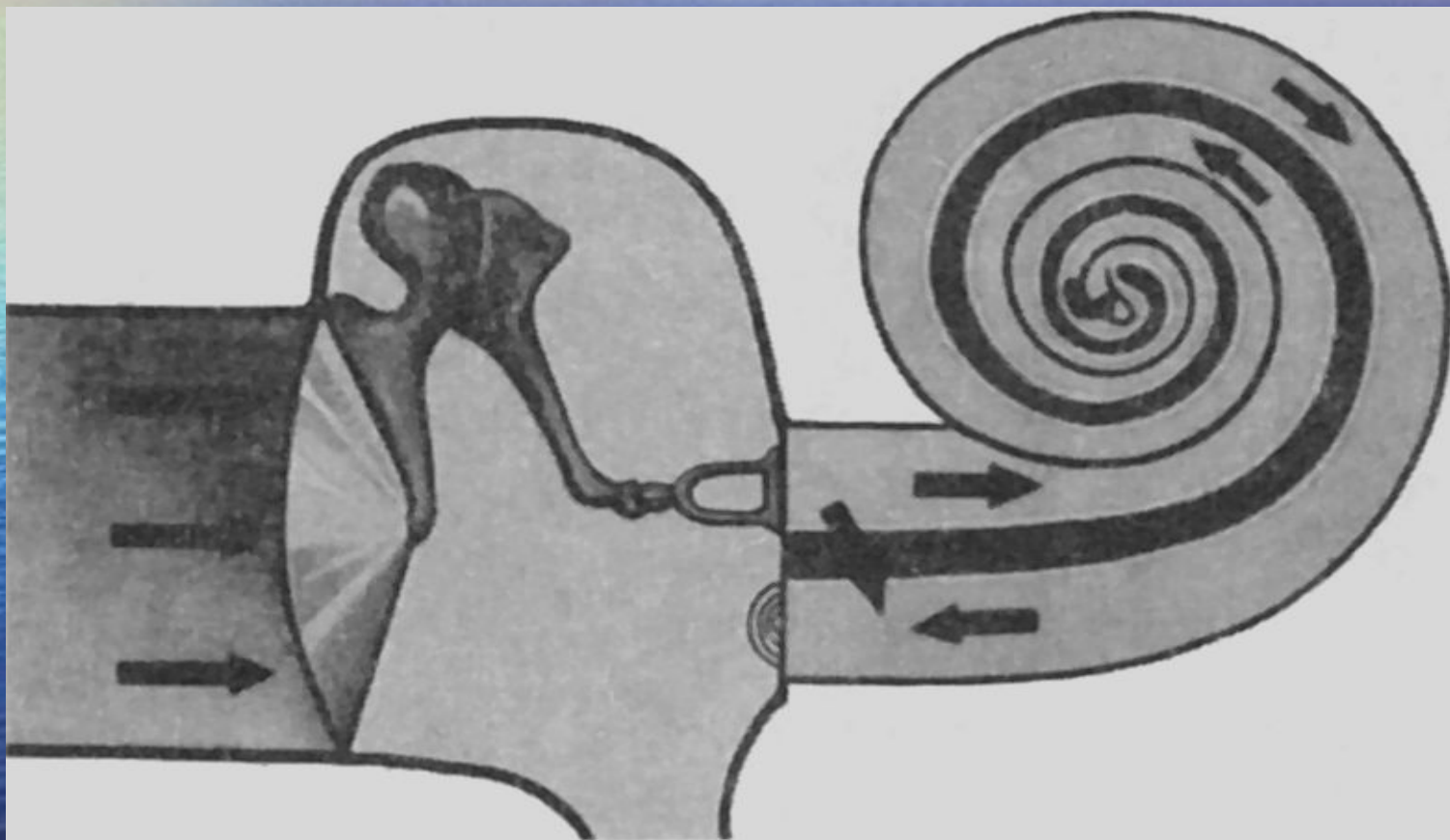
- **Звукопроведение** — доставка звуковой энергии к рецепторам улитки.
- **Звуковосприятие** — трансформация физической энергии звуковых колебаний в нервные импульсы, проведение их до центров в коре головного мозга, анализ и осмысливание звуков.
- Соответственно различают звукопроводящий и звуковоспринимающий отделы анализатора, а при их патологии — **кондуктивную** (звукопроводящую) и **сенсоневральную** (нарушение звуковосприятия) тугоухость.

Барабанная перепонка и цепь слуховых косточек



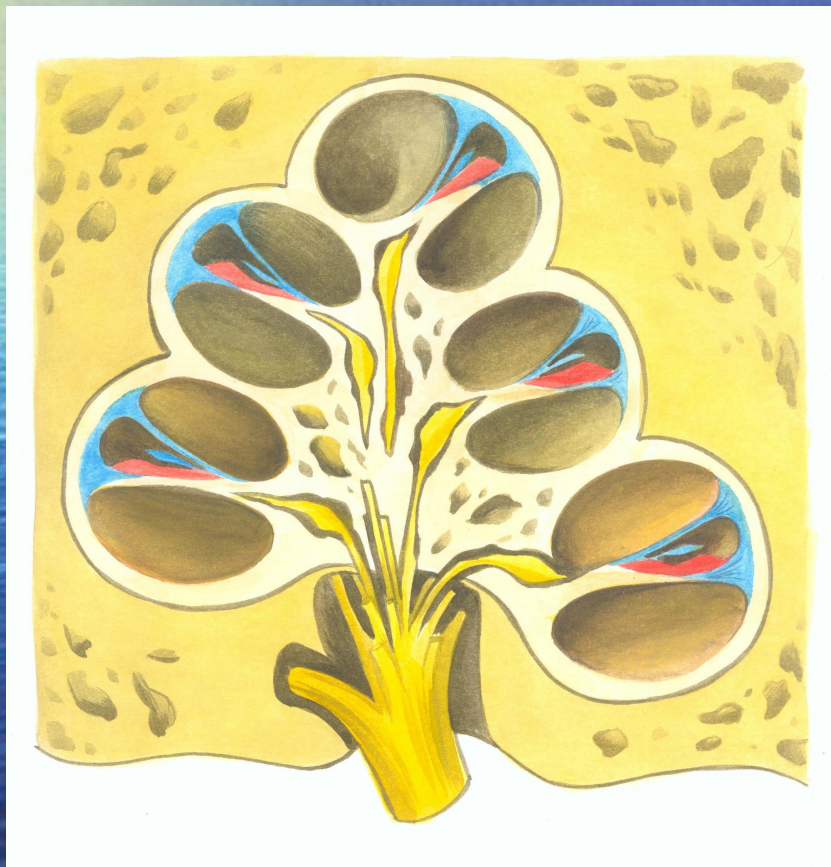
- 1 — натянутая часть барабанной перепонки;
- 2 — ненатянутая часть барабанной перепонки;
- 3 — рукоятка молоточка; 4 — световой конус;
- 5 — молоточек; 6 — наковальня; 7 — стремя

Передача звуковых колебаний к спиральному органу

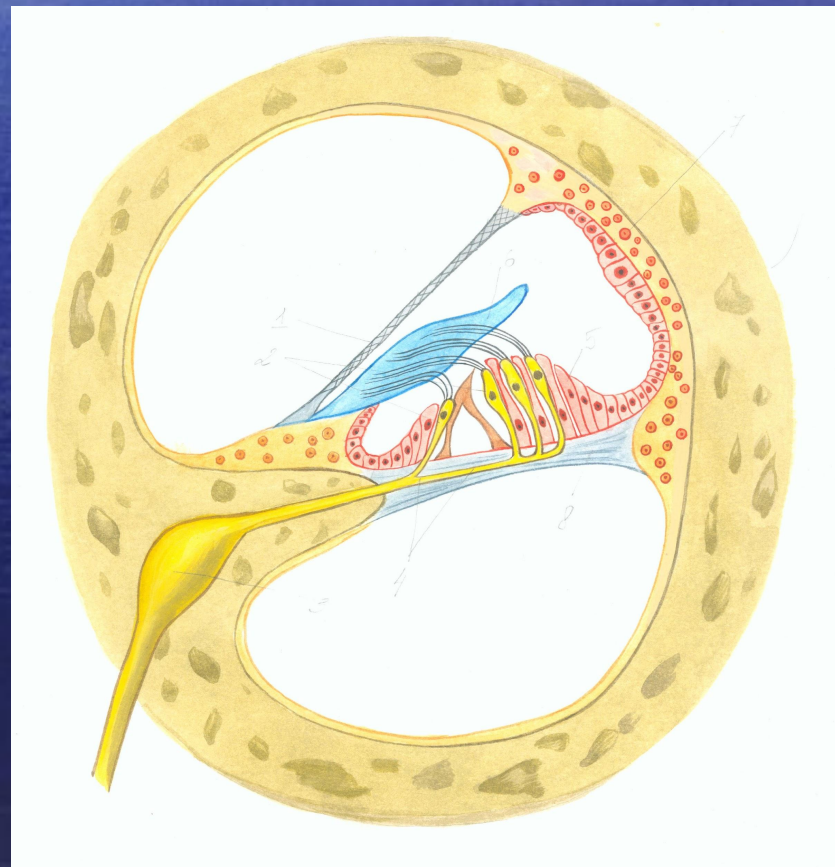


Фронтальный разрез улитки (а) и спиральный орган (б)

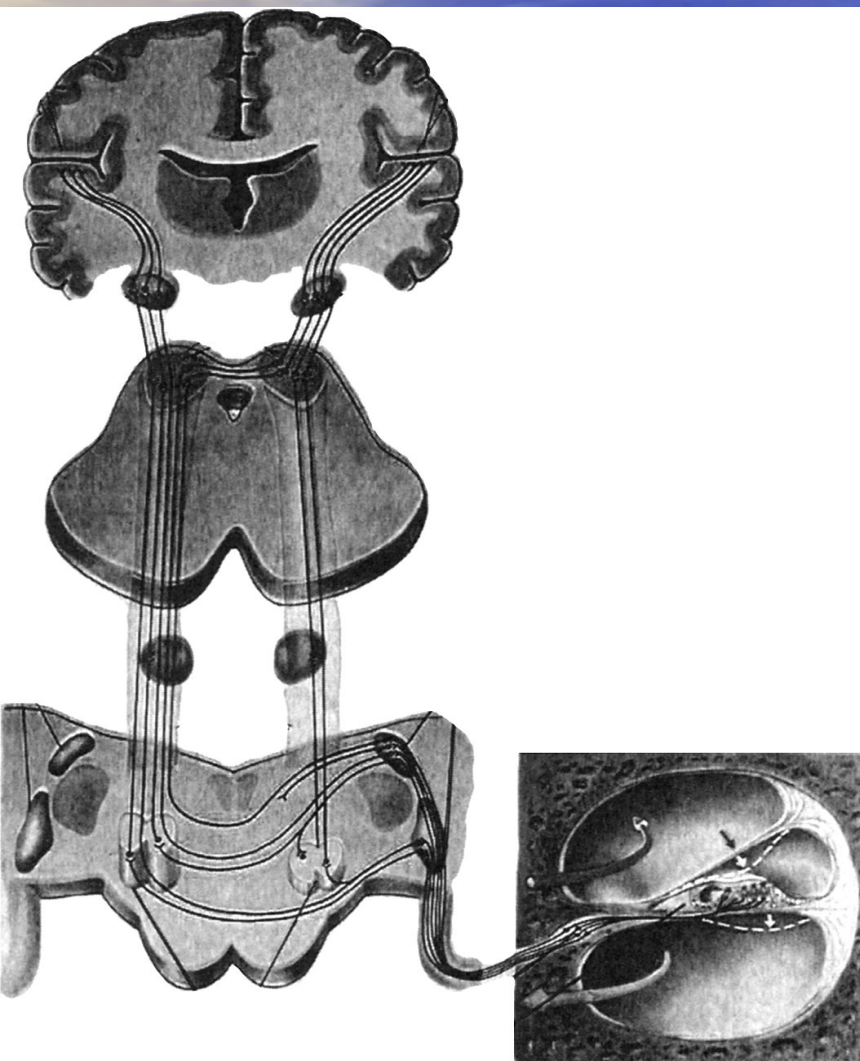
а



б



Проводящие пути слухового анализатора



1 — слуховой рецептор;

2 — спиральный узел;

3 — улитковый корешок
преддверно-улиткового
нерва;

4 — вентральное улитковое ядро;

5 — дорзальное улитковое ядро;

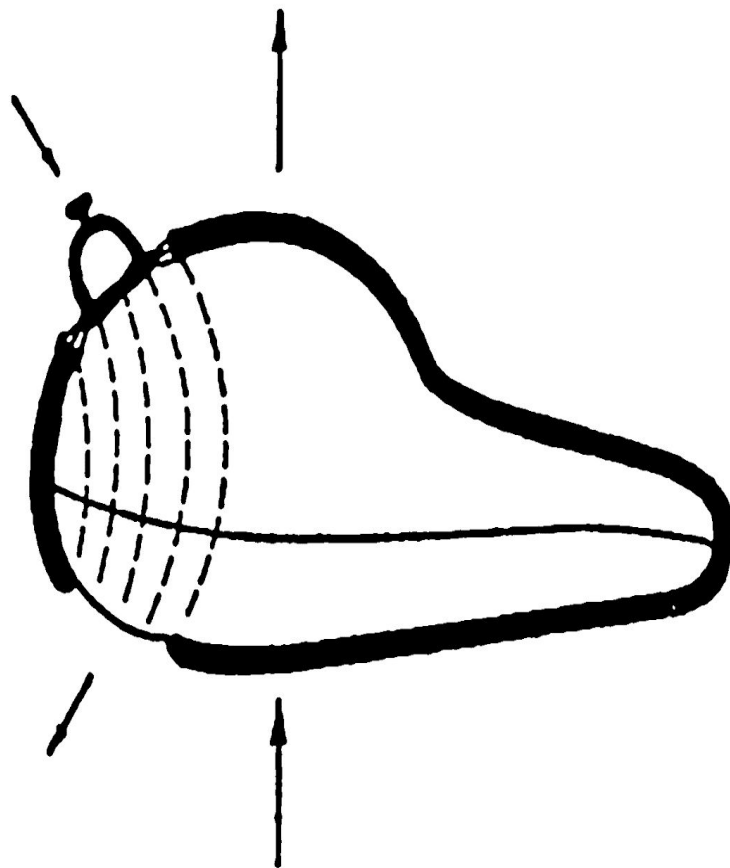
6 — верхняя олива;

7 — нижние бугры четверохолмия;

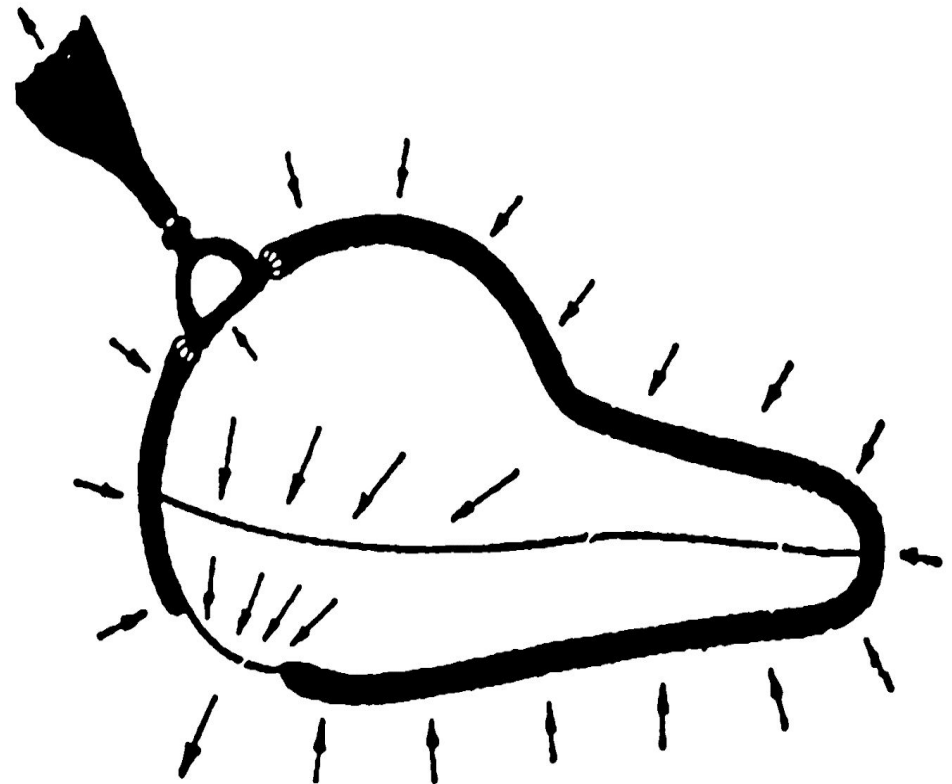
8 — медиальное коленчатое тело;

9 — кора височной доли мозга

**Передача звуковых колебаний к
спиральному органу по кости
(инерционный и компрессионный пути)**

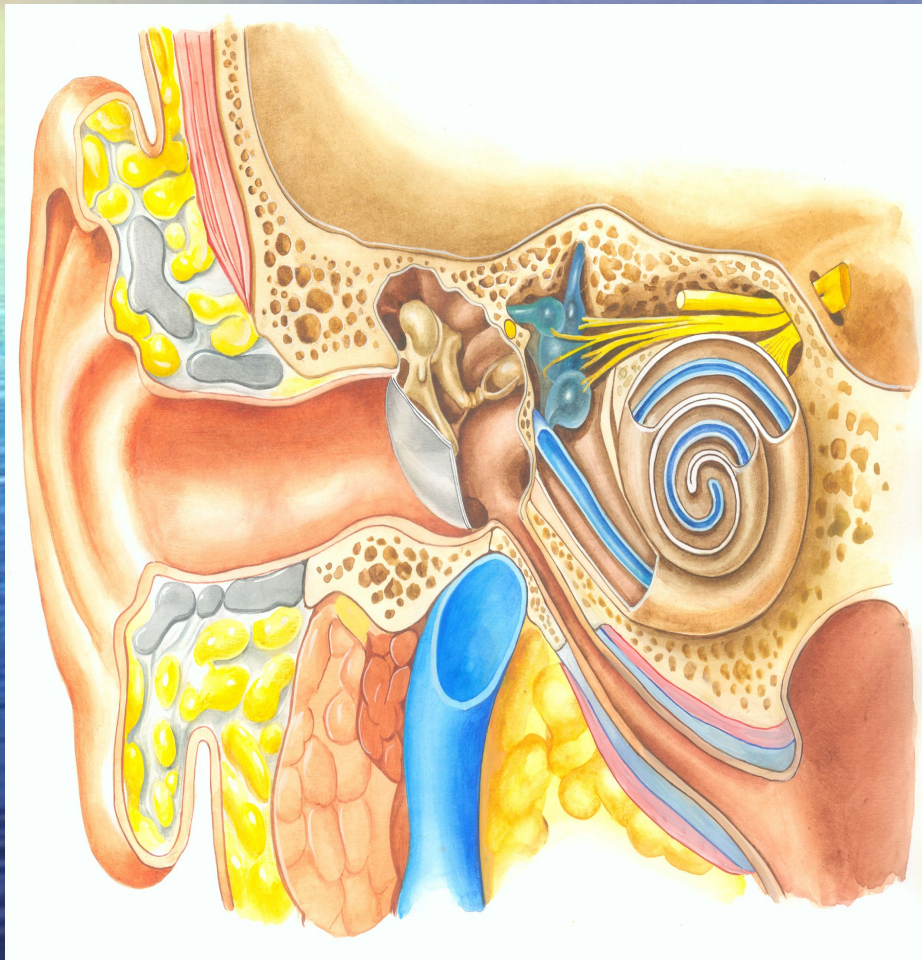


а



б

Роль слуховой трубы в механизме звукопроведения



- Поддержание атмосферного давления в барабанной полости обеспечивается вентиляционной функцией слуховой трубы.

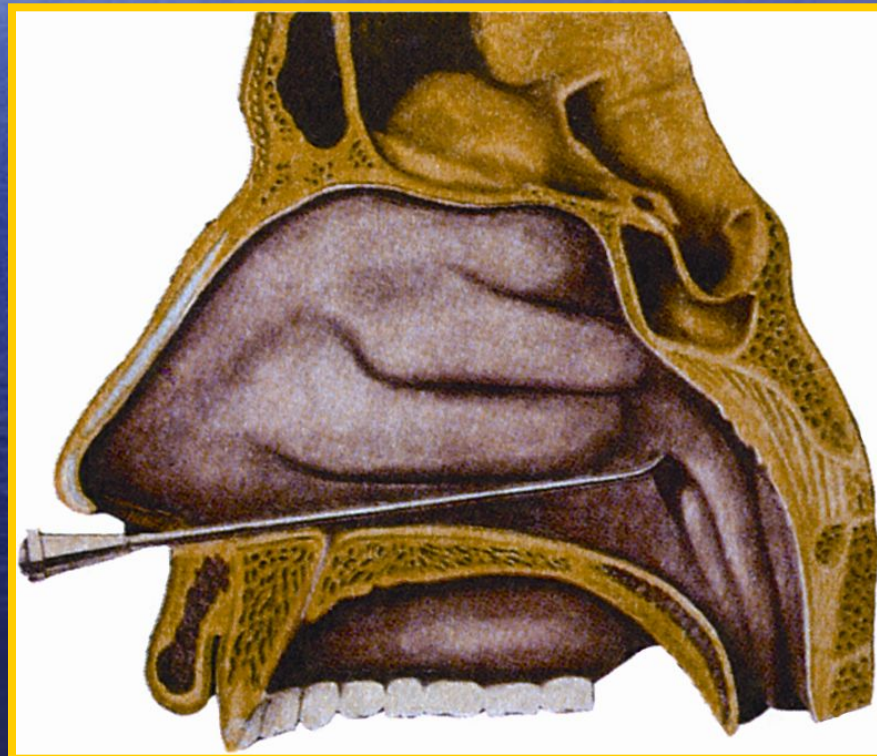
Методы исследования вентиляционной функции слуховой трубы:

- Проба с пустым глотком.
- Проба Тойнби.
- Опыт Вальсальвы.
- Способ Политцера.
- Катетеризация слуховой трубы.

Степень проходимости определяется от I до V степени.

Продувание по Политцеру

Катетеризация слуховой трубы



Механизм звуковосприятия

- Пространственная (резонансная) теория рецепции звуков (теория Р. Гельмгольца).
- Теория «бегущей волны» Г. Бекеши.
- Исследования П.П. Лазарева, Л.А. Андреева.

Схема резонаторной теории слуха Гельмгольца

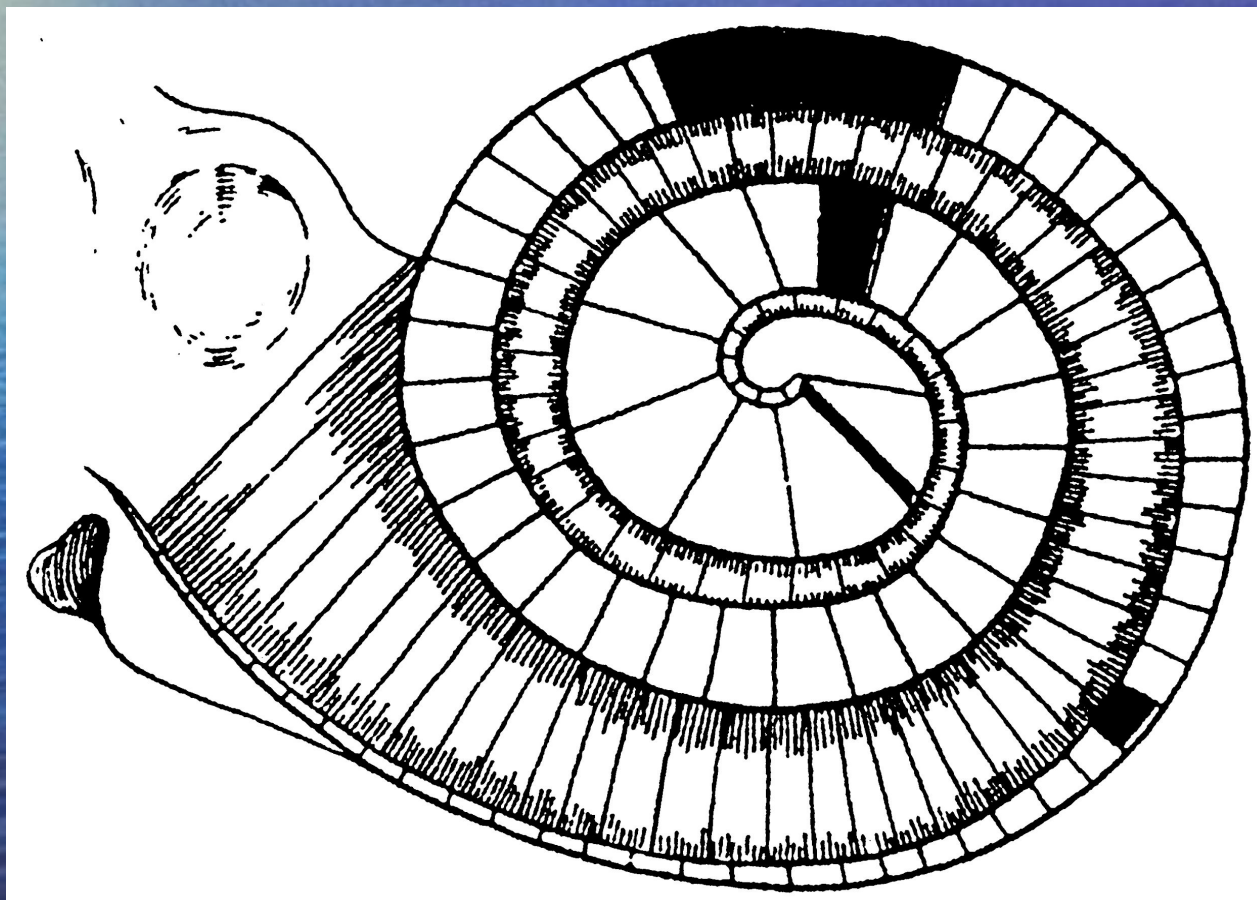
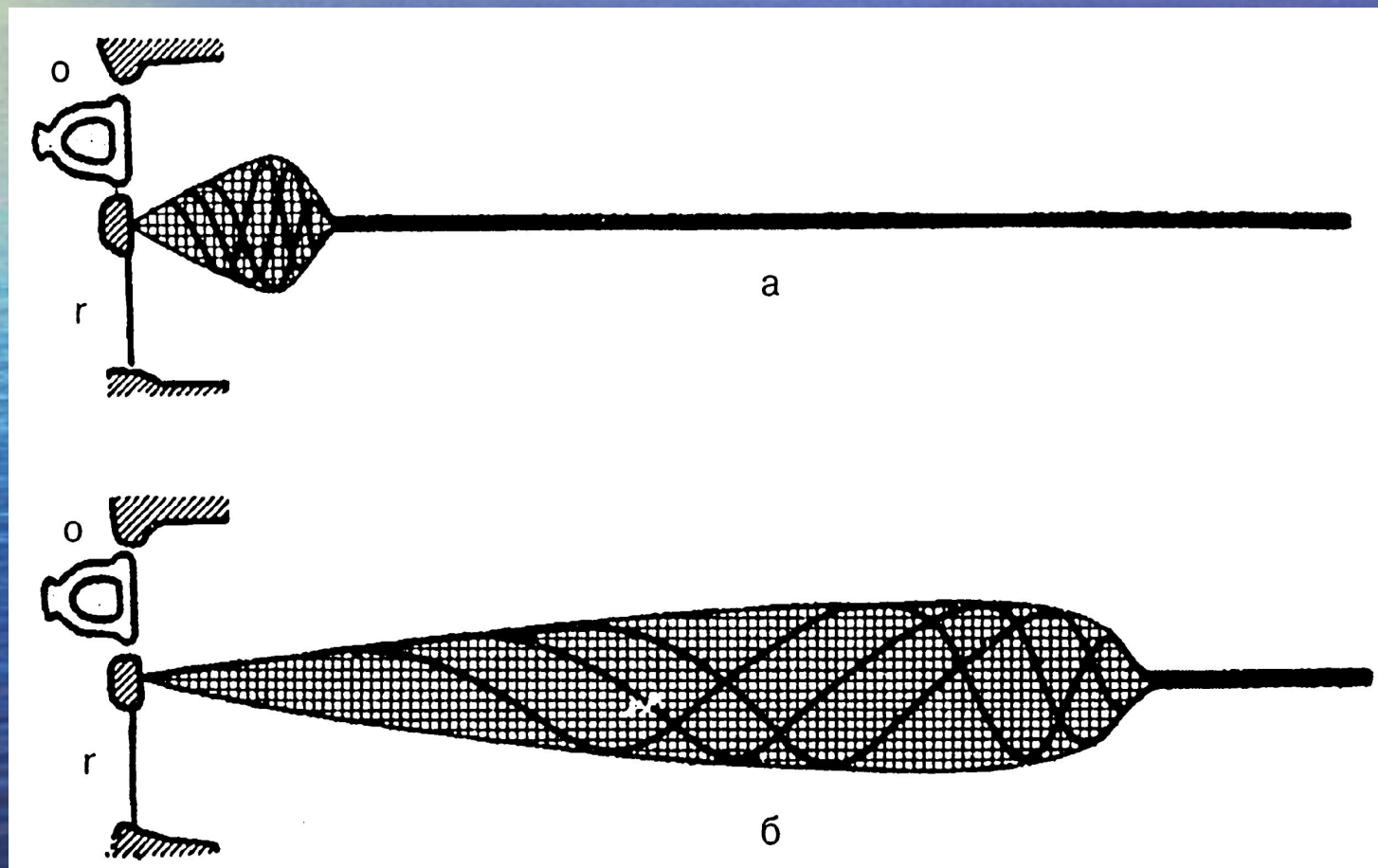


Иллюстрация теории «бегущей волны» Г. Бекеши



Исследование функций слухового анализатора

- Исследование восприятия шепотной и разговорной речи.
- Исследование камертонами.
- Аудиометрия (тональная пороговая и надпороговая, речевая, шумовая).

Исследование камертонами позволяет дифференцировать кондуктивную и сенсоневральную тугоухость

1. Исследуется длительность восприятия C_{128} по воздуху и по кости; C_{2048} — по воздуху.
2. Камертональные опыты выполняются камертоном C_{128} .
 - Опыт Ринне — сравнение длительности воздушной и костной проводимости.
 - Опыт Вебера — исследование латерализации звука.
 - Опыт Желле — сравнение восприятия звука при компрессии и декомпрессии воздуха в наружном слуховом проходе.
 - Опыт Федеричи — сравнение длительности восприятия звучащего камертона с сосцевидного отростка и с козелка.

Слуховой паспорт больного с правосторонней кондуктивной тугоухостью

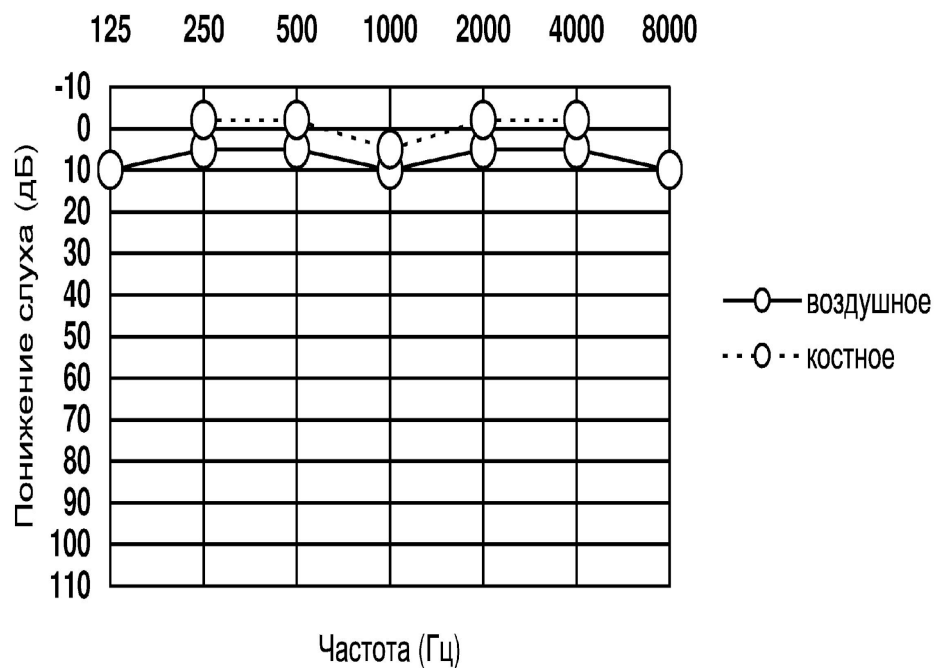
Правое ухо (AD) (AS)	Тесты	Левое ухо
+	СШ	-
1 м	ШР	6 м
5 м	РР	> 6 м
35 с	С128 (В=90 с)	90 с
52 с	С128 (К=50 с)	50 с
23 с	С 2048 (40 с)	37 с
-- (отр.)	Опыт Ринне (R)	+
←	Опыт Вебера (W)	
-- (отр.)	Опыт Желле (G)	+

Заключение: имеется снижение слуха справа по типу нарушения звукопроводения.

Аудиометрическое исследование

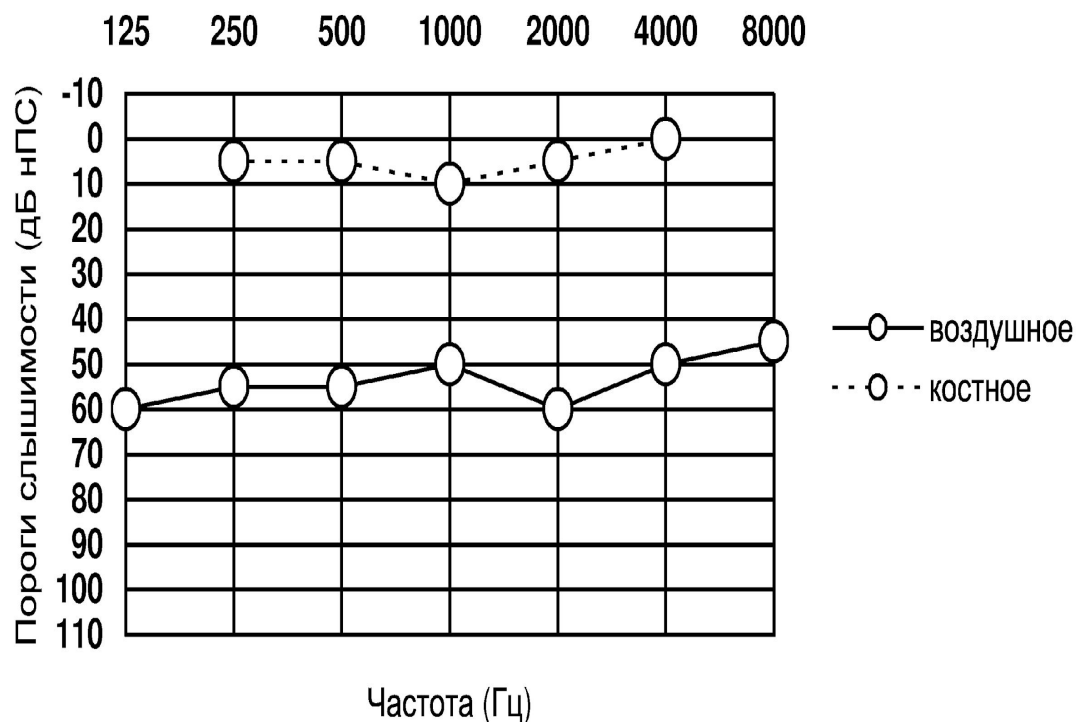
- **Аудиометрия — исследование слуха с помощью специальной электроакустической аппаратуры.**
- **Психоакустические (субъективные) методы:**
 - **тональная пороговая;**
 - **надпороговая;**
 - **речевая аудиометрия.**
- **Объективные методы аудиометрического исследования:**
 - **акустическая импедансометрия (тимпанометрия и регистрация акустического рефлекса стременной мышцы);**
 - **регистрация слуховых вызванных потенциалов;**
 - **регистрация отоакустической эмиссии.**

Аудиограмма при нормальном слухе



- Кривые воздушной и костной проводимости совпадают и расположены около линии 0–10 дБ

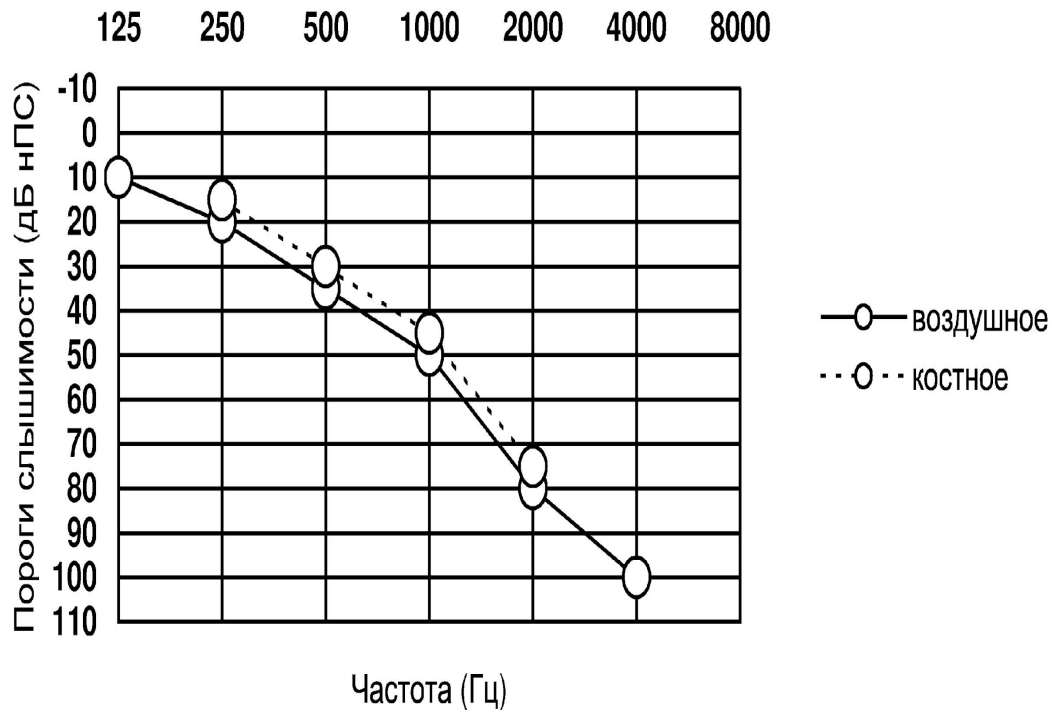
Аудиограмма при кондуктивной тугоухости



Повышение порогов восприятия звуков по воздушной проводимости; слуховые пороги по костной проводимости не изменены

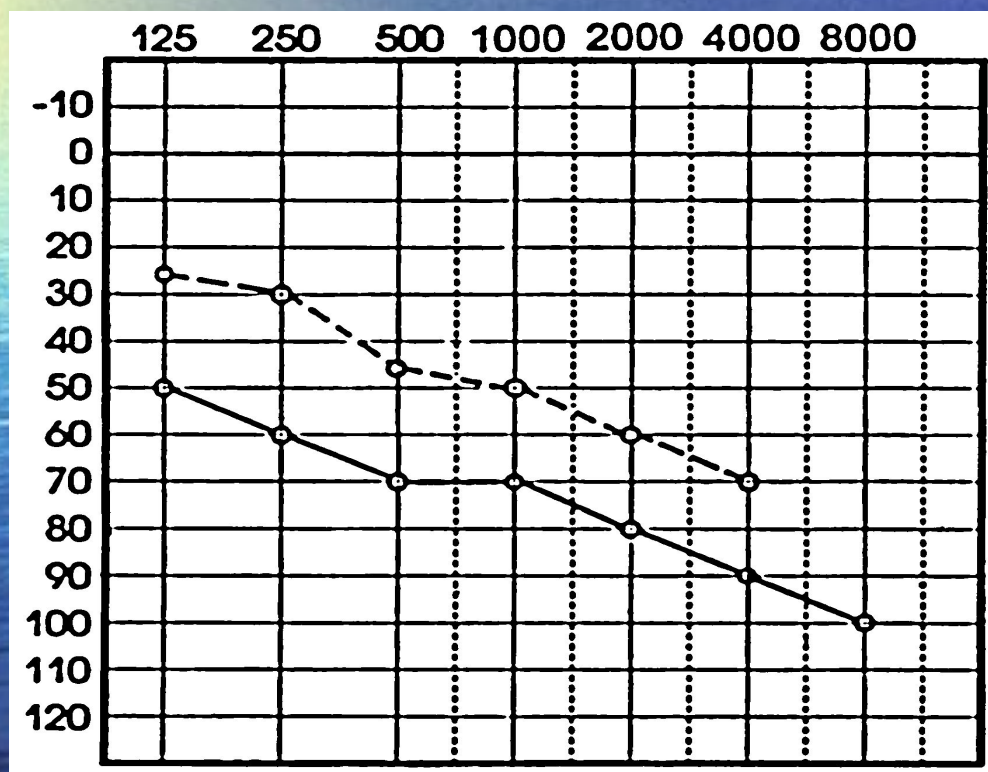
Имеется костно-воздушный разрыв — «резерв улитки»

Аудиограмма при нейросенсорной тугоухости



- Воздушная и костная проводимость нарушены в одинаковой степени; костно-воздушный разрыв отсутствует.
- Нарушено восприятие преимущественно высоких тонов — нисходящая кривая

Аудиограмма при смешанной тугоухости



- Наряду с повышением порогов костного проведения имеется костно-воздушный разрыв — потеря слуха при воздушной проводимости превосходит потерю при костном проведении

Надпороговая аудиометрия — комплекс методов для выявления феномена ускоренного нарастания громкости (ФУНГа)

- **Дифференциальный порог восприятия интенсивности звука (метод Люшера).**
В норме ДПИ равен 0,8—1,0 дБ, если меньше 0,7 дБ — ФУНГ положителен.
- **Выравнивание громкости по Фоулеру.**
- **Индекс малых приростов интенсивности (SISI-тест).**

Речевые аудиограммы исследуемого с нормальным слухом и больных с кондуктивной и сенсоневральной тугоухостью

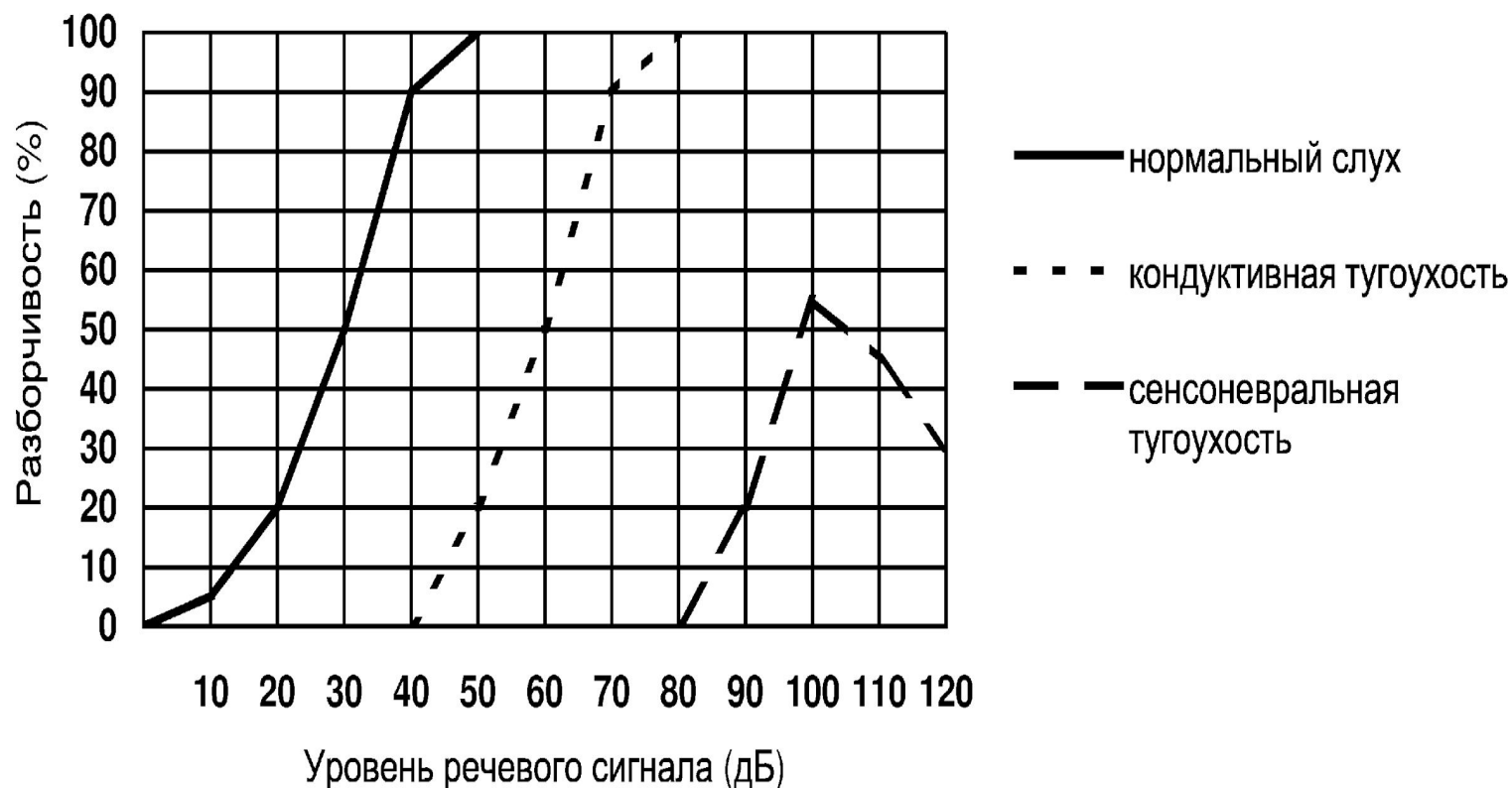
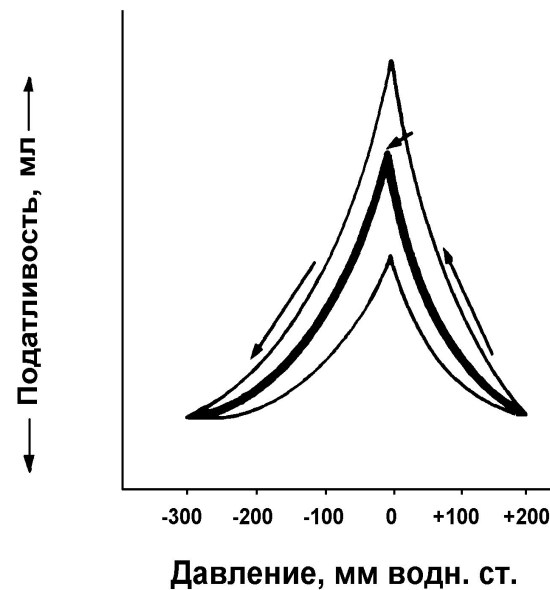
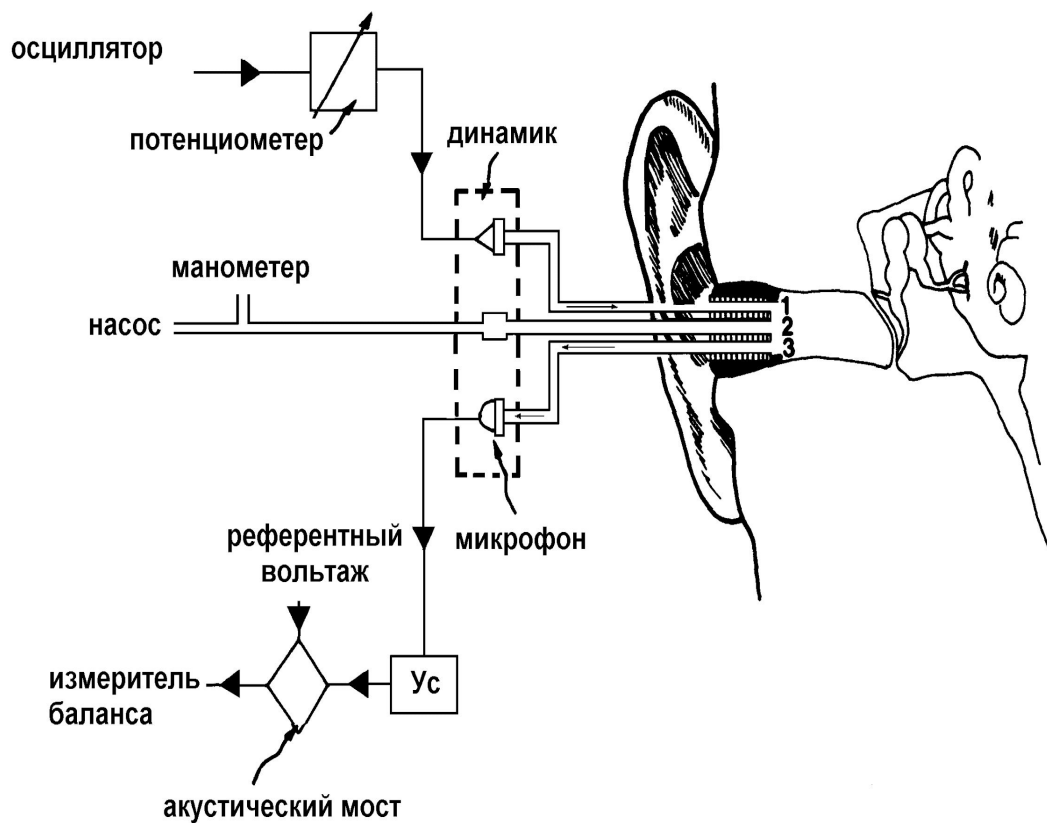
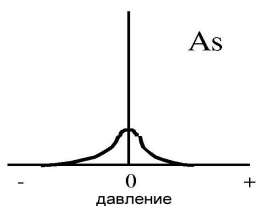
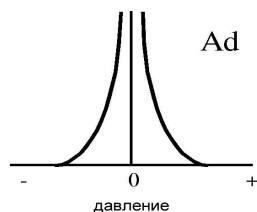
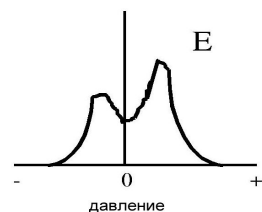
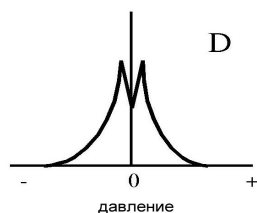
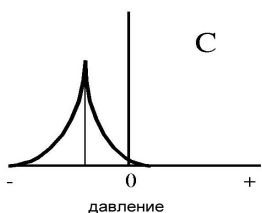
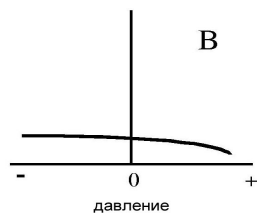
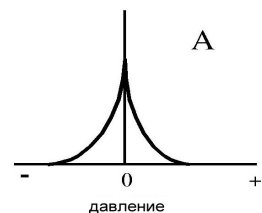


Схема акустического импедансометра и тимпанограмма



Основные типы тимпанограмм по классификации Jerger (1970)



Тип «А» — у здоровых лиц

Тип «В» — при адгезивном, экссудативном среднем отите.

Тип «С» — при нарушении функции слуховой трубы.

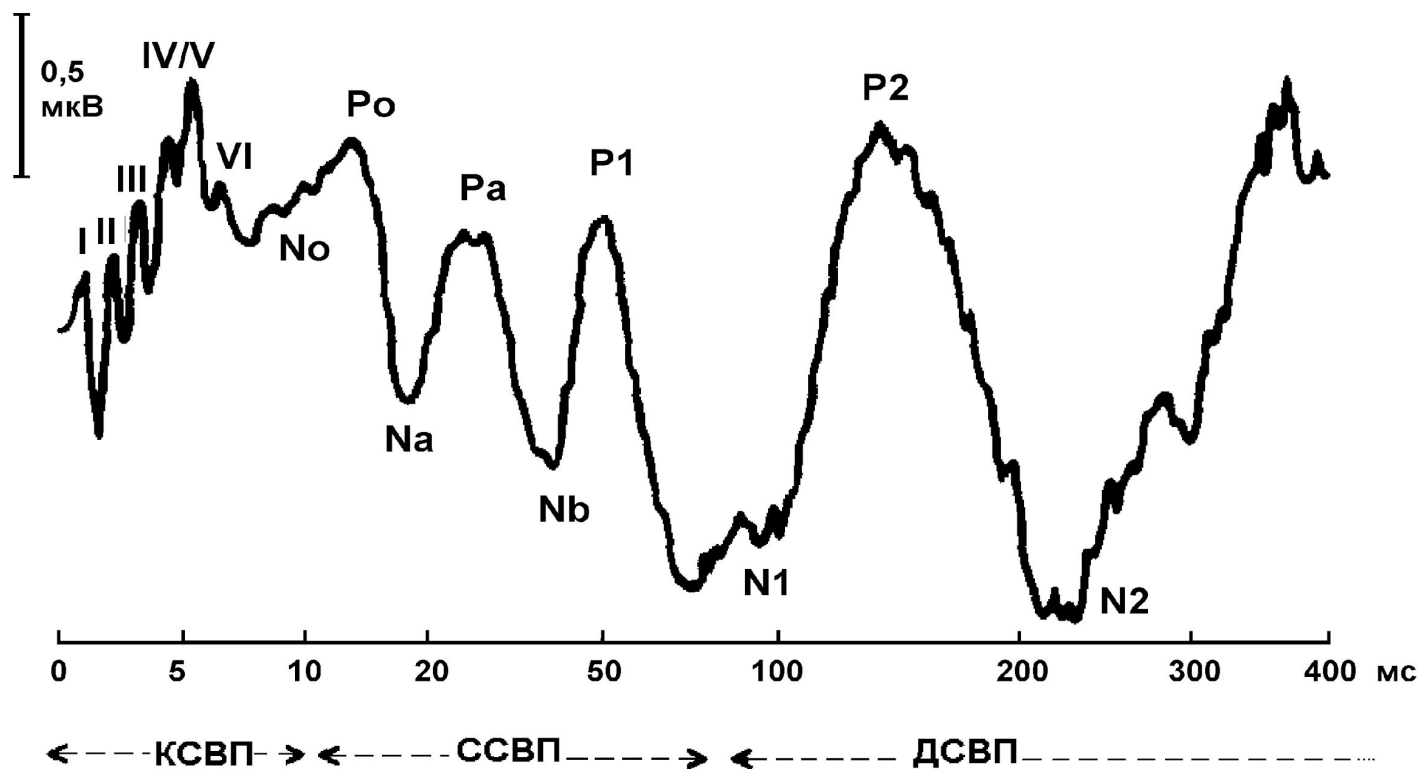
Тип «D» — при рубцах и атрофических изменениях барабанной перепонки.

Тип «Е» — при разрыве цепи слуховых косточек — при высокой частоте зондирующего тона (травма, асептический некроз, воспалительный процесс).

Тип «Ad» — то же при низкой частоте зондирующего тона.

Тип «As» — при отосклерозе.

Различные классы слуховых вызванных потенциалов (СВП)



Заключение

- Существующие методы исследования слуха позволяют ориентироваться в выраженности тугоухости, ее характере и локализации поражения слухового анализатора.