

ГБПОУ МО «МОСКОВСКИЙ ОБЛАСТНОЙ МЕДИЦИНСКИЙ КОЛЛЕДЖ №1»
НАРО-ФОМИНСКИЙ ФИЛИАЛ

Дисциплина:
АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Лекция 47(лд). Слуховая и вестибулярная сенсорные системы.



Преподаватель: кмн Сизова В.В.

Слуховой анализатор

Слух, как и зрение, дает возможность получать информацию на расстоянии. Без слуха не развивается членораздельная речь



Слуховой анализатор

С помощью слуха можно воспринимать информацию на значительном расстоянии

Рецепторный

Механорецепторы улитки
(Кортиев орган)

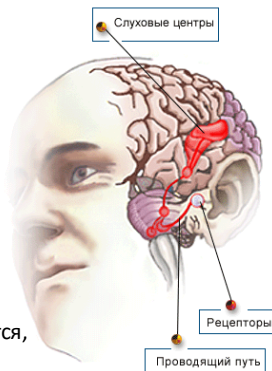
Проводниковый

Улитковый нерв
(VIII пара ЧМН)

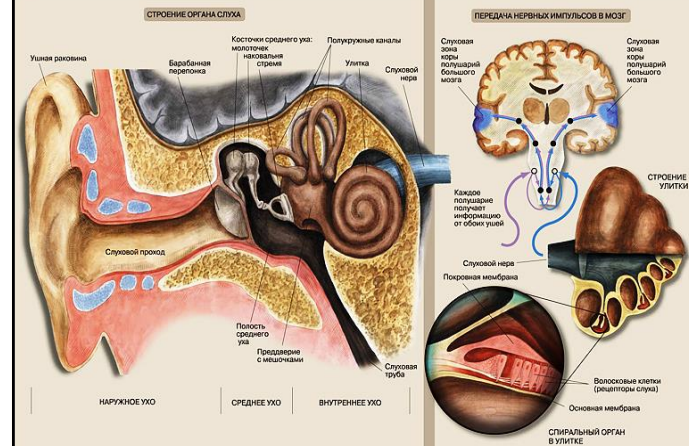
Центральный

Промежуточный мозг,
средний мозг,
височная доля коры ГМ

Звуки опознаются, анализируются,
оцениваются



СЛУХОВОЙ АНАЛИЗАТОР



Орган слуха

1. Наружное ухо

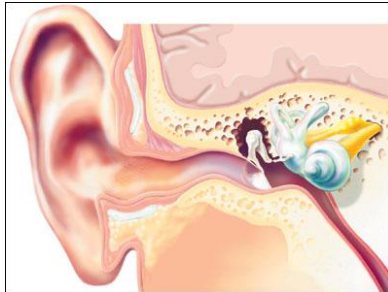
- ушная раковина
- слуховой проход
- барабанная перепонка

2. Среднее ухо

- слуховые косточки
- евстахиева труба

3. Внутреннее ухо

- Полукружные каналы (равновесие)
- Улитка (слух)



НАРУЖНОЕ УХО

Наружное ухо представлено:

- ушной раковиной
- наружным слуховым проходом

Ушная раковина — воронкообразная хрящевая пластинка, покрытая с обеих сторон кожей. Нижняя часть или мочка уха не имеет хрящевой основы и заполнена жировыми клетками.

Функция ушной раковины: улавливание звуков и защита наружного слухового прохода от пыли.

Наружный слуховой проход изнутри покрыт кожей, снабженной волосками, сальными и серными железами. Секрет этих желез вместе с отшелушивающимися клетками эпидермиса образует серу, которая выполняет **защитную функцию**. Волоски и сера препятствуют проникновению в ухо инородных тел.

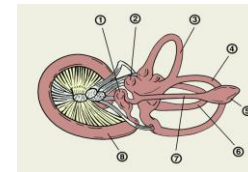


Барабанная перепонка

Барабанная перепонка - соединительнотканное образование, герметично отделяющее наружное ухо от среднего.

Перепонка имеет округло-овальную форму, середина ее слегка втянута в сторону среднего уха, поэтому она имеет конусообразный вид.

Функция барабанной перепонки — передача звуковых колебаний, проходящих через наружный слуховой проход к косточкам среднего уха.

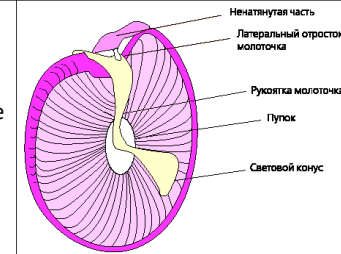




СРЕДНЕЕ УХО

представлено системой воздухоносных полостей в толще височной кости и состоит из:

1. барабанной полости
2. слуховой трубы



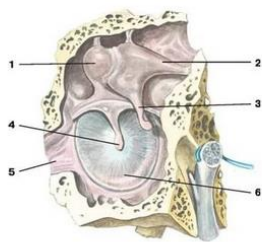
Барабанная полость —

центральная часть среднего уха, расположена между барабанной перепонкой и внутренним ухом, изнутри выстлана слизистой оболочкой, **заполнена воздухом**.

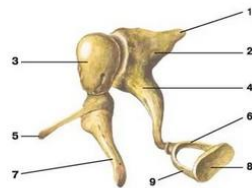
Слуховая труба (евстахиева труба) соединяет полость среднего уха с носоглоткой (выравнивает давление)

Во внутренней костной стенке, отделяющей среднее ухо от внутреннего уха, имеются два отверстия: **овальное** и **круглое** окна, затянутые эластическими мембранами.

Барабанная перепонка и слуховые косточки



- 1 — головка молоточка;
- 2 — короткая ножка наковальни;
- 3 — длинная ножка наковальни;
- 4 — рукоятка молоточка;
- 5 — слуховая труба;
- 6 — барабанная перепонка



- 1 — короткая ножка наковальни;
- 2 — тело наковальни;
- 3 — головка молоточка;
- 4 — длинная ножка наковальни;
- 5 — передний отросток молоточка;
- 6 — задняя ножка стремени;
- 7 — рукоятка молоточка;
- 8 — основание стремени;
- 9 — передняя ножка стремени

СЛУХОВЫЕ КОСТОЧКИ

В барабанной полости располагаются слуховые косточки:

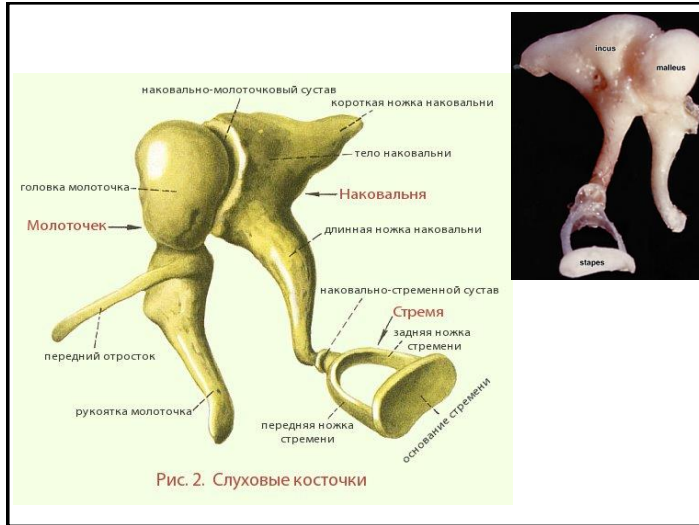
1 Молоточек 2 Наковальня 3 Стремя

Косточки взаимосвязаны между собой суставами, укреплены связками и представляют собой систему рычагов.

Рукоятка молоточка вплетена в центр барабанной перепонки, его головка сочленяется с телом наковальни, а наковальня в свою очередь длинным отростком сочленяется с головкой стремени. Основание стремени входит в *овальное окно* (как в рамку).

Функция слуховых косточек — передача звуковых колебаний от барабанной перепонки к овальному окну преддверия и их усиление.

В среднем ухе имеются две мышцы (**самые маленькие мышцы в организме**), они поддерживают на весу слуховые косточки, регулируют их движения, **обеспечивая аккомодацию слухового аппарата** к звукам разной силы и высоты

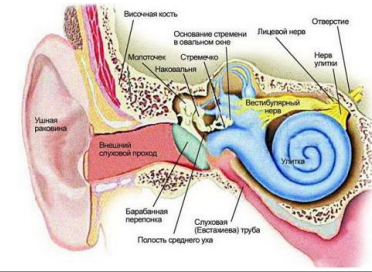


Слуховая труба

Слуховая (евстахиева) труба — канал (длиной около 3,5 см, шириной около 2 мм), соединяющий барабанную полость среднего уха с полостью носоглотки.

Для нормального функционирования барабанной перепонки и цепи слуховых косточек необходимо, чтобы **давление воздуха по обе стороны от барабанной перепонки** (в наружном слуховом проходе и барабанной полости) **было одинаковым**. Слуховая труба выравнивает давление.

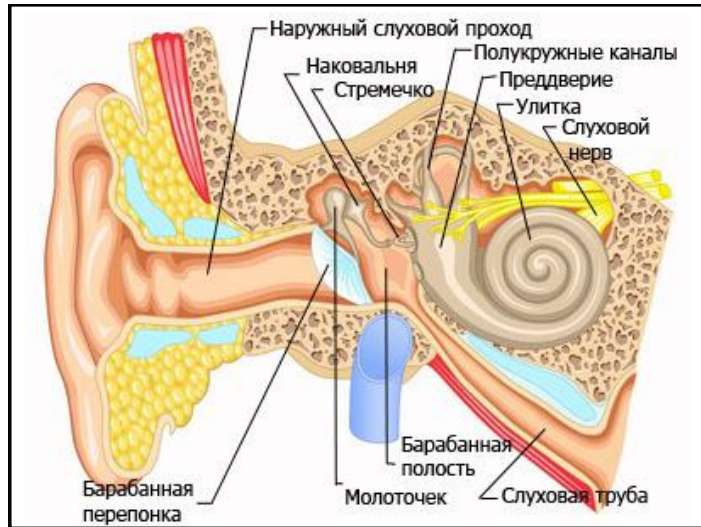
**ДАВЛЕНИЕ В СРЕДНЕМ УХЕ
СООТВЕТСТВУЕТ
АТМОСФЕРНОМУ**



ФУНКЦИИ СРЕДНЕГО УША

1. Передача звуковых колебаний из воздушной среды на жидкость внутреннего уха.
2. Усиление звукового давления в 22 раза (в 17 раз - за счет большей площади барабанной перепонки по сравнению с площадью овального окна, и ещё в 1,3 раза - за счёт системы рычагов слуховых косточек).
3. Ослабление звука путем сокращения мышц, что необходимо для защиты улитки от разрушения под действием сильных вибраций.

Сокращение мышц улучшает восприятие речи, так как больше всего снижается сила звуков частотой до 1000 Гц (т.е. шумовой фон)



ВНУТРЕННЕЕ УХО

Внутреннее ухо лежит в пирамиде височной кости, состоит из системы связанных между собой полостей, которую называют лабиринтом.

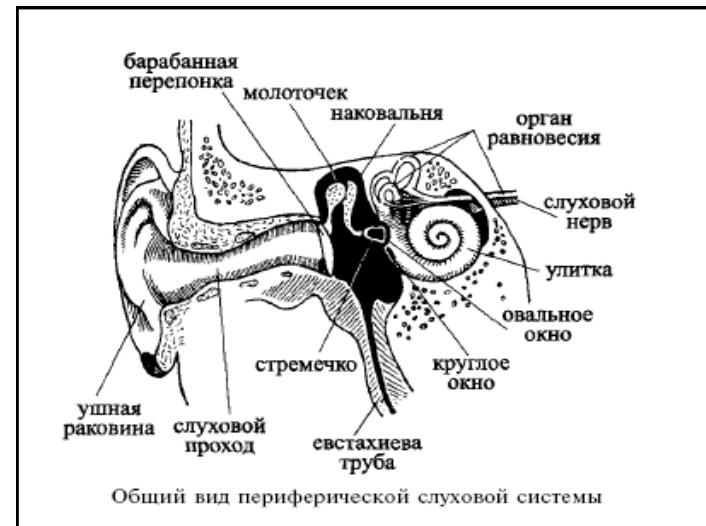
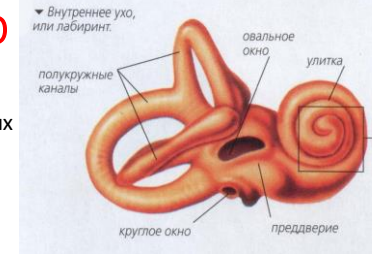
Он включает:

Костный отдел

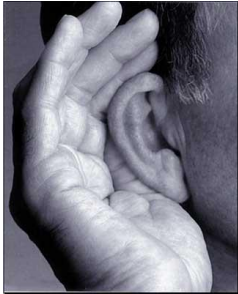
Перепончатый отдел (в нем орган слуха и орган равновесия)

Костный лабиринт замурован в толще пирамиды, перепончатый лабиринт лежит внутри костного и повторяет его очертания. Лабиринт заполнен жидкостью (перилимфой)

Внутреннее ухо отделено от среднего костной пластинкой с двумя отверстиями – **овальным и круглым**.



Норма слуха



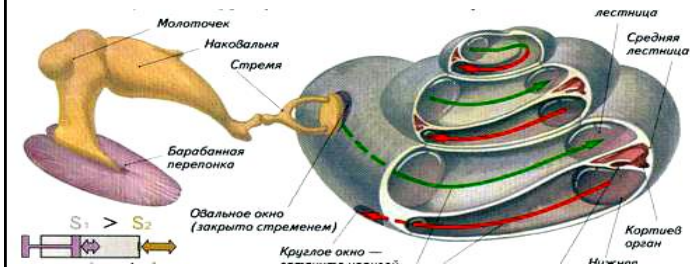
- Человек способен слышать звук в пределах от 16 Гц до 20 кГц. Диапазон частот, которые способен слышать человек, называется слуховым или звуковым диапазоном; более высокие частоты называются ультразвуком, а более низкие — инфразвуком.



Сенсорные элементы лабиринта

СЕНСОРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ лабиринта:

1. **Преддверие и полукружные каналы** - периферический отдел вестибулярной сенсорной системы;
2. **Улитка**, в которой располагается **слуховой рецепторный аппарат**



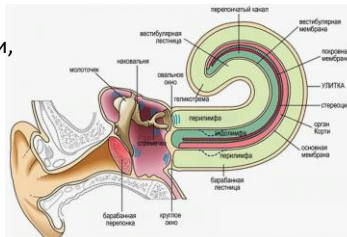
Улитка — костный канал, делающий 2,5 оборота вокруг горизонтально лежащего костного стержня конической формы.

В УЛИТКЕ НАХОДЯТСЯ СЛУХОВЫЕ РЕЦЕПТОРЫ

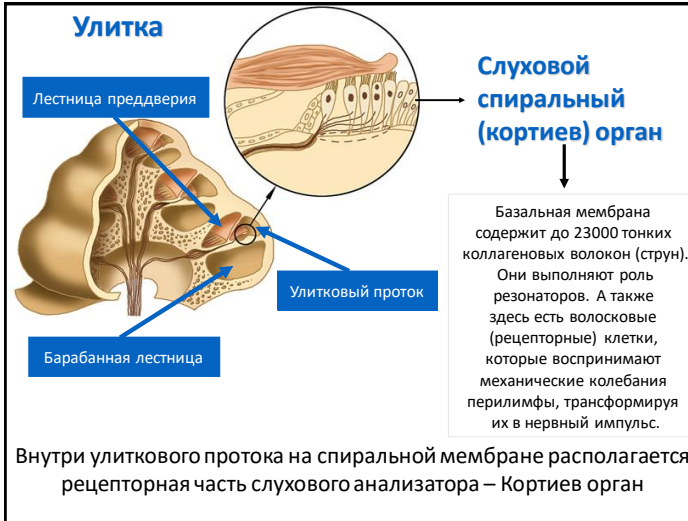
Продольные перегородки делят улитку на верхнюю, среднюю и нижнюю части. В средней части находится **спиральный КОРТИЕВ ОРГАН** — орган слуха.

Жидкость в нем изолирована от остальной жидкости внутреннего уха (**эндолимфа**), её движение возбуждает рецепторы.

Итого: звуковые волны превращаются в механические колебания барабанной перепонки, слуховых косточек, мембраны овального окна, затем в движения жидкости улитки и трансформируются в **НЕРВНЫЕ ИМПУЛЬСЫ**



Улитка



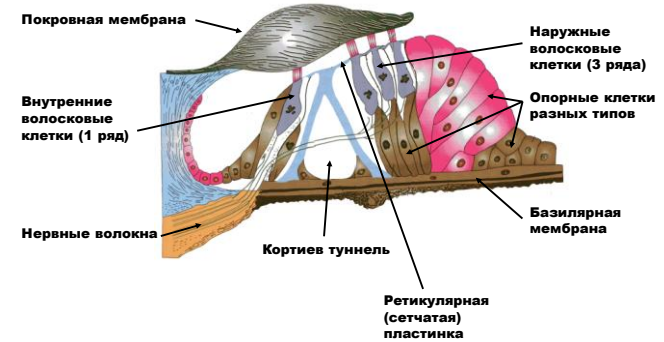
Базальная мембрана содержит до 23000 тонких коллагеновых волокон (струн). Они выполняют роль резонаторов. А также здесь есть волосковые (рецепторные) клетки, которые воспринимают механические колебания перилимфы, трансформируя их в нервный импульс.

Внутри улиткового протока на спиральной мембране располагается рецепторная часть слухового анализатора – Кортиев орган

СТРОЕНИЕ УЛИТКИ

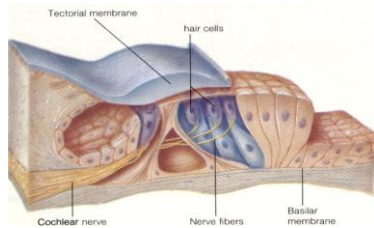


КОРТИЕВ ОРГАН

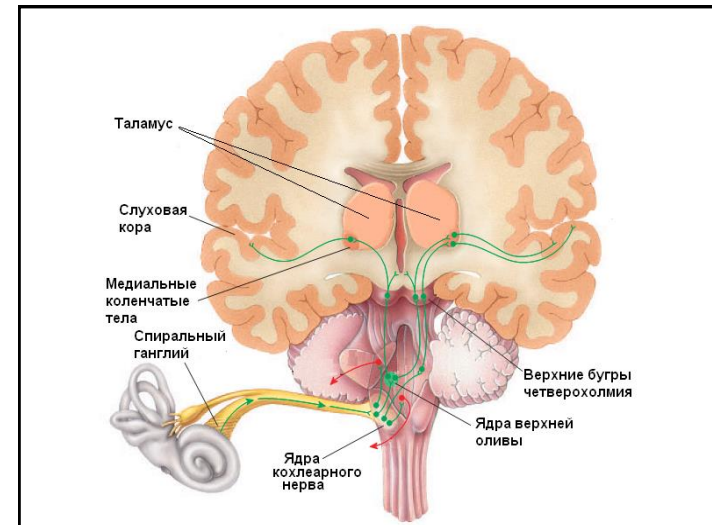


МЕХАНИЗМ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПД

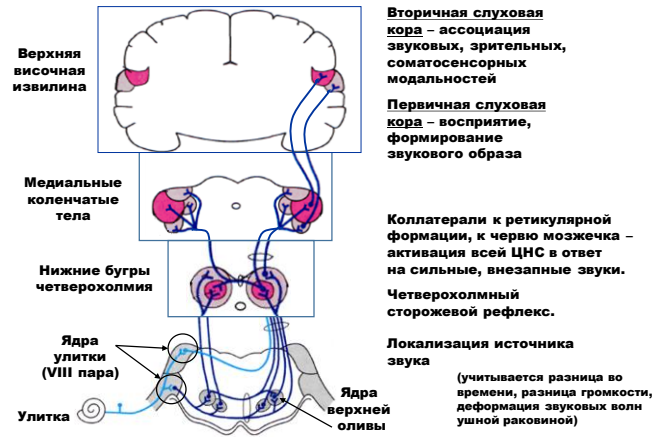
Звуковая волна → система слуховых косточек → колебание мембраны овального окна → волнообразные перемещения перилимфы (-заряд) → колебания вестибулярной мембраны → колебания эндолимфы (+ заряд) → колебания базиллярной мембраны → смещение волосков волосковых клеток относительно



текториальной мембраны → изменение МП → ↓куд → возникновение электрического разряда (эндокохлеарного потенциала)



ОСНОВНЫЕ СЛУХОВЫЕ ПУТИ



Слуховые функции

Анализ частоты звука (высоты тона).

- Звуковые колебания разной частоты вовлекают в колебательный процесс разные части основной мембраны, а значит разные рецепторные клетки.
- В улитке сочетаются два типа кодирования высоты тонов: **пространственный** и **временной**. Пространственное основано на расположении рецепторов на основной мембране, временное кодирование – импульсы передаются по определенным волокнам слухового нерва, а частота следования повторяет частоту звуковых колебаний.
- Для каждого нейрона существует оптимальная частота звука, на которую порог реакции нейрона минимален, а в обе стороны по диапазону частот от этого оптимума порог резко возрастает. При надпороговых звуках характеристическая частота дает и наибольшую частоту разрядов нейрона. Таким образом, каждый **нейрон настроен на выделение из всей совокупности звуков лишь определенного, достаточно узкого участка частотного диапазона.**

Слуховые функции

- **Анализ интенсивности звука.**
- Сила звука кодируется 1) **частотой импульсации** и 2) **числом возбужденных нейронов.**
- Нейроны слуховой системы отличаются друг от друга по порогам реакций. При слабом стимуле в реакцию вовлекается небольшое число чувствительных нейронов, при усилении звука в реакцию вовлекается большее число дополнительных нейронов с более высокими порогам реакций.
- Пороги возбуждения внутренних и наружных рецепторных клеток неодинаковы: возбуждение внутренних волосковых клеток возникает при большей силе звука, поэтому в зависимости от его интенсивности меняется соотношение числа возбужденных внутренних и наружных волосковых клеток.

Слуховые функции

Слуховая чувствительность.

Абсолютный порог слуховой чувствительности – минимальная сила звука, слышимого человеком в половине предъявлений. Пороги слышимости зависят от частоты звука.

В области частот 1000— 4000 Гц слух человека максимально чувствителен. При 20 и при 20 000 Гц (диапазон воспринимаемых человеческим ухом частот) пороговая энергия звука в миллион раз выше.

Бинауральный слух.

• Способность определять положение источника звука в пространстве обусловлена наличием **бинаурального слуха**, или слушания двумя ушами. Для него важно и наличие двух симметричных половин на всех уровнях слуховой системы. Острота бинаурального слуха у человека очень высока: положение источника звука определяется с точностью до 1 углового градуса. Основой этого служит способность нейронов слуховой системы **оценивать интерауральные (межушные) различия времени прихода звука** на правое и левое ухо и интенсивности звука на каждом ухе.

Гигиена органов слуха

Человек воспринимает звуки из разных участков пространства – стереофоническое звучание.

Уход за ушами:

1. Ежедневное мытье наружного слухового прохода от серы (нельзя чистить уши твердыми острыми предметами)
2. При насморке прочищать носовые ходы надо поочередно, чтобы воздух через евстахиеву трубу не давил на барабанную перепонку изнутри.
3. Избыточно шумная обстановка все время раздражает слуховые рецепторы. И просто раздражает ☺
4. Воспаление среднего уха требует квалифицированной медицинской помощи, так как сопровождается сильной болью и может вести к глухоте

Вестибулярный аппарат – орган равновесия

Вестибулярная система играет наряду со зрительной и соматосенсорной системами ведущую роль в пространственной ориентировке человека:

- получает, передает и анализирует информацию об ускорениях или замедлениях, возникающих в процессе прямолинейного или вращательного движения,
- информацию об изменении положения головы относительно гравитационной оси.

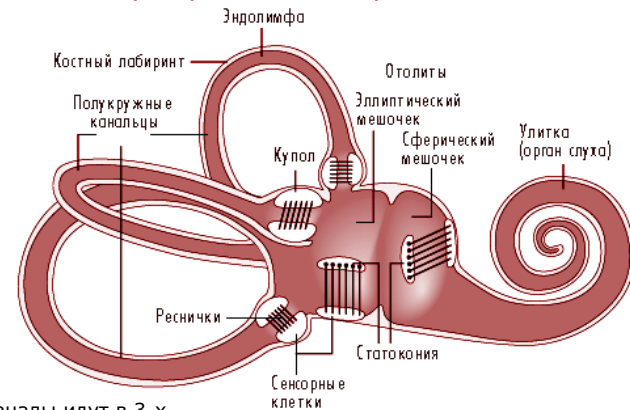
При равномерном движении или в условиях покоя рецепторы вестибулярной сенсорной системы не возбуждаются.

Импульсы от вестибулорецепторов вызывают перераспределение тонуса скелетной мускулатуры, что обеспечивает сохранение равновесия тела.

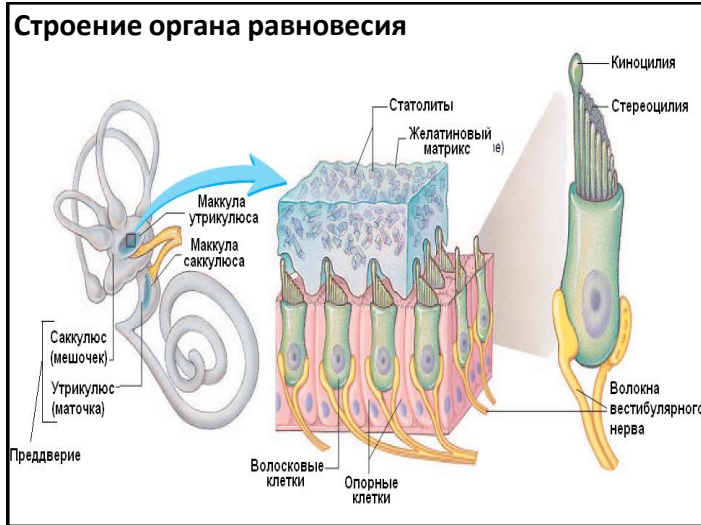
Строение органа равновесия

- Расположен в лабиринте пирамиды височной кости.
- Состоит из **преддверия** и **трех полукружных каналов**.
- **Преддверие** включает **два мешочка**:
- Сферический (саккулюс), расположен ближе к улитке
- Эллиптический (утрикулус), находится ближе к полукружным каналам.
- В мешочках преддверия находится **отолитовый аппарат**: скопления рецепторных клеток (вторично-чувствующие механорецепторы) на возвышениях, или пятнах (**маккулах**).
- Часть рецепторной клетки выступает в полость мешочка, оканчивается волосками: одним длинным подвижным (**киноцилией**) и 60–80 склеенными неподвижными (**стереоцилиями**). Волоски пронизывают желеобразную мембрану, содержащую кристаллики карбоната кальция — **отолиты**.
- Возбуждение волосковых клеток происходит вследствие сгибания волосков при скольжении по ним отолитовой мембраны

Вестибулярный аппарат

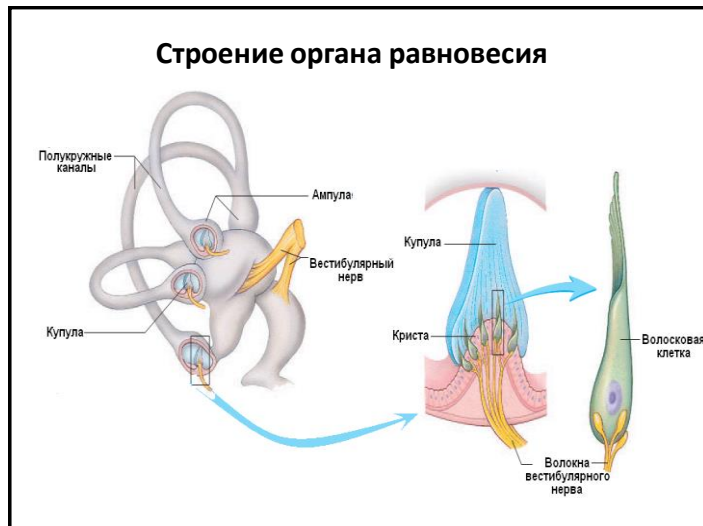


Каналы идут в 3-х взаимноперпендикулярных направлениях



Строение органа равновесия

- **Полукружные каналы** располагаются в трех взаимно перпендикулярных плоскостях: верхний — во фронтальной, задний — в сагитальной и латеральный — в горизонтальной. Один из концов каждого канала расширен (**ампула**).
- Заполнены, как и весь лабиринт, **эндолимфой** (вязкость в 2—3 раза больше, чем у воды).
- Рецепторные волосковые клетки находятся только в ампулах в виде **крист** (покрыты желеобразной **купулой**).
- При движении эндолимфы (во время угловых ускорений) если волоски отклоняются однонаправленно, то волосковые клетки возбуждаются, а при разнонаправленном движении волосков — тормозятся.
- В волосковых клетках преддверия и ампулы при движениях их волосков генерируется **рецепторный потенциал**, который усиливает выделение **ацетилхолина** через синапсы между рецепторными клетками и афферентными волокнами и возбуждение распространяется по вестибулярному (или слуховому) нерву.



Строение органа равновесия

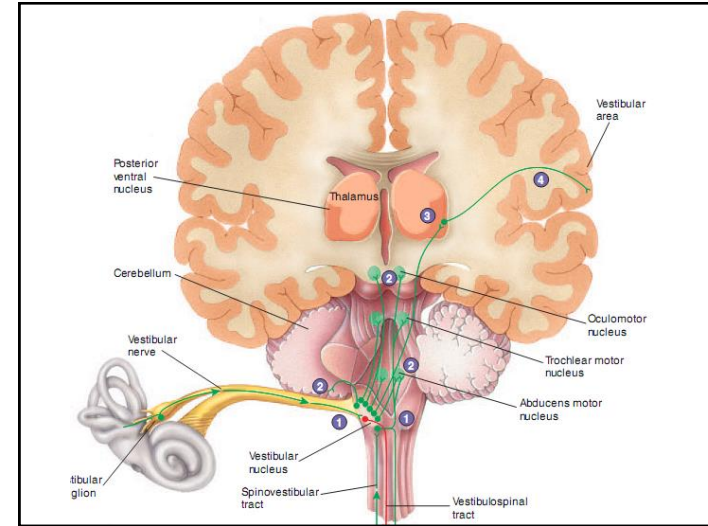
- На афферентных волокнах вестибулярного аппарата оканчиваются **эфферентные волокна**, которые *тормозят развитие возбуждения при активации волосковых клеток* (эта особенность лежит в основе тренировки вестибулярного аппарата)

Проводящая часть вестибулярной сенсорной системы

- Волокна вестибулярного нерва (отростки биполярных нейронов) направляются в продолговатый мозг в вестибулярный комплекс: преддверное верхнее ядро (Бехтерева), преддверное латеральное (Дейтерса) и нижнее (Швальбе)
- Отсюда сигналы направляются во многие отделы ЦНС: спинной мозг, мозжечок, глазодвигательные ядра, кору большого мозга, ретикулярную формацию и ганглии автономной нервной системы.

Проекции вестибулярных сигналов

- Есть два основных пути поступления вестибулярных сигналов в кору большого мозга:
- **прямой** — через ядра продолговатого мозга, таламус к вестибулярным зонам коры
- **непрямой** вестибулоцеребеллоталамический (через мозжечок).
- В коре полушарий основные афферентные проекции вестибулярного аппарата локализованы в задней части постцентральной извилины. В моторной зоне коры спереди от нижней части центральной борозды обнаружена вторая вестибулярная зона.



Комплексные рефлексы, связанные с вестибулярной стимуляцией

Важнейшими являются следующие:

- вестибулоспинальные,
- вестибуловегетативные
- вестибулоглазодвигательные.
- **Вестибулоспинальные** влияния изменяют импульсацию нейронов спинного мозга. Так осуществляется динамическое перераспределение тонуса скелетной мускулатуры и включаются рефлекторные реакции, необходимые для сохранения равновесия. Мозжечок при этом ответствен за фазический характер этих реакций: после его удаления вестибулоспинальные влияния становятся по преимуществу тоническими.
- В **вестибуловегетативные** реакции вовлекаются сердечно-сосудистая система, пищеварительный тракт и другие внутренние органы. При сильных и длительных нагрузках на вестибулярный аппарат возникает патологический симптомокомплекс, названный болезнью движения, например морская болезнь.
- **Вестибулоглазодвигательные** рефлексы (глазной нистагм) состоят в медленном движении глаз в противоположную вращению сторону, сменяющемся скачком глаз обратно. (важные показатели состояния вестибулярной системы, они широко используются в морской, авиационной и космической медицине, а также в эксперименте и клинике).

Вестибулярный анализатор

Отвечает за пространственную ориентацию человека, поддержание позы и регуляцию движений.

