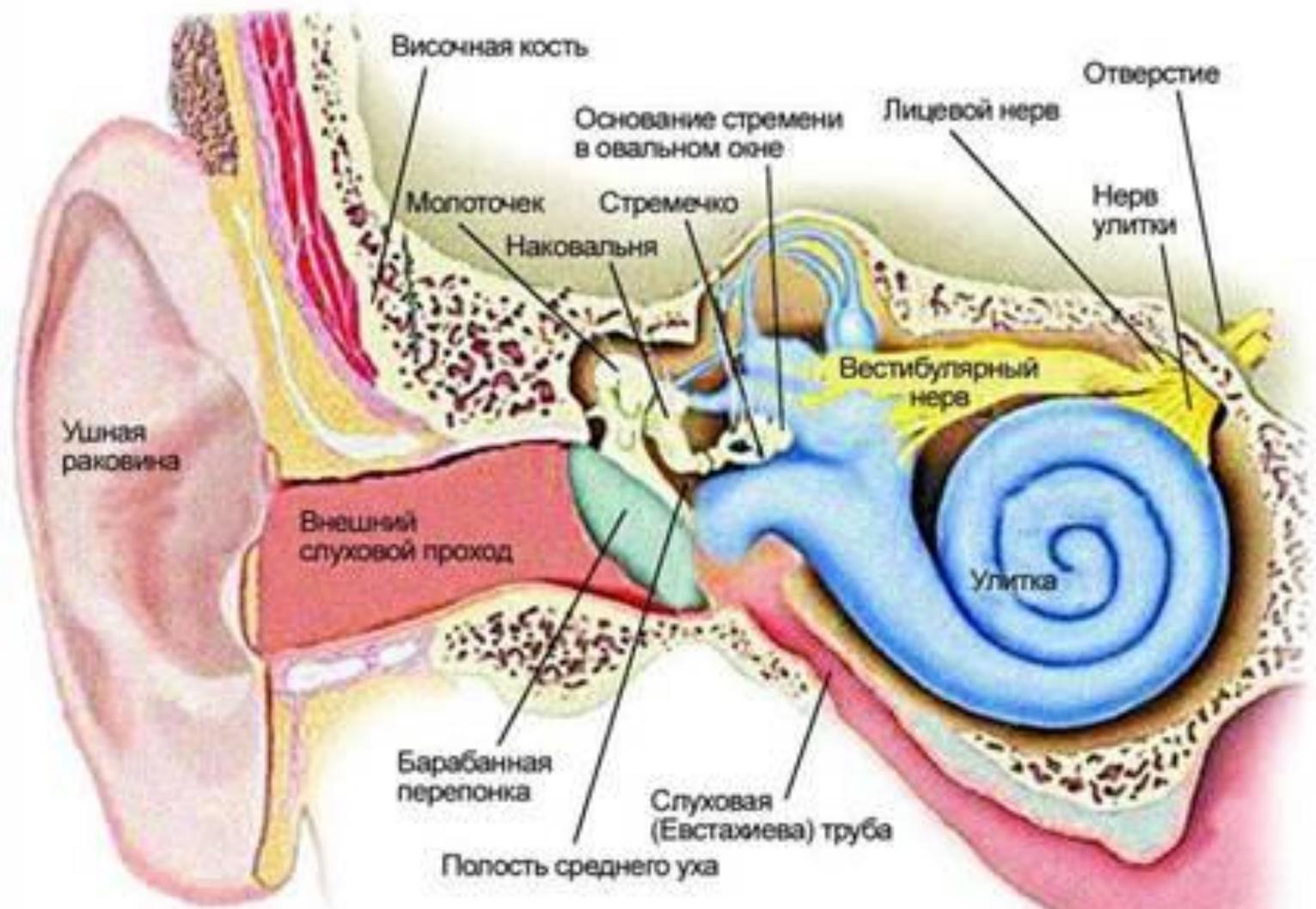


Слуховой анализатор



Характеристика звукопроводящего аппарата уха

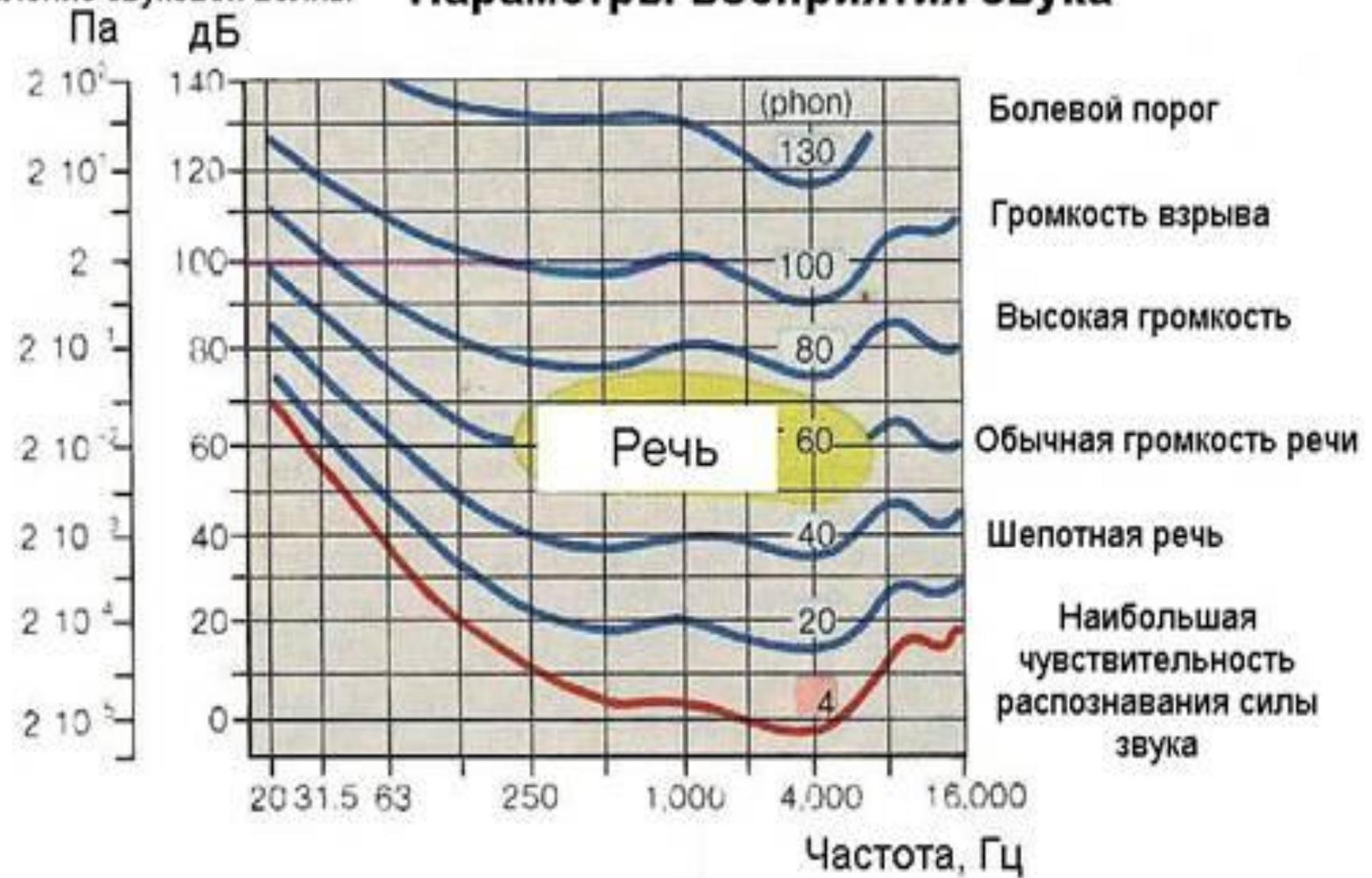
- Внешнее ухо служит главным образом для восприятия звуковых колебаний, поддержания влажности и температуры возле барабанной перепонки на постоянном уровне.
- Барабанная перепонка, воспринимая звуковые колебания, передает их на систему косточек, расположенных в среднем ухе (молоточек, наковальня, стремечко). Через них колебания передаются на мембрану овального отверстия.
- Система косточек усиливает колебание звуковой волны, но снижает ее амплитуду.

Защитный акустический рефлекс

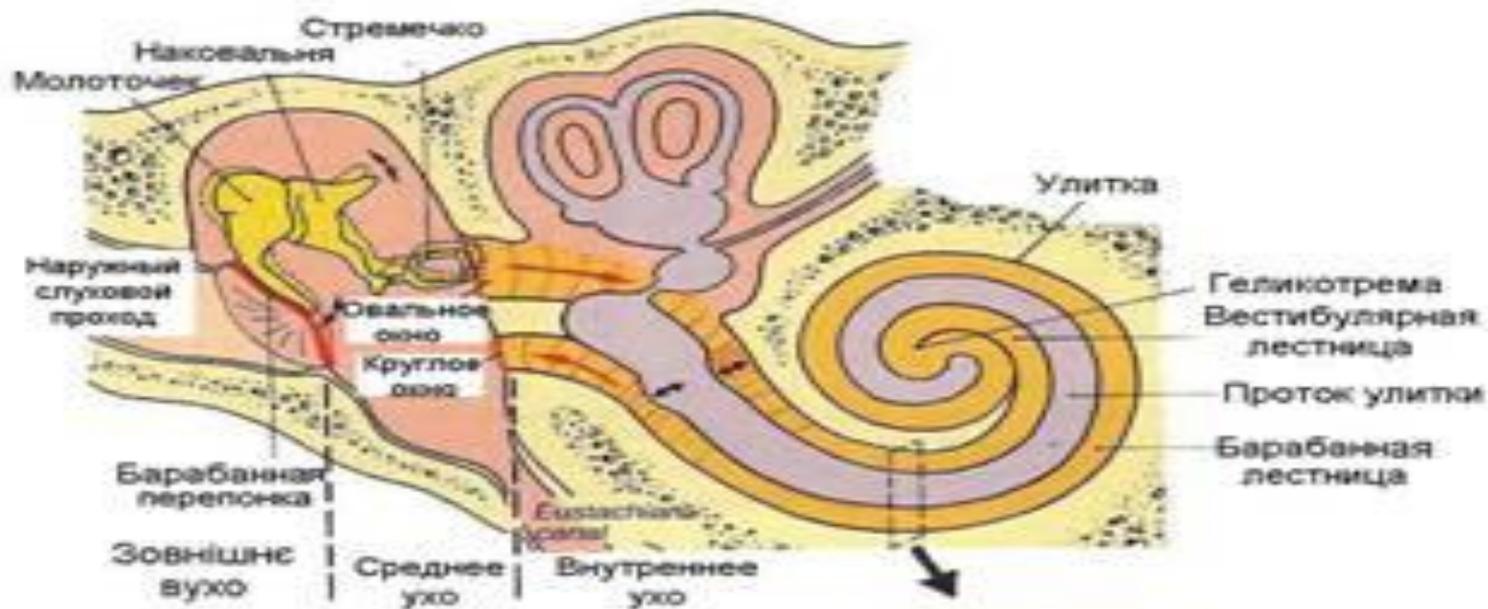
- В полости среднего уха есть две мышцы (m. tensor tympani, m. stapedius). При большой интенсивности звука рефлекторно сокращаются тимпаниальная мышца и мышца стремечка, что ведет к уменьшению звукового давления, которое передается внутреннему уху.
- Время рефлекса около 10 мс, что недостаточно для эффективной защиты уха от громких внезапных звуков. Тем не менее при продолжительном пребывании в условиях действия шума сокращение этих мышц имеет важное защитное значение.
- Вследствие этого уменьшается возможность травматического разрыва барабанной перепонки, снижается интенсивность колебаний косточек и расположенных за ними структур.
- В связи с некоторым отставанием рефлекторного ответа у рабочих некоторых областей, которые работают в условиях интенсивного шума, развивается глухота.

Давление звуковой волны

Параметры восприятия звука



Периферический отдел слуховой сенсорной системы

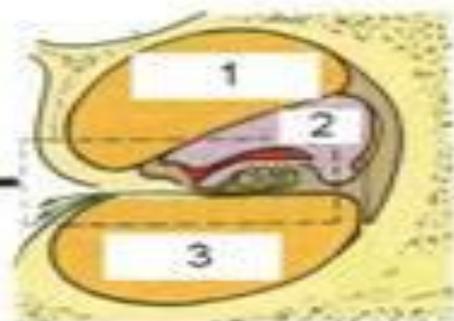


Рейснерова мембрана Покровная мембрана



Спиральный ганглий

Основная мембрана



- Каналы улитки:
- 1 - вестибулярная лестница;
 - 2 - проток улитки;
 - 3 - барабанная лестница.

Передача звуковых колебаний каналами улитки

- Колебание мембраны овального отверстия передается перилимфе вестибулярных ступенек и через вестибулярную мембрану - эндолимфе.
- Вместе с эндолимфой колеблется и основная мембрана, на которой расположены рецепторные клетки, которые дотрагиваются до покровной мембраны. Это приводит к их деформации и возникновению рецепторного потенциала.
- С рецепторными клетками связаны аферентные волокна кохлеарного нерва, передача импульса на которые происходит через посредничество медиатора.

Теории звуковосприятия.

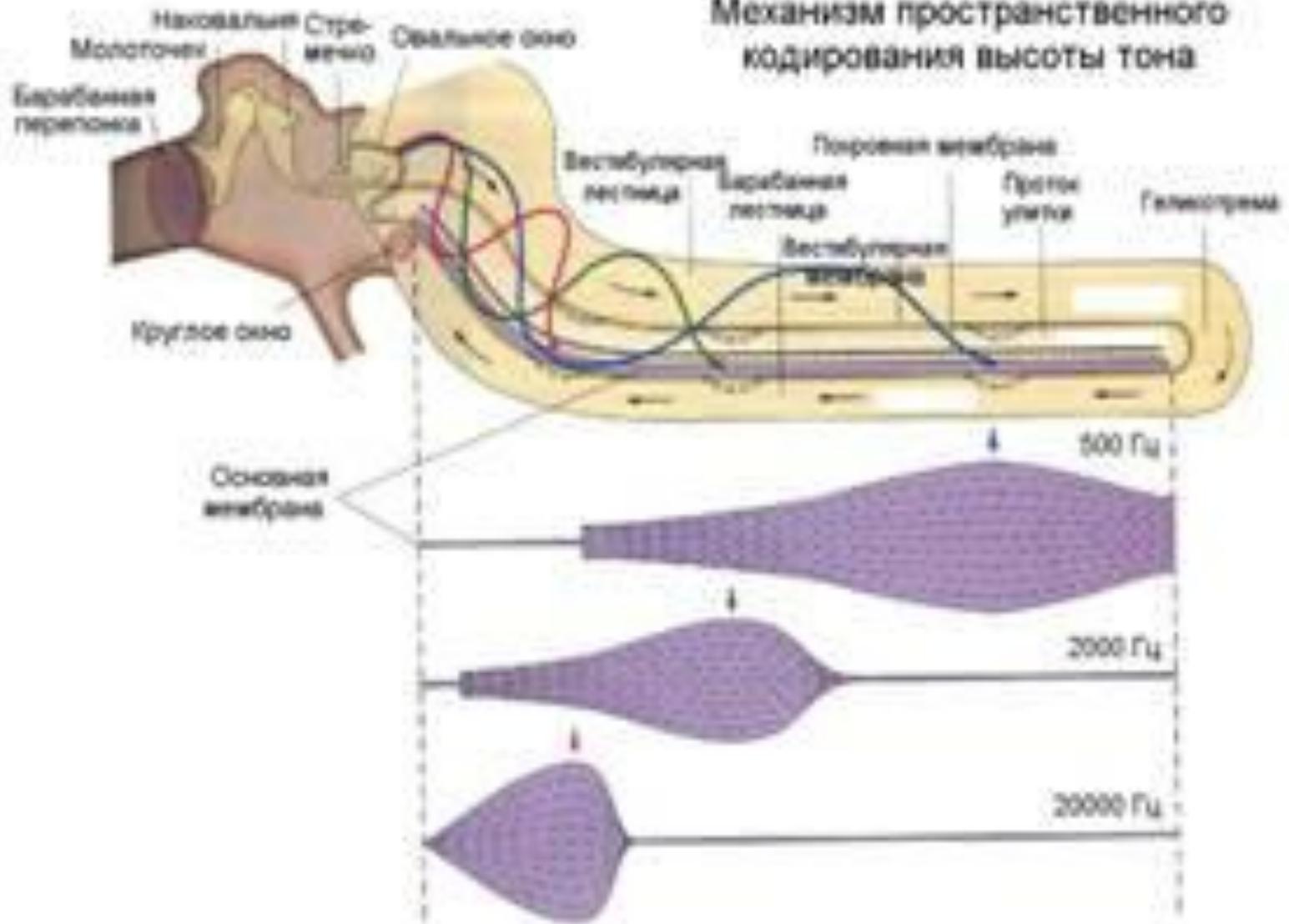
Теория Гельмгольца

- Гельмгольц считал, что волокна, из которых _____ составляется основная мембрана имеют способность резонировать к звукам разной частоты. Короткие волокна, размещенные возле основы завитка, вероятно резонируют к высоким частотам, а длинные волокна на вершине завитка - к низким.
- Основные положения резонаторной теории дополняет гипотеза Роаф-Флетчера. Поскольку волокна основной пластинки не изолированы, а включенные в соединительную ткань, считается, что во время действия звука колеблется вся мембрана с некоторым повышением амплитуды на определенных ее участках.

Теория бегущей волны

- В 1960 г. физик Бекеши предложил теорию бегущей волны. Он установил, что основная мембрана более жесткая возле основы завитка. По направлению к вершине ее жесткость постепенно снижается, поэтому колебания распространяется от основы до вершины.
- Высокочастотные колебания распространяются лишь на короткое расстояние, а низкочастотные - довольно далеко.

Механизм пространственного кодирования высоты тона

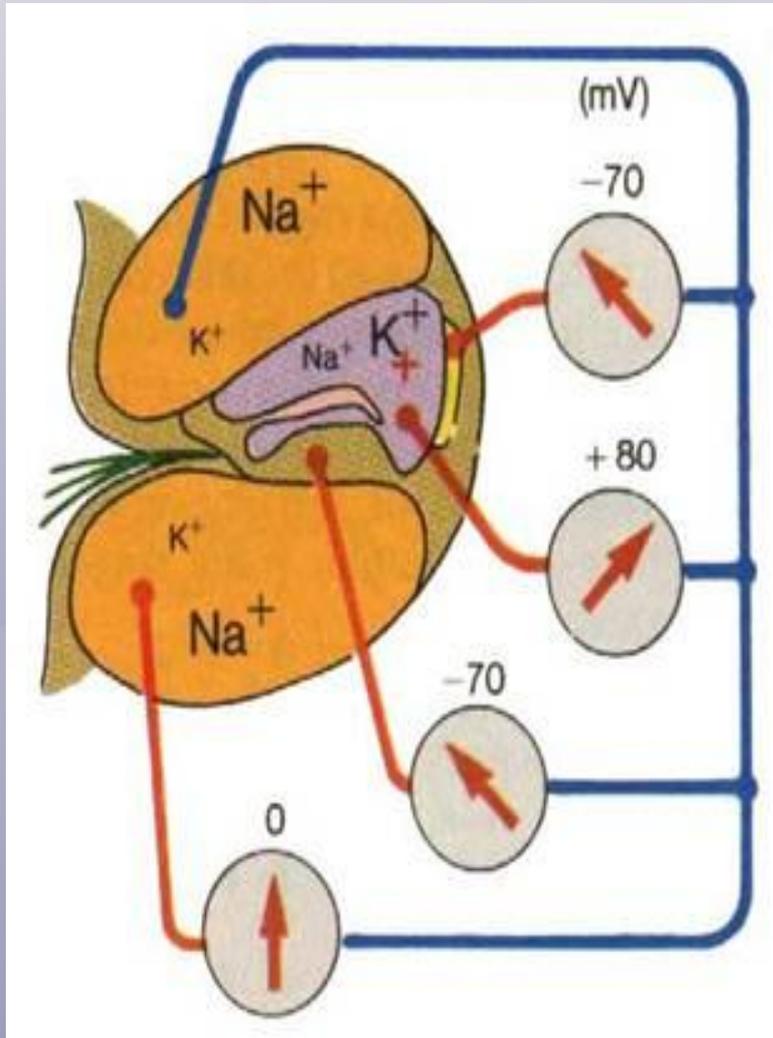


Электрические явления

происходят в улитке

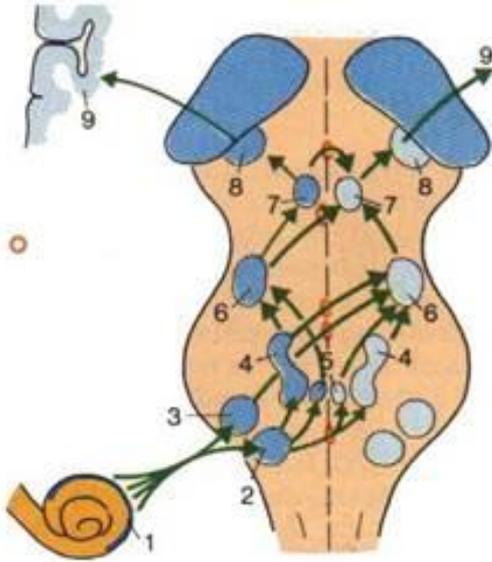
- Возбуждение в рецепторных клетках возникает при деформации волосков, которые прикасаются к покровной мембране.
- Диапазон амплитуды колебаний эндолимфы зависит от амплитуды колебания мембран. Конечно, чем выше амплитуда колебаний, тем больше клеток возбуждается, поскольку начинают реагировать клетки, которые лежат глубоко.
- Вследствие этого при малой интенсивности колебаний возбуждаются только волосковые клетки, которые лежат на поверхности. В случае увеличения амплитуды увеличивается и количество возбужденных рецепторных клеток.

Электрические явления в улитке



Электрические явления в улитке. Наряду с механическими изменениями при действии звука в рецепторном приборе в улитке обнаруживаются переменные электрические напряжения – т. н. токи улитки. Частота этого переменного тока в точности соответствует частоте акустических колебаний, действующих на слуховой прибор. При этом оказывается возможным воспроизведение частоты до 10000 Hz.

Центральный отдел слуховой сенсорной системы



Кохлеарный нерв (1) достигает дорсального (2) и вентрального (3) кохлеарных ядер. Волокна от вентрального ядра направляются к ипси- и контралатеральным оливарным комплексам (6). Дорсальный кохлеарный тракт переходит на противоположную сторону и заканчивается в ядре латеральной петли (4). Другие пути идут к ретикулярной формации (5). Далее волокна идут к нижним горбикам четверохолмия (7) и медиального коленчатого тела (8). Потом они заходят в метаталамус и только после этого звуковые пути достигают первичной звуковой зоны коры (9). Рядом с ней находится вторичная слуховая зона.

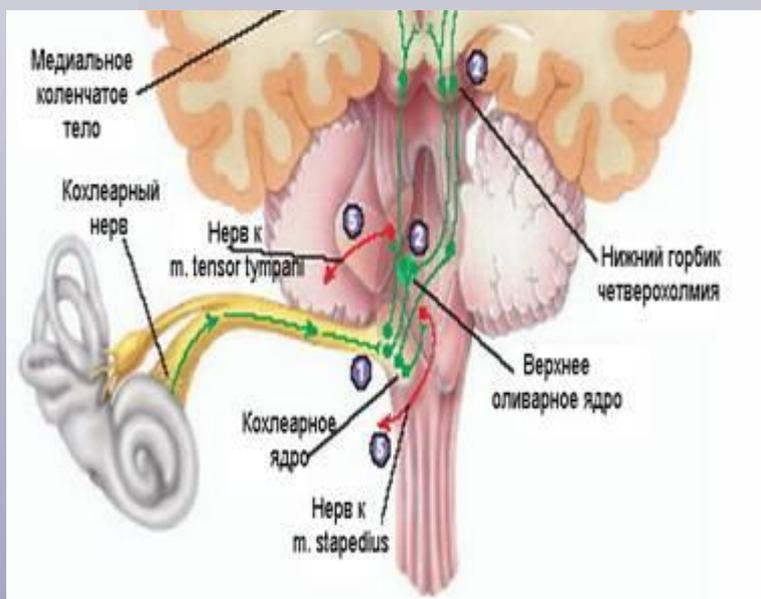
Кохлеарный нерв достигает вентрального и дорсального кохлеарных ядер. Волокна от вентрального ядра направляются как к ипси-, так и к контралатеральным оливам. Дорсальный кохлеарный тракт переходит на противоположную сторону и заканчивается в ядре латеральной петли. Нейроны, которые поднимаются из олив, также отдают коллатерали ядрам латеральной петли

. Далее волокна идут к нижним бугоркам четверохолмия и медиального коленчатого тела.

Потом они заходят в метаталамус, и только после этого звуковые пути попадают к первичной звуковой зоне коры. Рядом с ней содержатся нейроны, которые принадлежат к вторичной звуковой зоне коры большого мозга.

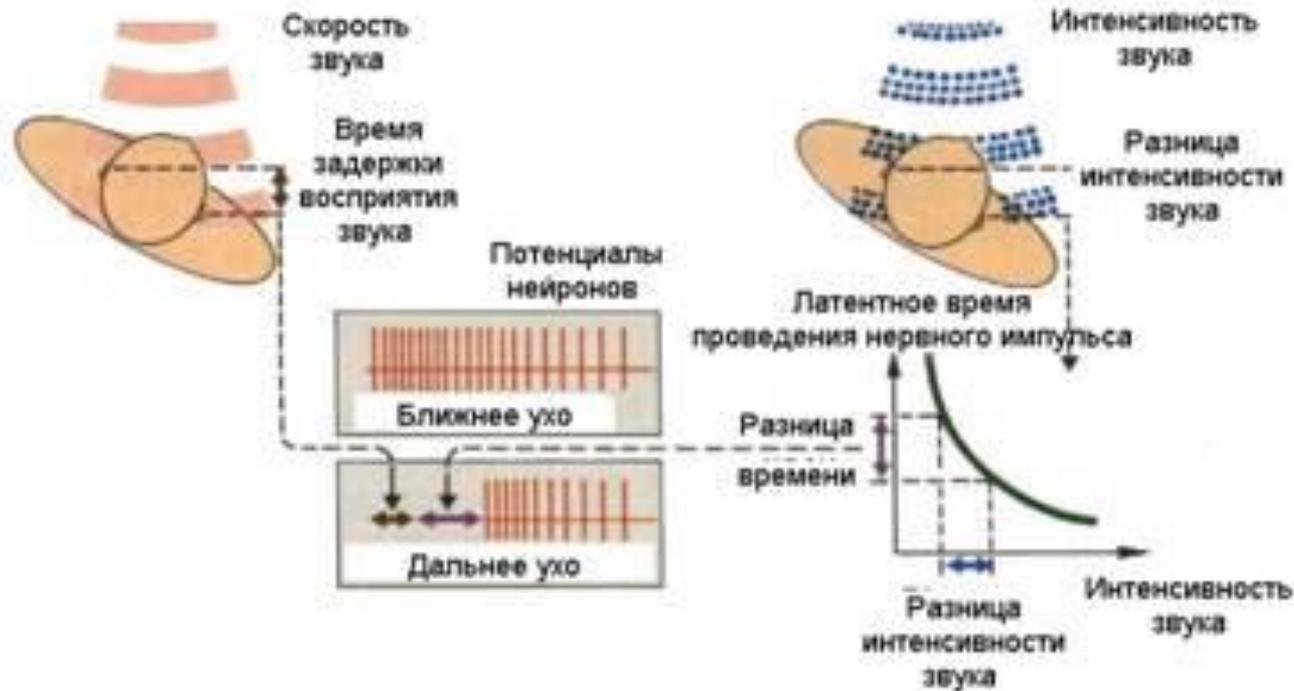
Ядро коркового анализатора слуха находится в извилине Гешля (средний отдел на медиальной поверхности верхней височной извилины). В этом корковом центре звуковые сигналы, которые приходят из завитки внутреннего уха по слуховым путям, воспринимаются как звуки, которые отличаются по тону, качеству и громкости.

Значение бинаурального слуха



- Кортиковые нейроны активизируются по-разному: одни – от контралатерального уха, другие - ипсилатеральными стимулами, третьи - только при одновременной стимуляции обеих ушей. Возбуждаются они, как правило, целыми звуковыми группами. Повреждение этих отделов ЦНС ухудшает восприятие языка, пространственную локализацию источника звука.
- Слуховая ориентация в пространстве возможна лишь при бинауральном слухе. Причем большое значение имеет то обстоятельство, что одно ухо находится дальше от источника звука, т.е. имеет значение фактор раздела звука по времени и интенсивности.

Слуховая ориентация в пространстве



Нельзя не учитывать роли формы ушной раковины в индивидуально обусловленном изменении звуковых модуляций.

Адаптация к звуку

- Адаптация к звуку осуществляется как за счет защитного акустического рефлекса, так и изменения функции центральных нейронов.
- Если на ухо продолжительное время действует звук, особенно громкий, постепенно орган теряет способность к адаптации. Снижение чувствительности достигается прежде всего сокращением *m. tensor tympani* и *m. stapedius*, которые изменяют интенсивность колебания слуховых косточек.
- Ко многим отделам обработки слуховой информации, в том числе и к рецепторным клеткам, подходят эфферентные нервы, которые могут изменять их чувствительность.

Функции вестибулярного анализатора



Вестибулярный анализатор осуществляет восприятие и анализ информации о положении и движении тела в пространстве. Таким образом, вестибулярный анализатор приспособливает движения тела человека к постоянному влиянию земной гравитации.

- Информация, которая поступает через эту сенсорную систему используется для поддержания адекватной функции скелетных мышц, обмена веществ и их автономной регуляции при изменении положения тела в пространстве и выполнении двигательных программ.

Периферический отдел вестибулярного анализатора

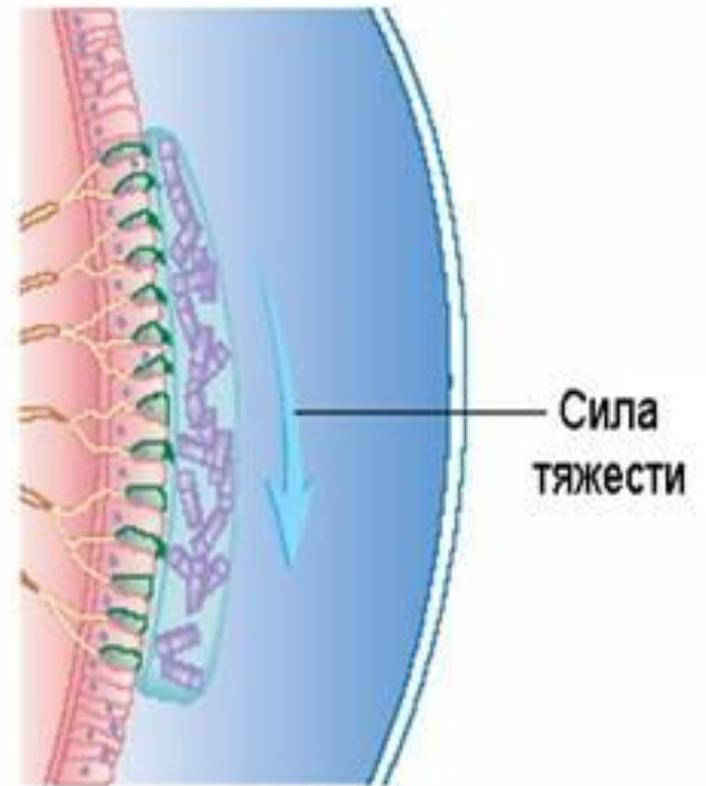
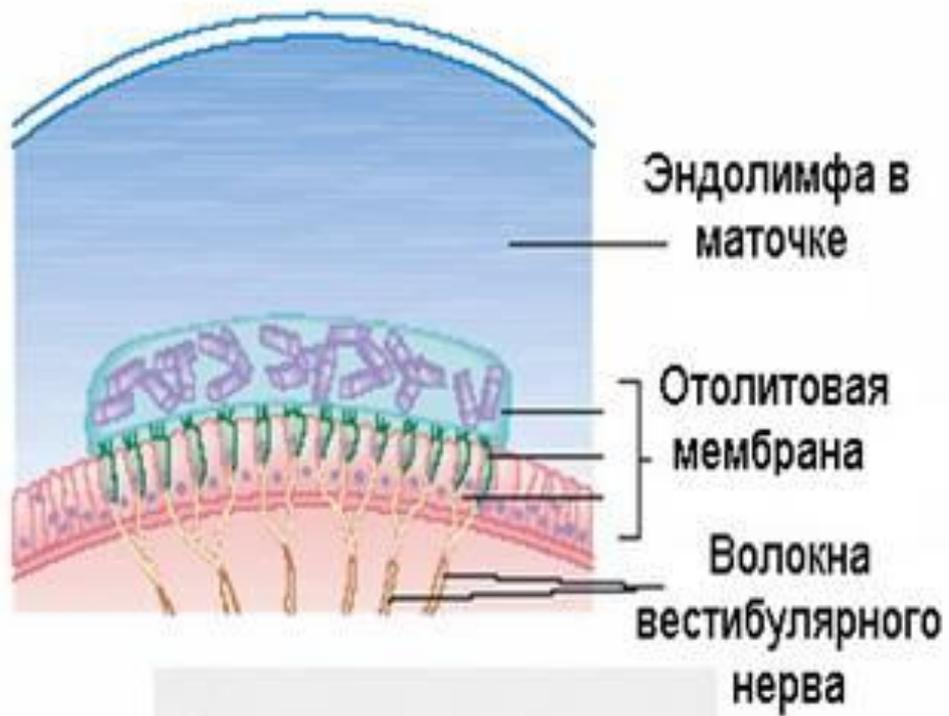
- Вестибулярный орган состоит из статолитового аппарата, образованного маточкой и мешочком, и трех полукружных каналов. Их рецепторы возбуждаются при изменении скорости прямолинейного движения человека.
- Сила инерции, которая возникает при линейных ускорениях во время движений "вверх - вниз", "вперед - назад", действует на эндолимфу и отолитовую мембрану по-разному. Более тяжелая и инерционная мембрана отстает от эндолимфы в начале движения и позднее останавливается в случае торможения. Поэтому именно в эти моменты и создаются условия для возникновения возбуждения.
- Перепончатый лабиринт каждого канала благодаря наличию общей части образует замкнутый, но не идеальный круг. Тело рецепторной клетки и волоски при вращательном движении головы находятся в разных условиях. Поскольку жидкость (эндолимфа) в начале движения остается еще некоторое время недвижимой относительно твердого матрикса, а останавливается позднее, движение волосков в большей мере зависит от движения лимфы, чем движения собственно клеток, которые крепко соединяются с матриксом. Раздражение в этих рецепторах возникает в начале и в конце вращательных движений головы.

Вестибулярный орган



Проводниковый и центральный отделы вестибулярного анализатора

- Волосковые клетки передают импульсы кохлеарному нерву, вестибулярным ядрам и флоккуло-нодулярной части мозжечка. Верхнее и среднее вестибулярные ядра принимают участие в коррекции движений глаз, мышц головы и шеи.
- Латеральное вестибулярное ядро контролирует движения мышц туловища. Нижнее вестибулярное ядро посылает сигналы в мозжечек и ретикулярную формацию



Роль вестибулярных рецепторов для поддержания позы тела

- Аfferентные импульсы от вестибулярных рецепторов не могут дать точного представления о положении тела в пространстве, поскольку угол поворота головы из-за подвижности в шейном сочленении не всегда отвечает положению корпуса. Поэтому при зарождении рефлексов в центрах ствола мозга (наряду с рецепцией вестибулярных нервов) используется аfferентация с шейных проприорецепторов, которые информируют о положении головы.
- Импульсы от вестибулярного аппарата поступают в таламус, а оттуда к постцентральной извилине коры большого мозга, где анализируется информация, которая поступила, и осознается ориентация в пространстве.

Вестибулосоматические реакции

- Соматические вестибулярные реакции - это двигательные рефлексy, которые возникают вследствие раздражения вестибулярного аппарата и направлены на поддержание определенного положения тела в пространстве.
- Они осуществляются при участии двигательных центров ствола мозга, мозжечка, таламуса и постцентральной извилины коры большого мозга, где осознается ориентация в пространстве.
- К вестибулосоматическим реакциям относят также вестибулярный нистагм - ритмические скачкообразные движения глазных яблок. Он возникает вследствие раздражения рецепторов полукружных каналов. Раздражение горизонтальных каналов вызывает горизонтальный нистагм, сагиттальных - вертикальный, фронтальных - ротаторный. Раздражение отолитового аппарата тормозит проявления нистагма и активирует рефлексy поперечнополосатых мышц.

Вестибулосенсорные реакции

- Вестибулосенсорные реакции проявляются ощущением иллюзорного положения тела в пространстве, головокружением. Возникновение этих реакций связано с чрезмерным раздражением вестибулярных рецепторов, от которых импульсация поступает к ассоциативным зонам коры больших полушарий.
- Импульсы от вестибулярного аппарата поступают в таламус, а оттуда к постцентральной извилине коры большого мозга, где анализируется информация, которая поступила, и осознается ориентация в пространстве.

Вестибуловегетативные реакции

- Вестибуловегетативные реакции - это комплекс разнообразных по проявлениям реакций, которые возникают при участии вегетативной нервной системы вследствие раздражения вестибулярного аппарата.
- Они обеспечивают в норме необходимый уровень обмена веществ в мышечной системе.
- При продолжительном и чрезмерном действии вестибулярных раздражителей возможен срыв адаптационных механизмов автономной нервной системы.
- Это проявляется повышением тонуса парасимпатической нервной системы. Вследствие этого возникает потливость, побледнение кожи, тошнота, рвота, снижение частоты сердечных сокращений, снижение артериального давления.

Вестибулярные тренировки

- Выносливость к вестибулярным раздражителям можно повысить за счет вестибулярных тренировок. Это система специальных упражнений, которые делают вестибулярные раздражители обычными для организма человека.
- Различают активные, пассивные и смешанные вестибулярные тренировки.
- Активные тренировки - это комплекс двигательных упражнений с использованием поворотов головы, движений туловища.
- Пассивные вестибулярные тренировки предусматривают использование специальных устройств, которые перемещают тело тренируемого человека в пространстве определенным образом.
- При смешанном типе тренировок используют элементы активных и пассивных тренировочных мероприятий.
- У лиц, которые не поддаются тренировке и состояние которых ухудшается в процессе тренировок для предупреждения вестибулярных реакций рекомендуется использовать медикаментозные препараты.

