



## 2. Орган слуха и равновесия

- Вторым по значимости органом чувств является орган слуха, дающий возможность общения с внешним миром.
- Благодаря органу слуха человек может слышать самые разнообразные звуки окружающей нас природы, городской шум, голос другого человека.
- С помощью слуха можно воспринимать информацию на значительном расстоянии.
- Для человека со слуховым анализатором связана членораздельная речь.



# Орган слуха и равновесия

- – преддверно-улитковый орган (*organum vestibulocochleare*) у человека имеет сложное строение,
- воспринимает колебания звуковых волн и определяет ориентировку положения тела в пространстве.



# Словарь

- (греч. **otos** — **ухо**)
- **ОТО...** – составная часть **сложных слов**, **обозначающая: относящийся к уху, к ушным болезням,**
- **отит** – воспаление уха
- **отолитова мембрана** (лит... – **камень**)



# Словарь

- **Ларингооторинология (ЛОР)** –клиническая дисциплина, изучающая заболевания уха, носа и горла (глотки, гортани, трахеи) и пограничных с ними областей. (от ото..., греч. *rhinós* — нос, *larynx*,— гортань горло и.. . логия)
- Из общей оториноларингологии выделились в качестве самостоятельных специальностей:  
**аудиология** (от лат. *audio* — слушаю) , изучающая причины, профилактику, лечение, коррекцию и компенсацию глухоты и тугоухости;
- **фониатрия** (от греч. *phone* — звук, голос) , изучающая физиологию и патологию голосообразования, а также предупреждение и лечение нарушений голоса;
- **отиатрия**, занимающаяся изучением и лечением патологии уха, и др.



# Орган слуха и равновесия

## СТРОЕНИЕ УША



# Наружное ухо

- – включает:
- **ушную раковину,**
- **наружный слуховой проход**
- **и барабанную перепонку,**
- которые предназначены для улавливания и проведения воздушных звуковых колебаний.



# Ушная раковина

- состоит из эластического хряща и имеет сложную конфигурацию, снаружи покрыта кожей.
- Ушная раковина устроена так, чтобы максимально концентрировать звуковые колебания и направлять их в наружное слуховое отверстие.





# Ушная раковина

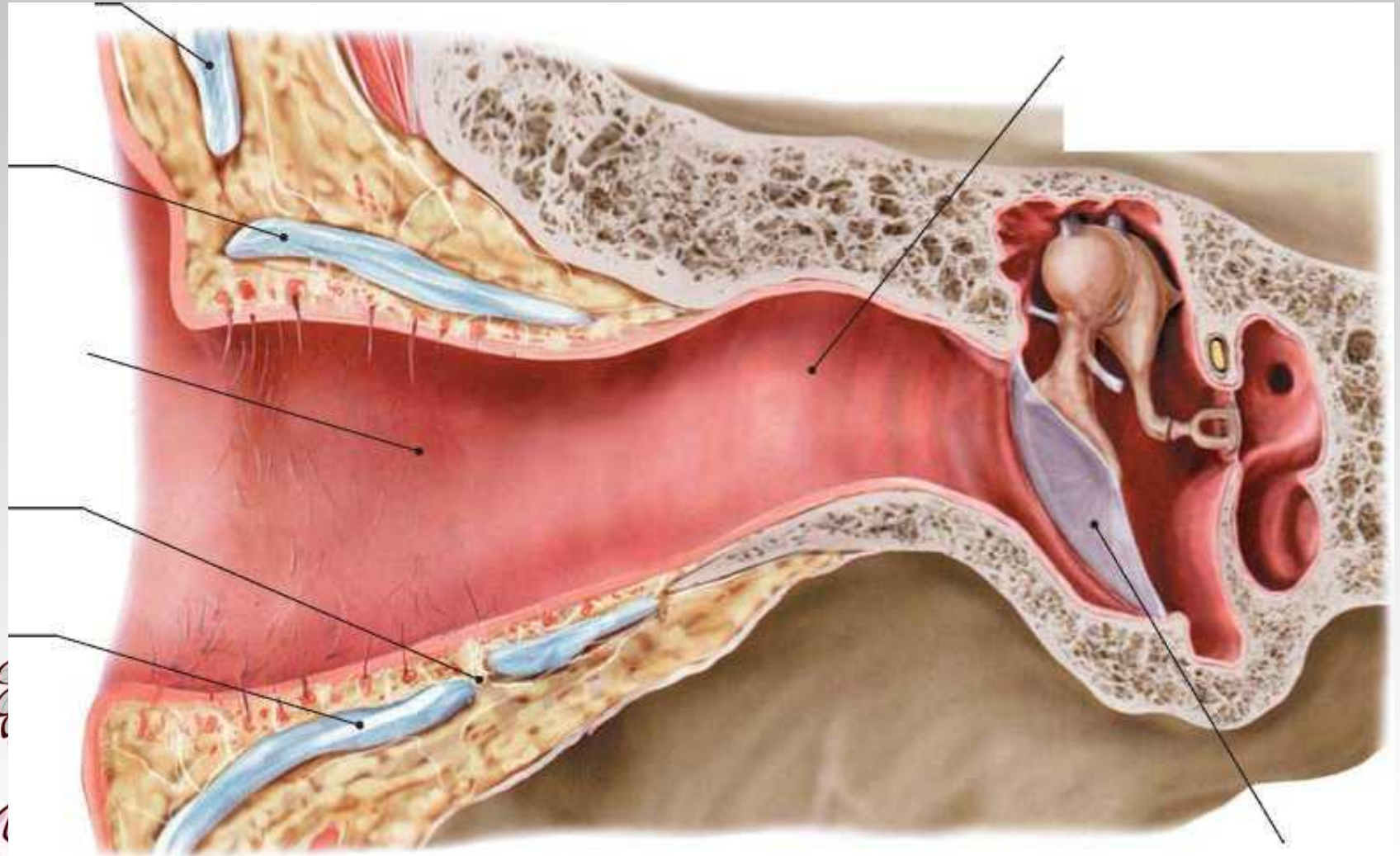


# Ушная раковина

- – состоит из эластического хряща и имеет сложную конфигурацию, снаружи покрыта кожей.
- Хрящ отсутствует в нижней части, так называемой дольке ушной раковины или мочке.
- Свободный край раковины завернут и называется завитком, а параллельно ему идущий валик — противозавитком.
- У переднего края ушной раковины выделяется выступ — *козелок*, а сзади него располагается *противокозелок*.
- Ушная раковина прикрепляется к височной кости связками, имеет рудиментарные мышцы, которые хорошо выражены у животных.
- Ушная раковина устроена так, чтобы максимально концентрировать звуковые колебания и направлять их в наружное слуховое отверстие.



# Наружный слуховой проход



# Наружный слуховой проход

- Хрящевая часть, являющаяся продолжением хряща ушной раковины, составляет  $\frac{1}{3}$  его длины, остальные  $\frac{2}{3}$  образованы костным каналом височной кости.
- Он выстлан кожей и богат жировыми железами, а также железами, которые выделяют ушную серу.



# Барабанная перепонка

- (лат. membrana tympani)
- – тонкая, непроницаемая для воздуха и жидкости мембрана, которая находится на границе наружного и среднего уха.
- Расположена наискось, с нижней стенкой слухового прохода образует острый угол.
- Служит для передачи звуковых колебаний во внутреннее ухо, а также препятствует попаданию в барабанную полость инородных тел.
- В центре барабанной перепонки есть углубление — пупок, который соответствует прикреплению с внутренней стороны рукоятки молоточка.



# Барабанная перепонка



# Среднее ухо

- включает выстланную слизистой оболочкой и заполненную воздухом барабанную полость и слуховую (евстахиеву) трубу.
- **Барабанная полость** находится в толще пирамиды височной кости, между барабанной перепонкой латерально и костным лабиринтом медиально.
- На медиальной стенке находится овальное отверстие — окно преддверия, закрытое основанием стремени; а ниже — окно улитки, закрытое перепонкой, которая отделяет барабанную полость от барабанной лестницы.



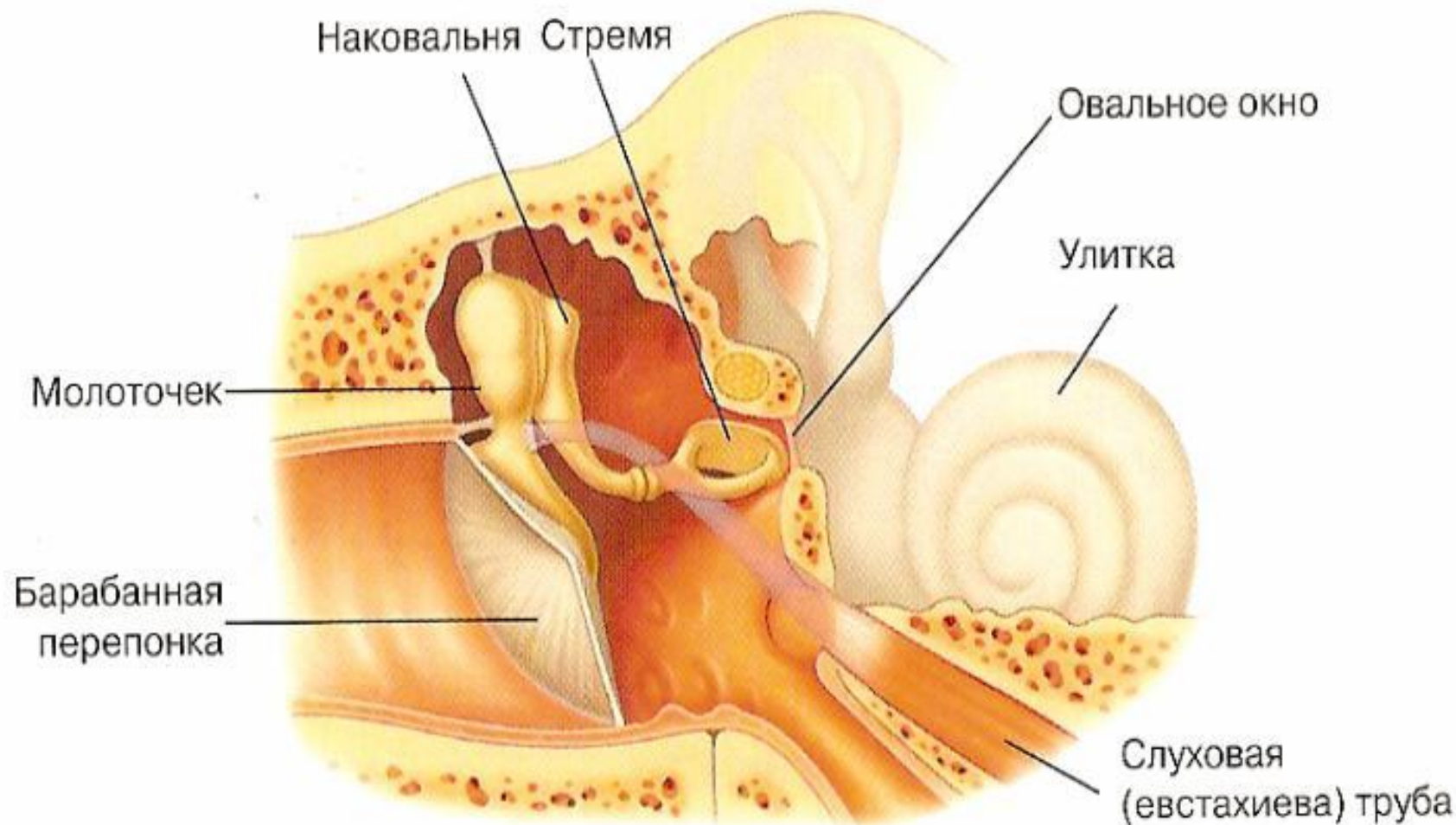
# Среднее ухо

- В барабанной полости находятся три слуховые косточки:
  - - молоточек;
  - - наковальня;
  - - стремечко.
- Все косточки соединяются между собой при помощи суставов и покрыты слизистой оболочкой.
- Система костных рычагов, примерно в 20 раз увеличивает силу воздействия колебаний барабанной перепонки.

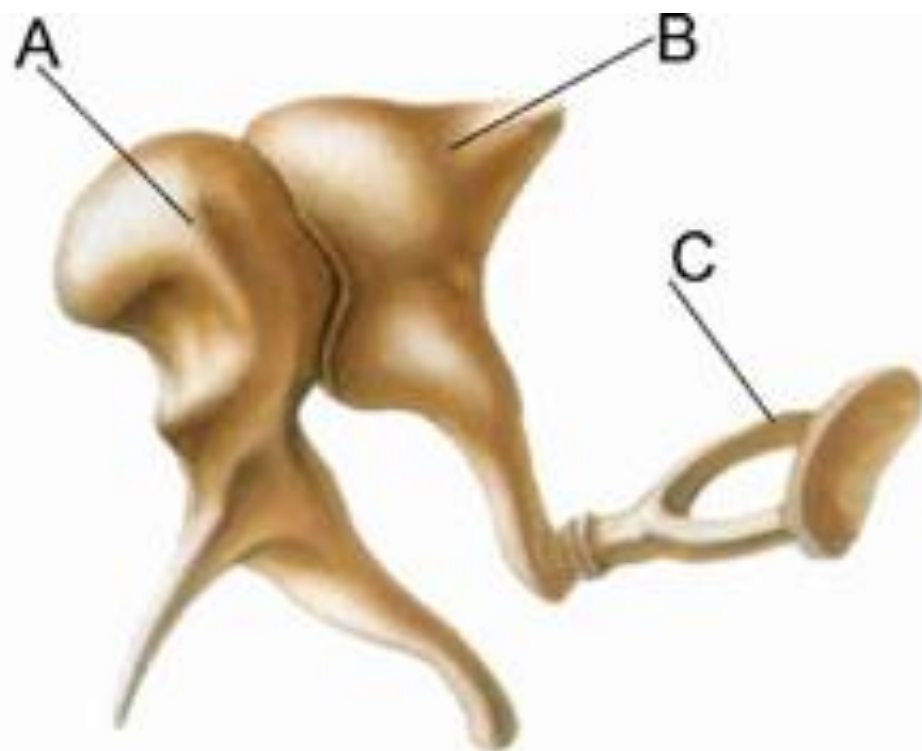




# Среднее ухо



# Среднее ухо



# Среднее ухо

- Молоточек рукояткой сращен с барабанной перепонкой, а головкой при помощи сустава соединяется с наковальней, которая в свою очередь подвижно соединена со стремечком.
- Основание стремечка закрывает окно преддверия.
- Также имеются две мышцы: стременная мышца и мышца, натягивающая барабанную перепонку.



# Евстахиева труба

- (Слуховая труба)
- Соединяет барабанную полость с носоглоткой.
- Служит для поступления воздуха из глотки в барабанную полость и поддерживает в полости давление, одинаковое с внешним.



# Евстахиева труба



# Слуховая труба

- В обычном состоянии закрыта.
- При резком изменении внешнего (атмосферного) давления, например, при подъёме на высоту, или резком спуске,
- разница между давлением воздуха снаружи и внутри барабанной полости вызывает давление на барабанную перепонку,
- вследствие чего наступает «оглушение».
- При глотании или зевании слуховая труба кратковременно раскрывается, давление сравнивается с внешним и слух восстанавливается.

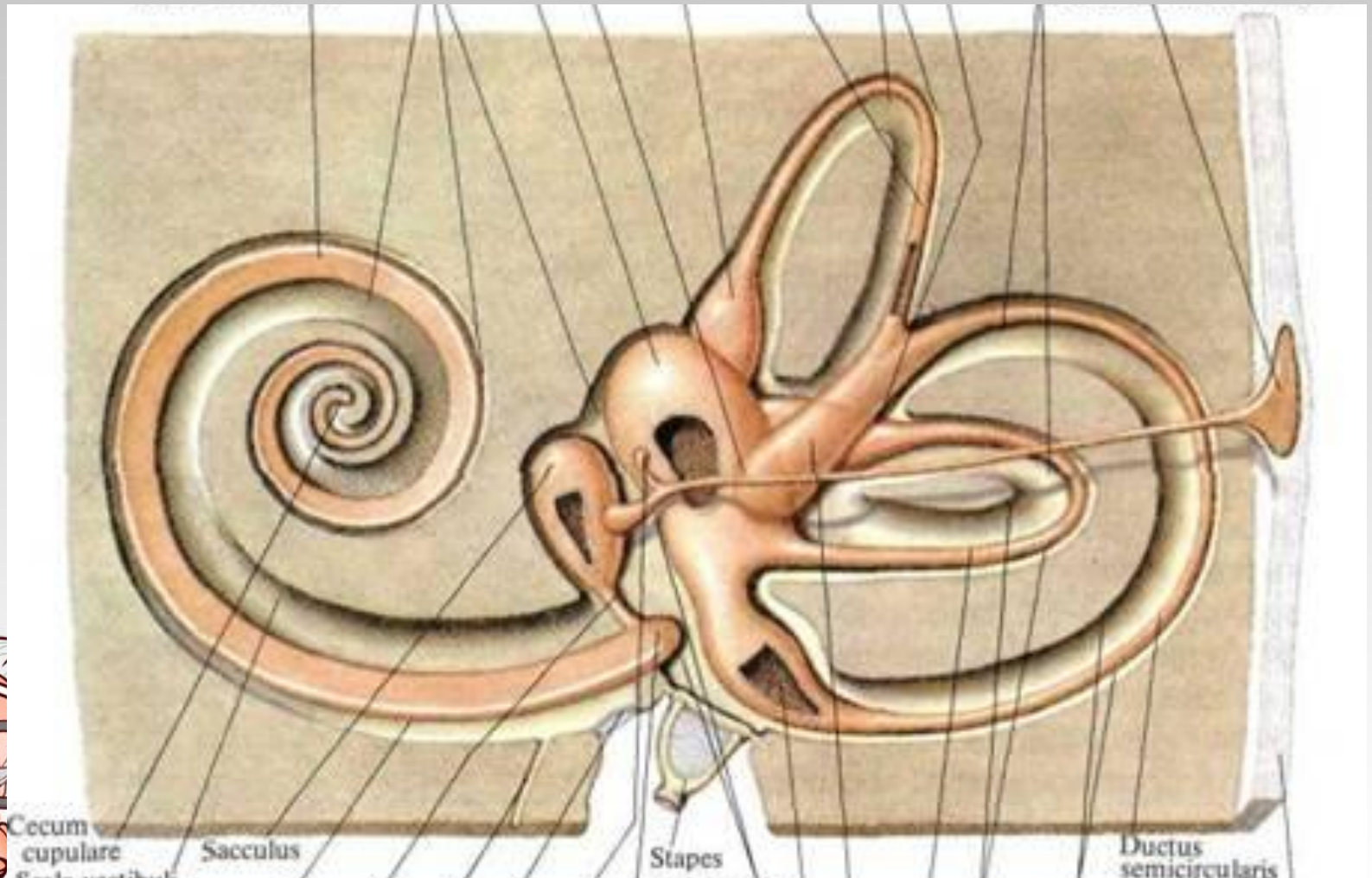


# Внутреннее ухо

- – полость небольших размеров и неправильной формы.
- На латеральной стенке находятся два отверстия: окно преддверия и окно улитки.
- Расположено в толще пирамиды височной кости.
- Состоит из **костного и перепончатого лабиринтов.**
- Костный лабиринт состоит из **улитки, преддверия и полукружных каналов.**



# Костный лабиринт



ОКНО

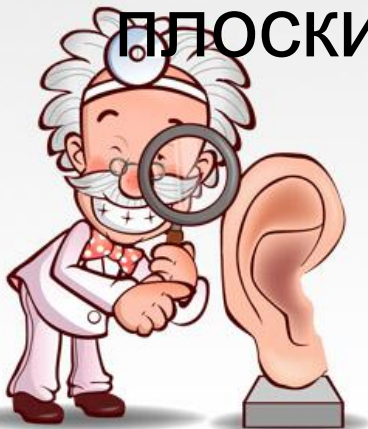
лестница



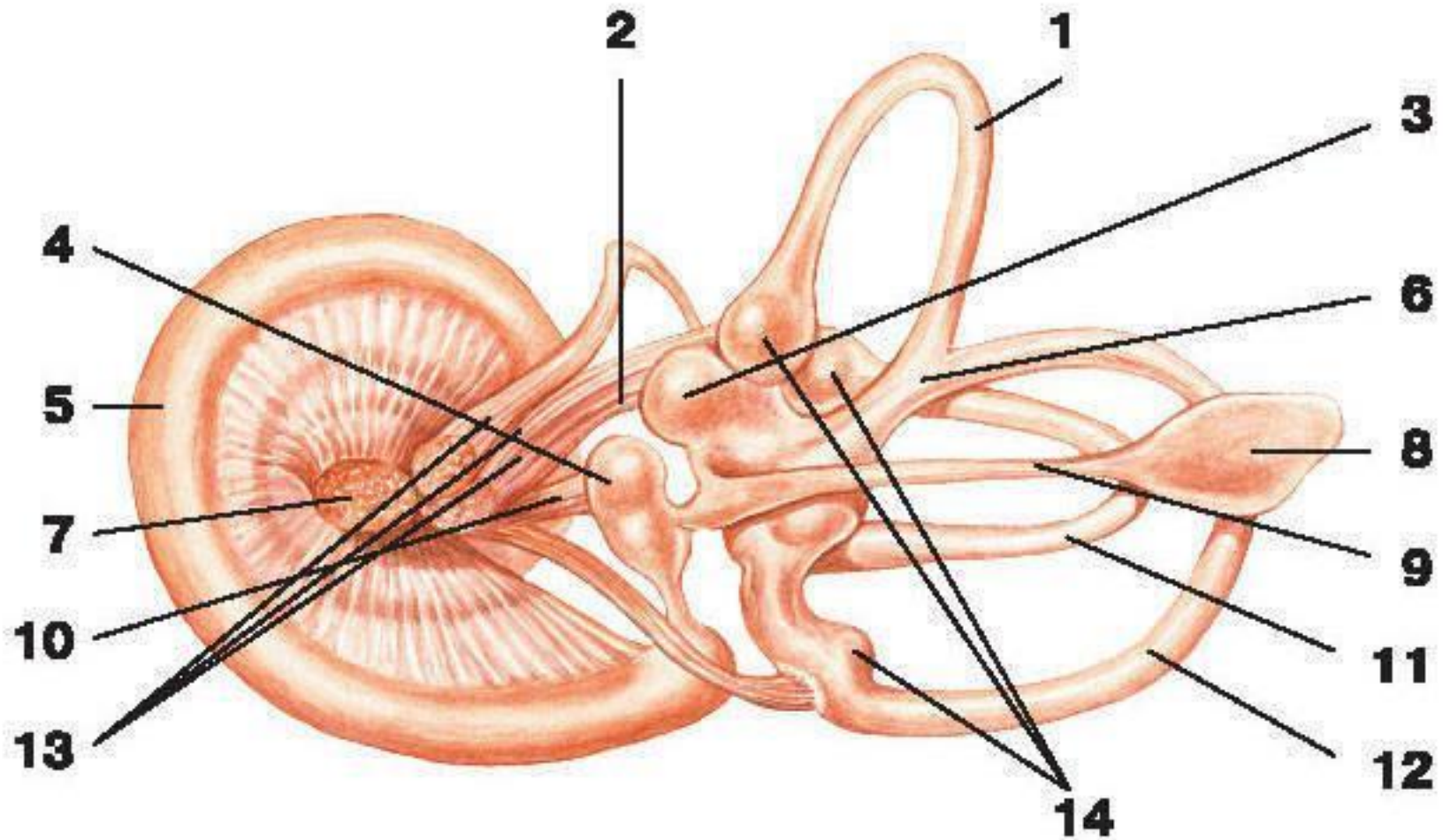


# Перепончатый лабиринт

- находится внутри костного лабиринта и повторяет его контур.
- Стенки перепончатого лабиринта состоят из тонкой соединительнотканной пластинки, которая покрыта изнутри однослойным плоским эпителием.



# Перепончатый лабиринт



# Преддверие

- – средняя часть лабиринта
- В перепончатой части преддверия различают две части – передний **сферический** и задний – **эллиптический** мешочки. Оба мешочка соединяются протоком.



# Перепончатый лабиринт

- Сферический мешочек соединяется со спиральным каналом улитки.
- Эллиптический мешочек – с полукружными каналами.
- Между костным и перепончатым лабиринтом существует щель – периферическое пространство, заполненное жидкостью – **перилимфой**.
- Перепончатый лабиринт заполнен **эндолимфой**.



# Словарь

- **Vestibulum** (лат.) –  
преддверие
  - Отсюда, например:
  - **Вестибулярный аппарат,**  
**вестибулярные расстройства и т.п.**



# Пятнышко преддверия

- (макула)
- На внутренней поверхности сферического и эллиптического мешочков, находится специальное образование – **пятнышко преддверия.**
- Оно состоит из особых волосковых (чувствительных, рецепторных) и опорных клеток.

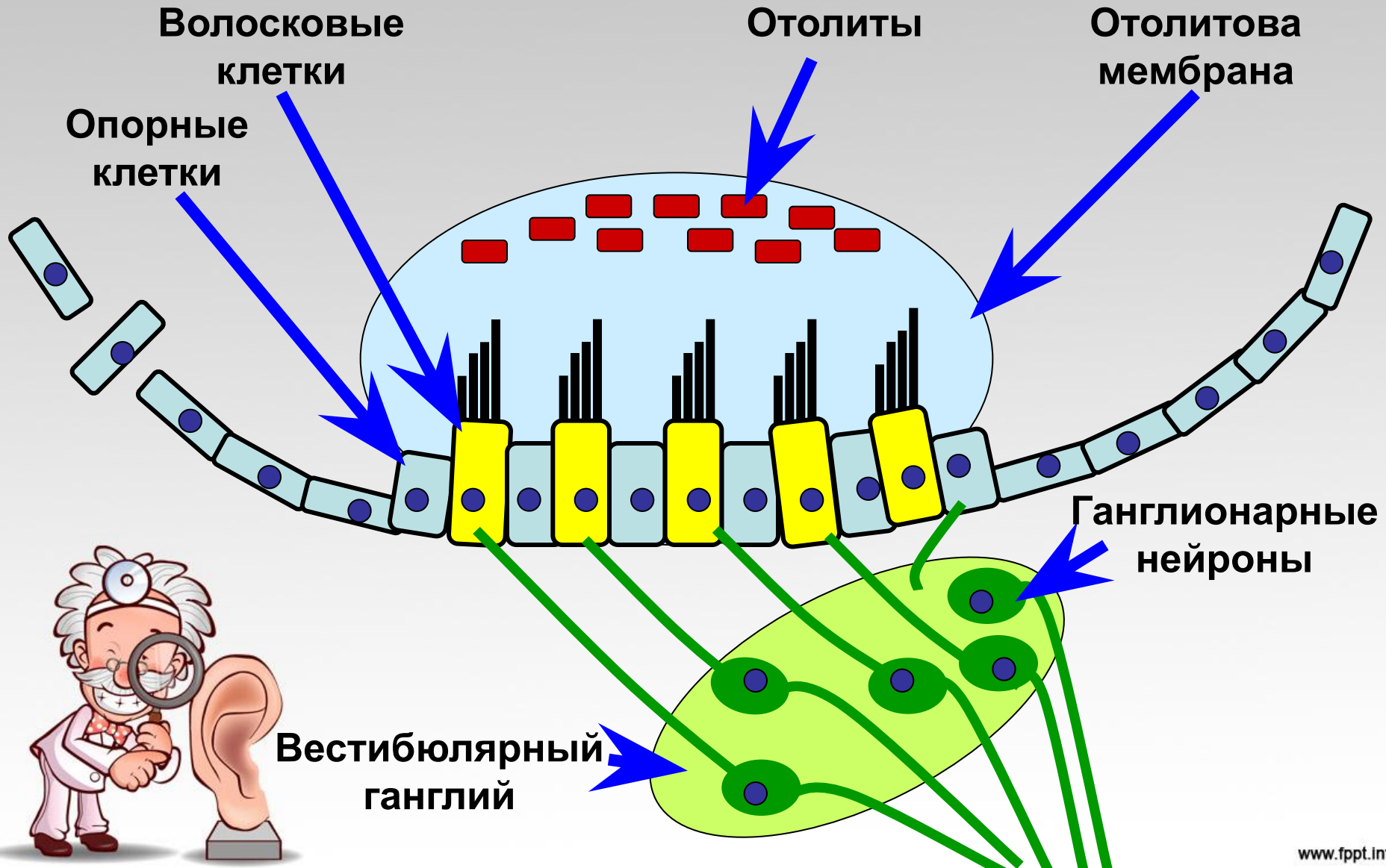


# Пятнышко преддверия

- Снаружи пятнышко покрыто желеобразной **отолитовой мембраной**, в которой находятся кристаллы карбоната кальция в виде камешков – **отолиты**.
- Волосковые клетки связаны с дендронами чувствительных ганглионарных нейронов, аксоны которых участвуют в формировании преддверно-улиткового (VIII пары) нерва.

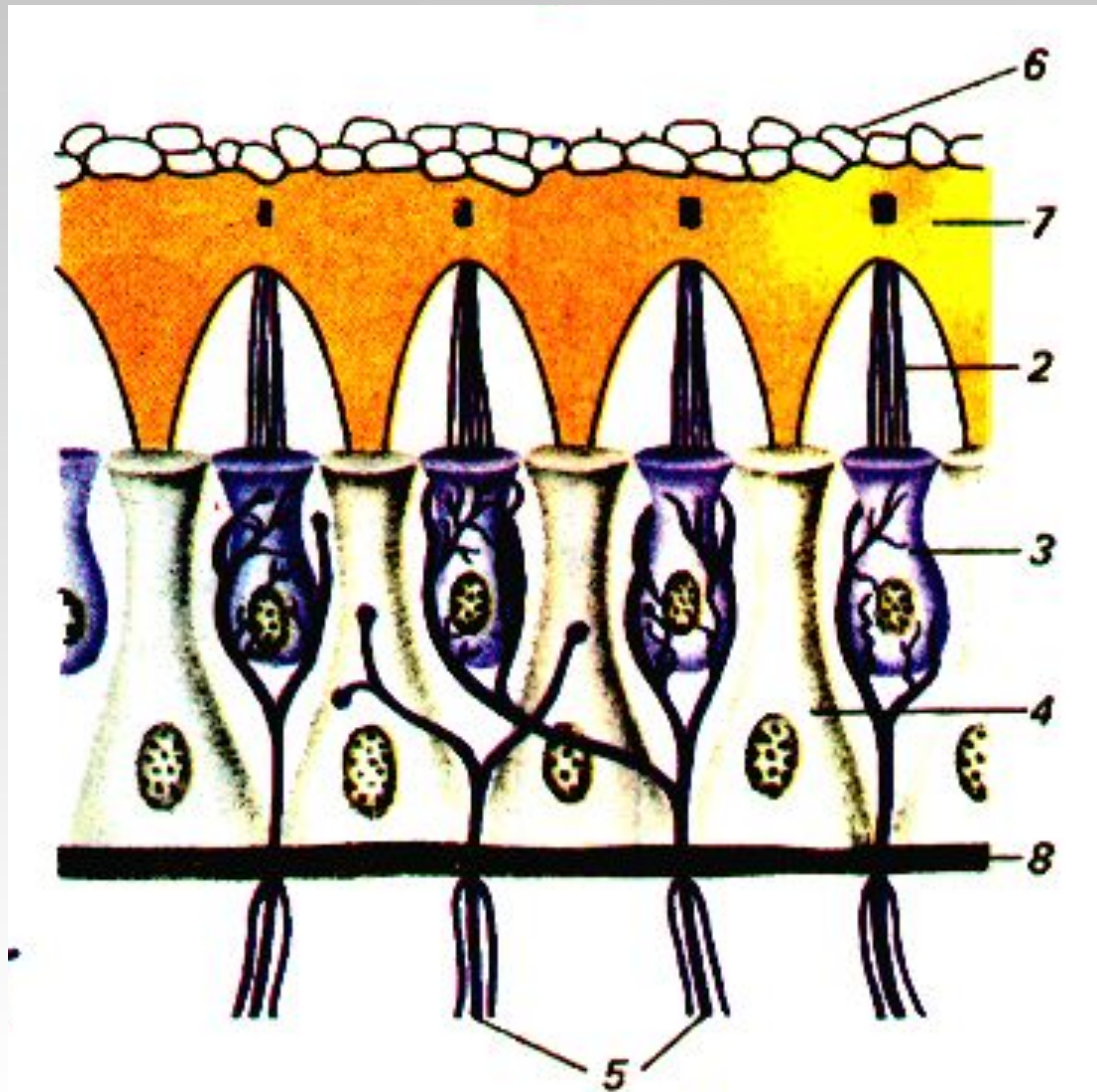


# Пятнышко преддверия

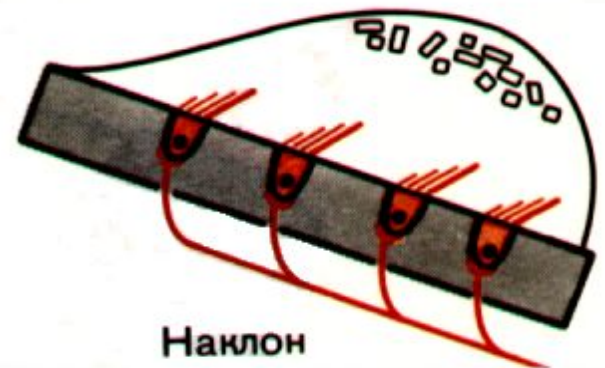
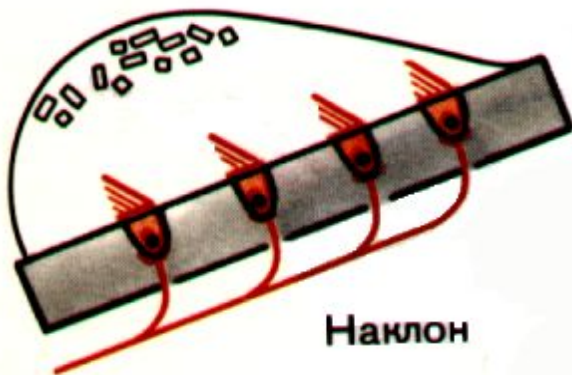
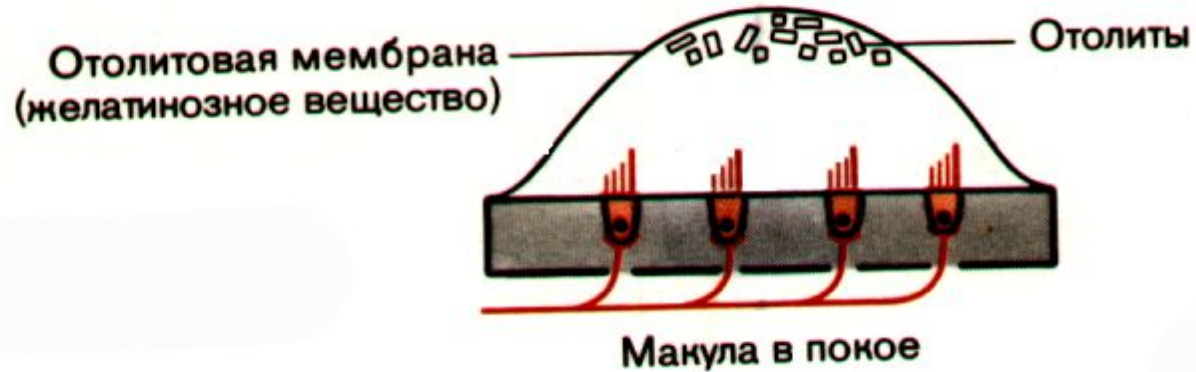




# Пятнышко преддверия



# Физиология пятнышка преддверия (макулы)



# Физиология пятнышка преддверия

- 1. При определённом положении головы отолиты под собственной тяжестью оказывают давление на определенные волосковые сенсорные клетки, и возникает ощущение положения головы в пространстве.
- 2. При изменении положения головы соответственно изменяется направление (вектор) давления отолитов, что вызывает изменение ощущений.



# Полукружные каналы

- – три дугообразно изогнутые тонкие трубки, которые лежат в трёх взаимно перпендикулярных плоскостях.
- Полукружные каналы открываются **пятью** отверстиями в полость преддверия, так как ножки переднего и заднего каналов сливаются вместе и открываются одним отверстием.
- Полости каналов заполнены эндолимфой, которая свободно перетекает по всем полостям каналов и преддверия.

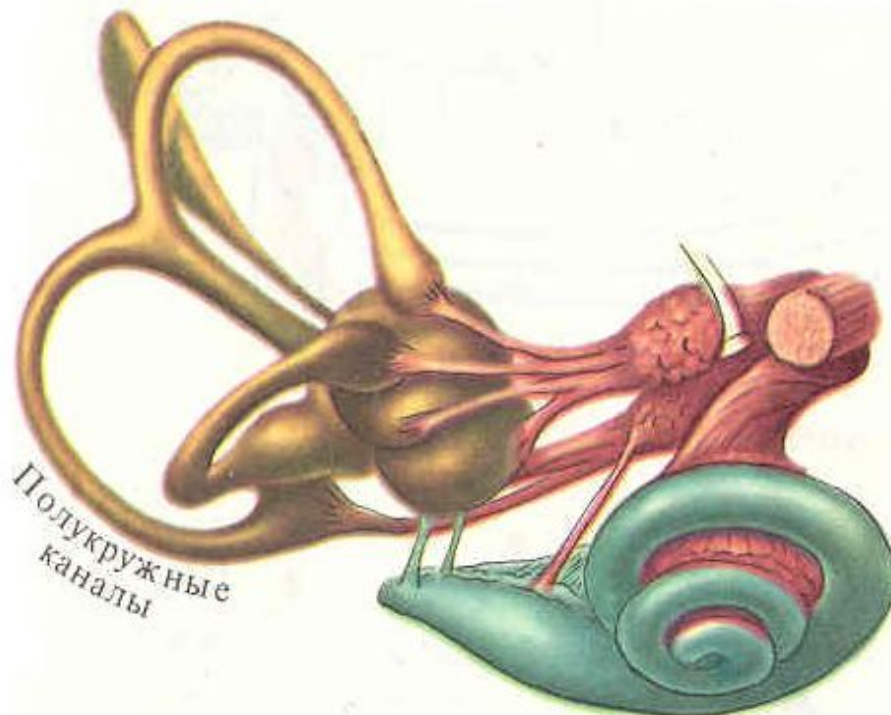


# Полукружные каналы

- Один из концов каждого полукружного канала имеет расширение – **ампулу**.
- Каждая ампула содержит особое рецепторное устройство – **слуховой гребешок**.



# Полукружные каналы



Полукружные каналы

Улитка

А



Колпачок

Ресничные клетки гребешка

Опорные клетки

Недифференцированные эпителиальные клетки

Нервные волокна

Б

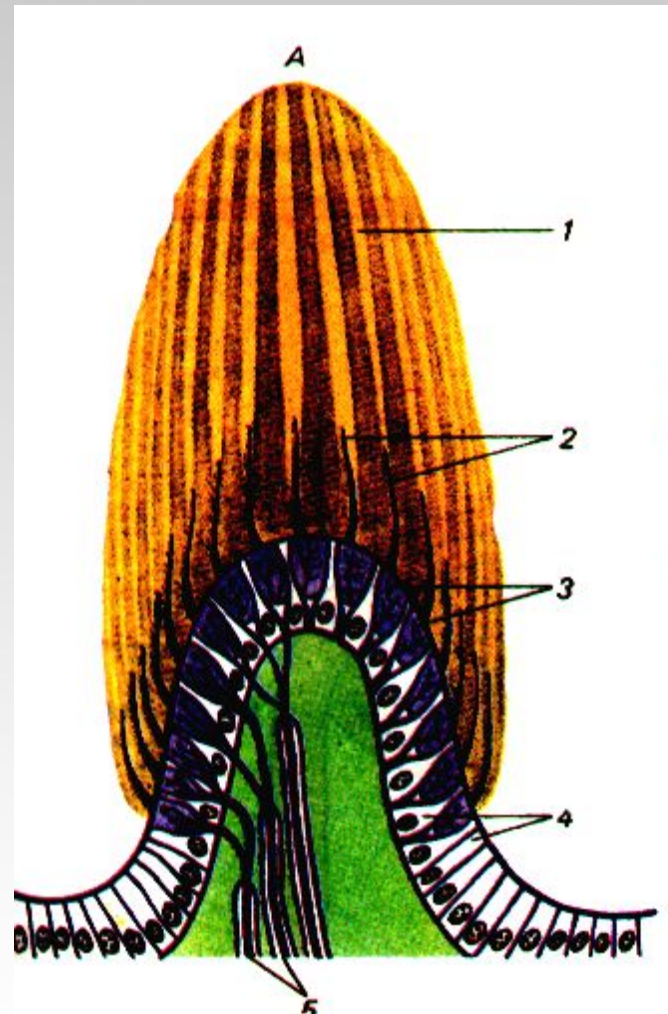


# Слуховой гребешок (купула)

- Состоит из **волосковых** (чувствительных, рецепторных) и **опорных** клеток.
- Снаружи покрыт желеобразной мембраной (колпачок).
- Волосковые клетки связаны с дендронами чувствительных ганглионарных нейронов, аксоны которых участвуют в формировании преддверно-улиткового (VIII пары) нерва.

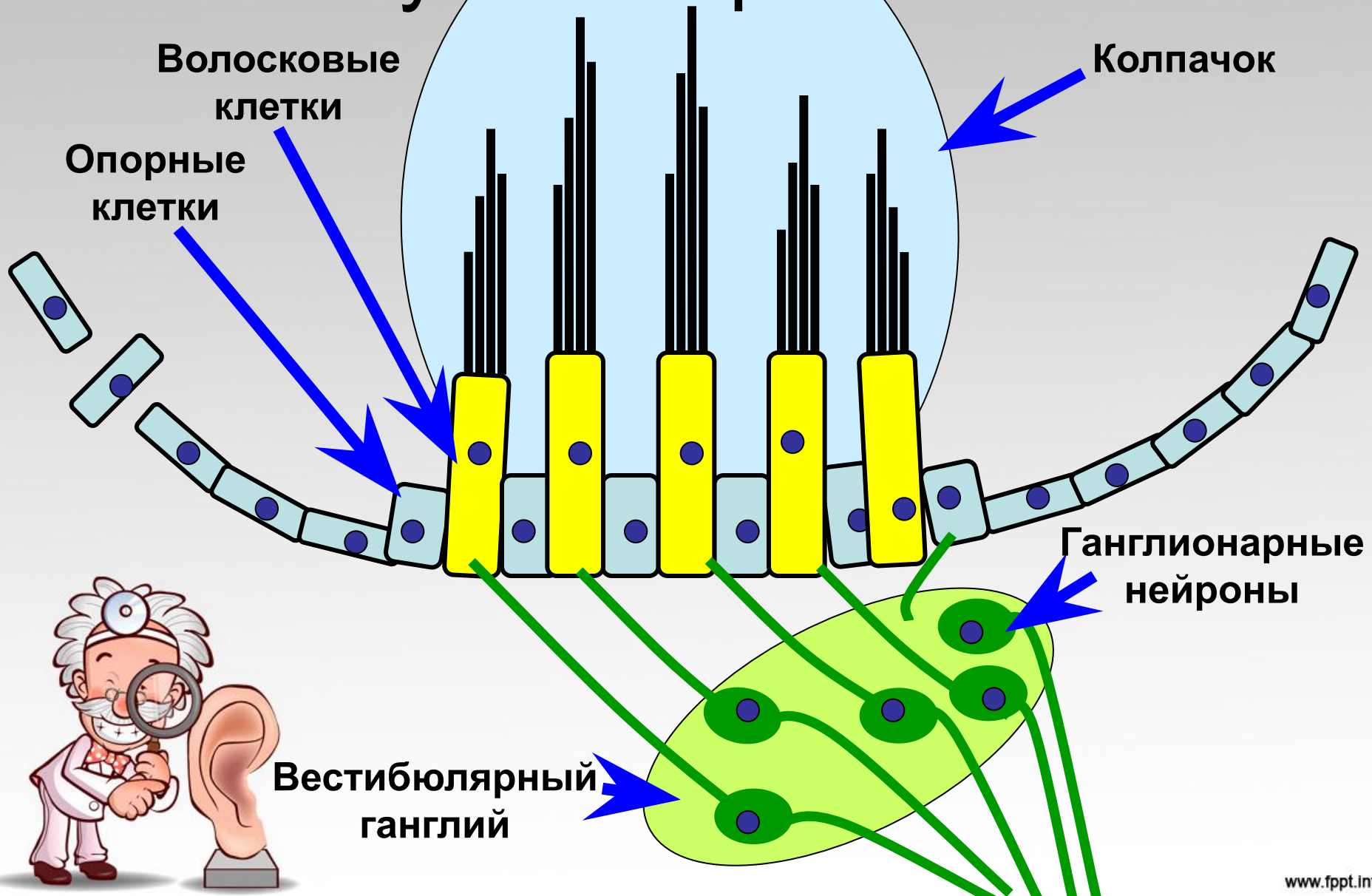


# Слуховой гребешок (купула)





# Слуховой гребешок



# Физиология полукружных каналов

- 1. В покое и при постоянной линейной скорости ощущения движения отсутствуют, т. к. эндолимфа в полукружных каналах неподвижна.
- 2. При ускорении (разгон, торможение, повороты, начало движения вниз или вверх) эндолимфа начинает двигаться в соответствующем полукружном канале.
- 3. Движущаяся эндолимфа воздействует на рецепторные клетки соответствующего слухового гребешка (купулы) и возникает ощущение **ускорения движения**.

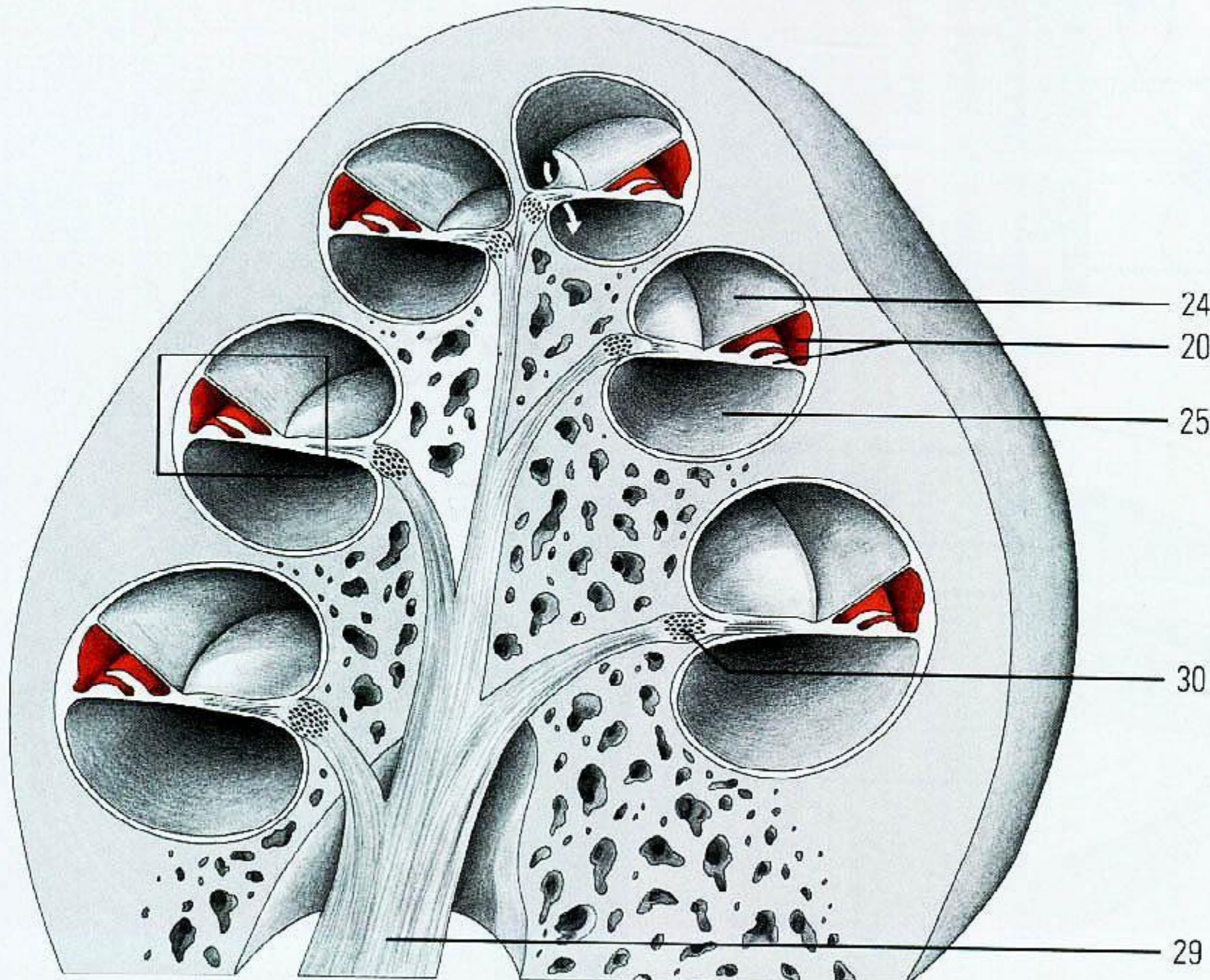




# Улитка

- – передняя часть лабиринта, извитой спиральный канал, который образует 2,5 оборота вокруг костного стержня улитки.
- В полость улитки вдаётся спиральная **костная пластинка**, которая доходит до середины, и её продолжением
- служит тонкая **базиллярная мембрана**.





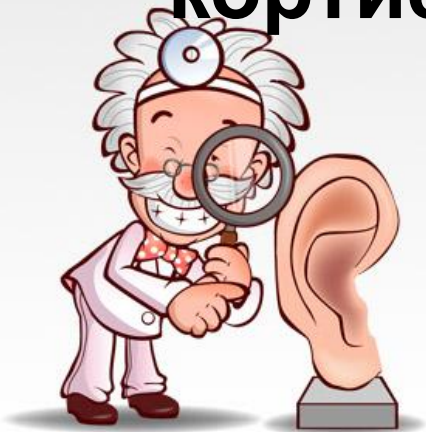
# Улитка

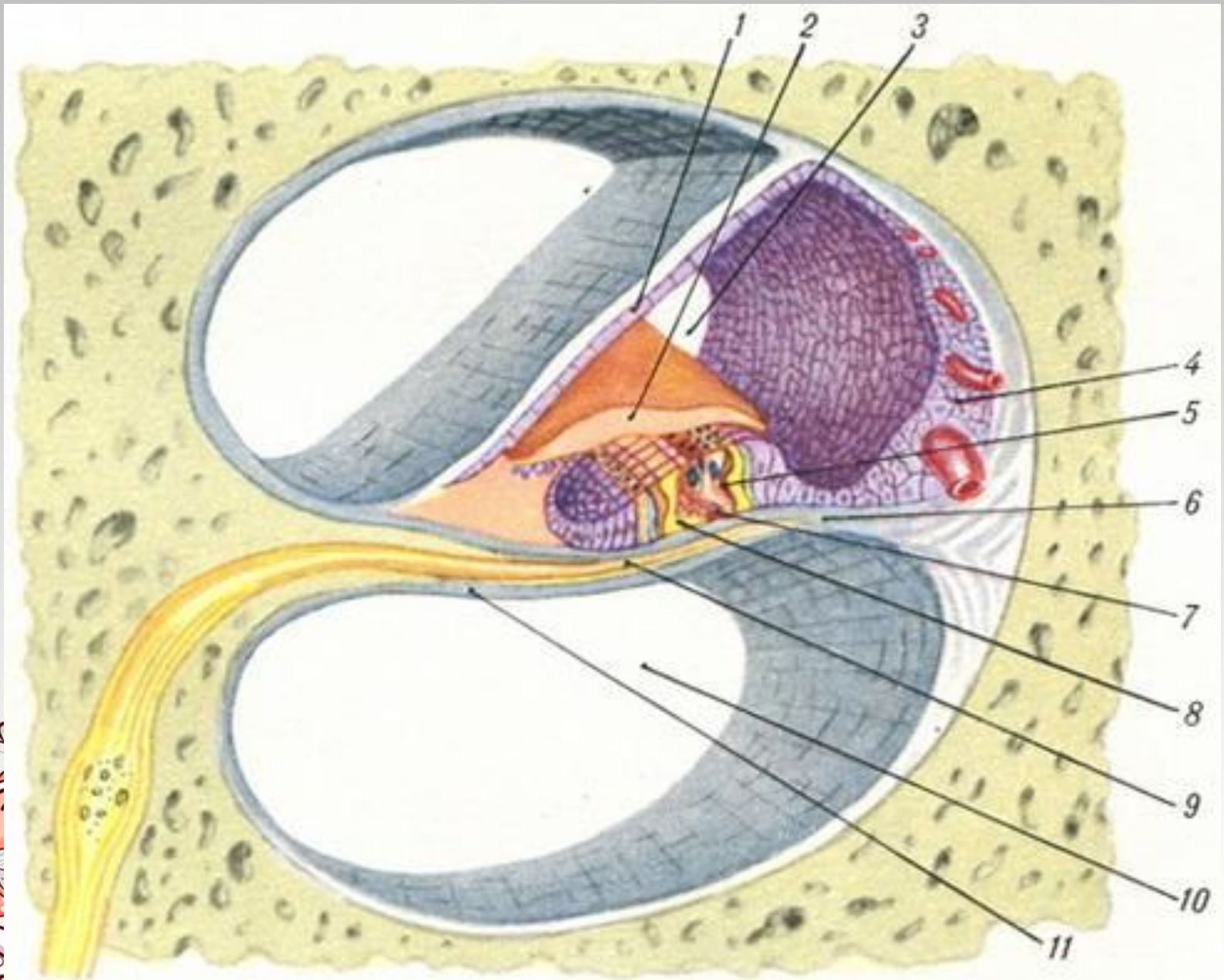
- Она делит полость улитки на 2 полости:
- 1. Нижняя – **барабанная лестница**.
- В основании улитки она заканчивается у окна, закрытого вторичной барабанной перепонкой.
- 2. Верхняя – **лестница преддверия**, которая соединяется с пространством преддверия, овальное окно которого закрыто основанием стремени.
- Обе лестницы соединяются на верхушке улитки.



# Улитка

- От конца костной пластинки косо вверх идёт **преддверная мембрана**, которая отделяет **улитковый проток**.
- В полости улиткового протока на базиллярной мембране находится особое рецепторное устройство – **кортиев орган**.







# Кортиев орган

- (спиральный орган)
- – рецепторный аппарат слухового анализатора
- (назван по имени итальянского гистолога Корти (Corti), впервые подробно описавшего его).
- Состоит из **волосковых** (чувствительных, рецепторных) и **опорных** клеток.
- Сверху над ним нависает покровная мембрана.
- Волосковые клетки связаны с дендронами чувствительных ганглионарных нейронов, аксоны которых участвуют в формировании улитковой части преддверно-улиткового (VIII пары) нерва.



# Кортиев орган

внутренние  
волосковые  
клетки

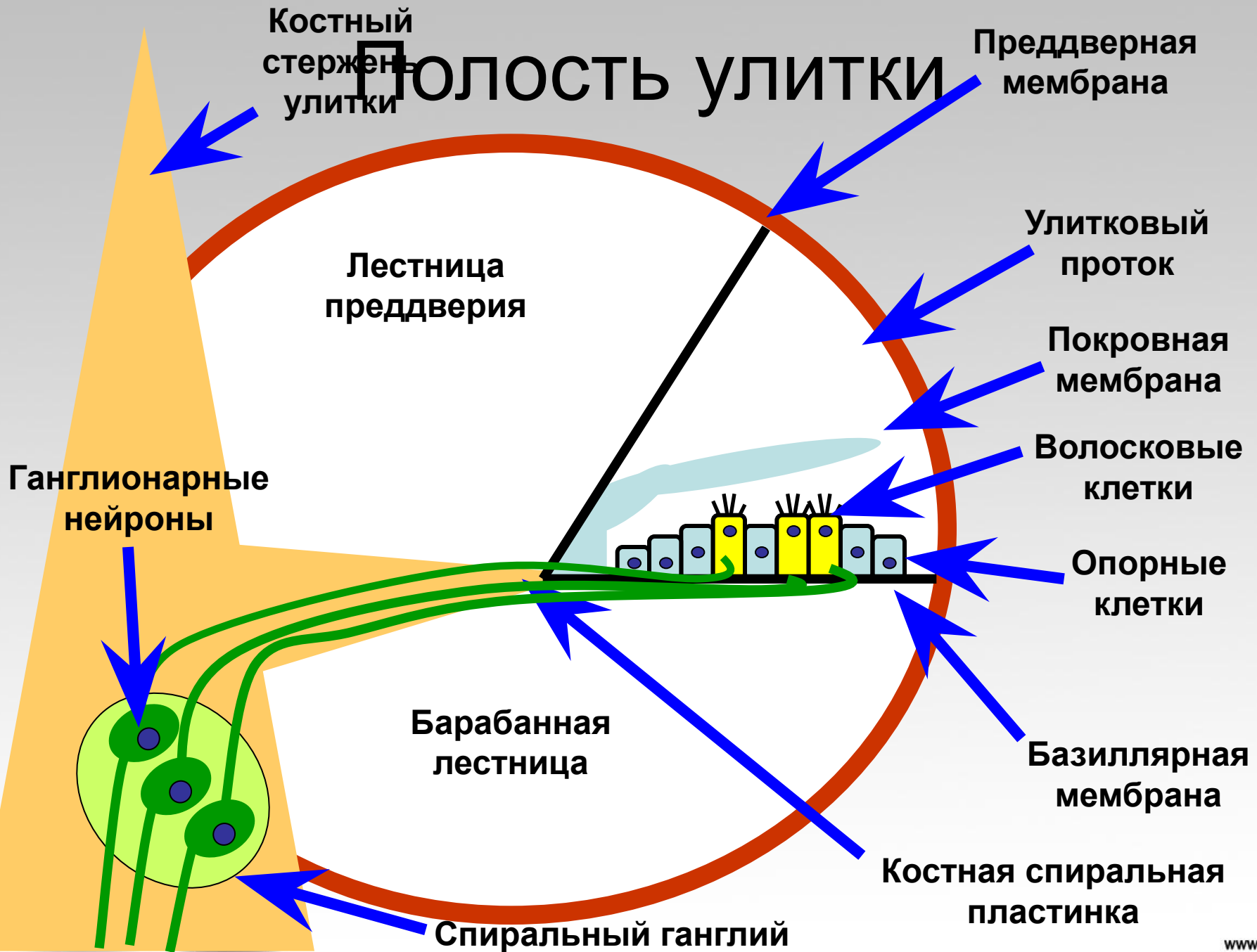
покровная  
мембрана

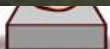
наружные  
волосковые  
клетки

нервные  
окончания

основная  
мембрана

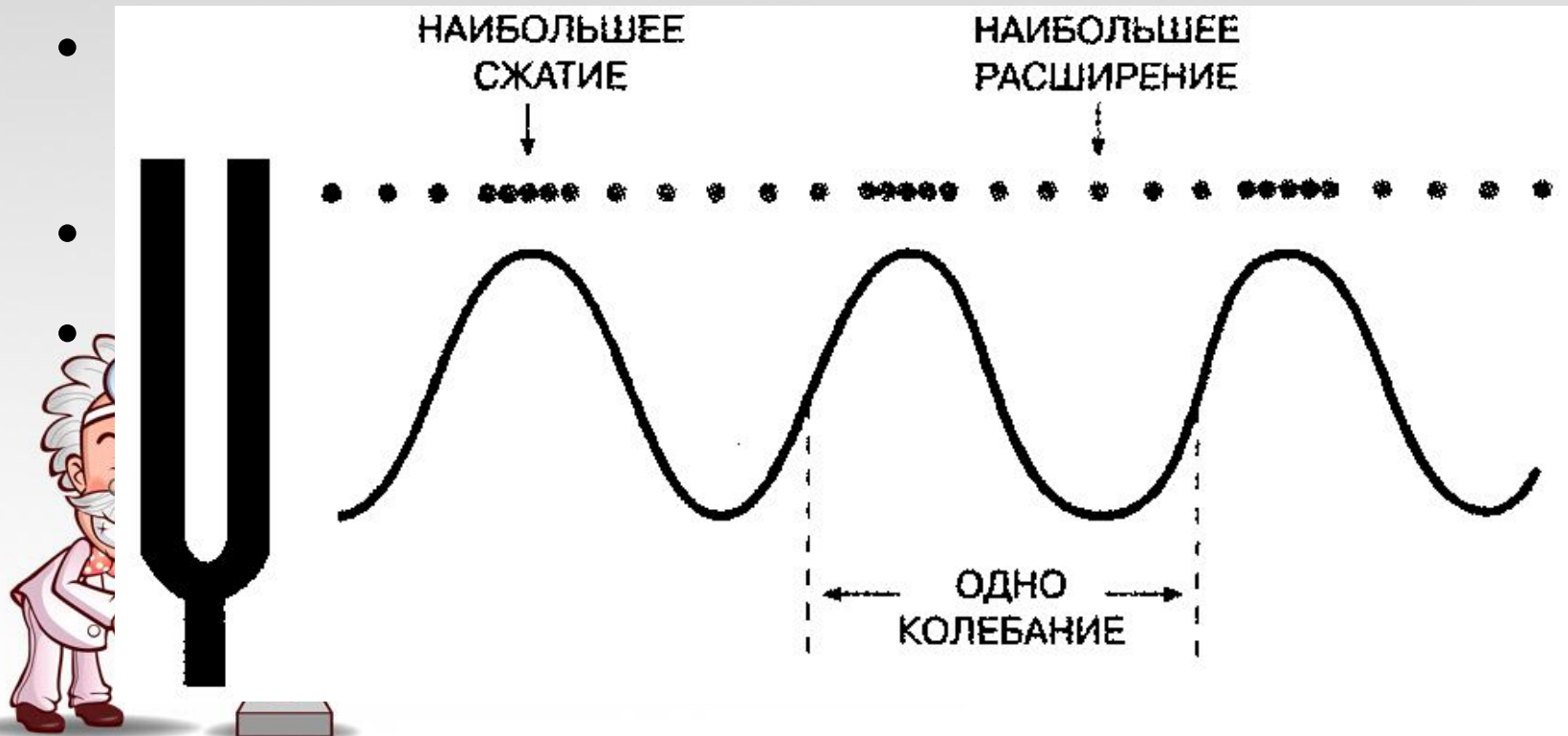






# Механизм восприятия звуков

- **Звук** — физическое явление, представляющее собой распространение в виде упругих волн механических колебаний в твёрдой, жидкой или газообразной среде.



# Воздушная проводимость звука

- 1. Воздушные звуковые волны улавливаются ушной раковиной, усиливаются и направляются в наружный слуховой проход.
- 2. Внутри барабанной полости давление воздуха относительно постоянно, а снаружи идут звуковые волны,
- поэтому барабанная перепонка начинает колебаться соответственно частоте и силе звуковых волн.



# Воздушная проводимость звука

- 3. колебания барабанной перепонки приводят в движение слуховые косточки, звуковые волны усиливаются и передаются на овальное окно улитки.
- 4. Соответственно начинает колебаться эндолимфа полостей барабанной лестницы и лестницы преддверия.



# Воздушная проводимость звука

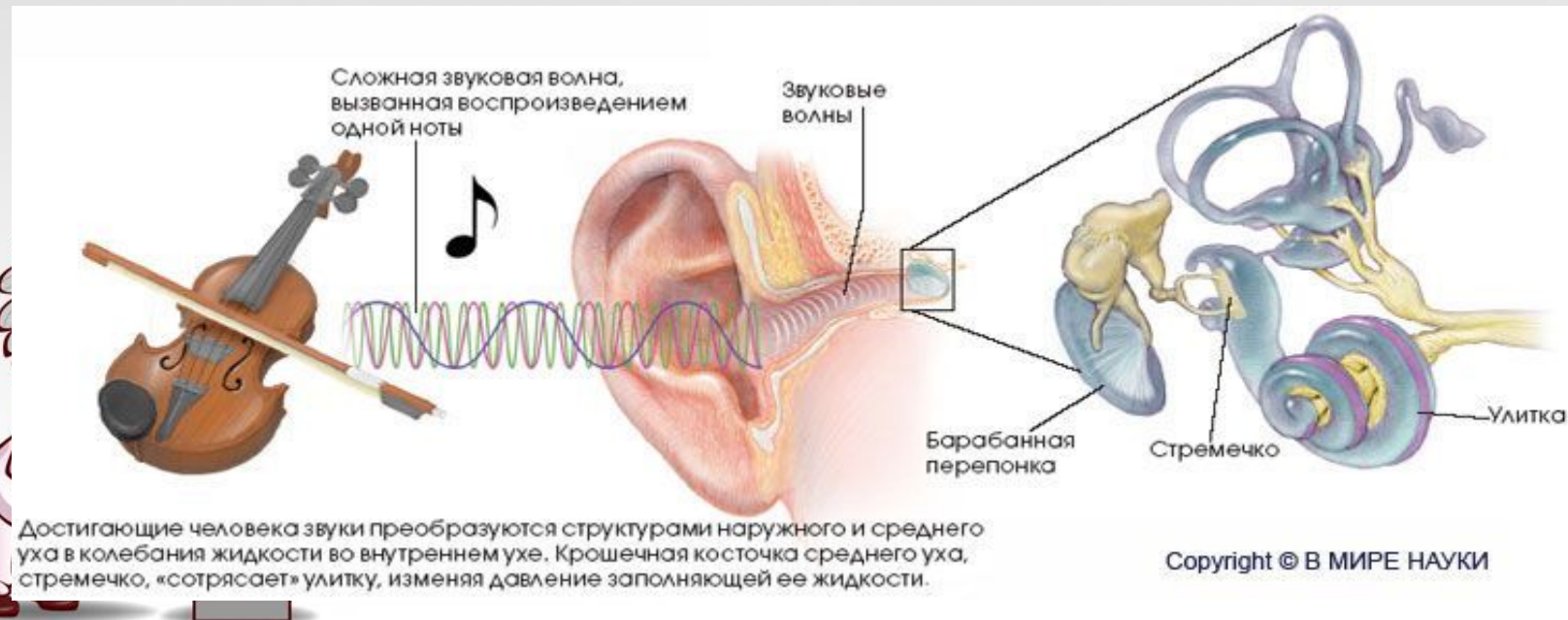
- 5. Так как в замкнутом улитковом протоке давление постоянно,
- начинает колебаться базилярная мембрана вместе с кортиевым органом
- (точнее её участок, соответствующий частоте данного звука).
- 6. При колебании базилярной мембраны волосковые клетки задевают о покровную мембрану и в них возникает возбуждение.



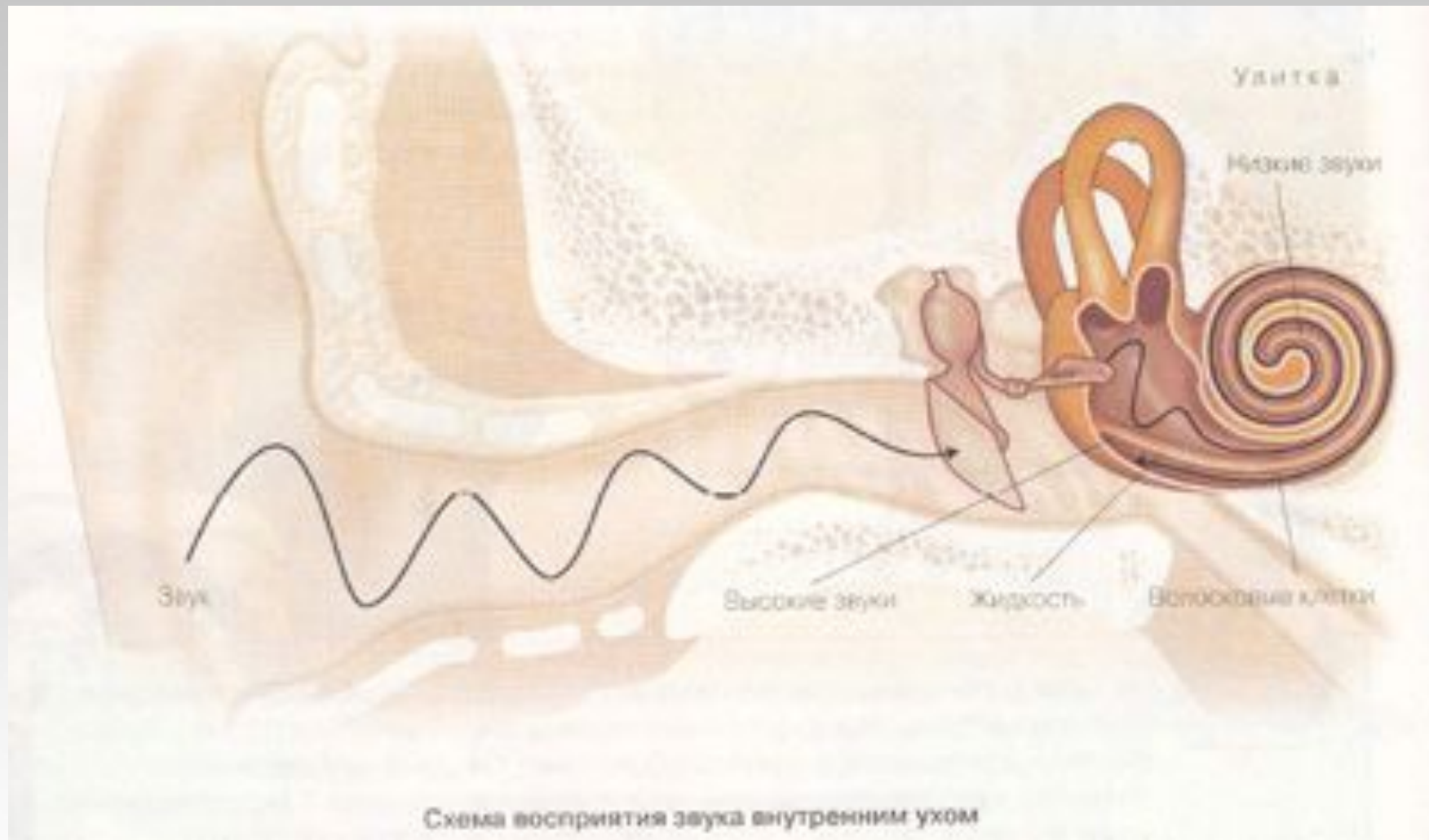


# Воздушная проводимость звука

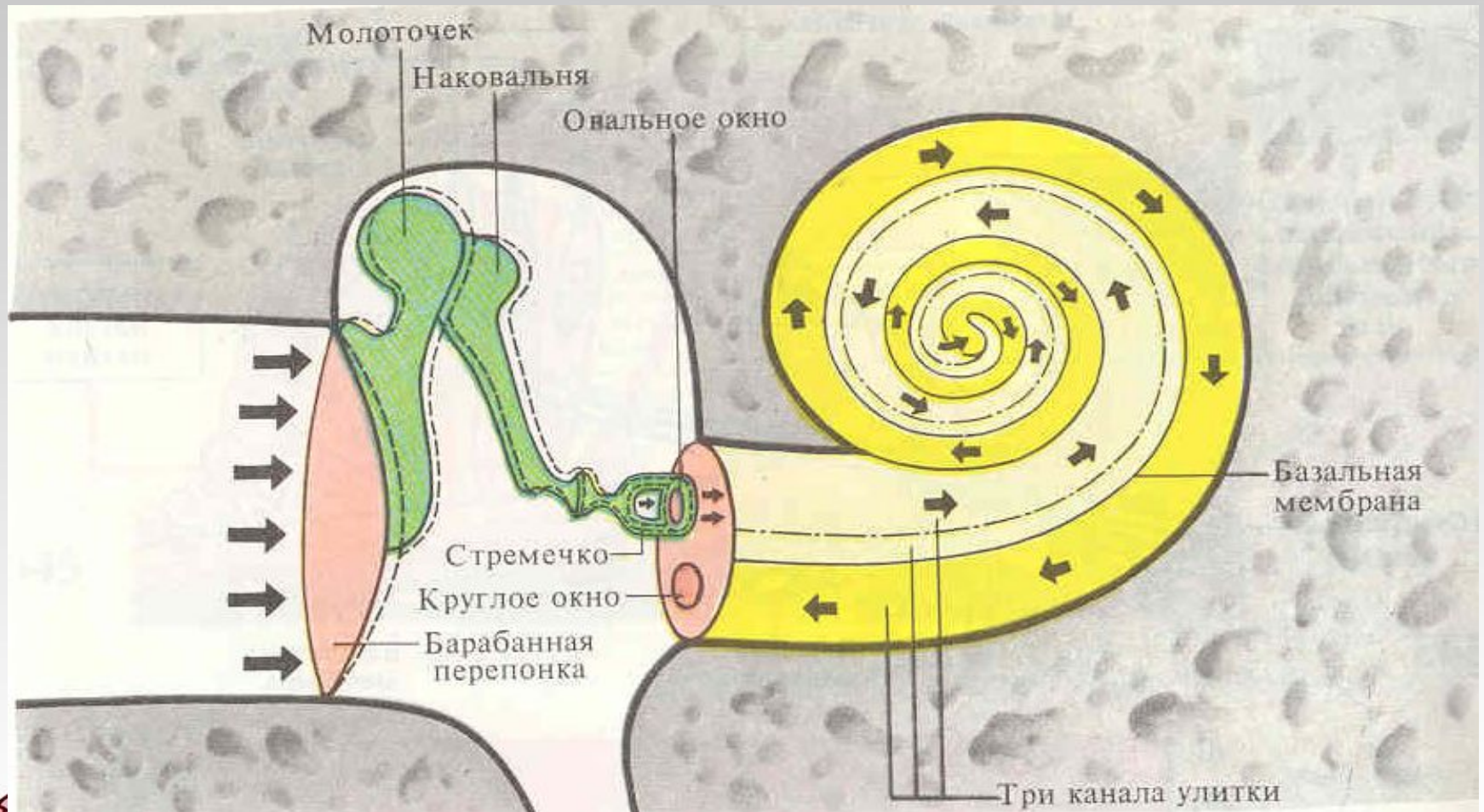
- 7. Возбуждение по слуховому нерву передаётся в слуховые центры головного мозга (височная доля коры).
- **Возникает ощущение звука.**



# Воздушная проводимость звука



# Воздушная проводимость звука



# Костная проводимость звука

- Звук проходит по костям черепа, минуя наружное и среднее ухо, непосредственно на эндолимфу улитки.
- Например, при использовании слухового аппарата, микрофон которого прикладывается к височной кости.
- При костной проводимости звуки воспринимаются немного иначе, чем при воздушной. Этим объясняется «неузнавание» собственного голоса при прослушивании записи.



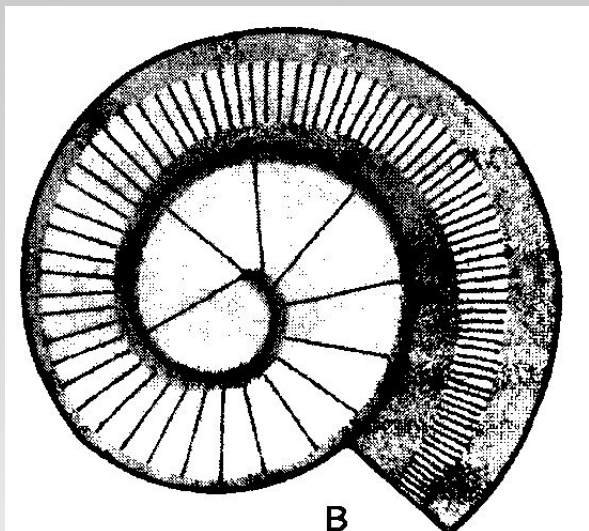


# Восприятие звуков разной ВЫСОТЫ

- – связано с особенностями строения базиллярной мембраны.
- Базиллярная мембрана напоминает струнный инструмент в миниатюре.
- Она содержит до 2400 тонких волокон, которые выполняют роль струн-резонаторов.
- Волокна у основания спирального канала короткие и тонкие. Они постепенно удлиняются и утолщаются к концу улитки, как струны арфы.

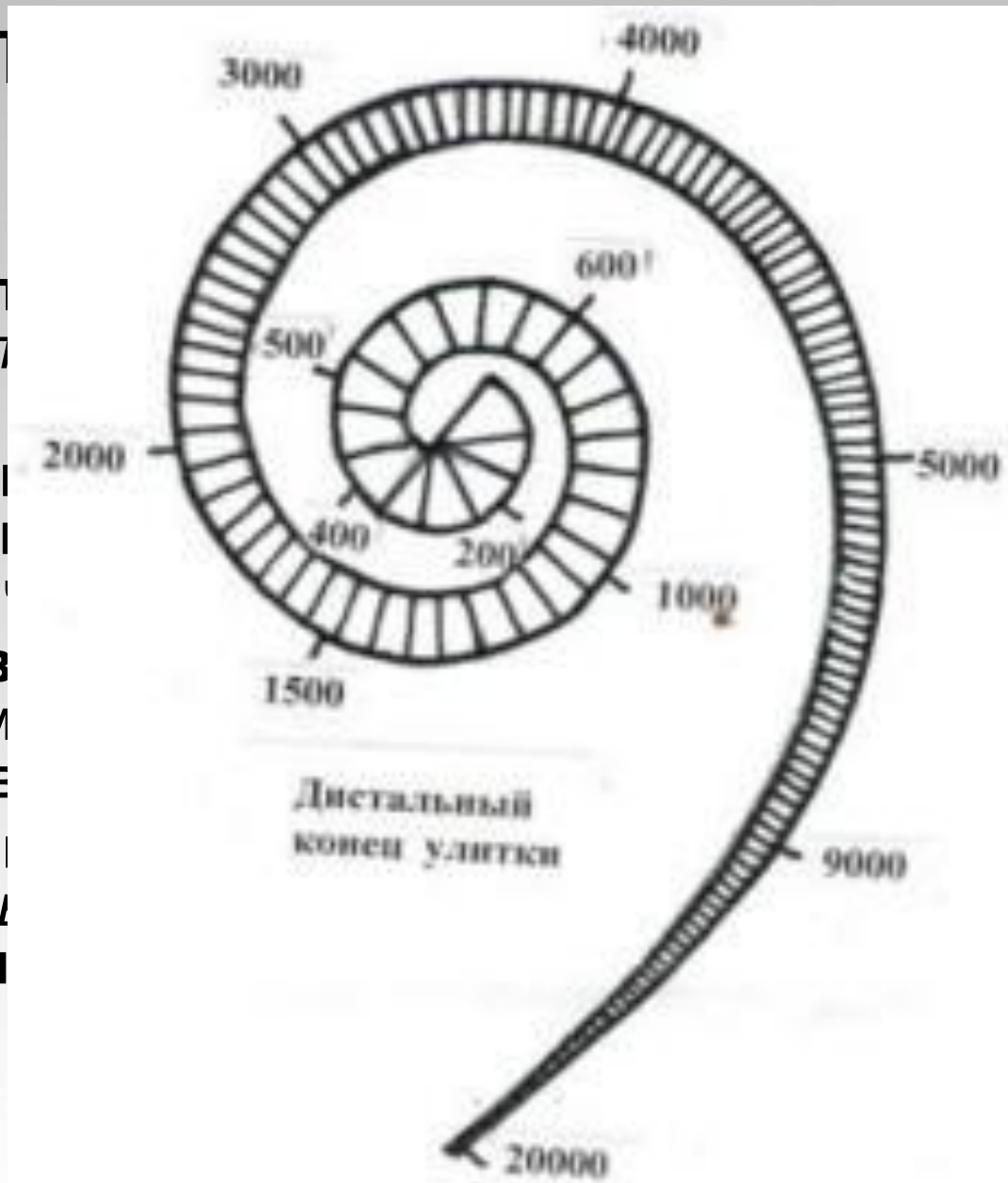


# Восприятие звуков разной ВЫСОТЫ



# Восприя

- Ощущение высоты максимальной амплитуды мембраны.
- Участок мембраны с наибольшей амплитудой волн, а, значит, от
- При воздействии в волны вызывают мембраны у основ
- при воздействии на область максимал к вершине улитки





# Восприятие звуков разной громкости

- Различение звуков по силе объясняется вовлечением в нервный процесс различного числа клеток кортиева органа:
- чем сильнее звук, тем большее количество клеток приходит в состояние возбуждения.



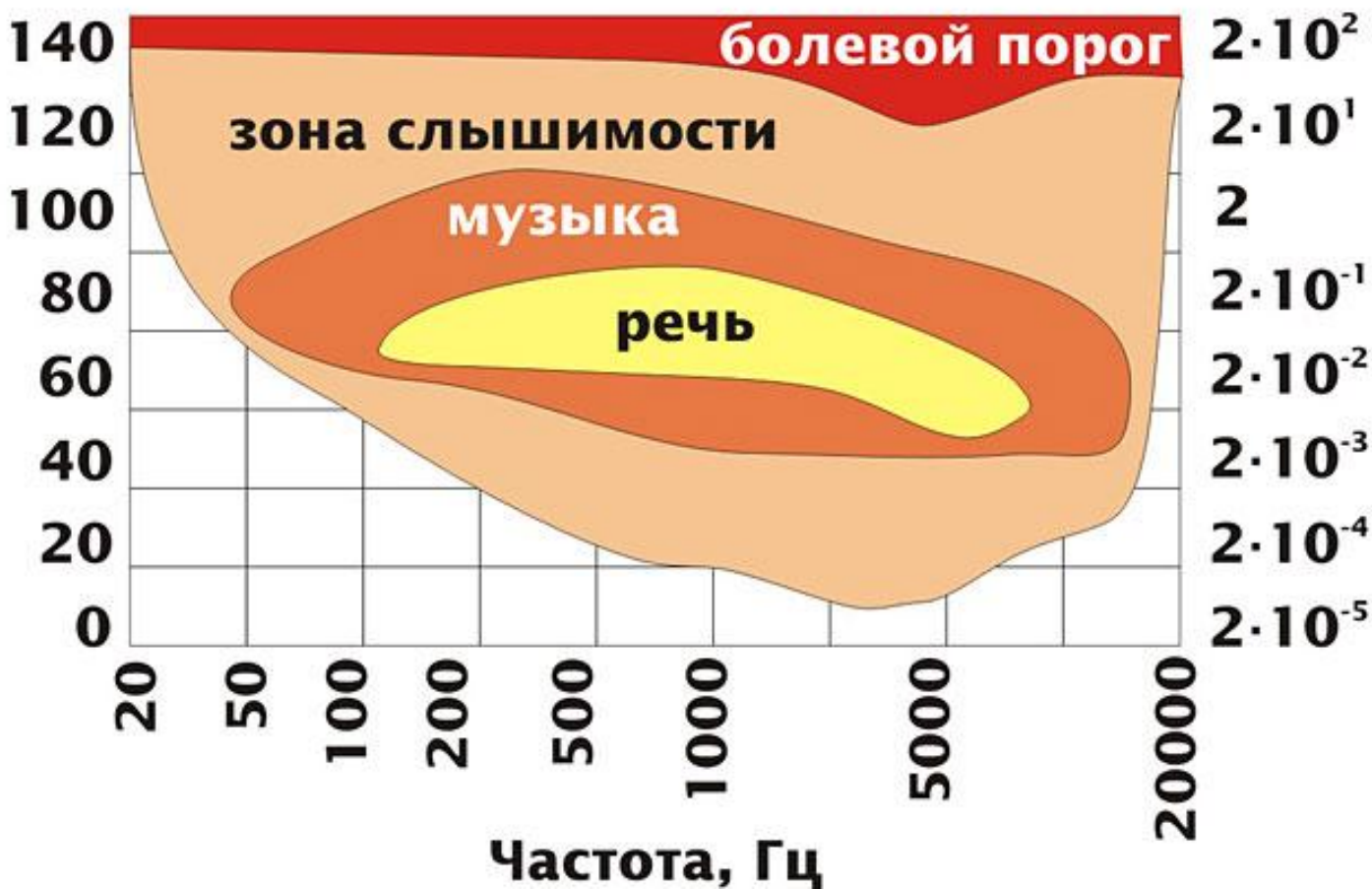
# Порог звукового восприятия

- Ухо человека воспринимает звуки разной высоты (от 16 до 20000 Гц).
- В речи используются звуки в пределах 150—2500 Гц.
- Звуки частот ниже 16 Гц называют *инфразвуками*,
- а выше 20 000 Гц — *ультразвуками*.



Интенсивность  
звука, дБ

Давление,  
Па

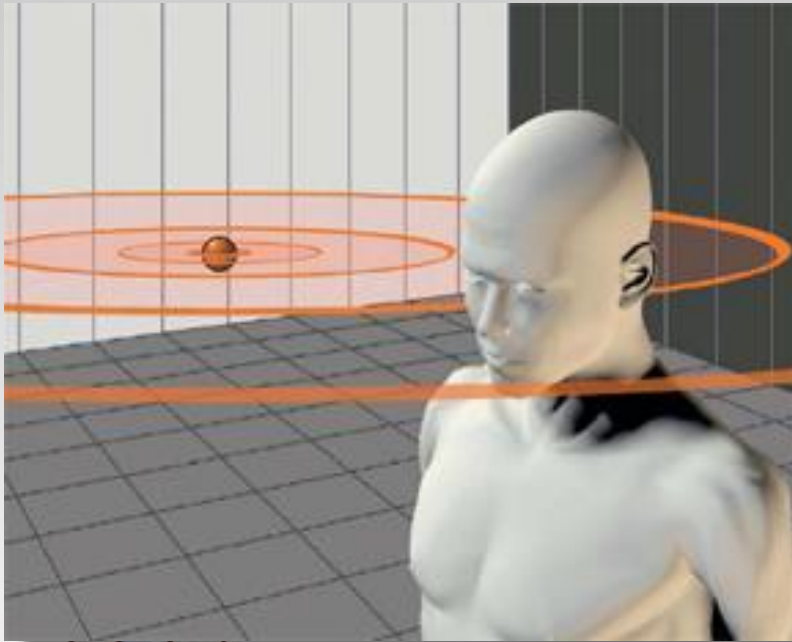


# Стереофоническое восприятие ЗВУКОВ

- Возникает при прослушивании обоими ушами.
- Уши располагаются на боковых сторонах головы и направлены в противоположные стороны.
- Поэтому восприятие источника звука в каждом ухе может отличаться.
- При анализе мозгом ощущений с обеих ушей возникает эффект «объёмного» звука, благодаря чему распознаётся направление источника звука и его передвижение.



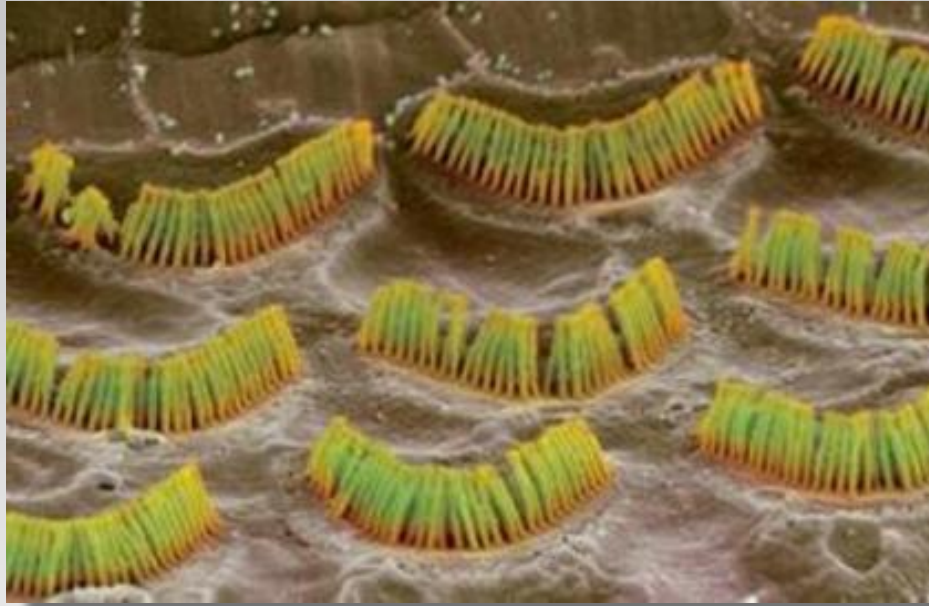
# Стереофоническое восприятие звуков



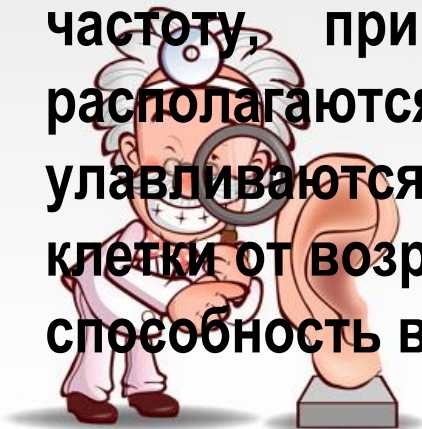
# Дополнительная информация



# Волосковые клетки внутреннего уха



Каждая волосковая клетка настроена на определенную звуковую частоту, причем клетки, настроенные на низкие частоты, располагаются в верхней части улитки, а высокие частоты улавливаются клетками нижней части улитки. Когда волосковые клетки от возраста или по другим причинам гибнут, человек теряет способность воспринимать звуки соответствующих частот.



45

кошка

65 000

15

собака

40 000

16

человек

20 000

частота звука, Гц





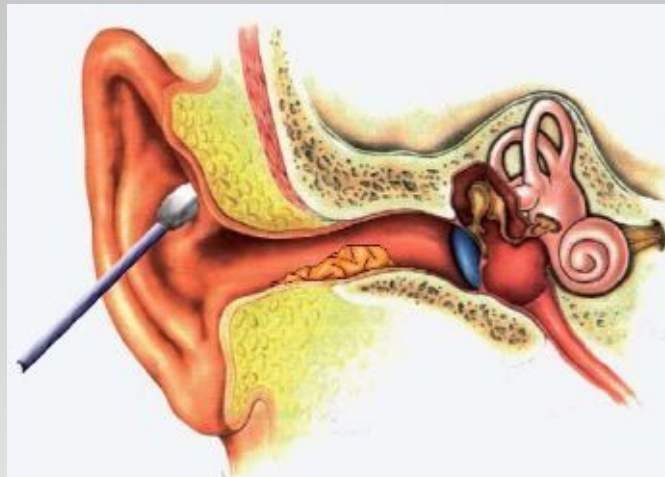
**Человек слышит множество звуков, но улавливаем мы лишь некоторые из них.**



**Наш мозг различает и воспринимает определенные звуки, поэтому мы обращаем внимание только на часть из них, например на голоса, а многие другие не замечаем.**



# Гигиена органа слуха



**Правильное  
использование ватных  
палочек с целью  
гигиены**



**Неправильное использование ватных палочек**



# Звонок с урока был?

