

**Анатомо-функциональная
характеристика органа слуха и
равновесия.**

**Его развитие и основные
аномалии**

*Чтоб видеть ход вещей на свете,
Не надо глаз. Смотри ушами...*

*(У.Шекспир, совет короля Лира
слепому Глостеру)*

■ 16-20000 Гц

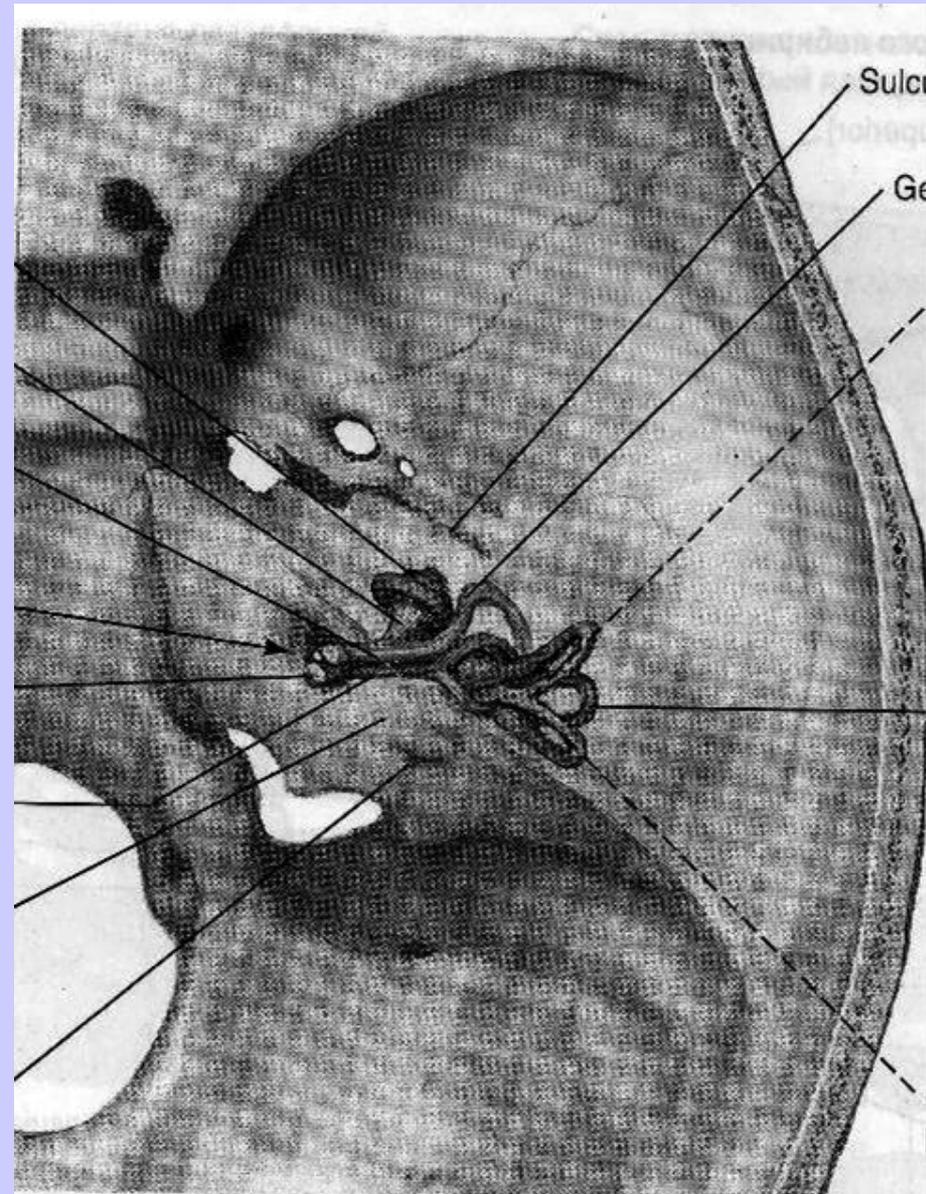


ОРГАН СЛУХА И РАВНОВЕСИЯ (преддверно-улитковый орган)

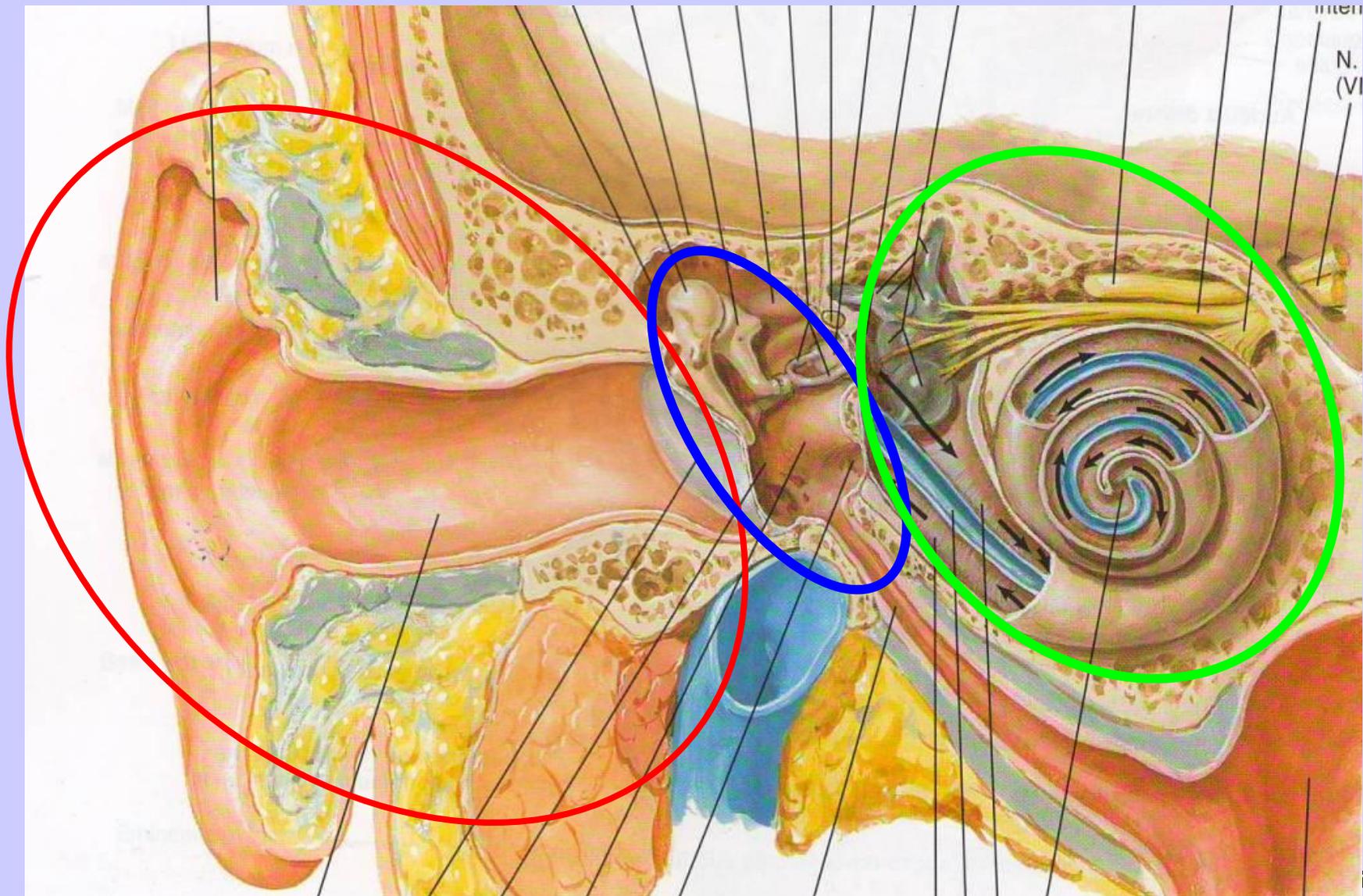
organum vestibulocochleare



Орган слуха
и равновесия
располагается
в пределах
пирамиды
височной кости

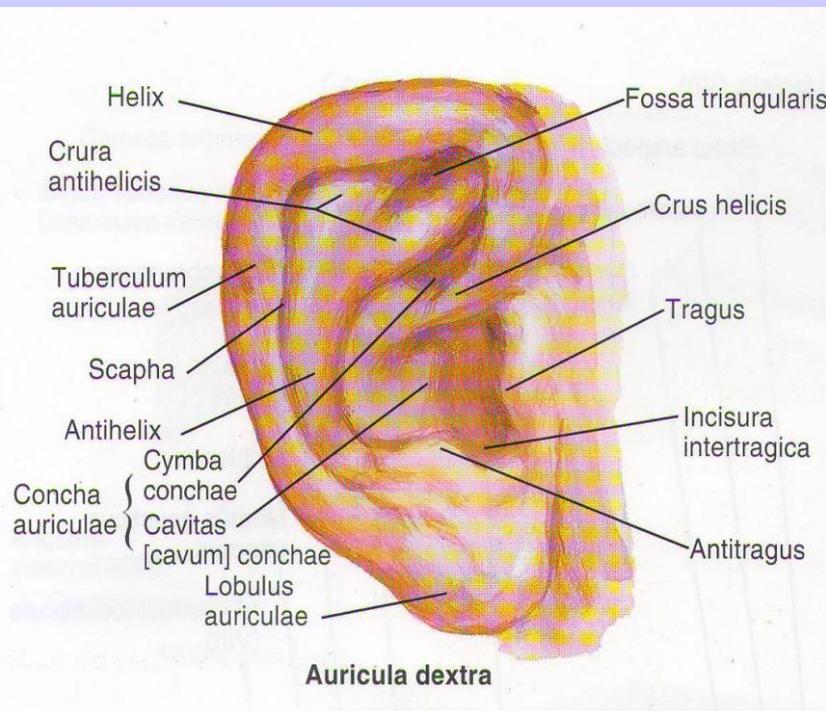


Наружное, среднее и внутреннее ухо.



Наружное ухо состоит из

- ушной раковины (*auricula*)
- наружного слухового прохода (*meatus acusticus externus*)
- барабанной перепонки (*membrana tympani*)

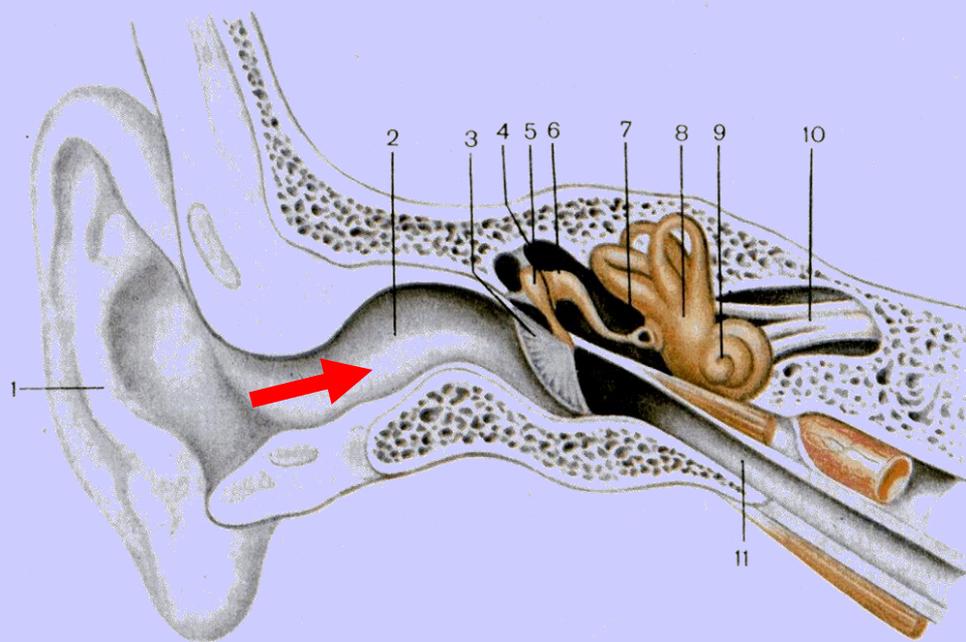


Ушная раковина собирает, концентрирует и усиливает звуковые колебания. В её основе эластический хрящ, а в нижней части – долька (мочку) ушной раковины.

- завиток, *helix*,
- дарвинов бугорок, *tuberculum auriculae*,
- противозавиток, *antihelix*,
- козелок, *tragus* *(NB!)
- противокозелок, *antitragus*,
- полость раковины, *cavitas conchae*



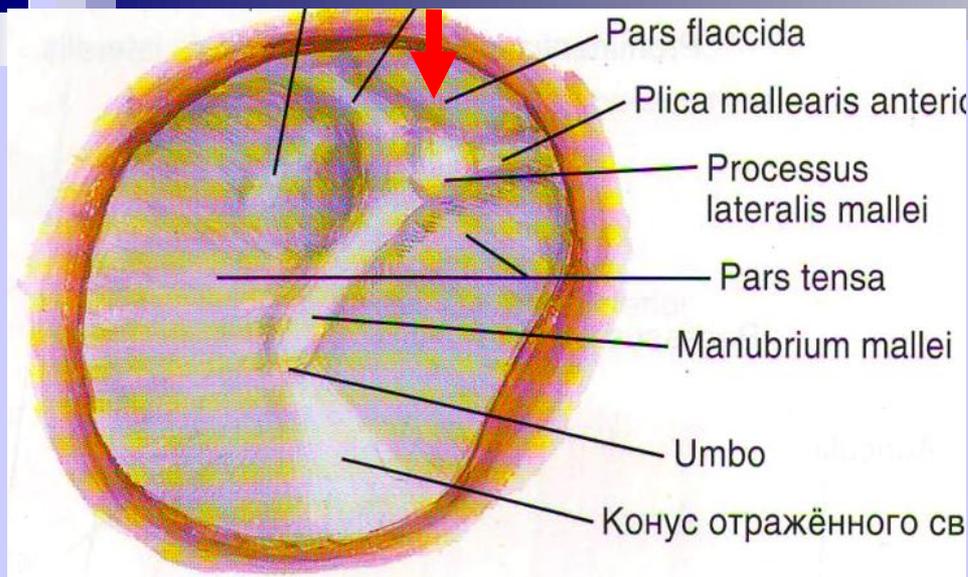
Наружный слуховой проход защищает барабанную перепонку, концентрирует и направляет звуковые колебания.



Наружный слуховой проход имеет два отдела хрящевой (1/3)* и костный (2/3 длины), L=35 мм, d=6-9 мм;

S-образно изогнут в горизонтальной плоскости, выстлан кожей, в которой много сальных и церуминозных (серных) желез, *glandulae ceruminosae*.

В месте перехода хрящевой части в костную – самая узкая часть (6 мм) прохода



Барабанная перепонка, *membrana tympani*, обеспечивает передачу звуковых колебаний на слуховые косточки.

***pars tensa* (натянутая)**

***pars flaccida* (расслабленная)**

В ненатянутой части фиброзного слоя нет (только кожный слой и слизистая).

В центре перепонка имеет углубление — пупок, ***umbo membranae tympani***.

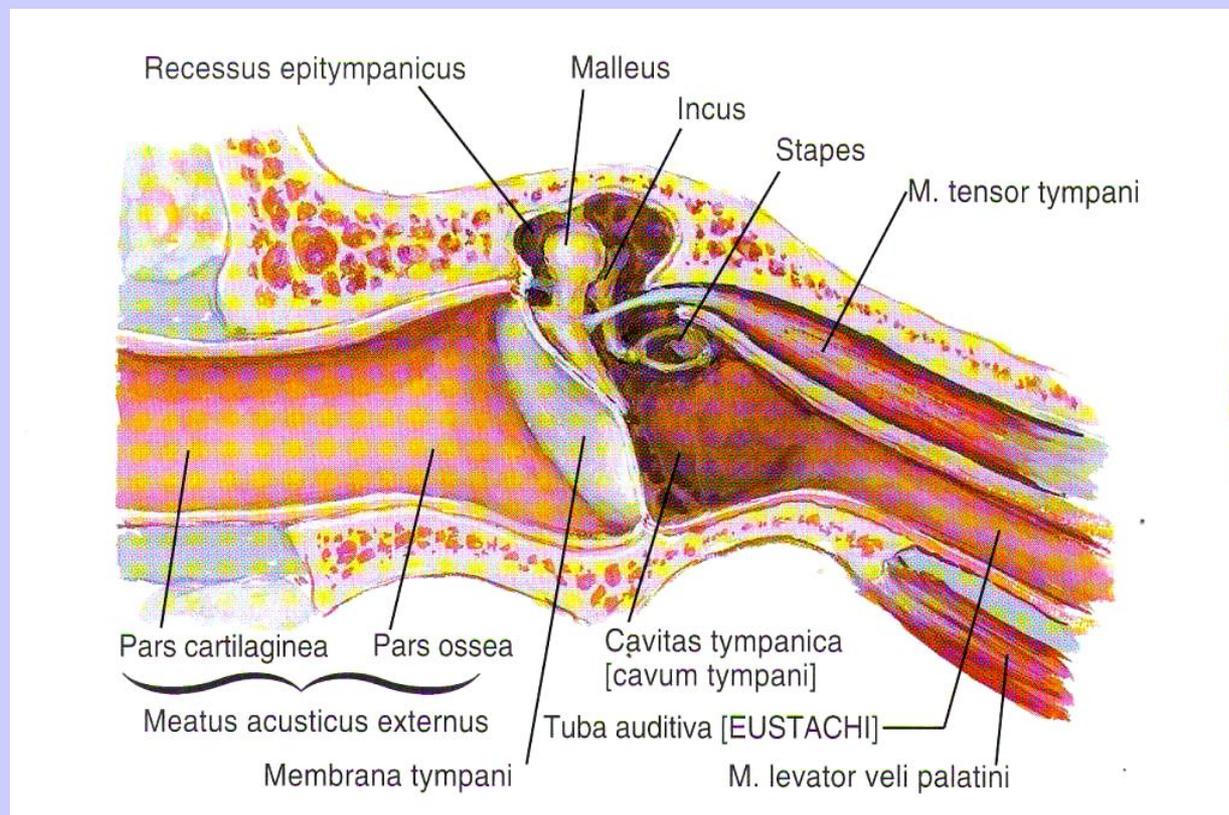
Барабанная перепонка лежит под углом 45-55 градусов к горизонтальной плоскости.

Среднее ухо включает:

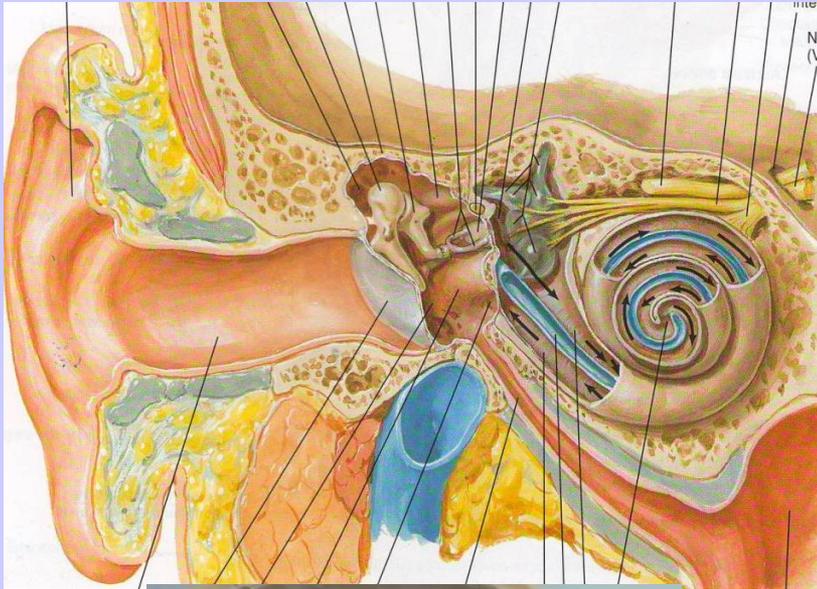
■ барабанную полость,

■ слуховую трубу

■ ЦЕПЬ СЛУХОВЫХ КОСТОЧЕК.



Слуховая (Евстахиева) труба, *tuba auditiva*— регулирует давление внутри барабанной полости.



$L=3\text{см.}$

2 отверстия- глоточное и барабанное

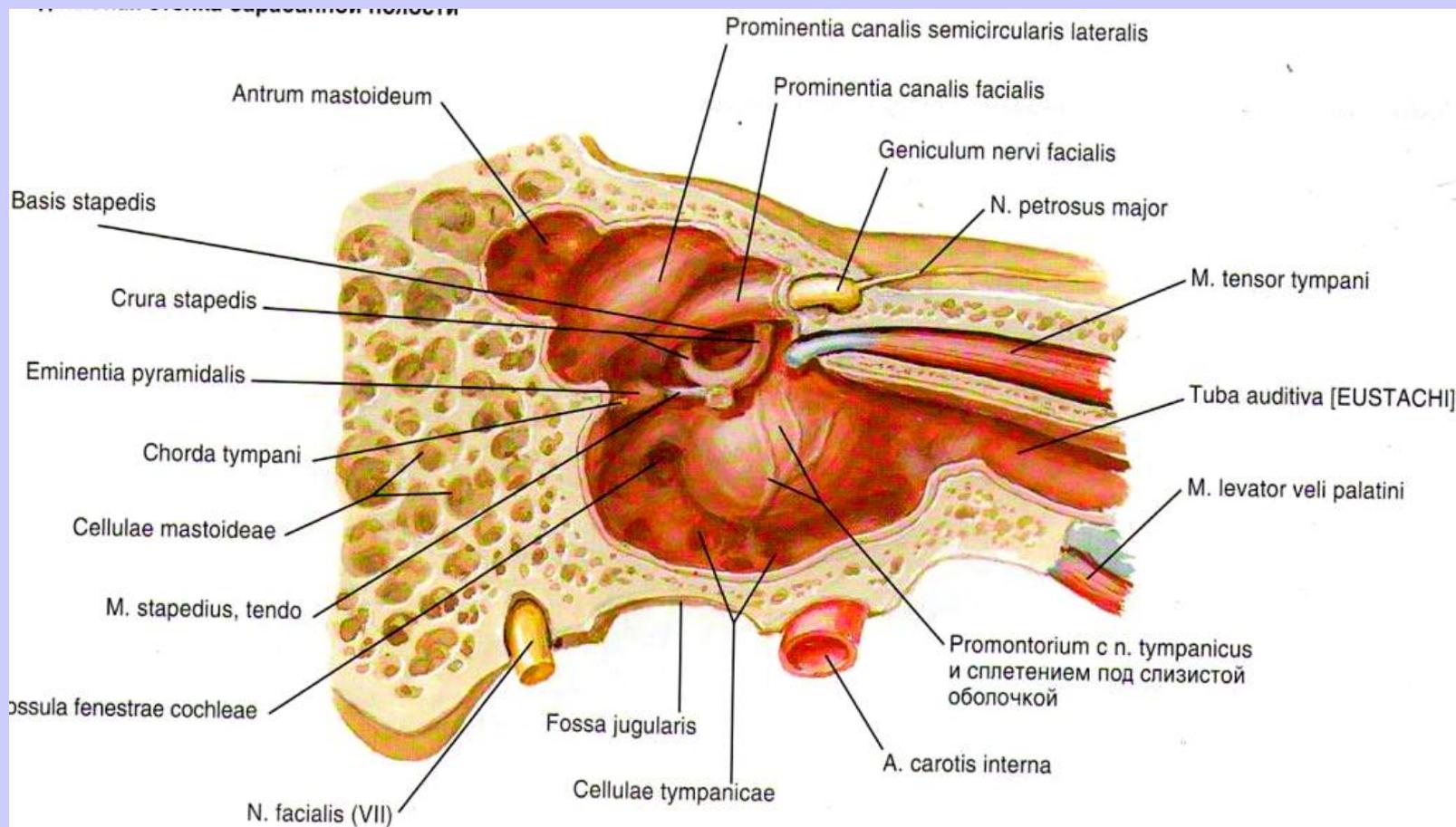
Состоит из костной ($1/3$) и хрящевой частей ($2/3$ длины трубы).

Хрящевая часть на уровне *ostium pharyngeum tubae auditivae* образует *torus tubarius*.

От этой части начинаются мышцы: напрягающая и поднимающая небную занавеску.

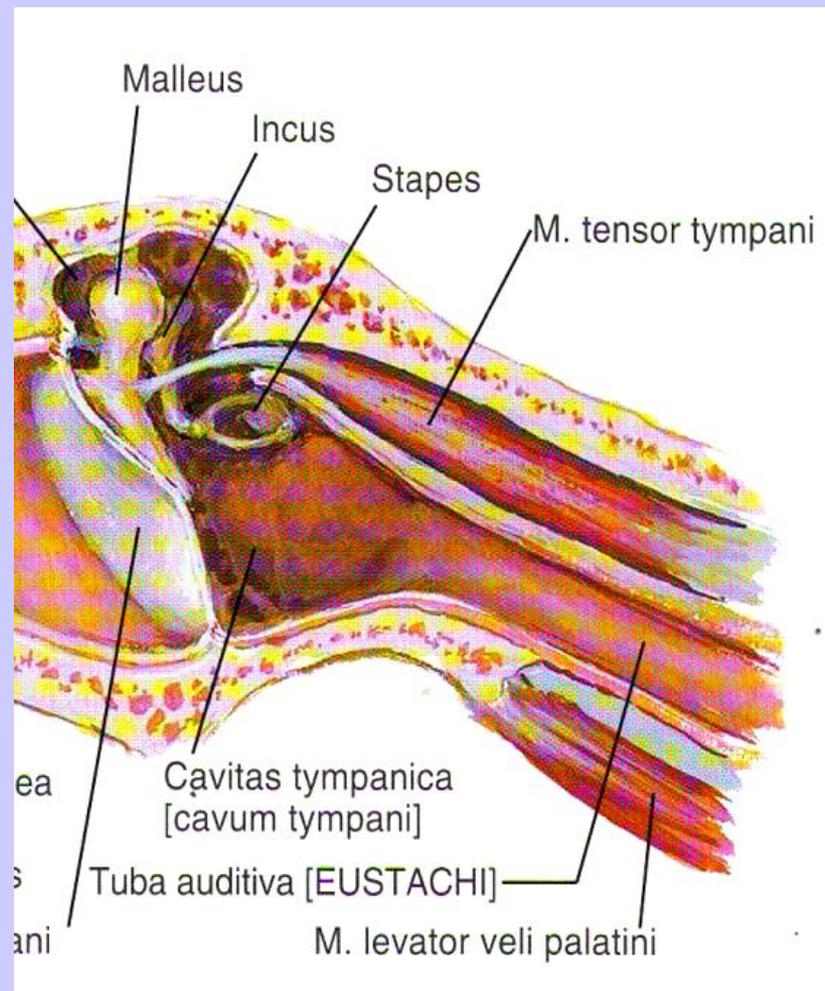
-Эпителий мерцательный

Барабанная полость расположена между наружным и внутренним ухом, имеет форму бубна, поставленного на ребро объемом около 1 см³.

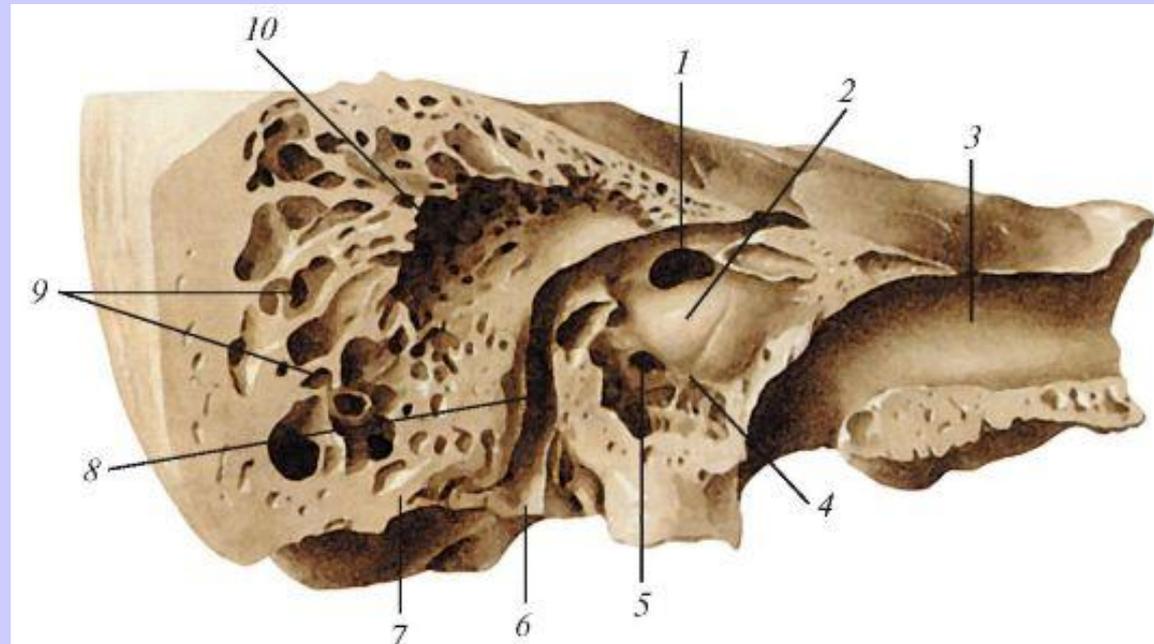


Барабанная полость, *cavitas tympanica*,
имеет 6 стенок:

- 1. Верхняя покрышечная стенка, *paries tegmentalis*, — *tegmen tympani*
- 2. Латеральная перепончатая стенка, *paries membranaceus*, образована барабанной перепонкой



3. **Медиальная лабиринтная стенка**, имеет *овальное окно преддверия*, закрытое основанием стремени. Рядом находится *круглое окно улитки*, закрытое вторичной барабанной перепонкой. Эта мембрана отделяет барабанную полость от барабанной лестницы и гасит колебания эндолимфы

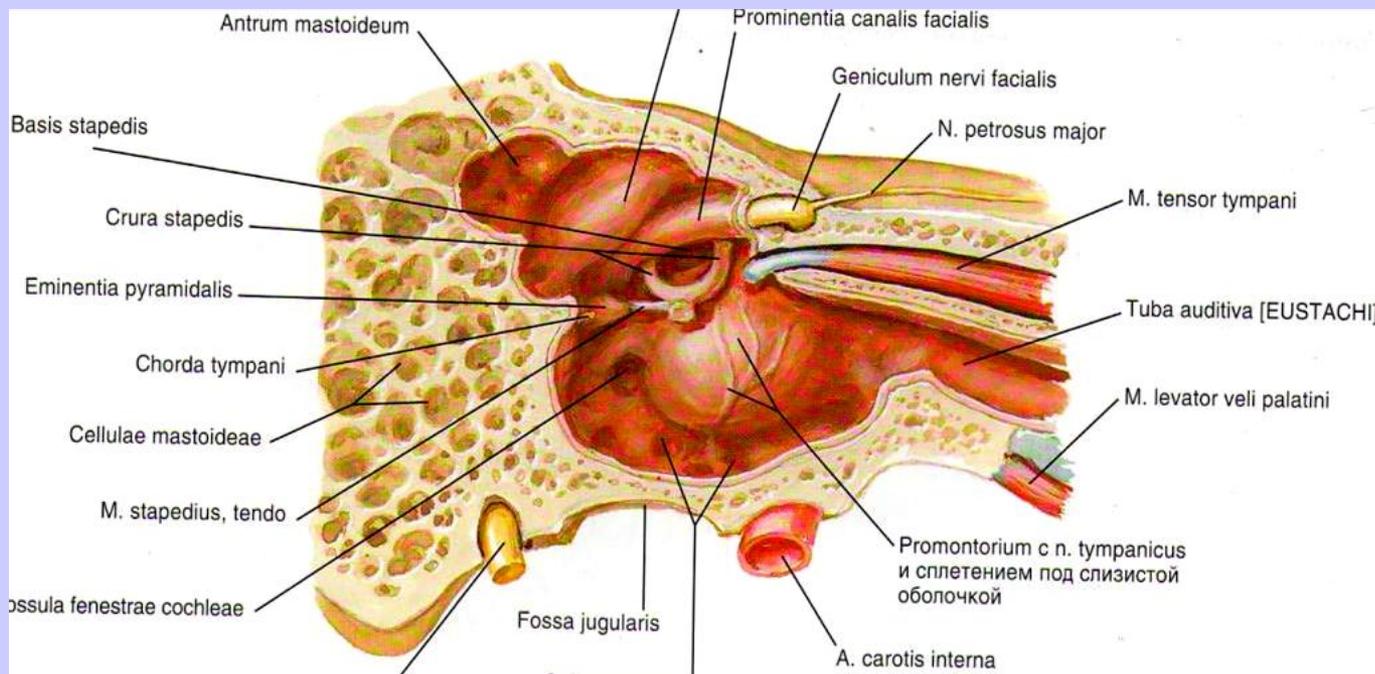


■ 4. **Задняя сосцевидная стенка, *paries masiotoideus*.**

В верхней её части барабанная полость продолжается в сосцевидную пещеру, *antrum mastoideum*.

■ 5. **Передняя сонная стенка, *paries caroticus*,** отделяет барабанную полость от сонного канала. В верхней части стенки находится отверстие слуховой трубы.

■ 6. **Нижняя яремная стенка, *paries jugularis***



Барабанная полость

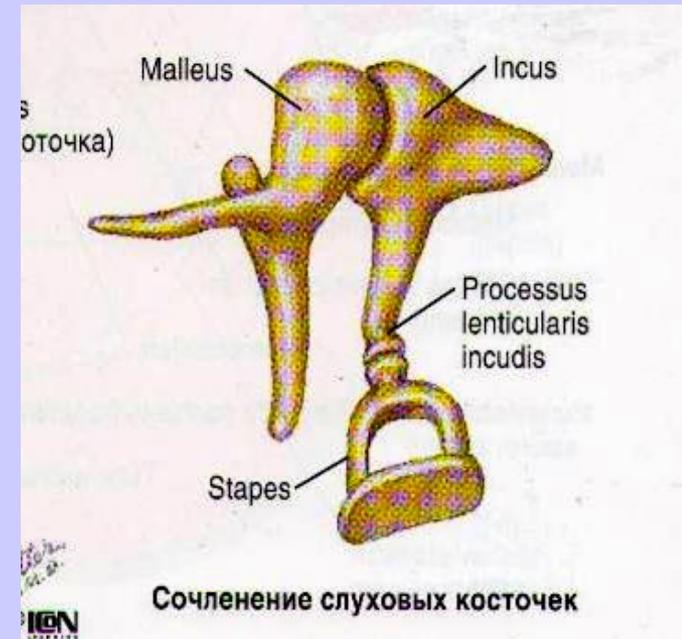
20мм x 10 мм x 4 мм



В полости располагаются три слуховые косточки: **МОЛОТОЧЕК, НАКОВАЛЬНЯ и СТРЕМЕЧКО.**

Молоточек прикреплен к барабанной перепонке, а стремечко – к окну преддверия, действуя как поршень на жидкость (перилимфу), толкая её в ритме звуковых колебаний.

Стременная мышца тянет косточки назад, а мышца, напрягающая барабанную перепонку – кпереди и внутрь.

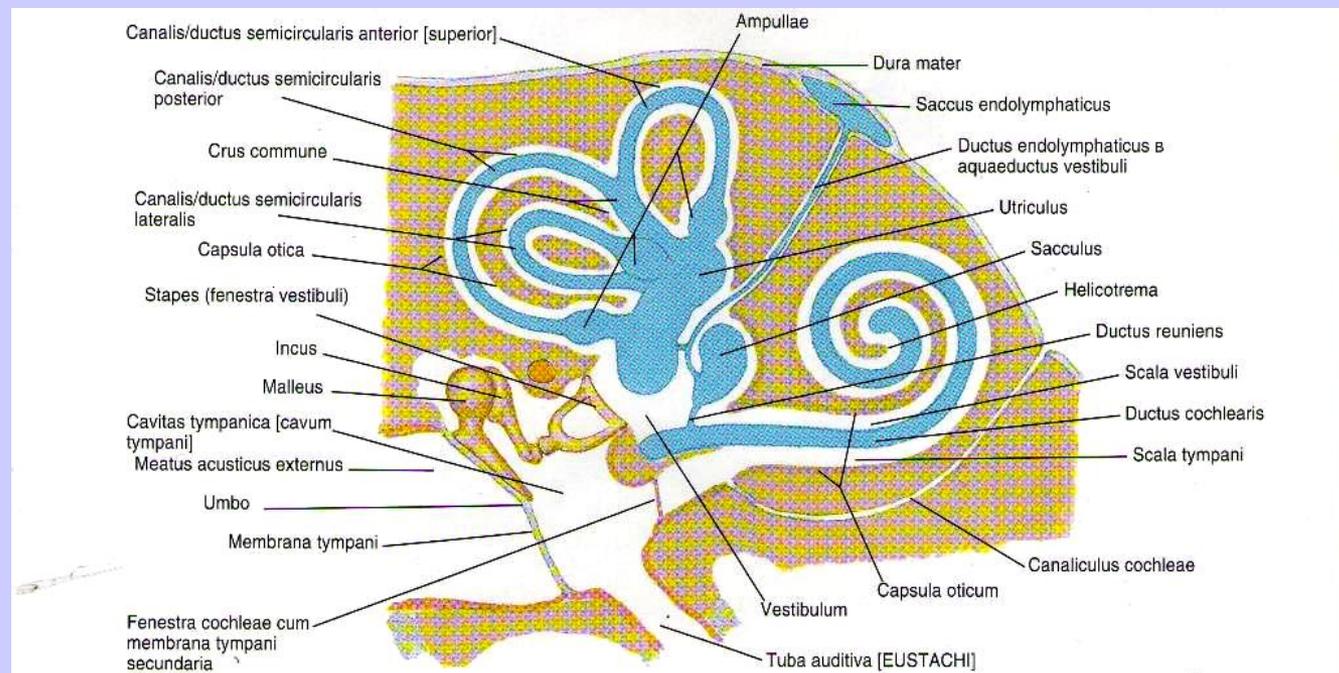


- Соединение барабанной перепонки и молоточка представлено *синдесмозом*, далее следуют *наковально-молоточковый* и *наковально-стремечковый* суставы (*диартрозы*) и соединение стремечка и овального отверстия является *синдесмозом*.

Внутреннее ухо представлено **костным** и **перепончатым** лабиринтом, расположенным внутри него.

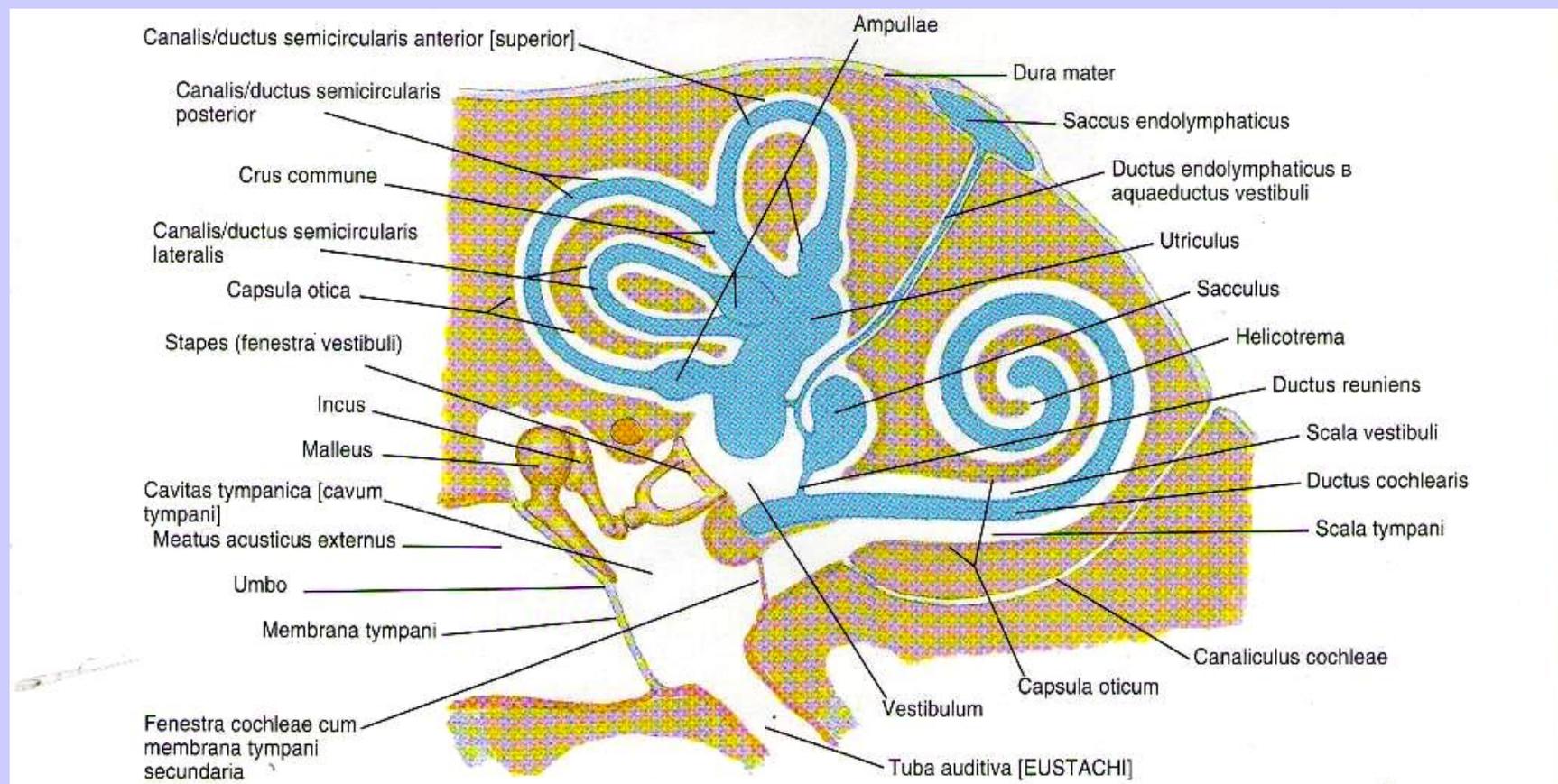
Костный лабиринт это система каналов и полостей в пирамиде височной кости.

Перепончатый лабиринт - это система трубок и расширений, которые практически повторяют контуры костного лабиринта.

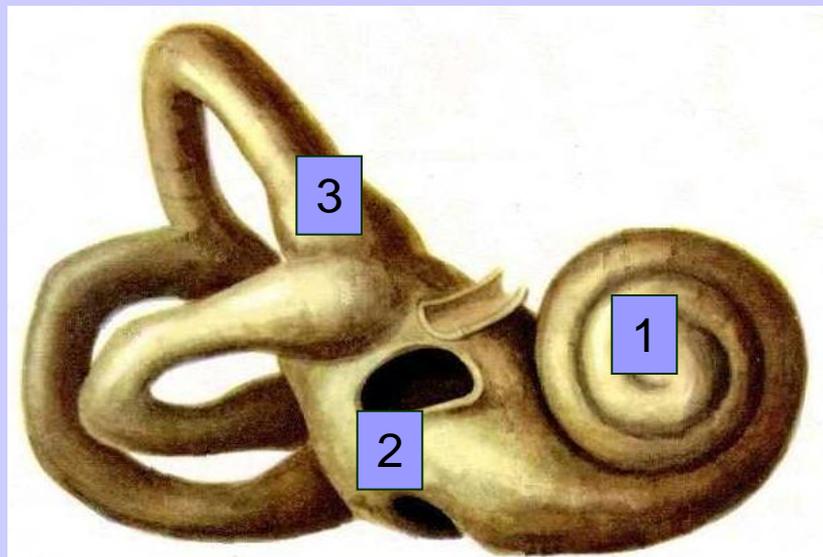


Костный и перепончатый лабиринты разделены щелевидным пространством, которое содержит жидкость – **перилимфу**.

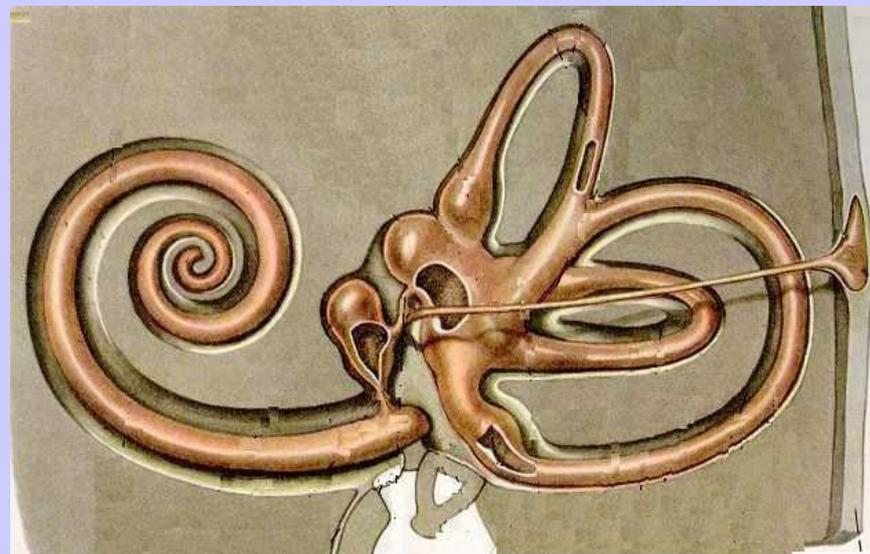
Перепончатый лабиринт заполнен **эндолимфой**.



ВНУТРЕННЕЕ УХО



Костный лабиринт



Перепончатый лабиринт

Жидкости внутреннего уха (перилимфа и эндолимфа):

1. выполняют трофические функции;
2. обеспечивают распространение колебаний, пришедших от барабанной перепонки через слуховые косточки.

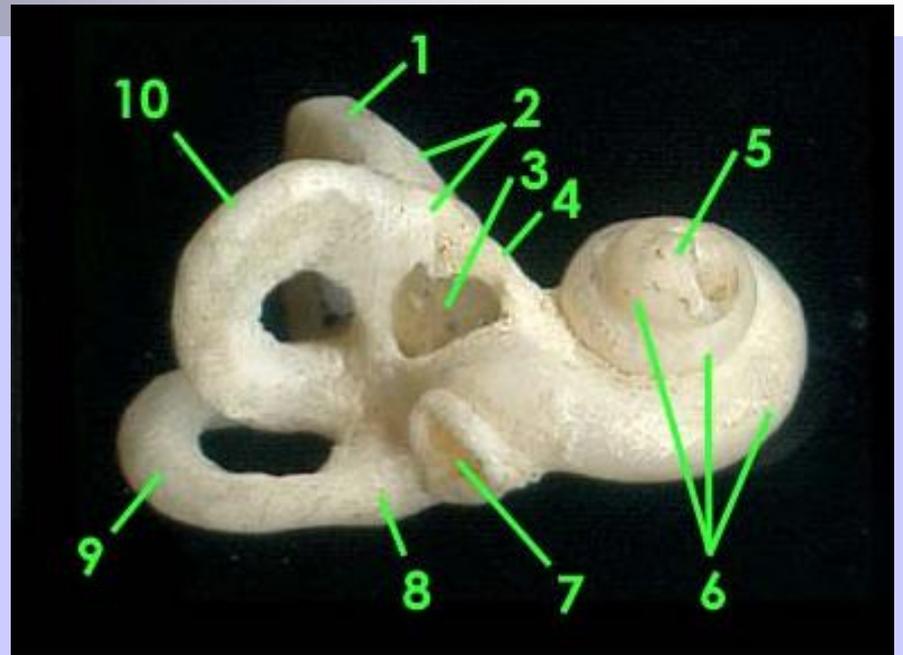
КОСТНЫЙ ЛАБИРИНТ

включает:

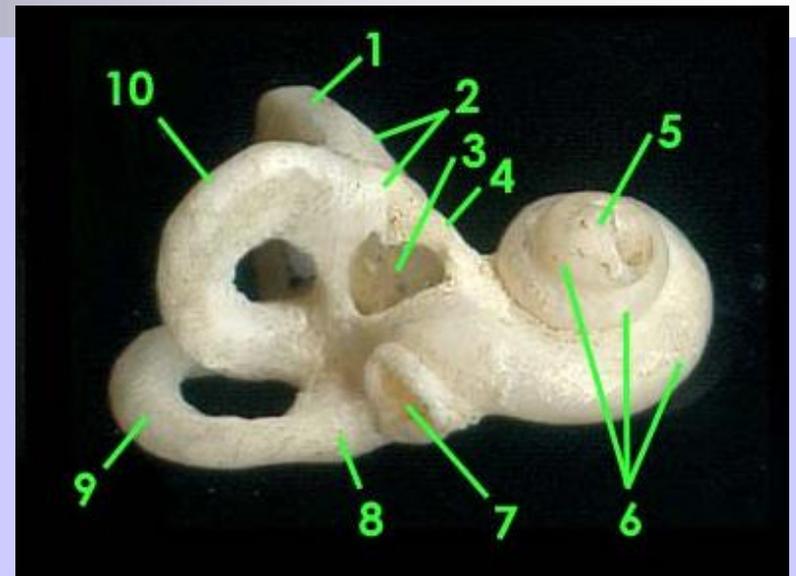
- преддверие,
- полукружные каналы
- улитка.

1. Преддверие, *vestibulum*, - на латеральной стенке имеет два окна.

1. Овальное – его закрывает основание стремени.
2. Круглое – окно улитки, оно открывается в начало спирального канала улитки и закрыто вторичной барабанной перепонкой.



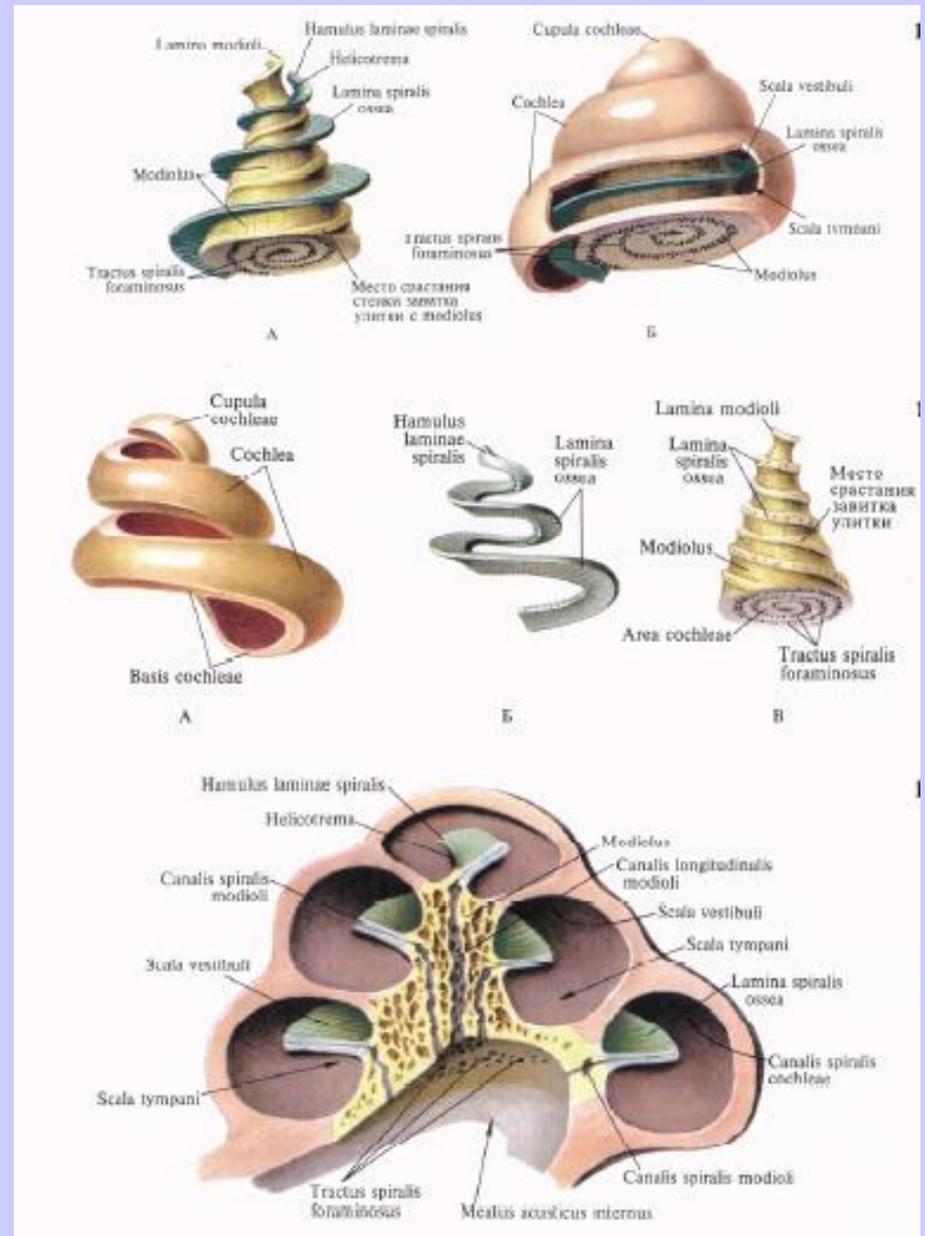
2. Костные полукружные каналы (передний, задний и латеральный), *canales semicirculares ossei*, три дугообразно изогнутые тонкие трубки, лежащие в трех взаимно перпендикулярных плоскостях.



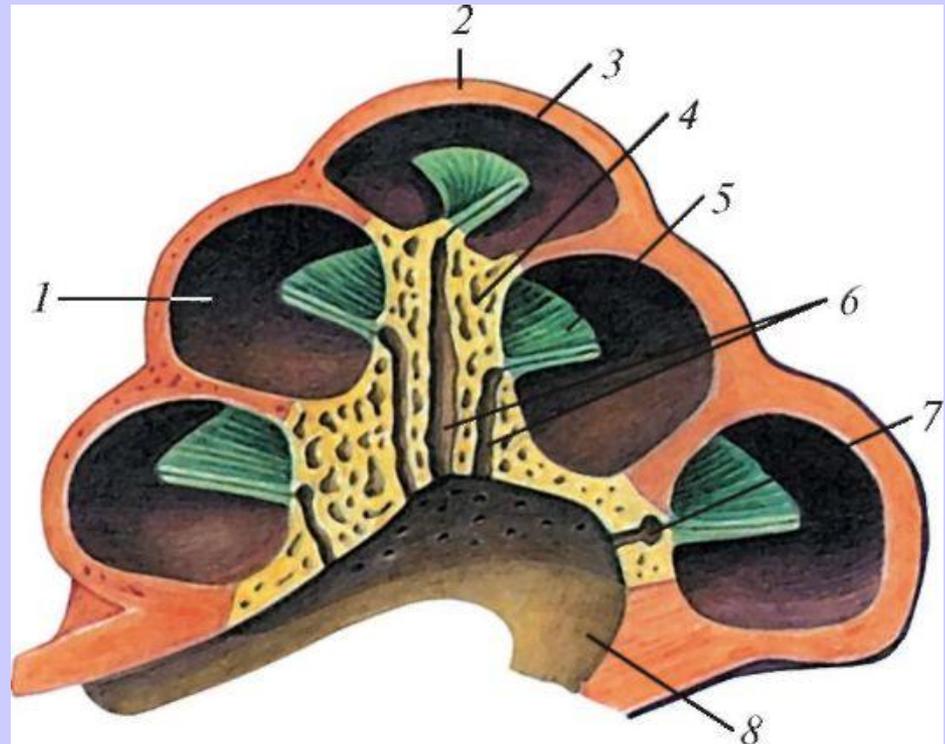
Одна из ножек каждого канала расширена в виде костной ампулы, *ampulla ossea*. другая ножка канала называется простой. Простые ножки переднего и заднего каналов сливаются и образуется общая ножка.

3. Костная улитка имеет стержень, купол улитки и спиральную пластинку, которая располагается вокруг стержня, делая 2,5 оборота. Она участвует в делении полости улитки на две лестницы:

- 1) **лестницу преддверия,**
- 2) **барабанную лестницу.**



- В основании спиральной пластинки-спиральный канал стержня, в нем располагается спиральный ганглий.

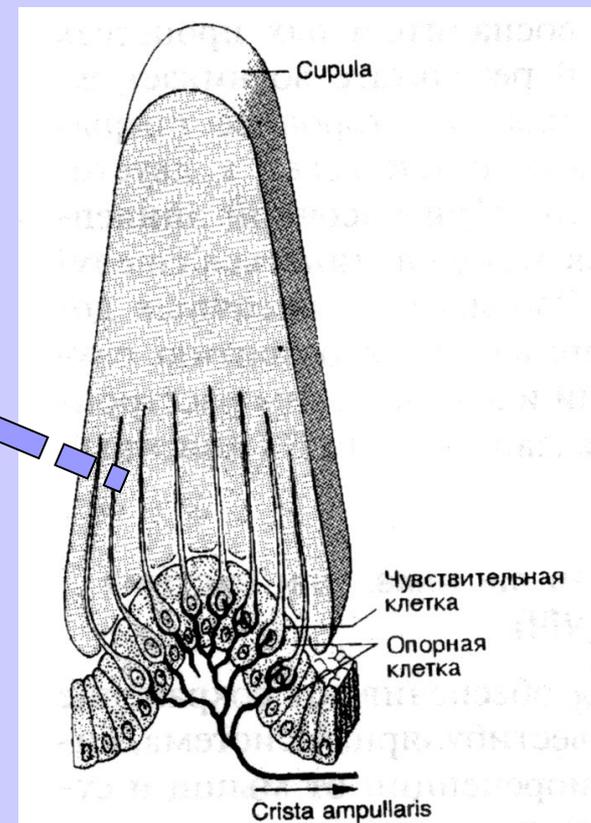
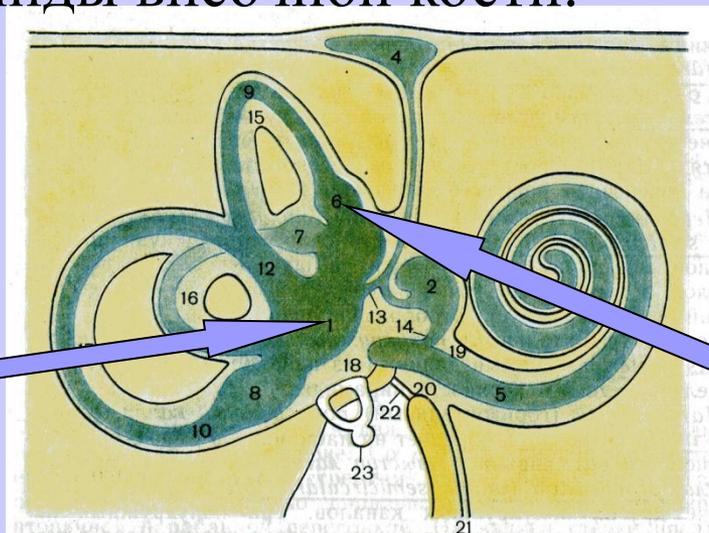
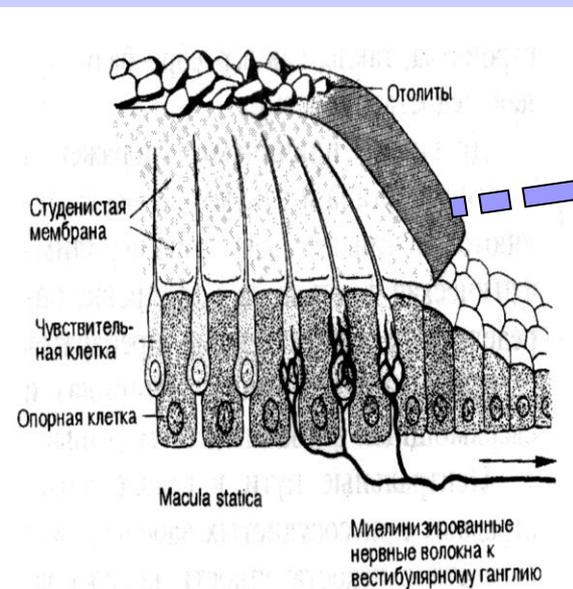


Перепончатый лабиринт

- Полукружные протоки
- Маточка и мешочек в преддверии
- Улитковый проток (до 33 мм)

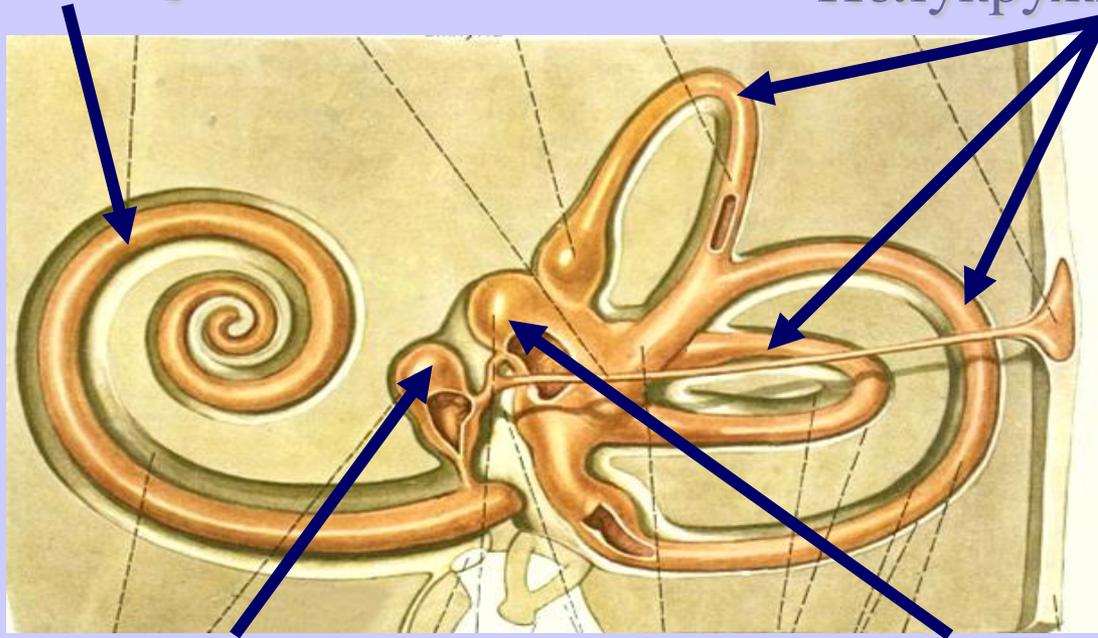


Перепончатый лабиринт образует в преддверии эллиптический (*utricleus*) и сферический (*sacculus*) мешочки. В стенках этих мешочков находятся **пятна** (*macula utriculi* и *macula sacculi*), в которых заложены рецепторы статического чувства. От обоих мешочков берет начало эндолимфатический проток, который выходит на заднюю поверхность пирамиды височной кости.



Улитковый проток

Полукружные каналы



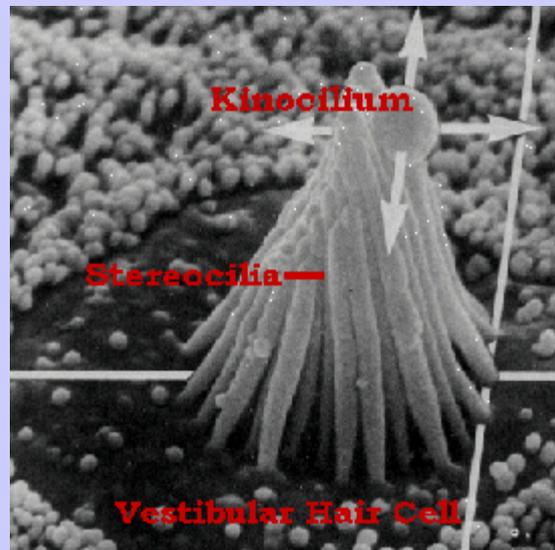
Сферический мешочек

Эллиптический мешочек

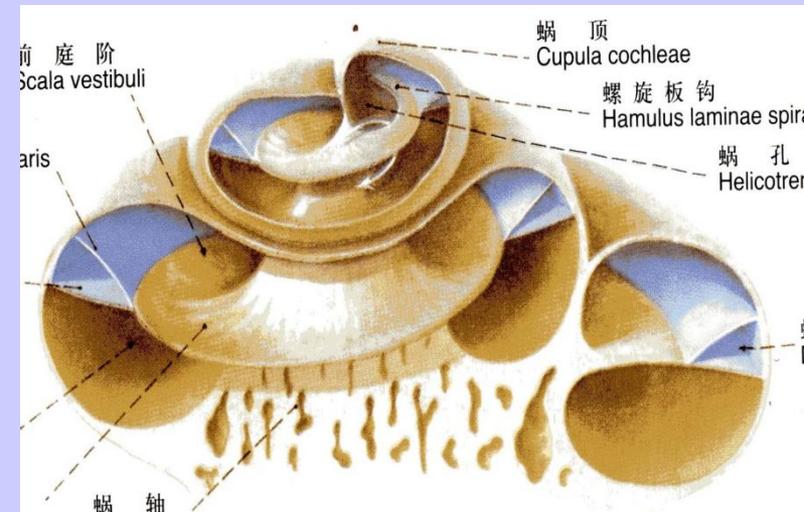
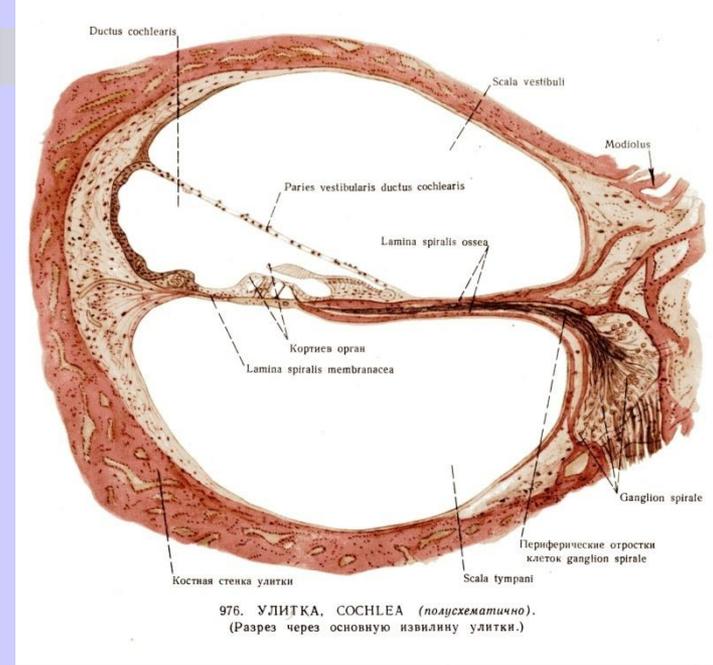
Сферический мешочек и эллиптический мешочек (маточка) сообщаются друг с другом при помощи протока, от которого отходит эндолимфатический проток. Он заканчивается в твердой мозговой оболочке на задней поверхности пирамиды. На внутренней поверхности мешочка и маточки и стенках ампул полукружных каналов находятся волосковые рецепторные клетки (вестибулорецепторы или отолитов аппарат).

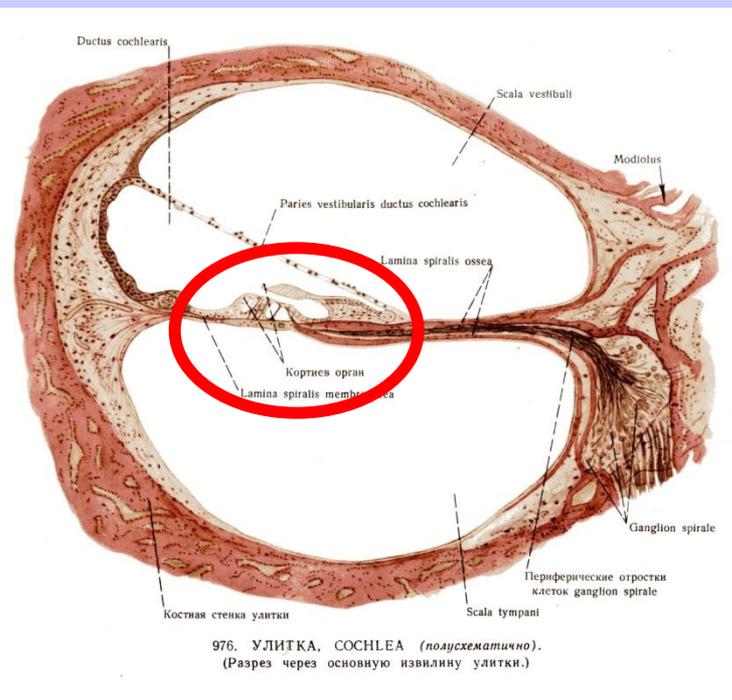
В полукружных каналах располагаются **полукружные протоки** перепончатого лабиринта.

В их расширенных концах (ампулах) располагаются **ампулярные гребешки, *cristae ampullares***, где локализуются рецепторы, воспринимающие движения головы в трехмерном пространстве.



Вблизи сферического мешочка начитается **улитковый проток**, который проходит на всем протяжении костной улитки. Этот проток отделяется посредством преддверной и спиральной мембран, от барабанной лестницы, *scala tympani*, и лестницы преддверия, *scala vestibuli*.

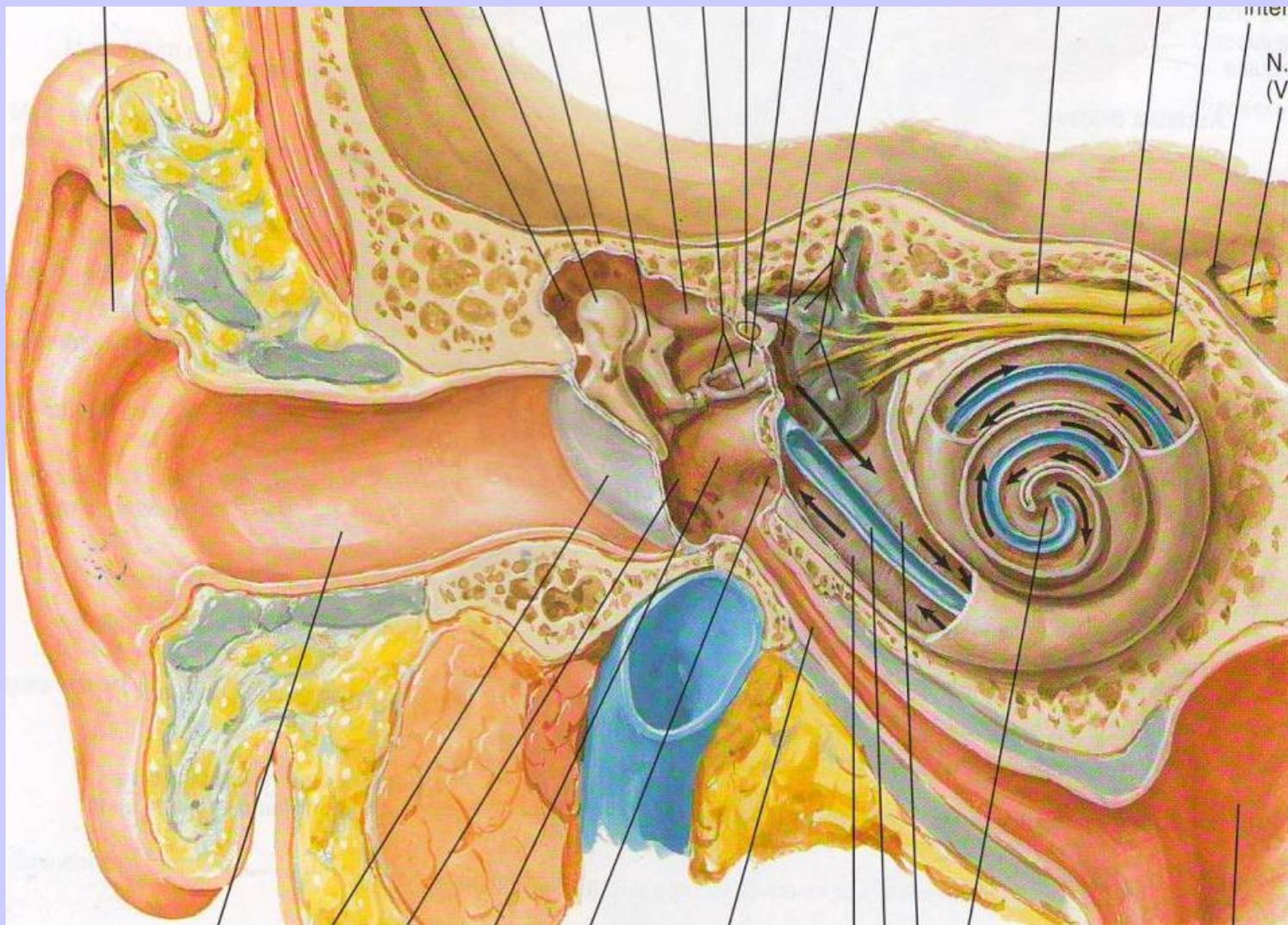


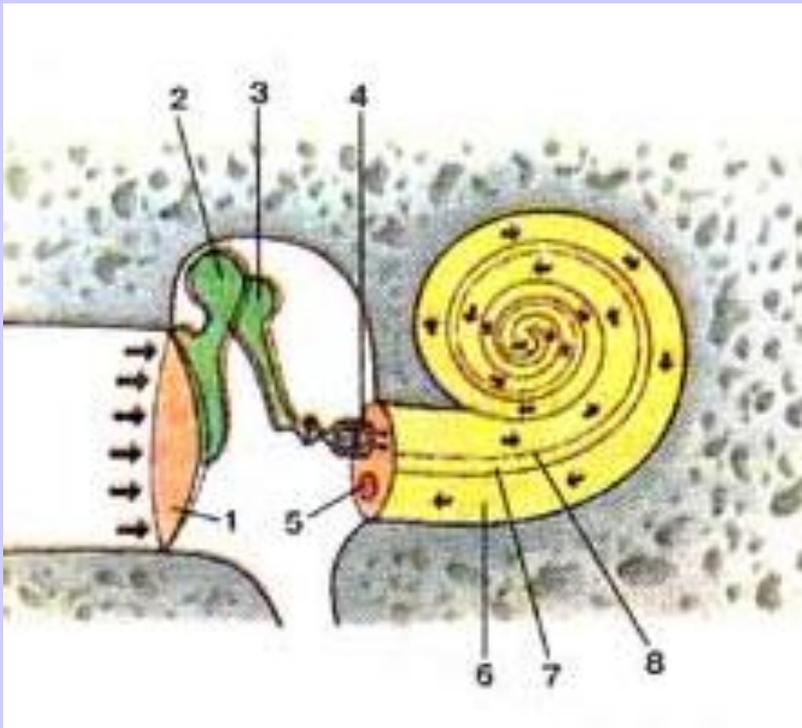


На спиральной мембране располагается **кортиев орган (*organum spirale*)**, в котором находятся слуховые воспринимающие клетки (волосковые сенсорные эпителиоциты), воспринимающие энергию механических колебаний и преобразующие их в нервный импульс (возбуждение).

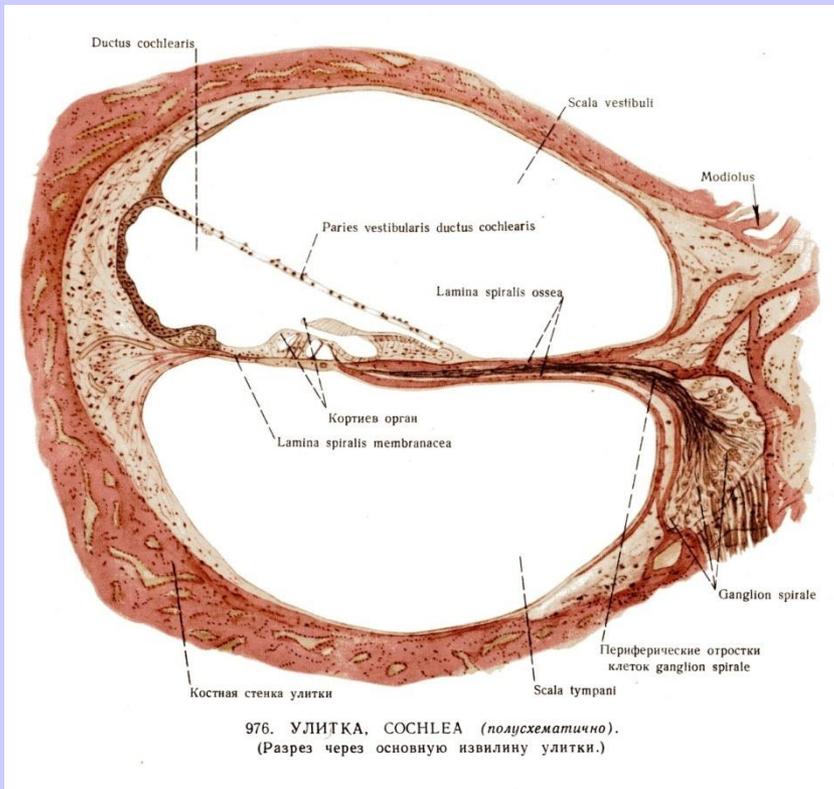
В основе *organum spirale* лежит базилярная пластинка, *lamina basilaris*, которая содержит до 23 000 тонких коллагеновых струн, натянутых от края костной спиральной пластинки до противоположной стенки и выполняющих роль струн-резонаторов.

Передача звуковых колебаний





В лестнице преддверия колебания распространяются в сторону купола улитки, а затем через вершину улитки (*helicotrema*) — на перилимфу в барабанной лестнице, закрытой вторичной барабанной перепонкой. Благодаря эластичности этой перепонки практически несжимаемая жидкость — перилимфа — приходит в движение.



Звуковые колебания перилимфы в барабанной лестнице передаются базилярной пластинке, на которой расположен кортиев орган, и эндолимфе в улитковом протоке, их колебания приводят в действие рецепторные клетки кортиева органа.

С функциональной точки зрения **орган слуха (периферическая часть слухового анализатора)**

делится на две части:

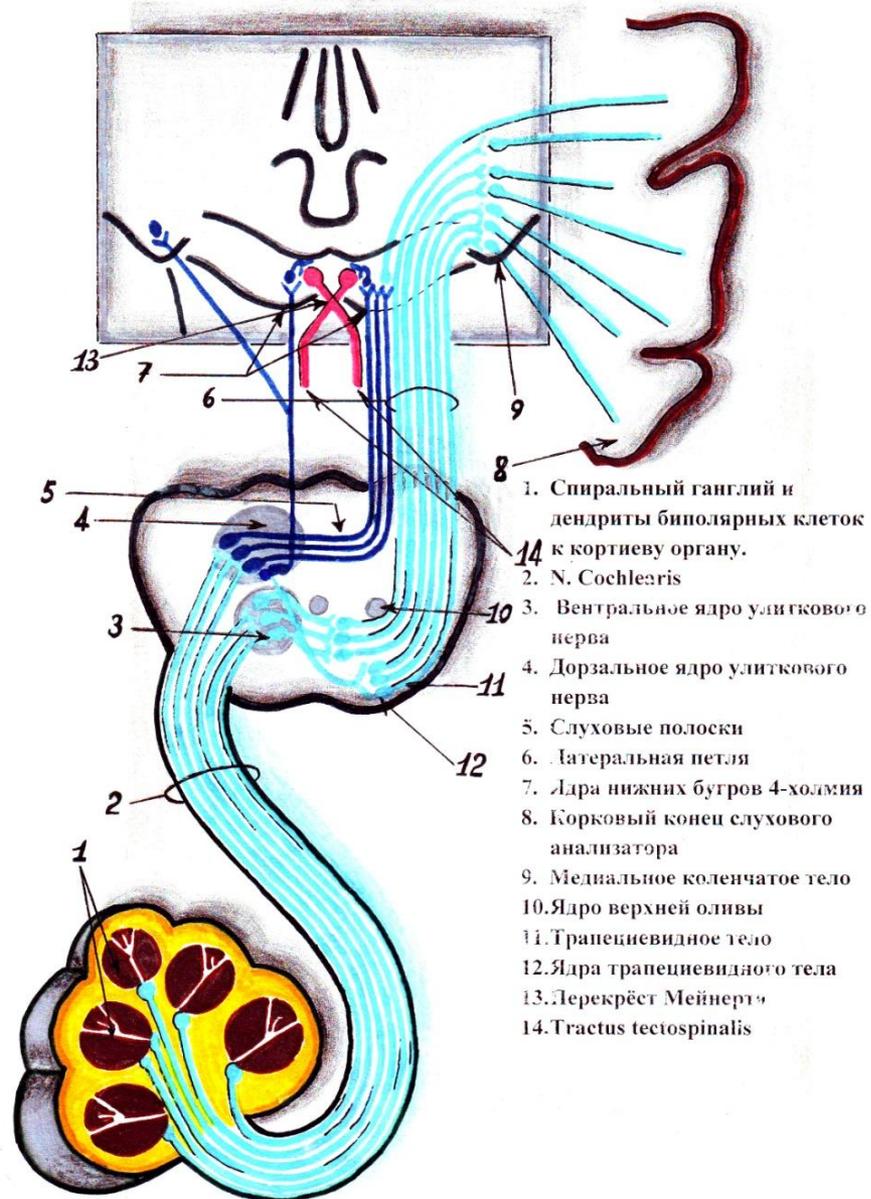
- **Звукопроводящие структуры** (наружное и среднее ухо, а также некоторые элементы внутреннего уха – перилимфа и эндолимфа)
- **Зуковоспринимающие структуры** (слуховые рецепторы).

Преддверный орган представляет собой единую структуру в пределах внутреннего уха в виде статорецепторов маточки, мешочка и ампул полукружных каналов.

Слуховой проводящий путь

- **Афферентный, сознательный, трехнейронный, перекрещенный**
- **I нейрон-** биполярные клетки спирального ганглия. Таких клеток в ганглии 31 000. Их дендриты заканчиваются на нейросенсорных клетках кортиева органа. Аксоны первых нейронов, выходя из улитки формируют слуховую (улитковую) порцию восьмой пары ЧН и в области мостомозжечкового угла входят в мост, где переключаются на тела вторых нейронов.
- **II нейрон-** клетки вентрального и дорзального улитковых ядер моста. Их аксоны переходят на противоположную сторону, причем аксоны вентральных ядер образуют *трапецевидное тело*, а аксоны дорзальных ядер- *слуховые полоски*. После перекреста аксоны вторых нейронов объединяются в *латеральную петлю* и идут к телам третьих нейронов. В области перешейка ромбовидного мозга волокна латеральной петли идут поверхностно в виде *треугольника петли*.
- **III нейроны-** клетки медиального коленчатого тела (в составе метаталамуса) Аксоны третьих нейронов проходят через заднее бедро внутренней капсулы и идут в кору верхней височной извилины Гешле.
- Часть проводников латеральной петли переключается на *подкорковые центры слуха* – ядра нижних холмиков – замыкается дуга старт-рефлекса. Афферентное звено этого рефлекса составляют пути *tractus tecto-spinalis u tractus tecto-nuclearis*
- Медиальное коленчатое тело связано с двигательными ядрами пятой и седьмой пар черепно-мозговых нервов, что обеспечивает аккомодационную и защитную функции при звуковосприятии.

ПРОВОДЯЩИЙ ПУТЬ СЛУХОВОГО АНАЛИЗАТОРА



РАЗВИТИЕ ОРГАНА СЛУХА И РАВНОВЕСИЯ

В филогенетическом аспекте первым закладывается вестибулярный аппарат. Первоначально это выглядит в виде статического пузырька или статического кармана. Далее происходит усложнение аппарата – если у миксин (круглоротые) один полукружный канал, у хрящевых рыб таких каналов уже три.

Слуховой аппарат формируется во вторую очередь, причем сначала возникают звуковоспринимающие структуры, а потом звукопроводящие.

Хотя в филогенетическом плане слуховые центры являются молодыми, они имеют многочисленные связи со старыми образованиями ствола – ретикулярной формацией, сенсорными и моторными системами.

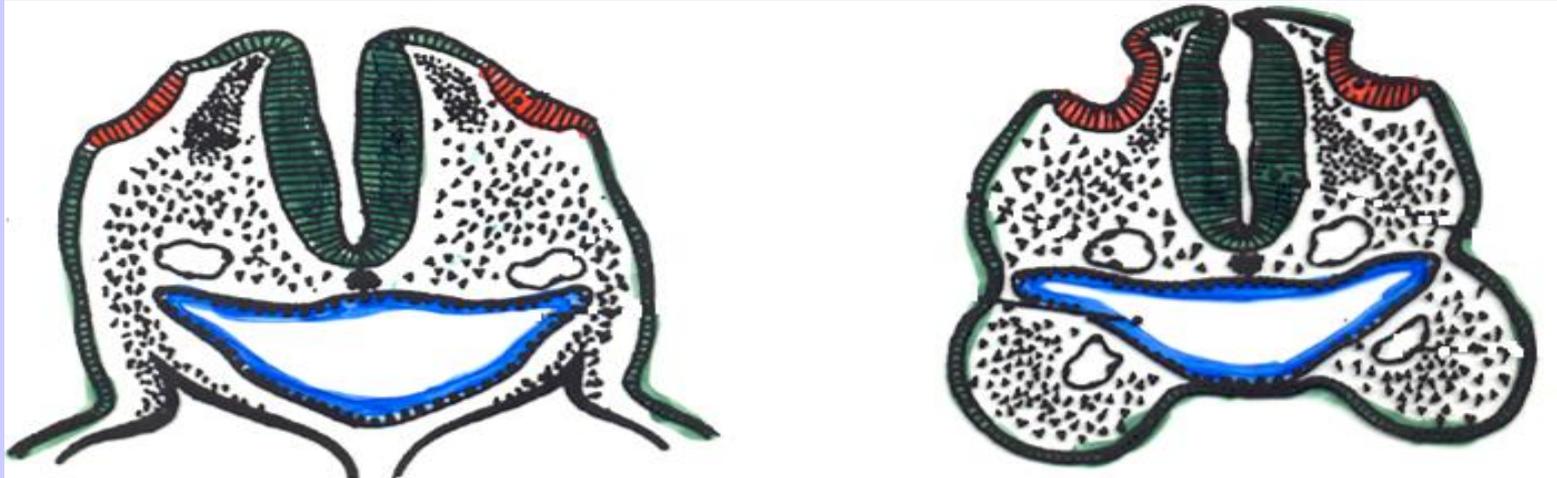
РАЗВИТИЕ ОРГАНА СЛУХА И РАВНОВЕСИЯ. ОНТОГЕНЕЗ

Все три отдела органа слуха и равновесия
закладываются независимо друг от друга.

Источники развития:

- 1. Эктодерма – эпителий наружного, среднего, внутреннего уха; сенсорные и поддерживающие клетки органов слуха и равновесия.*
- 2. Мезензима – соединительнотканые и сосудистые элементы.*
- 3. Нервная трубка – слуховой и вестибулярный нервы.*

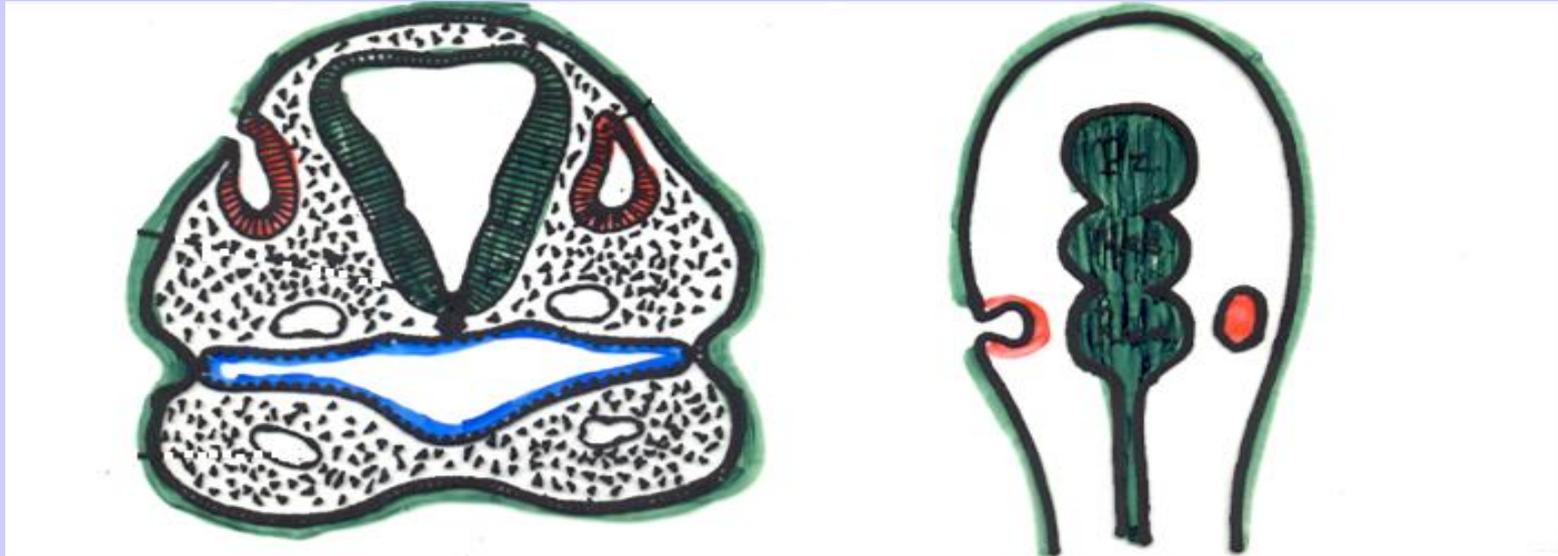
РАЗВИТИЕ ВНУТРЕННЕГО УХА



С конца первого месяца на боковой поверхности головного конца зародыша на уровне первой жаберной дуги клетки эктодермы видоизменяются. Они становятся более высокими и образуют слуховые пластинки – *плакоды*.

Затем плакоды погружаются внутрь, образуются *слуховые ямки*.

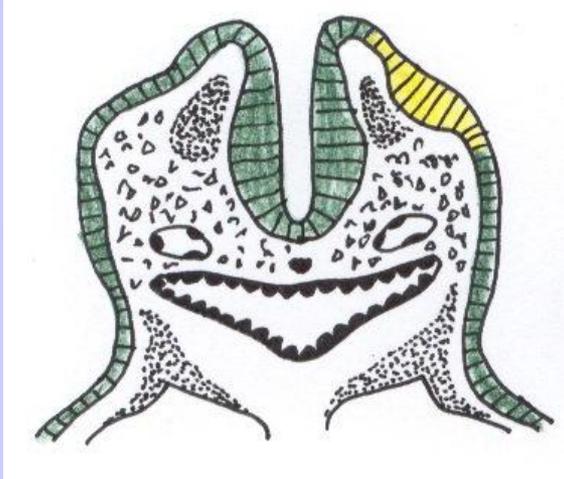
РАЗВИТИЕ ВНУТРЕННЕГО УХА



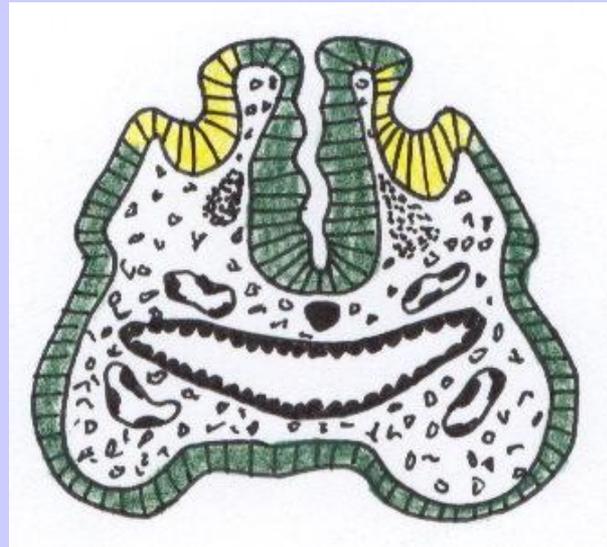
После смыкания краев ямок образуются *слуховые пузырьки*.

Слуховой пузырек мигрирует в сторону заднего мозгового пузыря, а эктодерма восстанавливает свою целостность. (!общность механизмов образования нервной трубки и внутреннего уха)

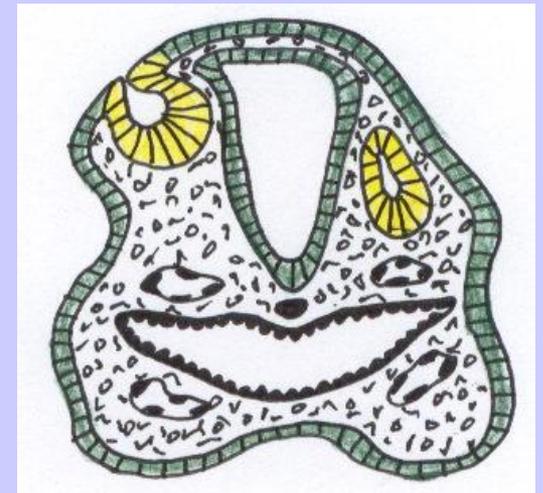
РАЗВИТИЕ ОРГАНА СЛУХА И РАВНОВЕСИЯ



**образование
слуховых
плакод**



**появление
слуховой ямки**

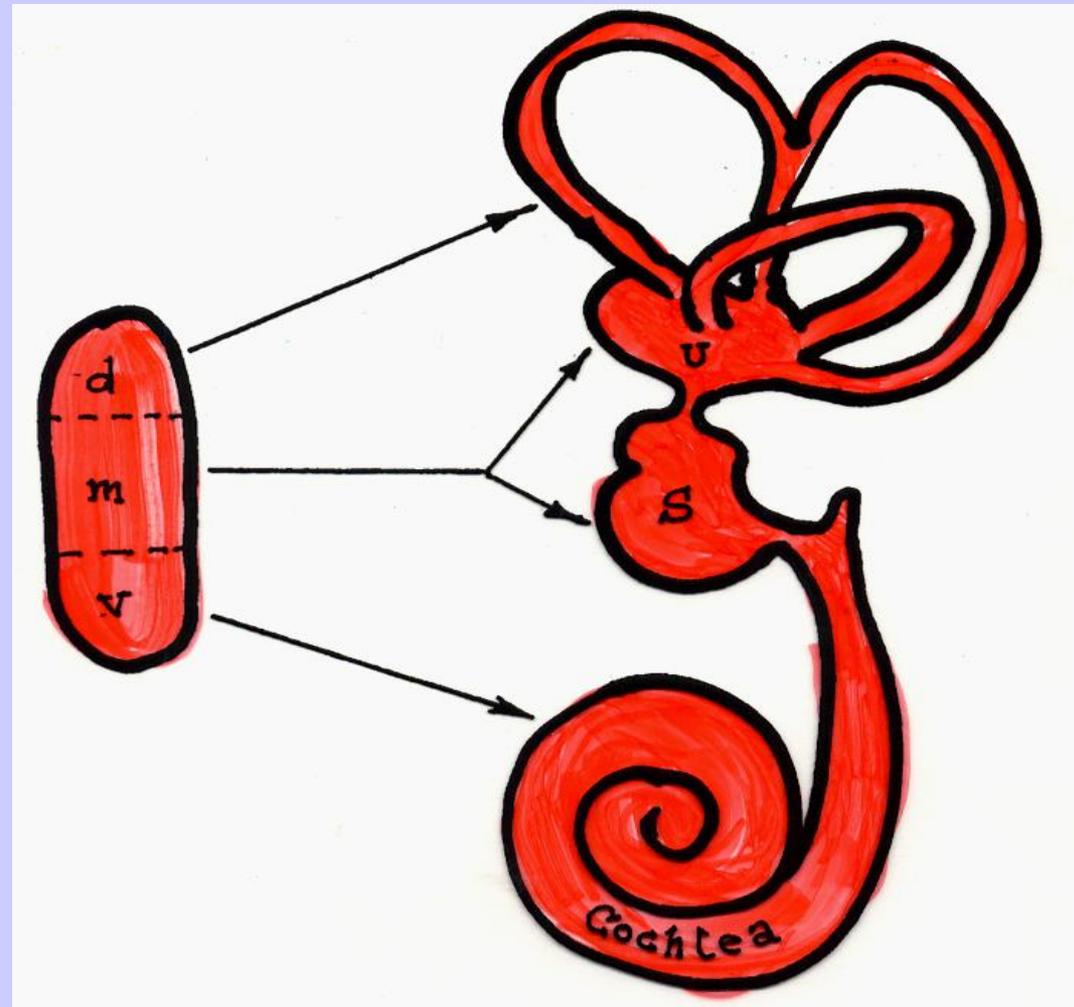


**формирование
слуховых
пузырьков**

РАЗВИТИЕ ПЕРЕПОНЧАТОГО ЛАБИРИНТА

Затем слуховые пузырьки вытягиваются в дорзовентральном направлении.

- из дорзальной части образуются *полукружные протоки,*
- из средней части — *маточка и мешочек,*
- из вентральной части — *улитковый проток.*



Развитие перепончатого лабиринта завершается *дифференцировкой нейросенсорных клеток*:

- в улитковом протоке формируется кортиева орган,
- в маточке и мешочке образуются пятна,
- в ампулах полукружных протоков - ампулярные гребешки.

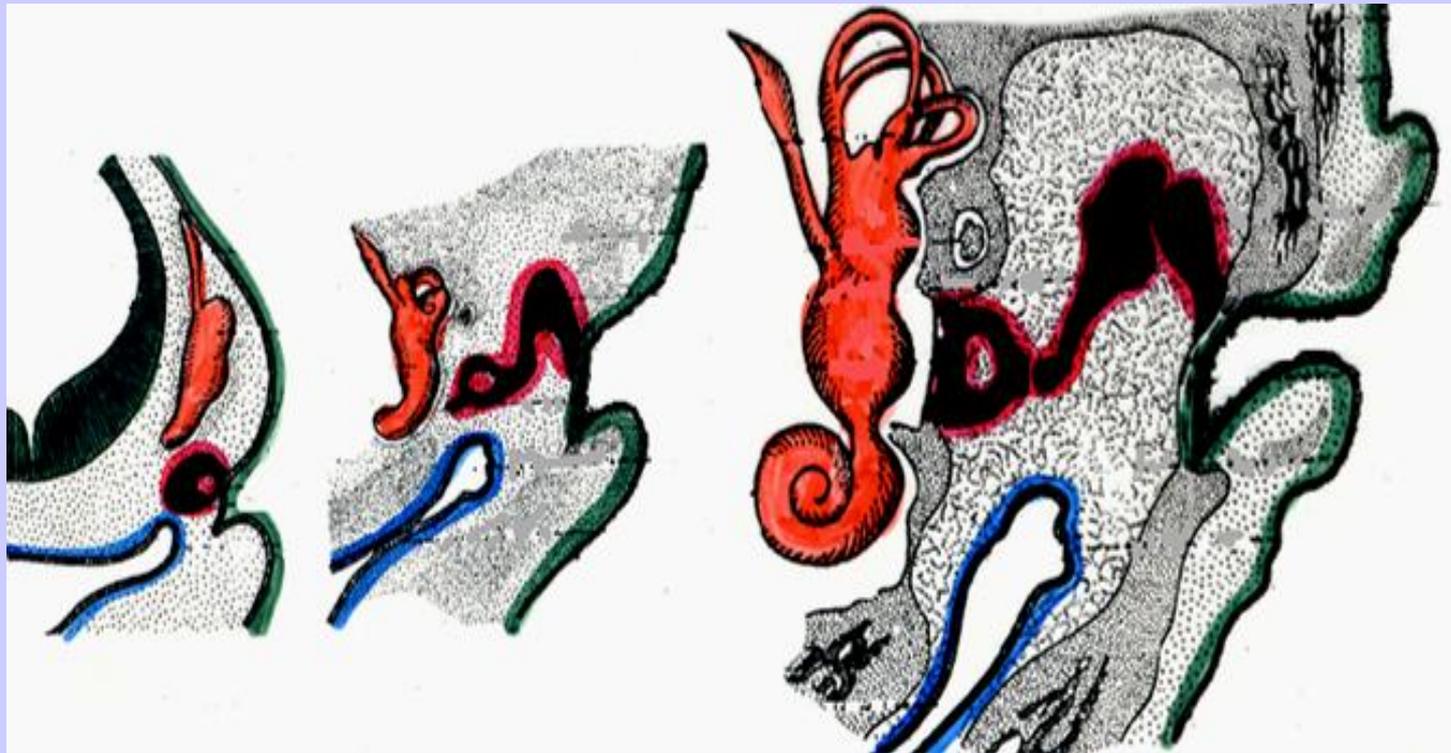
Из эктодермы развиваются только эпителий и нейросенсорные клетки.

Фиброзный каркас перепончатого лабиринта возникает из мезенхимы, а костный лабиринт формируется из мезенхимы основания черепа. При этом первоначально вокруг закладки внутреннего уха образуется хрящевая капсула, а затем она энхондрально окостеневает и образуется пирамида височной кости.

На начальных этапах развития между лабиринтами отсутствует перилимфатическое пространство, но после рассасывания части клеток это пространство начинает определяться, а оставшиеся клетки образуют стропные филаменты.

РАЗВИТИЕ СРЕДНЕГО УХА

Эпителий первого жаберного кармана пальцевидно инвагинируется образуя дивертикул направленный в сторону закладки внутреннего уха. Начальный отдел дивертикула трансформируется в слуховую трубу, а латеральный отдел - в барабанную полость.



РАЗВИТИЕ СРЕДНЕГО УХА

Слуховые косточки и слуховые мышцы первоначально закладываются вне барабанной полости, но за счет рассасывания мезенхимы барабанная полость расширяется и косточки и мышцы оказываются внутри полости.

Из первой жаберной дуги возникает молоточек, наковальня и мышца, напрягающая барабанную перепонку, а из второй жаберной дуги – стремечко и мышца стремечка.

РАЗВИТИЕ НАРУЖНОГО УХА. ФОРМИРОВАНИЕ УШНОЙ РАКОВИНЫ

На месте бывшей плагоды из мезенхимы первой и второй жаберных дуг под эктодермой образуется шесть бугорков. В процессе роста они сливаются, растут и формируют ушную раковину.

После формирования ушной раковины в её центре формируется впячивание в сторону барабанной полости, но оно с ней не соединяется, т.к. сохраняется мембрана в виде *барабанной перепонки*.



ОСНОВНЫЕ АНОМАЛИИ РАЗВИТИЯ ОРГАНА СЛУХА И РАВНОВЕСИЯ

- **Врожденная глухота (недоразвитие перепончатого лабиринта)**
- **Врожденная тугоухость**
- **Макротия и микротия**
- **Расположение ушных раковин на шее**
- **Изменение формы ушной раковины**

- **Макротия** - чрезмерно большие ушные раковины как аномалия развития



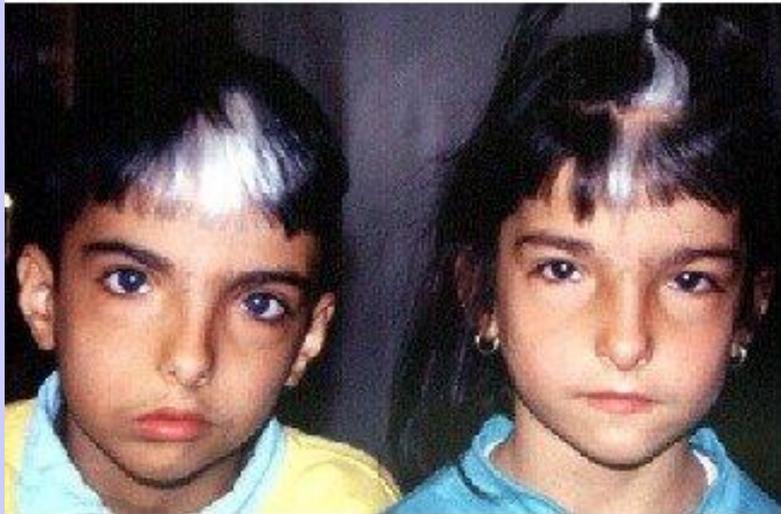
Ослиные уши царя Мидаса

- **Микротия** - врождённое недоразвитие ушной раковины или её отсутствие (анотия). Встречается в одном случае на 8000 — 10000 рождений. При односторонней **микротии** более часто поражается правое ухо.

Примеры микротии



Заболевания внутреннего уха



Синдром Варденбурга

Наиболее часто встречаются широкая выступающая переносица (75%), сросшиеся брови (50%), гетерохромия радужек (45%), **нейросенсорная глухота вследствие гипоплазии кортиева органа (20%)**, белая прядь волос надо лбом (17-45%), участки депигментации на коже и глазном дне.

- Изолированные заболевания лабиринтной жидкости или основной мембраны почти не встречаются, а сопровождаются обычно нарушением также и функций кортиева органа; поэтому практически все заболевания внутреннего уха можно отнести к поражению звуковоспринимающего аппарата.

Благодарим за внимание!

