

**ФГБОУ ВО  
ЧГМА**



# Орган слуха и равновесия

**Выполнил:**

**Студент 110 группы**

**Пинюгин Степан Эдуардович**

**Проверил:**

**Преподаватель гистологии**

**Обыденко Валентина Игоревна**

**Чита, 2021**

**г.**

# План занятия:

- I. Определение анализатора
- II. Развитие органа слуха
- III. Строение органа слуха
- IV. Морфофункциональные особенности кортиева органа
- V. Орган равновесия и его морфофункциональные особенности
- VI. Возрастные особенности
- VII. Препарат

**Орган слуха и равновесия (преддверно-улитковый орган – organum vestibulocochleare) – морфофункциональная система, состоящая из наружного, среднего и внутреннего ушей, осуществляющих восприятие звуковых, гравитационных и вибрационных стимулов, линейных и угловых ускорений.**

- **Второй по значению анализатор!**





# Развитие органа слуха и равновесия

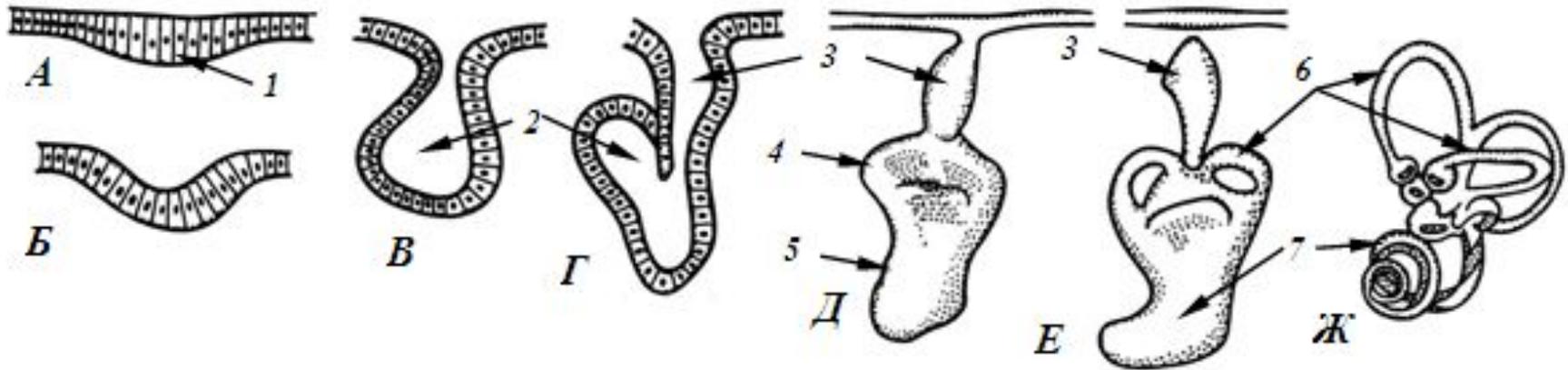
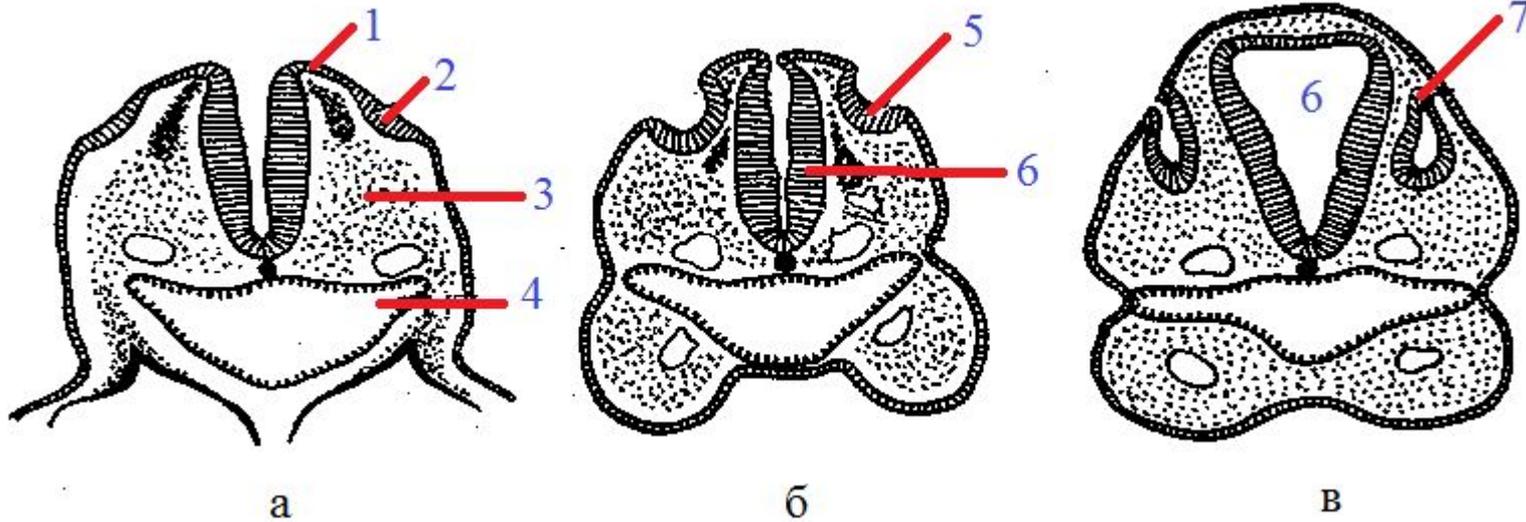


Схема развития органа слуха и равновесия (по Шмальгаузену, 1938):

- 1 – слуховая плакода
- 2 – слуховой пузырьёк
- 3 – эндолимфатический канал
- 4 – верхний отдел слухового пузырьёка
- 5 – нижний отдел слухового пузырьёка
- 6 – полукружные каналы
- 7 – улитка (Кортиев орган)

Закладка на 19-20  
день  
эмбриогенеза из  
эктодермы!

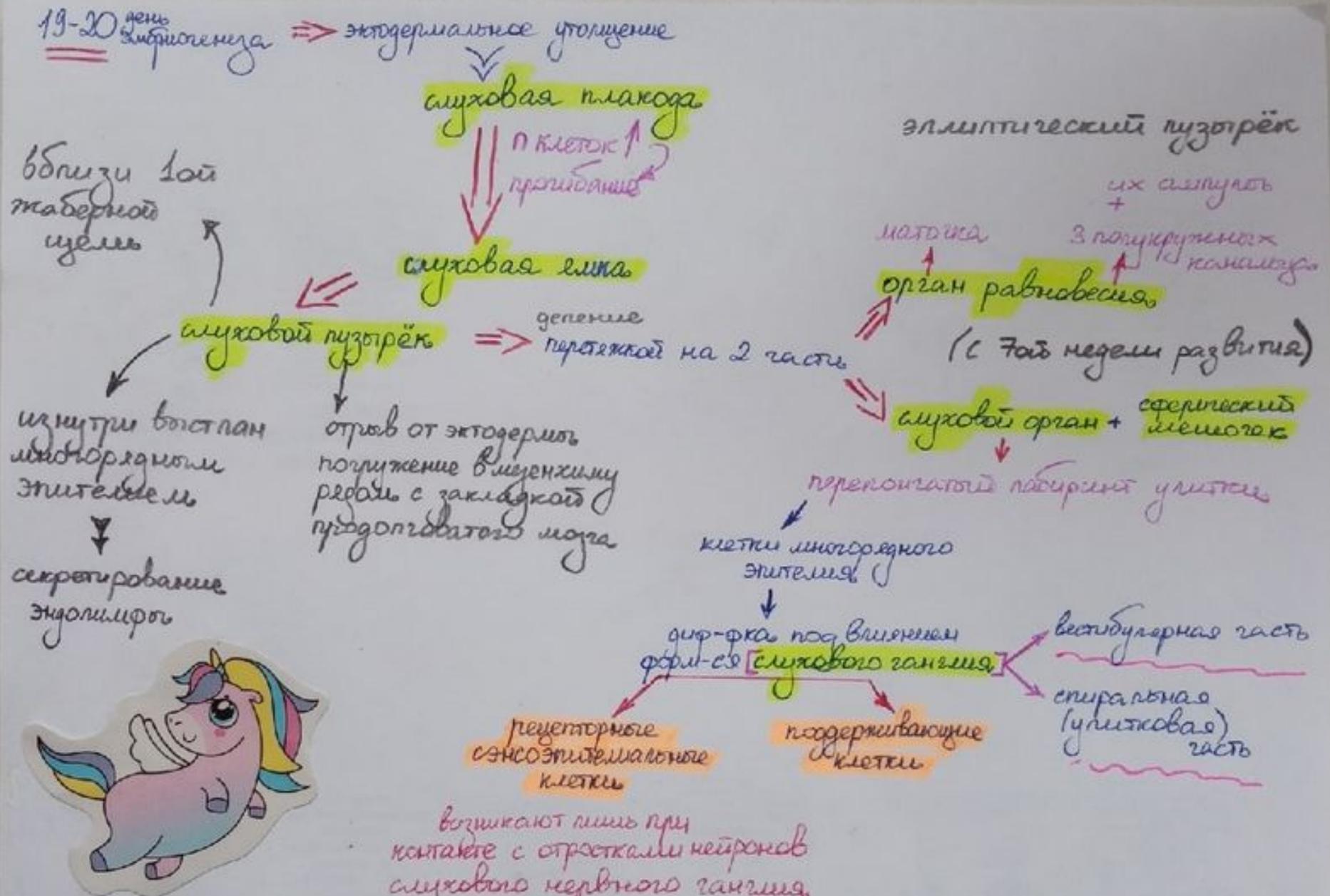
# Развитие слухового пузырька у эмбриона человека (по Арею, с изменениями)



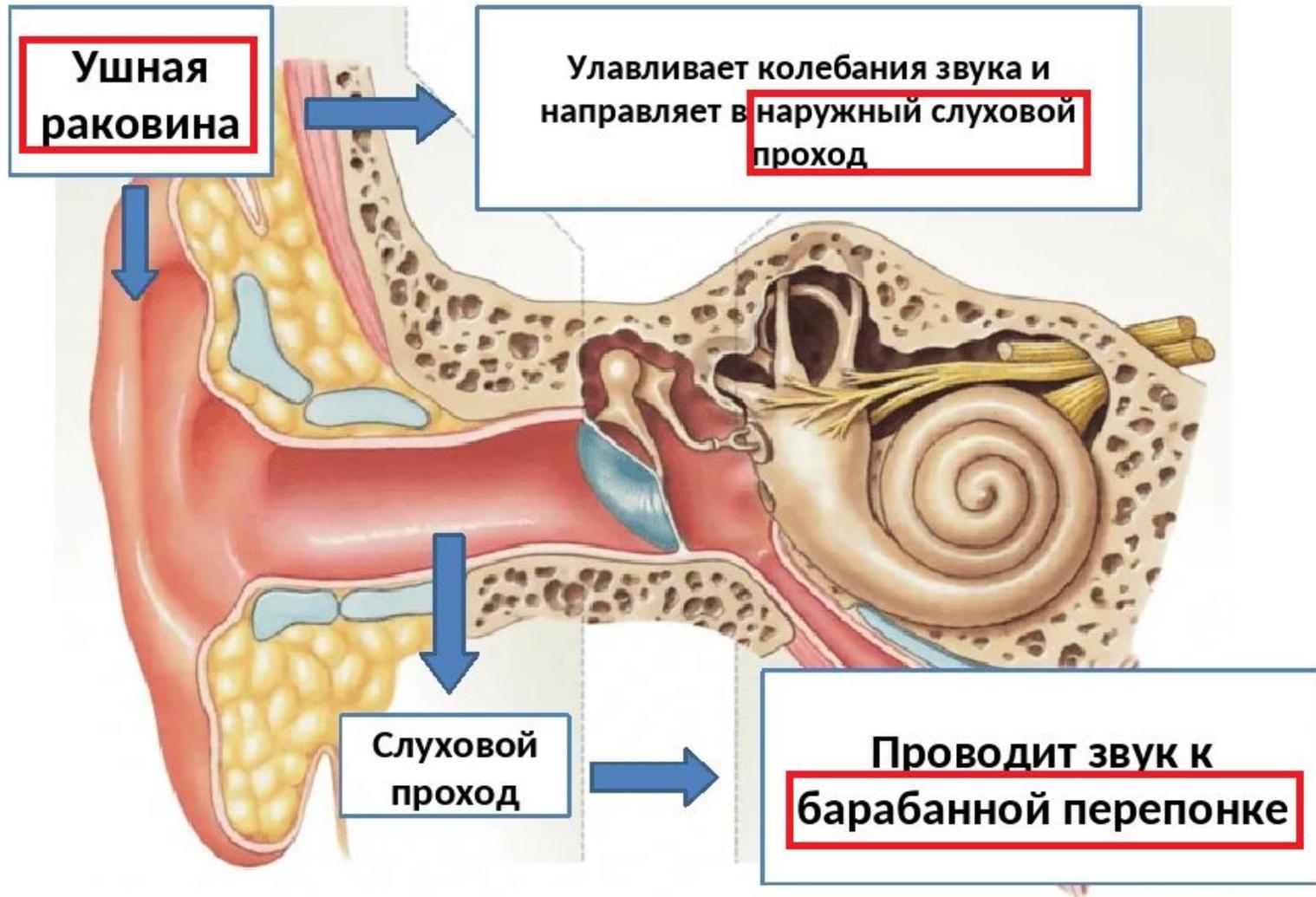
а – стадия 9 сомитов  
б – стадия 16 сомитов  
в – стадия 30 сомитов

1 – эктодерма  
2 – слуховая плакода  
3 – мезодерма  
4 – глотка  
5 – слуховая ямка  
6 – мозговой пузырь  
7 – слуховой пузырьёк

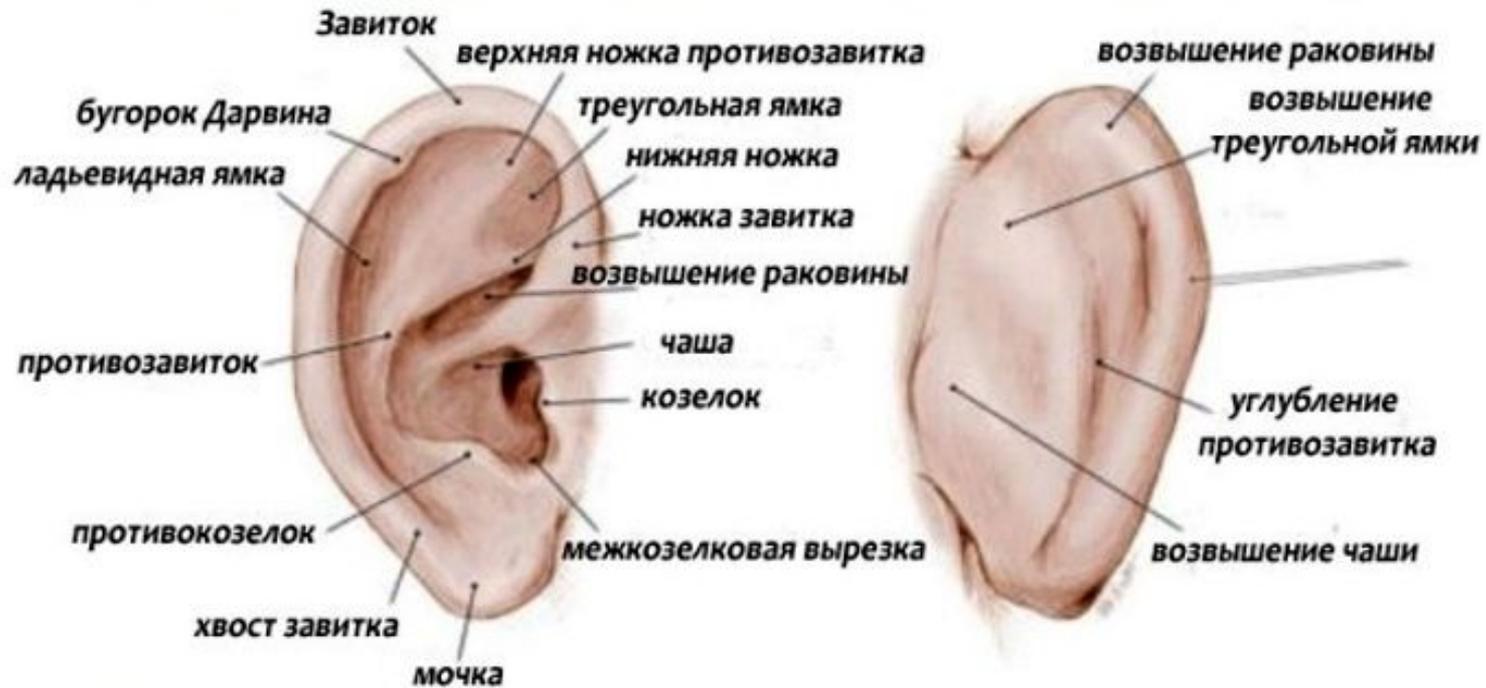
• Эпителий евстахиевой трубы (среднее ухо – глотка) и эпителий среднего уха развиваются из эпителия 1го жаберного кармана глоточной кишки.



# I. Наружное ухо (auris externa)



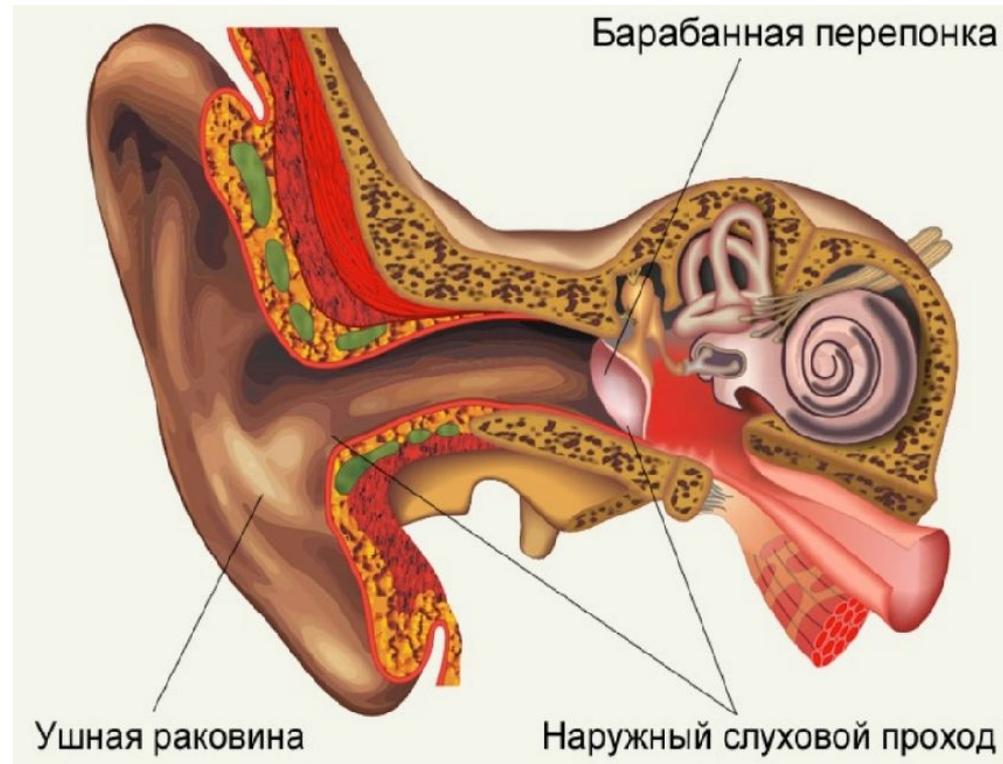
# Ушная раковина (auricular)



- **Тонкая пластинка эластического хряща, покрытая кожей с немногочисленными тонкими волосами и сальниковыми железами.**
- **Потовых желез МАЛО.**

# Наружный слуховой проход (*meatus acusticus externus*)

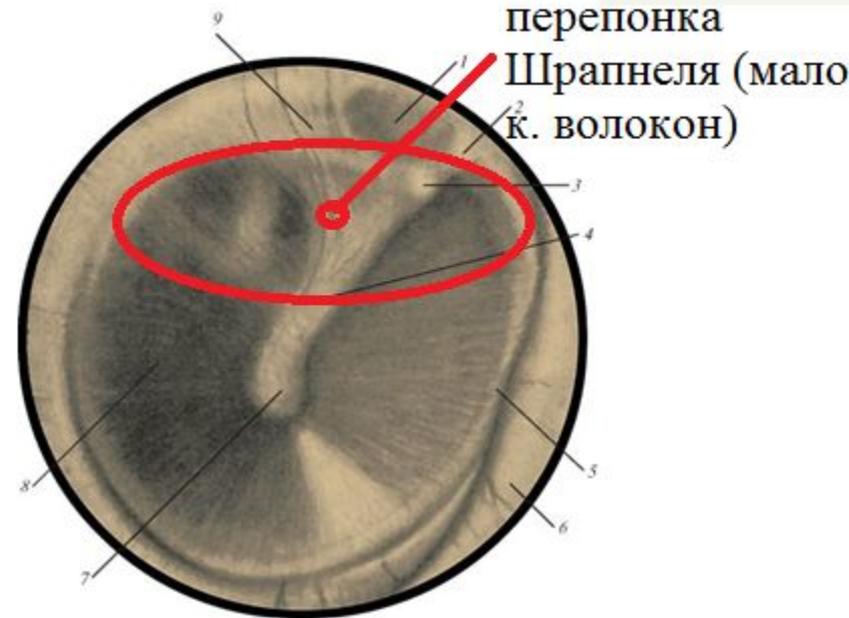
- ❑ Образован хрящом (продолжением хряща УР) и костной частью.
- ❑ Поверхность: *тонкая кожа + волосы + сальные железы*.
- ❑ Трубчатые церуминозные (сальные) железы расположены глубже сальных желез и выделяют ушную серу (бактерицидные свойства).



Протоки желез открываются **самостоятельно на поверхности слухового прохода** или в **выводные протоки сальных желез** (кол-во ↓ при приближении к барабанной перепонке).

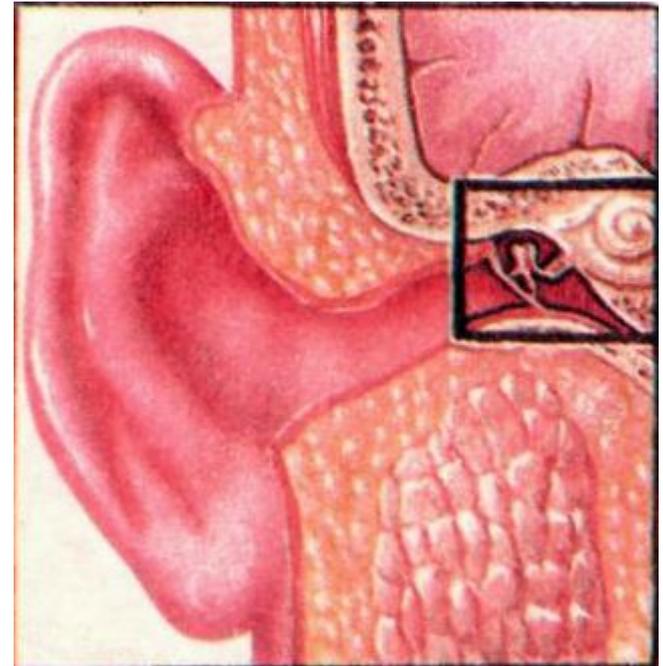
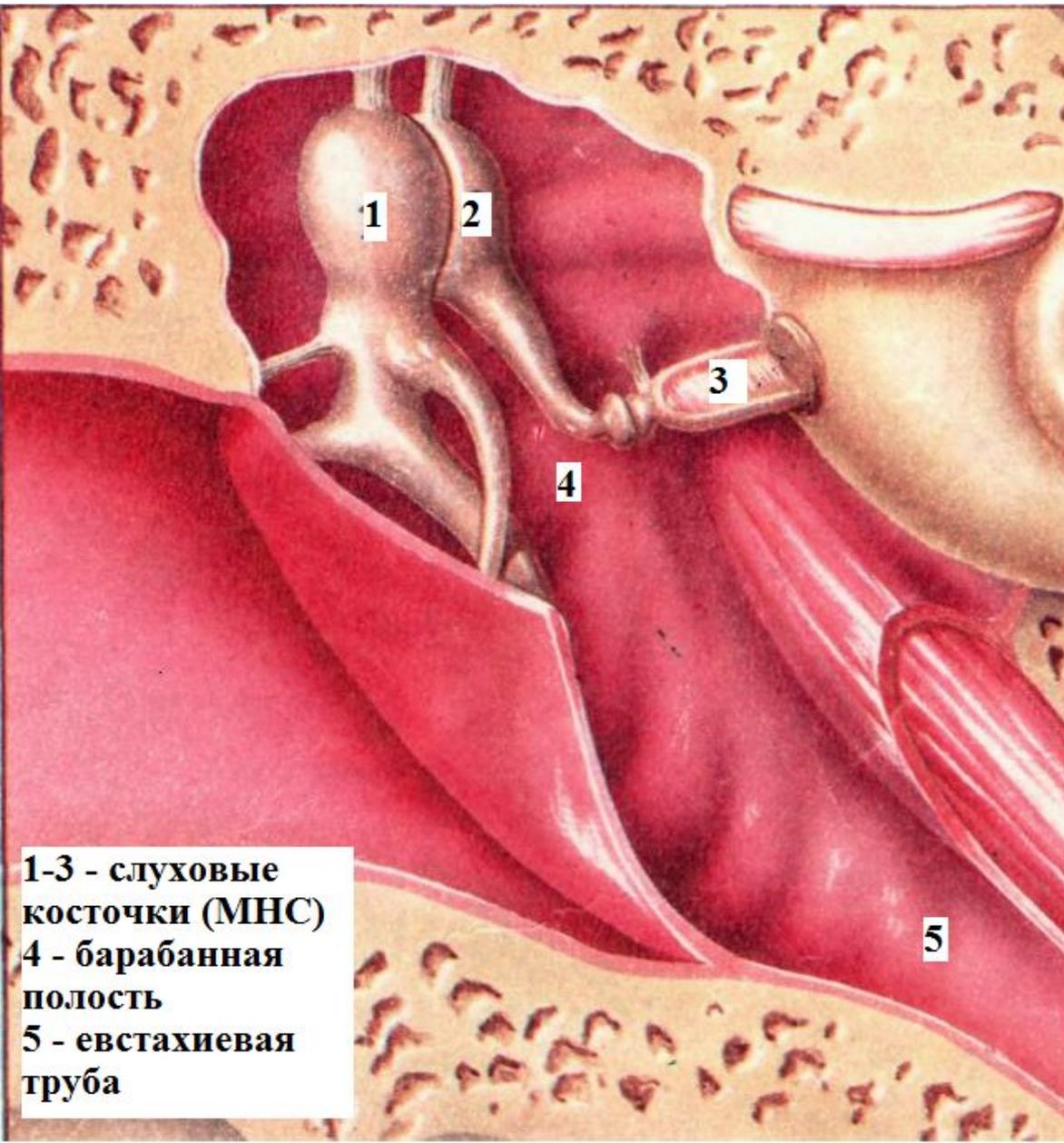
# Барабанная перепонка (membrana tympanica)

- Внутренняя поверхность сращена с рукояткой молоточка, от которого проходят на БП кровеносные сосуды и нервы.
- В средней части 2 слоя из пучков коллагеновых, эластических волокон и залегающие между ними фибробласты.
- Волокна наружного слоя расположено радиально, а внутреннего – циркулярно.



- Овальная, слегка вогнутая, толщина 0,1 мм.
- Наружная поверхность покрыта многослойным плоским эпителием (50-60 мкм), а на внутренней – слизистая оболочка (20-40 мкм), покрытая однослойным плоским эпителием.

## II. Среднее ухо (auris media)



1-3 - слуховые  
косточки (МНС)  
4 - барабанная  
полость  
5 - евстахиевая  
труба

## Барабанная полость

Уплощенное пространство (2см<sup>3</sup>), выстланное слизистой оболочкой, покрытой **однослойным плоским эпителием**, переходящим в **кубический** или **цилиндрический**.

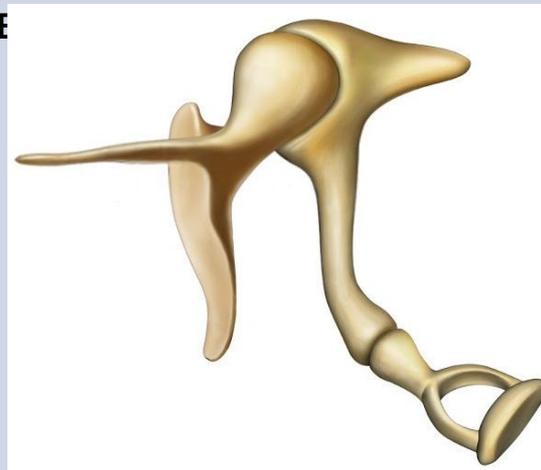
На медиальной стенке 2 «окна» – **овальное** и **круглое**.

**О** – связывается тонкой связкой с основанием стремечка и отделяет БП от вестибулярной лестницы улитки.

**К** – закрыто волокнистой мембраной и отделяет БП от барабанной лестницы улитки.

## Слуховые косточки

- **Молоточек**
  - **Наковальня**
  - **Стремечко**
- Система рычагов передают колебания БП наружного уха к овальному окну, от которого начинается вестибулярная лестница



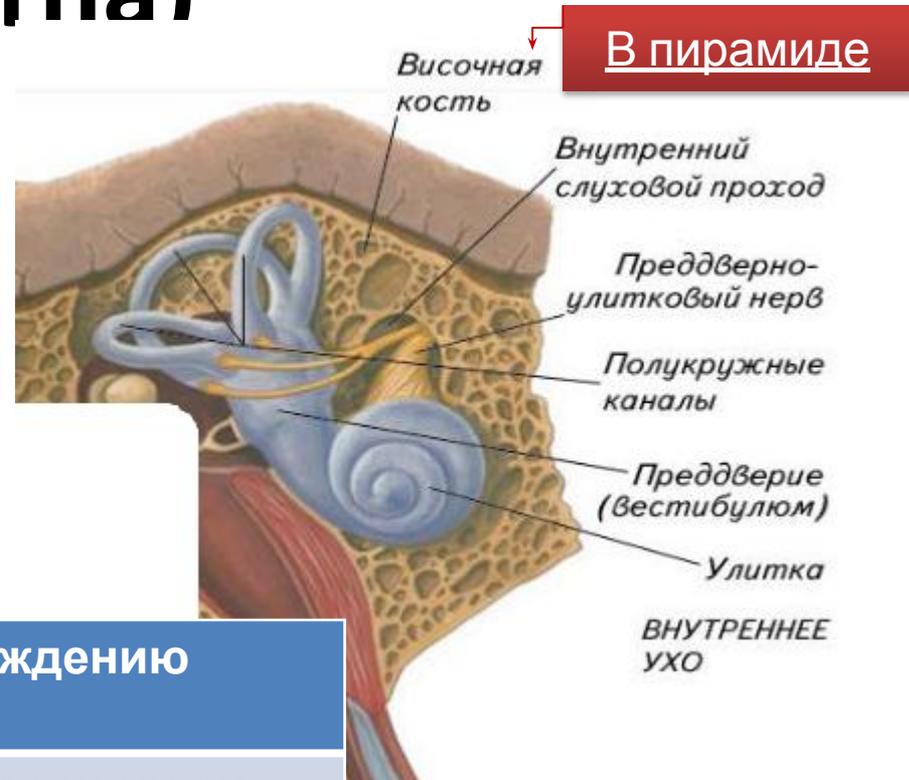
## Слуховая труба

Соединяет б. полость с носовой частью глотки с просветом d=1-2 мм. Сначала окружена **костной стенкой**, а дальше содержит **островки гиалинового хряща**.

Просвет выстлан **многорядным призматическим реснитчатым эпителием**, содержащем **бокаловидные железистые клетки** и на поверхности которого открываются **протоки слизистых желез**.

# III. Внутреннее ухо (auris interna)

- Отдел, состоящий из костного лабиринта и расположенного в нем перепончатого лабиринта, в котором находятся рецепторные клетки – волосковые клетки органа слуха и равновесия



Рецепторные клетки (по происхождению «сэнсоэпителиальные»)

## В органе слуха

Спиральный орган улитки

## В органе равновесия

Пятна маточки и мешочков (эллиптического и сферического)  
3 ампулярных гребешка полукружных канала

# Костный лабиринт - улитка



**Стержень, улитка и костная спиральная пластинка**

Спиральная пластинка покрыта утолщенной надкостницей – **лимбом**, который вырезкой делится на 2 губы:

**Верхнюю –**

**вестибулярную.**

**Нижнюю – барабанную.**

- Улитка – **канал**, который делает 2,5 оборота вокруг **костного стержня – модиолуса.**
- От модиолуса отходит костный выступ – **спиральная пластинка**, в основании который расположен **спиральный**

**Чувствительные нервные окончания на рецепторных клетках кортиевого органа**

**Улитковая часть предверно-улиткового нерва**

"заканчиваются"

**дендриты**

"образование"

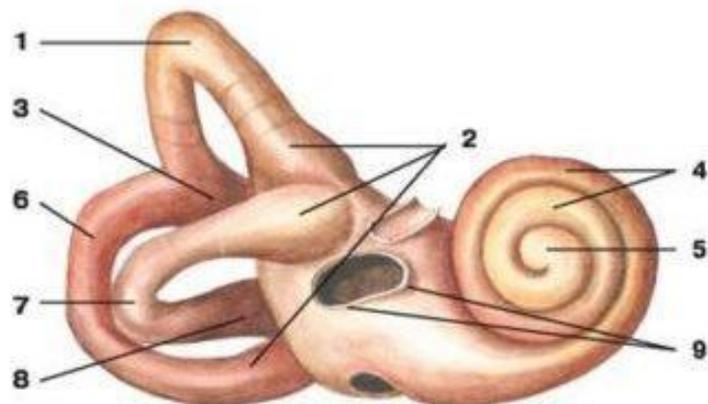
**аксон**



**чувствительный биполярный нейрон**

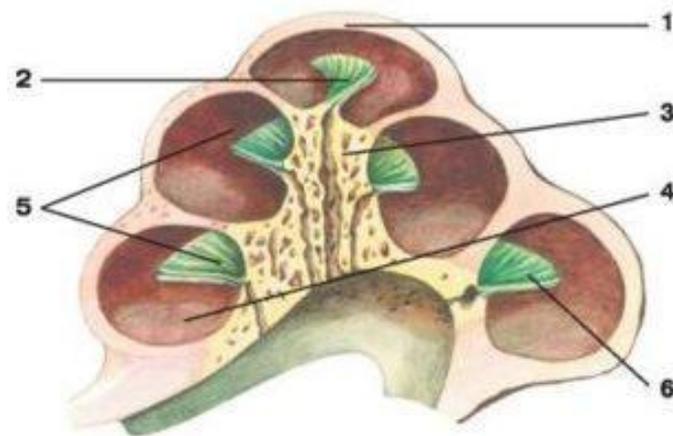
**СПИРАЛЬНЫЙ ГАНГЛИЙ**

## Костный лабиринт (вид спереди)



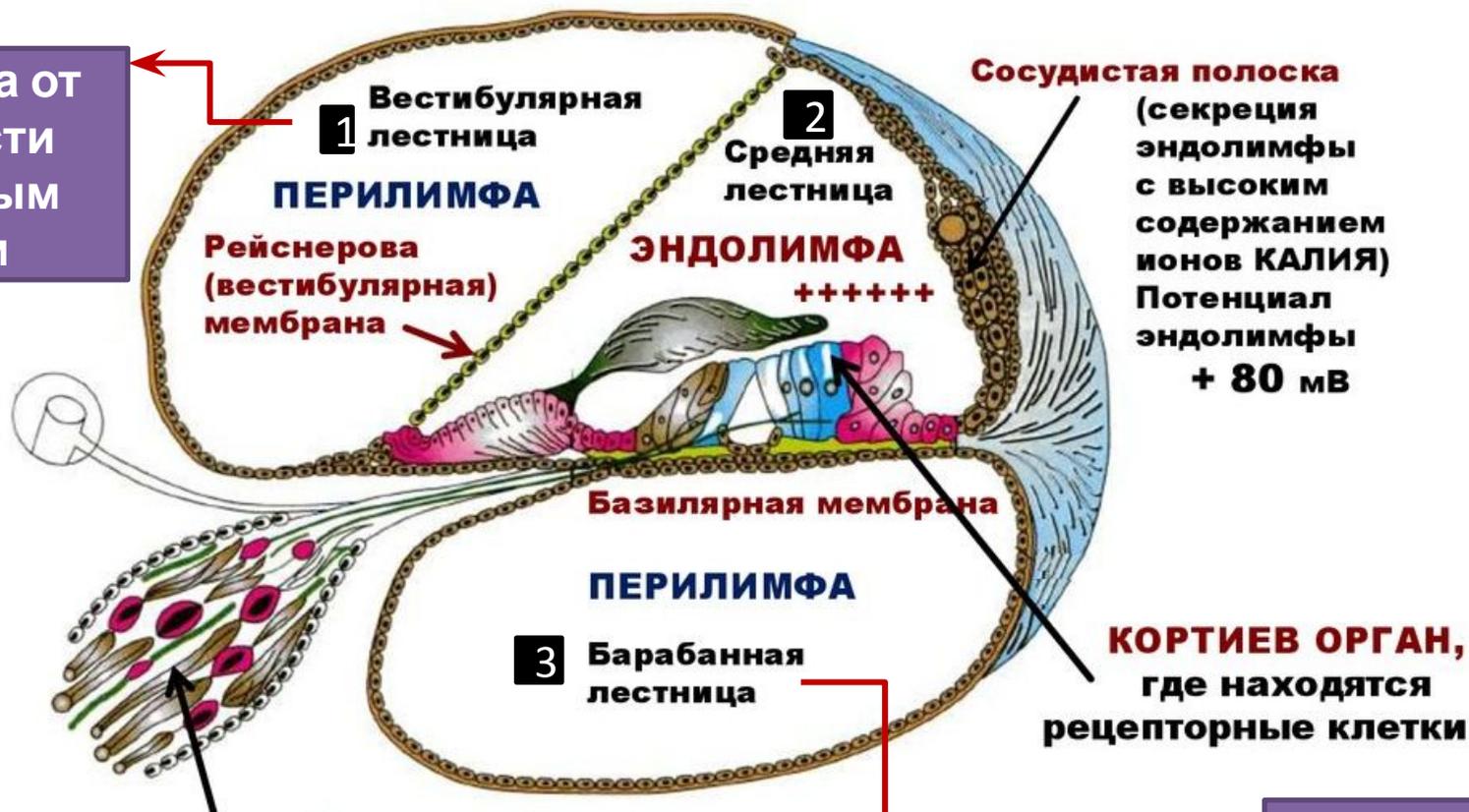
- 1 — передний полукружный канал;
- 2 — ампулярные костные ножки;
- 3 — общая костная ножка;
- 4 — завитки улитки;
- 5 — купол улитки;
- 6 — задний полукружный канал;
- 7 — боковой полукружный канал;
- 8 — простая костная ножка;
- 9 — преддверие

## Костная улитка



- 1 — верхний завиток улитки;
- 2 — отверстие улитки;
- 3 — стержень;
- 4 — барабанная лестница;
- 5 — лестница преддверия;
- 6 — спиральная костная пластинка

# Поперечный срез канала улитки



Отделена от б-полости овальным ОКНОМ

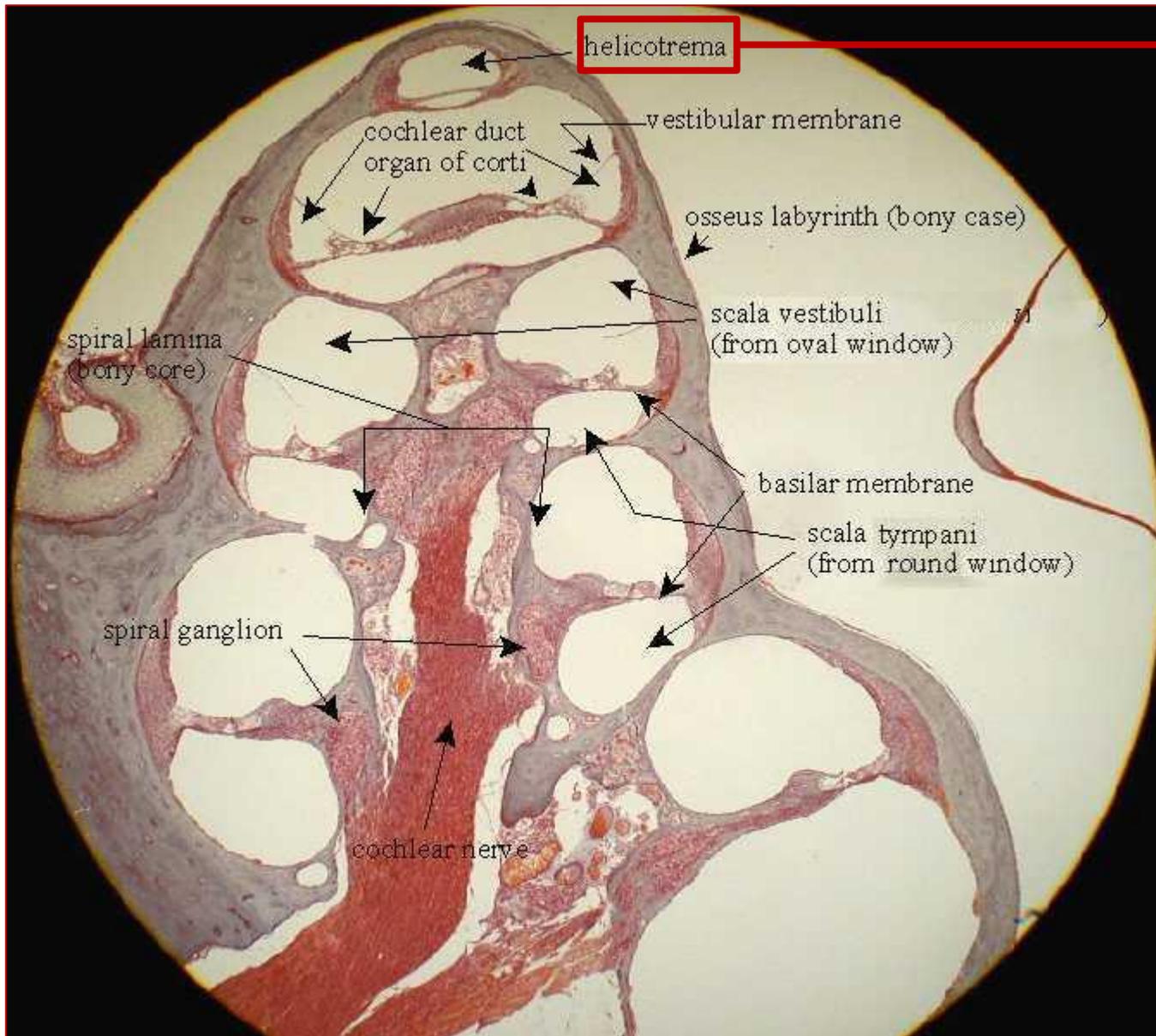
**Сосудистая полоска**  
(секреция эндолимфы с высоким содержанием ионов КАЛИЯ)  
Потенциал эндолимфы + 80 мВ

**КОРТИЕВ ОРГАН,**  
где находятся рецепторные клетки

**СПИРАЛЬНЫЙ ГАНГЛИЙ** – чувствительные нейроны, синаптически связанные с рецепторными клетками (1-ый нейрон слухового пути)

Отделена от б-полости круглым ОКНОМ

3 части: 1- верхняя, 2 – средняя, 3 – нижняя.



Геликотрема  
сообщает  
лестницы на  
вершине улитки

# Перепончатый лабиринт (канал) улитки ( *labyrinthus membranaceus* )



## СТЕНКИ

### НАРУЖНЯЯ

#### 1. Внутренний слой – сосудистая полоска (*stria vascularis*):

- Многослойный эпителий
  - РВНСТ (обмен эндолимфы)
- Верхняя часть СП – секретирование, а нижняя – всасывание.

#### 2. Наружный слой – спиральная связка (*ligamentum spirale*) из ПВСТ – утолщение надкостницы костного лабиринта

### ВЕРХНЕМЕДИАЛЬНАЯ

#### 1. Вестибулярная мембрана Рейснера (*membrana vestibularis*):

[основание  
вестибулярной губы  
лимба – верхний край  
спиральной связки].

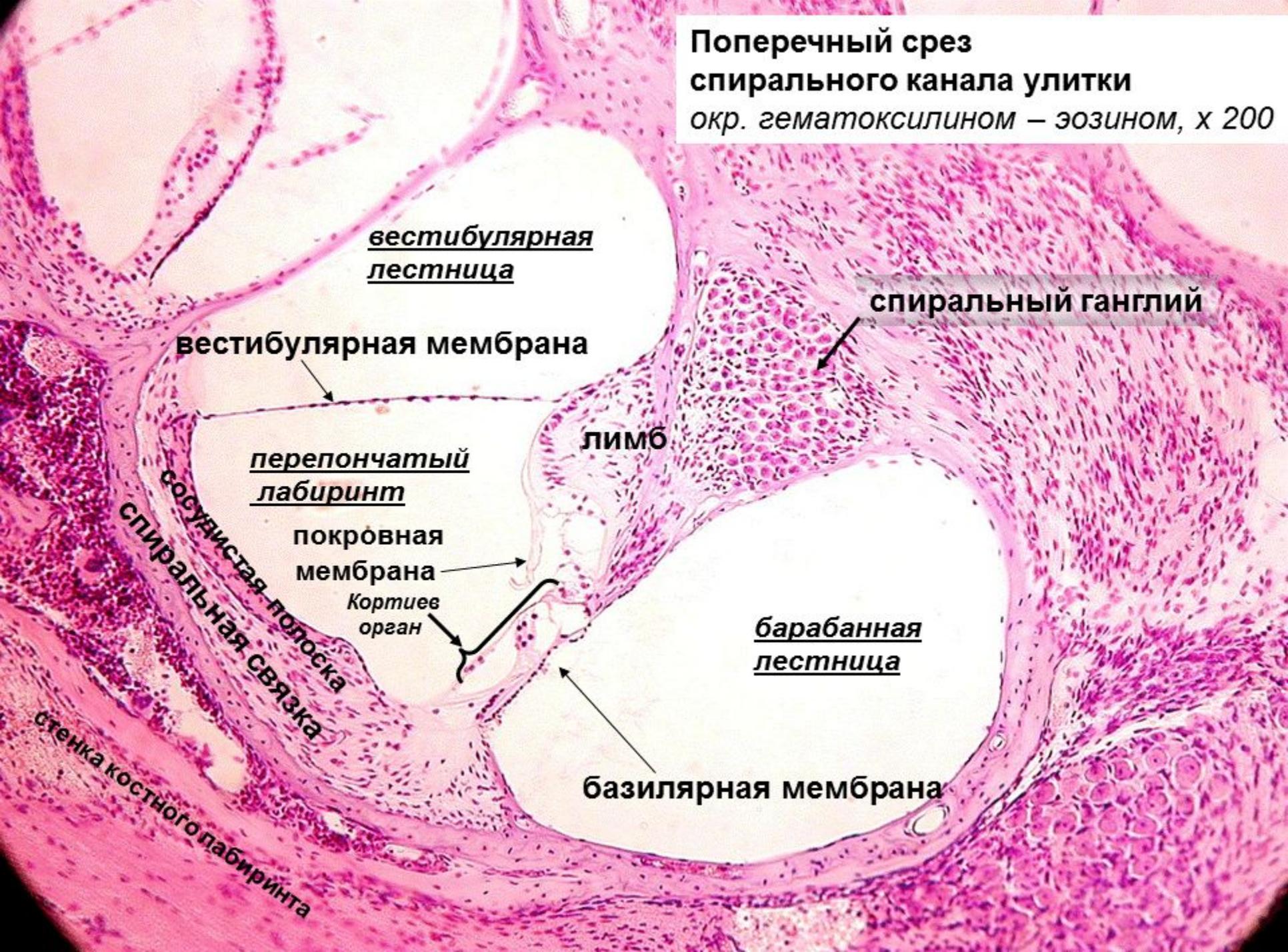
#### 2. Лимб (*limbus*).

### НИЖНЯЯ

#### 1. Базиллярная мембрана (*lamina basilaris*):

[барабанная губа лимба –  
нижний край спиральной  
связки]  
Содержит слой  
коллагеновых волокон –  
**слуховые струны**,  
настроенные на  
определенную длину  
волны.

Поперечный срез  
спирального канала улитки  
окр. гематоксилином – эозином, x 200



вестибулярная  
лестница

вестибулярная мембрана

перепончатый  
лабиринт

покровная  
мембрана

Кортиев  
орган

ЛИМБ

спиральный ганглий

барабанная  
лестница

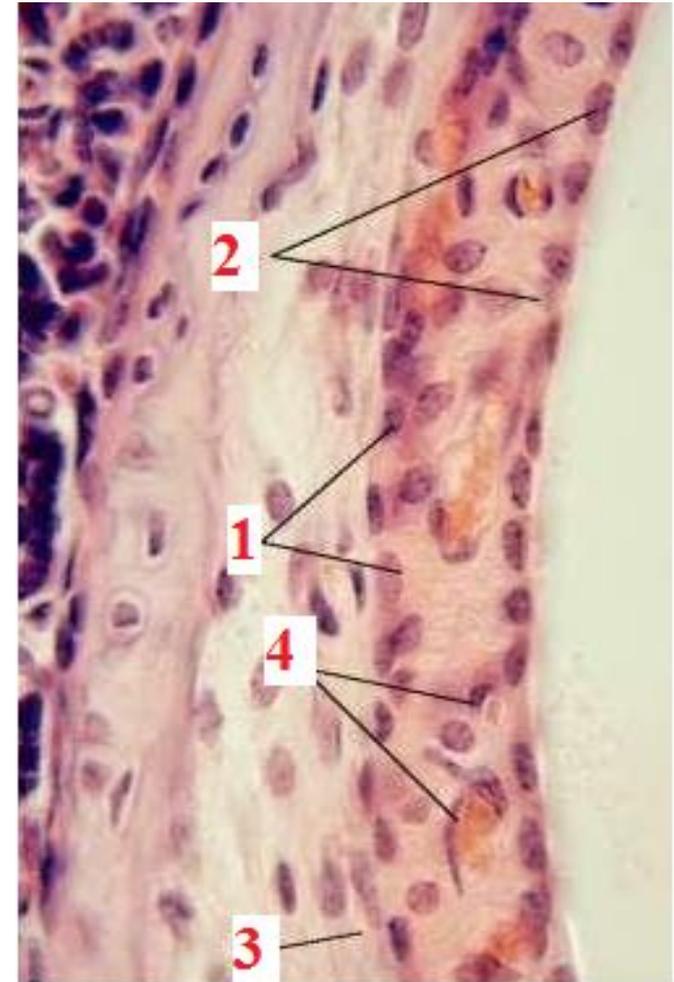
базиллярная мембрана

сосудистая полоска  
спиральная связка

стенка костного лабиринта

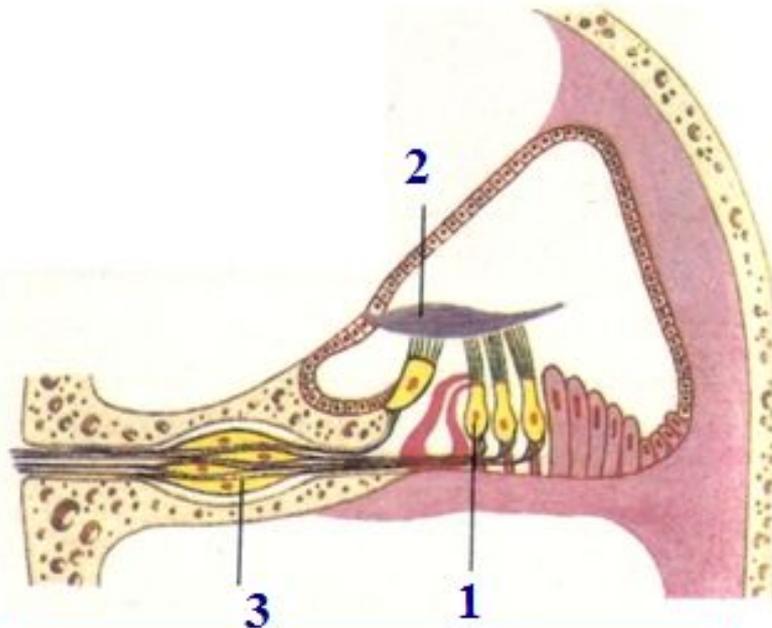
# Дополнительно о сосудистой полоске

- 1 – светлые базальные клетки
  - 2 – темные призматические
  - 3 – базальная мембрана
  - 4 – кровеносные капилляры
- Имеются **многочисленные краевые клетки** с большим количеством митохондрий в цитоплазме (апикальная поверхность омывается эндолимфой) – **транспорт ионов Na и K** (высока концентрация в эндолимфе).
  - **Промежуточные (звездчатые) клетки**
  - **Базальные клетки (плоские)** – камбий СП.
    - Нейроэндокриноциты, вырабатывающие пептидные гормоны:
      - ✓ Серотонин
      - ✓ Мелатонин



**Микрофотография  
сосудистой полоски**

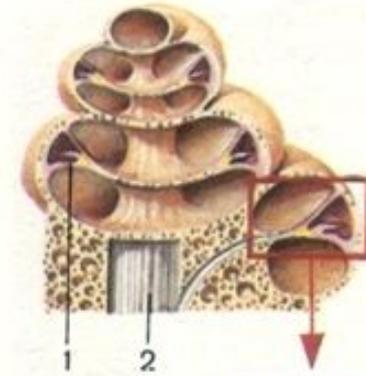
# Рецепторный аппарат базиллярной мембраны (спиральный или кортиев орган)



**Строение кортиевого органа:**

- 1-волосковые рецепторные клетки
- 2-покровная мембрана
- 3-улитковый нерв

1-основная мембрана  
2- слуховой нерв



**Кортиев орган**

Схема строения улитки  
(поперечный срез)

- I. Сенсорные волосковые эпителиоциты (кохлеоциты) с рецепторной функцией – 2 вида – разделены **кортиевым тоннелем**;
- II. Поддерживающие эпителиоциты с опорной функцией.

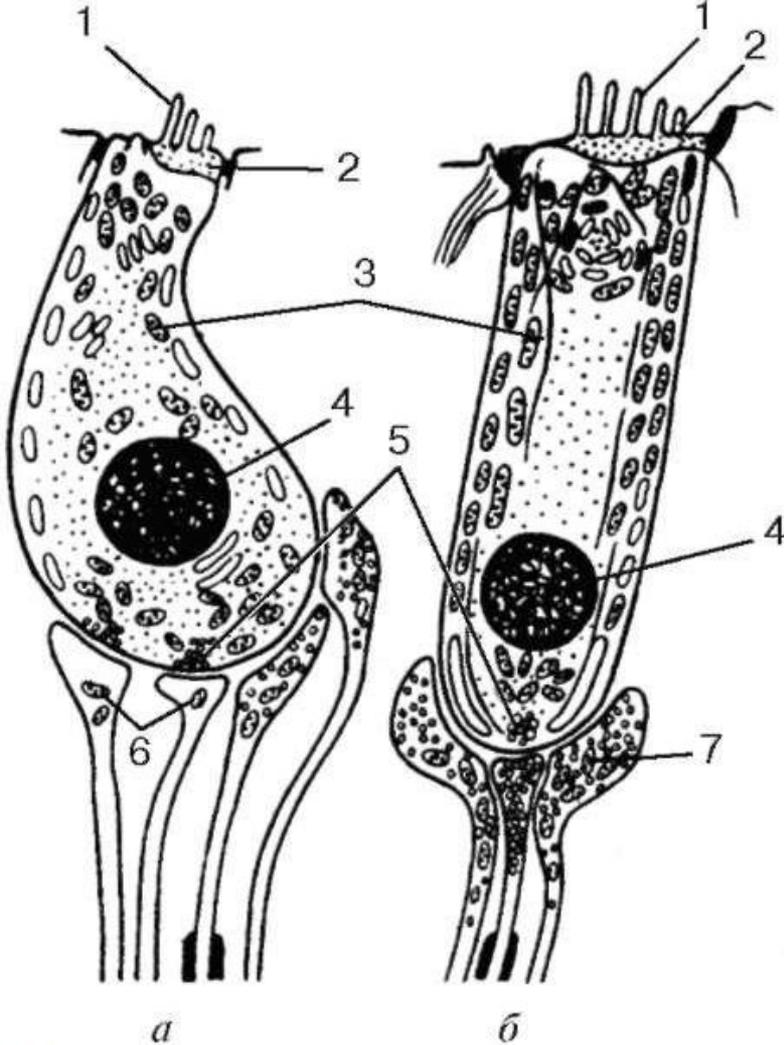
# Сенсорные волосковые эпителиоциты

- I. **Наружные** – цилиндрической формы, расположены в 3-5 рядов, количество 12-20 тысяч.
- II. **Внутренние** – кувшинообразные, расположены в 1 ряд, количество  $\approx$  3500.

НВК значительно чувствительнее к звукам **большой интенсивности**, чем внутренние.

## Раздражение:

- **Высокие звуки** – волосковые клетки в нижних завитках улитки.
- **Низкие звуки** – волосковые клетки вершины улитки.



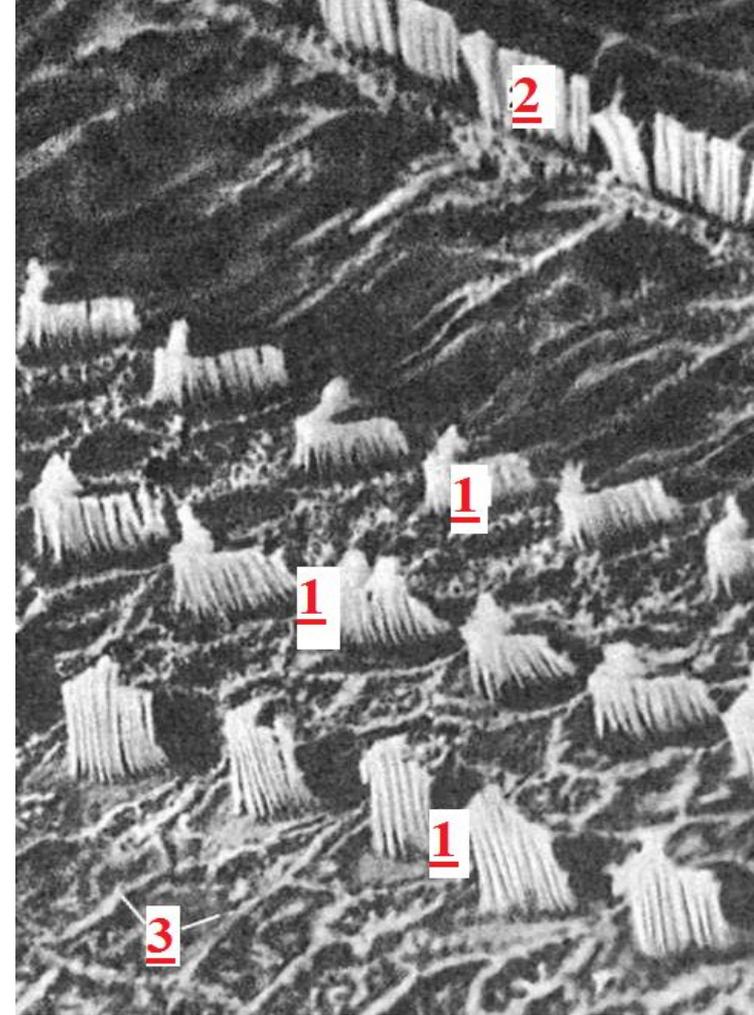
Ультраструктурная организация внутренних (а) и наружных (б) волосковых клеток (схема):

- 1-волоски
- 2-кутикула
- 3-митохондрии
- 4-ядра
- 5-синаптические пузырьки в цитоплазме
- 6-светлые нервные окончания
- 7-темные нервные окончания

НВК	Характеристики	ВВК
<p>Во вдавлениях поддерживающих <b><u>наружных фаланговых эпителиоцитов</u></b></p>	<p><b>Локализация</b></p>	<p>На поверхности поддерживающих <b><u>внутренних фаланговых эпителиоцитов</u></b></p>
<p><b><u>100-300</u></b></p>	<p>На апикальной поверхности имеют <b><i>кутикулярную пластинку</i></b> (у НВК формы «V»), содержащей микроворсинки – <b>стереоцилии</b></p>	<p><b><u>30-60</u></b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Актиновые и миозиновые миофиламенты</li> <li>•аЭПС</li> <li>•Элементы цитоскелета</li> <li>•Окислительные ферменты</li> <li>•Большой запас гликогена</li> </ul>	<p><b>Органеллы и включения</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Митохондрии</li> <li>•гЭПС</li> <li>•аЭПС</li> <li>•Актиновые и миозиновые миофиламенты</li> </ul>
<p><b><u>Эфферентными нервными волокнами</u></b></p>	<p><b>Иннервация</b> (преимущественно)</p>	<p><b>Афферентными нервными волокнами</b></p>

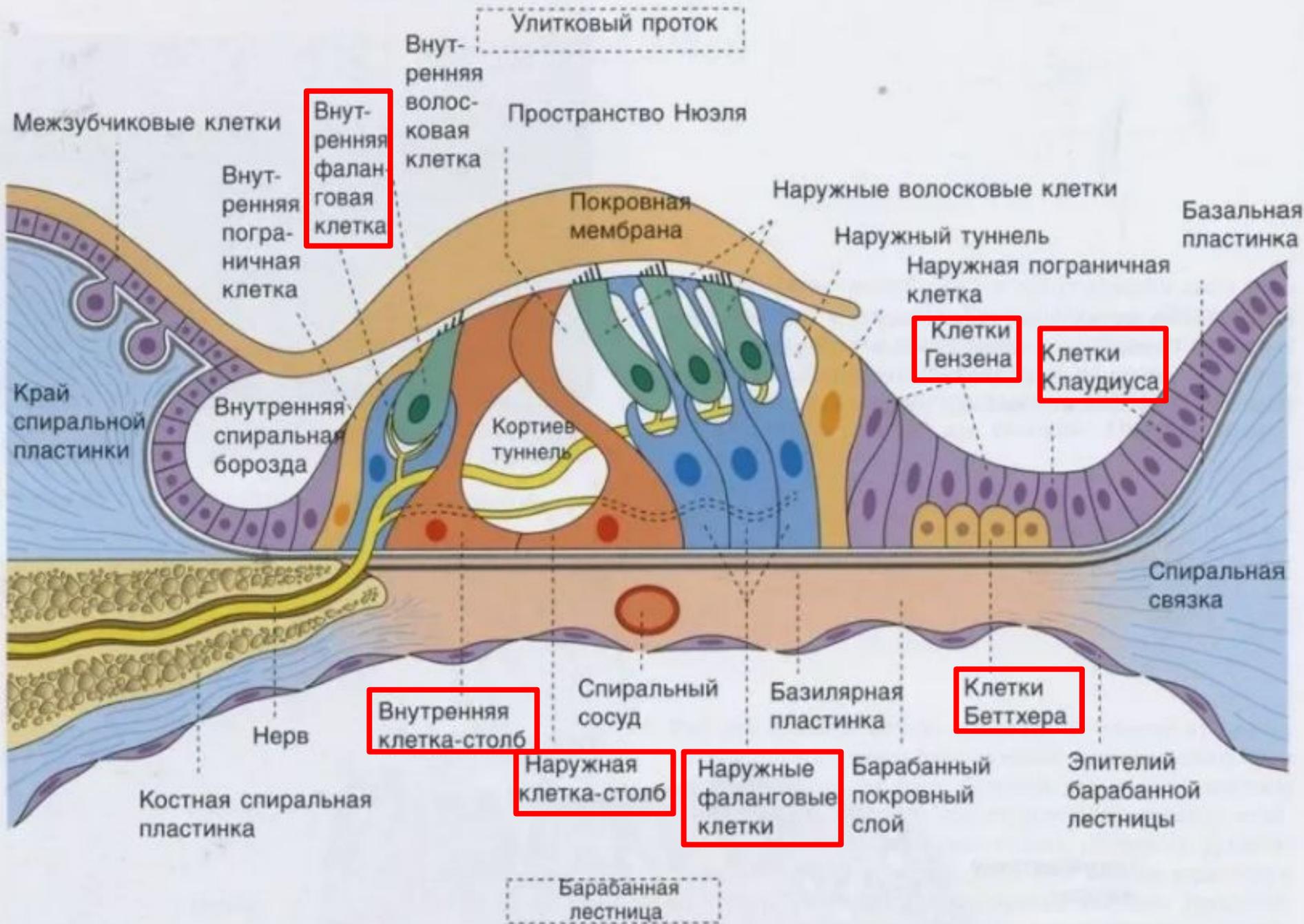
# Поддерживающие эпителиоциты

- Непосредственно располагаются на базальной мембране.
- В цитоплазме содержатся тонофибриллы (специальные органеллы толщиной 10-12 нм, образованные кератином и выполняющие опорную функцию за счёт участия в построении цитоскелета клеток).



Наружняя поверхность клеток спирального органа. Сканирующая электронная микрофотография, увеличение 2500 (препарат К. Койчева):

- 1-наружные волосковые клетки
- 2-внутренние волосковые клетки
- 3-границы поддерживающих эпителиоцитов



Внутренняя фаланговая клетка

Клетки Гензена

Клетки Клаудиуса

Внутренняя клетка-столб

Наружная клетка-столб

Наружные фаланговые клетки

Клетки Беттхера

# Поддерживающие эпителиоциты

**Клетки-столбы** – внутренние и наружные.

**Базальные концы расширены** (лежат ядра), а **апикальные - сужены**.

Расположены **на базилярной мембране в 2 ряда**.

Апикальными концами соединяются друг с другом под углом, **образуя туннель, заполненный эндолимфой**.

**Клетки-фаланги** – внутренние ( в 1 ряд) и наружные (клетки Дейтерса – лежат в 3 ряда):

Расположены **на базилярной мембране по бокам от клеток-столбов**.

**Апикальные концы** имеют **чашеобразные углубления** для волосковых клеток. Дополнительно каждая образует тонкий длинный отросток - **фалангу**,

# Поддерживающие эпителиоциты

Клетки Гензена – неправильной формы, образуют 4-5 рядов, в цитоплазме много гликогена. Осуществляют трофику волосковых клеток, расположены около НФК.

Клетки Клаудиуса - крупные клетки со светлой цитоплазмой, граничат с сосудистой полоской и всасывают эндолимфу.

Клетки Беттхера - мелкие с базофильной цитоплазмой, расположены непосредственно на базальной мембране под клетками Гензена – малодифференцированные камбиальные клетки.

# Спиральный (Кортиев) орган

Наружные волосковые  
клетки

Внутренние волосковые  
клетки

Пограничные клетки Гензена

Поддерживающие  
клетки Клаудиуса

Туннель

Покровная мембрана

Лимб

Базиллярная  
мембрана

Спиральный  
ганглий

Наружные и внутренние  
клетки - столбы

Поддерживающие  
клетки Беттхера  
(малодифференцированные)

Наружные  
фаланговые  
клетки Дейтерса

Внутренние  
фаланговые  
клетки

Внутренние  
поддерживающие  
клетки



# Орган равновесия и его основные морфофункциональные особенности

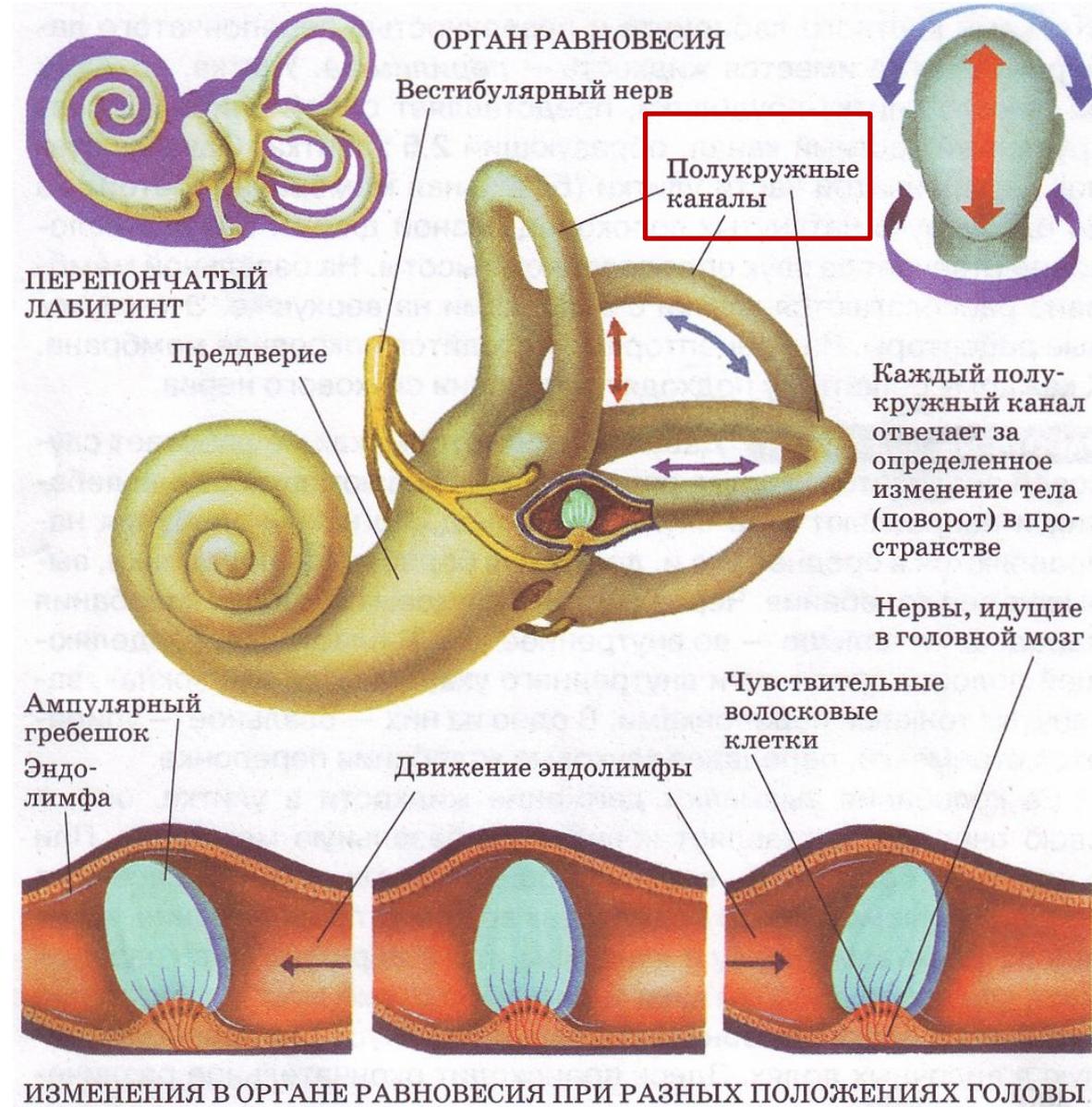
- В перепончатом лабиринте внутреннего уха;

- **Состав:**

- **мешочек**  
(sacculus)

- **эллиптически**  
**й пузырьёк**  
**маточки**  
(utricle)

- **3**



## Вестибулярный орган



- «ПК-ампула-маточка»
- «Мешочек-канал улитки»

# Рецепторные участки

Ампула

Мешочек и  
маточка

Гребешки/крист  
ы

Пятна/макулы

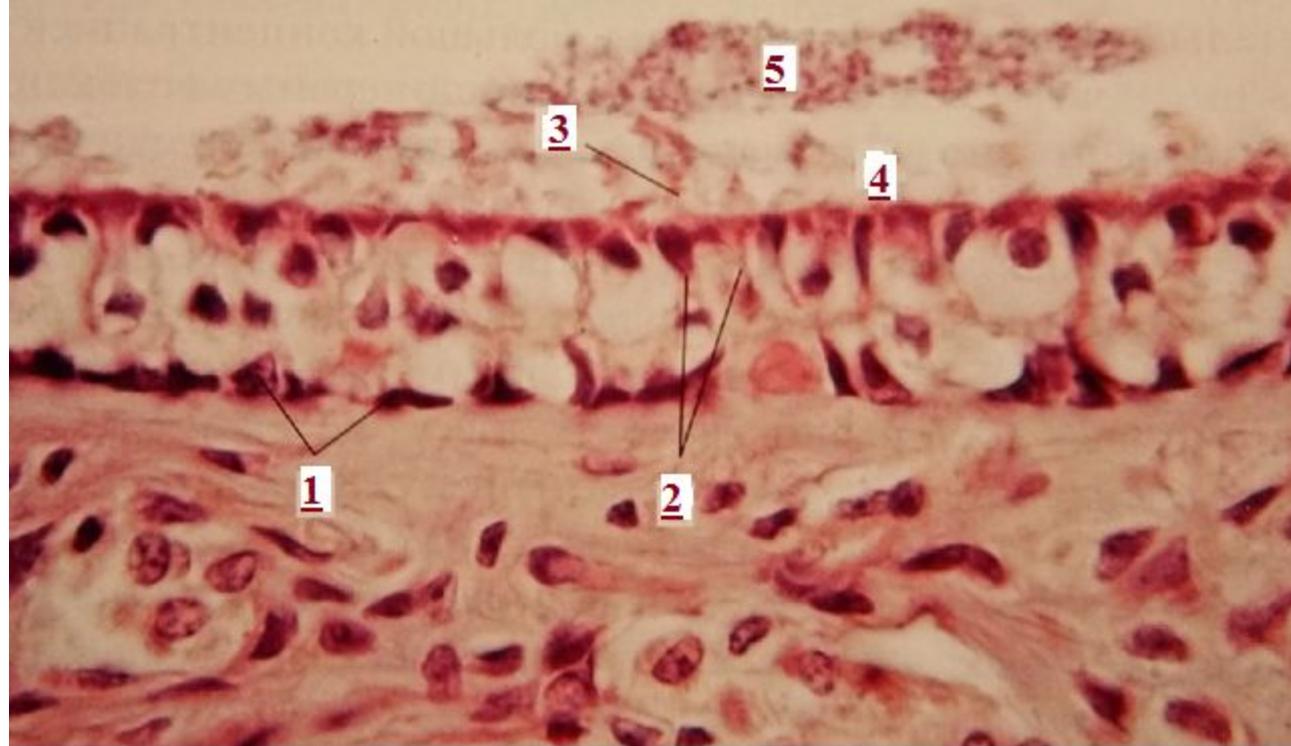


ОСОБОЕ СТРОЕНИЕ  
ЭПИТЕЛИЯ

# Макула

Эпителий:

- 7000-9000 сенсорных волосковых эпителиоцитов
- Опорные клетки



Микрофотография макулы:

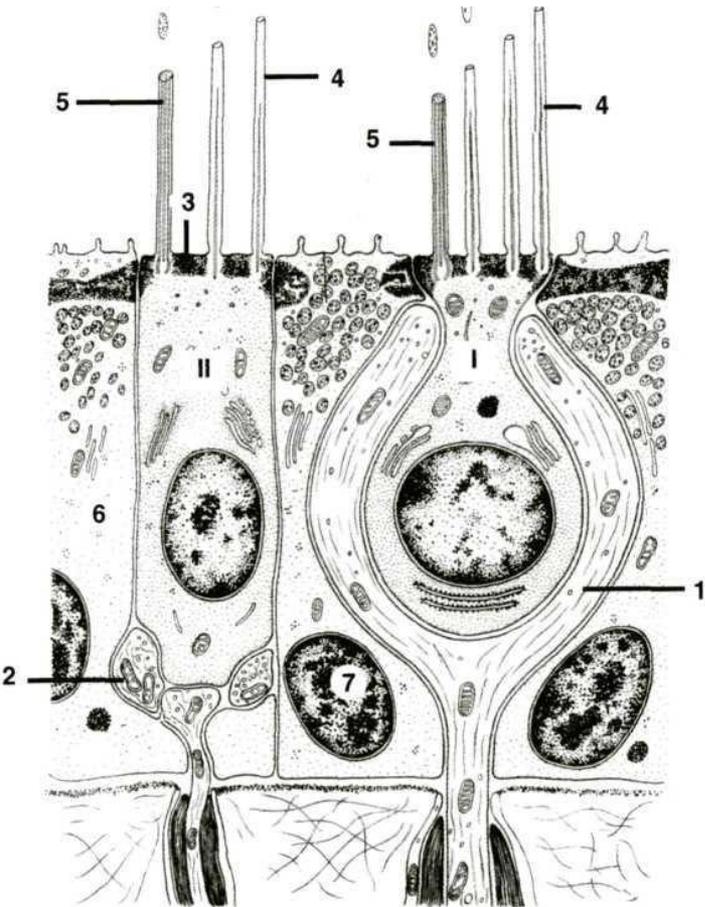
- 1-поддерживающие эпителиоциты
- 2-волосковые (сенсоэпителиальные) клетки
- 3-волоски
- 4-студенистая отолитовая мембрана
- 5-отолиты



**Кристаллы CaCO<sub>3</sub>**

**«Вмонтированы» в 4**

# 2 вида ВОЛОСКОВЫХ КЛЕТОК:



## I. Грушевидные:

- Широкое основание и узкая апикальная часть
- На АП есть кутикула с 60-80 неподвижными волосками (стереоцилиями) и 1 подвижный волосок – киноцилия – эксцентрично расположенная ресничка.
- Самые длинные ст. вблизи кин.

# Касательно грушевидных клеток...



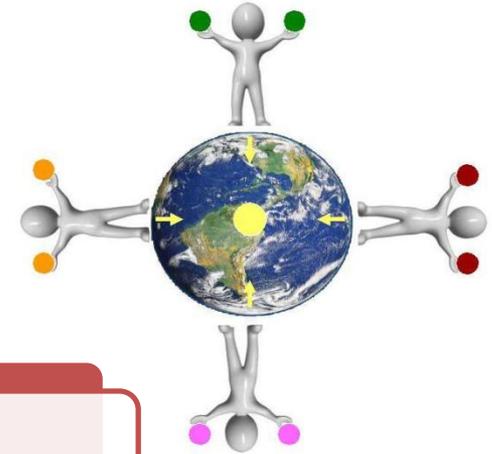
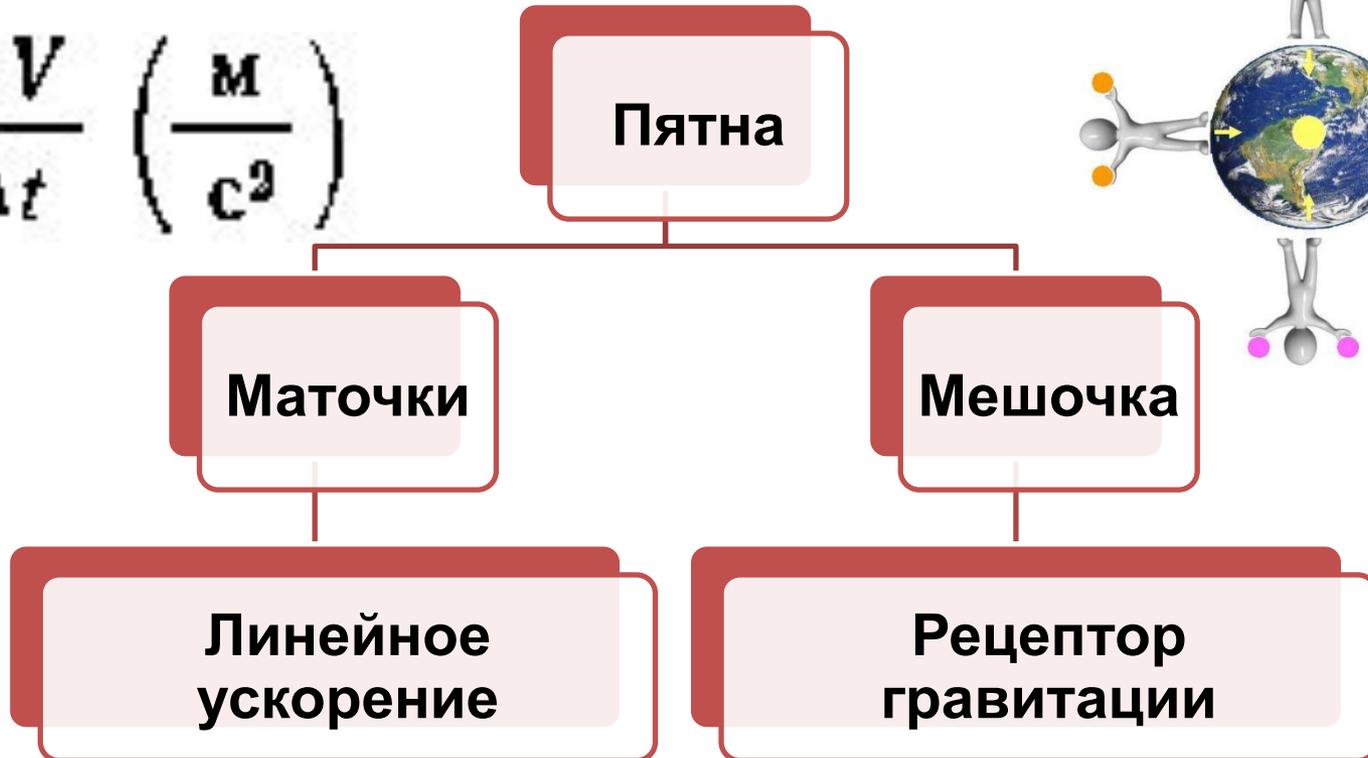
## II. Цилиндрические:

- Призматическая форма
- В остальном строение схоже с грушевидными клетками

## • Опорные клетки:

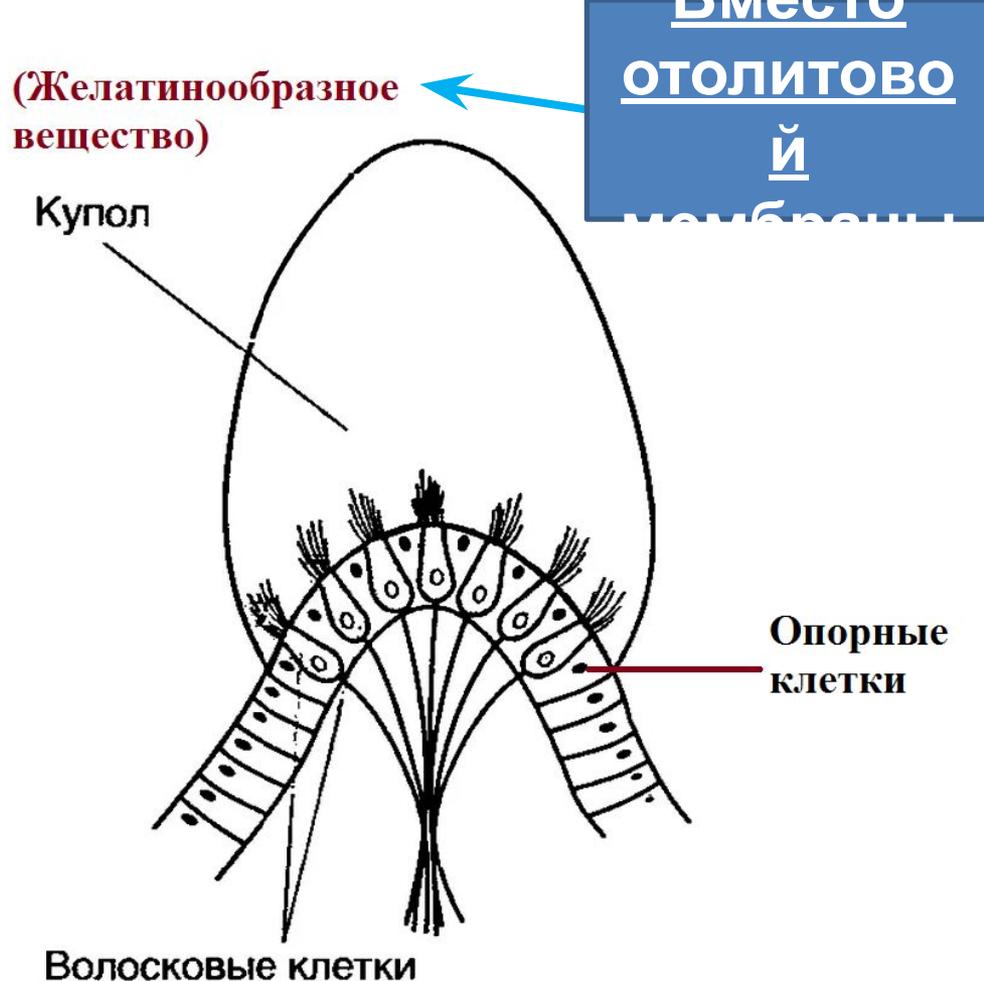
- 1) Призматическая форма
- 2) Много микроворсинок на АП
- 3) Голокриновая секреция компонентов отолитовой мембраны и поддержка рецепторных клеток
- 4) Поддержка рецепторных клеток

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \left( \frac{m}{c^2} \right)$$



# Гребешки (в ампулах ПК)

- Рецепторные волосковые клетки (15-17 тысяч).
- Опорные клетки



## □ Купол:

А. Продукт голокриновый секрети опорных клеток

В. Не содержит отолитов

С. Погружены киноципии и стереоципии

# Возрастные изменения

1) Очаги оссификации в области овального окна костного лабиринта, распространяющиеся на подкожную пластинку стремечка.



Ухо молодого человека

Утолщенная барабанная перепонка



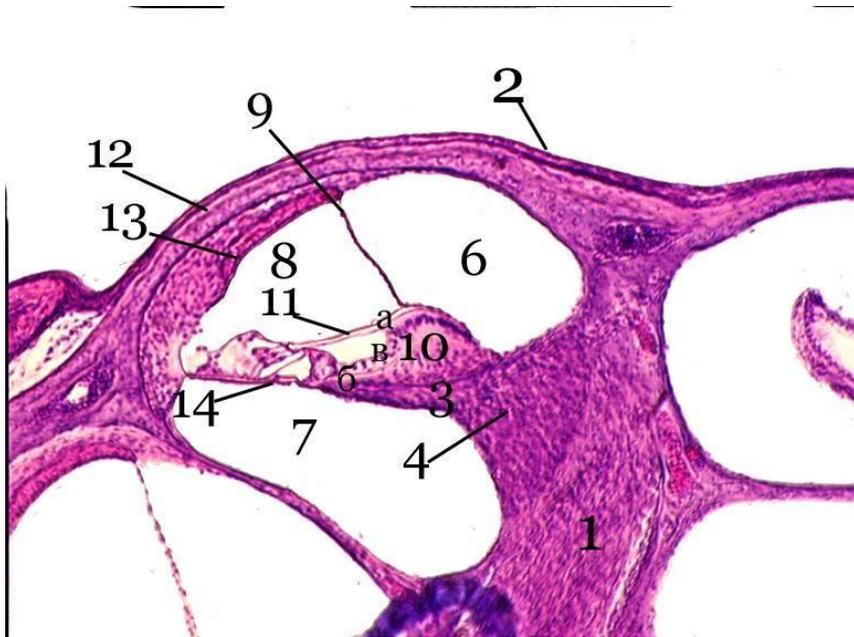
Ухо пожилого человека

2) Необратимое поражение нейронов сенсорного аппарата.

# Протокол №3

- **Название препарата:** Кортиев орган (продольный срез головы эмбриона мыши через улитку внутреннего уха)
- **Окраска:** гематоксилин-эозин
- **Принцип строения:** не определен.

# На малом увеличении



1. Костный стержень.
  2. Костный лабиринт.
  3. Спиральная пластинка.
  4. Спиральный ганглий (чувствительные биполярные нейроны)
  5. Нервные волокна улиткового нерва (аксоны чувствительных биполярных нейронов).
  6. Вестибулярная лестница.
  7. Барабанная лестница.
  8. Улитковый канал:
  9. Верхнемедиальная стенка улиткового канала: Вестибулярная мембрана.
  10. Спиральный гребешок – лимб  
а) вестибулярная губа  
б) тимпанальная губа  
в) вырезка
  11. Покровная (кортиевая) мембрана.
- Латеральная стенка улиткового канала:
12. Спиральная связка – утолщение надкостницы.
  13. Сосудистая полоска (многослойный эпителий с кровеносными сосудами) – участвует в обмене эндолимфы.
  14. базилярная мембрана – нижняя стенка улиткового канала.
- Ганглии.

# На большом увеличении:

## I. Опорные клетки:

1. Клетки столбы (внутренние и наружные).
2. Туннель.
3. Клетки – фаланги:  
а) внутренние,  
б) наружные – Кл. Дейтерса (3 ряда).
4. Клетки Гензена – богаты гликогеном трофическая функция.
5. Клетки Беттхера.
6. Клетки Клаудиуса (по некоторым данным всасывают эндолимфу)

## II. Волосковые сенсоэпителиальные клетки

Внутренние (1 ряд)

Наружные (3 ряда)

Кроме того, на данном препарате  
часто можно видеть:

Красный костный мозг.

Скелетную мышечную ткань.

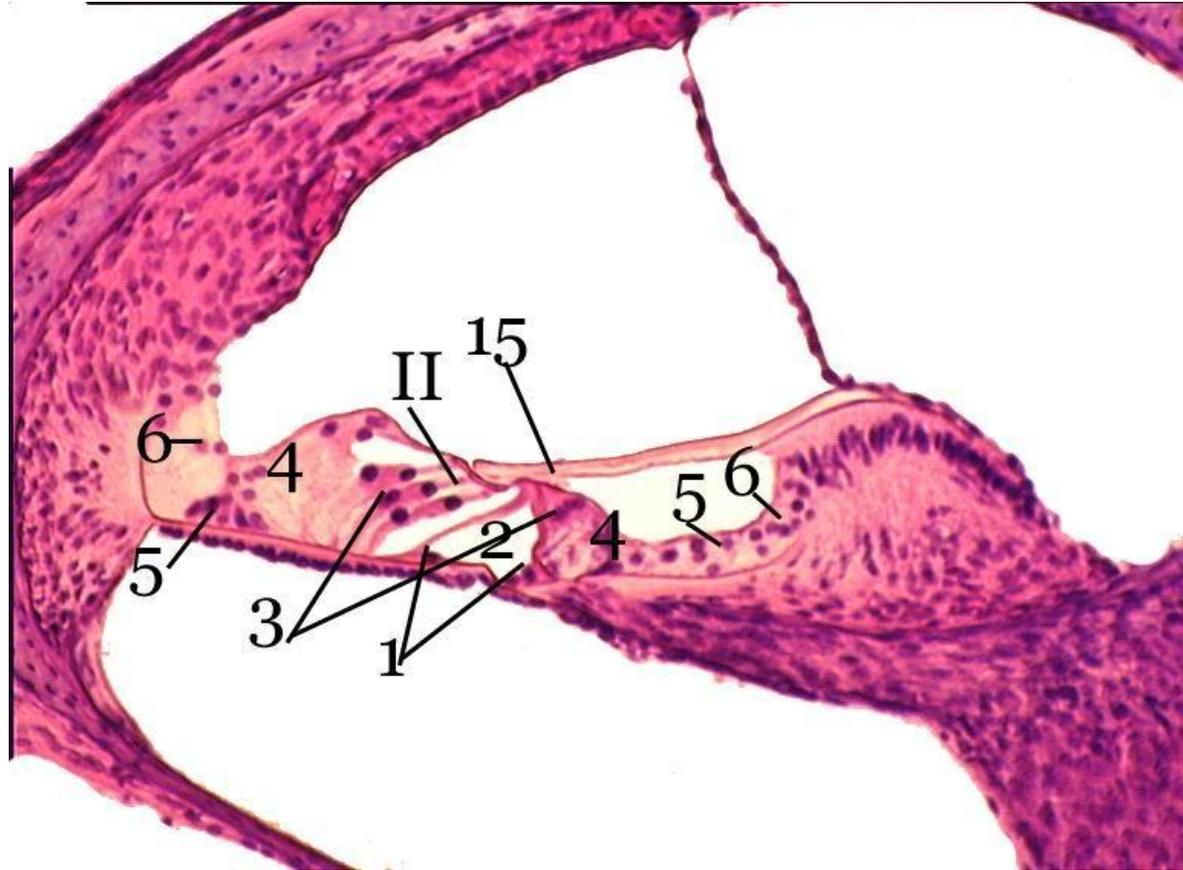
Бурую и белую жировую ткань.

Закладки зубов.

Орган зрения.

Слезная железа.

Мозжечок.



# Заключение

**«Ex ungue leonem pingere»**

