

# Зрительный анализатор

# Функции зрительного анализатора

- 1) кодирование длины волны и интенсивности света.
- 2) восприятие формы предмета.
- 3) ясное видение за счет работы аккомодационного аппарата.

- 4) зрачок обеспечивает глубину резкости.
- 5) адаптацию к различной освещенности.

# Характеристика светового раздражителя

- **Свет** – это электромагнитные колебания, характеризуются частотой, длиной волны, интенсивностью.
- **Частота** колебаний видимой части спектра 10 – 15 Гц.
- **Длина волны в нм** - расстояние, которое проходит свет за время, необходимое для одного колебания.

- Видимая часть спектра находится в диапазоне 400 – 700 нм.
- Спектральные компоненты с большой длиной волны кажутся красным светом,
- с меньшей длиной – сине-фиолетовыми.
- Невидимая часть спектра – инфракрасное и ультрафиолетовое излучение.

# Интенсивность

- – это яркость выражается в децибелах.
- Психологические корреляты интенсивности:
- 160 дБ – болевой порог.
- 140 дБ – солнечный свет.
- 60 дБ – экран телевизора.
- 40 – 20 дБ – различение цвета при наименьшей освещенности.

# Нейрофизиология зрения

- В сетчатке различают две нейронные сети:
- Вертикальную
- Горизонтальную



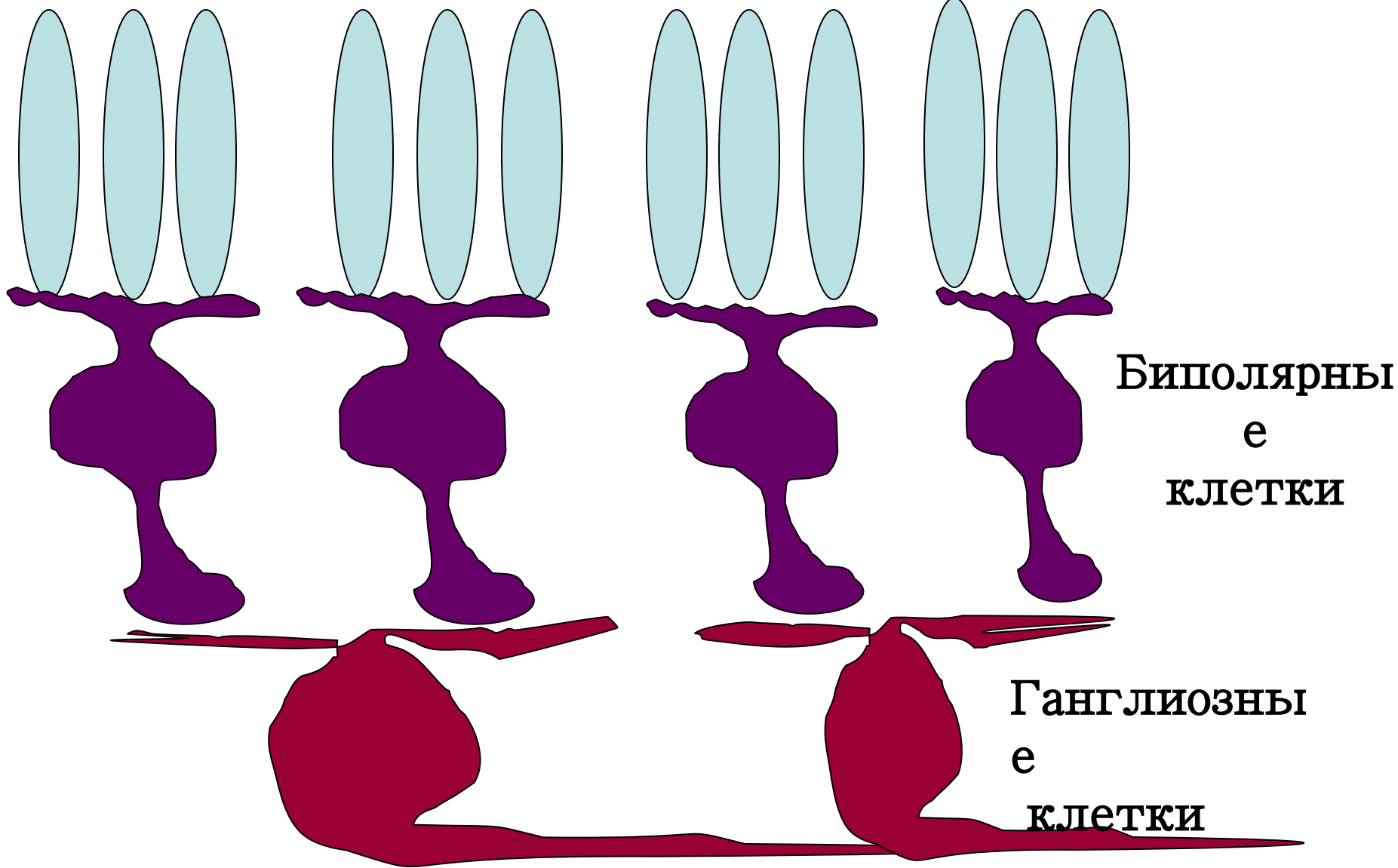
# «Вертикальная» сеть

- воспринимает информацию и передает в мозг.
- Образована:
  - 1) фоторецепторами.
  - 2) биполярными клетками.
  - 3) ганглиозными, аксоны которых образуют зрительный нерв.

Это сходящаяся воронка:

- **130 млн. фоторецепторов и 1,3 млн. волокон зрительного нерва.**
- **Т.е. имеется явление конвергенции фоторецепторов на биполярных клетках, а биполярных клеток на ганглиозных.**

фоторецепторы



# Горизонтальная нейронная сеть

- Образована:
- 1) горизонтальными клетками-
- соединяют фоторецепторы с биполярными клетками.
- Изменяют количество фоторецепторов, подключенных к биполярной клетке.
- 2) Амакриновыми клетками-
- подключают разное количество биполярных клеток к одной ганглиозной, изменяя ее рецептивное поле.

- Это тормозные нейроны.
- Ограничивают распространение зрительного возбуждения внутри сетчатки.
- Обеспечивают латеральное торможение.

- Участвует в обеспечении процессов световой и темновой адаптации, восприятия формы предмета.

- В обработке зрительной информации принимают участие верхние бугры четверохолмия,
- латеральное коленчатое тело,
- затылочная область коры.

# Роль отделов ЦНС

- **Бугры четверохолмия** управляют наведением взора, если объект появляется на периферии поля зрения.
- **Латеральное коленчатое тело** – обеспечивает восприятие контраста, света и темноты.
- **Кора.** В восприятии зрительной информации принимают участие 3 поля по Бродману: 17, 18, 19.



1) Зрительные области коры обеспечивают бинокулярную суммацию возбуждений от правого и левого глаза,

Часто сигналы от какого – либо одного глаза доминируют.

2) В затылочной доле – зрительный анализатор речи.

3) В височной области – зрительное обучение, понимание образов.

4) Окончательное понимание образов осуществляется с участием ассоциативной коры.

Периферический отдел  
зрительного анализатора

Оптическая система  
глаза.

- 1) Оптическая система глаза - сложная линзовая система, обеспечивает преломление (рефракцию) лучей.
- Формирует на сетчатке перевернутое и уменьшенное изображение.



# Представлена:

- - роговицей,
- - передней и задней камерами глаза,
- - радужной оболочкой,
- - хрусталиком,
- - стекловидным телом — это внеклеточная жидкость с коллагеном и гиалуроновой кислотой в коллоидном растворе.

# Ясное видение

- ВОЗМОЖНО В ТОМ СЛУЧАЕ,
- если изображение предмета после преломления отраженных от него лучей
- ОКАЗЫВАЕТСЯ НА СЕТЧАТКЕ.

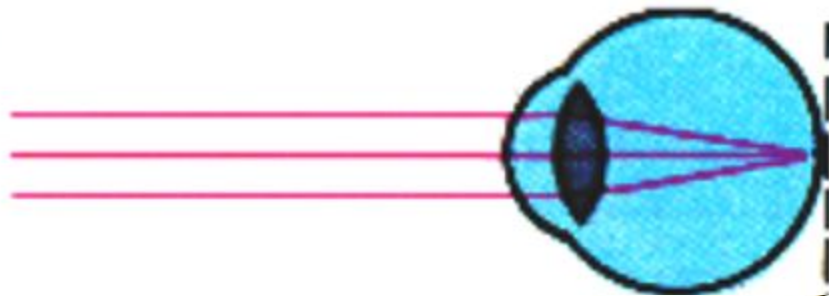
# Аномалии рефракции

1. Дальнозоркость

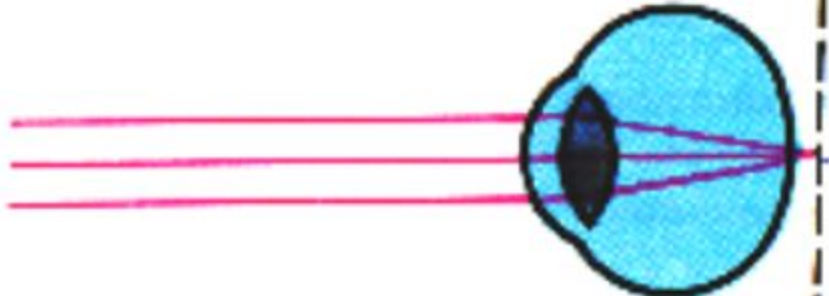
2. Близорукость

3. Астигматизм

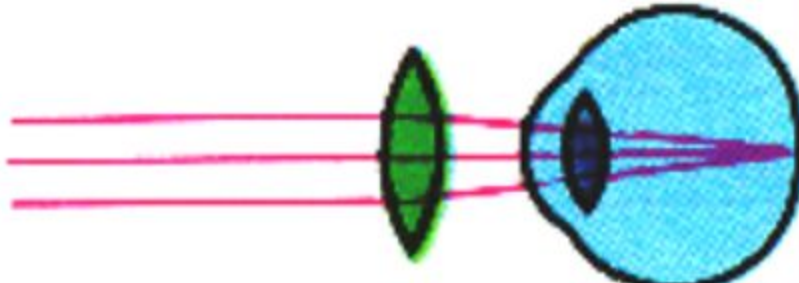
Эмметропия



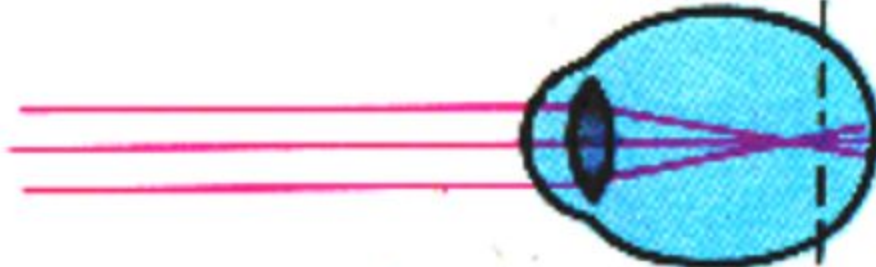
Гиперметропия  
дальнозоркость



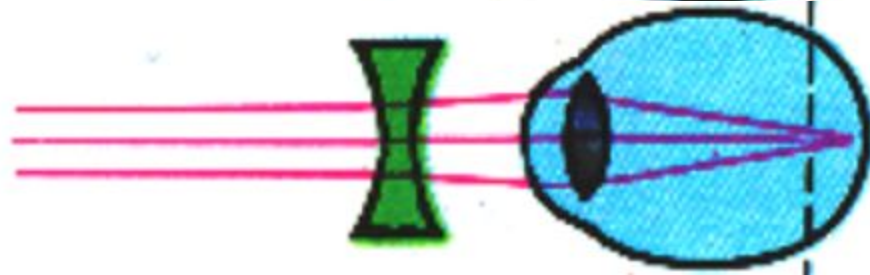
Коррекция  
гиперметропии



Миопия  
близорукость



Коррекция  
миопии





# Астигматизм

- – неодинаковое преломление лучей в разных направлениях,
- вследствие неравномерной кривизны роговицы.
- Компенсируется цилиндрическими стеклами.
- Лучше для коррекции астигматизма контактные линзы.

# Приспособление к ясному видению

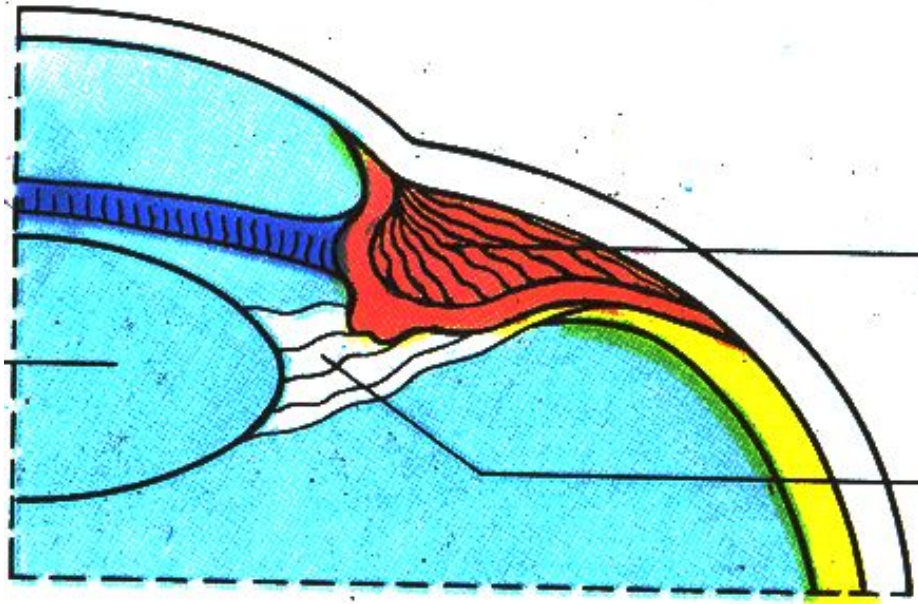
- Обеспечивает аккомодационная система глаза, меняющая преломляющую способность хрусталика.
- При рассматривании близких предметов преломляющая способность глаза = 70 Д, далеких – 59 Д.

# При рассматривании близких предметов

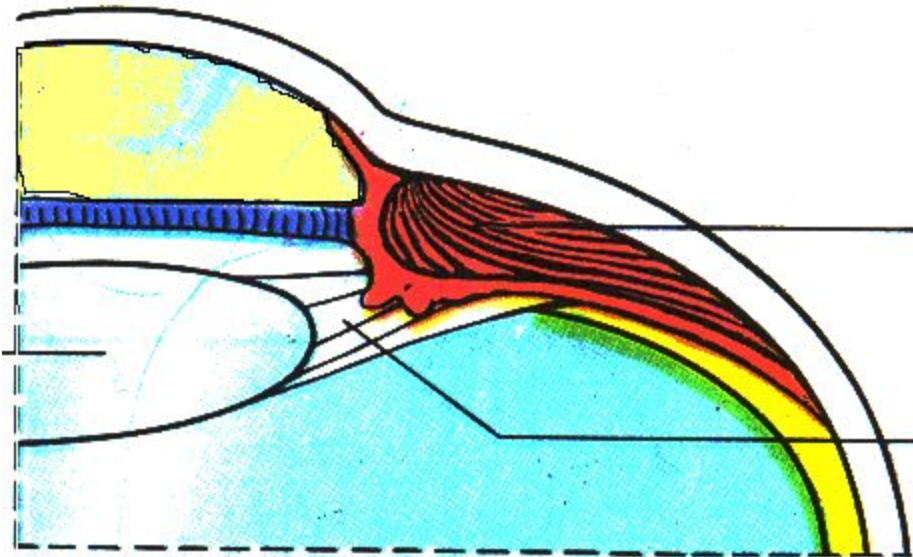
- цилиарная мышца напрягается,
- натяжение цинновых связок ослабеваает
- и капсула меньше давит на хрусталик,
- его кривизна увеличивается.

# При рассматривании далеких предметов

- цилиарная мышца расслабляется, связки натягиваются,
- капсула сжимает хрусталик
- и кривизна хрусталика уменьшается,
- Аккомодация обеспечивается III п. ЧМН.



Рассматривание  
близких  
предметов



Рассматривани  
е  
далеких  
предметов

# Роль зрачка

- Отверстие в радужной оболочке отсекает периферические лучи,
- а на сетчатку попадают центральные.
- Обеспечивает ясное видение, регулируя потока света на сетчатку.

- Зрачок меняет величину в зависимости от освещенности
- благодаря изменению тонуса мышц радужной оболочки.

- Сужение на свет  
(зрачковый рефлекс) -  
парасимпатическая реакция.
- Обеспечивается вегетативным  
ядром III п. ЧМН (ядро Якубовича).
- Блокируется атропином.



# Сетчатка глаза

- **Состоит из:**

- 1) клеток пигментного эпителия.

- 2) фоторецепторов.

- 3) 4-х слоев нейронов.

- Аксоны ганглиозных клеток образуют зрительный нерв (до перекреста).

- «Слепое пятно» - место выхода зрительного нерва.
- «Центральная ямка – желтое пятно» сетчатки.
- Здесь колбочки не загорожены другими нейронами сетчатки. Острота зрения здесь максимальна.
- При фиксировании объекта глазом его изображение попадает в центральную ямку.

Фоторецепторы

Фоторецепторы

СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫМИ

ЧЛЕНИКАМИ ПОГРУЖЕНЫ В

ПРОМЕЖУТКИ МЕЖДУ КЛЕТКАМИ

ПИГМЕНТНОГО СЛОЯ.

# Палочки

- 110 – 125 млн.
- Располагаются преимущественно на периферии сетчатки.
- Содержат пигмент родопсин.
- Обладают высокой чувствительностью.
- Являются аппаратом сумеречного зрения без различения цветов (черно – белое зрение).

# Колбочки

- (6 – 7 млн.). Обеспечивают полихроматическое зрение.
- Наиболее плотно располагаются в желтом пятне.
- 3 типа колбочек с различными пигментами:
- йодопсин – воспринимает синю – фиолетовую часть спектра.
- эритролаб – красную.
- хлоролаб – зеленую

# Теория цветового зрения

## Трехкомпонентная теория.

Впервые была предложена М.  
В.Ломоносовым, затем Юнгом и  
Гельмгольцем.

- В сетчатке глаза имеются три вида колбочек, реагирующих на красный, зеленый или сине – фиолетовый цвета.
- Всякий цвет действует на три типа колбочек в разной степени.
- В колбочках происходят фотохимические реакции,
- возникают рецепторные гиперполяризационные потенциалы.

- Комбинация сигналов от рецепторов обрабатывается в нейронных сетях, а у субъекта возникает ощущение цвета.



Цветовая слепота

Общее название –  
дальтонизм.

Им страдают 8% мужчин.

# Варианты нарушения цветовосприятия:

- Протанопия – краснослепые, синие – голубые цвета кажутся бесцветными.
- Дейтеранопия – зеленослепые. Зеленый цвет не отличают от темно-красного и голубого.

- Тританопия – не воспринимают синие и фиолетовые цвета.
- Ахромазия – черно – белое зрение.
- Аномалии цветовосприятия оценивают по полихроматическим таблицам.

# Слуховой анализатор

- Совокупность центральных и периферических структур,
- обеспечивающих восприятие, кодирование и декодирование ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ.

# Характеристика звука

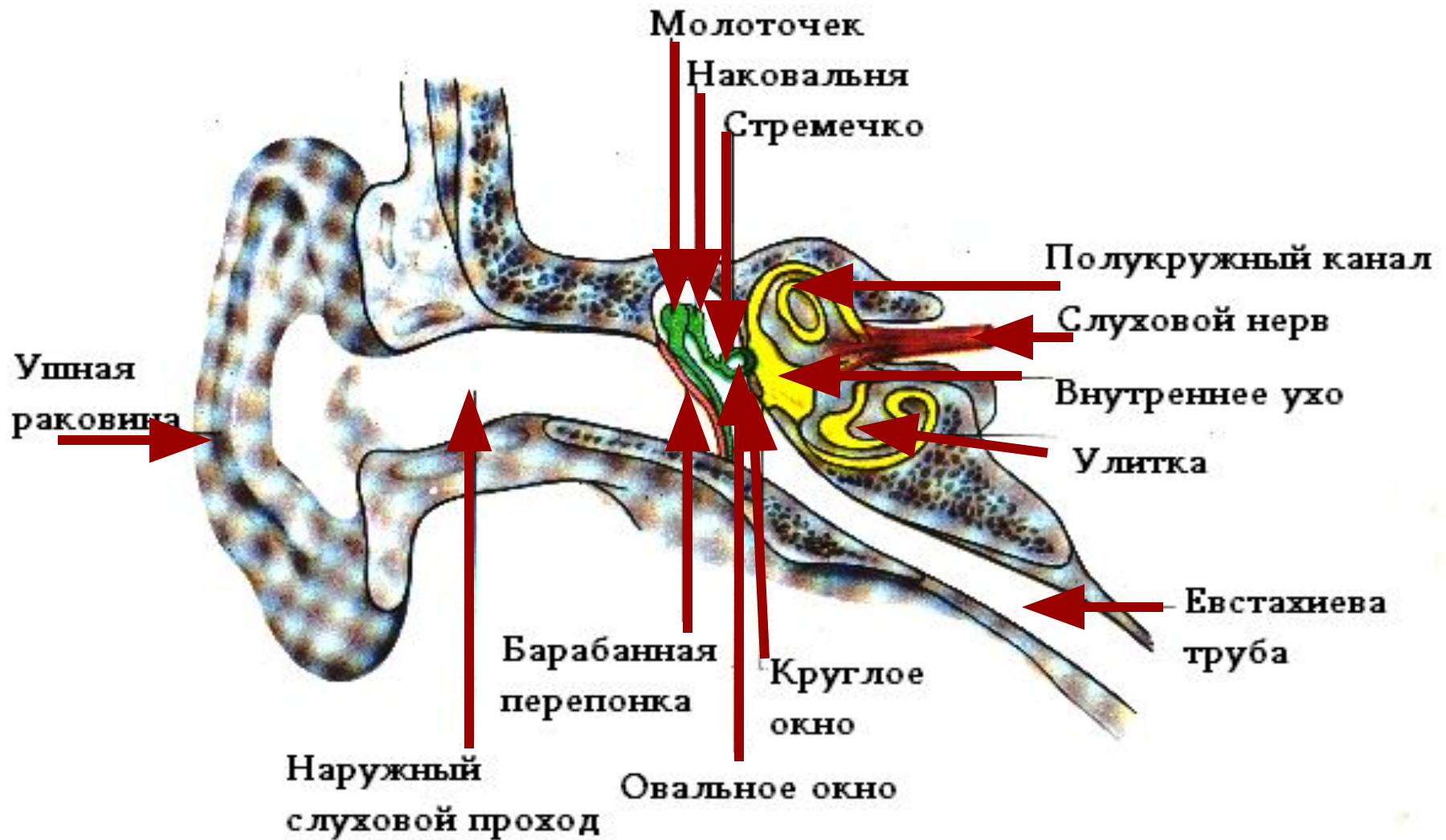
# Частота

- Это количество колебаний в секунду.
- Ухо воспринимает звуки от 16 до 20000гц.
- Психологическим коррелятом частоты звука является его высота.
- В области звуковых колебаний от 1000 до 4000 Гц ухо человека обладает максимальной чувствительностью.

# Психологические корреляты громкости звука.

- шепотная речь – 30 дБ
- разговорная речь – 40 – 60 дБ
- уличный шум – 70 дБ
- крик у уха – 110 дБ
- громкая речь – 80 дБ
- реактивный двигатель – 120 дБ
- болевой порог – 130 – 140 дБ

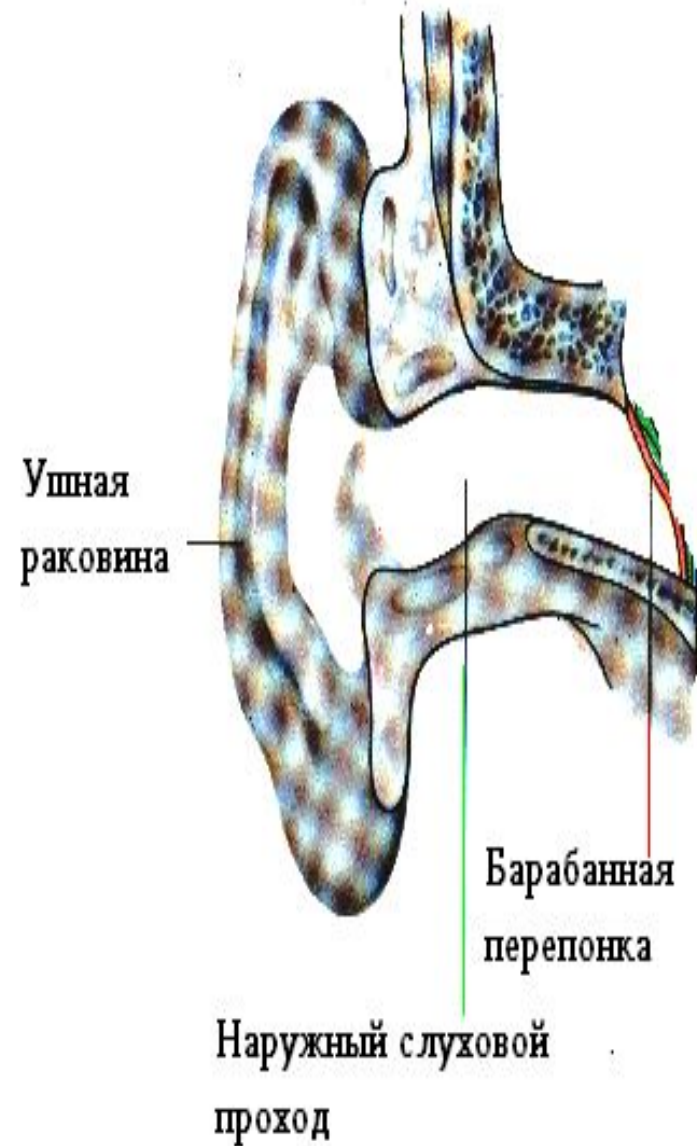
# Строение уха





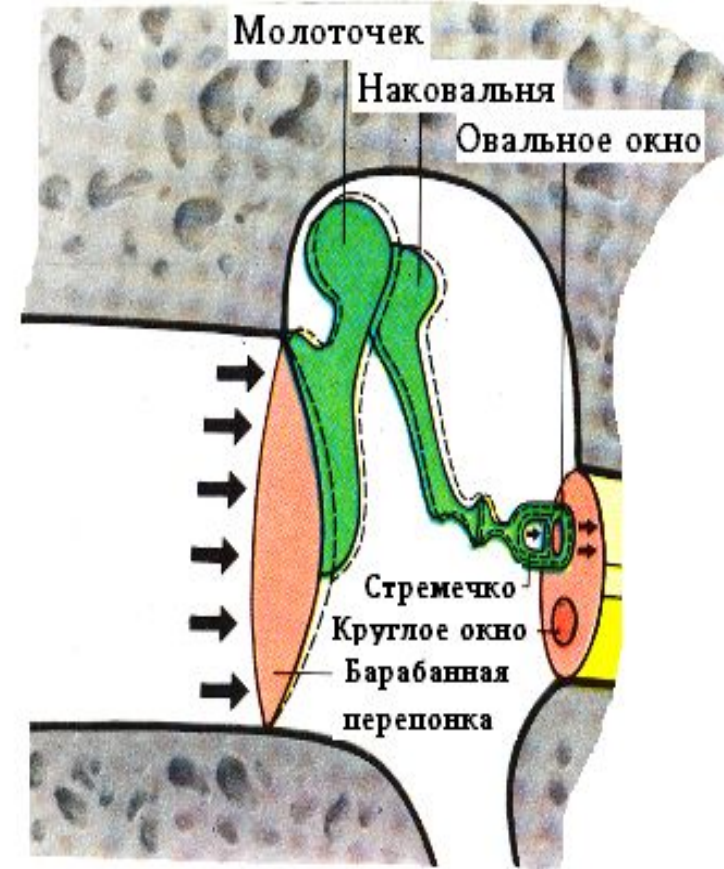
# Наружное ухо

- Ушная раковина – это улавливатель звука, резонатор.
- Барабанная перепонка воспринимает звуковое давление и передает его к косточкам среднего уха.



# Среднее ухо

- Рукоятка молоточка вплетена в барабанную перепонку.
- Последовательность передачи информации:
- БП →
- Молоточек →
- Наковальня →
- Стремечко →
- овальное окно →
- перилимфа →
- вестибулярной лестницы улитки



- Отношение поверхности стремечка и барабанной перепонки равно 1:22.
- Это обеспечивает усиление давления звуковых волн на овальное окно  $\approx$  в 22 раза и уменьшение амплитуды колебаний.

- Благодаря евстахиевой трубе,
- давление в полости среднего уха равно атмосферному.
- Это создает наиболее благоприятные условия для колебаний барабанной перепонки.

# Внутреннее ухо. Улитка

- Находится в пирамиде височной кости.
- Здесь звук переходит в жидкую среду.
- **Улитка** - костный, спиральный (2,5 витка), постепенно расширяющийся канал.
- Диаметр улитки у **основания 0,04мм**, на вершине - **0,5мм**.

- Костный канал разделен двумя мембранами: тонкой вестибулярной мембраной ( Рейснера)
- и плотной, упругой основной мембраной.
- На вершине улитки обе эти мембраны соединяются, в них имеется отверстие *helicotrema*.
- 2 мембраны делят костный канал улитки на 3 хода.



# Каналы улитки

- 1) Верхний канал вестибулярная лестница (от овального окна до вершины улитки).
- 2) Нижний канал – барабанная лестница (от круглого окна).  
Каналы сообщаются, заполнены **перилимфой** и образуют единый канал.
- 3) Средний или перепончатый канал заполнен **ЭНДОЛИМФОЙ**.

# Кортиев орган

Находится на основной мембране.

Это рецепторный аппарат слухового анализатора.

- Фонорецепторы являются механорецепторами.
- Это волосковые клетки.
- Различают внутренние и наружные. Разделены кортиевыми дугами.

# Внутренние

- располагаются в один ряд,
- их около 3500 клеток.
- Имеют 30 – 40 толстых и очень коротких волосков (4 – 5 МК).

# Наружные

- располагаются в 3 – 4 ряда,
- их 12000 – 20000 клеток.
- Имеют 65 – 120 тонких и длинных волосков.

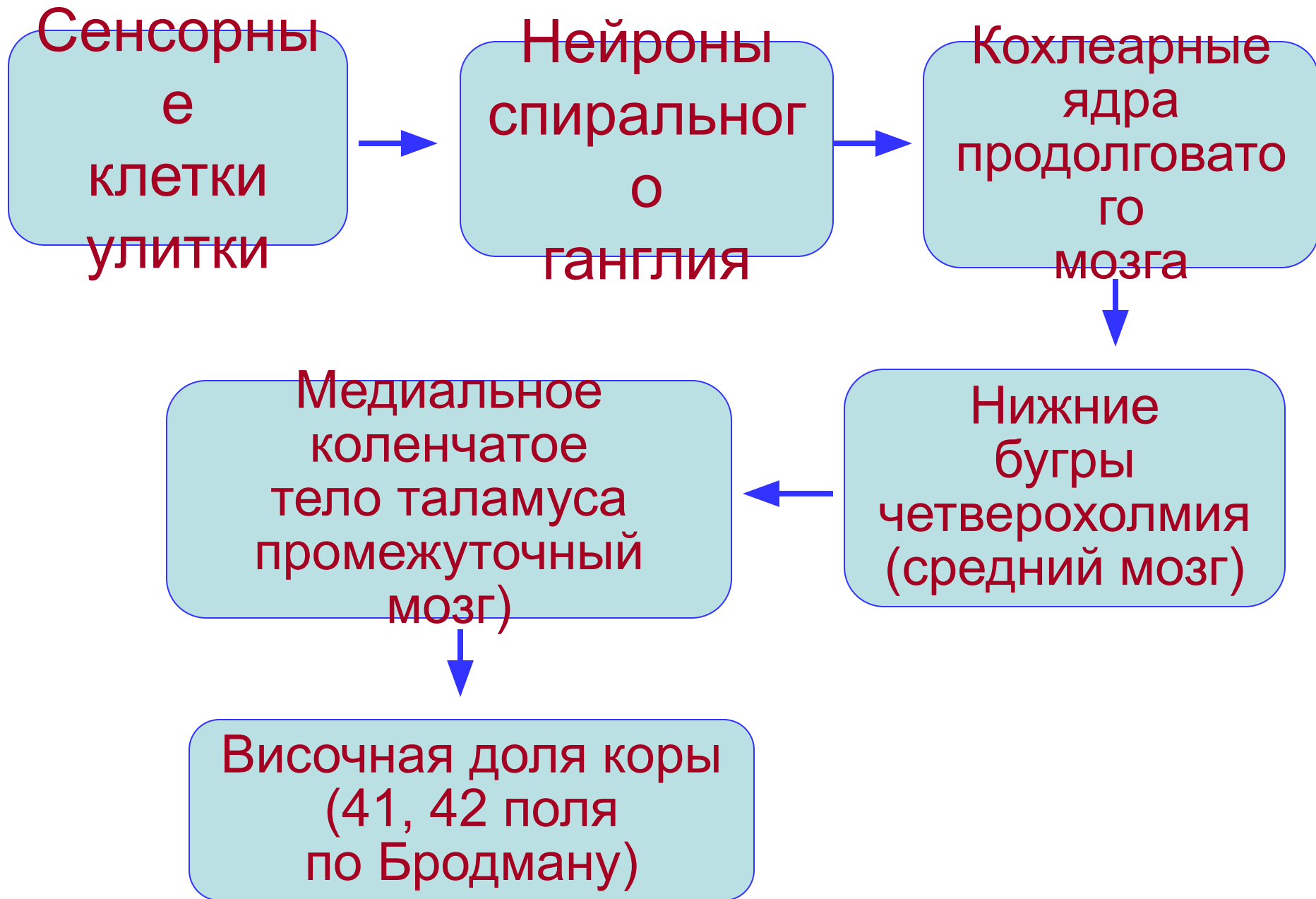
# Возбуждение фонорецепторов

- Волоски рецепторных клеток касаются текториальной мембраны
- и деформируются.



- В фонорецепторах возникает рецепторный потенциал и слуховой нерв возбуждается по схеме вторичночувствующих рецепторов.
- Слуховой нерв образован отростками нейронов спирального ганглия.

# Блок-схема слуховой системы



# **Роль различных отделов ЦНС**

- Кохлеарные ядра – первичное распознавание характеристик звуков.
- Нижние бугры четверохолмия обеспечивают первичные ориентировочные рефлексы на звук.
- Слуховая область коры обеспечивает:
  - 1) реакцию на двигающийся звук;
  - 2) выделение биологически важных звуков;
  - 3) реакцию на сложный звук, речь.

# Теория восприятия частоты звука

# Телефонная теория Резерфорда (1880г.)

- Звуковые колебания → овальное окно → перилимфа вестибулярной лестницы → через геликотрему перелимфа барабанной лестницы → колебания основной мембраны
- → возбуждение фонорецепторов

- Частоты ПД в слуховом нерве соответствуют частотам действующего на ухо звука.
- Однако это справедливо только до 1000гц.
- Более высокую частоту ПД нерв не может воспроизвести



Теория пространственного  
кодирования Бекеша.  
( Теория бегущей волны,  
теория места)

Объясняет восприятие  
звука с частотами выше  
1000 Гц

- **высокие частоты**  
воспринимаются  
рецепторами в области  
овального окна.
- **низкие частоты**—  
рецепторами в области  
верхушки улитки.

- **средние частоты** -  
средней частью  
основной мембраны.
- Эта теория  
справедлива при  
звуковых колебаниях  
выше 800 – 1000 Гц.

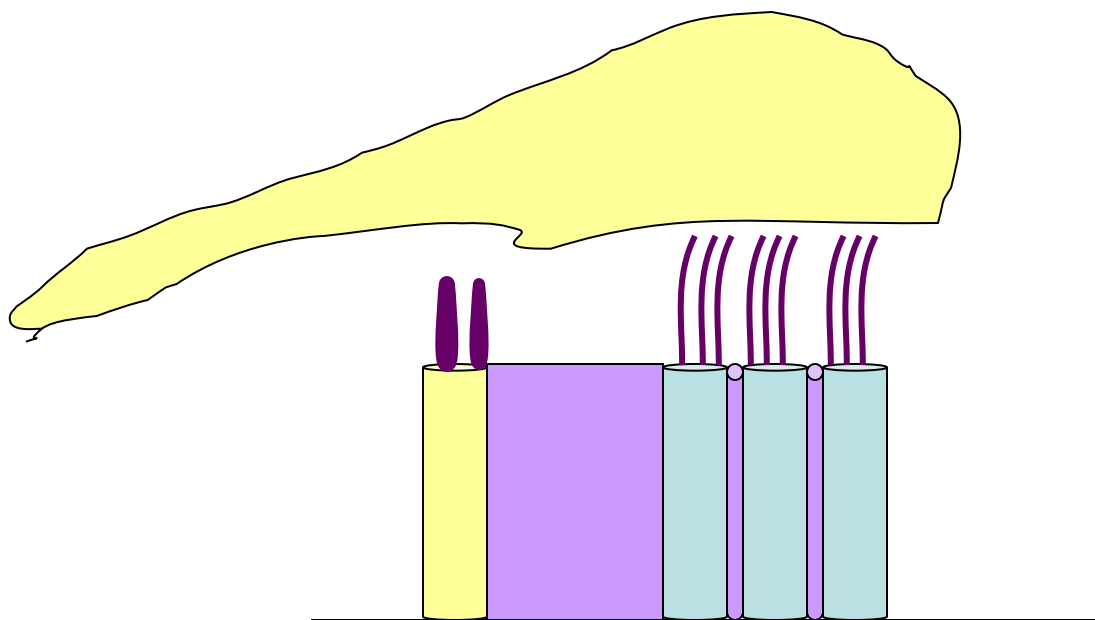
# Кодирование интенсивности звука

осуществляется путем  
раздражения внутреннего  
и наружного слоев  
рецепторных клеток  
кортиева органа.

- Наружные фонорецепторы имеют тонкие и длинные волоски и деформируются текториальной мембраной при более слабых звуках.

- Внутренние  
фонорецепторы с  
ТОЛСТЫМИ И КОРОТКИМИ  
ВОЛОСКАМИ  
возбуждаются при  
слабых звуках.

- В зависимости от интенсивности звукового раздражения имеется разное соотношение числа возбужденных внутренних и наружных фонорецепторов.



Внутренние



Наружные