

НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Лектор – дбн Марина Павловна
Чернышева

I Лекция 30.01.2020

Тема: Физиология
Сенсорных Систем

Анализатор – термин И.П. Павлова

- Анализатор включает компоненты:
- 1. Сенсорную часть (систему) = Рц
- 2. Проводящую часть – тракты
- 3. Центральную часть (собственно анализатор) – нервные центры или их совокупность, осуществляющие анализ информации, поступающей от Рц-ров.

Основные типы рецепторов:

Рецептор: функции:

- *Воспринимает* действие модально специфичного вида энергии (хим, мех, температурного и т.д) (или полимод-й Рц)
- *Преобразует* её в хим/эл энергию генераторного (рецепторного) потенциала, временные параметры которого (частота, длительность и т.д.)
- *кодируют* информации о воздействии.
- *Усиливает* сигнал о воздействии и
- *Передаёт* информацию о нем в клетку.

Классификация Рецепторов:

- 1. моно- или полимодальные
- 2. специфические или неспецифические
- 3. по типу воспринимаемого вида энергии:
 - фото-, хемоРц (в т.ч. К гормонам, НТМ, одорантам, осмоРц)
 - механо-Рц (в т.ч. барорецепторы, гравитационные, проприорецепторы); термоРц – реагируют на снижение или повышение температуры;
- 4. По локализации: Рц кожи, мышц, ЖКТ и т.д.
- Контактные или дистантные(часто+ усилитель/сенсорный орган)

Классификация Рц (продолжение)

- 5. в тканях – по структуре: свободное нервное окончание, инкапсулированный Рц (напр, тельца Паччини, тельца Меркеля)- мембраны капсул при воздействии на них выделяют Ацх или другие в-ва, которые деполяризуют окончание сенс. Нейрона, т.е. собственно Рц) и !рецепторный потенциал.
- 6. по локализации в клетке-мишени:
 - -мембранные
 - цитоплазматические
 - Ядерные (они же м.б. Транскрипционными Факторами)

Осязательные рецепторы

- **Быстро адаптирующиеся**

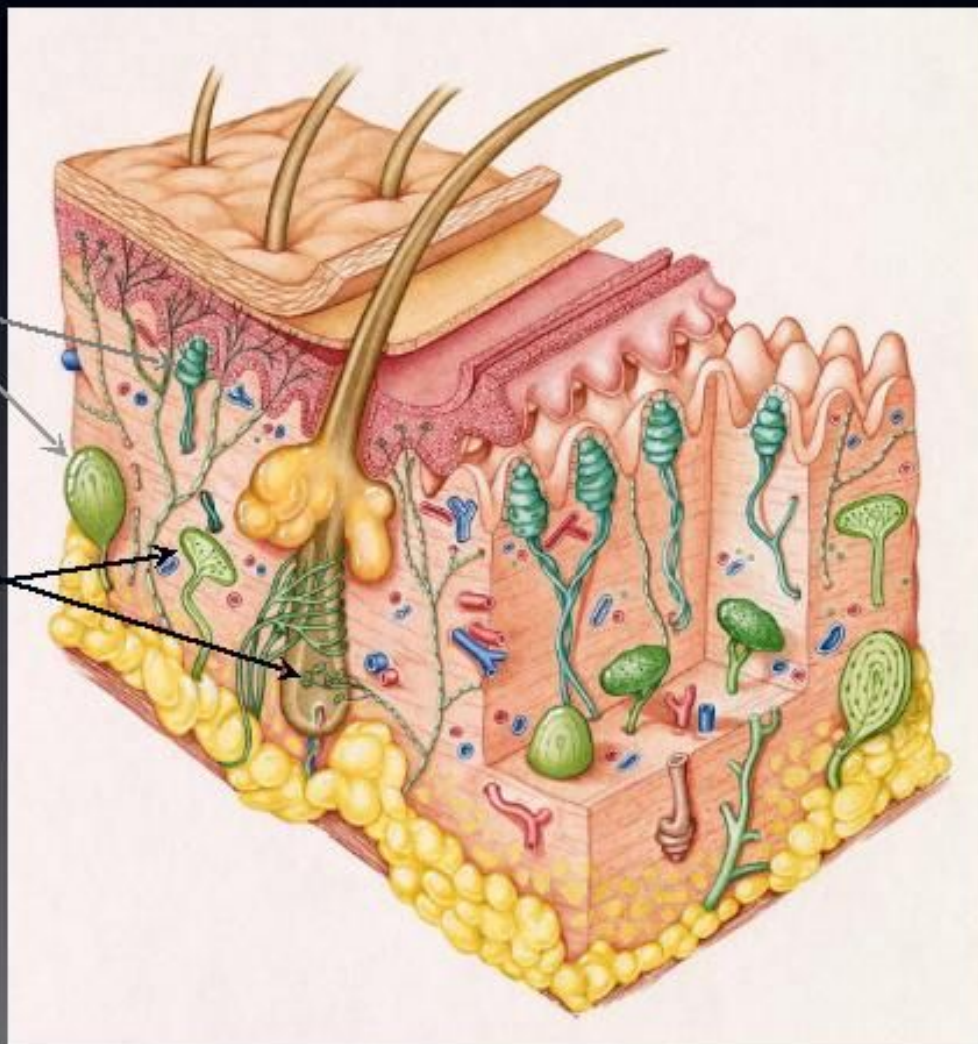
- Тельца Пачини
- Тельца Мейснера

- **Медленно адаптирующиеся**

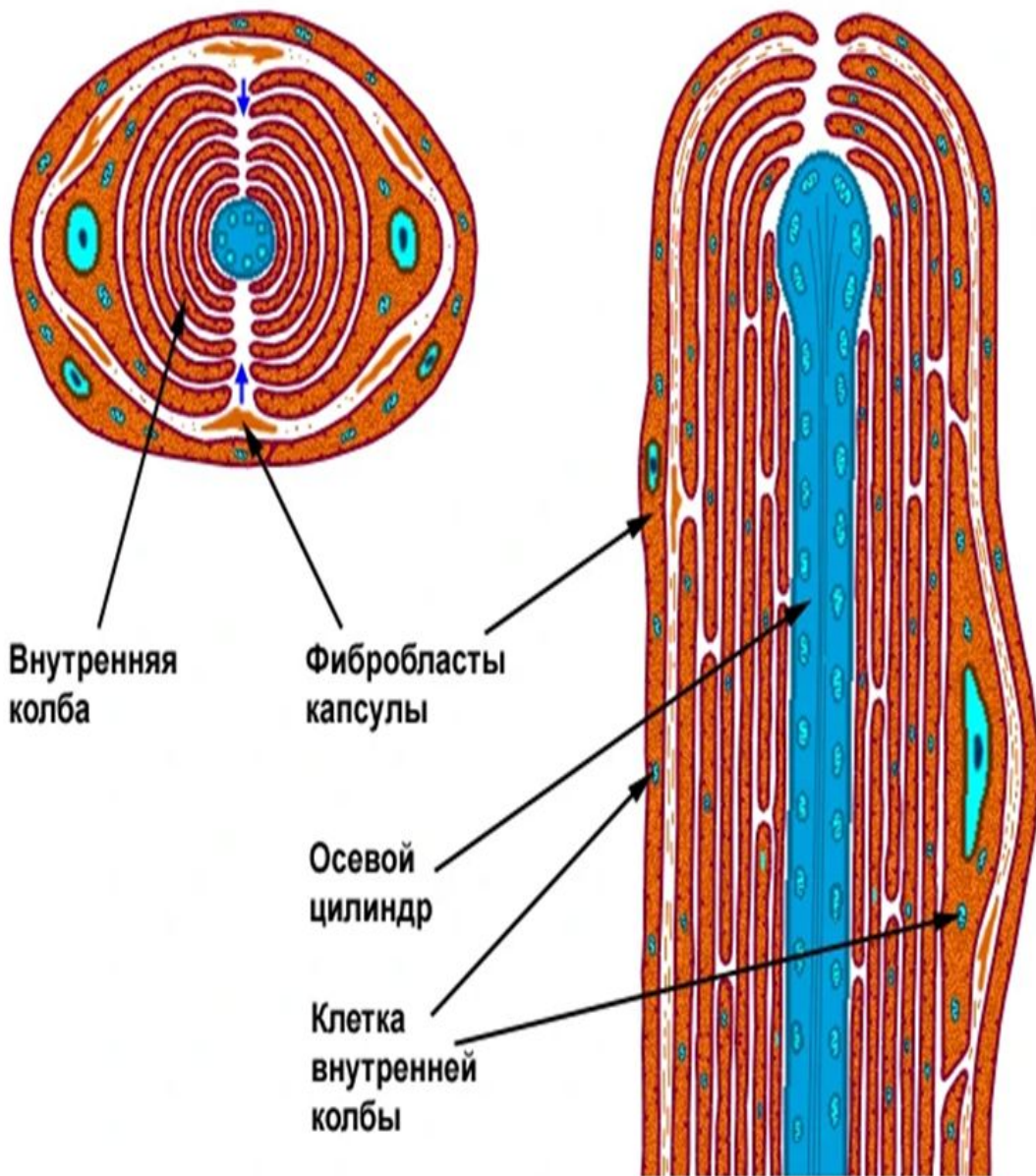
- Диски Меркеля
- Тельца Руффини

- **Средне адаптирующиеся**

- Свободные нервные окончания

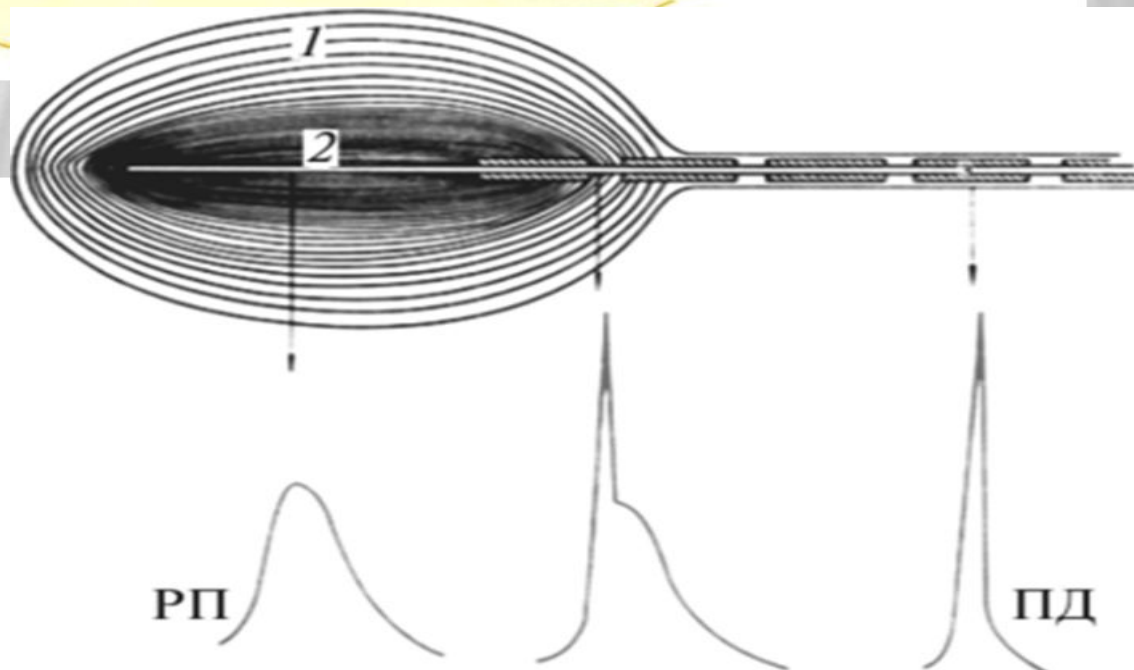


- На самом деле все осязательные рецепторы являются свободными нервными окончаниями, а реагируют на разные типы стимулов из-за различия в механических свойствах окружающих их тканей.



Тельце Фатера
Паччини

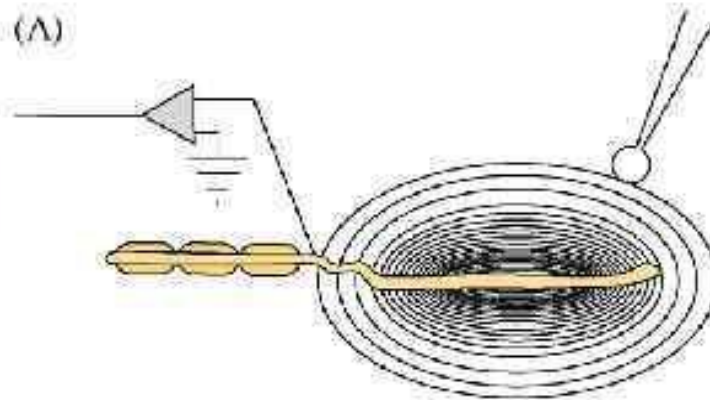
МЕХАНИЗМ РАЗВИТИЯ РЕЦЕПТОРНОГО ПОТЕНЦИАЛА В ТЕЛЬЦЕ ПАЧИНИ



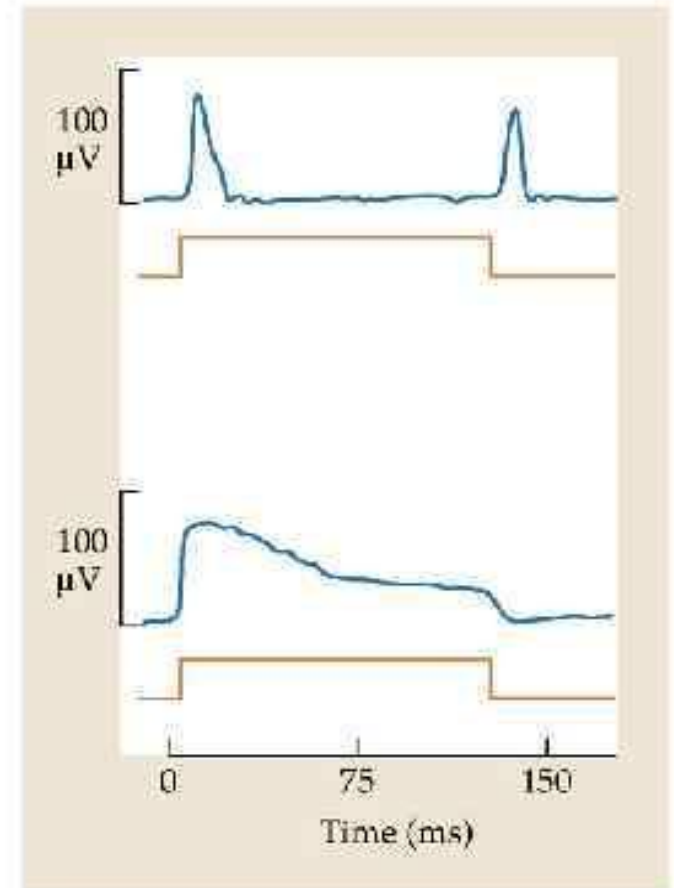
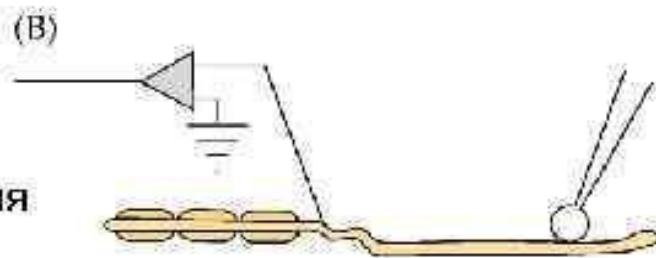
Тельце Пачини

(особо быстро адаптируется)

Быстрая
адаптация в
норме

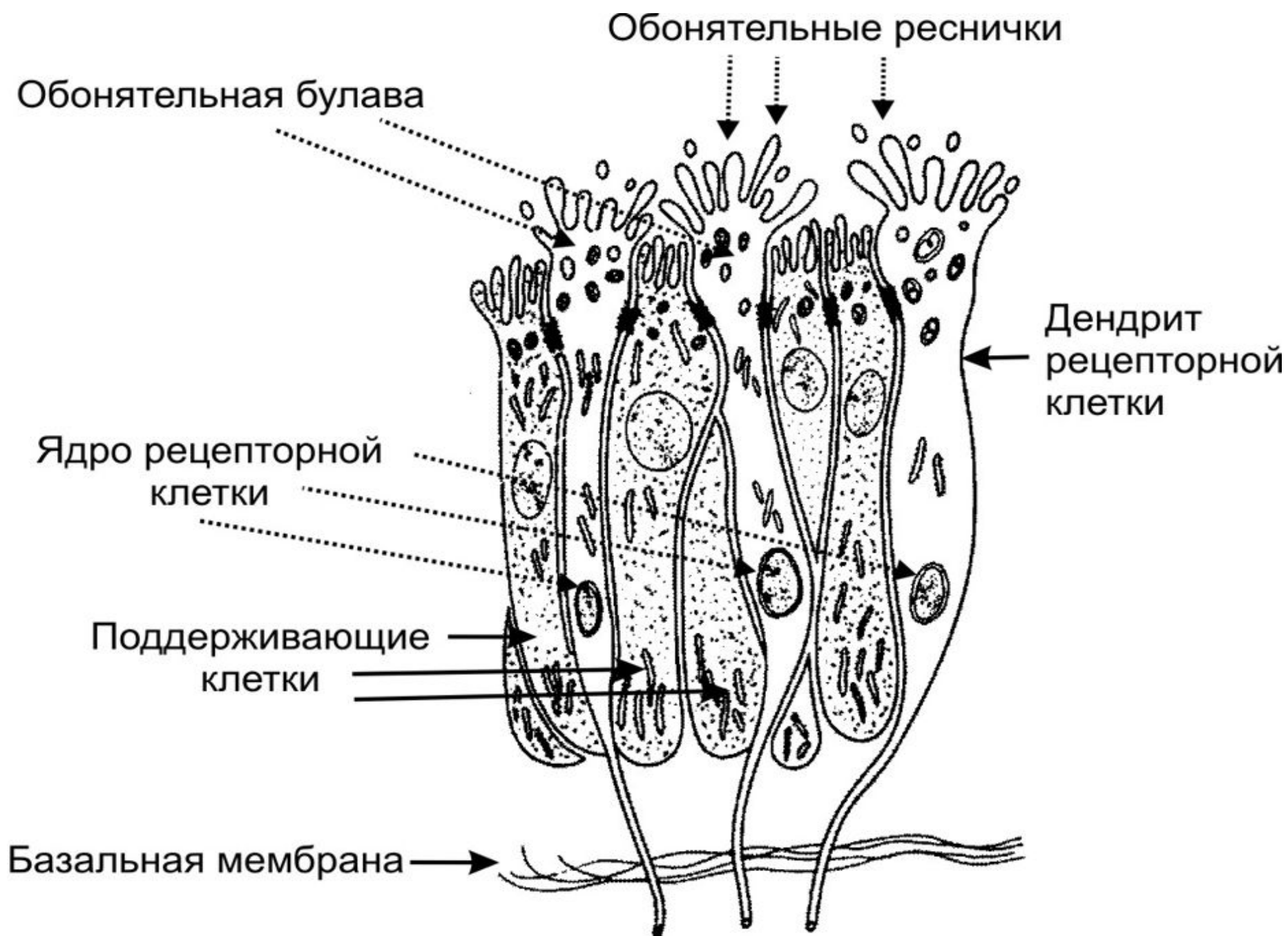


Меленная
адаптация
после удаления
капсулы



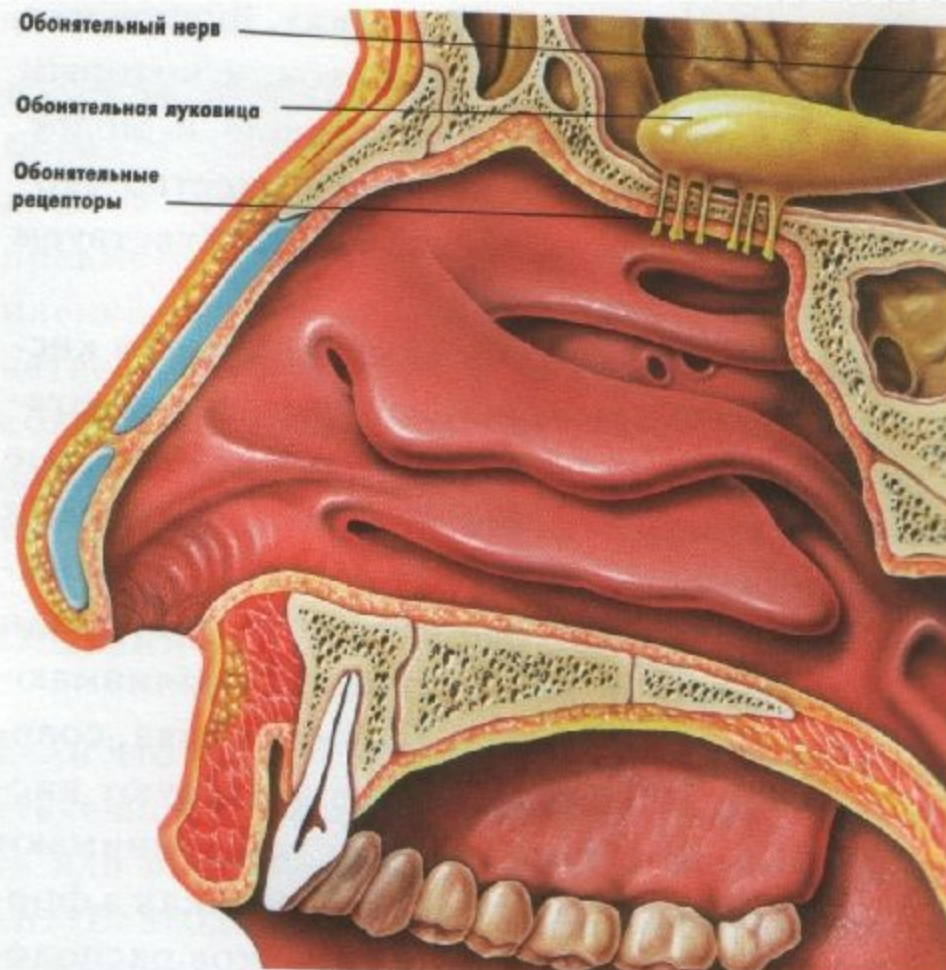
Обонятельный анализатор

- Включает:
- Периферический сенс отдел: обонятельные Рц;
- Проводниковый отдел – обонятельные нервы;
- Центральные отделы – структуры обонятельного мозга: обонятельные луковицы, обонятельный тракт, его латеральная и медиальная полоски, обонятельный треугольник, Миндалевидный комплекс ядер, височная кора, мишени миндаины: гипоталамус, ствол, спинной МОЗГ



Аксон рецепторных нейронов

Строение органа обоняния.

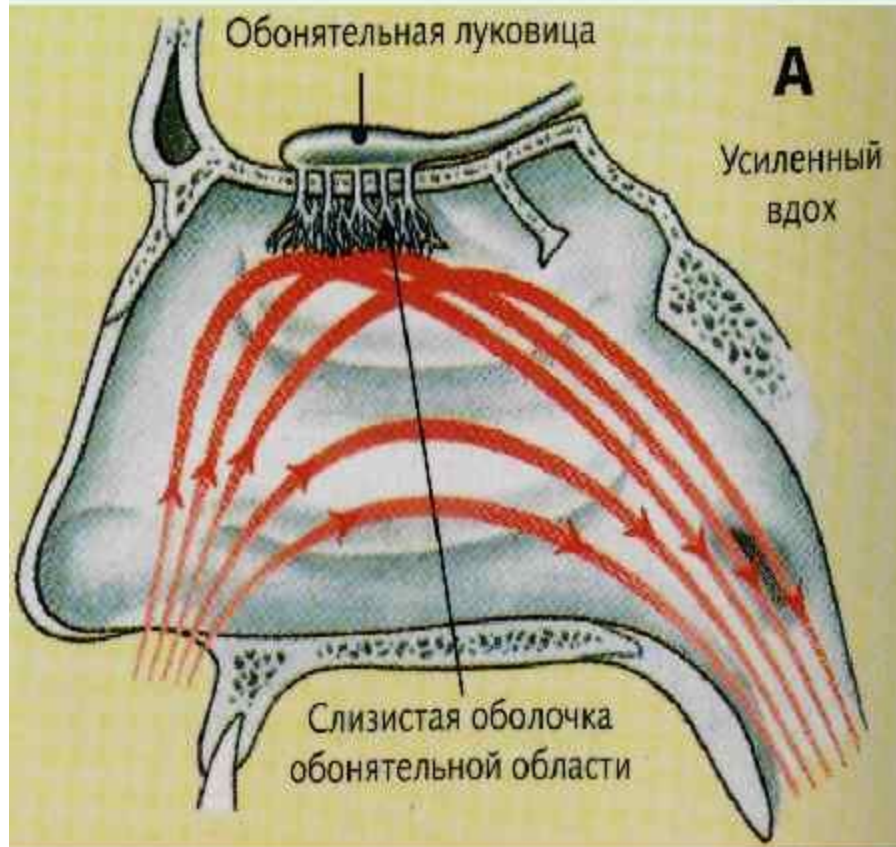


Орган обоняния (10см 2)

включает:

- 1. верхнюю часть назальных полостей
- 2. верхнюю носовую раковину
- 3. верхнюю часть перегородки носа
- 4. вомероназальный орган

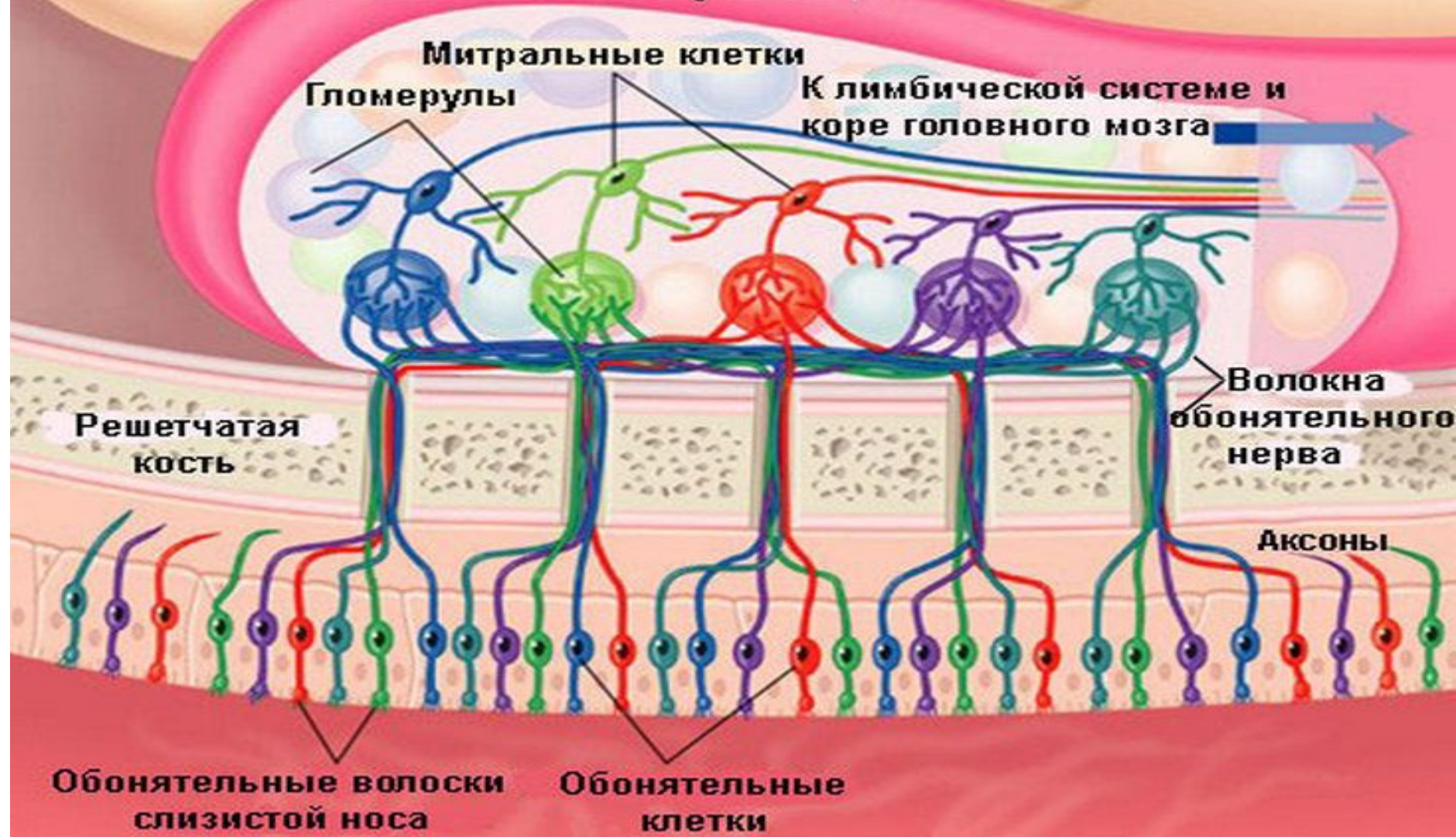
Работа рецепторов обоняния



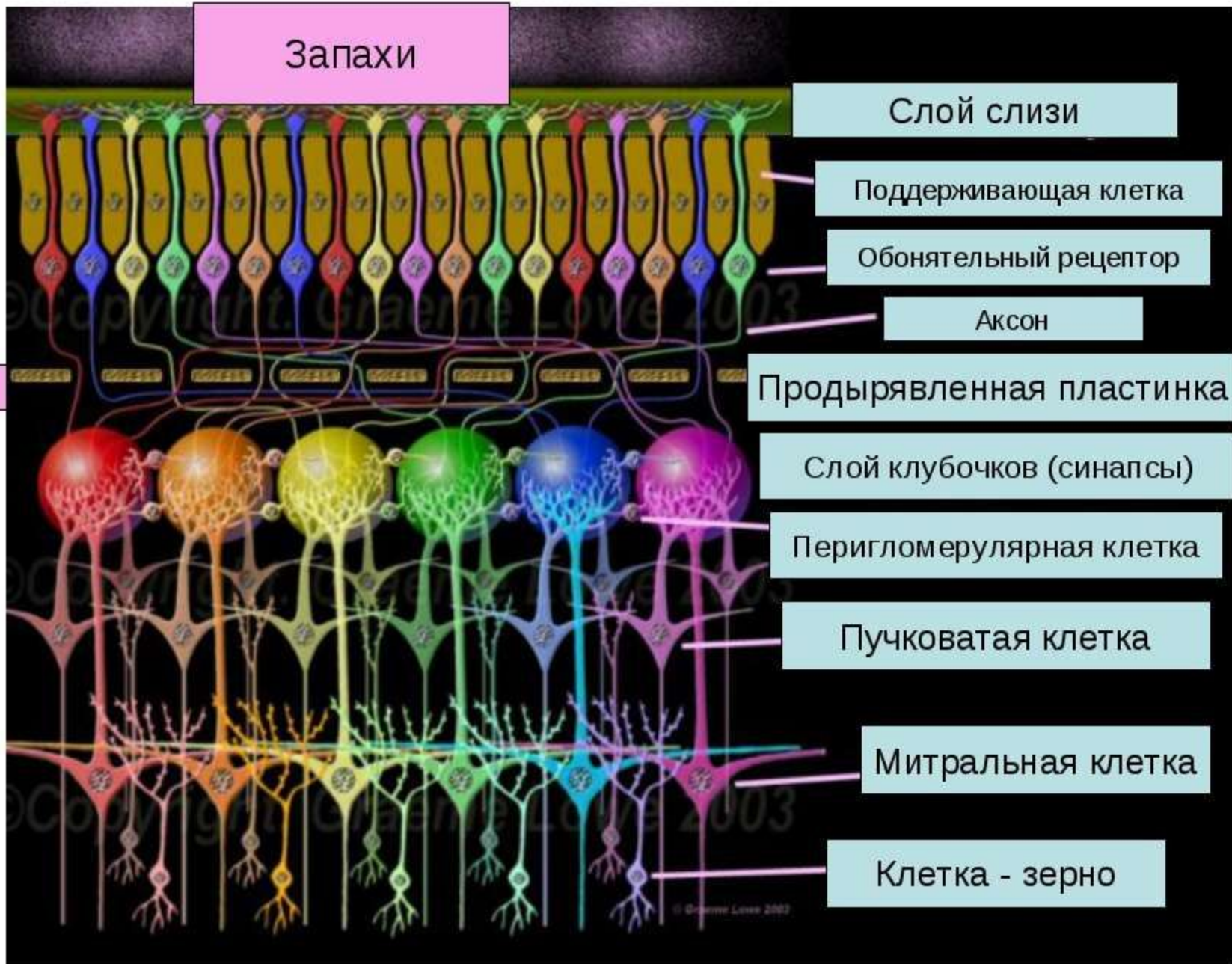
- Нюхательные движения усиливают поступление этих веществ, которые временно связываются с обонятельным связывающим белком слизи, секретиромой железами слизистой оболочки носовой полости.

Головной мозг

Обонятельная луковица



Рецепторы и нейроны обонятельной системы



Нейроэпителий

Запахи

Слой слизи

Поддерживающая клетка

Обонятельный рецептор

Аксон

Продырявленная пластинка

Слой клубочков (синапсы)

Перигломерулярная клетка

Пучковатая клетка

Митральная клетка

Клетка - зерно

Решетчатая кость

Обонятельная луковича

Вкусовой анализатор

- Включает:
- Периферический сенсорный отдел – вкусовые почки с рецепторами;
- Проводниковый отдел – лицевой и языкоглоточный нервы
- Центральный отдел – височная доля КБП

ОРГАН ВКУСА



ВКУСОВЫЕ СОСОЧКИ



Грибовидный



Желобоватый



Вкусочная пора



Нитевидный



Листовидный

Вкусовой анализатор



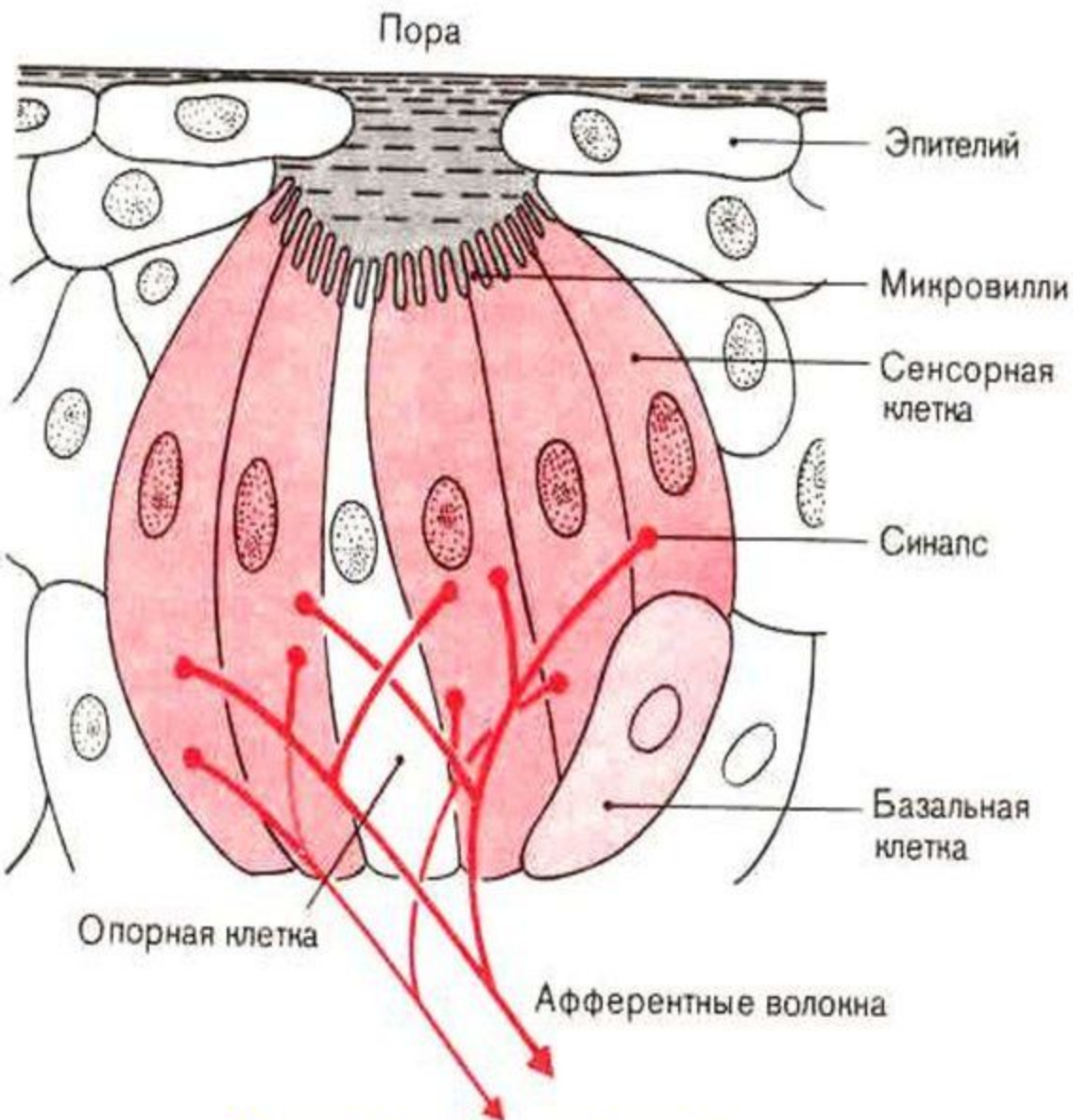
-  – горький
-  – кислый
-  – солёный
-  – сладкий

Вкусовые рецепторы

- вторичночувствующие
контактные хеморецепторы
экстерорецепторы

Рецепторные клетки –
модифицированные
эпителиальные клетки,
имеющие 30-40
микроворсинок.

30-80 вкусовых клеток входят в
состав вкусовой почки. Всего в
ротовой полости 2000 – 10000
вкусовых почек. Верхняя часть
рецепторных клеток с
микроворсинками выходит в
общую камеру – вкусовую пору



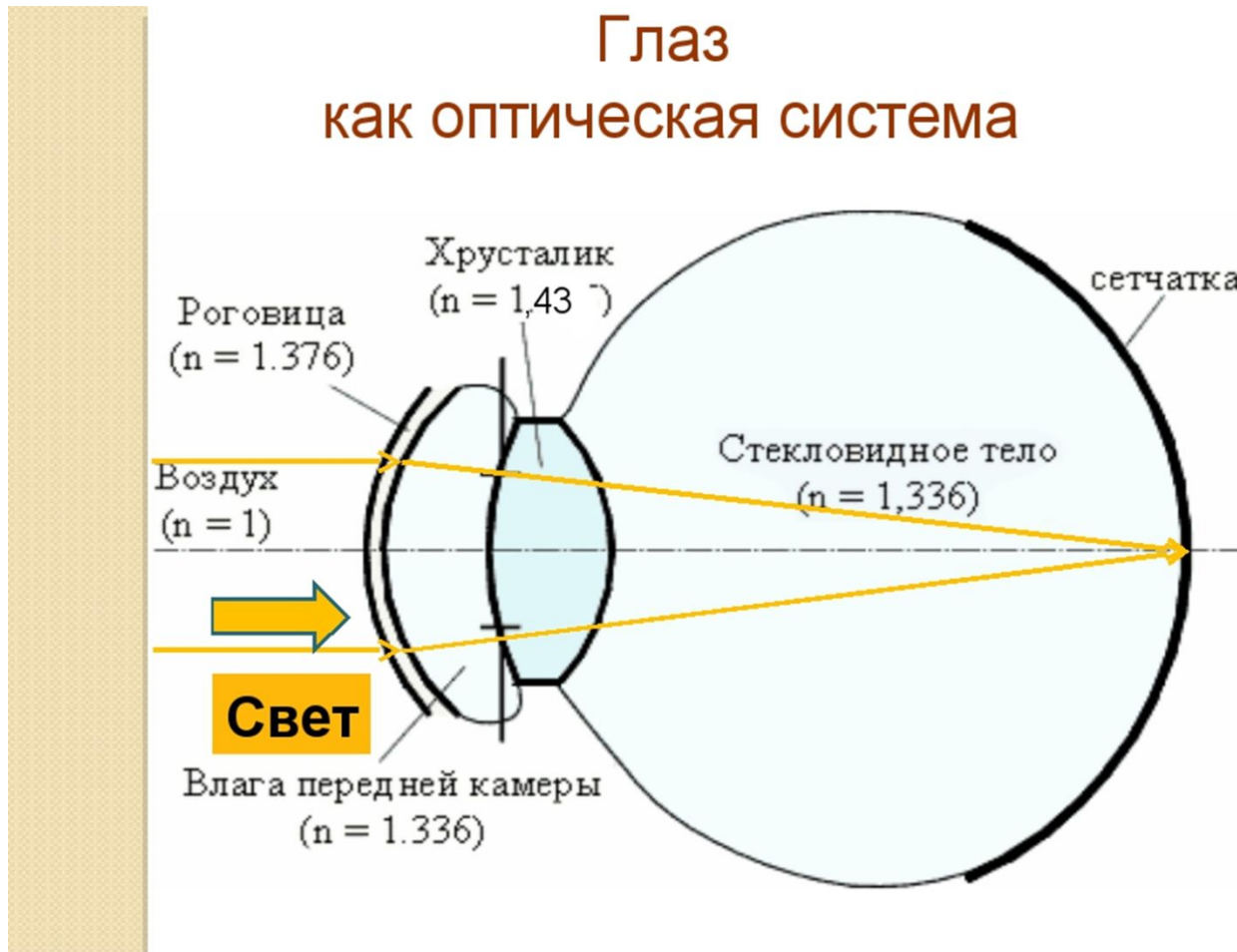
Вкусовая почка

Зрительный анализатор

- Включает:
- Глаз –сенсорный орган
- Проводниковый отдел: Зрительные тракты
- Центры:
- Верхние бугры 4-холмия
- Таламус
- Зрительная кора

Оптический аппарат глаза

Глаз как оптическая система



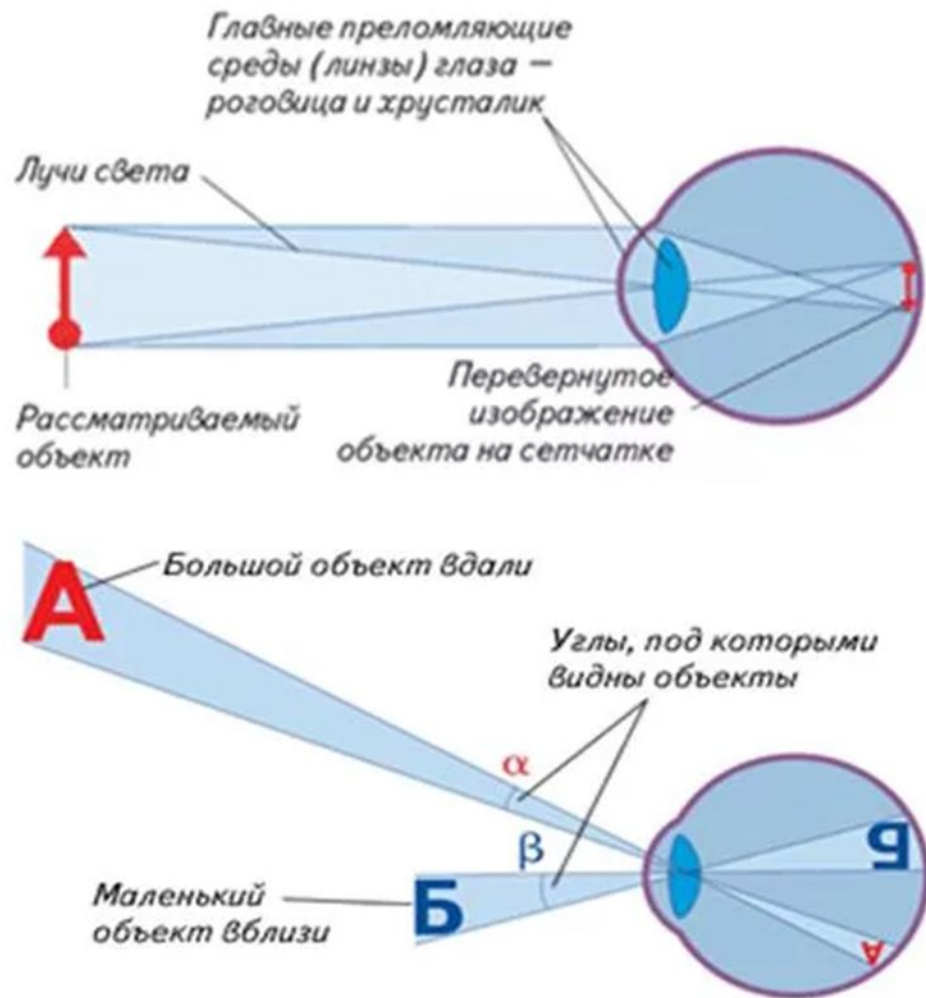
Аккомодация оптической системы

Аккомодация (от лат. accommodatio — приспособление,) — приспособление органа к изменению внешних условий.

А. физиологическая — аккомодация возбудимых тканей (мышечной, нервной), приспособление к действию медленно нарастающего по силе раздражения.

А. оптики глаза -изменения преломляющей силы оптической системы глаза для ясного восприятия объектов, расположенных на разном расстоянии.

Оптика глаза

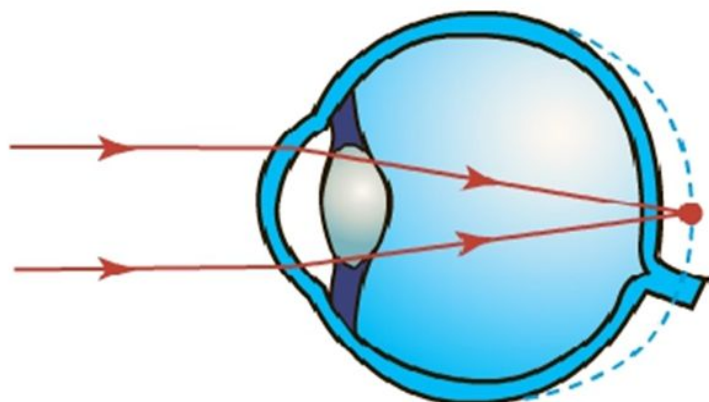


- Преломление — это главное оптическое явление, происходящее в глазу. В результате преломления лучи света фокусируются на сетчатке.
- Угол зрения определяет величину изображения на сетчатке и, следовательно, кажущийся размер объекта: угол бета больше угла альфа, поэтому Б кажется нам больше, чем А.

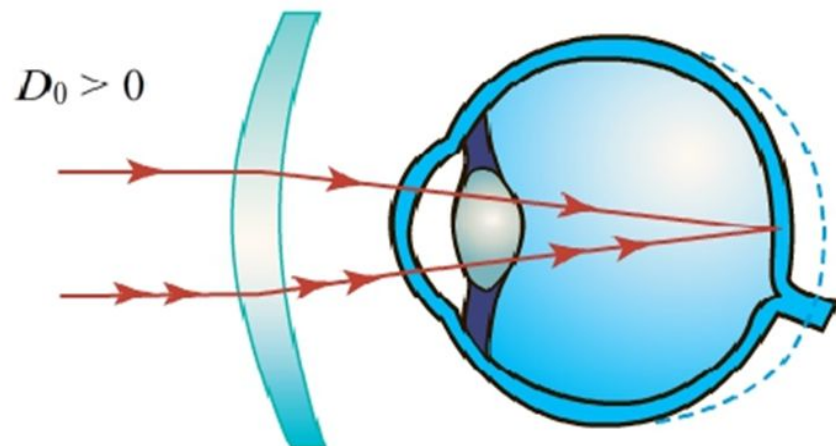
Звенья механизма аккомодации:

- Хрусталик
- Связочный аппарат хрусталика (ресничный пояс)
- Цилиарная мышца
- Хориоидея
- Механизм аккомодации:
 - Обеспечивается изменением кривизны хрусталика вследствие сокращения и расслабления цилиарной мышцы. У человека посредством аккомодации обеспечивается точная подстройка в пределах 5 диоптрий. При чётком зрении на каждом конкретном расстоянии объём аккомодации делится на две части: израсходованную и оставшуюся в запасе (резерв).

КОРРЕКЦИЯ ДАЛЬНОЗОРКОСТИ

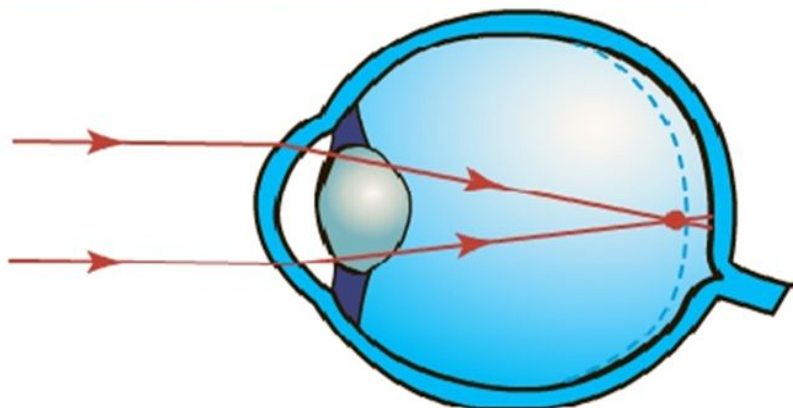


Дальнозоркий глаз

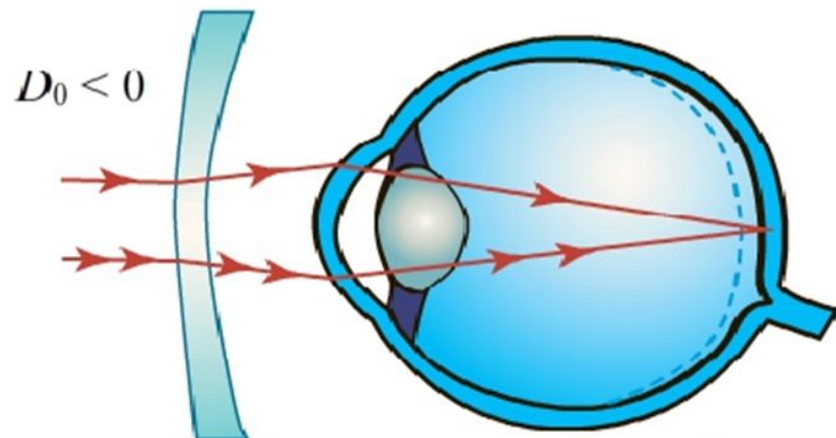


*Собирающая (вогнуто-выпуклая) линза
очков для коррекции дальнозоркости*

КОРРЕКЦИЯ БЛИЗОРУКОСТИ



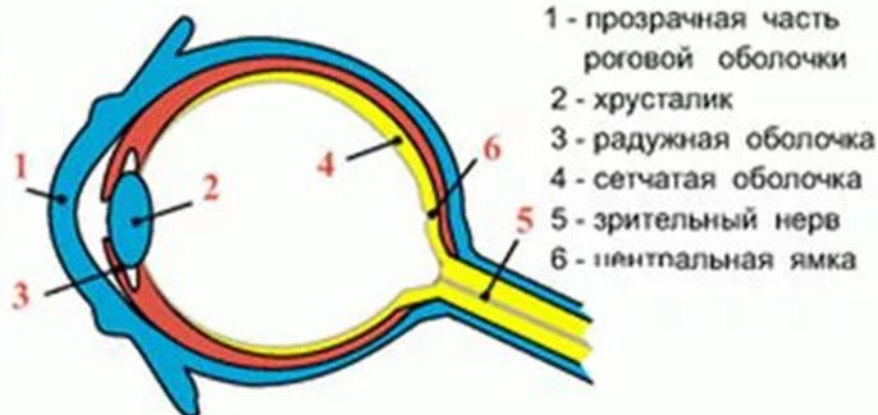
Близорукий глаз



*Рассеивающая (выпукло-вогнутая) линза
очков для коррекции близорукости*

Зрение

Строение человеческого глаза

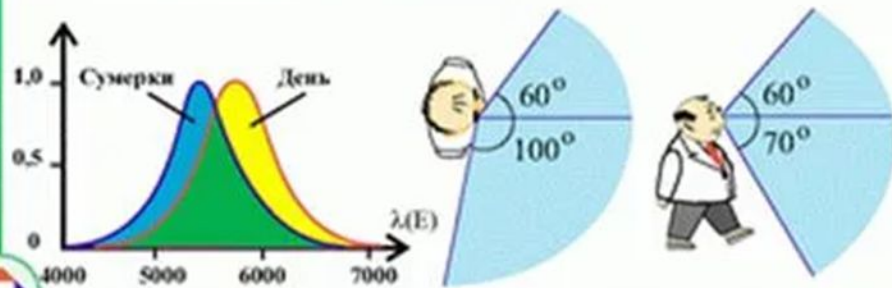


Фокусирующие свойства хрусталика



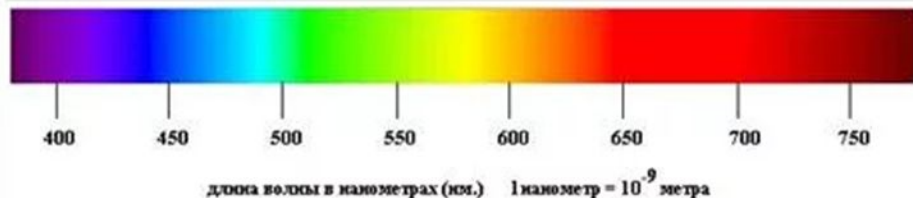
Относительная чувствительность человеческого глаза

Поле зрения глаза



1. ВИДИМЫЙ СВЕТ

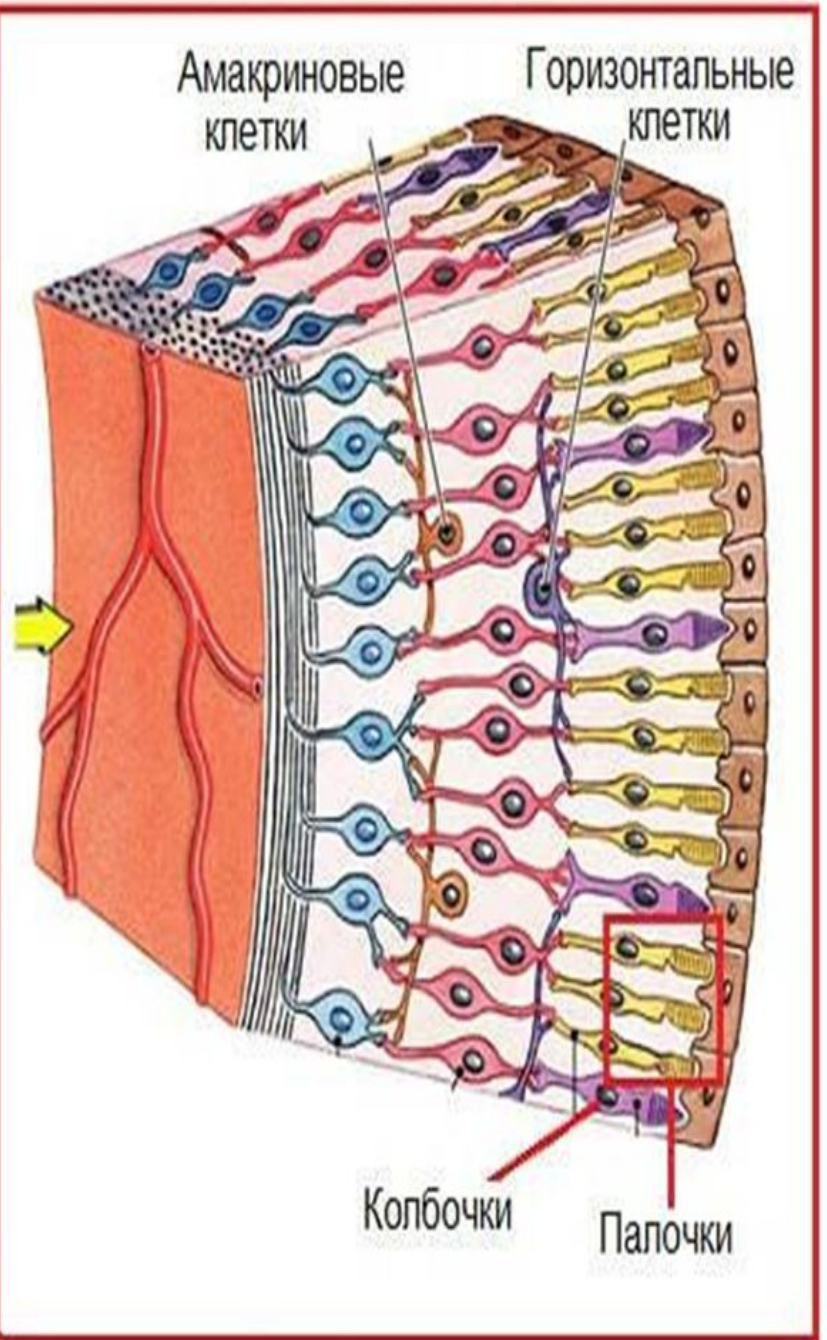
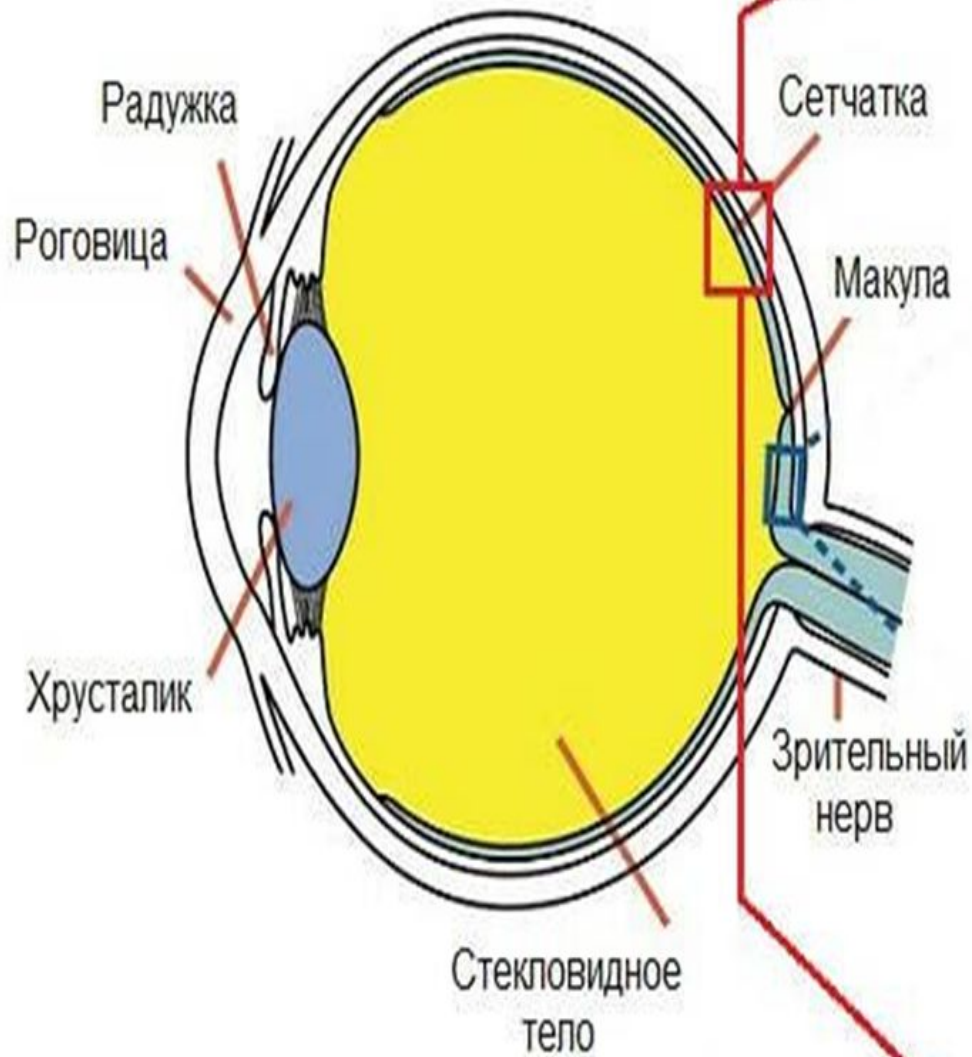
Видимый свет (свет) – это ЭМВ, заключенные в узком спектральном диапазоне длин волн (400 – 760) мкм.



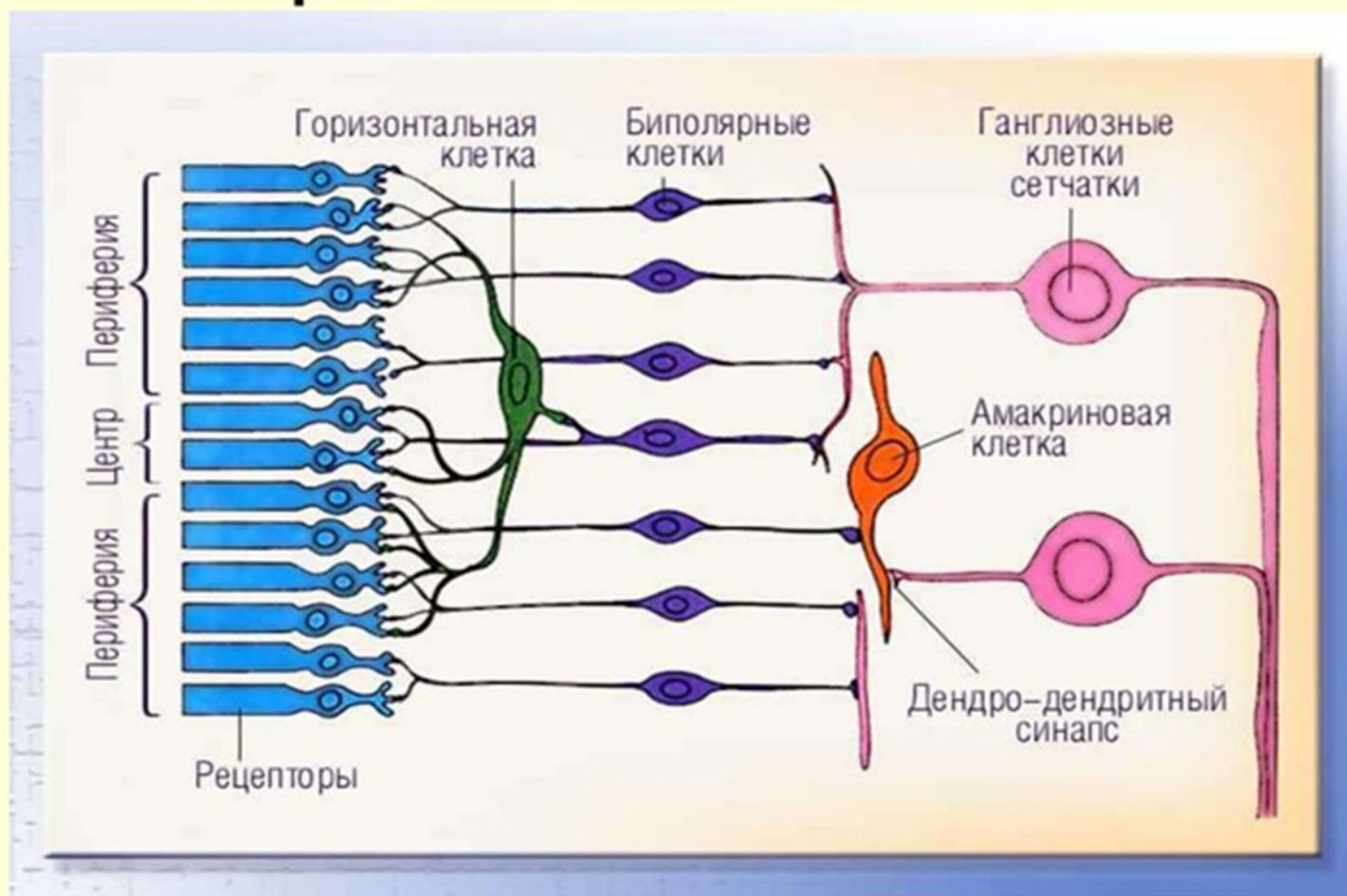
Расположение светового диапазона на шкале ЭМВ обусловлено:

1. Максимум излучения Солнцем ЭМВ приходится на желто-зеленую часть спектра.
2. Существует окно прозрачности в атмосфере для этой части спектра.
3. Длины волн светового диапазона соизмеримы с размером клеток (световых рецепторов) на сетчатке.

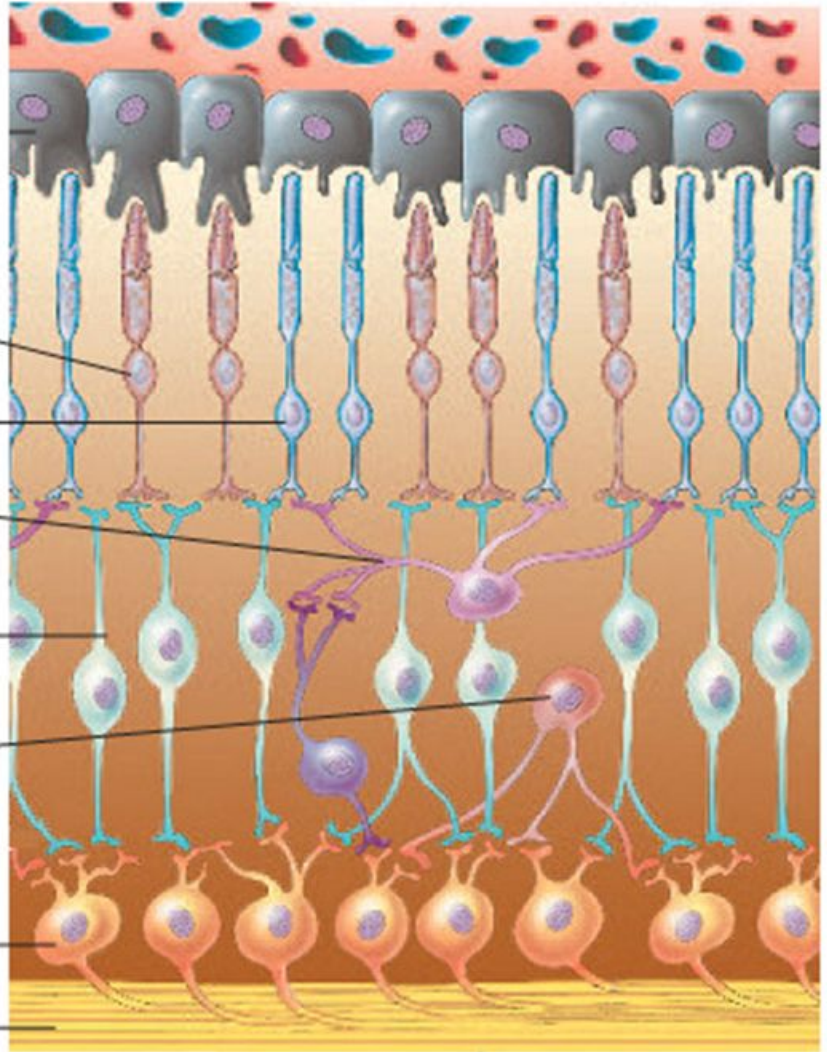




Строение сетчатки



Направление распространения потенциала действия



Сосудистая оболочка
Пигментный эпителий

Фоторецепторы

Наружный сетчатый слой

Слой биполярных клеток

Внутренний сетчатый слой

Слой ганглиозных клеток

Волокна зрительного нерва

Колбочки

Палочки

Горизонтальная клетка

Биполярная клетка

Амакриновая клетка

Сетчатка

Ганглиозная клетка

Нервные волокна



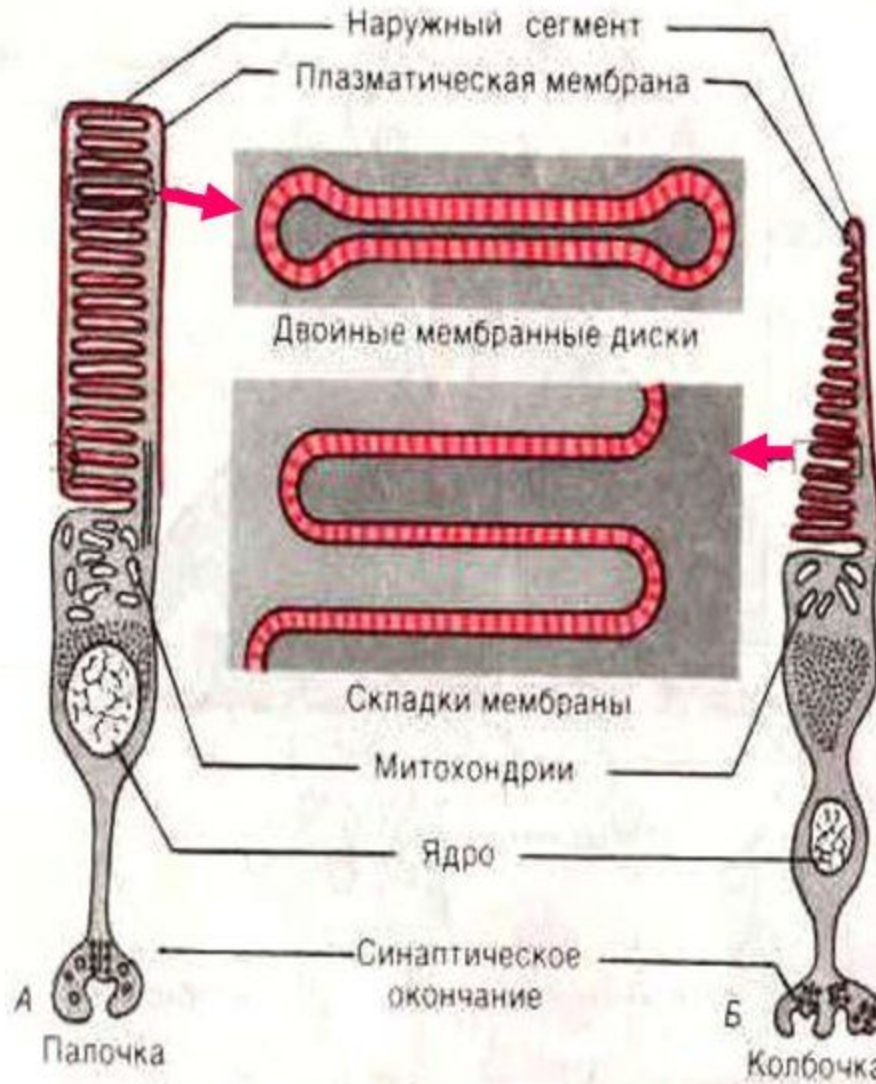
Источник света

Клеточный состав сетчатки:

- 1. зрительные рецепторы: палочки и колбочки, содержащие фотопигменты;
- 2. нейроны: биполярные, ганглиозные (некоторые содержат меланопсин), горизонтальные и амакриновые клетки;
- 3. глиальные клетки Мюллера
- 4. пигментированный (с меланином) эпителий

Рецепторный аппарат зрительной сенсорной системы

Палочки – около 120 млн. Их мало в центре сетчатки и много по периферии сетчатки. Наружный сегмент содержит около 1000 мембранных дисков. Содержат зрительный пигмент родопсин (белок опсин + 11-цис-ретиналь). Имеют высокую чувствительность к свету (обеспечивают «сумеречное» зрение), обеспечивают периферическое зрение. Острота зрения, обеспечиваемая полочками невелика, так как на один ганглиозный нейрон конвергируют несколько палочек (см. следующий слайд).



Колбочки – около 6 млн. Их плотность максимальна в центральной ямке, в других участках сетчатки плотность колбочек низкая. Наружный сегмент состоит из складки плазматической мембраны. Существует три вида колбочек с различными видами опсина, воспринимающие, соответственно, синий, зеленый и красный цвет. Осуществляют цветовосприятие, отвечают за центральное зрение. Обеспечивают остроту зрения, так как каждая колбочка соединяется с одним ганглиозным нейром (см. следующий слайд).

АКТИВАЦИЯ ФОТОРЕЦЕПТОРА

ТЕМНОТА

Деполяризация (- 40 мВ)

Сильное выделение медиатора



В темноте высокая проницаемость наружного сегмента для натрия. Клетка деполаризована, **ВЫДЕЛЯЕТ МЕДИАТОР**

СВЕТ

Гиперполяризация (- 80 мВ)

Слабое выделение медиатора



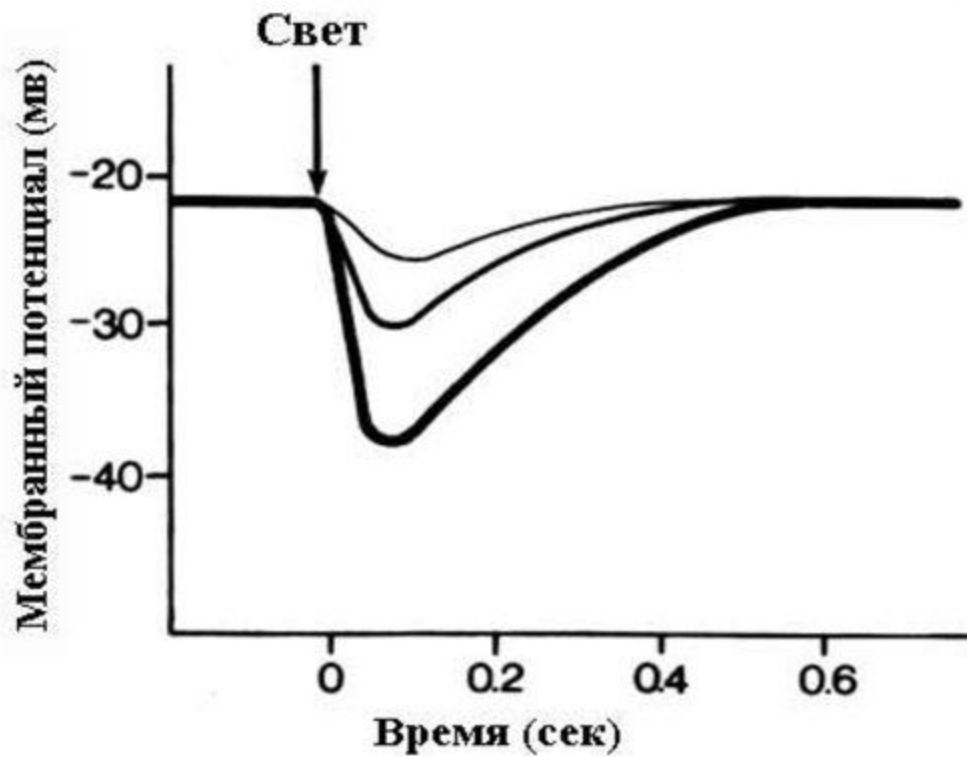
На свету натрий в клетку не поступает, а насос продолжает работать. Развивается гиперполяризация. Медиатор не выделяется.

Медиатором является ГЛЮТАМАТ, который через ионотропные рецепторы вызывает возбуждение, а через метаботропные - торможение.

Фотохимические процессы в сетчатке:

- пигмент + квант света → белок + ретиналь → гиперполяризация мембраны рецепторной клетки (РП) → деполяризация биполярной клетки → деполяризация ганглиозной клетки (ГП и ПД)

Фотохимические и электрические процессы в фоторецепторах

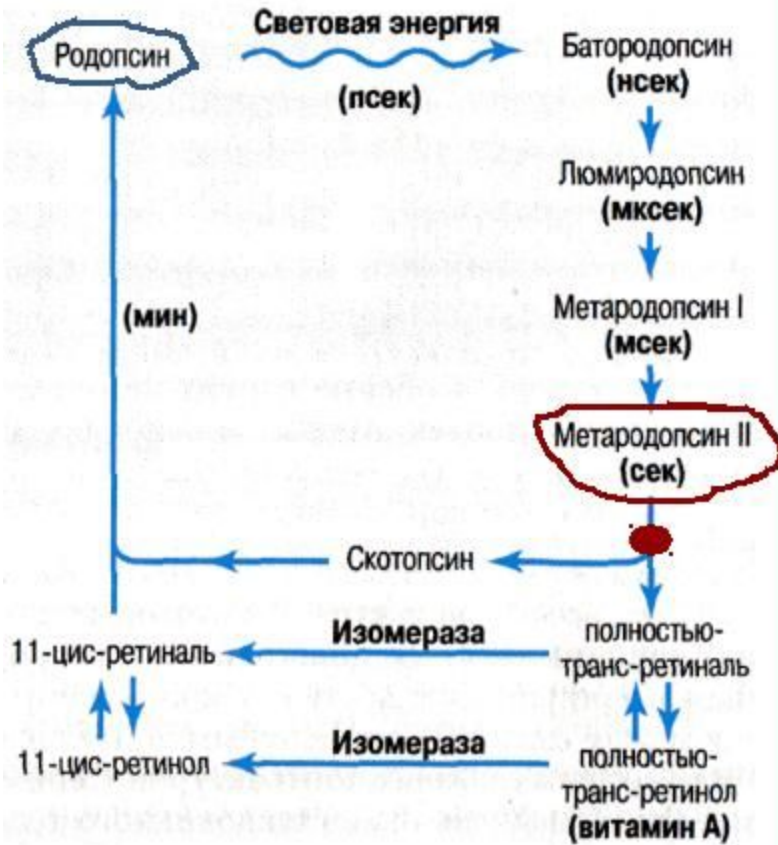


В темноте фоторецепторные клетки деполяризованы (имеют заряд от -25 до 40 мВ) из-за высокой проницаемости мембраны для Na^+ . На свету фоторецепторы гиперполяризуются. Поглощение света зрительным пигментом запускает цепь реакций: переход 11-цис-ретиналя в транс-ретиналь, понижение внутриклеточного уровня цГМФ, закрытие Na^+ -каналов, гиперполяризация фоторецепторов. При гиперполяризации фоторецепторов уменьшается выделение медиатора (глутамата) в синапсе между фоторецепторной клеткой и биполярным нейроном. При этом биполярные клетки возбуждаются, так как глутамат является для них тормозным медиатором.



ФОТОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Зрительный цикл родопсина



Активация фоторецептора

Фотон активирует родопсин до **метародопсин II**

Активирует **трансдуцин** (белок клеточных мембран и дисков)

Активирует **фосфодиэстеразу**

Расщепляет **цГМФ**

Закрываются **Na - каналы**

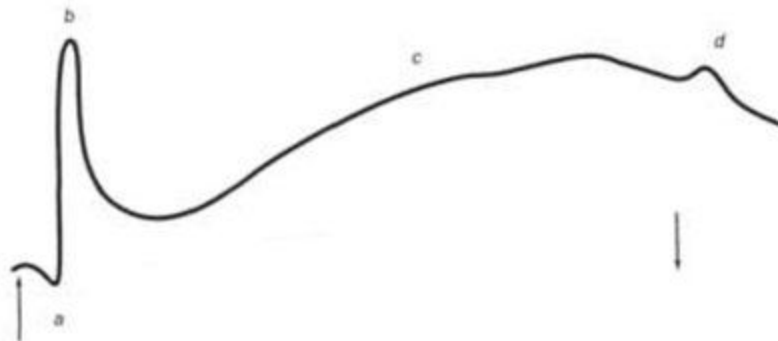
Прекращается **Na - ток**

Происходит **гиперполяризация фоторецептора**

(затем **родопсинкиназа** инактивирует метародопсин - и всё возвращается к состоянию покоя)

- Фотохимические реакции в рецепторах генерируют электрические потенциалы – суммарная регистрация которого отражает электроретинограмму глаза, которая отражает потенциалы колбочек, палочек и нервных клеток сетчатки

Электрические явления в сетчатке



Электроретинограмма (по Граниту) *a*, *b*, *c*, *d* – волны ЭРГ; стрелками указаны моменты включения и выключения света

В сетчатке глаза в ответ на действие света происходят сложные электрохимические процессы, которые можно зарегистрировать в виде суммарного ответа –

электроретинограммы (ЭРГ).

ЭРГ отражает такие свойства светового раздражителя, как цвет, интенсивность и длительность его действия.

На ЭРГ различают несколько характерных волн. Первая **негативная волна *a*** представляет собой небольшое по амплитуде электрическое колебание, отражающее **возбуждение фоторецепторов и горизонтальных клеток**. Она быстро переходит в крутонарастающую позитивную **волну *b***, которая возникает в результате **возбуждения биполярных и амакриновых клеток**. После волны *b* наблюдается медленная электроположительная **волна *c*** – результат **возбуждения клеток пигментного эпителия**. С моментом **прекращения светового раздражения** связывают появление электроположительной **волны *d***.

Показатели ЭРГ используются в клинике для диагностики и контроля лечения различных заболеваний глаза, связанных с поражением сетчатки.

Изображение образа на сетчатке:

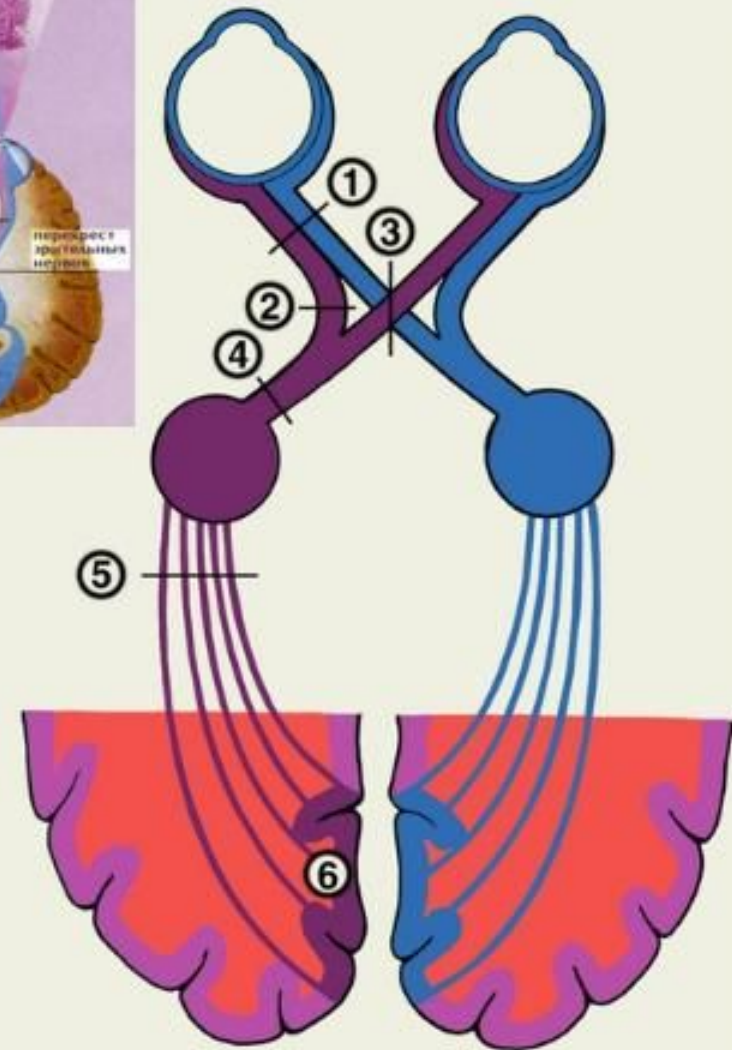
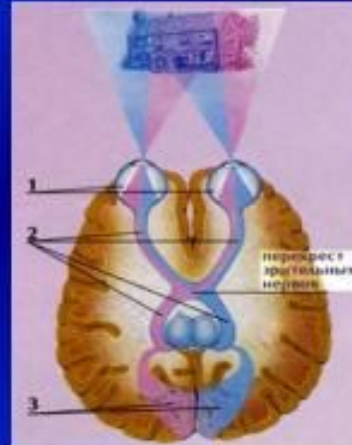
- Плоское, двумерное
- Цветное (красный, зеленый, синий) или черно-белое
- Граница контраста выделяет образ из фона
- Контраст создаётся границей рецептивных полей с on- и off центрами для ч/б и цв;
- Цвет усиливает границу контраста, особенно красное/зеленое

Фотохимическая реакция

- Защита от выцветания пигмента
- 1. сужение зрачка на свету;
- 2. Нистагм — произвольные колебательные движения глаз высокой частоты (до нескольких сотен в минуту).
- 3. Саккады
- 4. Мигание

Зрительный путь

- Роговица преломляет свет на 40-40 ДПТР, хрусталик – на 15-20 ДПТР. Происходит полное преломление лучей.
- Путь: → рецепторы → зрительный нерв → зрительный перекрест → зрительный тракт → подкорковые центры → затылочная доля КПБМ



Поражения зрительного пути

- 1 — поражение зрительного нерва (слепота на один глаз) ● ●
- 2 — поражение неперекрещенных зрительных волокон (выпадение латеральной половины поля зрения одного глаза) ● ●
- 3 — поражение перекрещенных зрительных волокон (выпадение медиальной половины поля зрения) ● ●
- 4 — поражение зрительного тракта ● ●
- 5 — поражение зрительной лучистости
- 6 — поражение коры головного мозга около шпорной борозды

Доп. перекрещенный путь

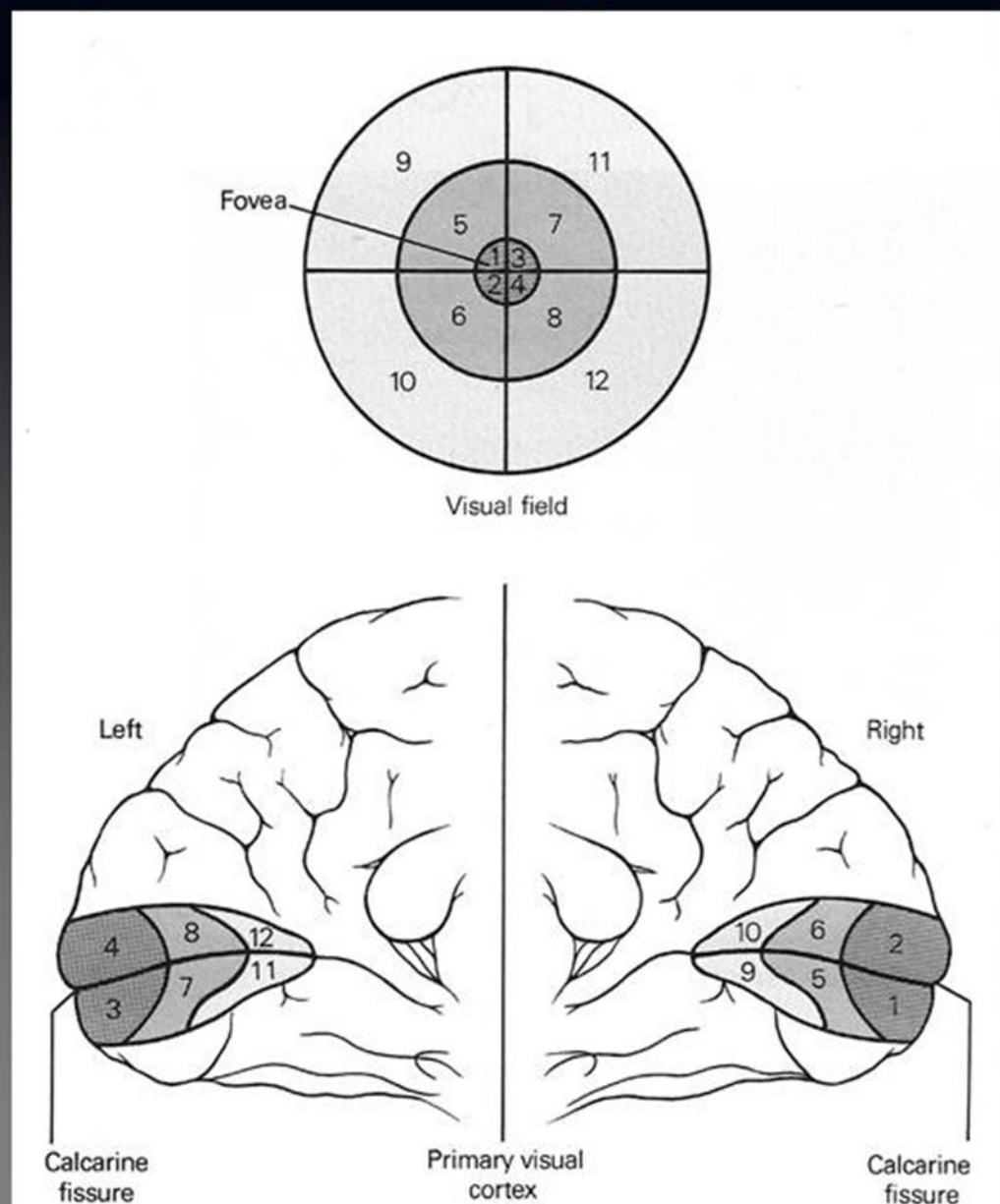
- Начинается от светочувствительных ганглиозных нейронов наружного слоя сетчатки, содержащих фотопигмент меланопсин.
- Идет к гипоталамусу, перекрещивается (chiasma optici) и входит в супрахиазматические ядра – центр околосуточных ритмов жизнедеятельности.

Зрительная кора

- 17 поле затылочной коры – первичная проекционная кора, где яркость (от палочек) и цвет (от колбочек) создают множество оттенков и 3D объемное изображение;
- 18-19 поля – вторичная зрительная кора воспринимает и отслеживает движение образа и глубину пространства.
- Другие поля -ассоциативные

Первичная зрительная кора

- Ретинотопия
- Изображение перевёрнуто
- Увеличенное представление жёлтого пятна
 - Коррелирует с плотностью колбочек
- Медиальная поверхность задней части затылочной доли мозга



Слуховая сенсорная система

Слух – это способность организма человека и животных воспринимать звуковые раздражения.

Звук, в свою очередь, можно определить как колебательное движение частиц упругой среды (газ, жидкость, твердое тело), распространяющееся в виде продольной волны.

Звуковые колебания характеризуются частотой:

- инфразвук – до 15-20 Гц;
- собственно звук, т.е. звук, слышимый человеком, – от 16 Гц до 20 кГц;
- ультразвук – выше 20 кГц.

В основе способности воспринимать звуки лежит работа слуховой сенсорной системы, которая представляет собой совокупность соматических, рецепторных и центральных структур. По степени изученности слуховая система уступает лишь зрительной.

Слуховая система состоит из:

- периферического отдела(наружное, среднее, внутреннее ухо)
- проводникового отдела(слуховой нерв)
- центрального отдела (подкорковые нервные центры и корковые области)

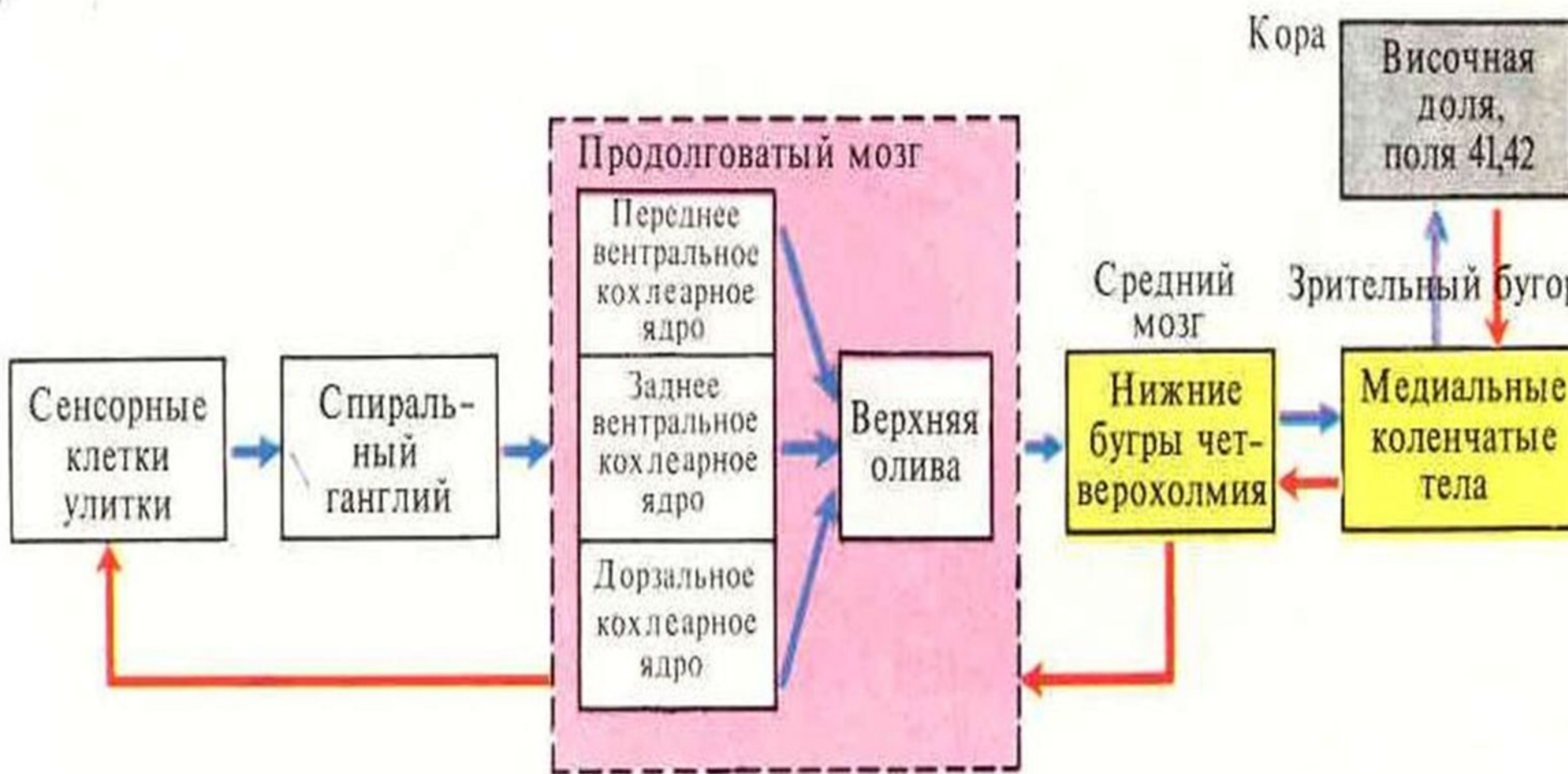
Слуховая сенсорная система.

Обеспечивает восприятие звуковых колебаний и формирование звуковых ощущений.

Физические свойства звуковых стимулов.

- 1) Уровень звукового давления (в децибелах, дБ)
- 2) Частота звука (в герцах, Гц)
- 3) Звук, характеризующийся только одной частотой
- 4) (например, 2000 Гц) называется тоном. Обычные
- 5) звуки почти всегда содержат много частот. Если звук включает очень много частот – это шум.

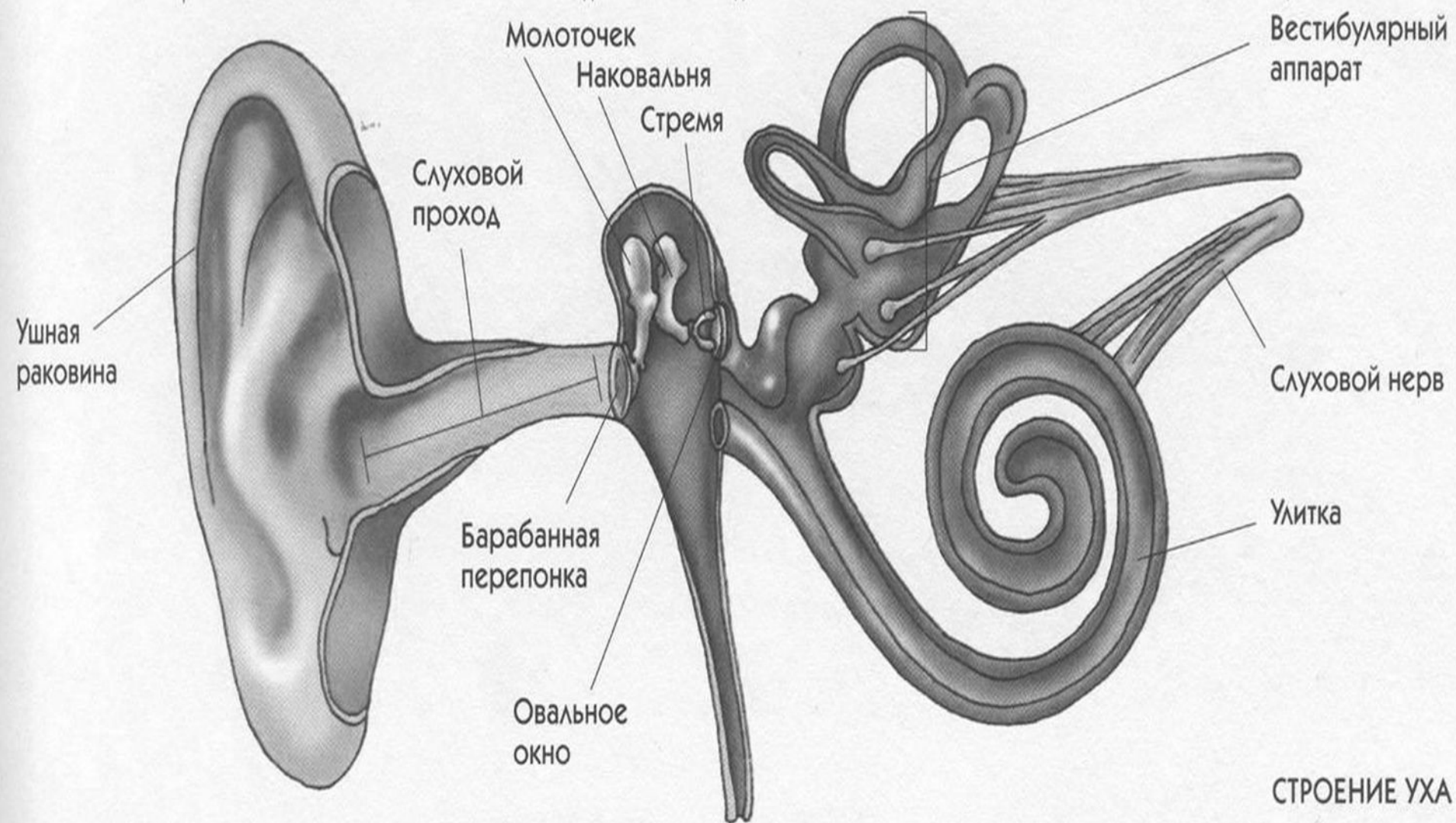
Схема слуховой сенсорной системы



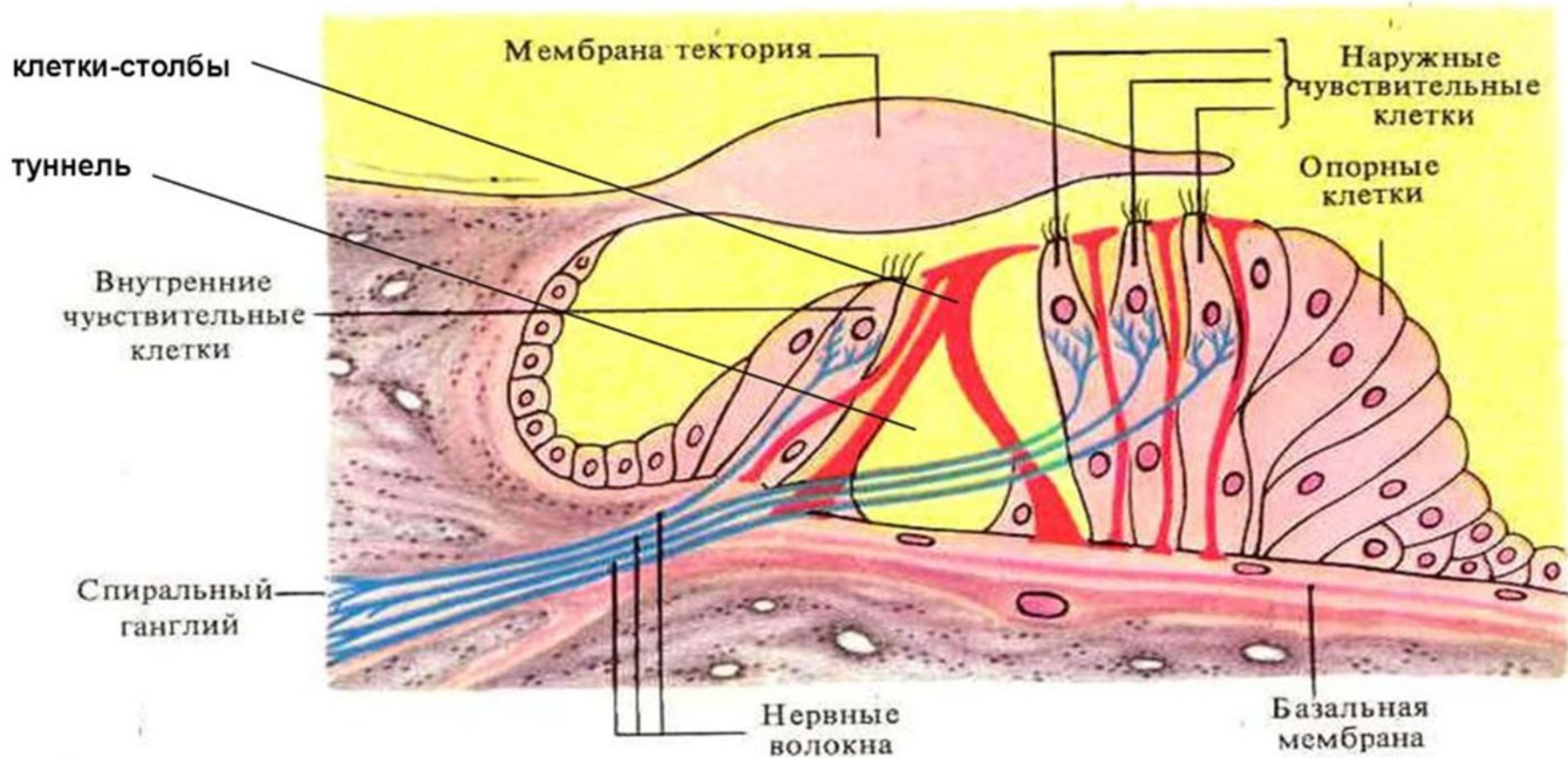
Наружное ухо

Среднее ухо

Внутреннее ухо

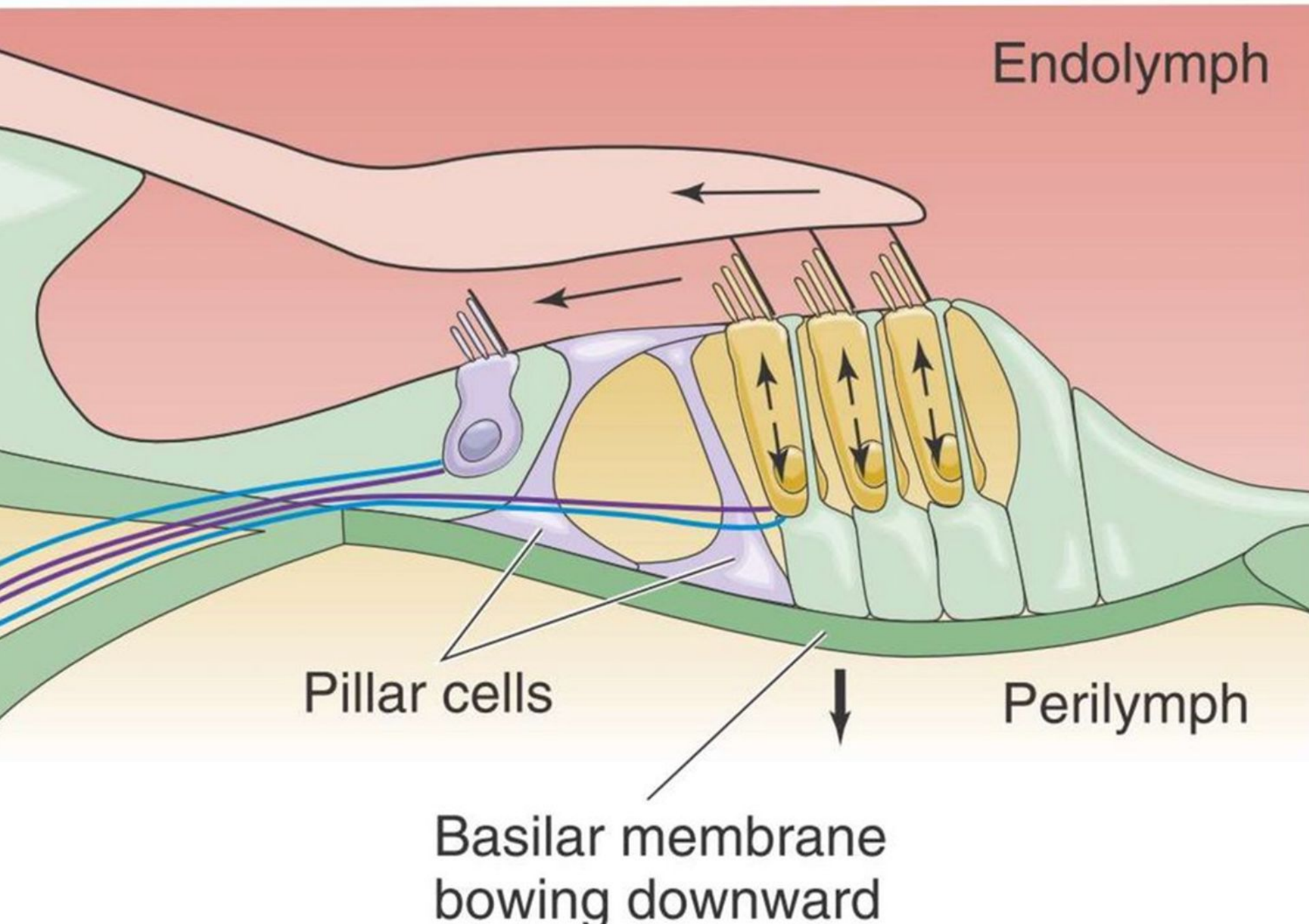


Рецепторный аппарат слуховой сенсорной системы (кортиева орган)



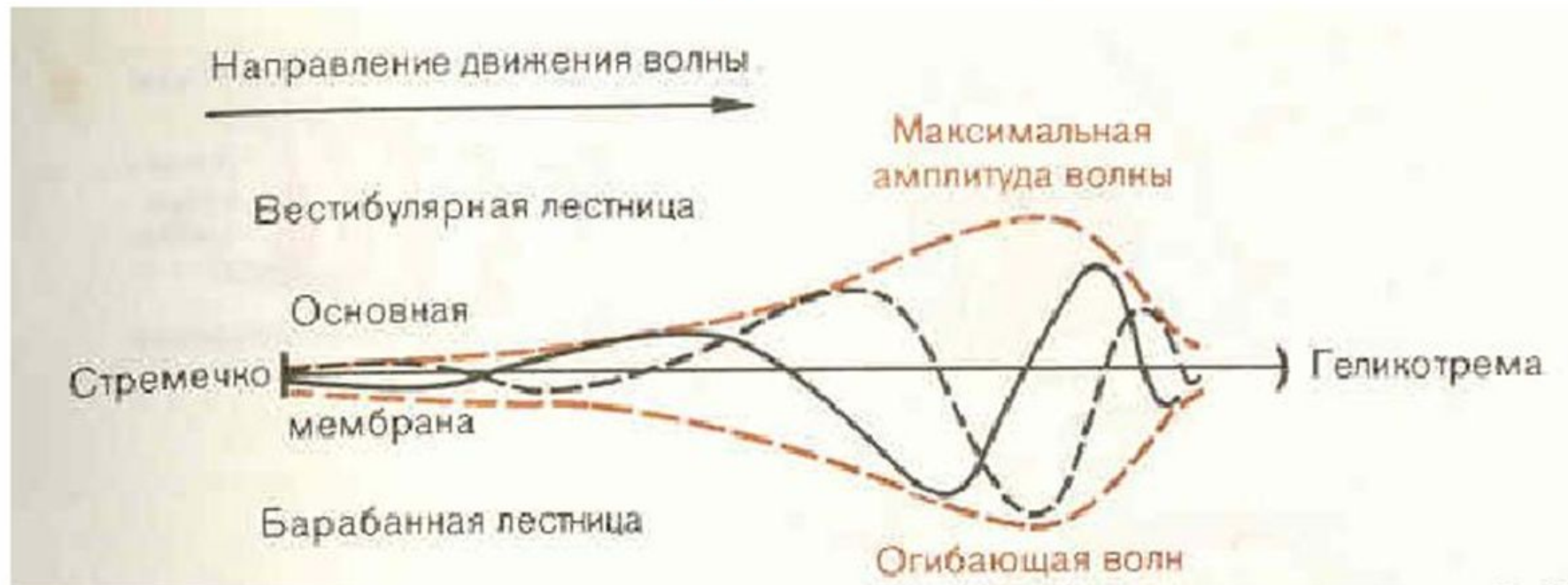
Кортиев орган расположен на базилярной (базальной) мембране. Рецепторные клетки представляют собой видоизмененные эпителиоциты (вторичночувствующий рецептор) с микроворсинками на поверхности, поэтому их называют «волосковыми клетками». Внутренние волосковые клетки лежат в один ряд, наружные в 3-5 рядов. Хотя внутренних волосковых клеток несколько раз меньше, они играют основную роль в регистрации звуковых колебаний – с внутренними клетками контактирует 95% афферентных волокон чувствительных нейронов.

DOWNWARD BOWING OF BASILAR MEMBRANE

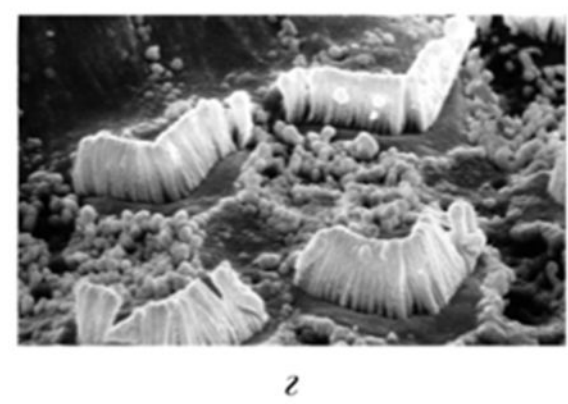
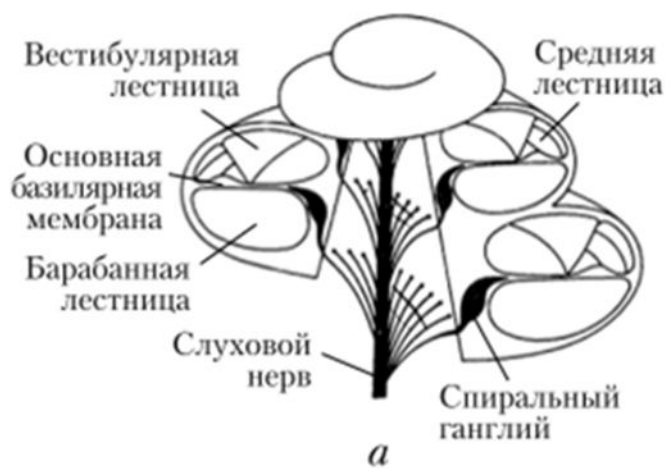


Слуховая система.

Механизм звуковосприятия



Колебания стремечка передается перилимфе вестибулярной лестницы через круглое окно и создает бегущую волну, которая распространяется вдоль базальной мембраны. Скорость распространения волны падает по мере приближения к геликотреме, а длина волны уменьшается. В зависимости от частоты звука максимальная амплитуда волны наблюдается в разных местах



ЭНДОКОХЛЕАРНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

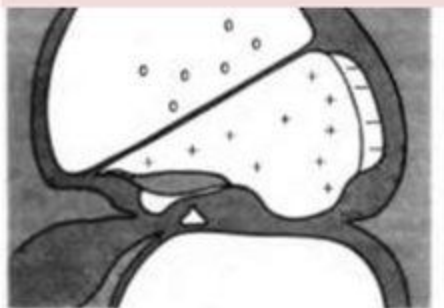
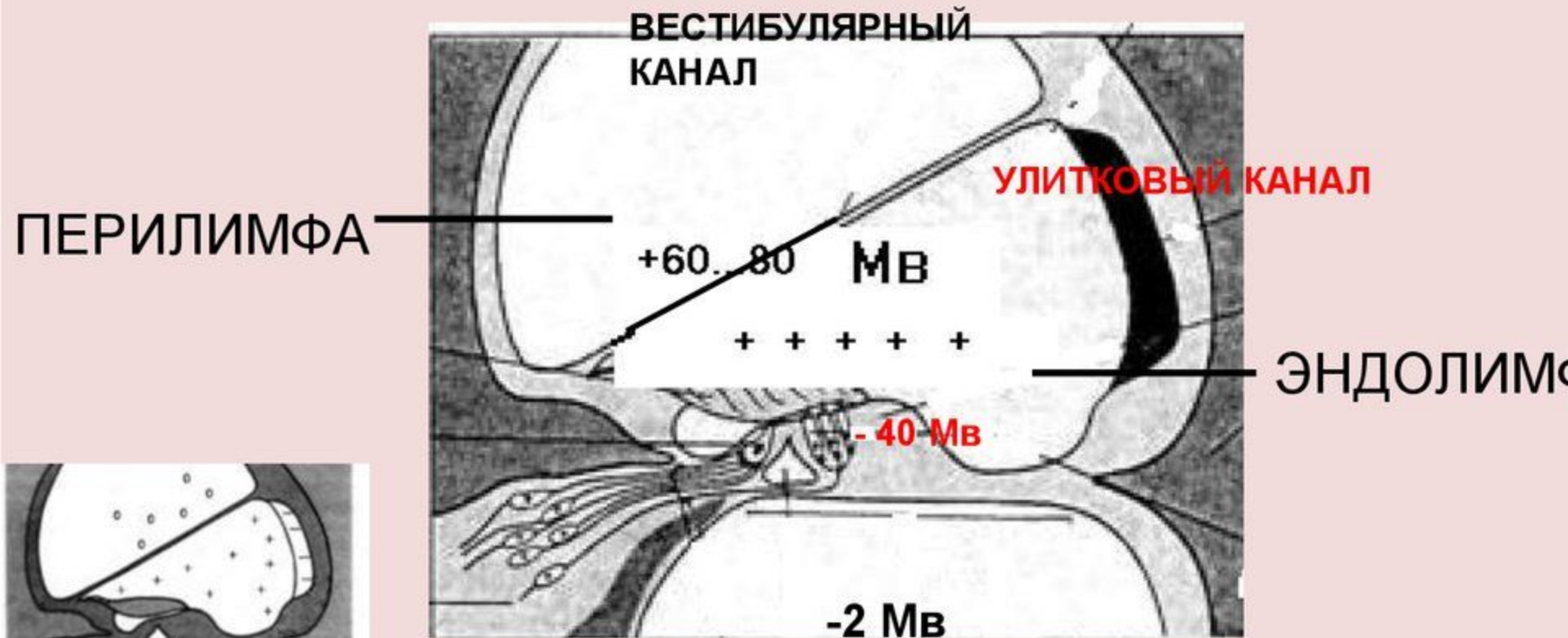


Рис. 12.10. Постоянные потенциалы улитки

В Элмф много K^+ и мало Na^+ ? что противоположно составу Перд=лмф. Между эндолимфой и перилимфой постоянно существует электрический потенциал, равный примерно +80 мВ, с положительным зарядом внутри средней лестницы и отрицательным — снаружи. Это **эндокохлеарный потенциал (ЭКП)**. Он генерируется постоянной секрецией положительных ионов калия в среднюю лестницу. ЭКП важен, т.к. верхушки волосковых клеток выступают через ретикулярную пластину и омываются эЭдмф-ой средней лестницы, тогда как Перд=лмф омывает нижерасположенные тела волосковых клеток. Вестибулярная и барабанная лестницы непосредственно связаны с субарахноидальным пространством вокруг мозга, и перилимфа почти идентична СПЖ. Напротив, эндолимфа, заполняющая среднюю лестницу, — совершенно другая жидкость, секретлируемая сосудистой полоской — очень богатой кровеносными сосудами областью на наружной стенке средней лестницы. Эндолимфа содержит высокую концентрацию калия и низкую концентрацию натрия, что трицательный внутриклеточный потенциал, равный -70 мВ относительно перилимфы и -150 мВ относительно эндолимфы у верхних их поверхностей, где волоски проходят через ретикулярную мембрану и попадают в эндолимфу. Полагают, что этот высокий электрический потенциал на верхушках стереоцилий **дополнительно повышает чувствительность клеток, увеличивая их способность реагировать на самый слабый звук**

Слуховая кора

- Первичная слуховая кора организована по принципу последовательной переработки информации. Она содержит *топотопические сенсорные карты* и производит различение признаков
- Нейроны ПСК группируются в виде
 - *изочастотных колонок*,
 - *колонок суммации* (бинауральный вход)
 - *колонок ослабления* (моноауральный вход – доминирующее ухо).

Структура слуховой сенсорной системы

- 3. корковый отдел** — представлен четвертым нейроном, который находится в первичном (проекционном) слуховом поле в височной области коры больших полушарий и обеспечивает возникновение ощущения, а более сложная обработка звуковой информации происходит в расположенном рядом вторичном слуховом поле, отвечающем за формирование восприятия и опознание информации. Полученные сведения поступают в третичное поле нижнетеменной зоны, где интегрируются с другими формами информации.



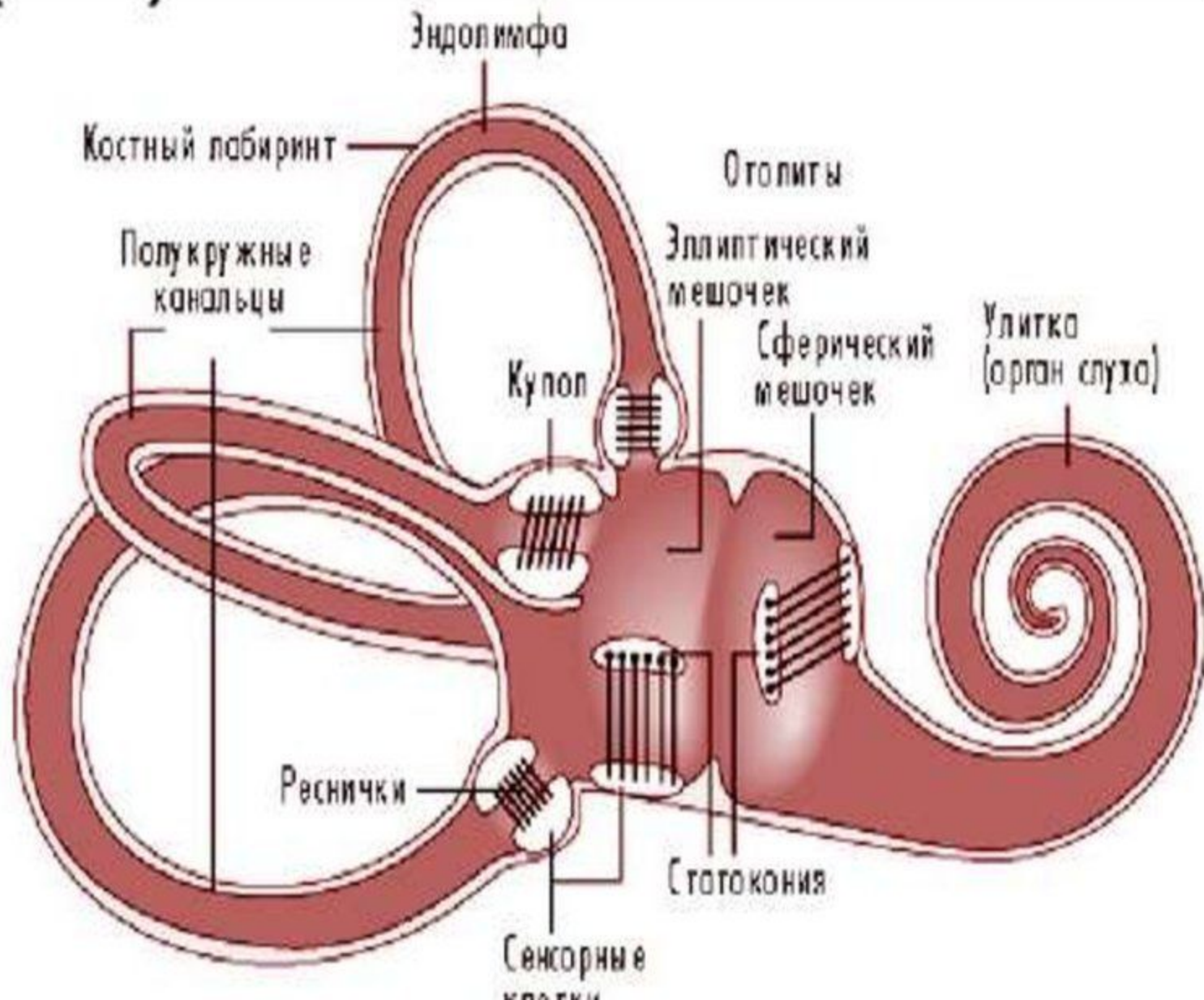
Резюме

- **Функции слуховой сенсорной системы:**
- переработка сигналов в центральных звуковых путях позволяет определять
 - местонахождение источника звука,
 - анализировать его частоту и силу,
 - распознавать речь

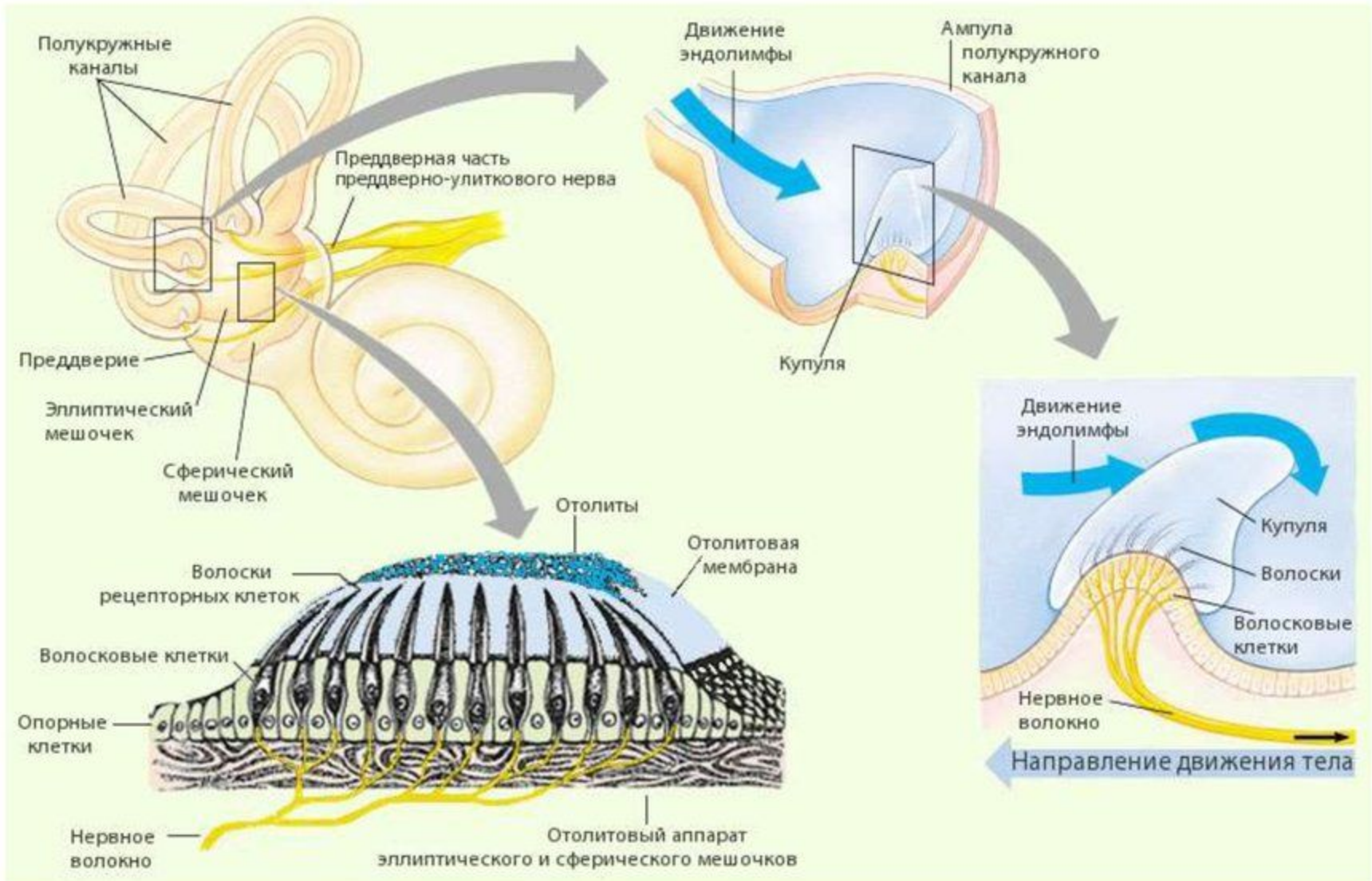
Вестибулярный анализатор

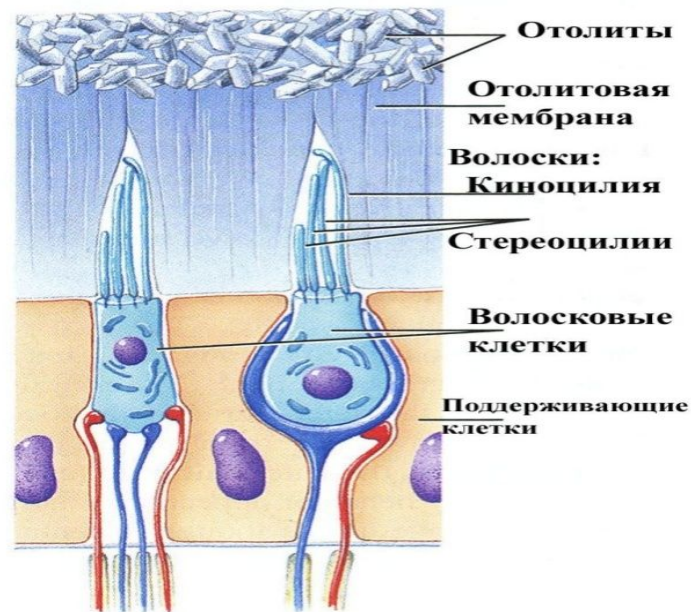
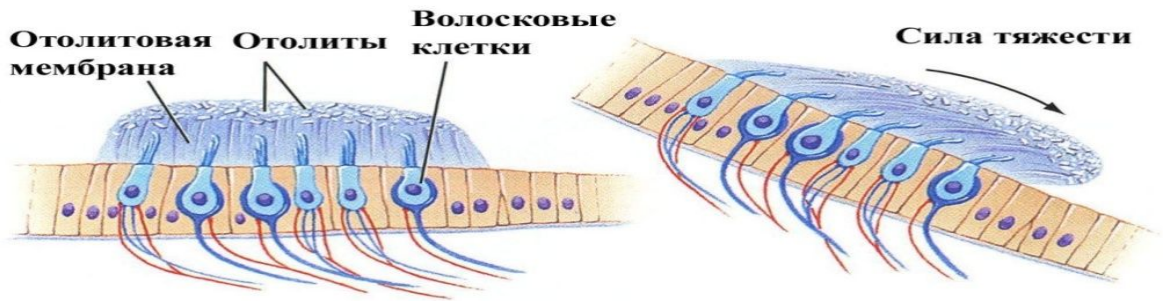
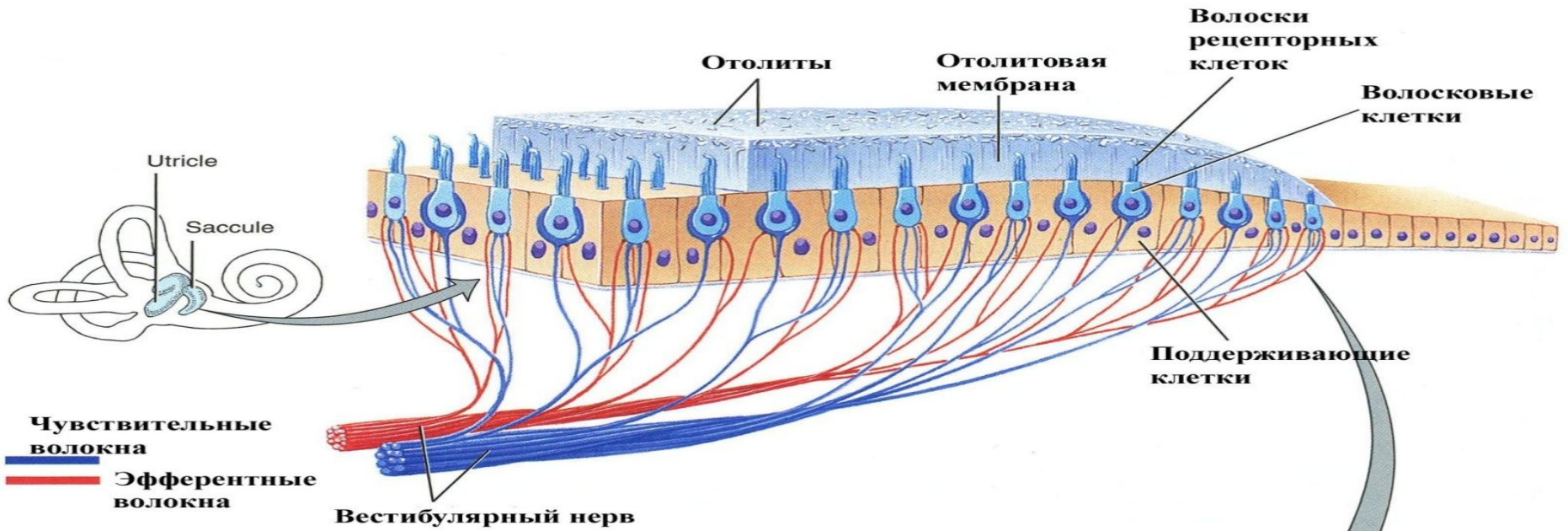
- Вестибулярные рецепторы
- Вестибулярный и вестибуло-слуховой нервы
- Центры: вестибулярный треугольник, мозжечок, таламус,
- Кора височная, островковая, нижняя теменная

Вестибулярный анализатор



ПОЛУКРУЖНЫЕ КАНААЛЫ





Abstract

The present study investigated the role of galanin in the transmission of nociceptive information in the spinal cord of rats with inflammation. Bilateral decreases in hindpaw withdrawal latencies (HWLs) to thermal and mechanical stimulation were observed after acute inflammation induced by injection of carrageenan into the plantar region of the rat left hindpaw. Intrathecal injection of galanin induced significant increases in the HWLs to thermal and mechanical stimulation in rats with inflammation. The galanin-induced antinociceptive effect was more pronounced in rats with inflammation than that in intact rats. The antinociceptive effect of galanin was partly inhibited by intrathecal injection of naloxone. Furthermore, intrathecal administration of galantide, an antagonist of galanin receptor, could attenuate the antinociceptive effect induced by intraperitoneal injection of morphine, suggesting an involvement of opioid systems in the galanin-induced antinociception. The results indicate that galanin plays an important role in the transmission of nociceptive information in the spinal cord of rats with inflammation, and opioid systems are involved in the galanin-induced antinociception.

Keywords: Galanin; Galanin receptor; Spinal antinociception; Opioid peptide; Inflammation

Благодарю за внимание!

