



МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России)

ИНСТИТУТ МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ЛЕЧЕБНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ФИЗИОЛОГИИ

«Основы анатомии человека, физиологии и
введение в патологию»

Раздел 6: Сенсорные системы организма

Санкт-Петербург
2021

ПЛАН ЛЕКЦИИ

- *Понятие сенсорной системы.*
- *Понятие анализатора с позиций учения И.П. Павлова.*
- *Органы чувств.*
- *Представление об основных и вспомогательных структурах органа чувств.*
- *Периферический (рецепторный) отдел сенсорной системы.*
- *Свойства рецепторов: специфичность, высокая чувствительность, низкая аккомодация, способность к адаптации; ритмической генерации импульсов.*

Сенсорная система — совокупность периферических и центральных структур нервной системы, ответственных за восприятие сигналов различных модальностей из окружающей или внутренней среды.

Сенсорная система состоит из рецепторов, нейронных проводящих путей и отделов головного мозга, ответственных за обработку полученных сигналов. Наиболее известными сенсорными системами являются зрение, слух, осязание, вкус и обоняние.

Компоненты сенсорных систем

- **Периферический аппарат** - детекторы стимула – рецептор.
- **Проводниковая часть** – передача информации в мозг
- **Центральная часть** – формирование ощущения и восприятия, анализ и синтез информации для разработки программы ответной реакции организма.

**ПАВЛОВ Иван Петрович
(1849-1936)
ОСНОВОПОЛОЖНИК УЧЕНИЯ ОБ
АНАЛИЗАТОРАХ**

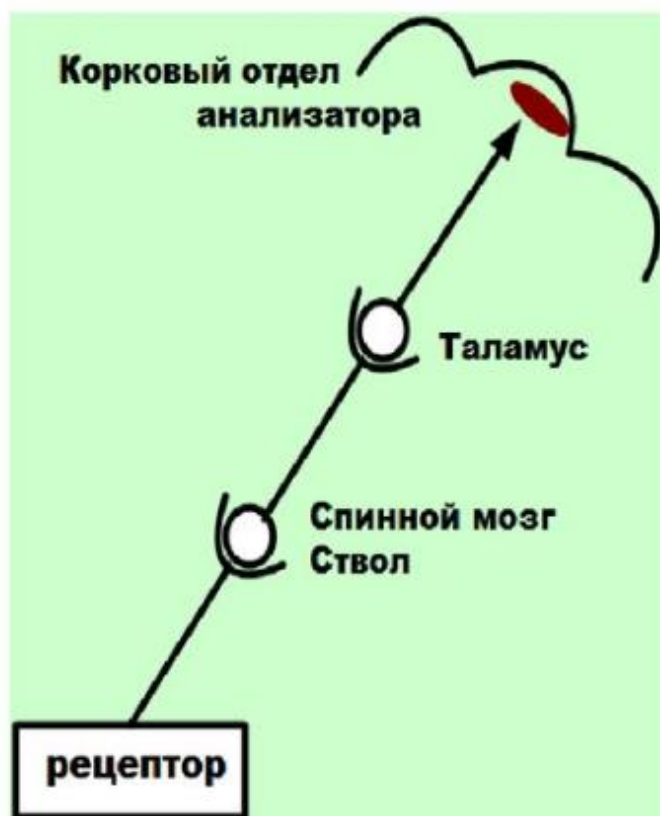
- **АНАЛИЗАТОР** – совокупность нервных структур, необходимых для восприятия и анализа действующих раздражителей.
- **АНАЛИЗАТОР** состоит из 3-х отделов:
 - (1) периферический (рецепторный) отдел
 - (2) проводниковый отдел (проводящие пути и подкорковые ядра)
 - (3) корковый отдел
- **ВНЕШНИЕ АНАЛИЗАТОРЫ** – воспринимают сигналы из внешней среды.
- **ВНУТРЕННИЕ АНАЛИЗАТОРЫ** – воспринимают сигналы от внутренних органов.

ВНЕШНИЕ АНАЛИЗАТОРЫ дают информацию, (а) необходимую для взаимодействия организма с внешней средой, а также (б) для познания окружающего нас мира.

ОРГАН ЧУВСТВ – это периферический отдел внешнего анализатора, который кроме рецептора содержит сложный вспомогательный аппарат

(например, аккомодационный аппарат глаза, защитный аппарат глаза; структуры наружного, среднего, внутреннего уха и др.)

ОТДЕЛЫ АНАЛИЗАТОРА



РЕЦЕПТОР – **восприятие**,
трансформация энергии
раздражителя в электрическую
энергию нервного импульса;
первичный анализ действующего
раздражителя;
кодирование информации.

ПРОВОДНИКОВЫЙ ОТДЕЛ – **передача**
информации;
анализ информации в подкорковых
ядрах;
первичное реагирование (сп.мозг, ствол)
сенсорная фильтрация (таламус).

КОРКОВЫЙ ОТДЕЛ – **высший анализ и**
синтез полученной информации.
Формирование ощущения, восприятия,
представления.

ПЕРВИЧНЫЕ РЕЦЕПТОРЫ

- Первичный рецептор – это окончание чувствительного нервного волокна.
- К первичным рецепторам относятся экстерорецепторы, висцерорецепторы, проприорецепторы и рецепторы обонятельной системы.
- МЕХАНИЗМ ВОЗБУЖДЕНИЯ:

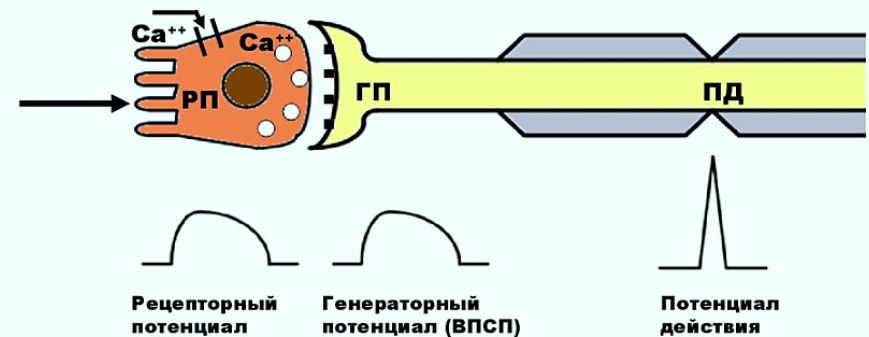


РП имеет свойства локального ответа:

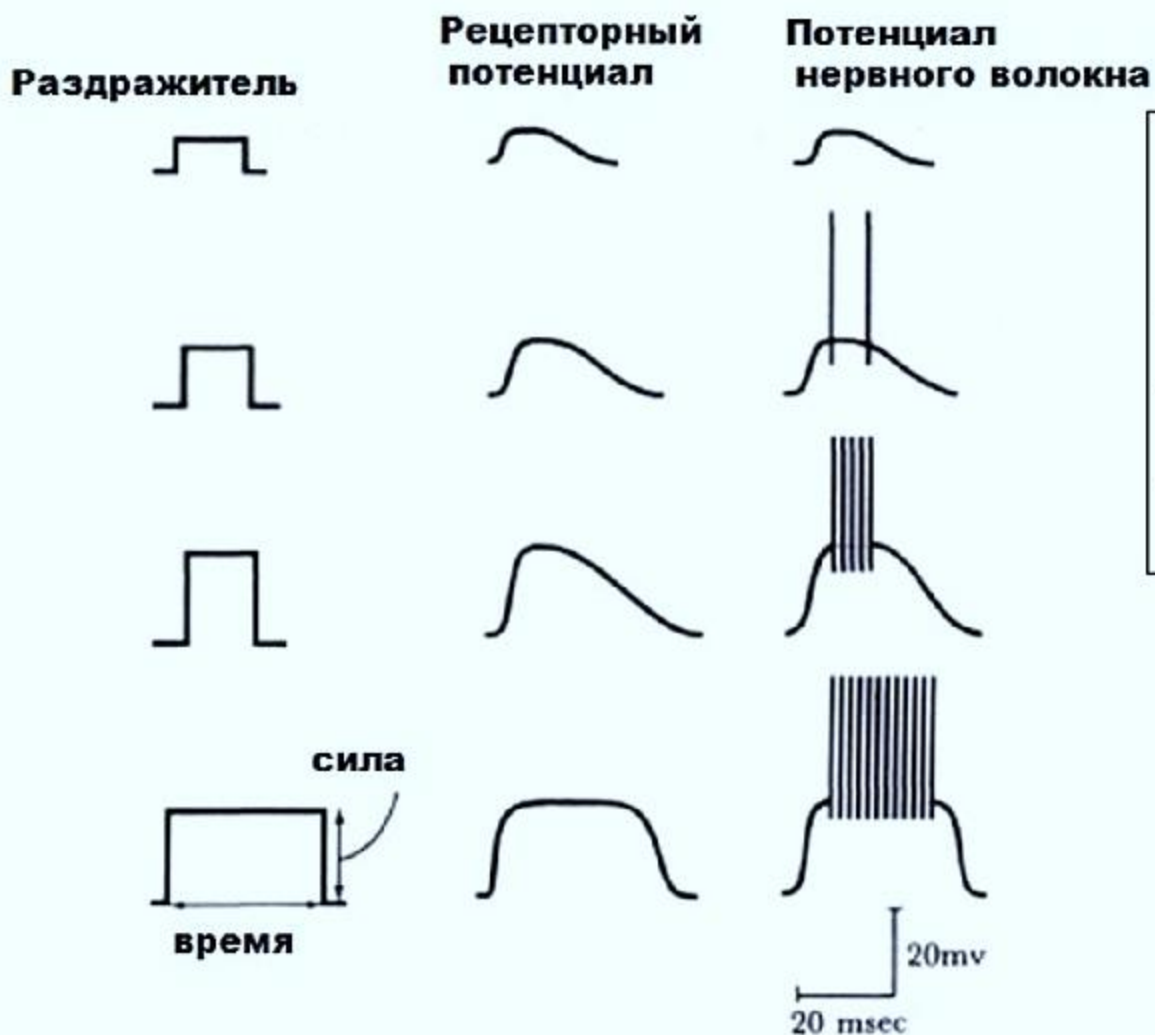
Зависит от силы и частоты раздражителя, увеличивает возбудимость волокна → приводит к генерации ПД

ВТОРИЧНЫЕ РЕЦЕПТОРЫ

- Вторичный рецептор – имеет специальную рецепторную клетку, которая синаптически связана с чувствительным нервным окончанием.
- К вторичным рецепторам относятся 4 рецептора: зрительный, слуховой, вестибулярный и вкусовой.
- МЕХАНИЗМ ВОЗБУЖДЕНИЯ:



КОДИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ В РЕЦЕПТОРЕ

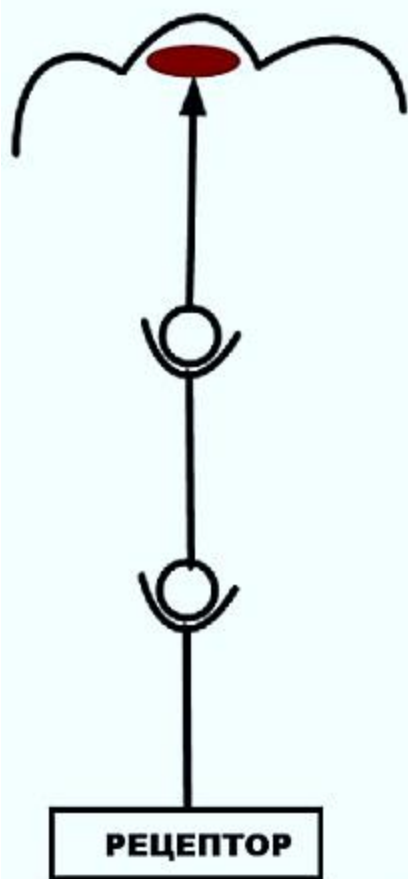


Чем больше сила раздражителя
↓
тем больше амплитуда РП
↓
тем больше частота ПД.

ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ РЕЦЕПТОРА

- **ПОРОГ РАЗДРАЖЕНИЯ РЕЦЕПТОРА** – минимальная сила раздражения, которая вызывает возбуждение в рецепторе.
- **АДЕКВАТНЫЙ РАЗДРАЖИТЕЛЬ** – это такой раздражитель, к восприятию которого рецептор специально приспособлен.
- **Приспособление выражается в очень низком пороге раздражения** (например, несколько фотонов света для фоторецепторов глаза и т.п.)

ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ АНАЛИЗАТОРА



ПОРОГ ОЩУЩЕНИЯ – минимальная сила раздражителя, которая вызывает конкретное осознанное ощущение (например, ощущение холода, тепла, давления, звука и т.п.)

ПОРОГ РАЗЛИЧЕНИЯ - минимальное изменение (увеличение или уменьшение) силы раздражителя, которое ощущается человеком (например, стало теплее, легче, громче, тише и т.п.)

ОБЩИЕ СВОЙСТВА АНАЛИЗАТОРОВ

- **АДАПТАЦИЯ** – уменьшение чувствительности анализатора к раздражителю, который действует длительно с неизменной силой.

Пример: СВЕТОВАЯ АДАПТАЦИЯ ГЛАЗА (снижение чувствительности к яркому свету).

Адаптация связана в основном со свойствами рецепторов. По способности к адаптации различают

(а) медленно адаптирующиеся (например, кожные рецепторы давления)

(б) быстро адаптирующиеся (кожные рецепторы касания)

(в) очень быстро адаптирующиеся (рецепторы вибрации)

- **СЕНСИБИЛИЗАЦИЯ** – увеличение чувствительности анализатора, которое проявляется в снижении порога ощущения.

пример: ТЕМНОВАЯ АДАПТАЦИЯ ГЛАЗА.

другой пример: при нарушении функции какого-либо анализатора, другие становятся более чувствительными (отсутствие зрения приводит к повышению слуховой и тактильной чувствительности).

Психофизиологический закон Вебера-Фехнера

Величина ощущения изменяется медленнее, чем сила раздражителя.

Закон Вебера-Фехнера связывает уровень ощущения L и силу (интенсивность) раздражителя I .

Уровень ощущения L пропорционален логарифму относительной величины интенсивности I раздражителя.

$$L = K \lg \frac{I}{I_0} + C ,$$

где I_0 - интенсивность на нижнем пороге чувствительности;
 K и C - некоторые константы.

Зависимость ощущения от силы раздражителя для многих анализаторов представляет собой функцию, близкую к логарифмической, а для болевого анализатора линейную функцию



Выводы из закона Вебера-Фехнера

1

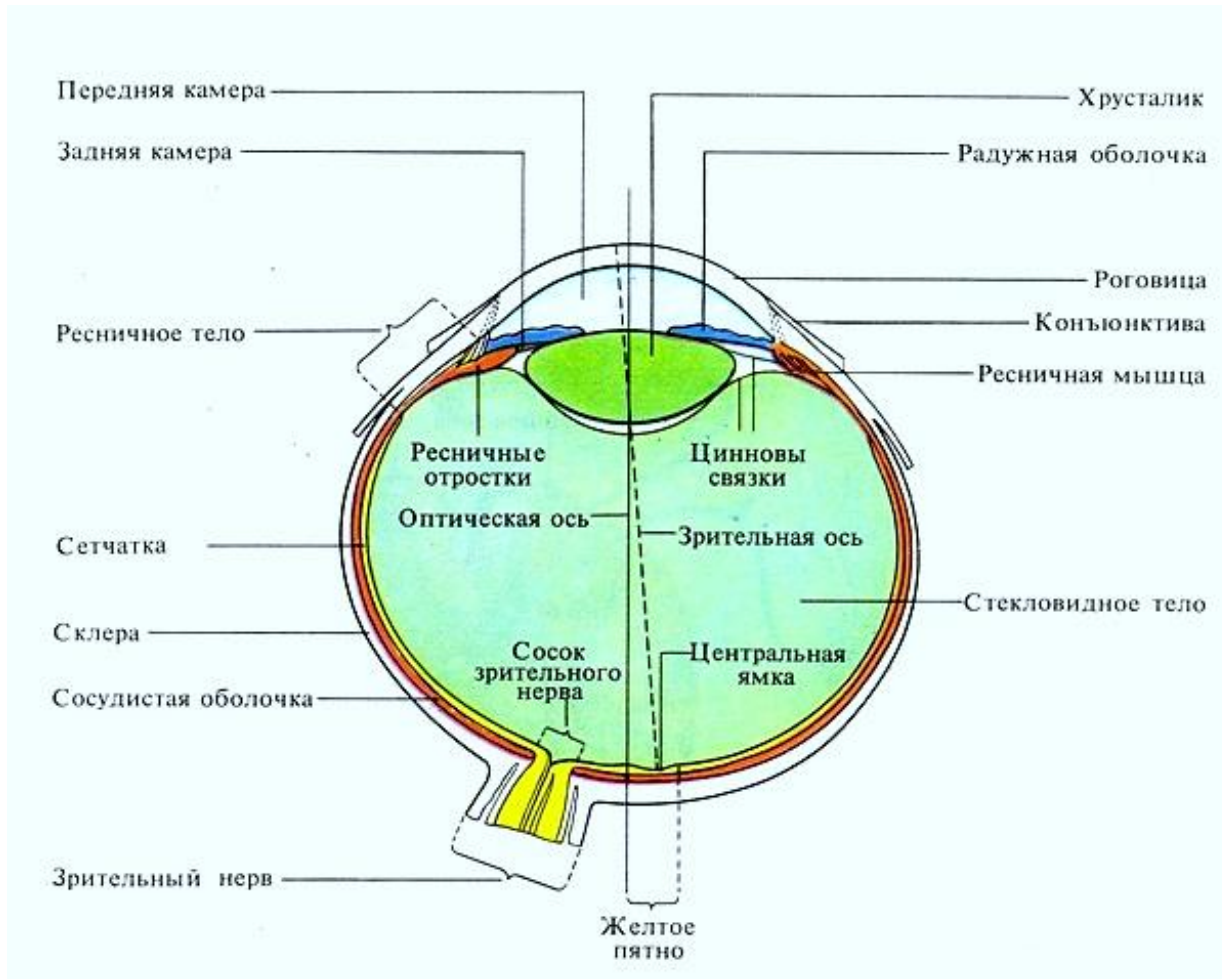
В диапазоне работы анализатора степень чувствительности определяется относительной величиной то есть, отношением интенсивности к интенсивности на нижнем пороге чувствительности.

2

Чувствительность анализатора возрастает при слабых раздражителях и автоматически загрубляется при действии мощных раздражителей; этим обеспечивается самозащита анализатора и человека.

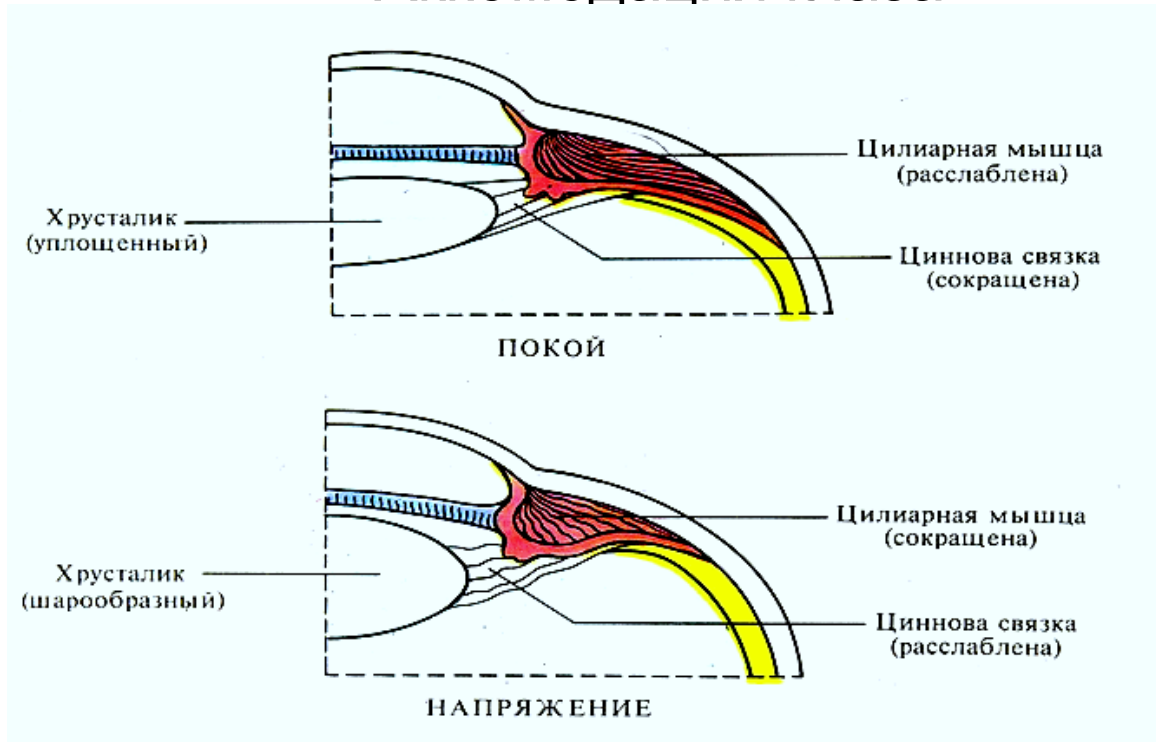
Физиология зрительного анализатора

Оптическая система глаза



Состоит из светопреломляющих образований – роговица, влага передней камеры глаза, хрусталик, стекловидное тело. Обеспечивает проекцию изображения на сетчатке в перевернутом и уменьшенном виде. Преломляющая сила оптической системы от $59 D$ до $70,5 D$ в зависимости от расстояния рассматриваемых предметов

Аккомодация глаза

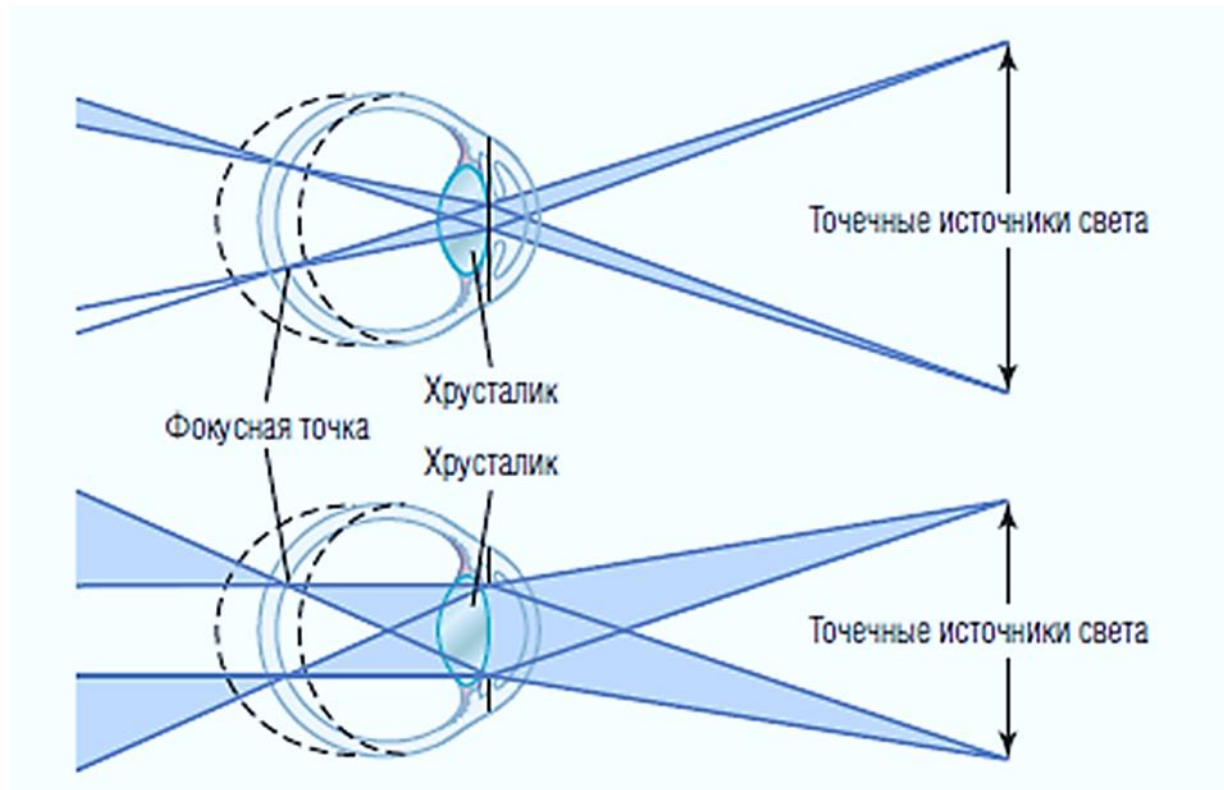


Аккомодация - приспособление глаза к ясному видению удаленных на разное расстояние предметов. Осуществляется за счет изменения кривизны хрусталика.

Кривизна хрусталика зависит:

- ✂ От эластичности хрусталика (с возрастом уменьшается)
- ✂ От сил, действующих на капсулу, переходящей по краям в циннову связку, прикрепляющейся к ресничной мышце
- ✂ При близком расстоянии: ресничная мышца сокращается (влияние парасимпатических волокон глазо-двигательного нерва) – тяга цинновых связок ослаблена – хрусталик принимает выпуклую форму. Ближайшая точка ясного видения – 10 см
- ✂ При дальнем видении: ресничная мышца расслаблена – Цинновы связки натягиваются – хрусталик уплощается. Дальняя точка ясного видения - бесконечность

ДИАМЕТР ЗРАЧКА

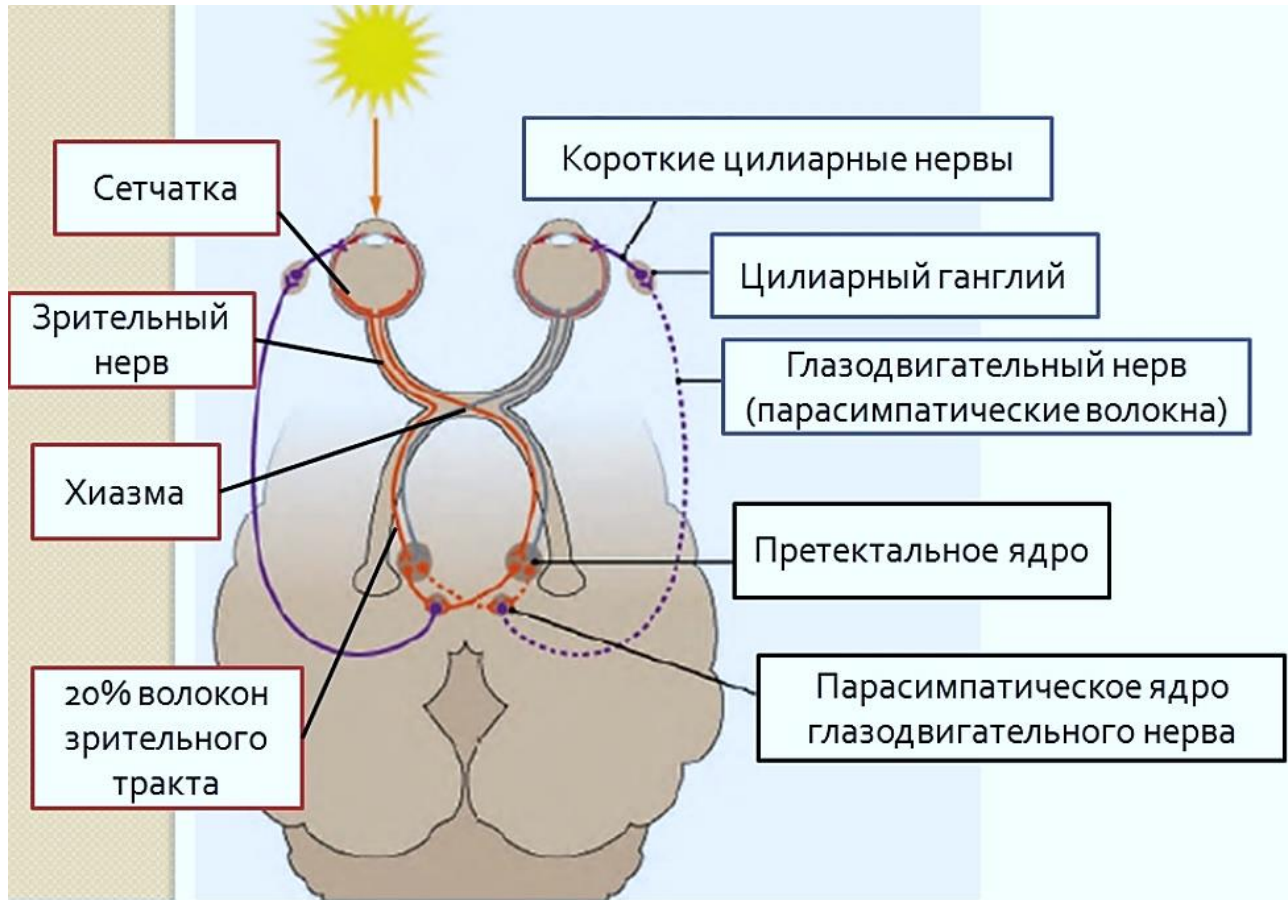


Глубина резкости оптической системы глаза возрастает при уменьшении диаметра зрачка.

При смещении сетчатки вперед или назад относительно фокуса размер каждой точки в верхнем глазу почти не меняется, тогда как в нижнем глазу каждая точка заметно увеличивается в размере, становясь нерезким кружком.

Другими словами, *глубина резкости* оптической системы верхнего глаза гораздо больше, чем нижнего.

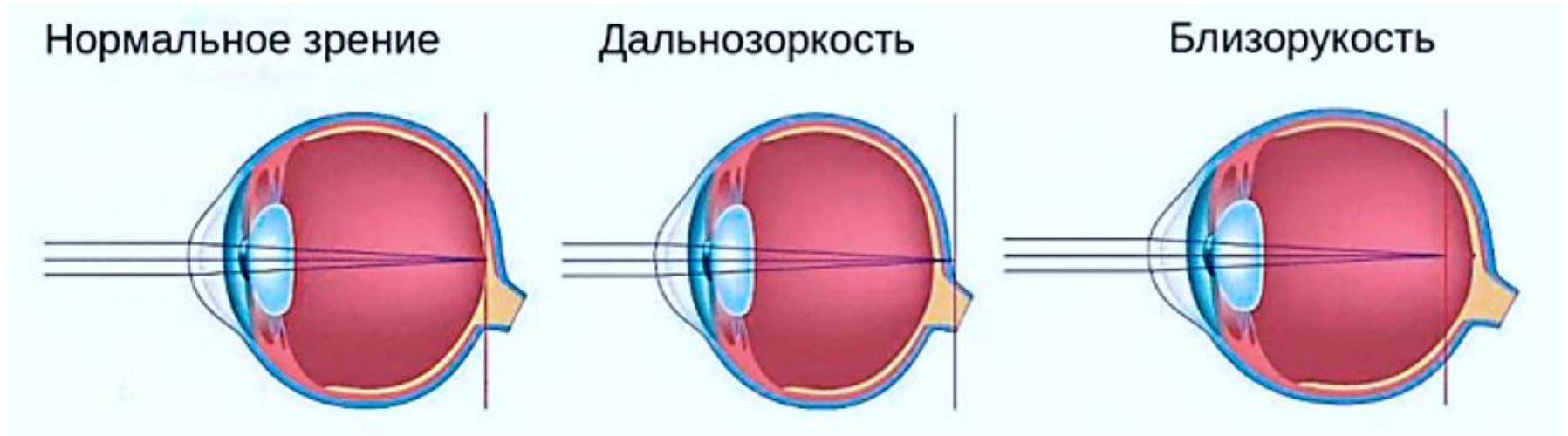
Зрачковый рефлекс



- Реакция зрачка на свет. Кольцевая мышца обеспечивает сужение зрачка, иннервируется парасимпатическими волокнами 3 пары (центр – средний мозг).
- Радиальная мышца, расширяющая зрачок, иннервируется симпатическими нервами (центр – боковые рога верхних грудных сегментов спинного мозга)

Оценка зрачкового рефлекса происходит с использованием белого света от ручки-фонарика. В норме зрачок быстро сужается в ответ на световой раздражитель (прямой рефлекс), одновременно сужается и зрачок другого глаза (содружественный рефлекс).

Главные аномалии рефракции



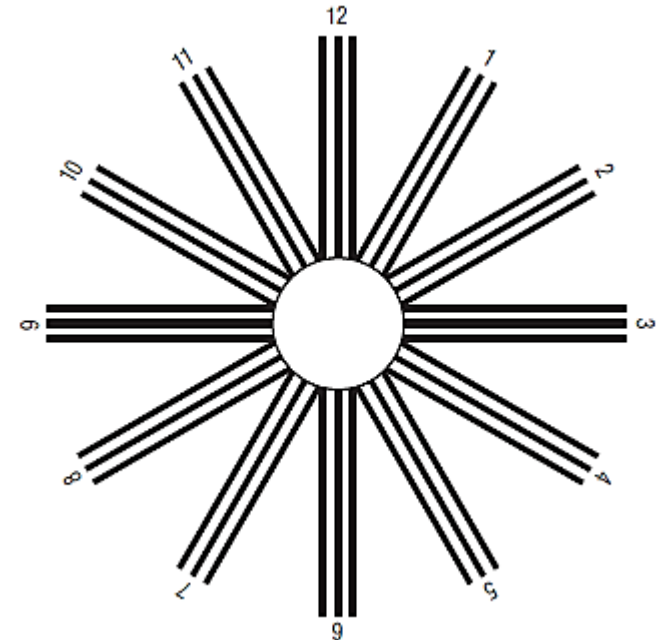
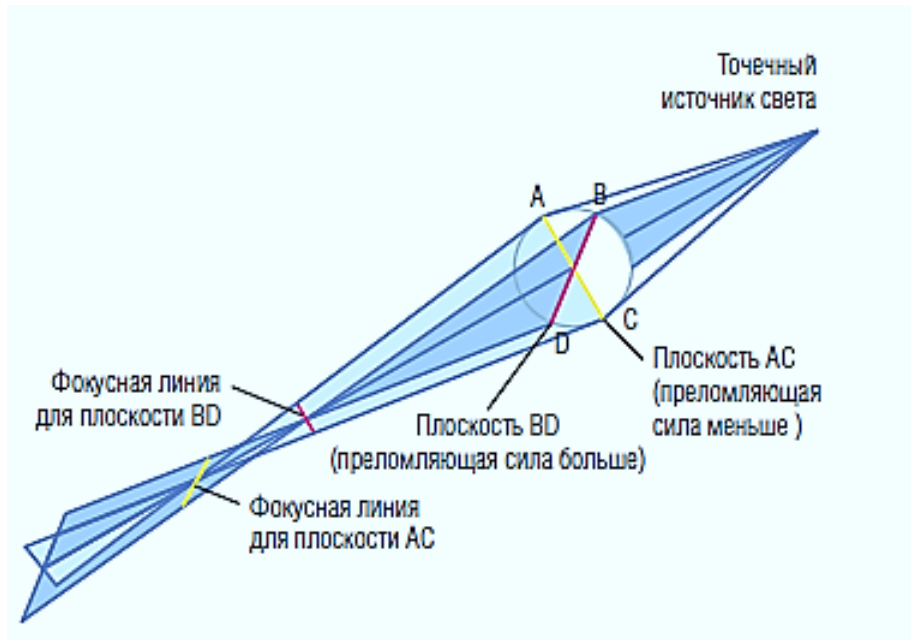
Эмметропия – нормальное зрение.

Гиперопия – дальнозоркость. Фокусировка изображения за сетчаткой. Коррекция – выпуклые линзы.

Миопия – близорукость. Фокусировка изображения перед сетчаткой. Коррекция – вогнутые линзы.

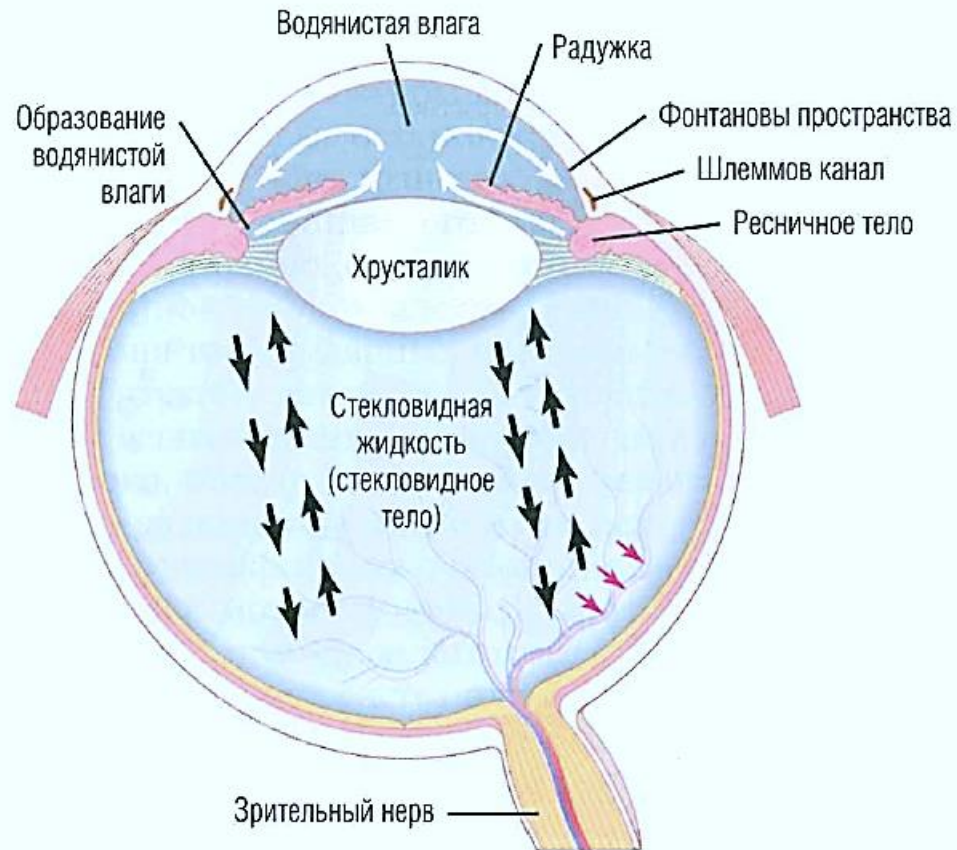
Пресбиопия – старческая дальнозоркость - следствие снижения эластических свойств и уплощение хрусталика. Бифокальные очки, в которых верхний сегмент помогает сфокусировать взгляд на дальних объектах, а нижний – на близких (для чтения).

Астигматизм – неодинаковое преломление лучей по вертикальному и горизонтальному меридиану (различный радиус кривизны роговицы)



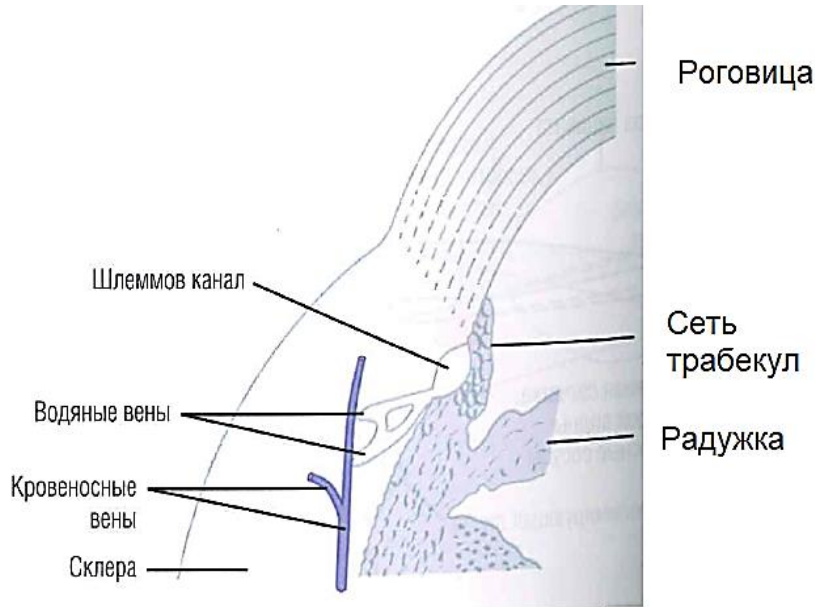
Размещая перед глазом с астигматизмом различные **сферические линзы**, находят такую, с помощью которой четко фокусируются параллельные полосы, но не устраняется расплывчатость полос, расположенных под прямым углом к резко фокусируемым. После определения этой оси начинают подбирать необходимую для коррекции **цилиндрическую линзу**. Затем оптик отшлифовывает специальную линзу, в которой комбинируются сферическая и цилиндрическая коррекции по соответствующей оси.

Жидкости глазного яблока

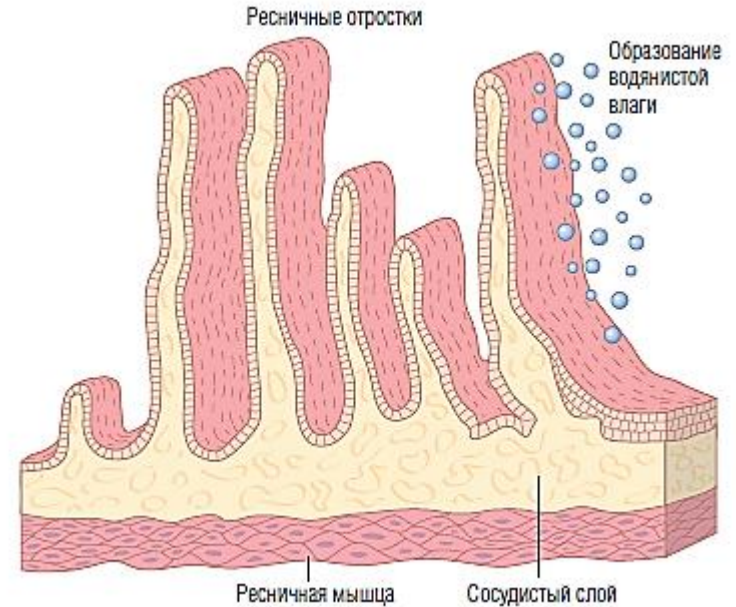


Формирование и ток жидкости (белые стрелки) в глазу. Черные стрелки – диффузия жидкости и других компонентов, красные стрелки – фильтрация и диффузия в сосудах сетчатки

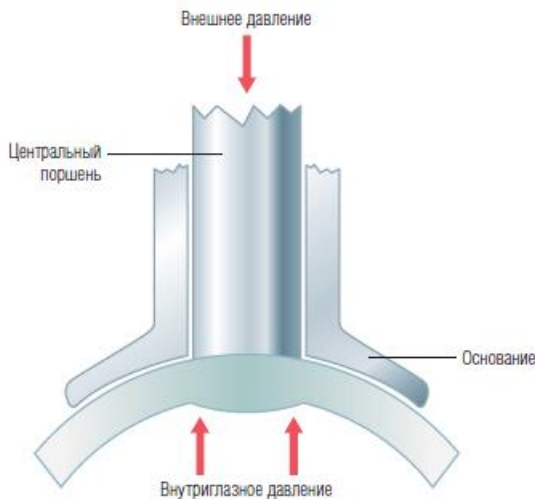
Секреция жидкости глазного яблока и давление внутри него



Анатомия иридокорнеального угла. Система оттока влаги из глазного яблока в вены конъюнктивы



Анатомия ресничных отростков. Водянистая влага образуется на их поверхности

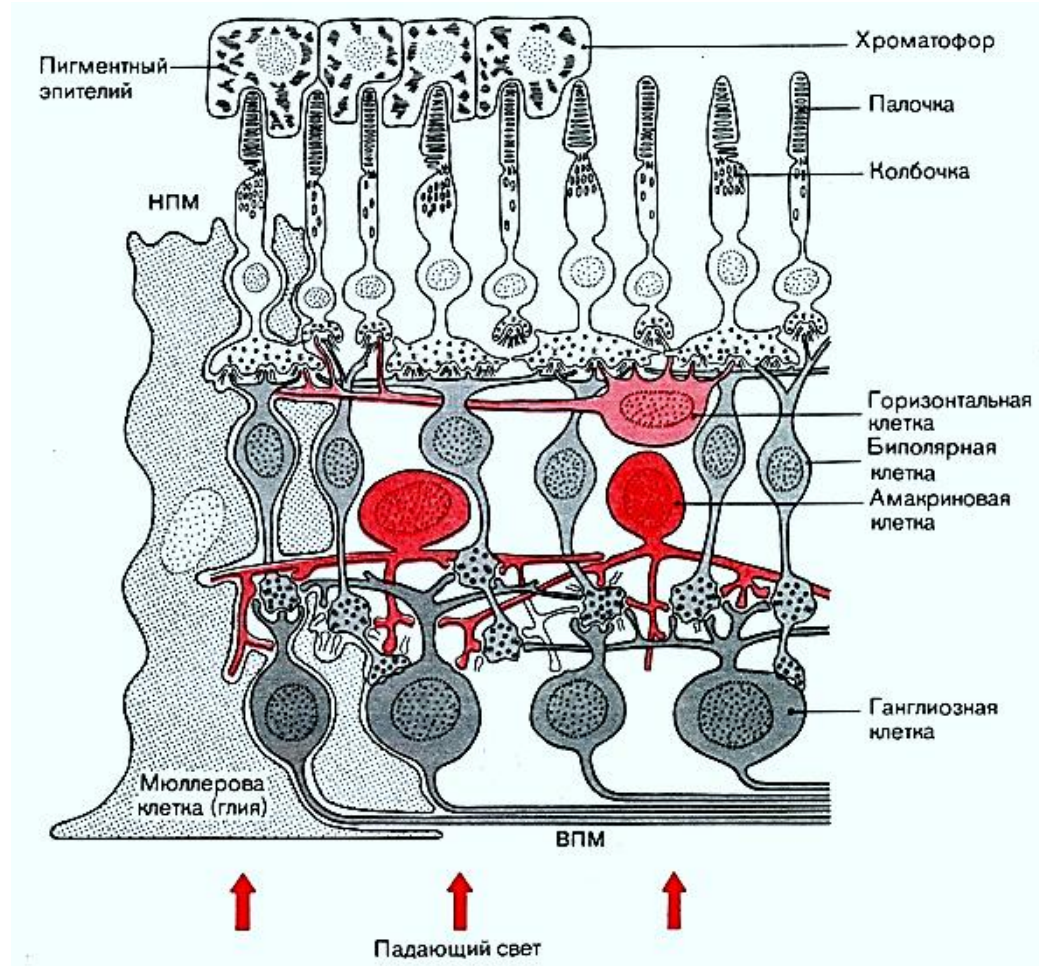


Тонометр для измерения внутриглазного давления

Внутриглазное давление (норма 12-20 мм рт. ст.) определяется главным образом сопротивлением оттоку водянистой влаги из передней камеры глаза в шлеммов канал.

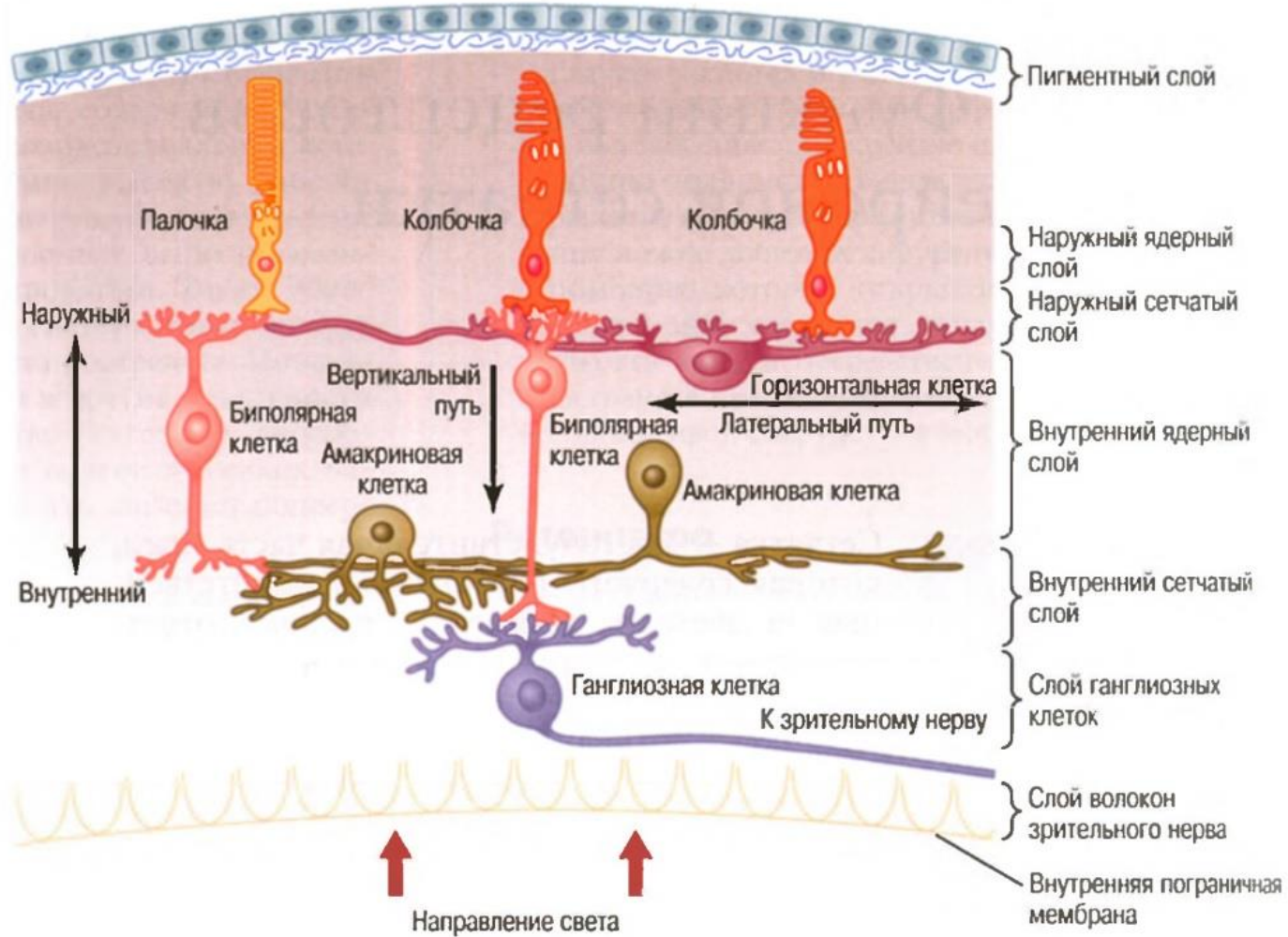
Глаукома – распространённая причина слепоты в результате пережатия зрительного нерва. Внутриглазное давление (25-30, иногда 60-70 мм рт. ст.).

Строение сетчатки

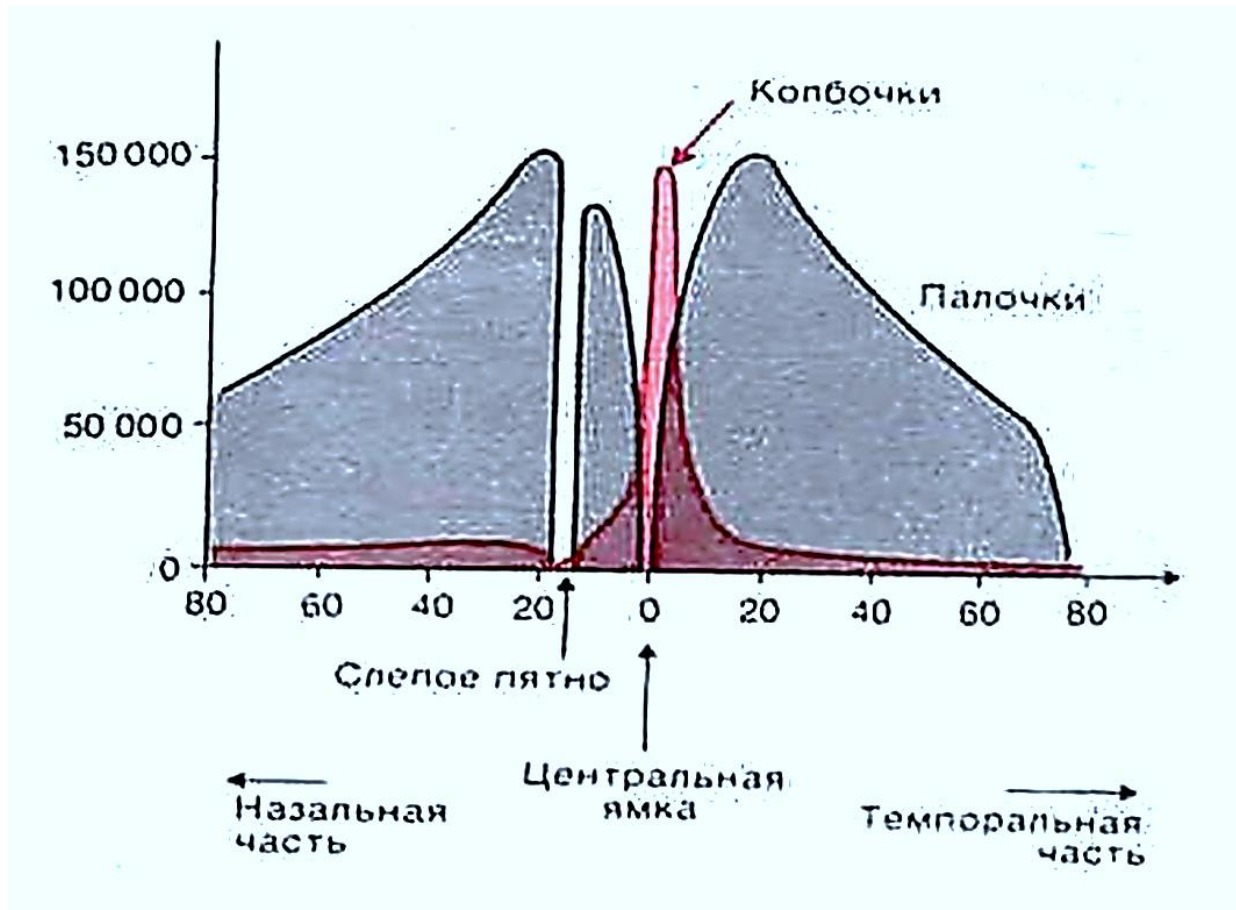


- Пигментный слой – поглощает свет, защищает сетчатку от перераздражения, участвует в обмене веществ в фоторецепторах
- **Нейронный состав:**
 1. Фоторецепторы (палочки и колбочки)
 2. Вставочные нейроны (биполярные, горизонтальные, амакриновые)
 3. Ганглиозные клетки – 1-й чувствительный нейрон, где возникает ПД

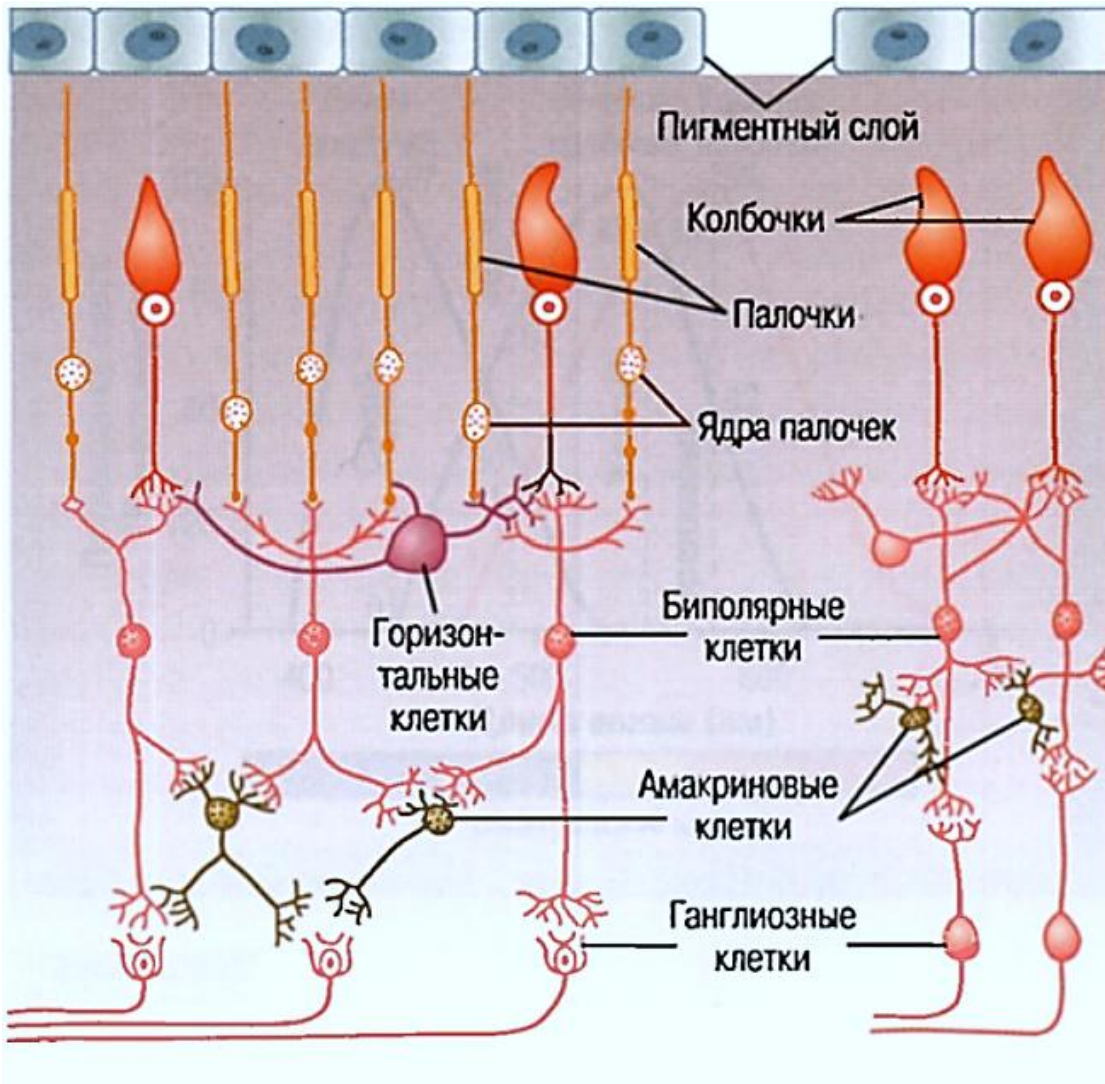
Слои в сетчатке



Распределение палочек и колбочек в сетчатке

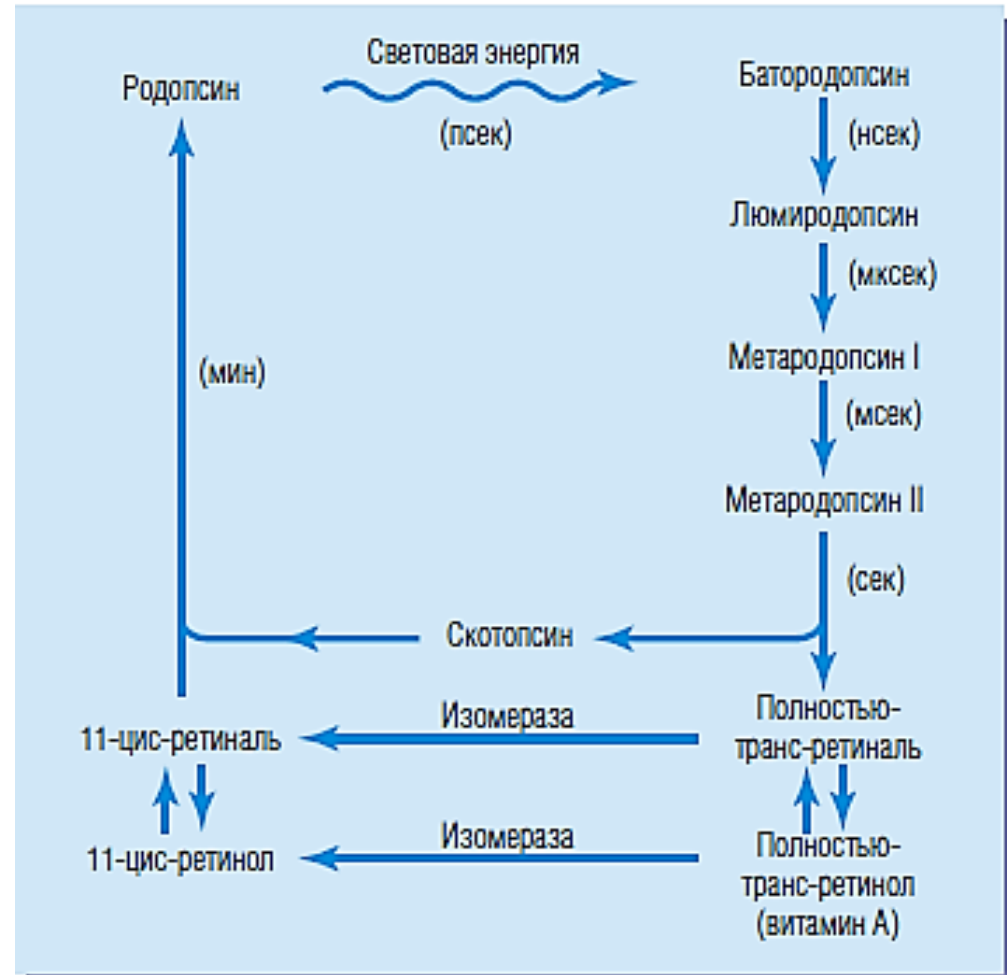
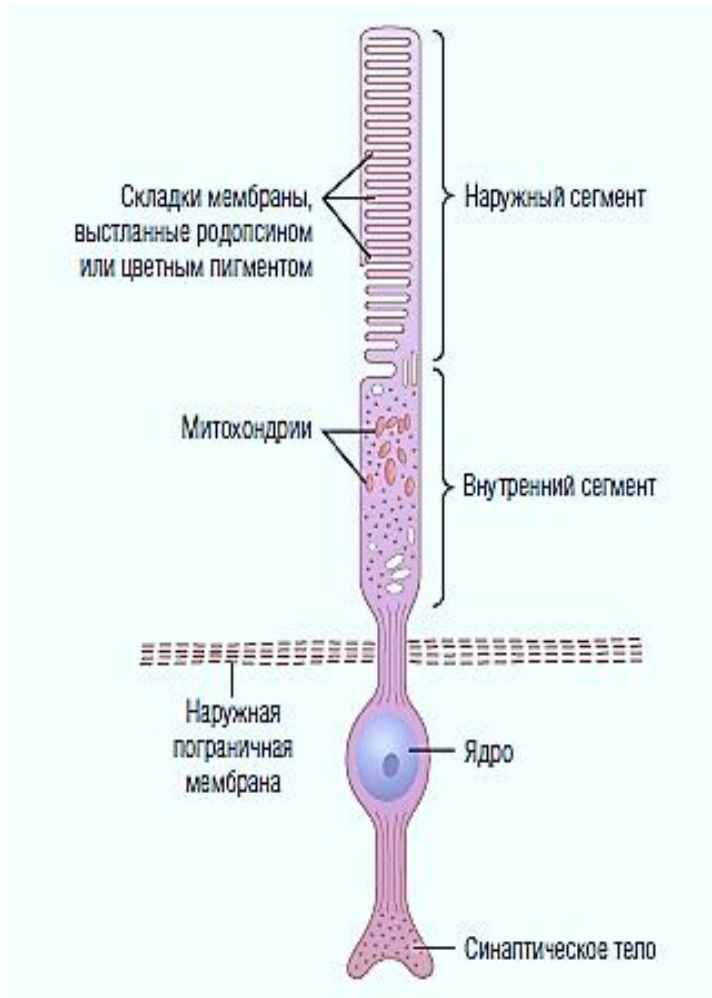


Связи в сетчатке



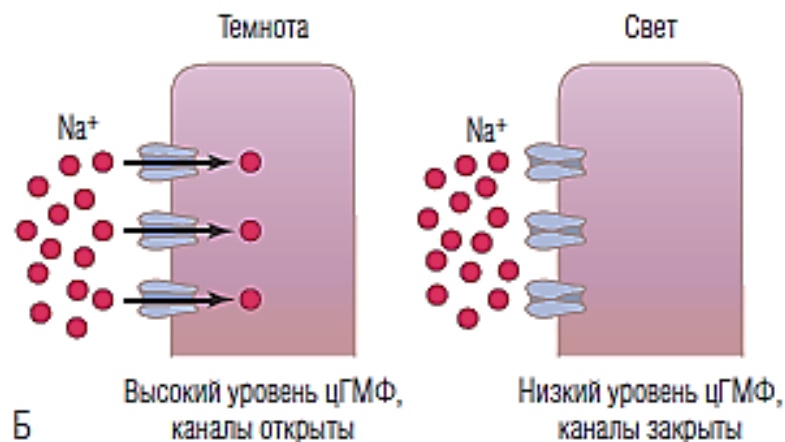
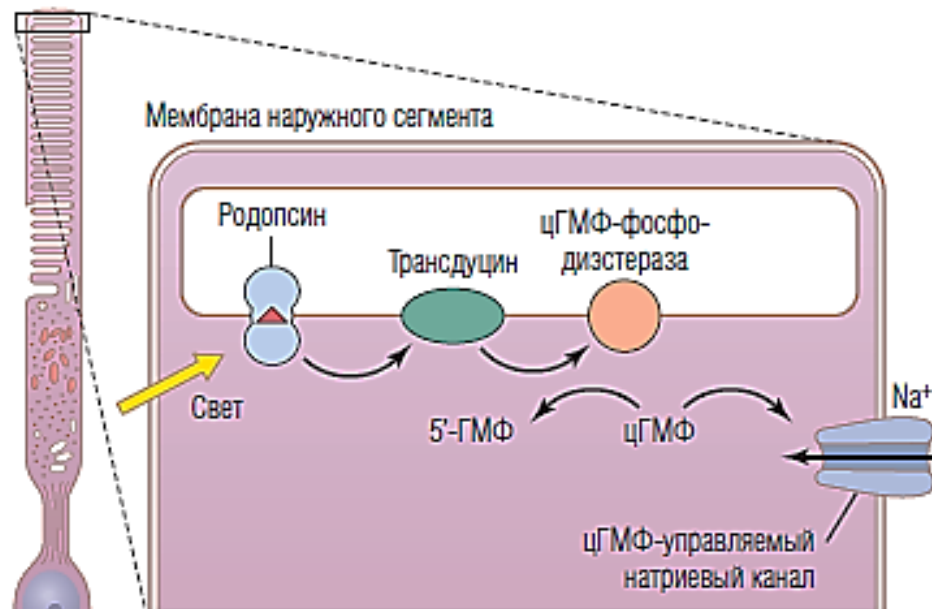
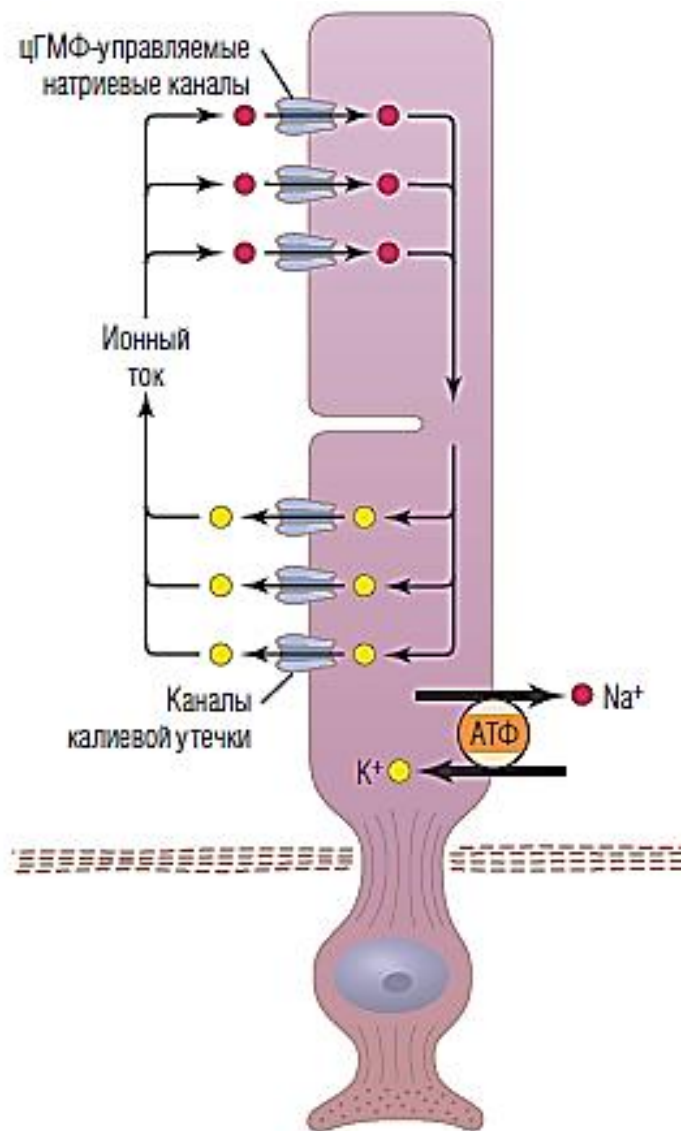
- Упрощенная схема связей между нейронами сетчатки: **слева** — контур, характерный для периферии сетчатки, а **справа** — для области центральной ямки. Далее перечислены разные типы нервных клеток сетчатки.
- Фоторецепторы, **палочки и колбочки**, проводящие сигналы к наружному сетчатому слою, где они образуют синапсы с биполярными и горизонтальными клетками.
- **Горизонтальные клетки**, проводящие сигналы горизонтально в наружном сетчатом слое от палочек и колбочек к биполярным клеткам.
- **Биполярные клетки**, сигналы которых проводятся вертикально от палочек, колбочек и горизонтальных клеток к внутреннему сетчатому слою, где формируются синапсы с ганглиозными и амакриновыми клетками.
- **Амакриновые клетки**, передающие сигналы в двух направлениях: либо прямо от биполярных клеток к ганглиозным, либо горизонтально в пределах внутреннего сетчатого слоя от аксонов биполярных клеток к дендритам ганглиозных клеток или к другим амакриновым клеткам.
- **Ганглиозные клетки**, проводящие сигналы через зрительный нерв за пределы сетчатки в ствол мозга.

Строение фоторецепторов и зрительный цикл родопсина в палочке



Ночная слепота. Это состояние развивается у человека при значительном дефиците витамина А, поскольку без него количество ретиналя и родопсина резко снижается. Ночью освещенность слишком низкая для обеспечения адекватного зрения у людей с дефицитом витамина А.

Рецепторный потенциал палочек представлен гиперполяризацией, а не деполяризацией



Б

Восприятие цвета

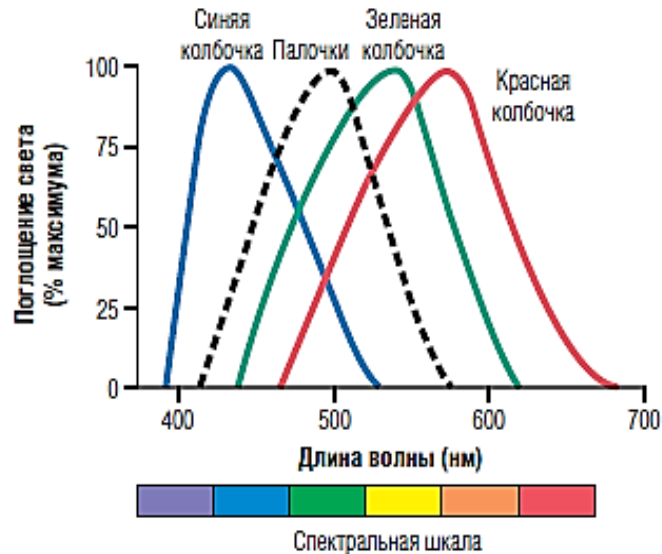


Рис. 51-8

Поглощение света пигментом палочек и цветными пигментами колбочек сетчатки человека [Marks WB, Dobbelle WH, MacNichol EF Jr. Visual pigments of single primate cones. Science 143:1181, 1964; Brown PK, Wald G. Visual pigments in single rods and cones of the human retina: direct measurements reveal mechanisms of human night and color vision. Science 144:45, 1964]

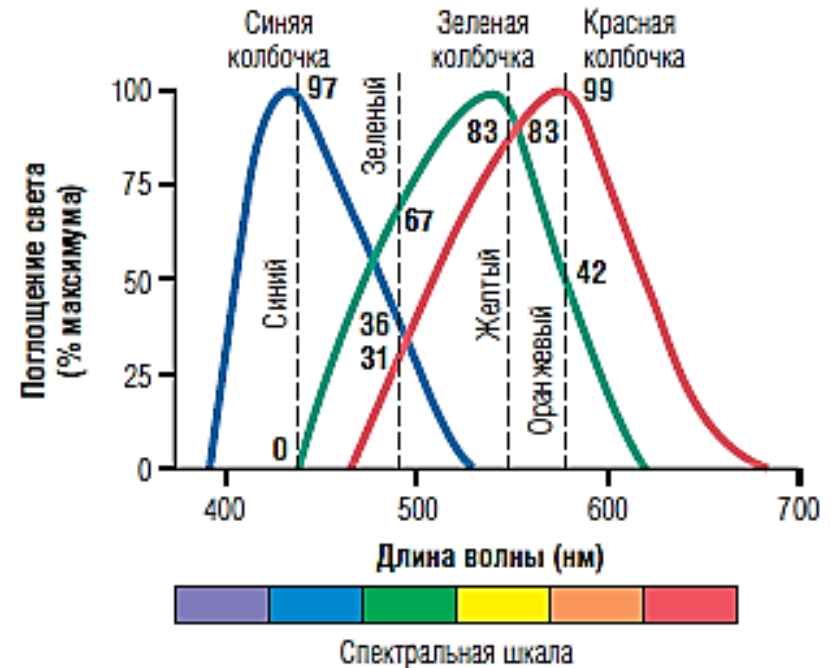
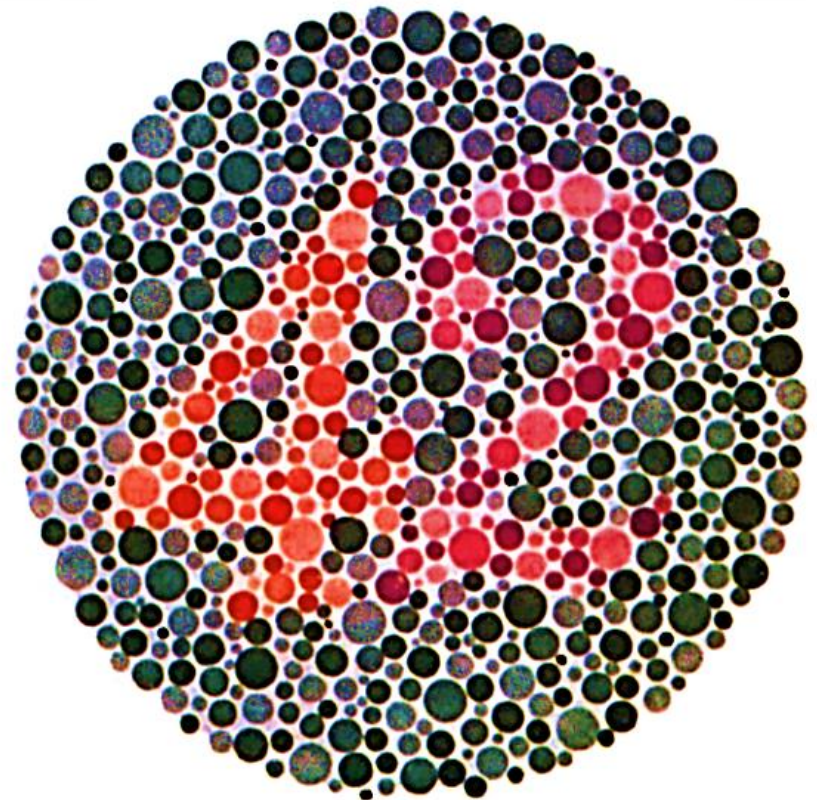
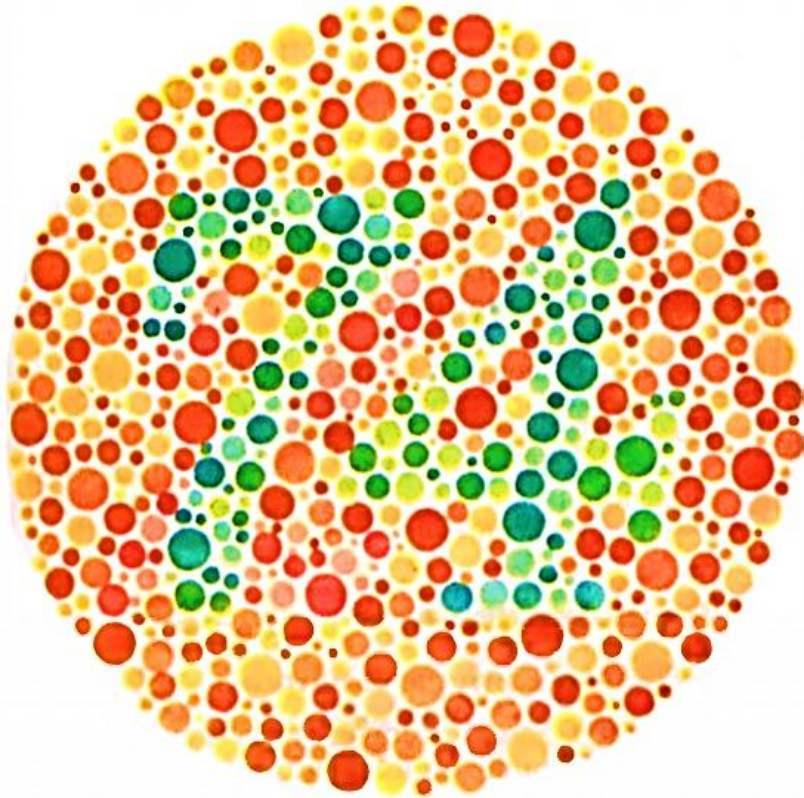


Рис. 51-10

Степень стимуляции (цифры около кривых, %) разных цветовоскислительных колбочек монохроматическим светом четырех цветов: синим, зеленым, желтым и оранжевым

	R	G	B
Синий свет -	0	0	97
Зеленый свет -	31	67	36
Жёлтый свет -	83	83	0
Оранжевый свет -	99	42	0

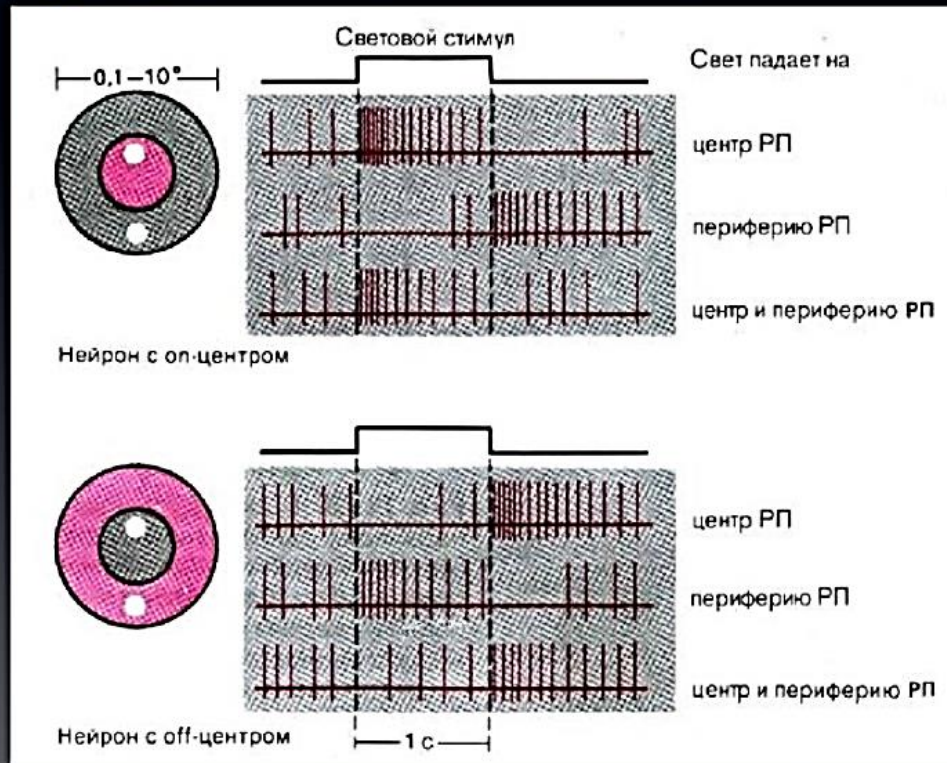
Исследование цветового зрения с помощью таблиц Ишихара



На изображении слева человек с нормальным цветовым зрением видит цифру «74», а со слепотой на красный и зеленый цвета — «21». На изображении справа человек со слепотой на красный цвет (протаноп) читает «2», со слепотой на зеленый (дейтераноп) — «4», а с нормальным цветовым зрением видит «42».

Концентрические рецептивные поля с центром и периферией разных знаков

Сетчатка: рецептивные поля ганглиозных клеток



Функциональная организация рецептивных полей ганглиозных клеток сетчатки млекопитающих. При анализе рецептивных полей небольшие пятна света (показаны белым) проецировались либо на центр, либо на периферию РП. Световые стимулы вызывают разный ответ у нейронов с on- и off-центром. Когда обе части РП освещены одновременно, возбуждающий и тормозный процессы, связанные с освещением центра и периферии, суммируются. Однако преобладает ответ, вызываемый стимуляцией центра РП.

Первичная зрительная кора

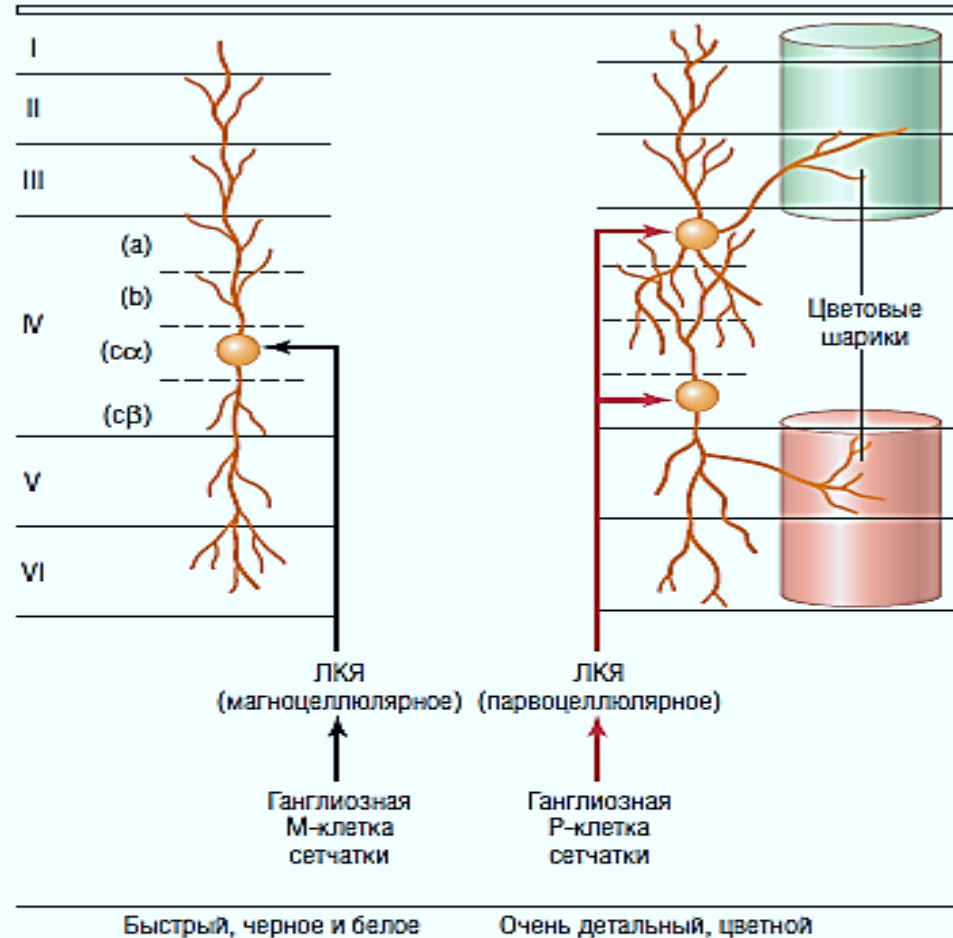


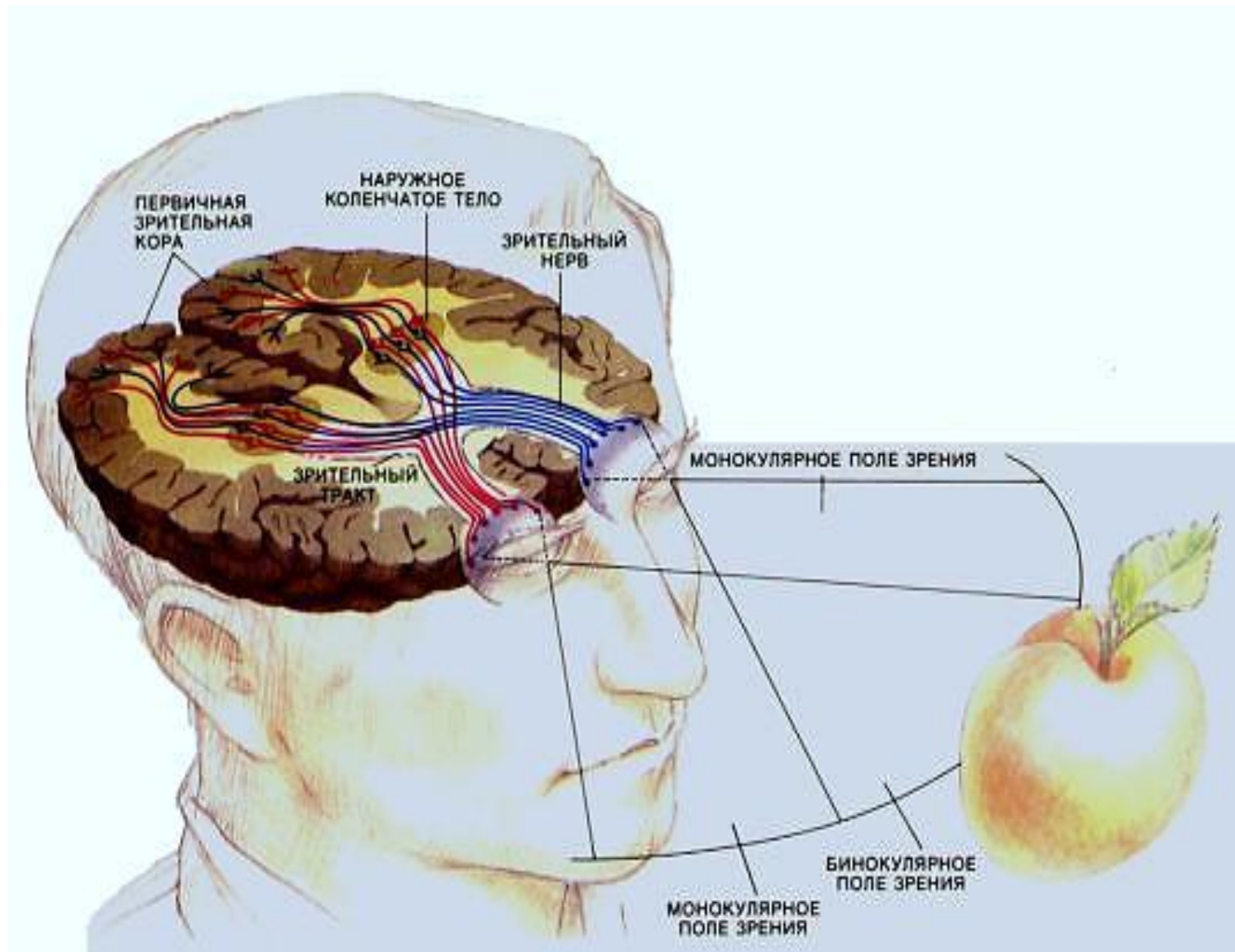
Рис. 52-4

Шесть слоев первичной зрительной области. Путь, показанный на рисунке слева, исходит из магноцеллюлярных слоев латерального колленчатого ядра (ЛКЯ) и проводит быстроизменяющиеся черно-белые зрительные сигналы. Путь справа начинается в парвоцеллюлярных слоях (слои III–VI) ЛКЯ; он проводит сигналы, передающие точные пространственные детали, а также цвет. Обратите внимание на особые области зрительной зоны, называемые цветовыми шариками и необходимые для различения цвета

Движения глаз при рассматривании лица. ЭОГ.
Испытуемый несколько минут рассматривал фото
слева

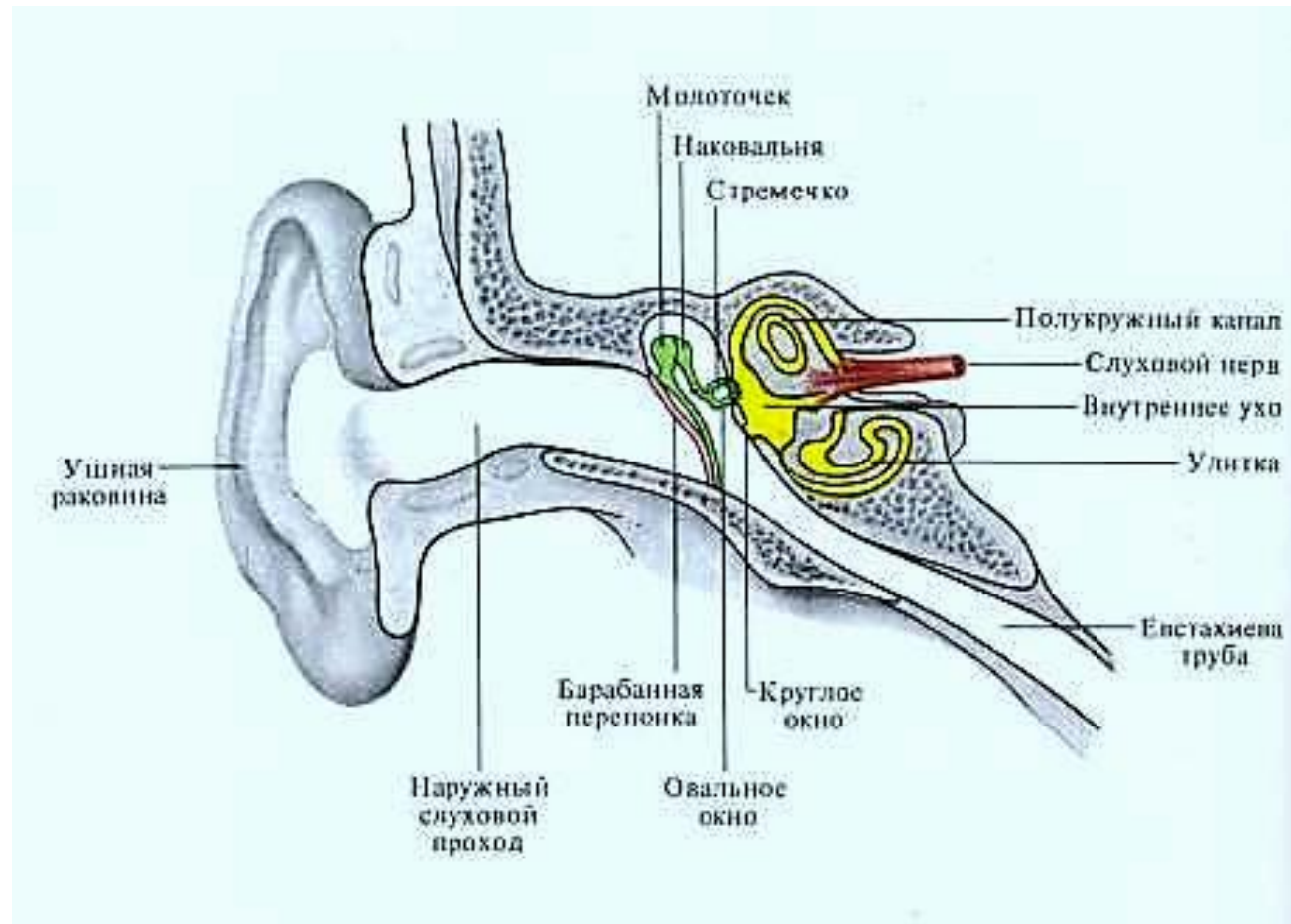


Бинокулярное зрение и бинокулярная конкуренция



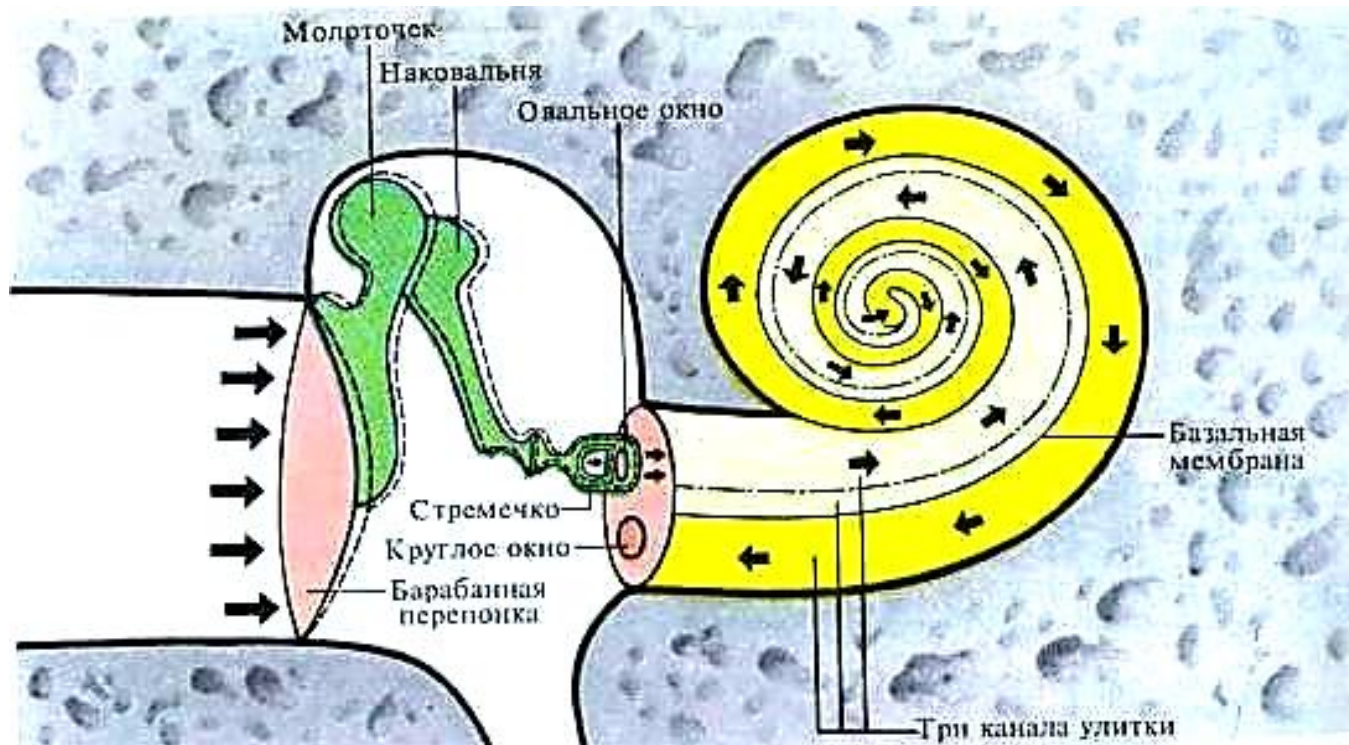
Физиология слухового анализатора

Периферический отдел слухового анализатора



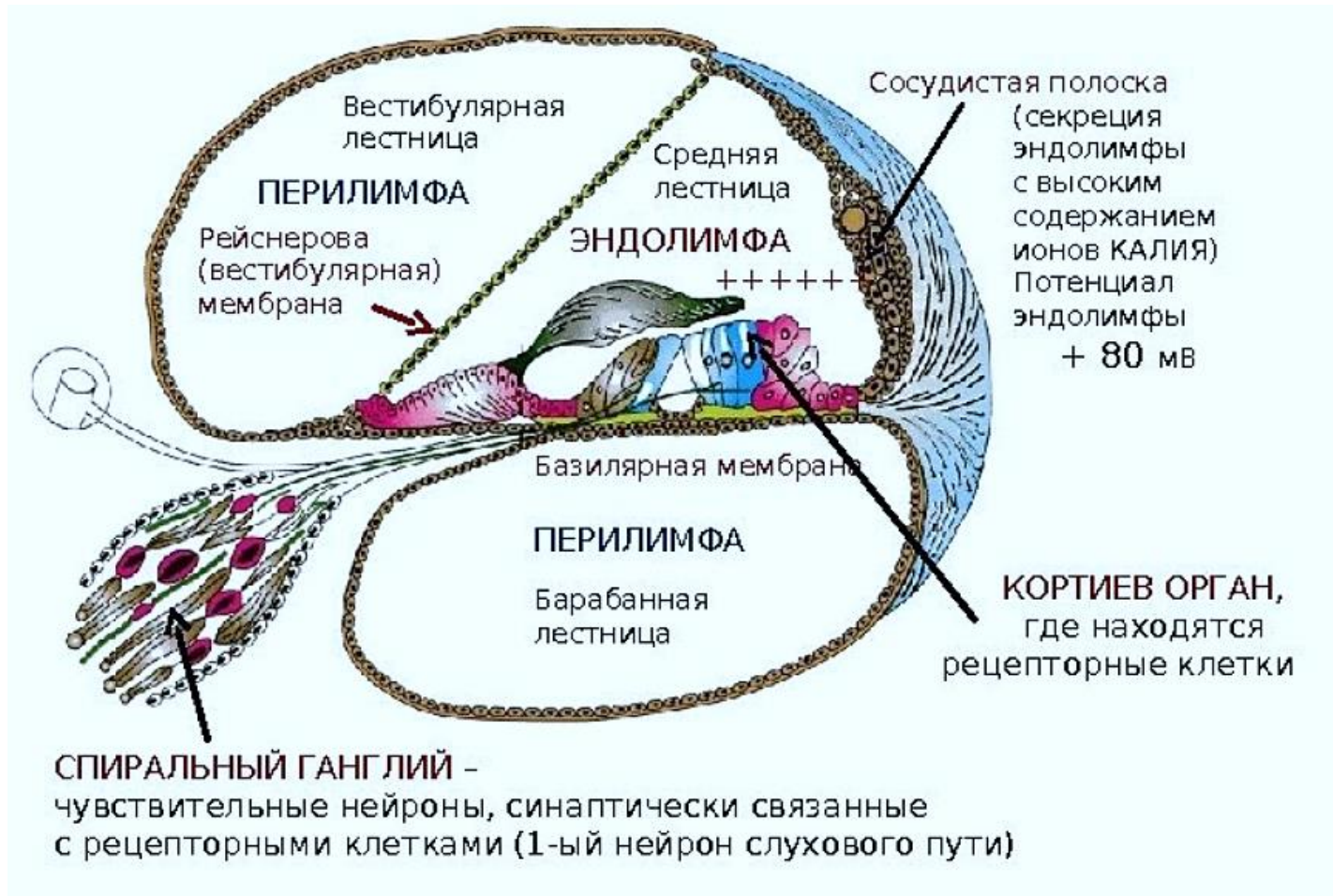
- Наружное ухо – звукоулавливающий и звукопроводящий отдел
- Среднее ухо – звукопроводящий и звукопреобразующий отдел. Преобразование звука: 1- Усиление за счет разницы диаметра барабанной перепонки и овального окна; 2-Снижение амплитуды за счет сокращения мышц среднего уха
- Внутреннее ухо – звуковоспринимающий отдел

Среднее и внутреннее ухо в разрезе

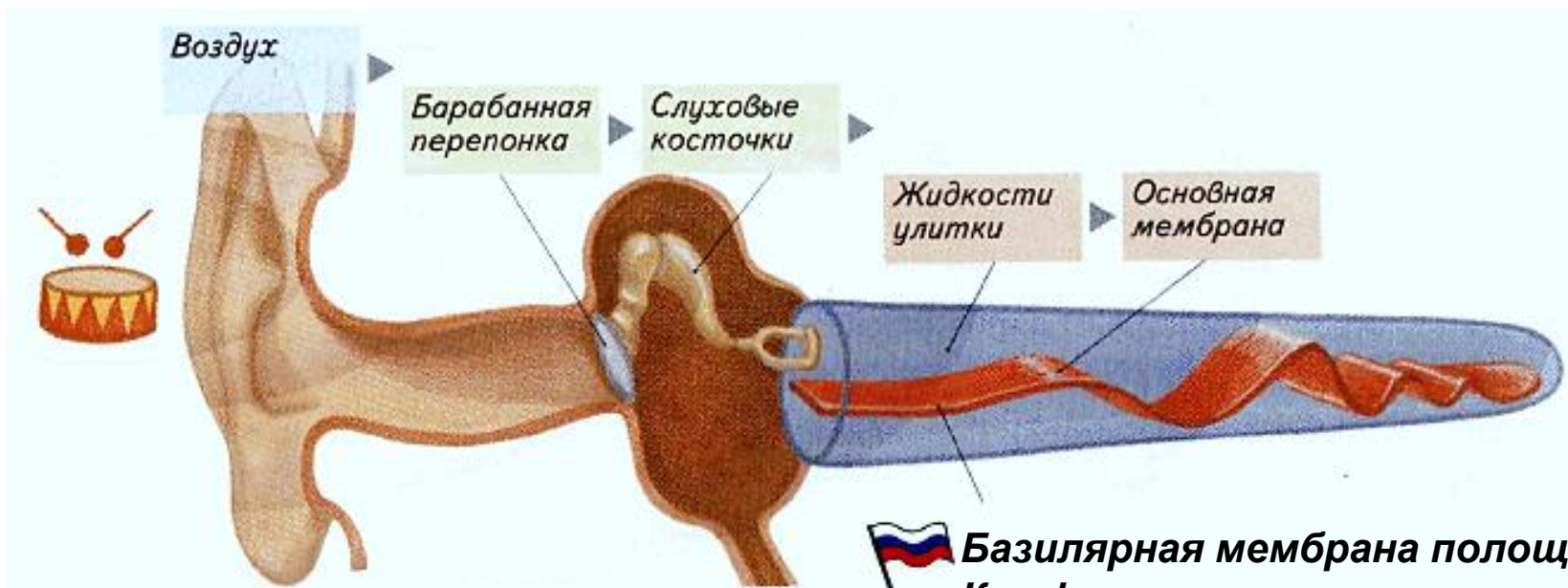



Колебания овального окна заставляют колебаться перилимфу лестницы преддверия, за счет чего звуковая волна передается на геликотрему и круглое окно. Нейроэпителий канала улитки лабиринта внутреннего уха имеет тонопическую организацию, благодаря которой высокие частоты лучше воспринимаются у овального окна, а нижние частоты — в области геликотремы.

Улитковый ход

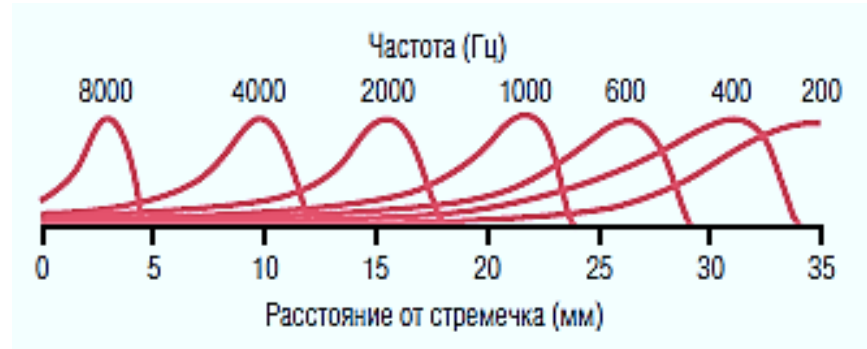
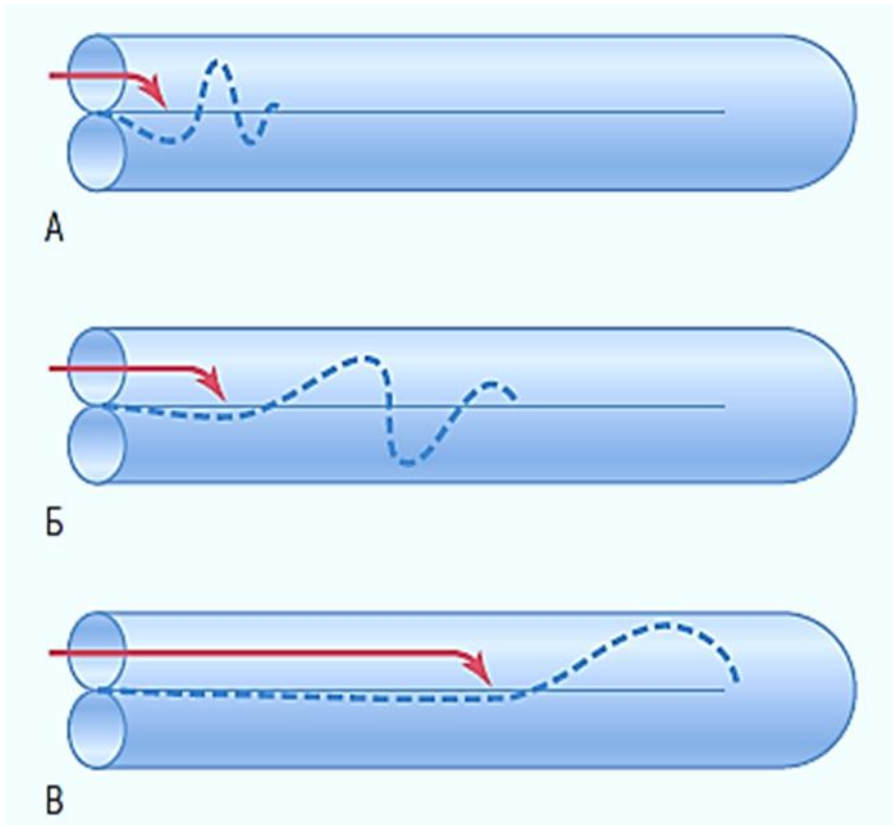


КОЛЕБАНИЕ БАЗИЛЯРНОЙ МЕМБРАНЫ



 **Базиллярная мембрана полощется,
Как флаг на ветру**

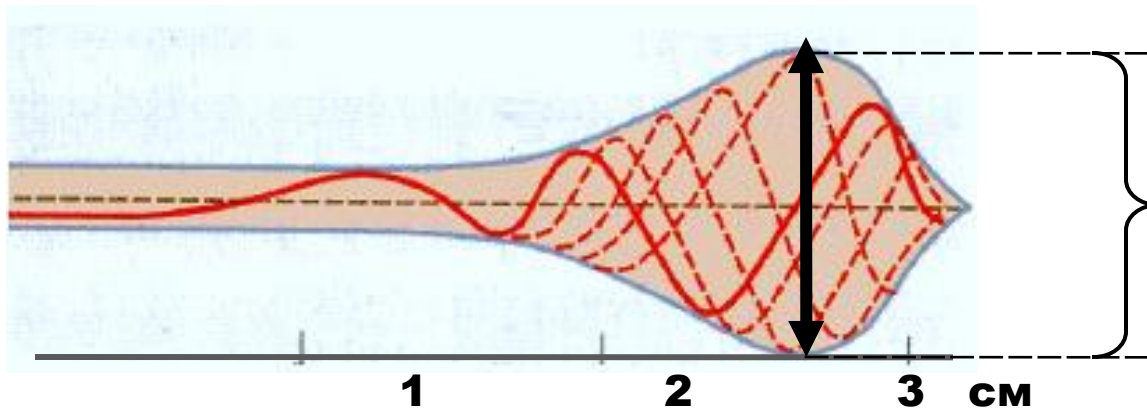
Распределение различных частот звука на базальной мембране



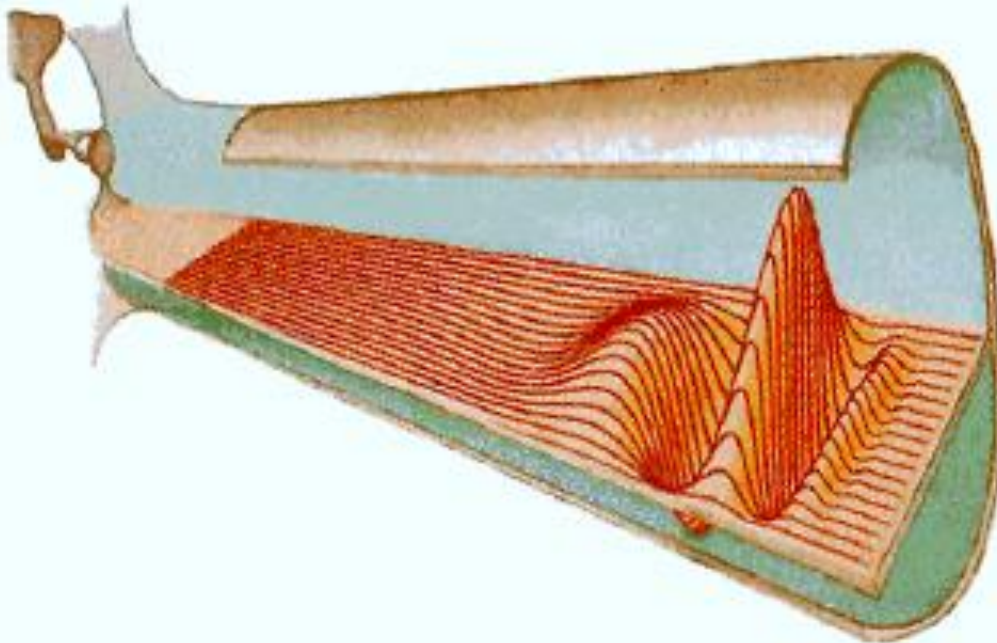
Амплитудные характеристики для звуковых частот в диапазоне от 200 до 8000 Гц, демонстрирующие участки максимальной амплитуды колебаний базальной мембраны для разных частот

«Бегущие» вдоль базальной мембраны волны звуков высокой частоты (А), средней частоты (Б) и низкой частоты (В). Стрелки указывают на начало усиления звуковой волны

КОЛЕБАНИЕ БАЗИЛЯРНОЙ МЕМБРАНЫ

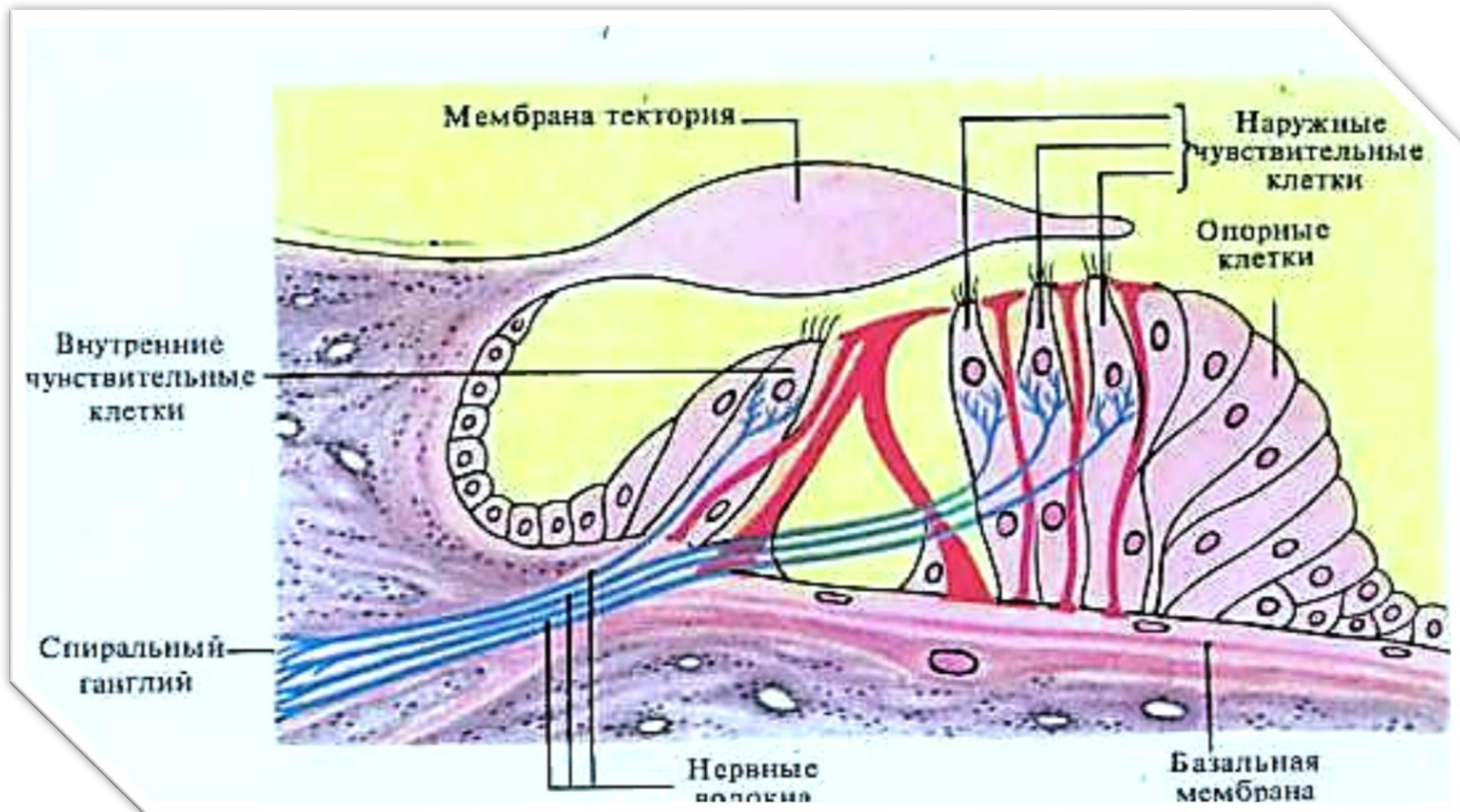


На схеме бегущей волны максимальная амплитуда колебаний соответствует звуку данной частоты

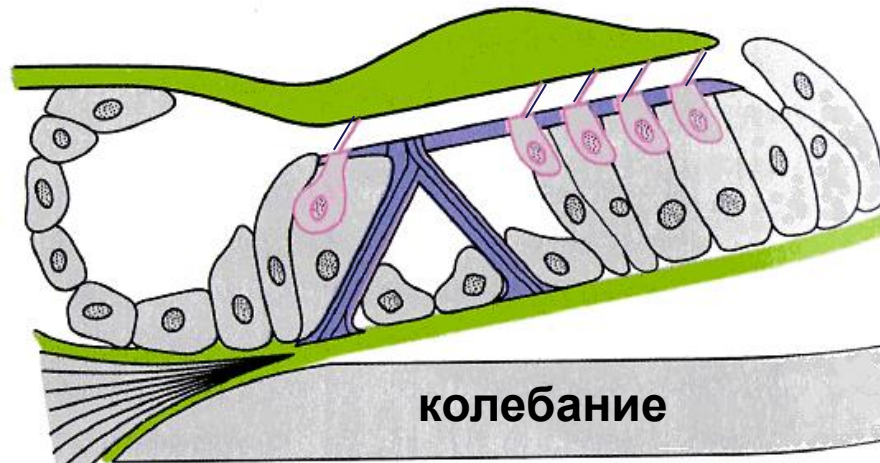
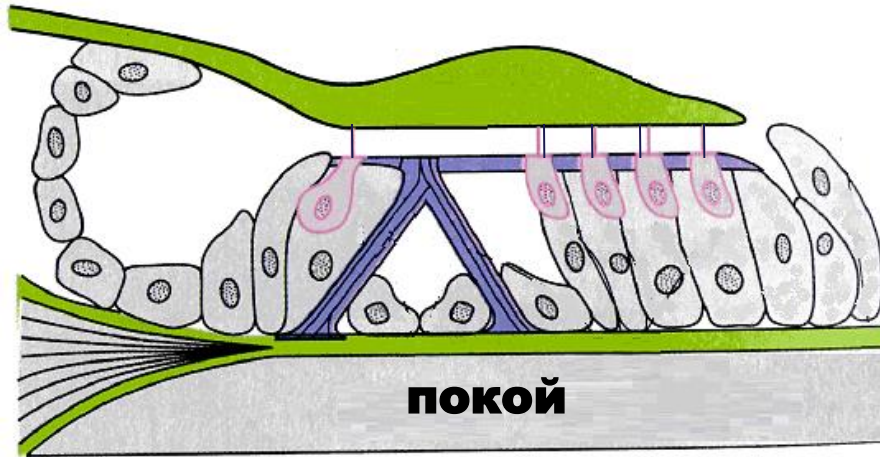


Трёхмерная реконструкция бегущей волны

Кортиев орган



ВОЗБУЖДЕНИЕ ВОЛОСКОВЫХ КЛЕТОК



Движение стремечка в овальном вовлекает в колебательный процесс жидкость внутреннего уха и базилярную мембрану.

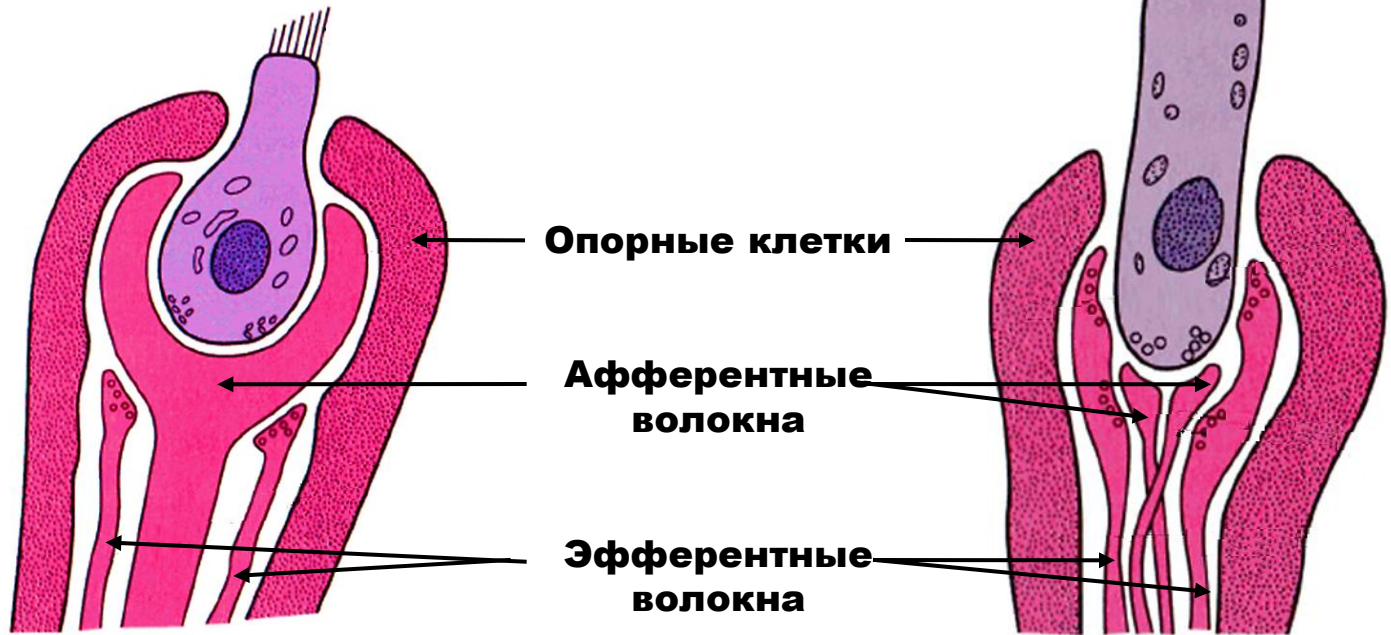
Волоски рецепторных клеток, погруженное в желеобразную покрывную мембрану, сгибаются.

Когда смещение волосков идёт в сторону длинной стереоцилии, происходит деполяризация.

Когда волоски смещаются в другую сторону, происходит гиперполяризация.

Рецепторный потенциал возникает очень быстро, т.к. и электрический, и концентрационный градиенты высокие, а в клетку поступают ионы натрия, кальция и калия (!).

ВОЛОСКОВЫЕ КЛЕТКИ



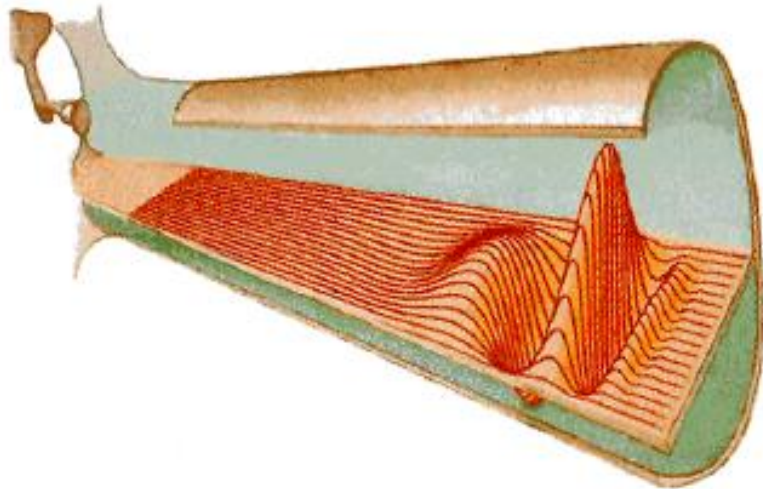
ВНУТРЕННИЕ ВОЛОСКОВЫЕ КЛЕТКИ

- Их 3500. Они контактируют с 90% афферентных волокон нейронов спирального ганглия.
- Основная слуховая информация в ЦНС поступает от этих клеток.
- Имеется эфферентная иннервация чувствительных волокон, связанных с волосковой клеткой (оливокохлеарные эфференты от ядер верхних олив).

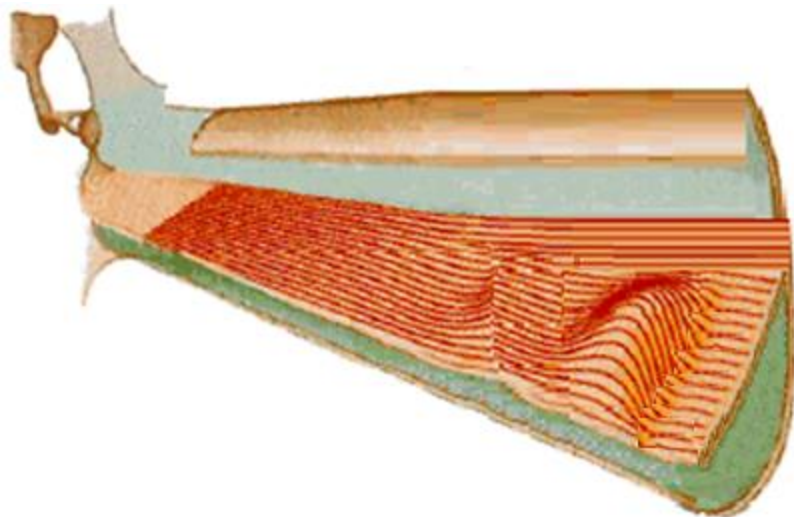
НАРУЖНЫЕ ВОЛОСКОВЫЕ КЛЕТКИ

- Их 15000. Они контактируют с 10% афферентных волокон нейронов спирального ганглия
- Укорочение наружных волосковых клеток влияет на положение базиллярной мембраны и её свойства, что увеличивает амплитуду колебаний.
- Имеется эфферентная иннервация самих волосковых клеток холинергическими нервными волокнами, которые через N-холинорецепторы вызывают их сокращение.

ЗНАЧЕНИЕ СОКРАТИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ НАРУЖНЫХ ВОЛОСКОВЫХ КЛЕТОК ДЛЯ ВОСПРИЯТИЯ ЗВУКОВ ОПРЕДЕЛЁННОЙ ЧАСТОТЫ

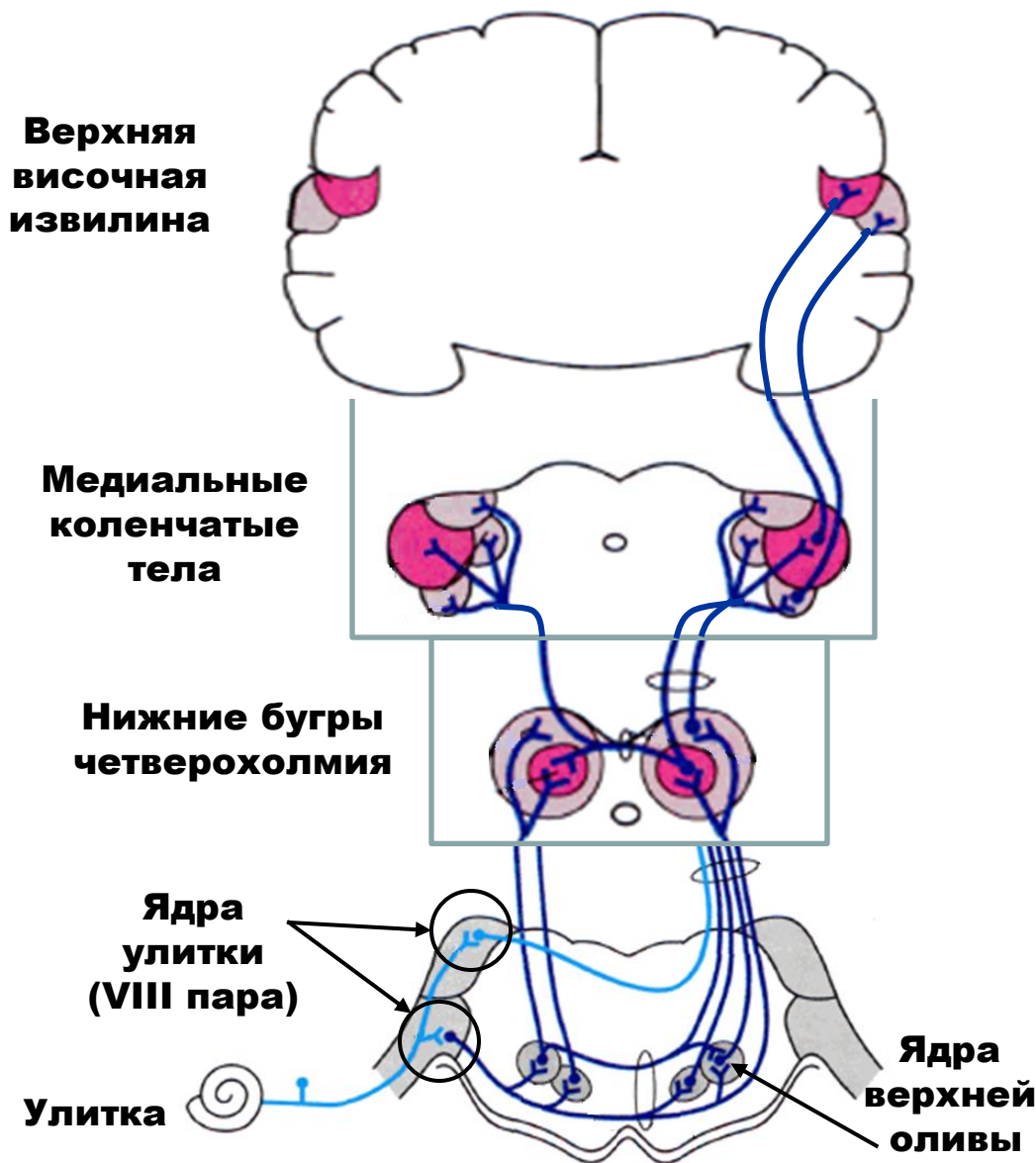


**Амплитуда колебаний
базиллярной мембраны
с участием сократительного
эффекта наружных
волосковых клеток**



**Резкое снижение амплитуды
колебаний базиллярной
мембраны на тот же звуковой
раздражитель на фоне блокады
сократительного эффекта.**

ОСНОВНЫЕ СЛУХОВЫЕ ПУТИ



Вторичная слуховая кора – ассоциация звуковых, зрительных, соматосенсорных модальностей

Первичная слуховая кора – восприятие, формирование звукового образа

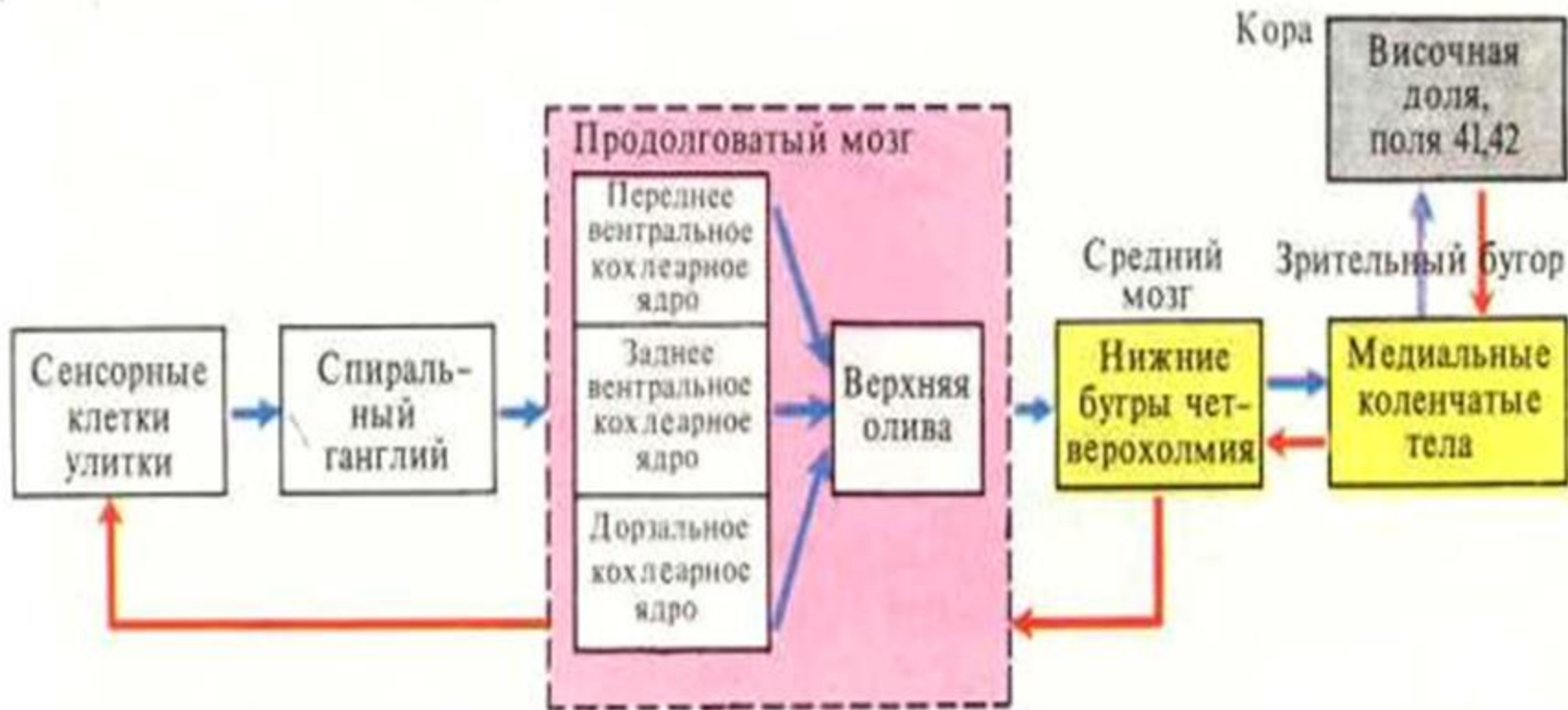
Коллатерали к ретикулярной формации, к червю мозжечка – активация всей ЦНС в ответ на сильные, внезапные звуки.

Четверохолмный сторожевой рефлекс.

Локализация источника звука

(учитывается разница во времени, разница громкости, деформация звуковых волн ушной раковиной)

Переключательные центры слухового анализатора (слуховой путь)



Корковый отдел слухового анализатора - верхняя височная извилина

- Поле 41 (зона Гешле) – неречевой слух;
- Поле 42 (зона Вернике) - задняя часть верхней височной извилины (левой) – речевой слух

ТОНАЛЬНАЯ АУДИОГРАФИЯ



Бинауральный слух

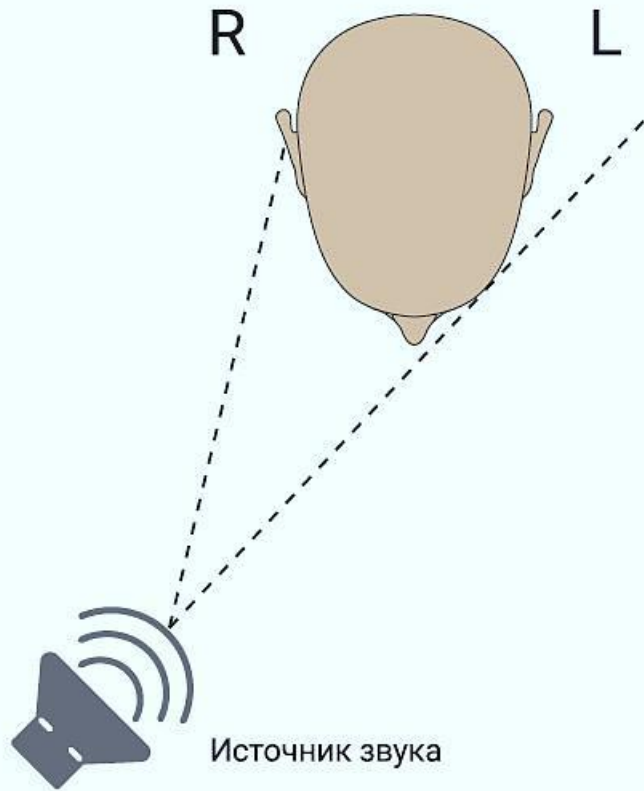


Рис. 2. Бинауральный слух

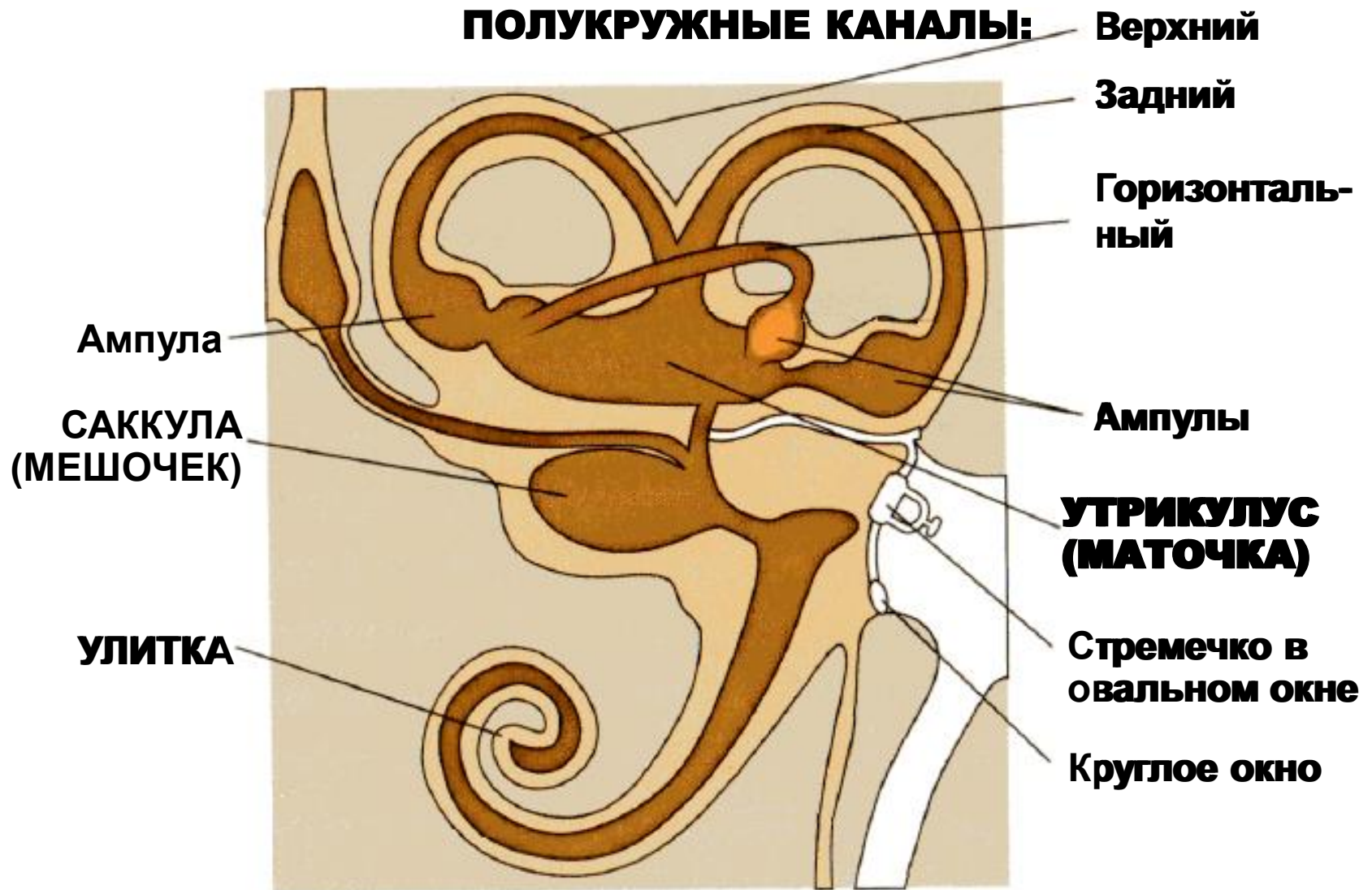
Пространственный слух – способность локализовать источник звука в горизонтальной и вертикальной плоскостях, а также определять степень его удалённости от организма. У человека локализация источников звука происходит с помощью симметричных половин слуховой системы – **бинаурального слуха.**

Интерауральная разность по T у взрослого человека:
 L (длина волны сигнала) > 21 см
Частота < 1500 Гц

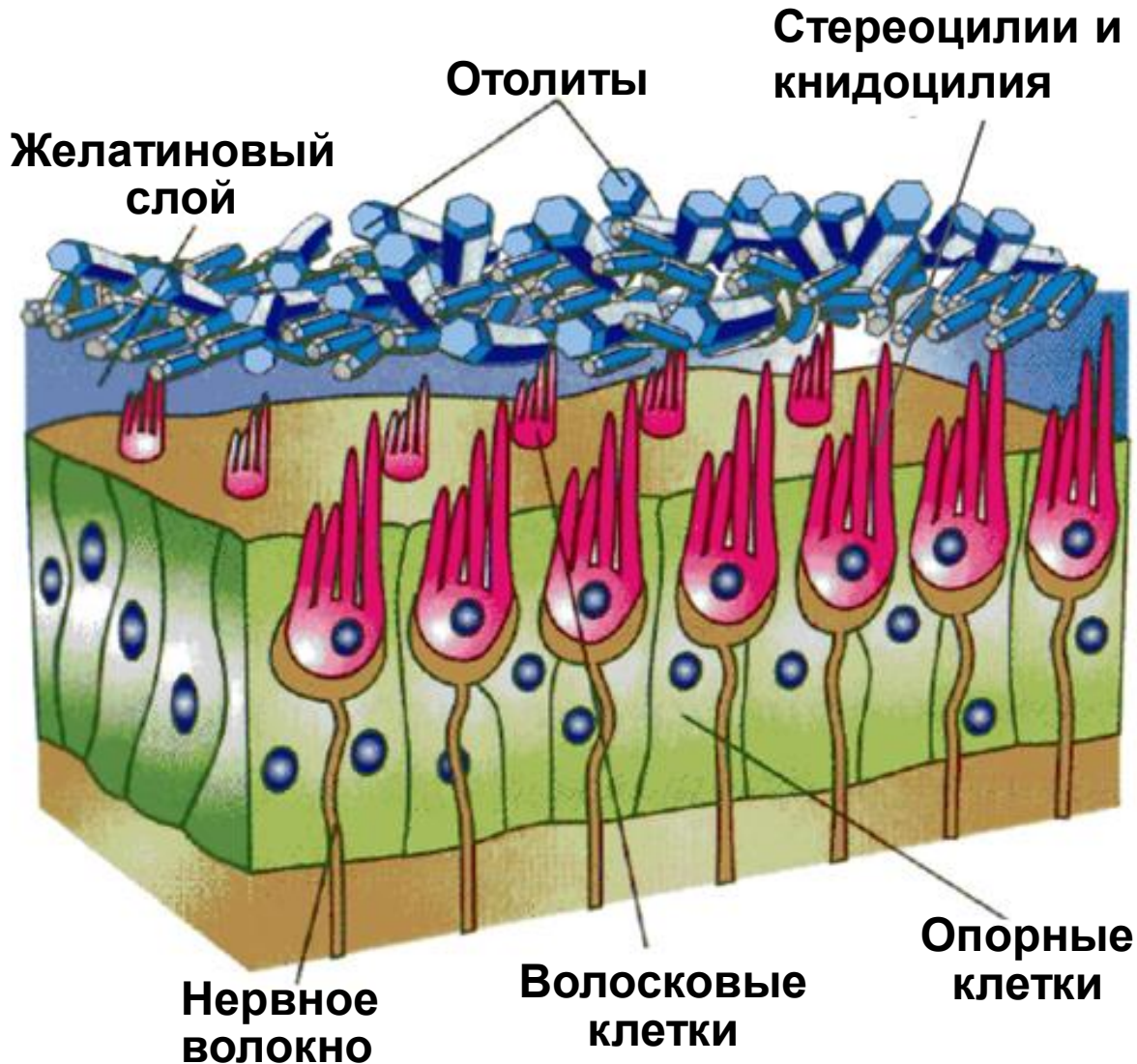
Интерауральная разность по I у взрослого человека :
 L (длина волны сигнала) < 21 см
Частота > 1500 Гц

Вестибулярный аппарат

ВЕСТИБУЛЯРНЫЙ АППАРАТ

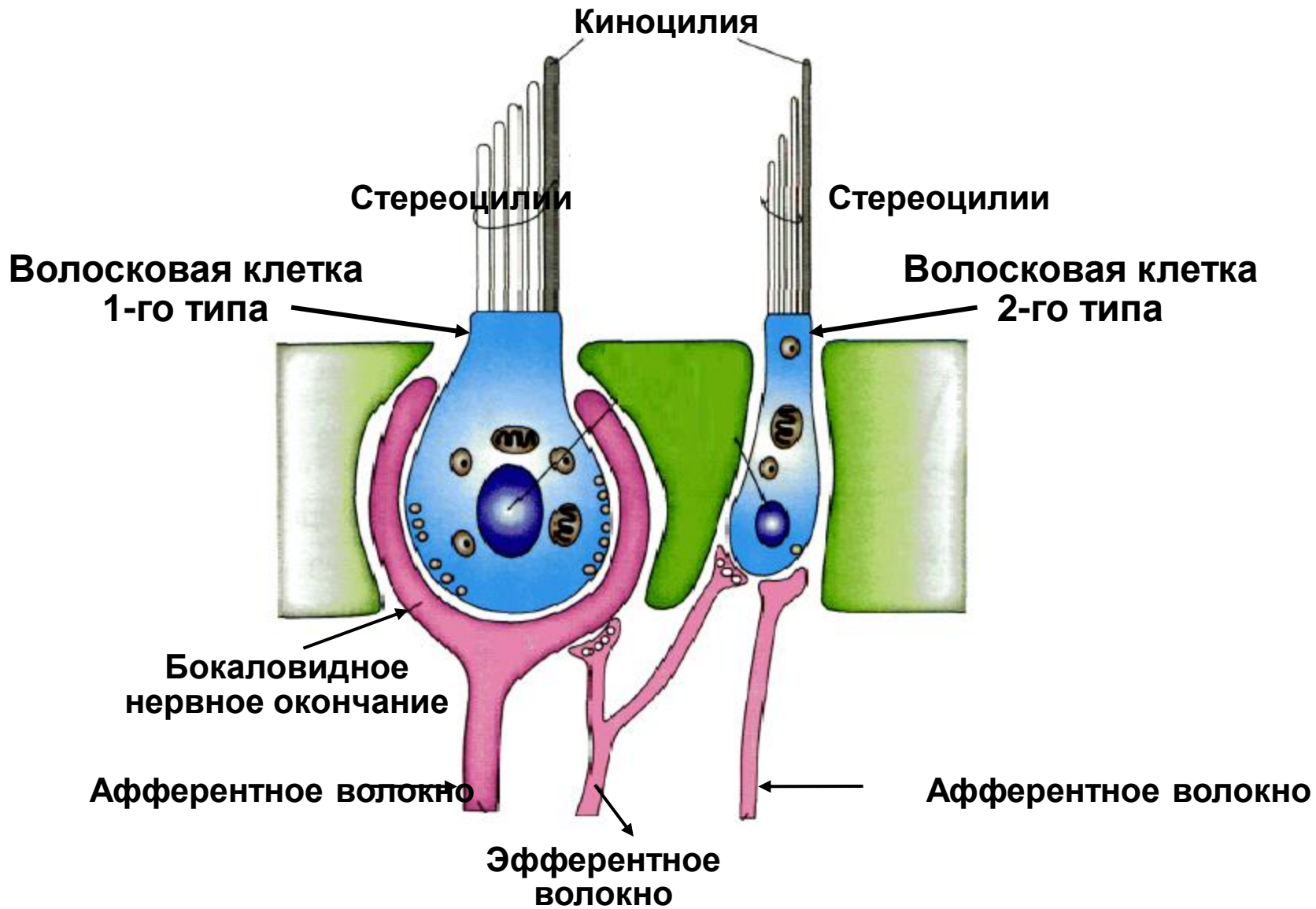


ОТОЛИТОВ АППАРАТ

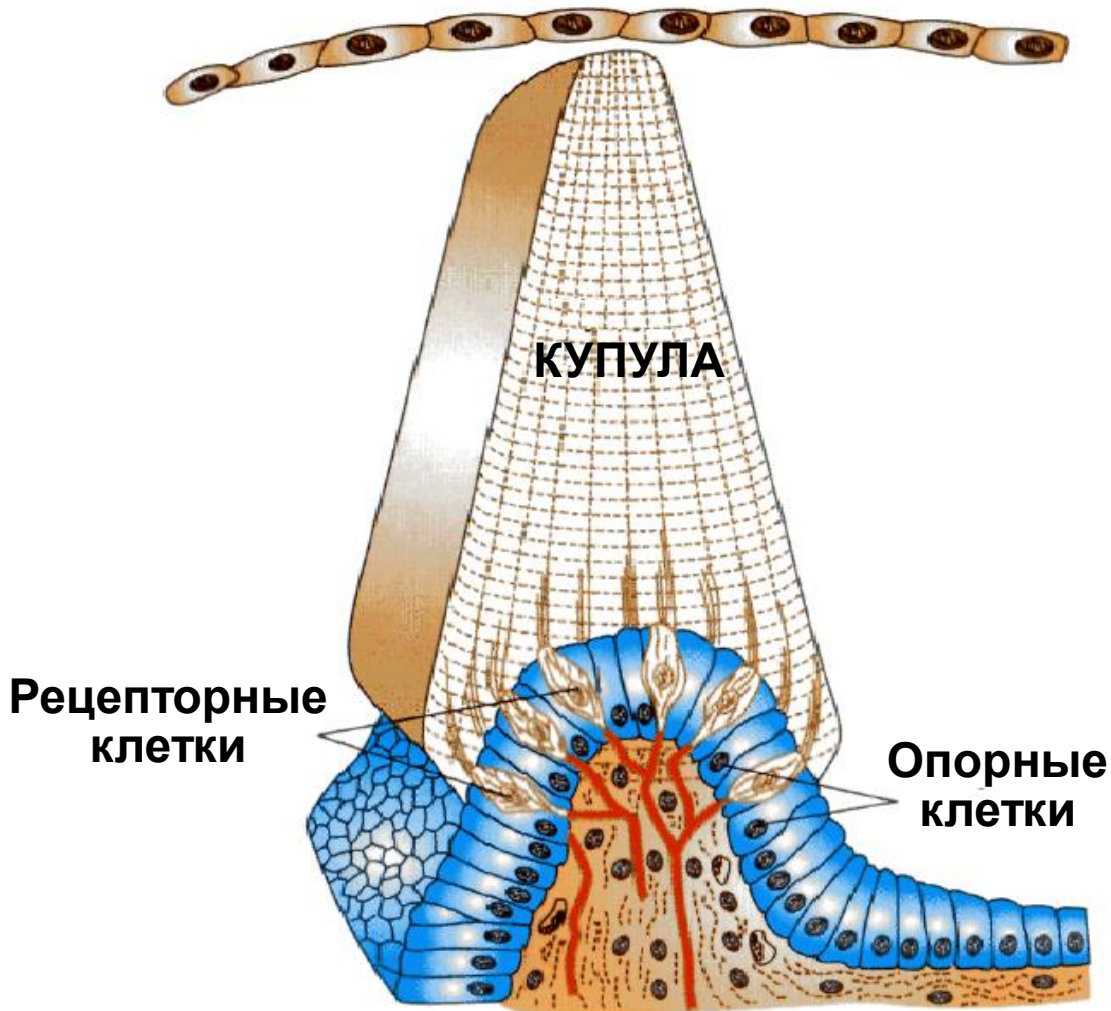


Макула утрикулуса расположена на его внутренней поверхности, в основном в горизонтальной плоскости, и играет важную роль для определения ориентации головы при ее вертикальном положении. Макула саккулуса, наоборот, лежит главным образом в вертикальной плоскости и сигнализирует об ориентации головы, когда человек лежит.

ВЕСТИБУЛЯРНЫЙ РЕЦЕПТОР



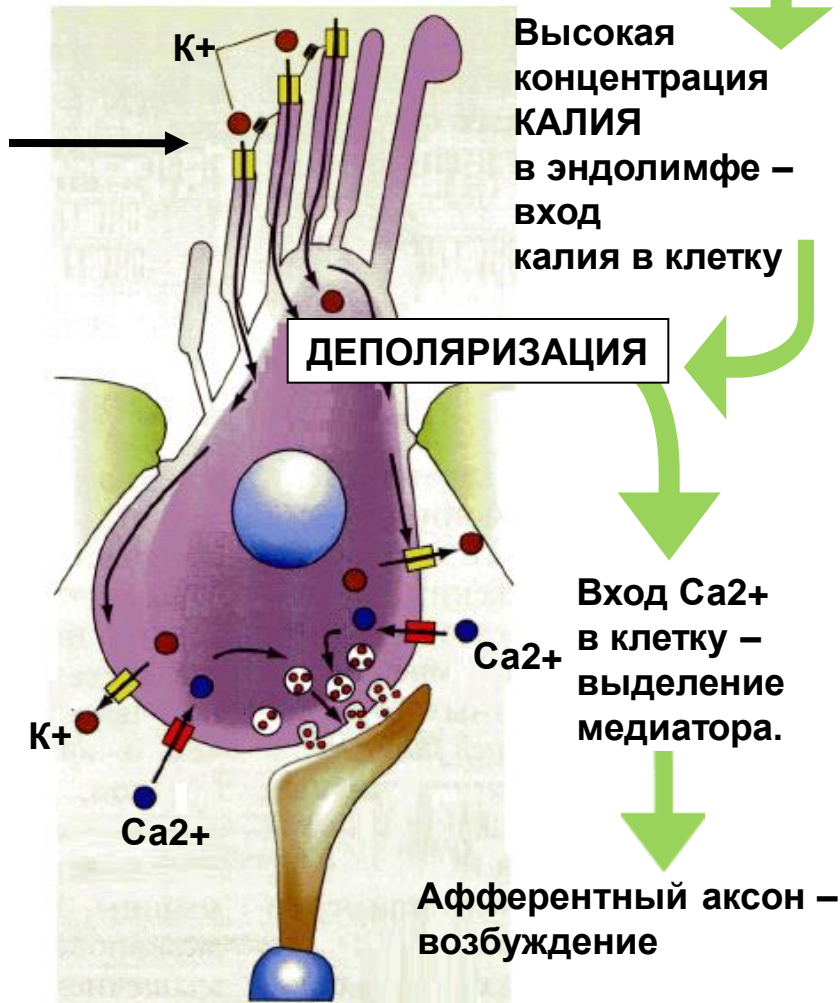
АМПУЛА ПОЛУКРУЖНЫХ КАНАЛОВ



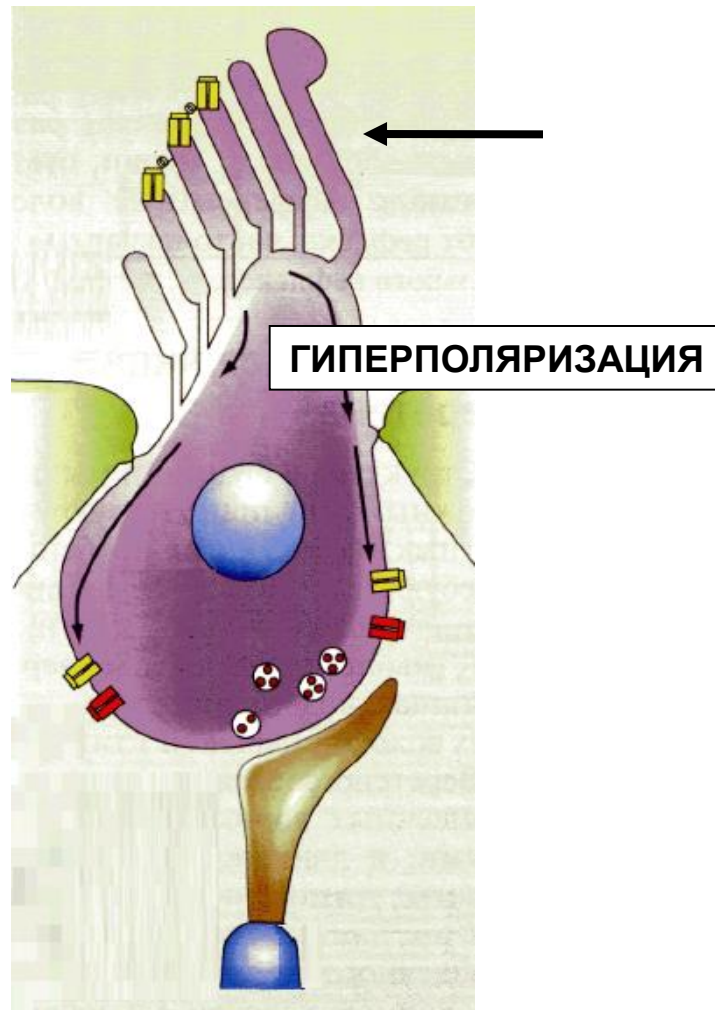
Когда человек поворачивает голову в каком-либо направлении, жидкость в одном или нескольких полукружных каналах по инерции остается неподвижной, тогда как сами полукружные каналы поворачиваются вместе с головой. При этом жидкость течет от протока и через ампулу, сгибая купол в одну сторону. Поворот головы в противоположном направлении вызывает отклонение купола в другую сторону.

МЕХАНИЗМ ВОЗБУЖДЕНИЯ РЕЦЕПТОРА

Смещение в сторону киноцилии приводит к открытию K – каналов в стереоцилиях

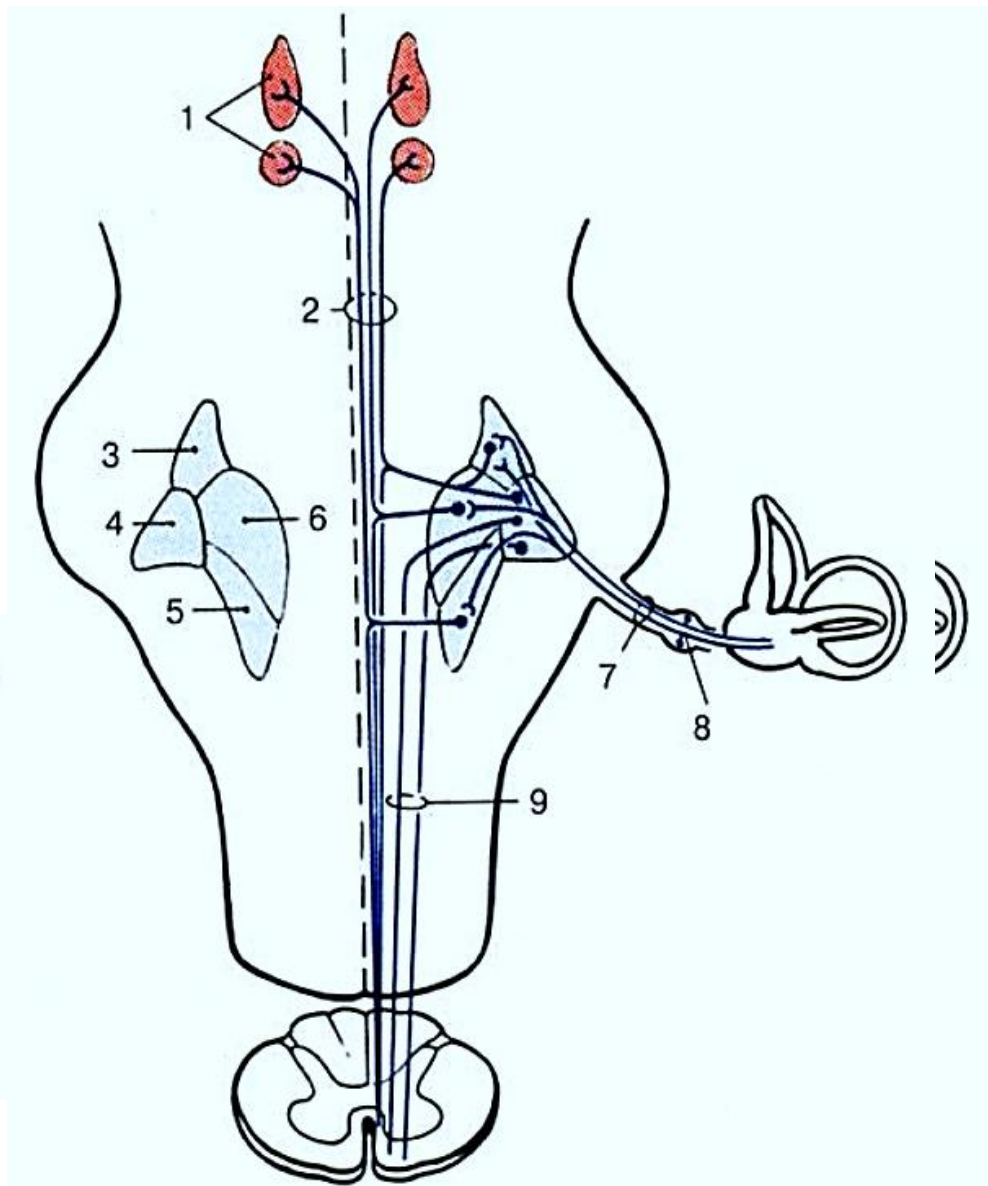


Смещение от киноцилии приводит к закрытию K – каналов



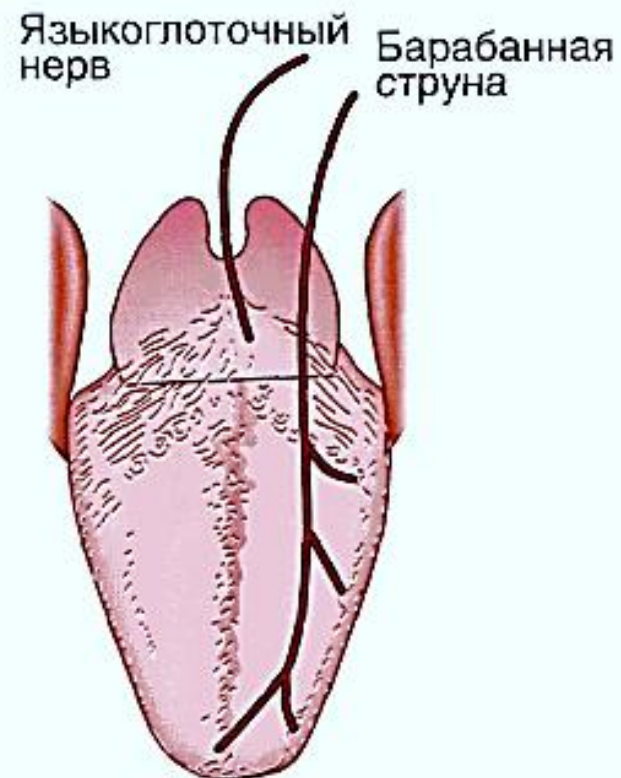
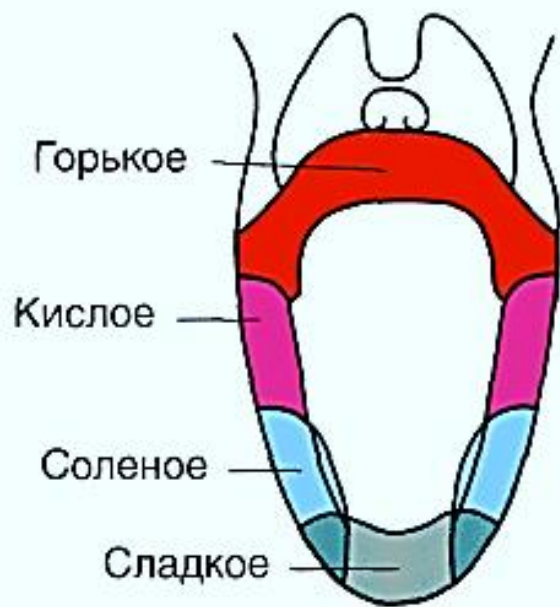
Вестибулярный путь

- 1 – Ядра глазодвигательного и блокового нервов
- 2 – Медиальный продольный пучок
- Вестибулярные ядра:
- 3 – верхнее (Бехтерева);
- 4 – латеральное (Дейтерса);
- 5 – нижнее;
- 6 – медиальное (Швальбе);
- 7 – Вестибулярный нерв;
- 8 – Скарпов ганглий (преддверный ганглий);
- 9 – Вестибулоспинальный тракт.

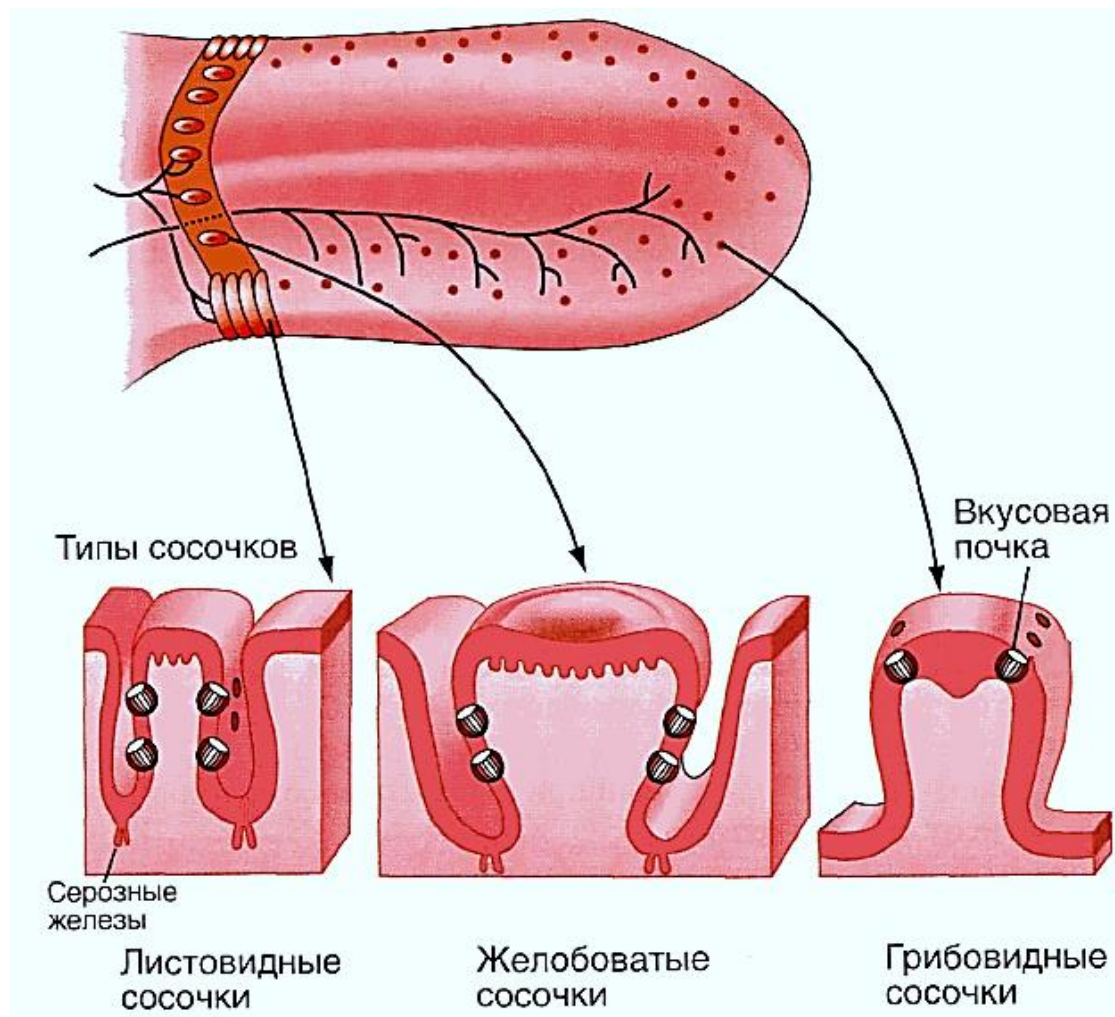


Анализатор вкуса

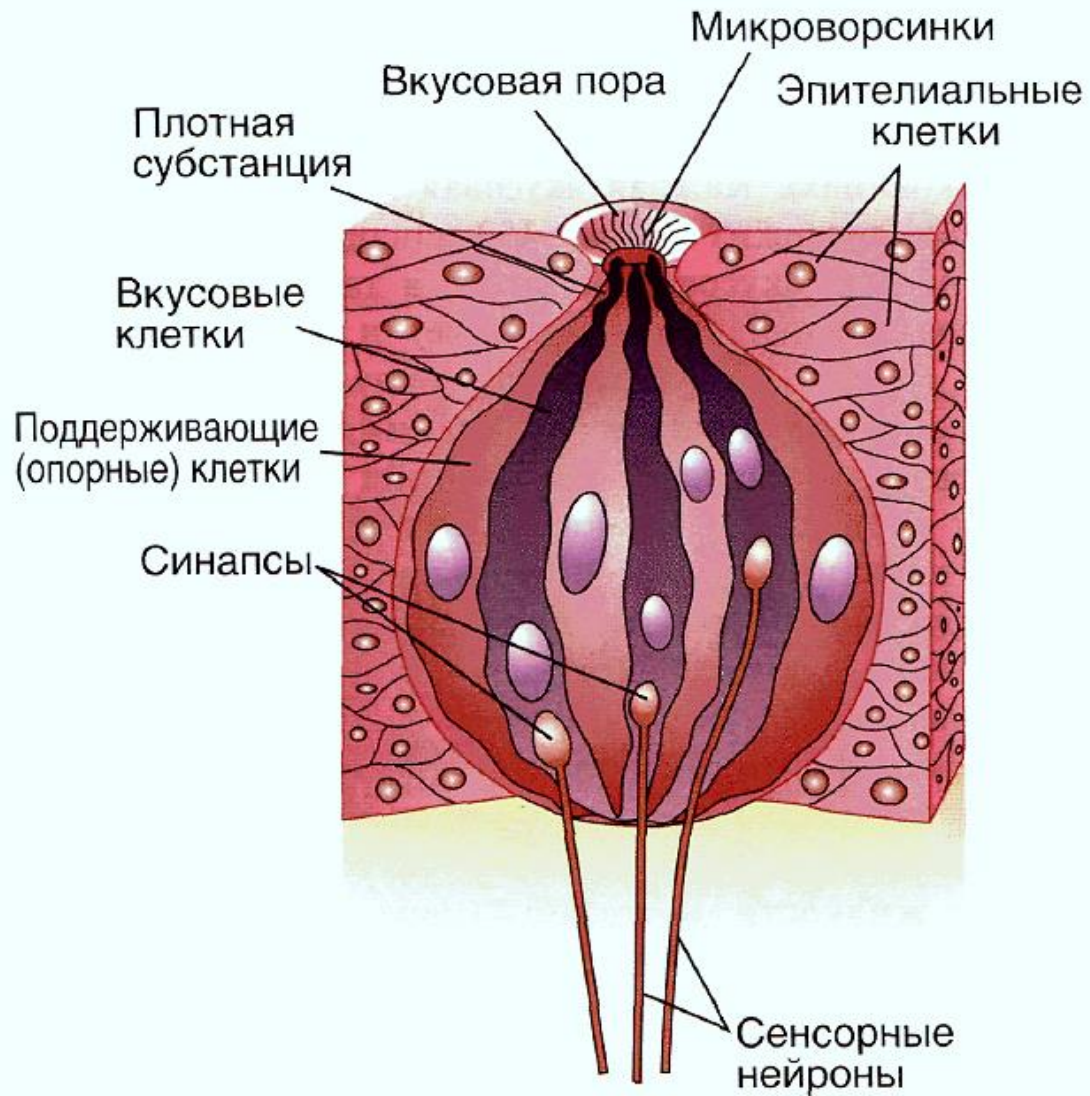
ЯЗЫК – ОРГАН ВКУСА



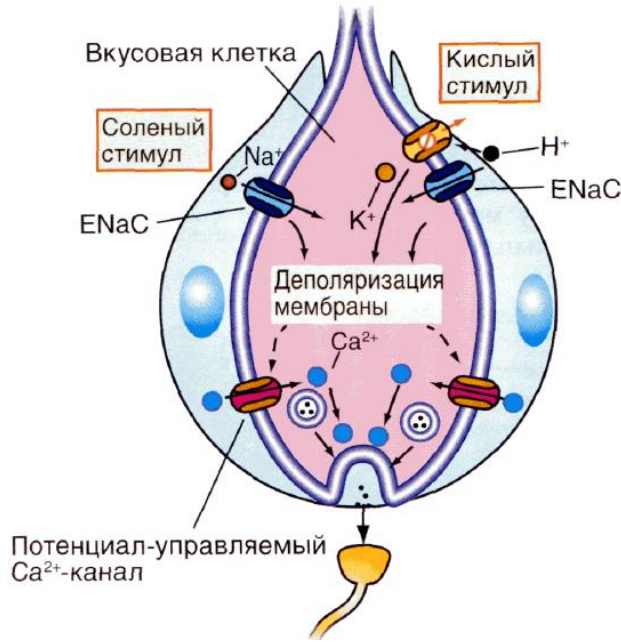
ВКУСОВЫЕ СОСОЧКИ



ВКУСОВАЯ ПОЧКА



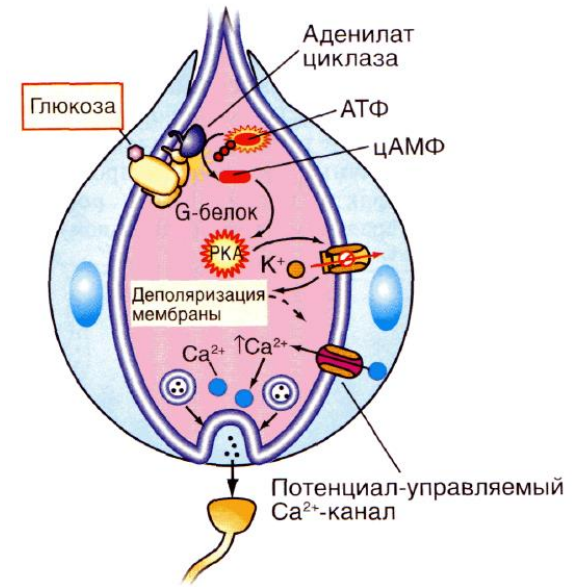
Соленый и кислый



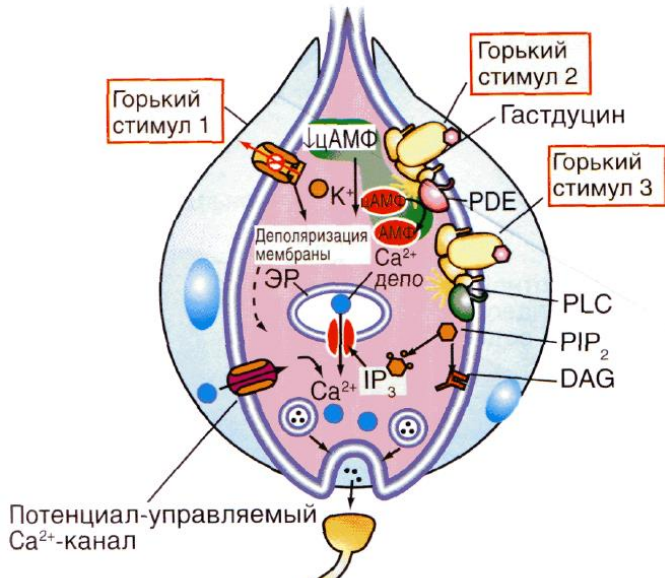
Возбуждение рецепторных клеток

(эпителиальный натриевый канал)

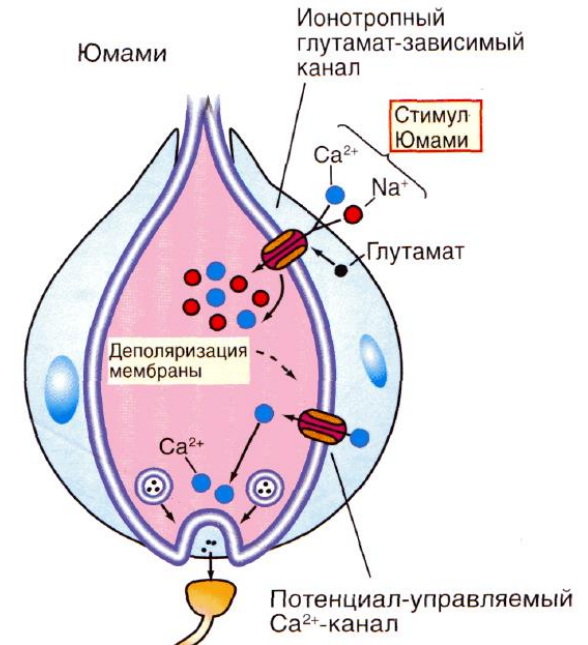
Сладкий



Горький



Юмами

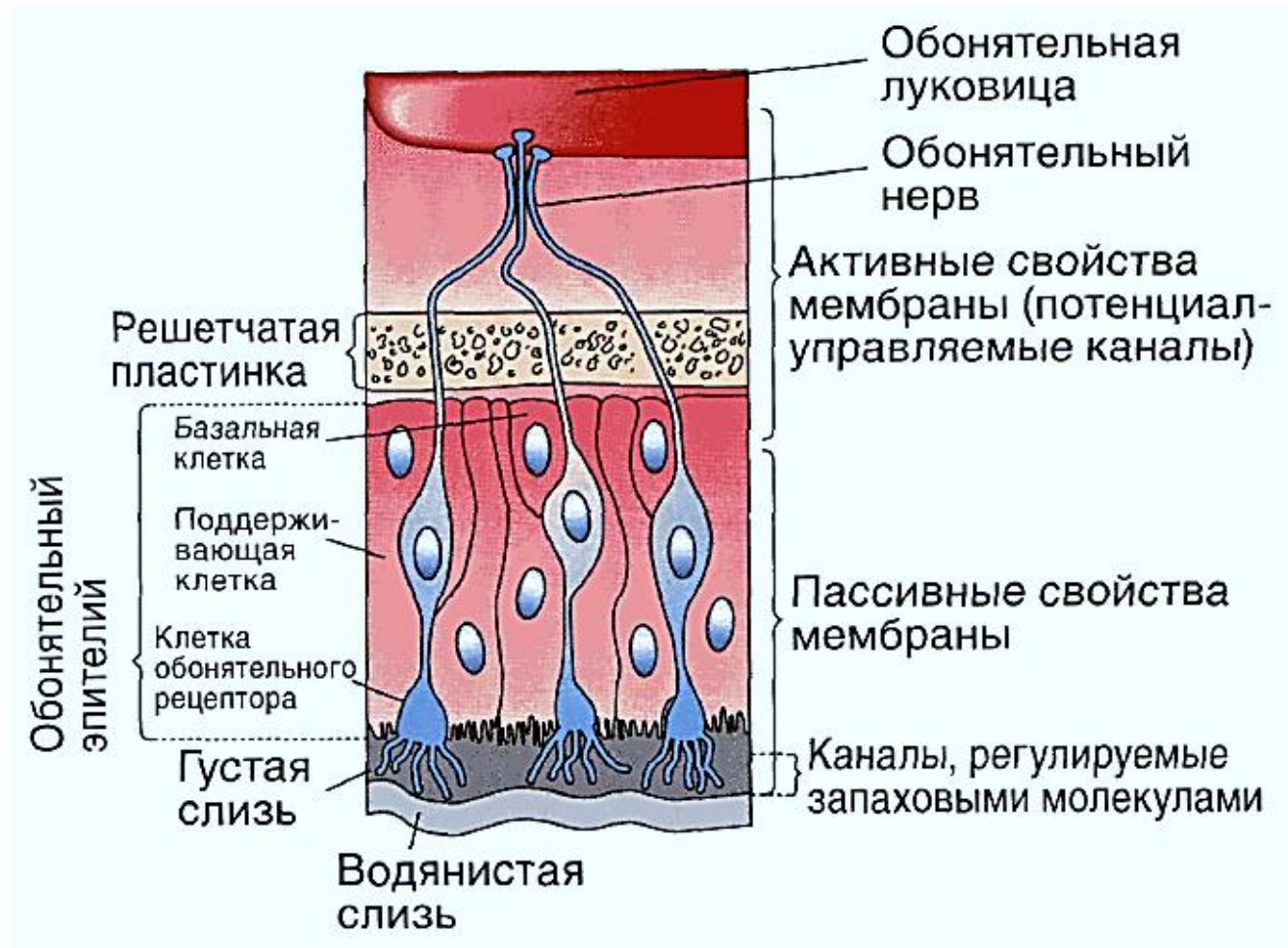


Анализатор запаха

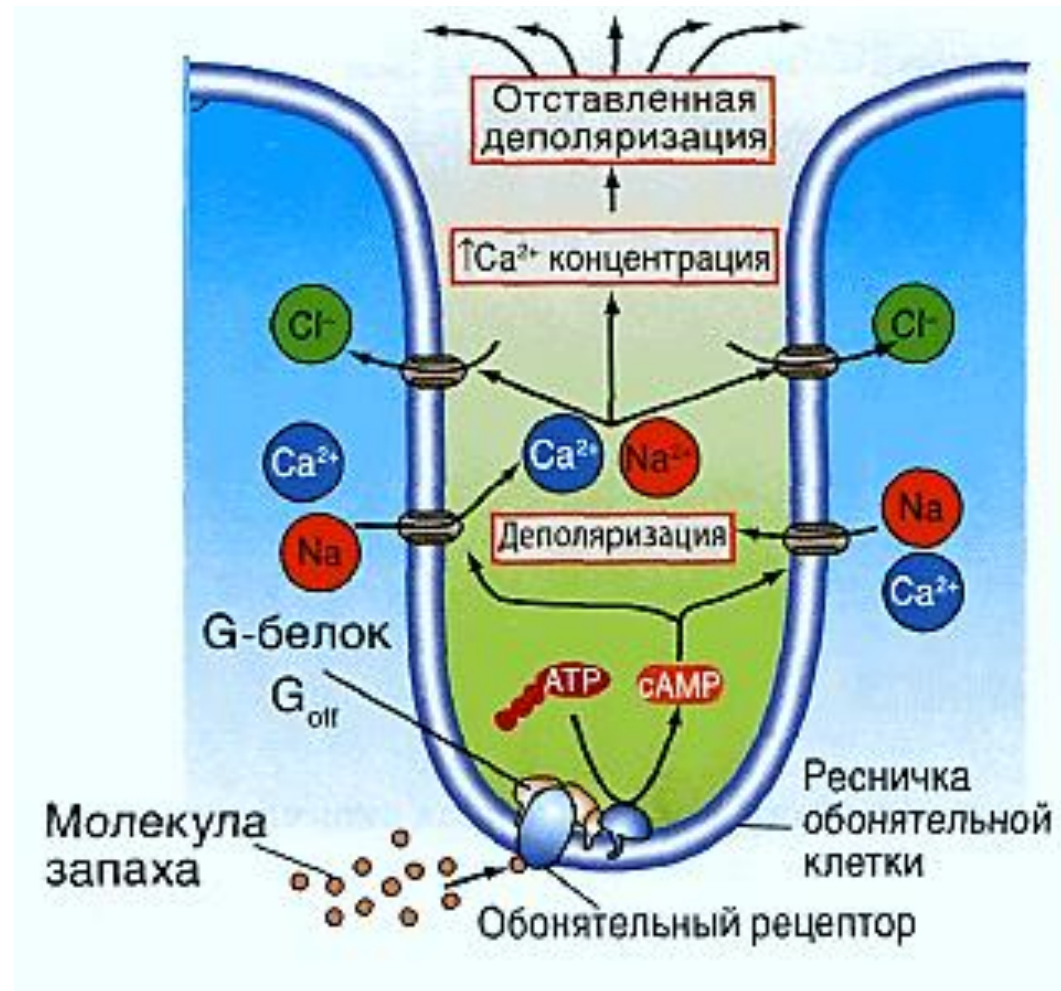
НОС – ОРГАН ОБОНЯНИЯ



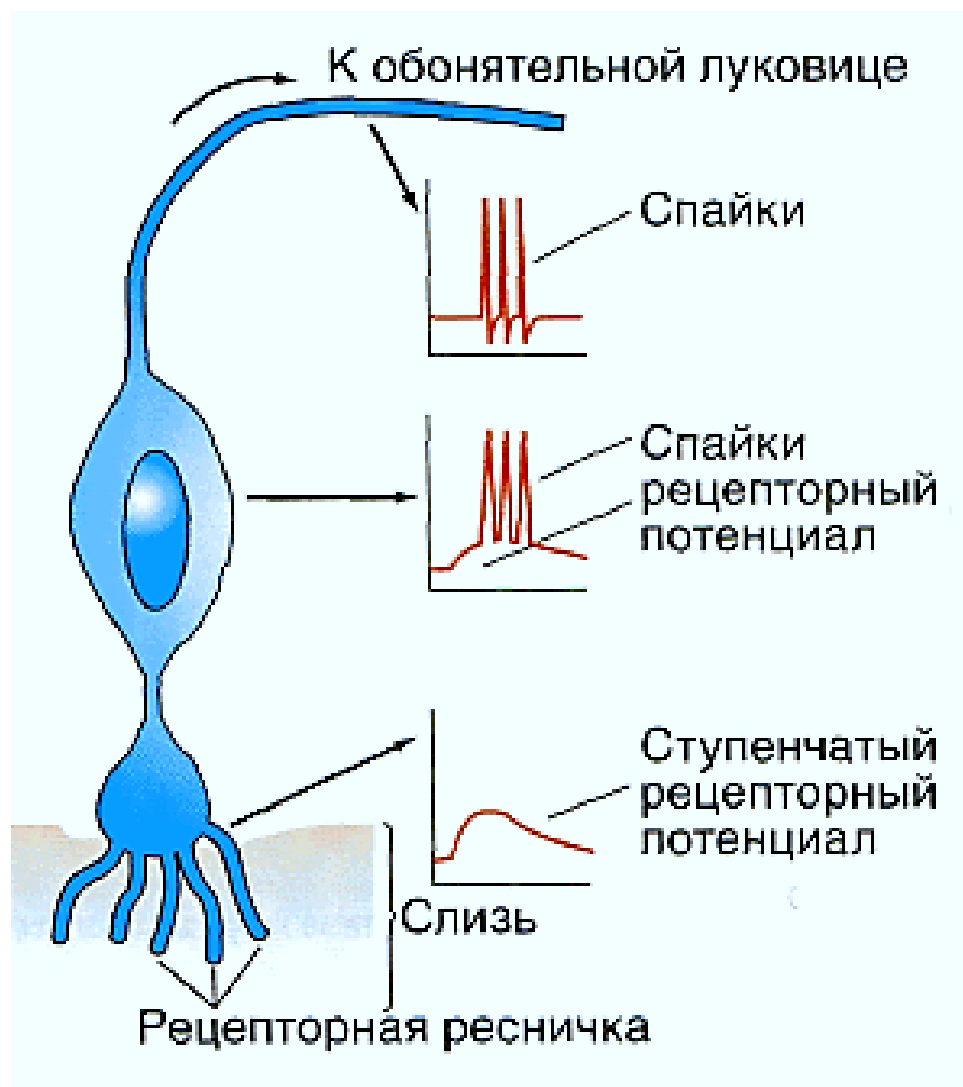
РЕЦЕПТОРНАЯ КЛЕТКА – ПЕРВЫЙ НЕЙРОН ОБОНЯТЕЛЬНОГО ПУТИ



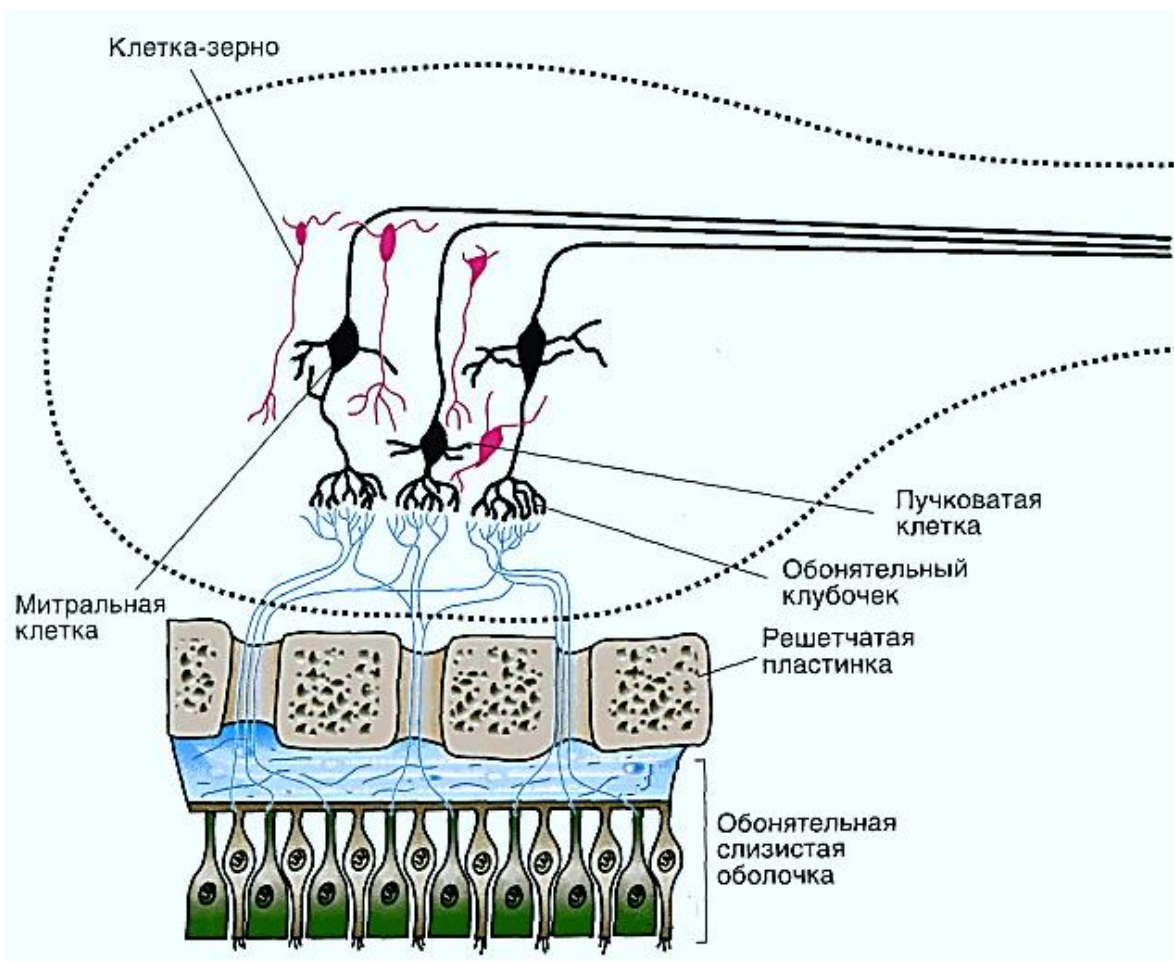
МЕХАНИЗМ ВОЗБУЖДЕНИЯ РЕЦЕПТОРА



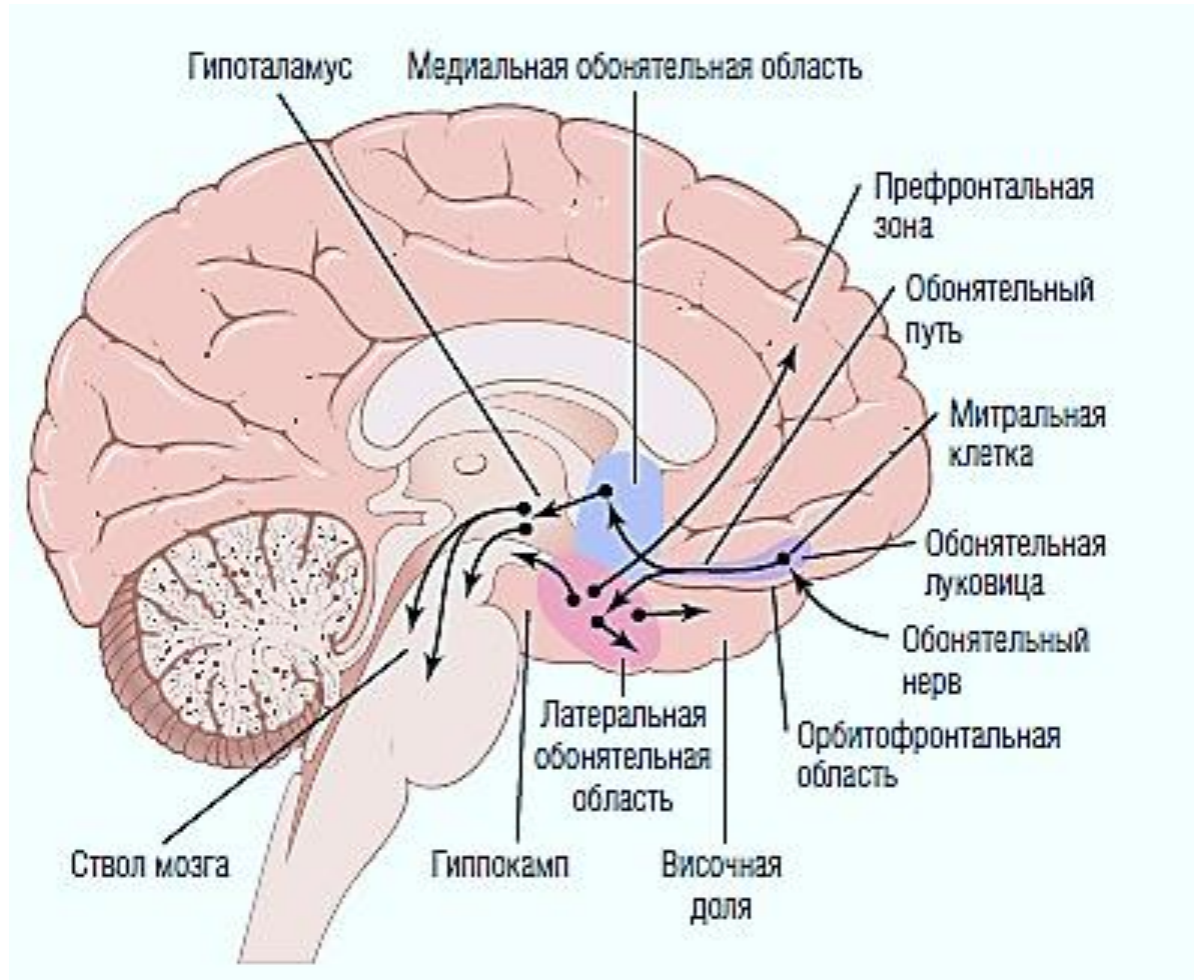
ВОЗБУЖДЕНИЕ НЕЙРОНА



ОРБОНЯТЕЛЬНАЯ ЛУКОВИЦА



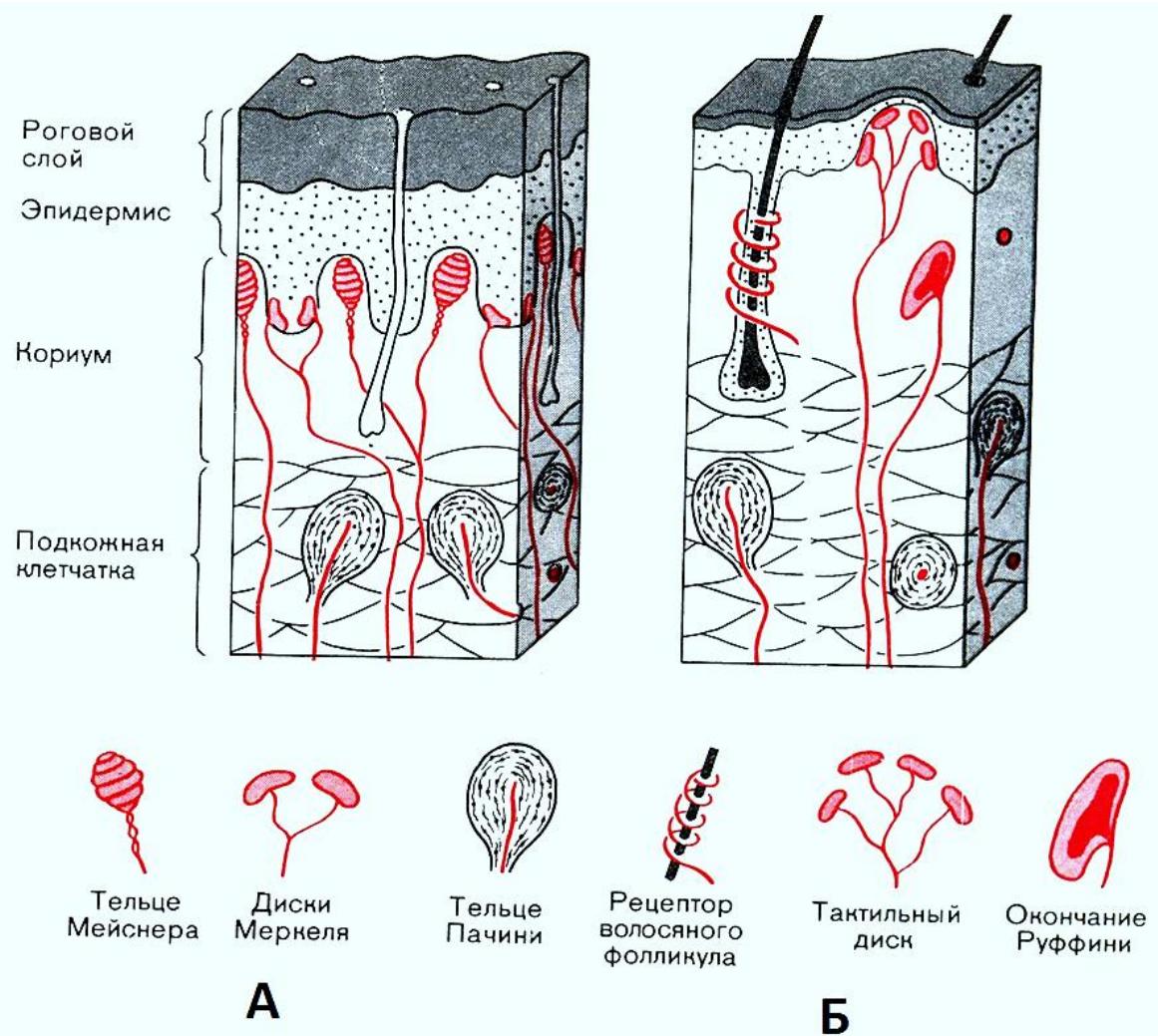
Нервные связи обонятельной системы



Тактильная и проприоцептивная рецепция

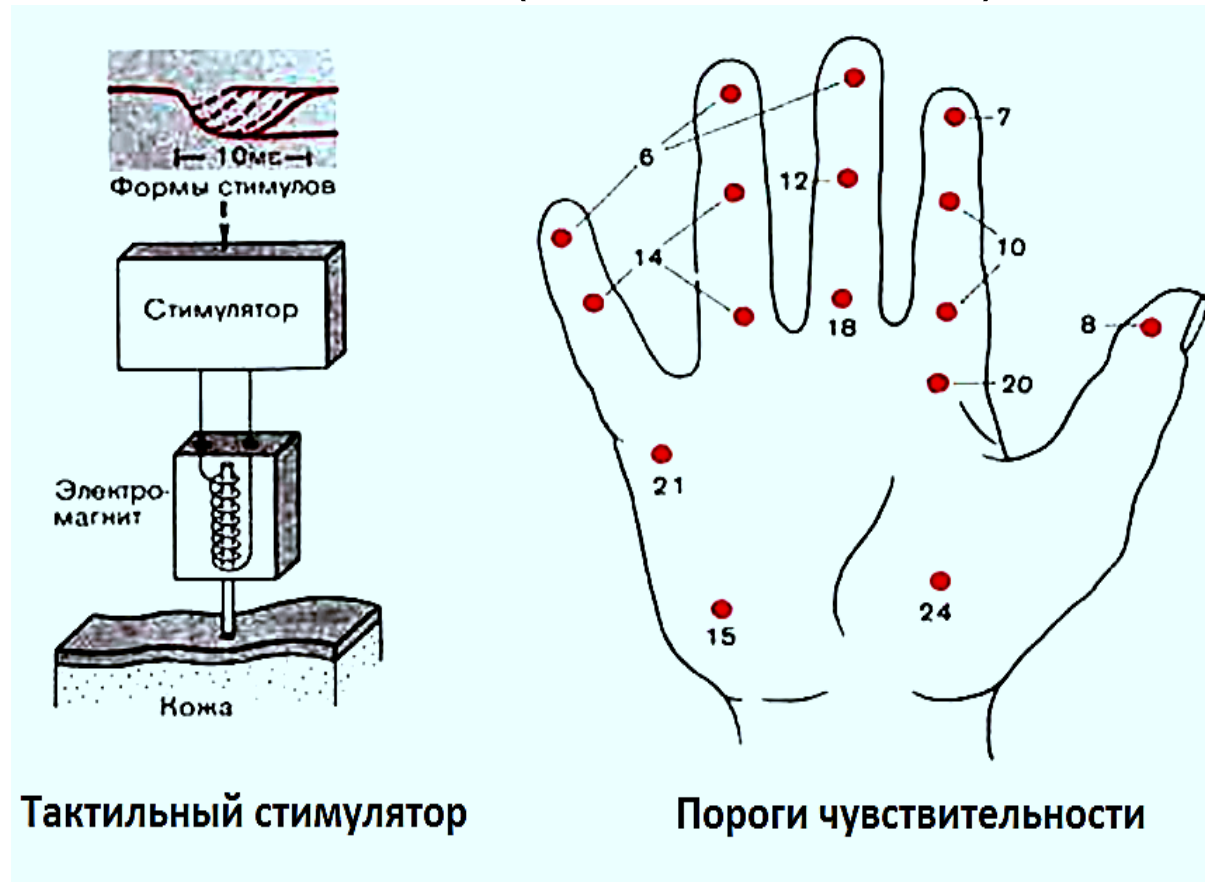
Механорецепторы

Схема строения и положения механорецепторов в коже, на не покрытых волосами (А) и волосистых (Б) участках кожи.



- Рецепторы давления: диски Меркеля – в глубоких слоях кожи и слизистых оболочек; тельца Руффини – в глубоких слоях эпидермиса и дермы
- Рецепторы прикосновения: тельца Мейснера – на поверхности кожи, лишенной волос; рецепторы волосяного фолликула
- Рецепторы вибрации: тельца Пачини - в коже, слизистых, подкожном слое, суставных сумках, сухожилиях

Распределение порогов тактильной чувствительности на коже ладони (миллиньютонны)



- **Статические рецепторы** – медленно адаптируются, менее чувствительные, функционируют при продолжительных воздействиях (наложение съемных протезов)
- **Фазные рецепторы** (тельца Паччини) – реагируют на динамические раздражители при смещении кожи (недостаточно прочная фиксация протезов), быстро адаптируются, обладают высокой чувствительностью

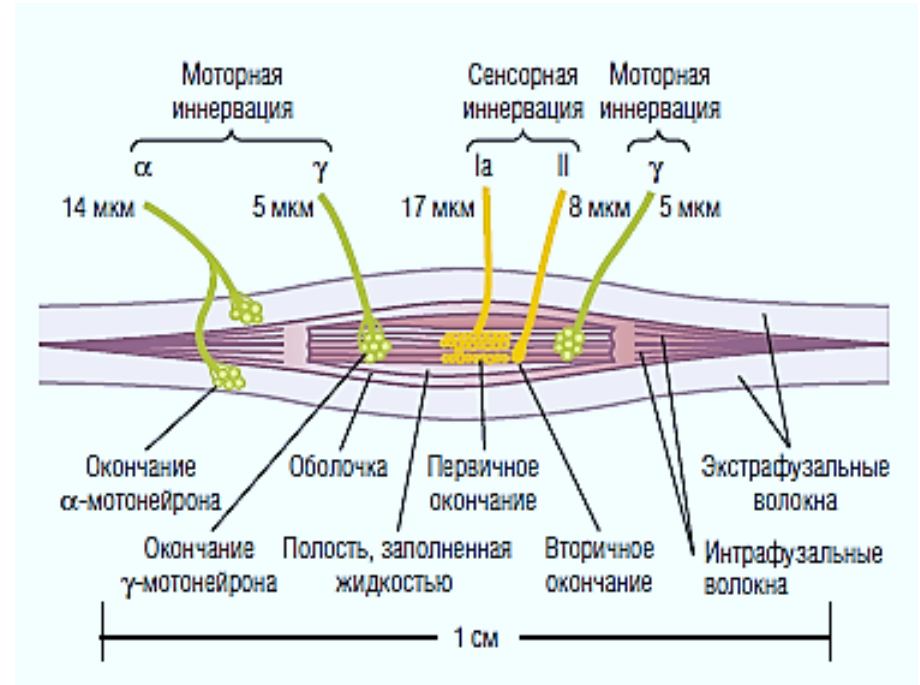
Температурная рецепция

- **Холодовые рецепторы** – колбы Краузе - располагаются более поверхностно, в эпителии или под ним.
- **Тепловые рецепторы** – тельца Руффини - располагаются глубже.

Выраженность температурных ощущений зависит от:

- Площади рецептивного поля
- Исходной температуры кожи
- Скорости изменения температуры внешней среды

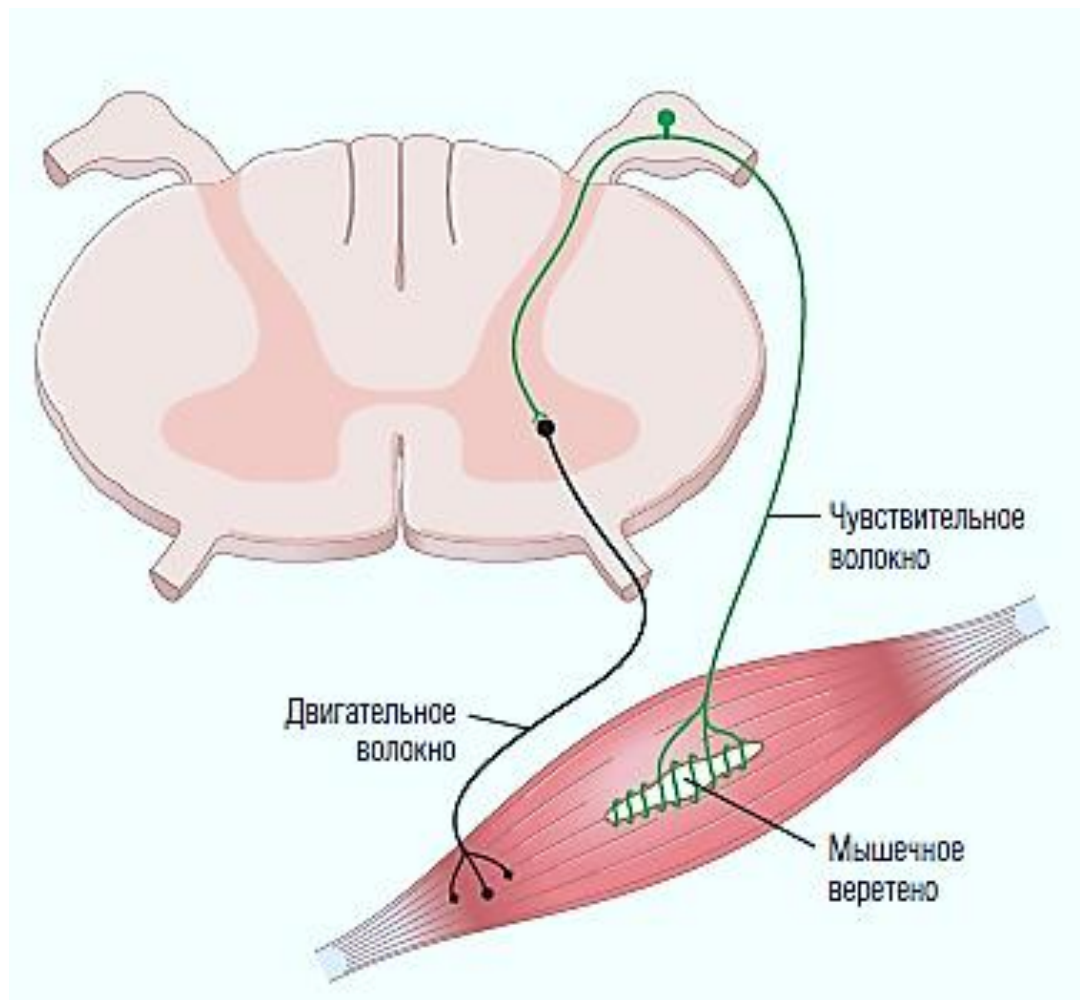
Проприорецепторы



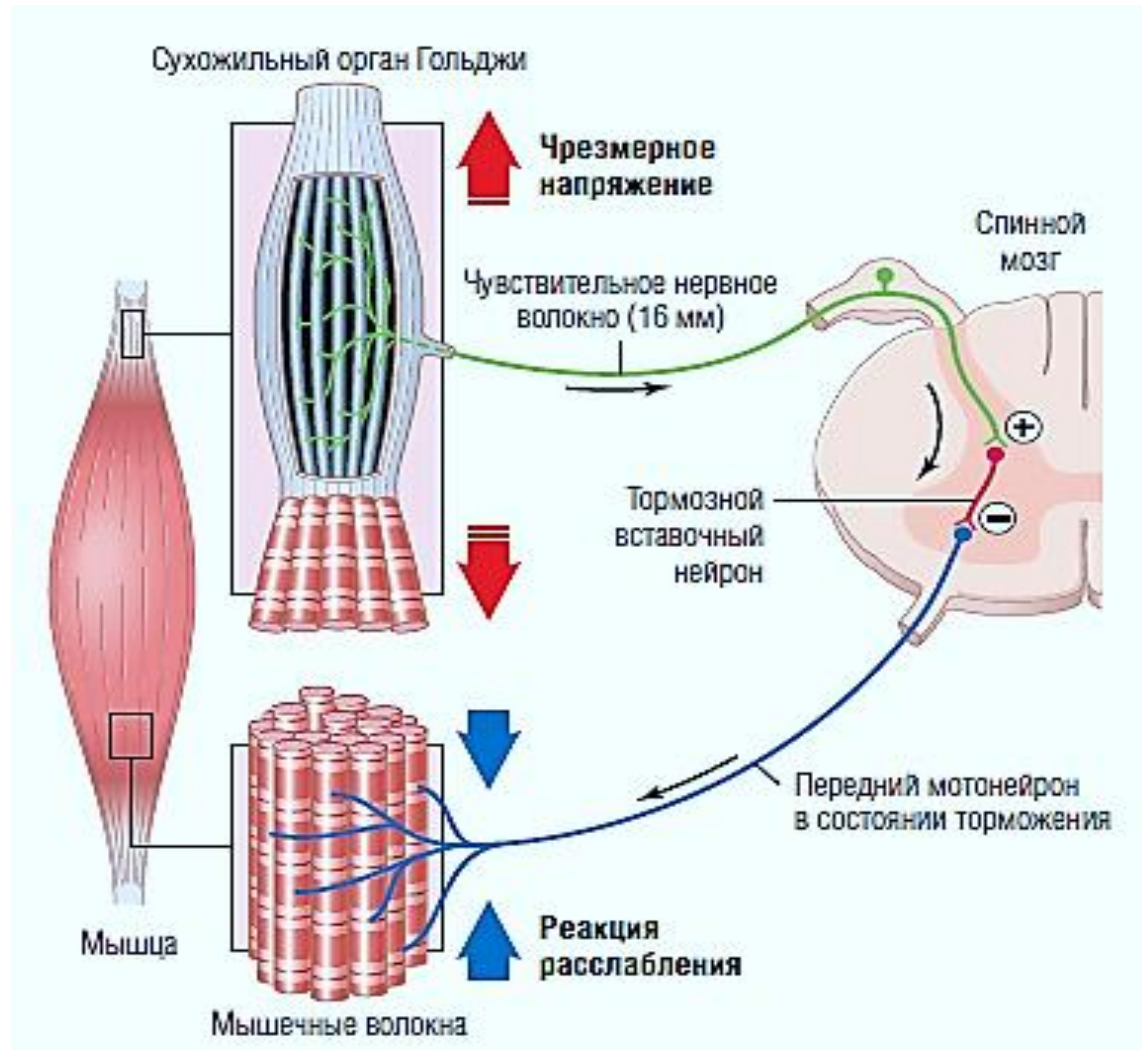
Мышечное веретено

- Мышечные веретена (интрафузальные мышечные волокна) – рецепторы растяжения (с ядерной сумкой и с ядерной цепочкой), реагируют на изменение длины мышцы

Рефлекторная дуга с участием проприорецептивной чувствительности интрафузальных мышечных волокон

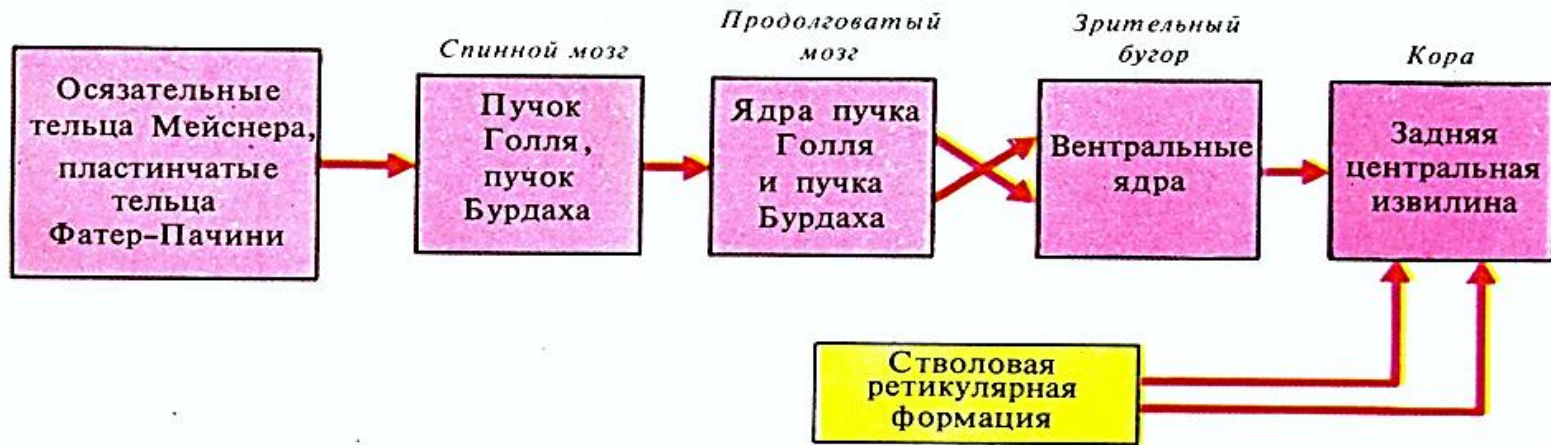


Рефлекс сухожильного органа Гольджи

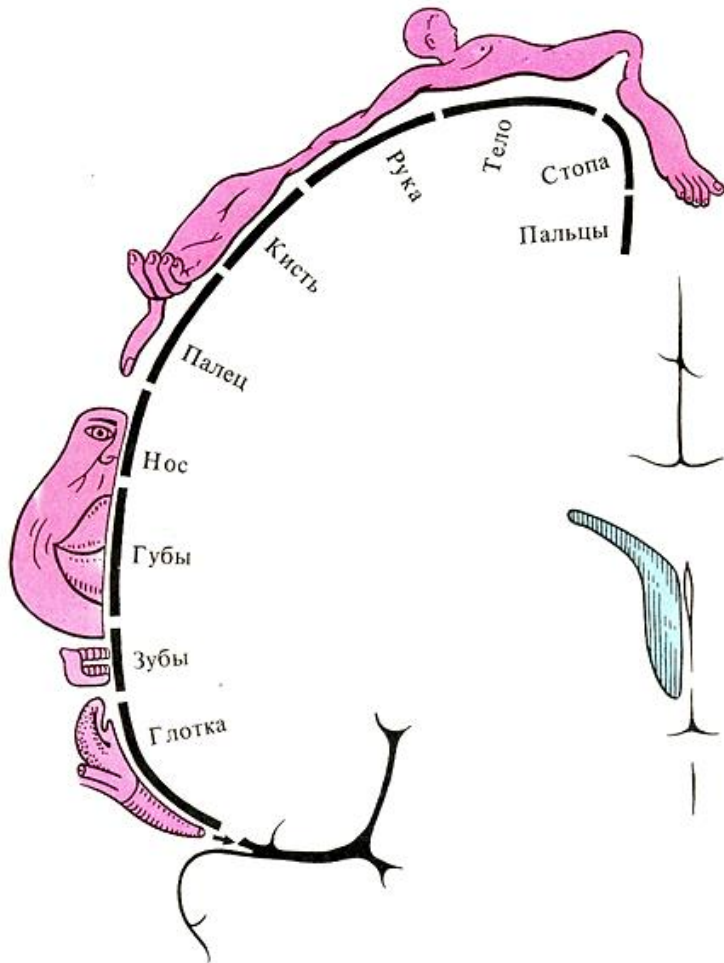


Сухожильные рецепторы Гольджи – воспринимают разную степень натяжения сухожилий (регистрируют момент начала движений)

Проводящие пути тактильной, температурной и проприоцептивной чувствительности



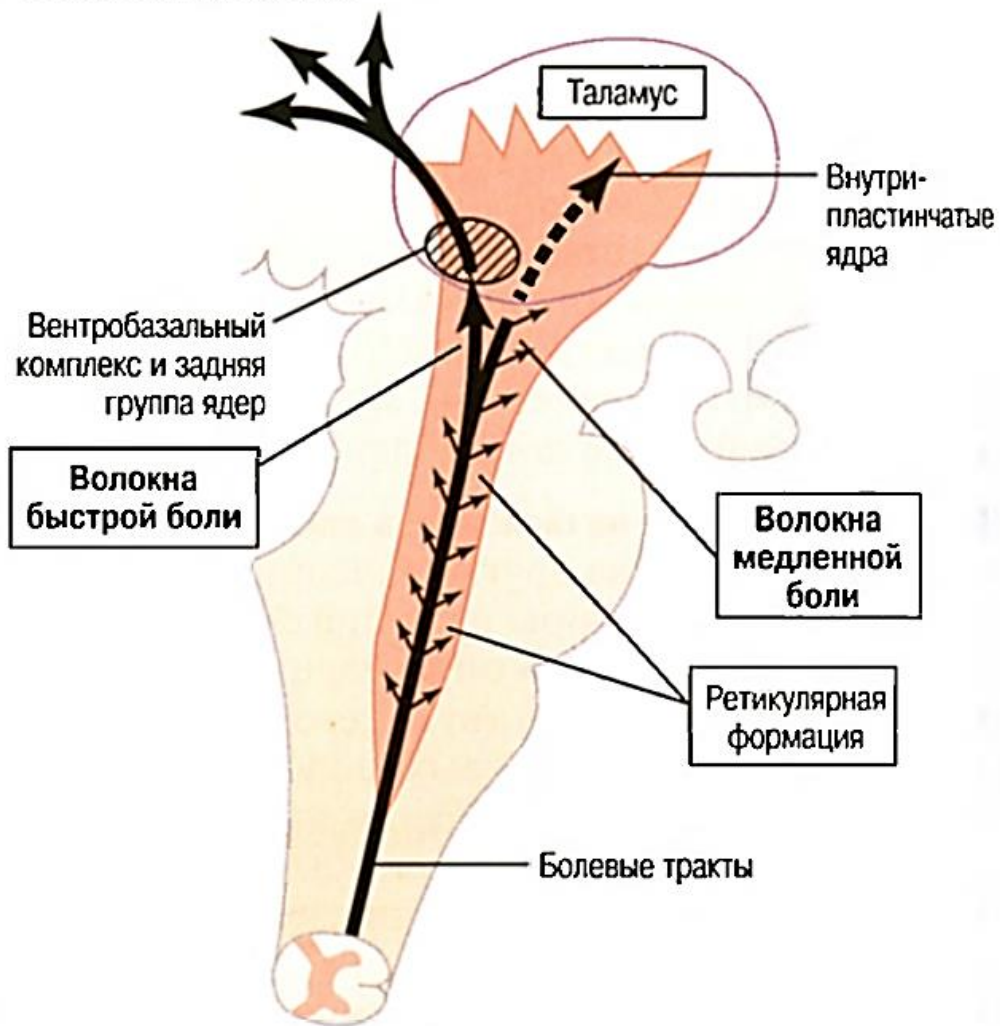
Корковый отдел соматосенсорного анализатора



«Человечек» Пенфилда

Восприятие боли

К соматосенсорным областям

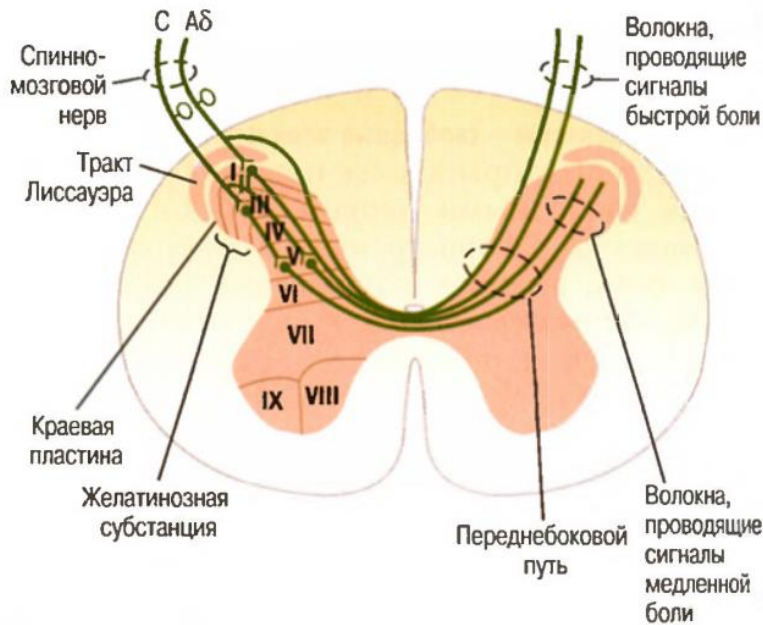


Два вида боли

- Все болевые рецепторы являются свободными нервными окончаниями
- Они используют два отдельных пути для передачи в ЦНС.
- Эти пути соответствуют двум типам боли: **путь быстрой (острой) боли** и **путь медленной (хронической) боли**.

Передача болевых сигналов в ствол мозга, таламус и кору большого мозга по пути проведения быстрой (острой) боли и медленной (хронической) боли

Проведение ощущений боли



Передача сигналов быстрой (острой) и медленной (хронической) боли в спинной мозг и через него в головной мозг

После входа в спинной мозг болевые сигналы направляются в головной мозг по двум путям:

- (I) неоспиноталамическому тракту;
- (II) палеоспиноталамическому тракту.

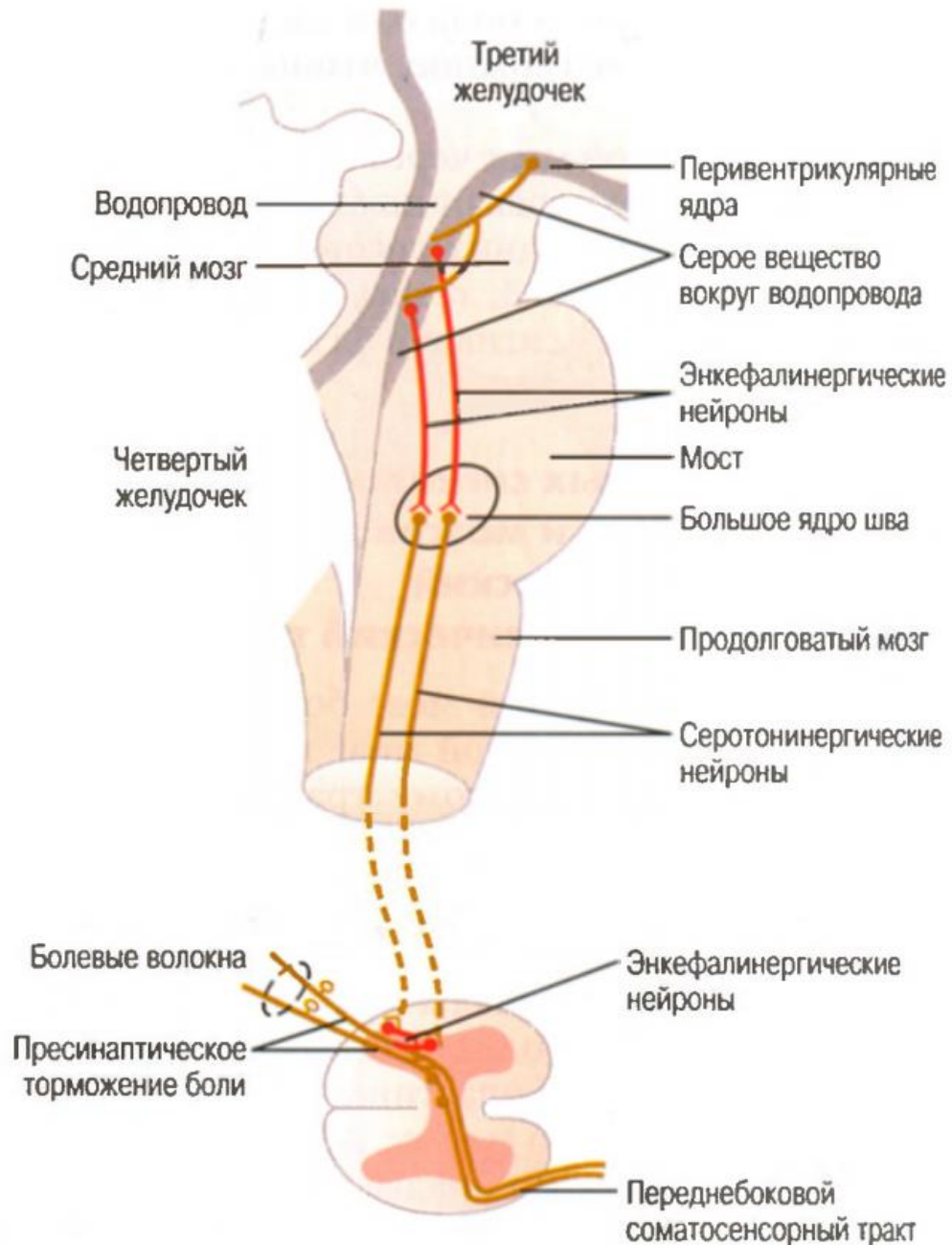
Терминали болевых волокон типа С, входящие в спинной мозг, секретируют в качестве медиатора и глутамат, и вещество Р.

Глутамат начинает действовать сразу же, и его действие длится в течение лишь нескольких миллисекунд.

Вещество Р выделяется гораздо медленнее, и концентрация его нарастает в течение нескольких секунд или даже минут

- Периферические болевые волокна делятся на быстрые и медленные.
- Сигналы быстрой (острой) боли возникают от механических и термических раздражителей и передаются к спинному мозгу тонкими волокнами типа А-дельта со скоростью от 6 до 30 м/сек.
- Медленная (хроническая) боль вызывается в основном химическими болевыми стимулами, развивается примерно через секунду после быстрой и передается волокнами типа С.
- Острая боль быстро информирует о повреждающем влиянии и играет важную роль в инициации немедленной реакции человека, позволяющей ему устранить стимул.

Обезболивающая система мозга



Показано торможение входящих болевых сигналов на уровне спинного мозга и наличие энкефалин-секретирующих нейронов, подавляющих болевые сигналы как на уровне спинного мозга, так и на уровне ствола мозга

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

«...Отрывать разум от органов чувств – значит отрывать явление от источника, последствия от причины. Мир действительно существует помимо человека и живёт самобытной жизнью, но познания его человеком помимо органов чувств, невозможно, потому что продукты деятельности органов чувств суть источники всей психической жизни».

И.М. Сеченов

Спасибо за внимание