

**Физиология
анализаторов**



- ***Сенсорные системы*** - совокупность специализированных периферических и центральных структур нервной системы, обеспечивающих трансформацию энергии раздражителя в нервный импульс, передачу информации в высшие отделы ЦНС, ее восприятие и анализ, настройку составляющих системы в соответствии с потребностями организма.
- Результат работы ***сенсорных систем*** – идентификация и опознание раздражителя, осуществляемые с участием высших отделов мозга.

Сенсорные системы

Имеют несколько уровней переработки информации:

- **периферические рецепторы**
- **проводящие пути**
- **переключательные ядра**
- **первичная проекционная область коры**
- **вторичная сенсорная кора**

Функции сенсорных систем

- **формирование ощущений и восприятие действующих раздражителей**
- **контроль за исполнением произвольных движений**
- **контроль деятельности внутренних органов**
- **поддержание необходимого для бодрствования уровня активности мозга**

Ощущение

- **Субъективное отражение свойств предметов объективного мира, которое сопровождается осознанием поступающей информации.**
- **Особенность ощущений заключается в модальности - понятие, включающее характеристики, которые обеспечивает какая-либо одна сенсорная система, например зрение, слух, вкус.**

Восприятие

- следующая после ощущения ступень чувственного познания, *слагается из:*
- действия раздражителя на периферические рецепторы;
- кодирования информации путем преобразования энергии стимула в электрические сигналы - потенциалы действия;
- переработки передаваемых сигналов на всех уровнях сенсорной системы;

Приводит к:

- *Возникновение субъективной реакции, заключающейся во внутреннем представительстве действующего раздражителя в виде образа или словесного описания.*

Восприятие



Рецепторы

**специализированные клетки,
эволюционно приспособленные
к восприятию из внешней или
внутренней среды организма
того или иного раздражителя и
преобразованию его из
физической или химической
формы в форму нервного
возбуждения.**

Свойства рецепторов.

- **Высокая возбудимость, способность реагировать на очень малые по интенсивности параметры адекватного раздражителя. Например, обонятельные рецепторы информируют организм о появлении в атмосфере единичных молекул пахучих веществ.**

Свойства рецепторов.

- **Специфичность** - способность воспринимать только определенный вид раздражителя. На этом свойстве основан первичный анализ. Так, рецепторы зрительной сенсорной системы приспособлены к восприятию света, слуховые рецепторы - звука.

Свойства рецепторов.

- **Специализация**: некоторые из них возбуждаются только в момент включения раздражителя - **on-рецепторы**, другие - только в момент выключения раздражителя - **off-рецепторы**, третьи реагируют в течение всего времени действия раздражителя - **on-off-рецепторы**.

Свойства рецепторов.

- **Адаптация** - способность рецепторов к изменению возбудимости при длительном действии раздражителя.
- По скорости адаптации рецепторы делят на быстро адаптирующиеся (рецепторы вибрации - тельца Пачини, рецепторы прикосновения - тельца Мейснера), медленно адаптирующиеся (проприорецепторы, рецепторы растяжения легких, болевые рецепторы) и смешанные, адаптирующиеся со средней скоростью (фоторецепторы сетчатки, терморецепторы кожи).

Свойства рецепторов.

- **Иттерация** - способностью к ритмичной генерации импульсов возбуждения в ответ на однократное действие раздражителя. В основе этого свойства лежит длительность рецепторного или генераторного потенциала: чем длительнее эти потенциалы, тем больше импульсов.

Классификация рецепторов

- *по природе стимула :*
 - 1) механорецепторы
 - 2) хеморецепторы,
 - 3) фоторецепторы
 - 4) терморецепторы
 - 5) болевые (ноцицептивные)

по модальности ощущений

- **слуховые**
- **зрительные**
- **обонятельные**
- **вкусовые**
- **тактильные**
- **температурные**
- **болевые**

По характеру контакта со средой

- **ДИСТАНТНЫЕ (слух, зрение)**
- **КОНТАКТНЫЕ (осязание, обоняние, вкус)**

По источнику информации

- **внешние, или экстерорецепторы — слуховые, зрительные, обонятельные, вкусовые, осязательные рецепторы**
- **внутренние, или интерорецепторы— висцерорецепторы (сигнализирующие о состоянии внутренних органов), вестибуло- и проприорецепторы (рецепторы опорно-двигательного аппарата).**

По структурно-функциональной организации

- ***первичные***, являющиеся специализированными окончаниями дендрита чувствительного нейрона (*обонятельные, болевые, терморецепторы, большинство механорецепторов кожи, проприоцепторы и большинство интерорецепторов внутренних органов*)
- ***вторичные***, представляющие собой клетки эпителиального происхождения. (*вкусовые, слуховые, вестибулярные рецепторы, зрительные, хемочувствительные клетки синокаротидного клубочка*).

- *в первично-чувствующих рецепторах*

в ответ на рецепторный потенциал возникает потенциал действия. Возникшие ПД передаются далее в афферентный нейрон, а от него по его аксону сигналы идут в проводниковый отдел по направлению к коре больших полушарий;

- *во вторично-чувствующих рецепторах*

Рецептор клетка по типу синаптического взаимодействия контактирует с окончанием дендрита афферентного нейрона. Из рецепторной клетки выделяется медиатор, который взаимодействует с окончанием дендрита нейрона. Он вызывает генерацию ВПСП - «генераторный потенциал», и здесь уже возникает генерация ПД который передается дальше к коре больших полушарий.

- ***Афферентные нейроны - первые нейроны,*** которые участвуют в обработке сенсорной информации, они передают информацию в ЦНС с помощью потенциалов действия, возникающих в ближайшем перехвате Ранвье миелинизированных волокон или вблизи рецепторов безмиелинового волокна.
- **Находятся в ганглиях (спинномозговые ганглии, ганглии головы и шеи).** Исключением являются фоторецепторы - их афферентные нейроны (ганглиозные клетки) лежат непосредственно на сетчатке.

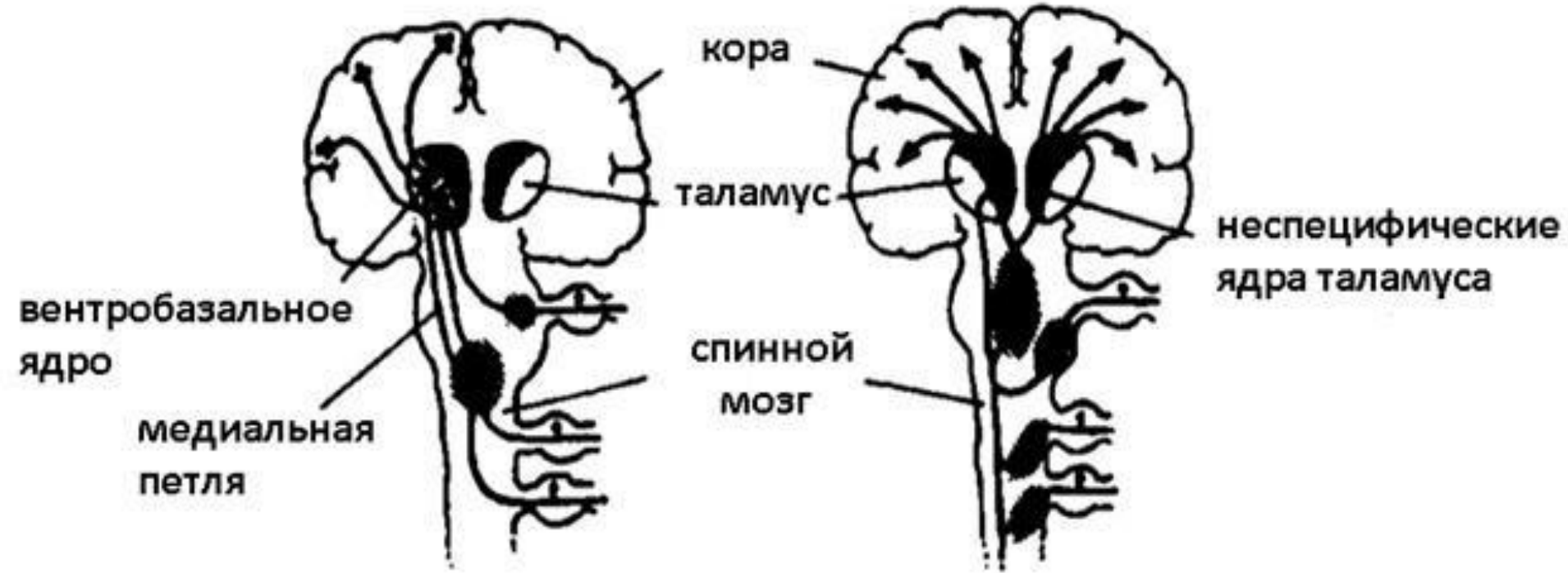
Кодирование информации о силе раздражителя

- **частотой потенциалов действия в сенсорном нейроне (частотное кодирование)**
- **числом возбужденных сенсорных нейронов.**



специфическая система

неспецифическая система

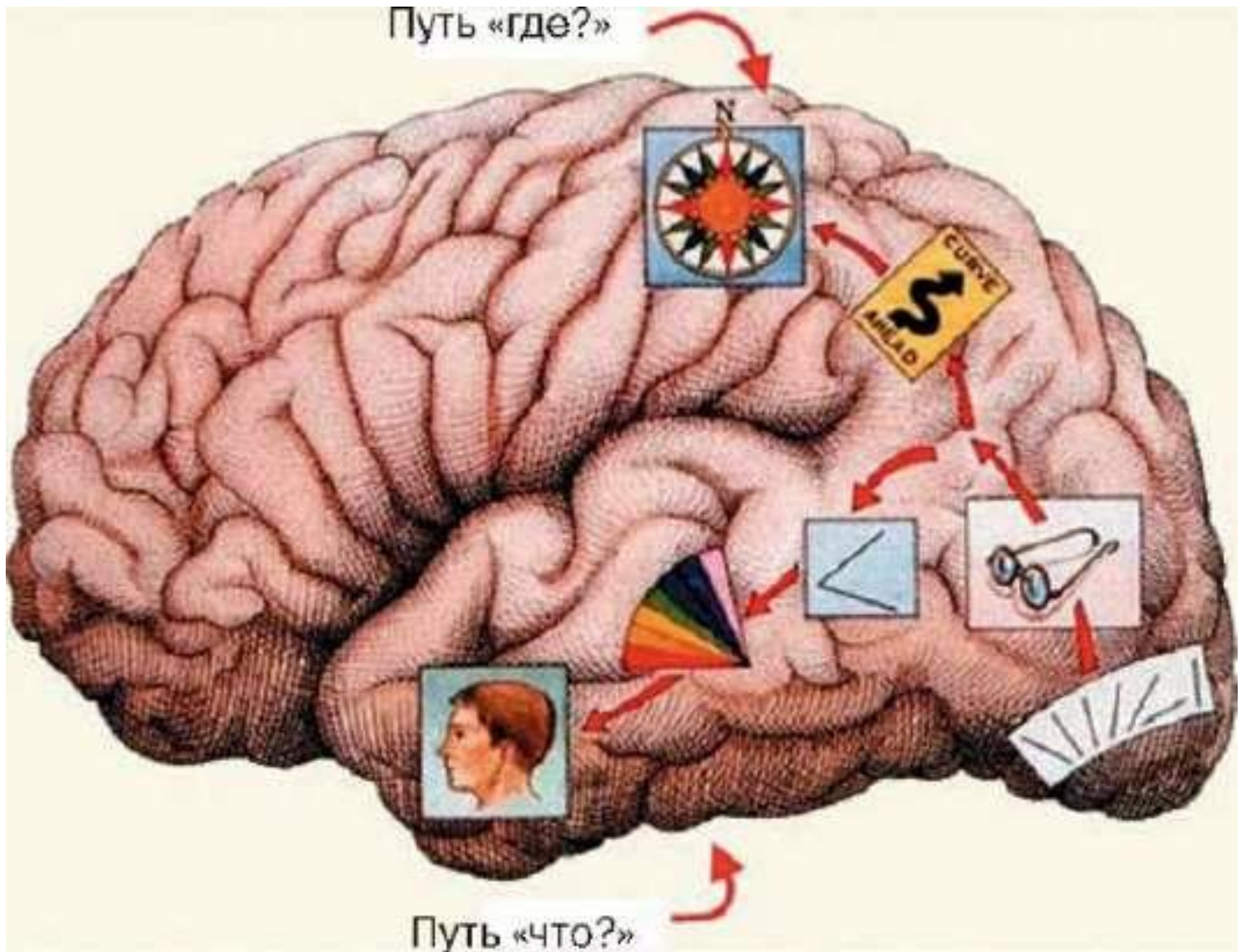


Специфический сенсорный проводящий путь (общая характеристика)

- Первичные афферентные нейроны (нейроны 1-го порядка) – их сома лежит в чувствительных ганглиях
- Нейроны 2-го порядка – их сома лежит в спинном мозге или в стволе мозга. Получают информацию от первичных нейронов и отправляют ее в таламус)
- Нейроны 3-го порядка - их сома лежит в сенсорных ядрах таламуса. Направляют информацию в кору больших полушарий.
- Нейроны 4-го порядка – в области сенсорной коры.

P.S. Обонятельная сенсорная система является исключением и имеет иной специфический сенсорный путь

Окончание специфических путей



Неспецифический сенсорный проводящий путь

На уровне ствола мозга от специфического пути отходят коллатерали к клеткам ретикулярной формации (РФ). К РФ конвергируют (сходятся) все сенсорные потоки. При этом теряется сенсорная специфичность (модальность).

Осуществляется общее активирующее влияние РФ на кору больших полушарий. Возможно, обеспечивается «преднастройка» коры больших полушарий к восприятию информации по специфическим путям.

Ассоциативные таламокортикальные пути

- **межсенсорная оценка биологической значимости стимула.**
- *Таким образом, сенсорная функция основана на взаимосвязанной работе специфических, неспецифических и ассоциативных образований мозга, которые и обеспечивают формирование адекватного адаптивного поведения организма.*



■ – первичные поля

▨ – вторичные поля

▤ – третичные поля

- *Центральный отдел сенсорных систем расположен в коре больших полушарий головного мозга.*
- **Первичные проекционные зоны**
- **Вторичные проекционные зоны**
- **Третичные зоны – окружающие их ассоциативные зоны коры.**

Нейроны первичных проекционных зон

- **Высокоспецифичные. Они избирательно реагируют на определенные признаки раздражителей, например на оттенки цвета, направление движения, характер линий.**

Нейроны вторичных проекционных зон

- **Происходит определение сложных признаков раздражителей, однако при этом сохраняется модальная специфичность, соответствующая нейронам первичных зон.**

Нейроны третичных проекционных зон

- По сути являются зонами перекрытия корковых отделов различных сенсорных систем,
- Происходит интеграция афферентных одномодальных, разномодальных и неспецифических потоков информации.

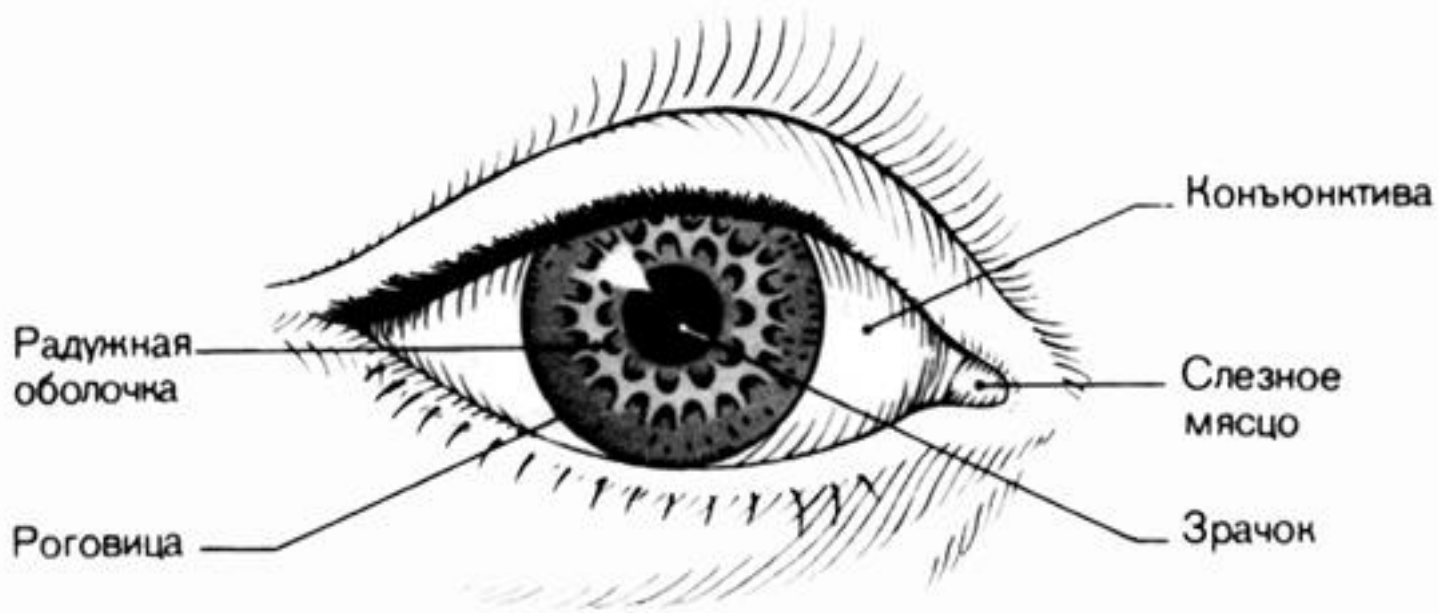
В первичной проекционной зоне

- *простые нейроны* реагируют на простые признаки раздражителя;
- *сложные нейроны* получают информацию от простых нейронов и реагируют на более сложные признаки раздражителя;
- *сверхсложные нейроны* получают информацию от сложных нейронов и реагируют на еще более сложные сигналы, интегрируют информацию, обеспечивают единое восприятие пространства, формы и размера объекта.

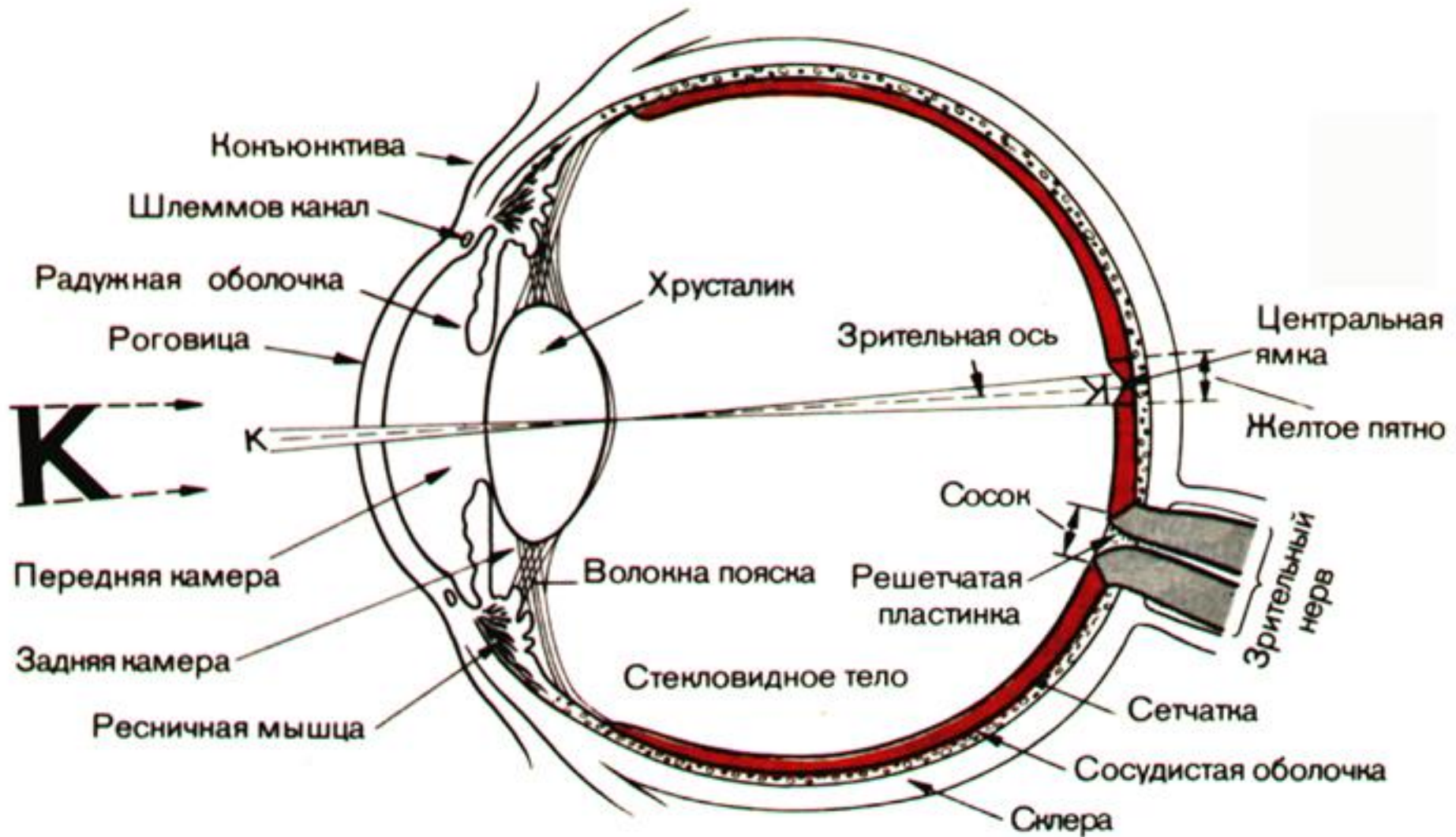
Гностические нейроны

- **Обеспечивают узнавание комплекса признаков раздражителя (например, узнавание лица с одного взгляда, знакомого голоса, знакомого запаха, характерного жеста).**
- **Гностические нейроны обеспечивает главную функцию восприятия - выявление сигнального (смыслового) значения раздражителя, а не только его физических свойств.**

Правый глаз, видимый в зеркале



Строение глаза



Зрачковый рефлекс



Тусклое
освещение

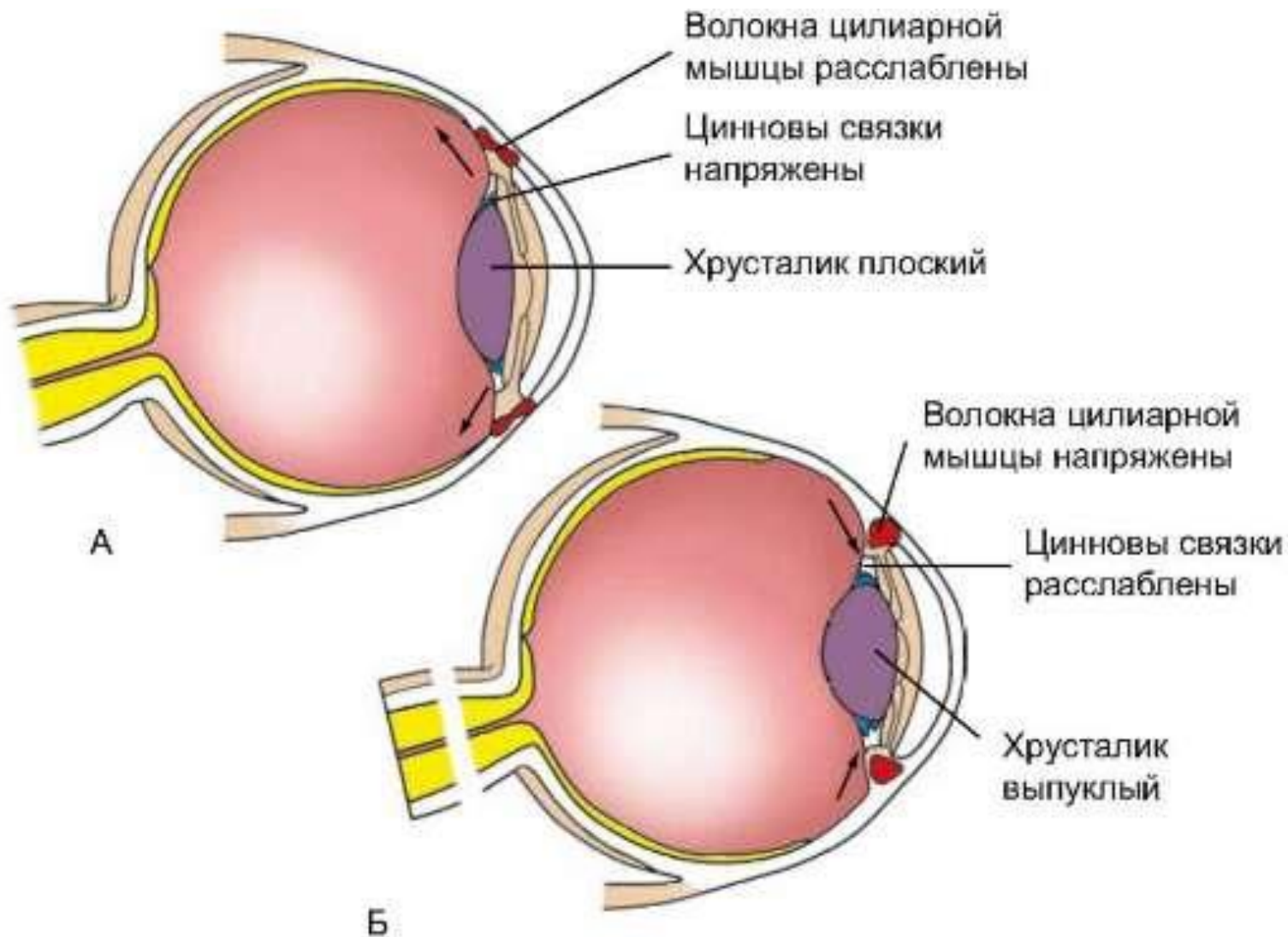


Нормальное
освещение

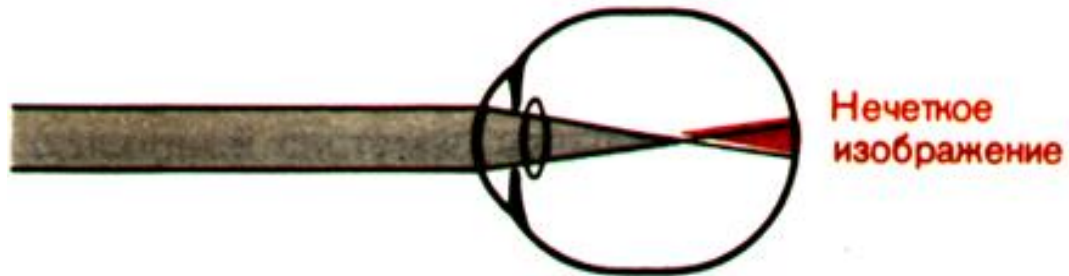


Яркое
освещение

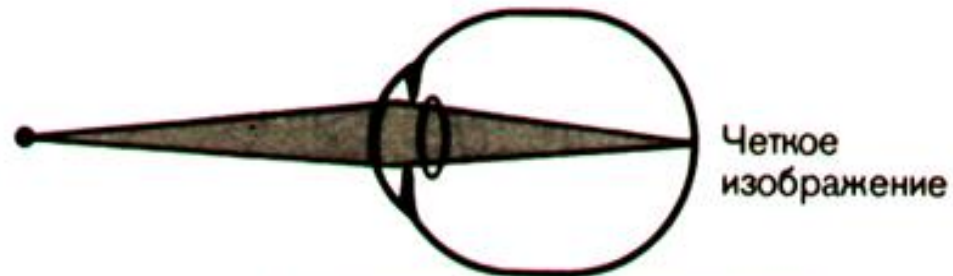
Аккомодация.



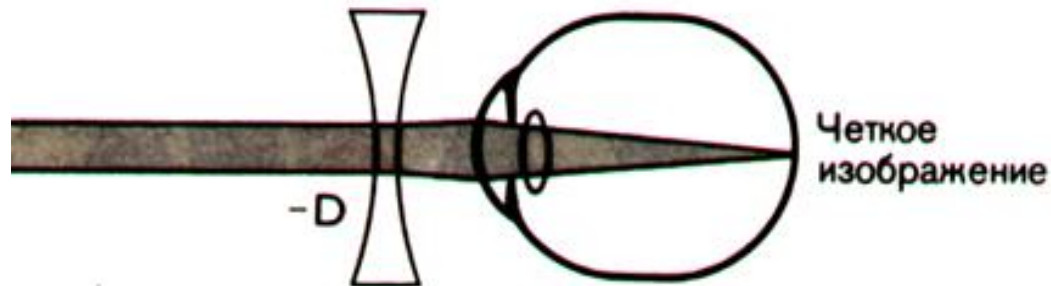
Миопия



Аккомодация на дальнюю точку



Аккомодация на ближнюю точку



Аккомодация на дальнюю точку
с помощью корректирующей линзы

Гиперметропия

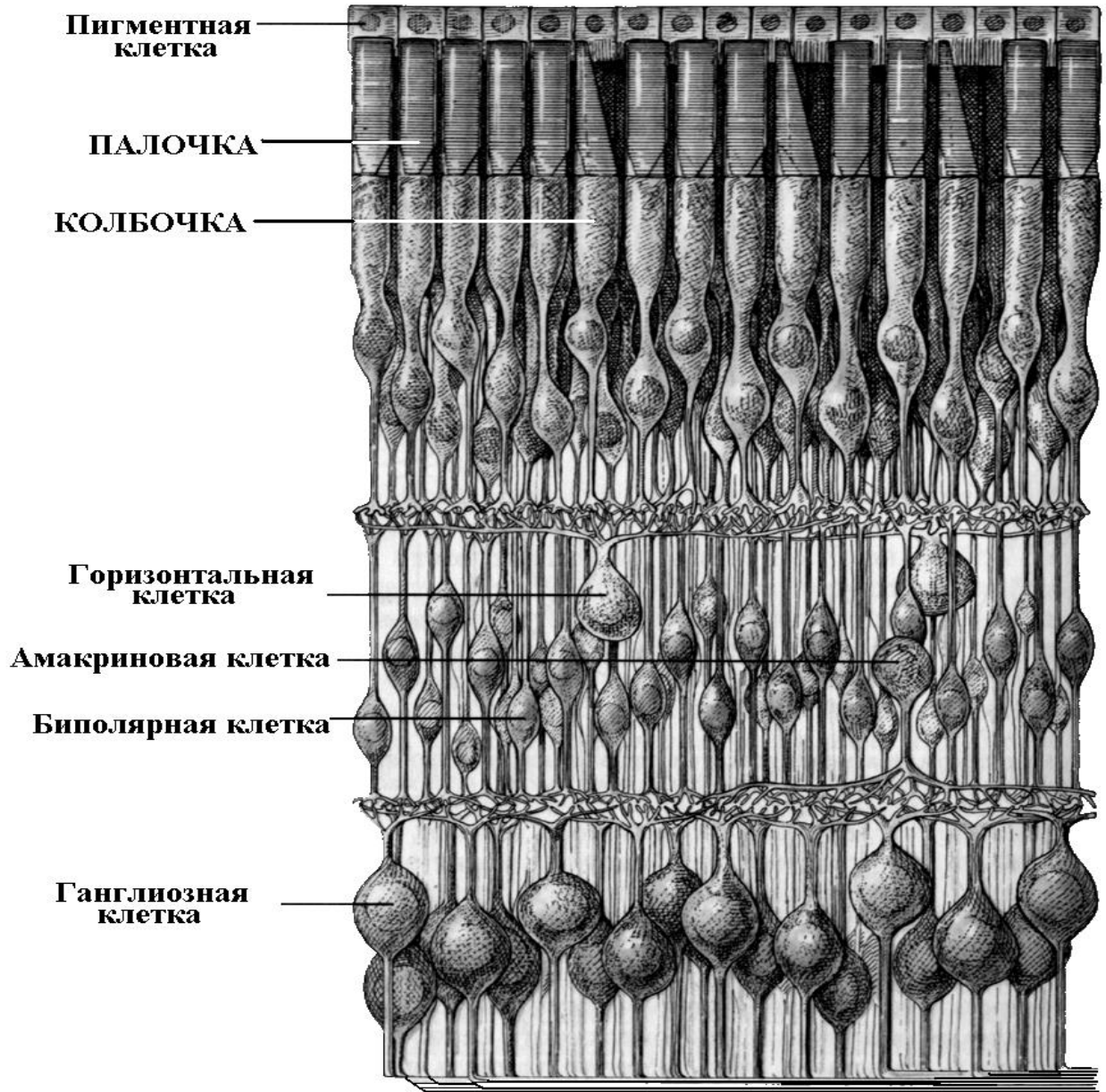


Характеристика зрения

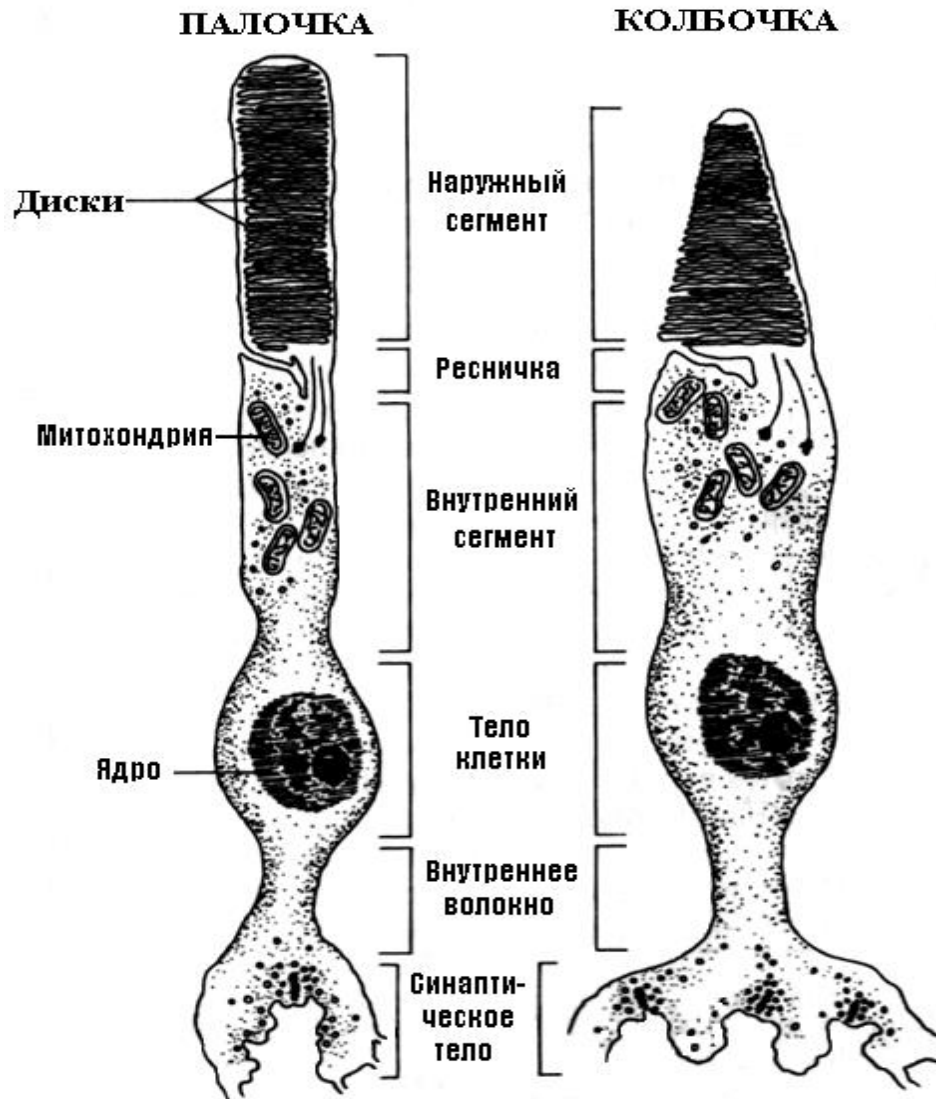
• *Острота зрения* - способность глаза различать две светящиеся точки раздельно при минимальном расстоянии между ними. *Нормальный глаз различает две точки раздельно под углом в 1 мин. Острота зрения такого глаза - 1,0 (единица).*

• *Поле зрения* - пространство, которое видит глаз при фиксированном взгляде. *Величина поля зрения у людей зависит от глубины положения глазного яблока, формы надбровных дуг и носа. Поле зрения неодинаково при взгляде в различных направлениях: вниз - 70° , вверх - 60° , наружу - 90° , внутрь - 55° .*

Клеточный состав сетчатки глаза



2 вида фоторецепторов

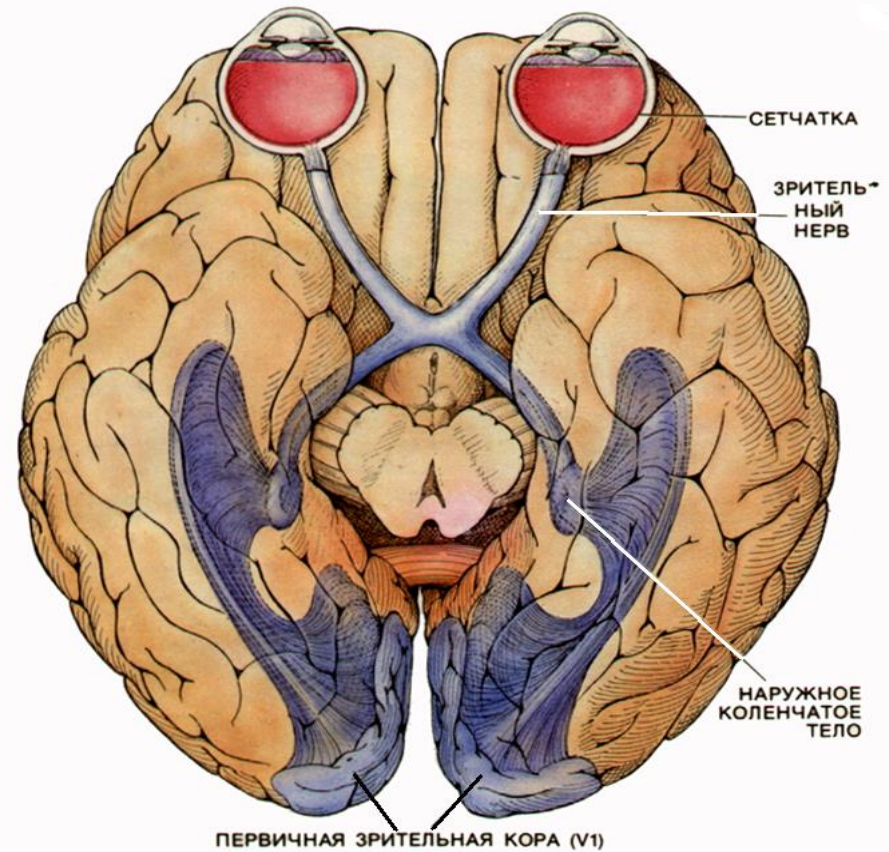
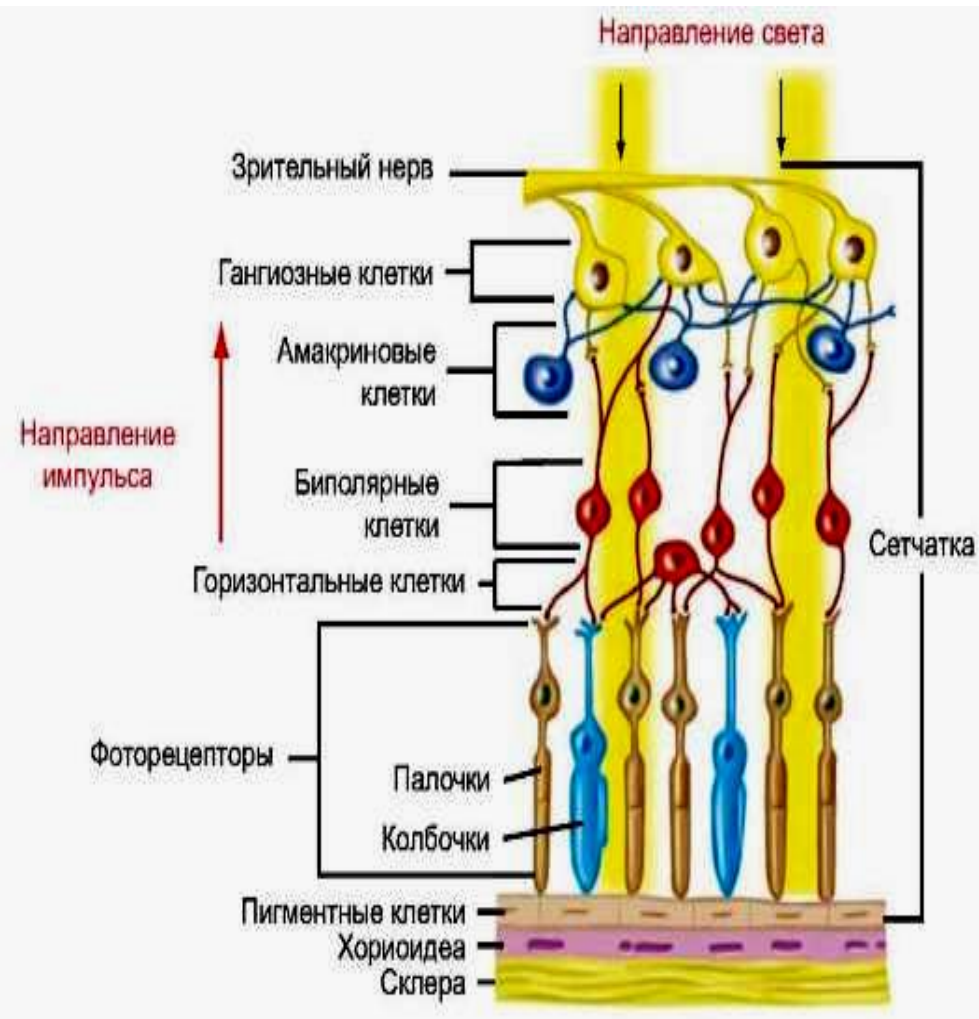


Фоторецепторы

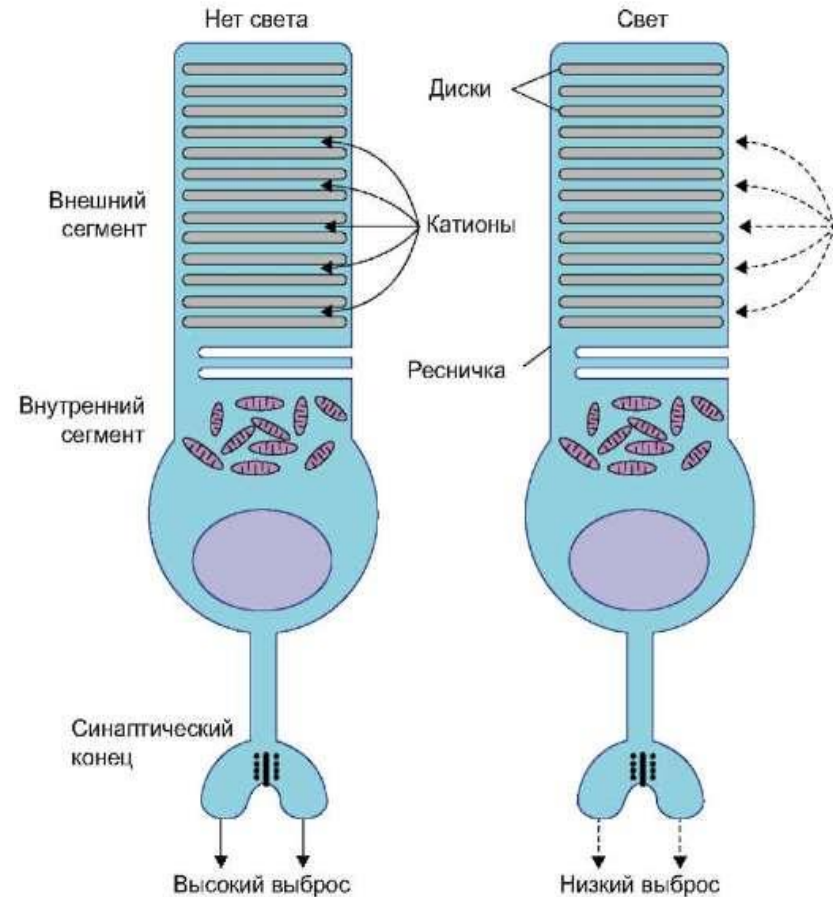
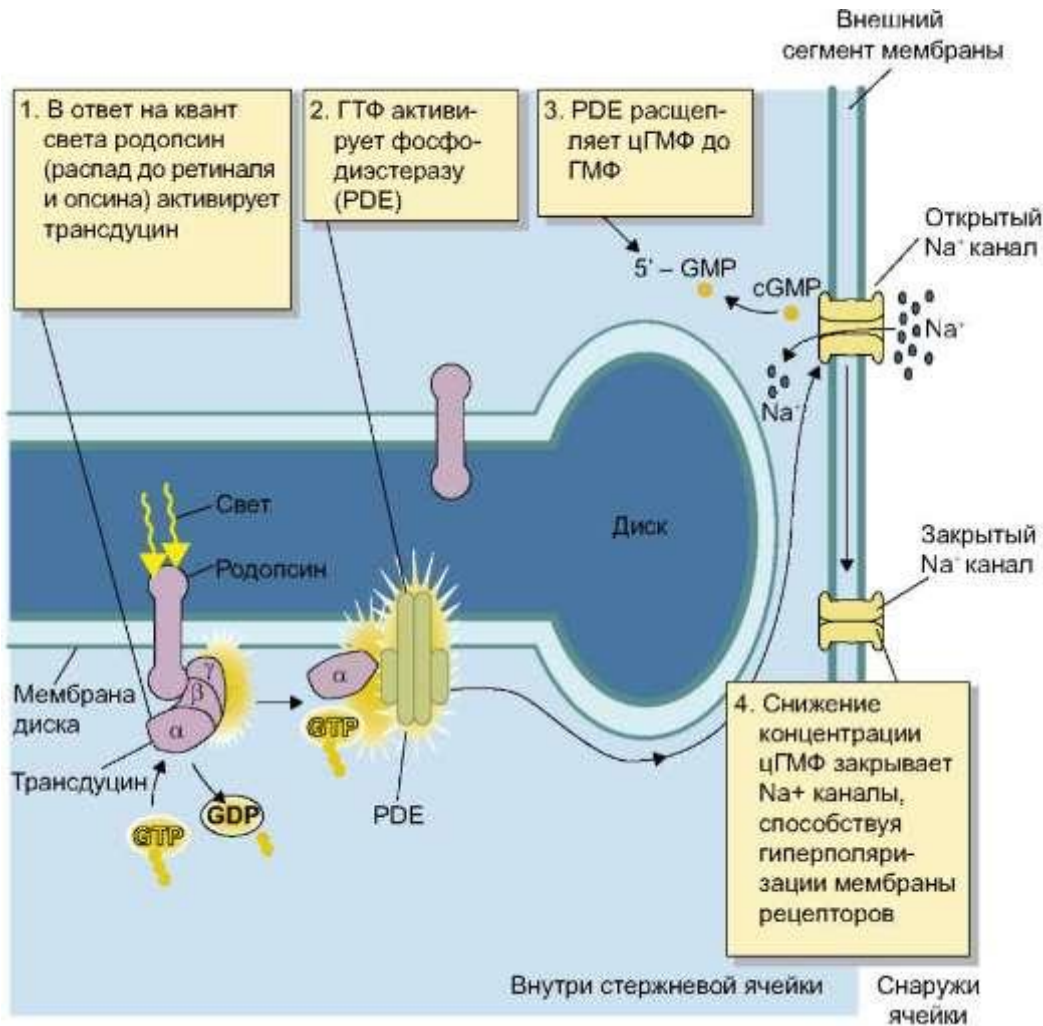
имеют три функциональные области:

- **наружный сегмент, обращенный к пигментному эпителию и содержащий в зрительных дисках светопоглощающий пигмент;**
- **внутренний сегмент, в котором расположено клеточное ядро и происходят основные биохимические процессы;**
- **пресинаптические окончания фоторецептора для выделения медиатора глутамата, действующего на биполярные клетки.**

ЗРИТЕЛЬНЫЕ ПУТИ



Фотохимические процессы в сетчатке



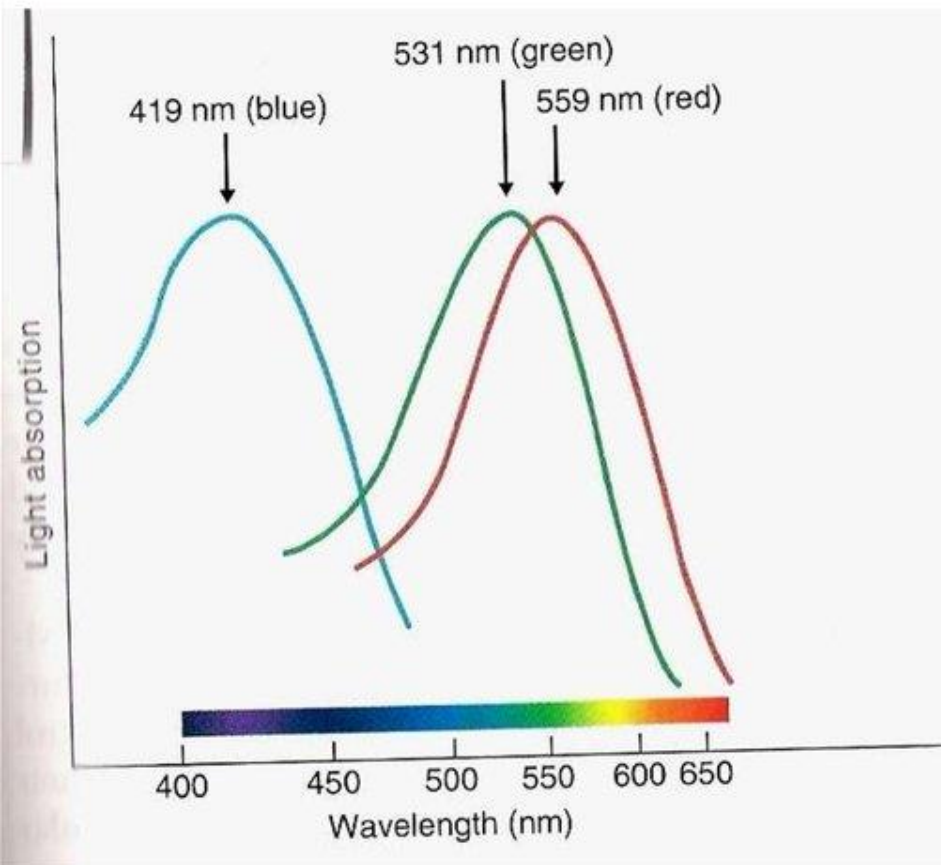
ФОТОХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ В РЕЦЕПТОРАХ СЕТЧАТКИ.

Родопсин – комплекс ретиналя (альдегид витамина А) и опсина (белка).

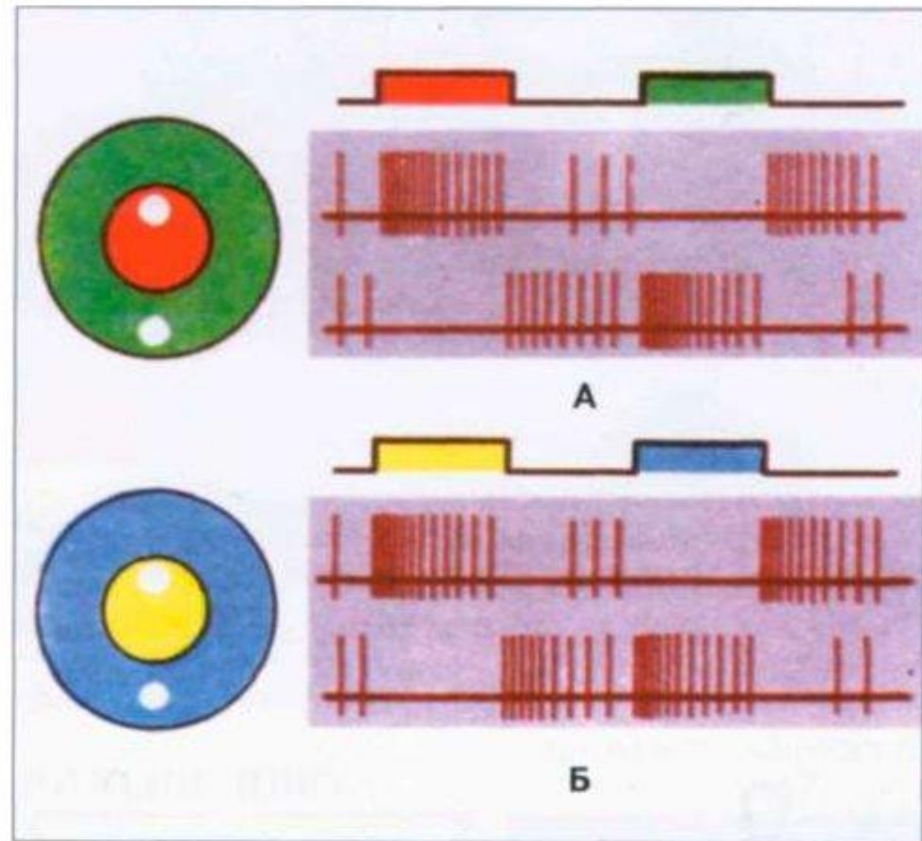
Поглощение кванта света → распад родопсина на ретиналь и опсин, изомеризация цис-ретиналя → транс-ретиналь → активация ионов Ca^{2+} , изменение проницаемости для ионов Na^+ → возникновение рецепторного потенциала → выделение медиатора → ПД.

Теории цветового зрения

Трехкомпонентная теория
Юнга-Гельмгольца (1801 г.)



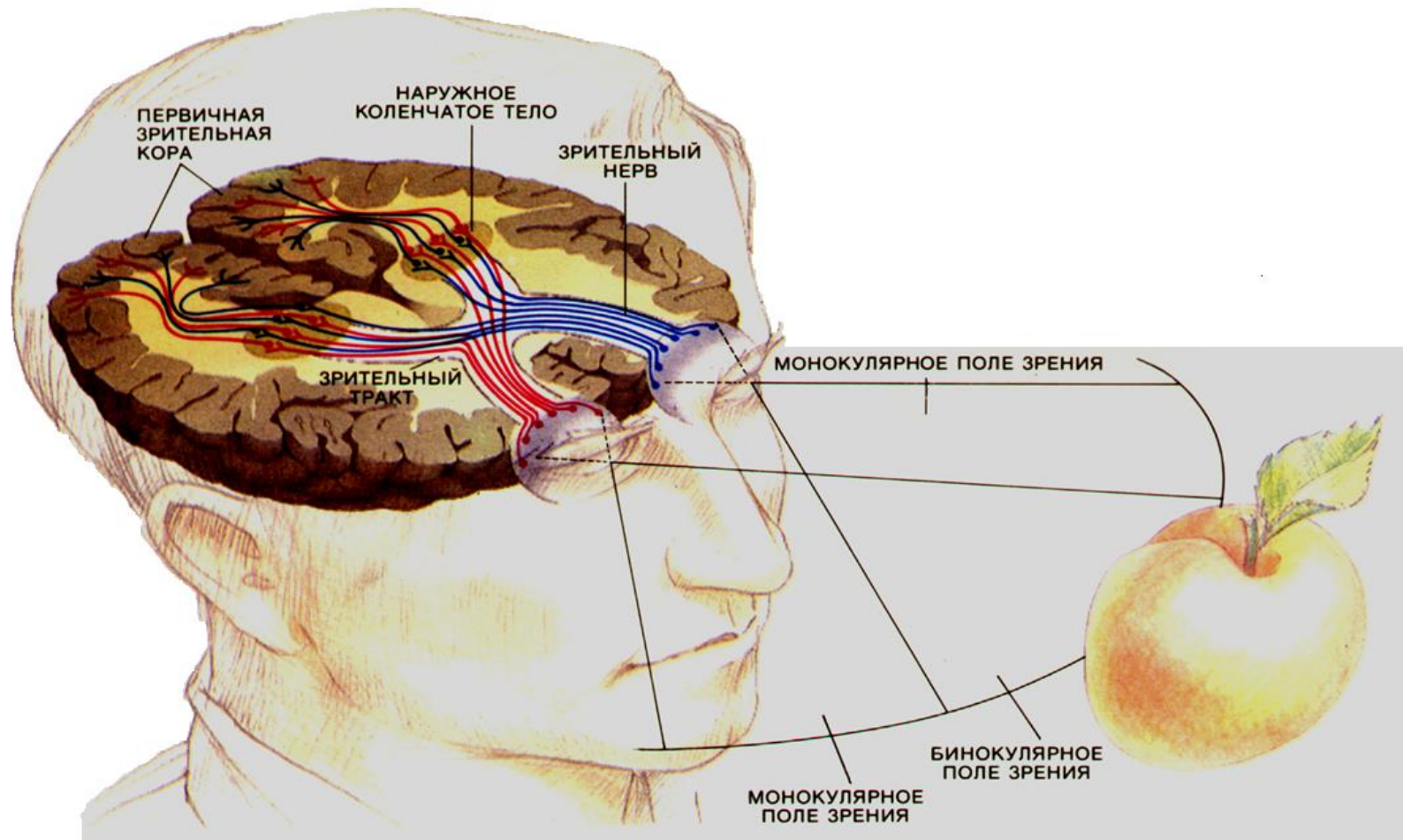
Теория оппонентных (контрастных)
цветов Э.Геринга (1878 г.)



Аномалии цветового зрения.

- *протанопия* (дальтонизм), не способны различать оттенки красного и зеленого цветов, а именно темно-зеленые и светло-красные.
- *дейтеранопия*, также не различают красный и зеленый цвета, но они путают светло-зеленые тона с темно-красными и фиолетовые с голубыми.
- *тританопия*, не способны различать синий и фиолетовый цвета. Это расстройство цветового восприятия встречается крайне редко.

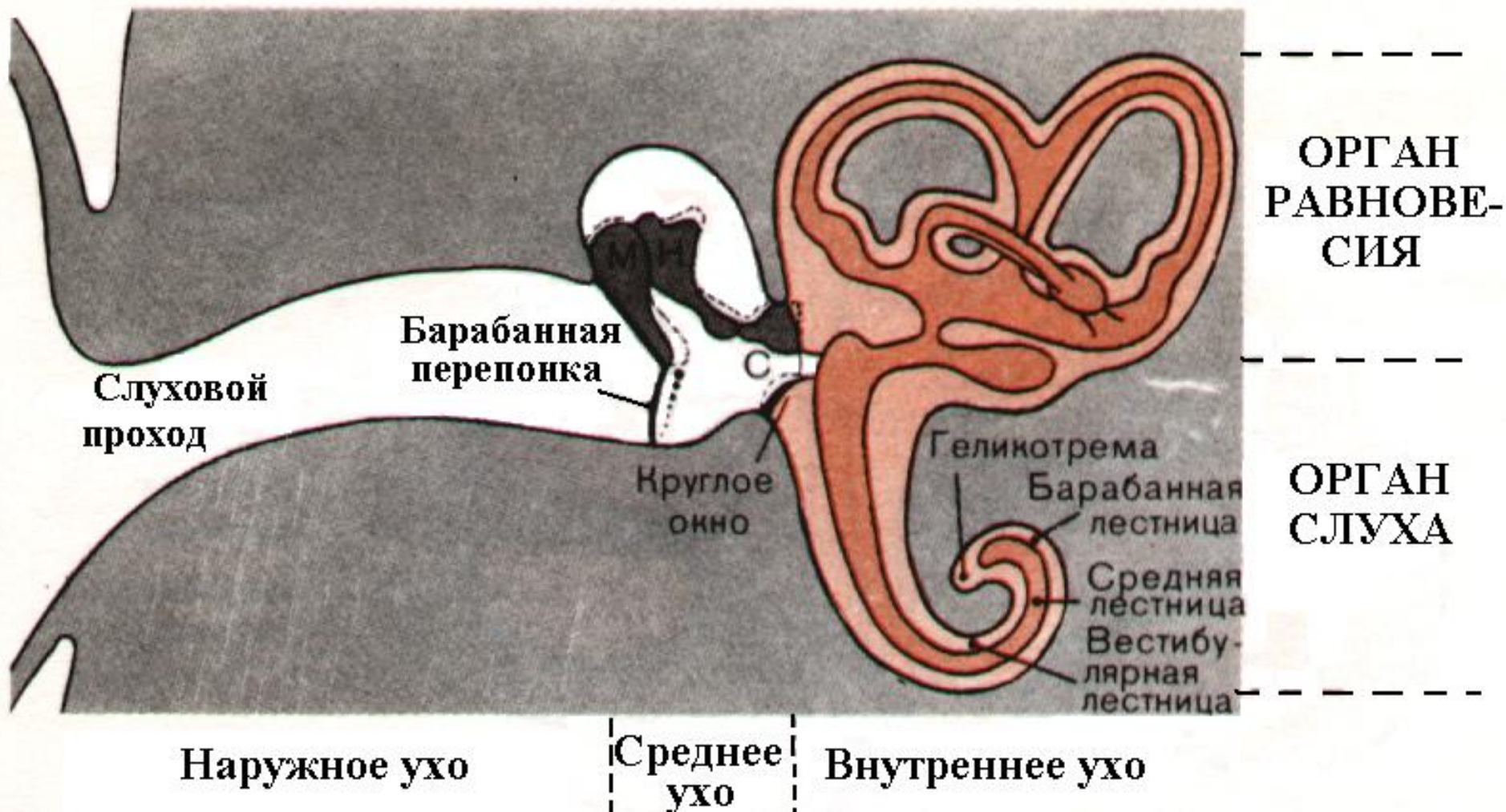
БИНОКУЛЯРНОЕ ЗРЕНИЕ



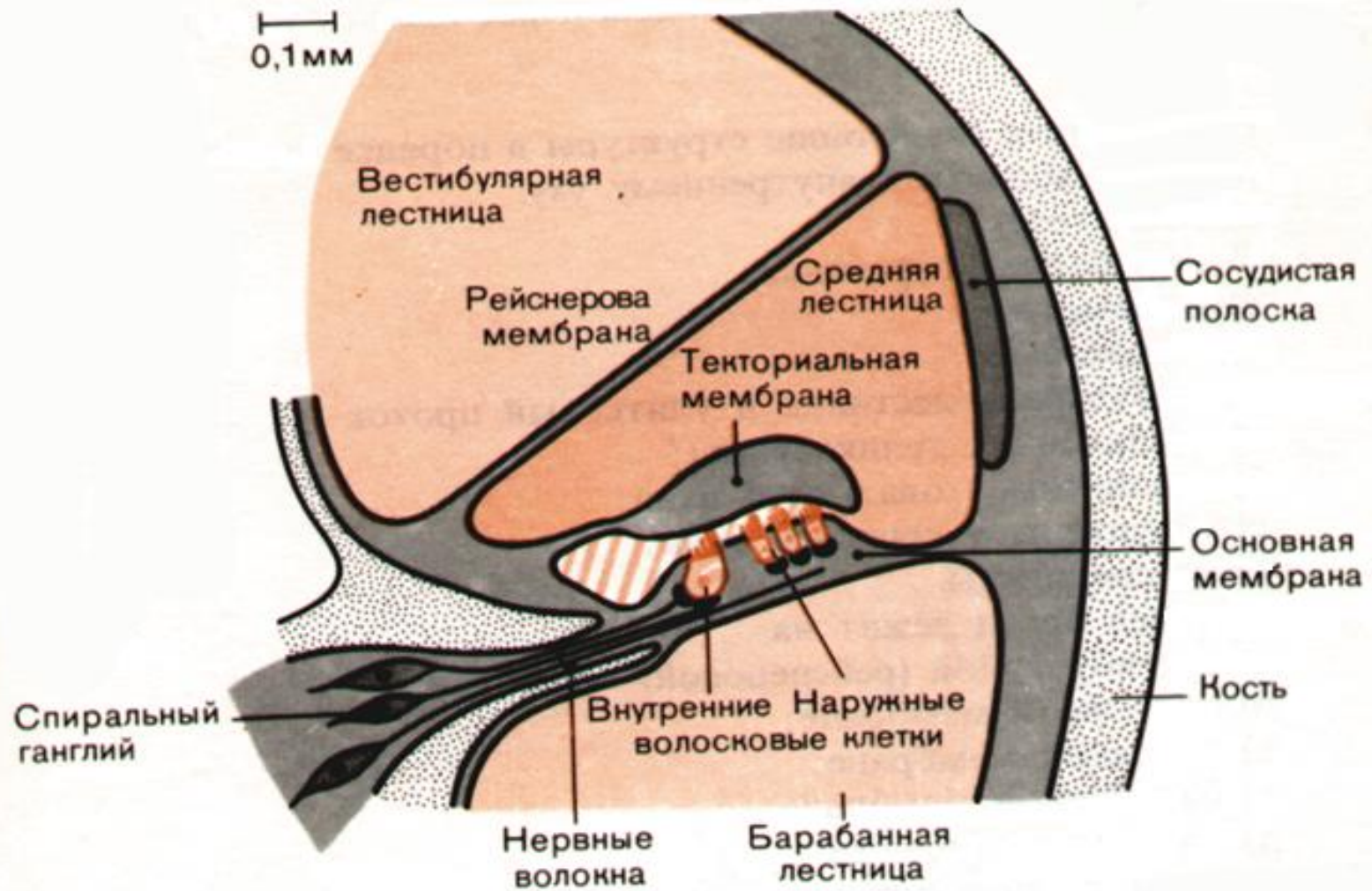
Орган слуха и равновесия



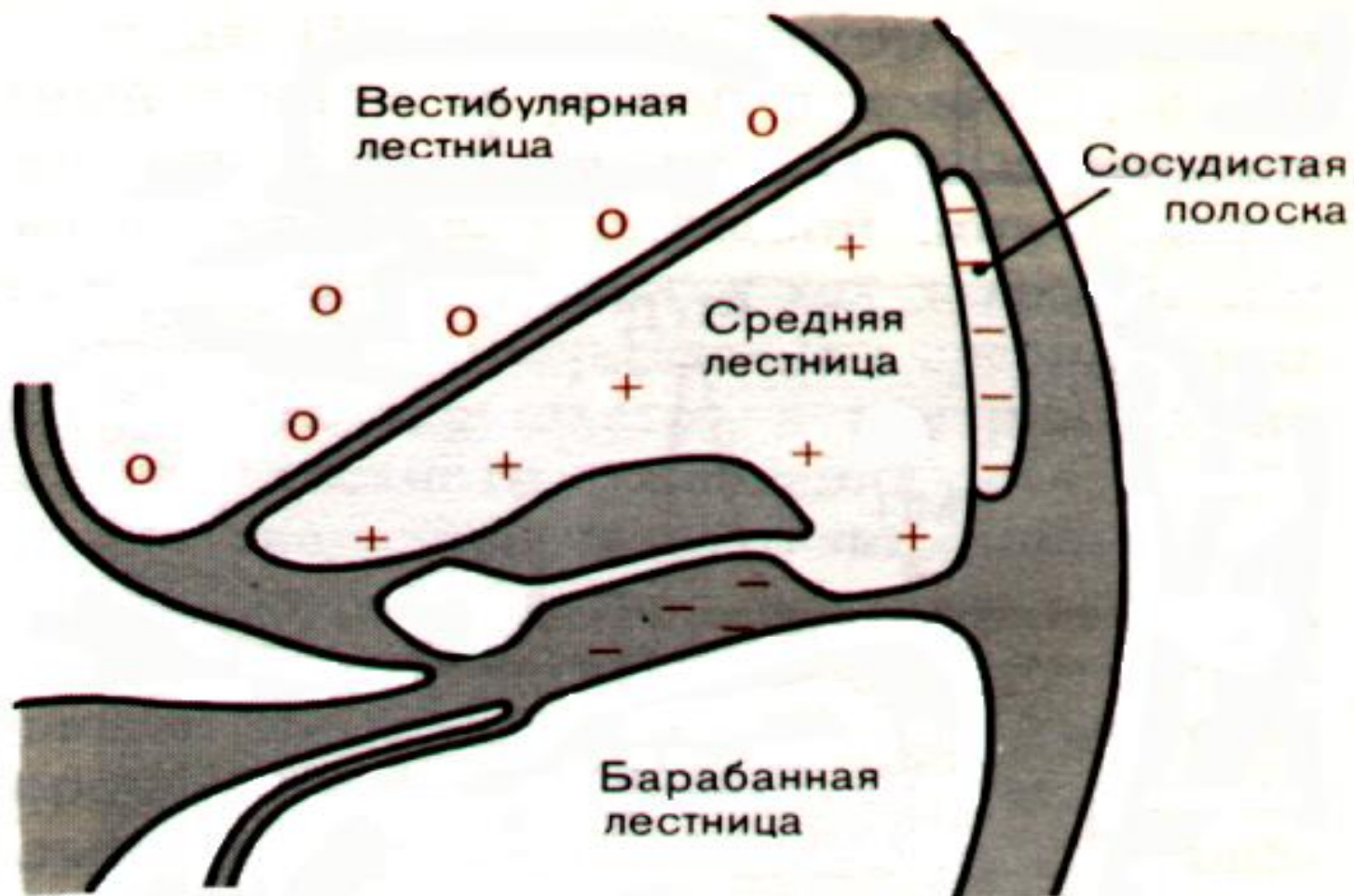
Схема строения уха



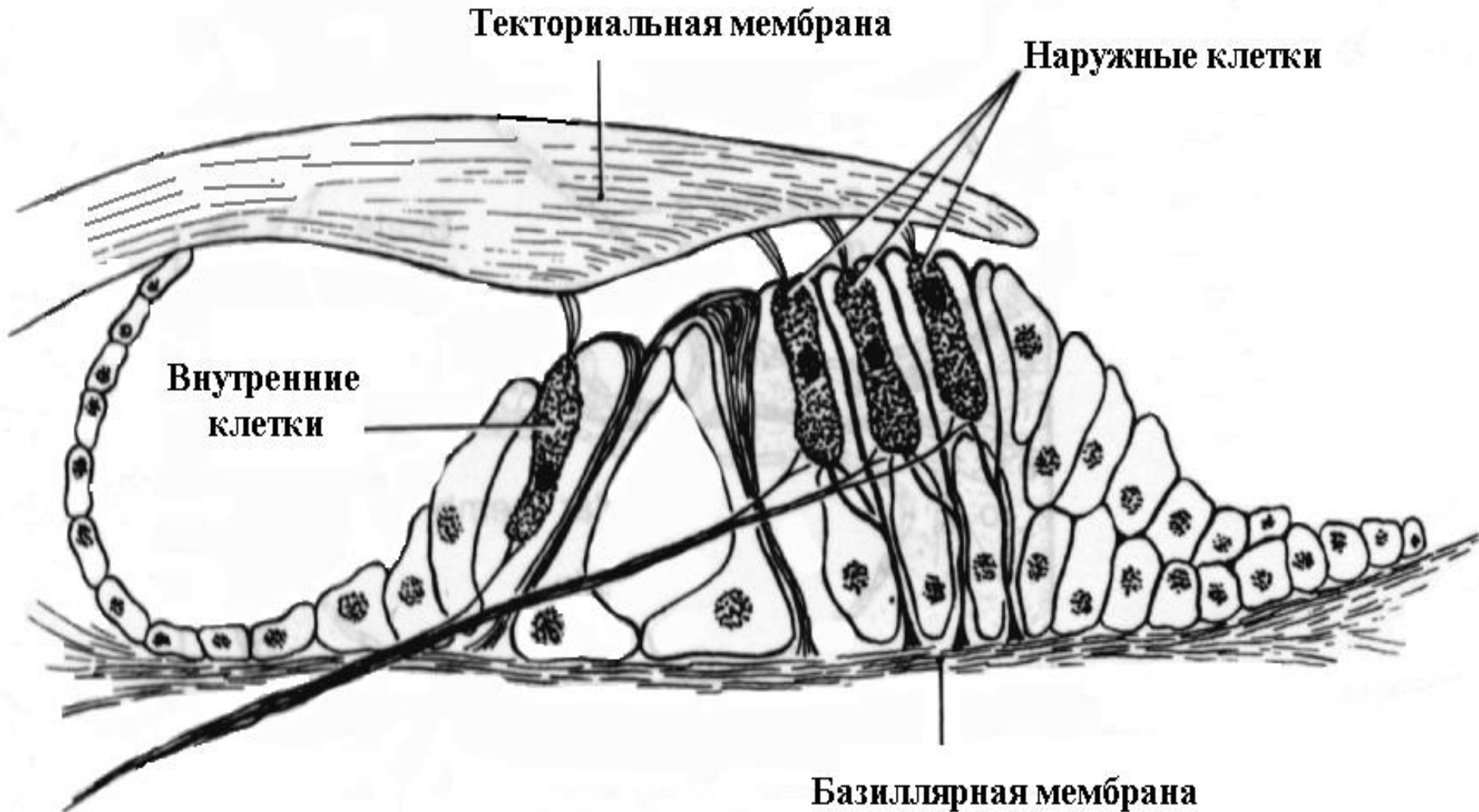
Разрез улиткового хода



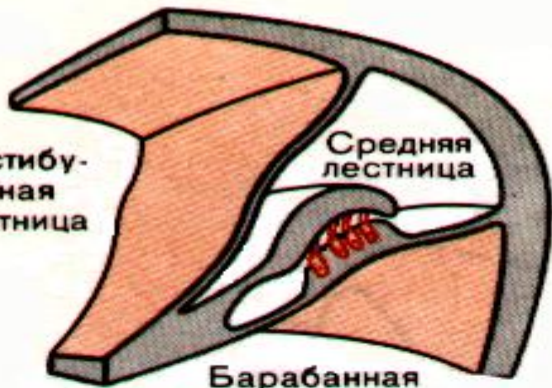
Потенциал улитки



Орган Корти

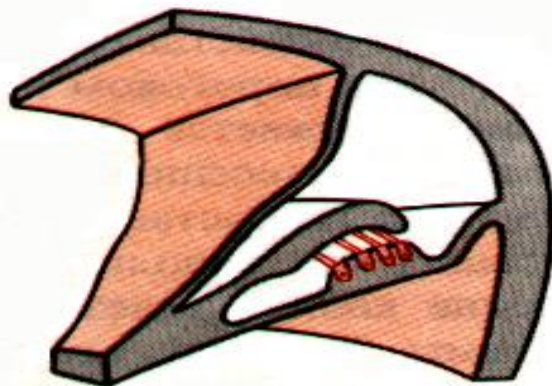
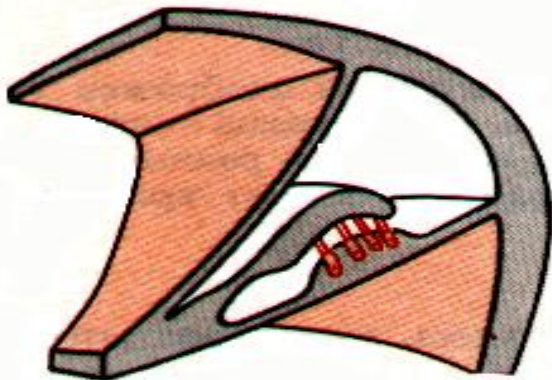


Вестибулярная лестница



Средняя лестница

Барабанная лестница



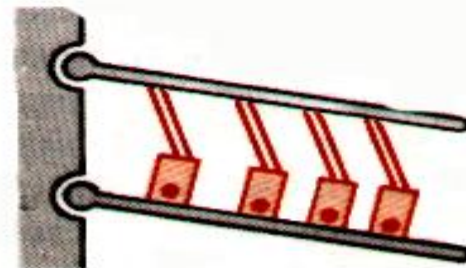
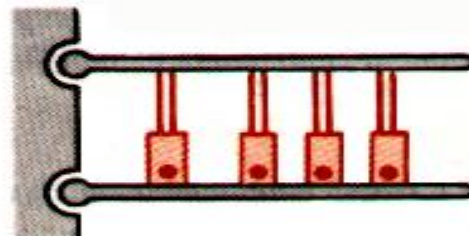
А

Текториальная мембрана



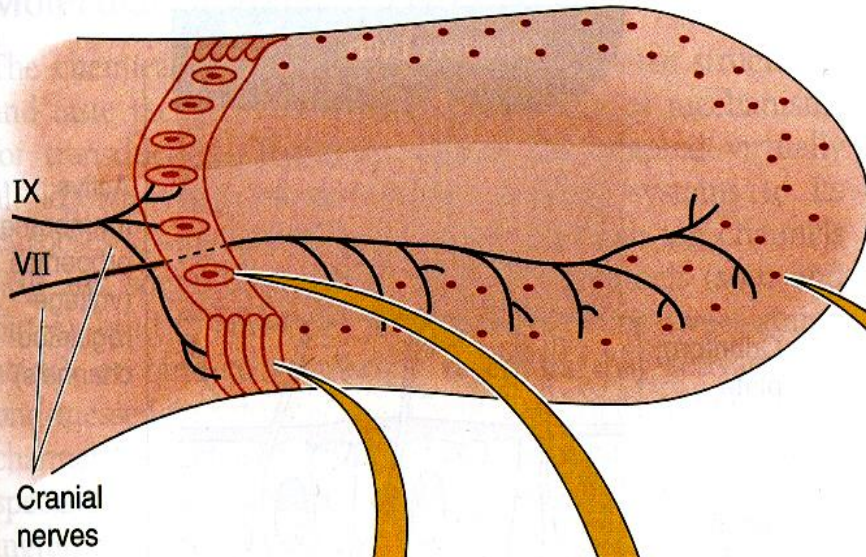
Волосковые клетки

Основная мембрана

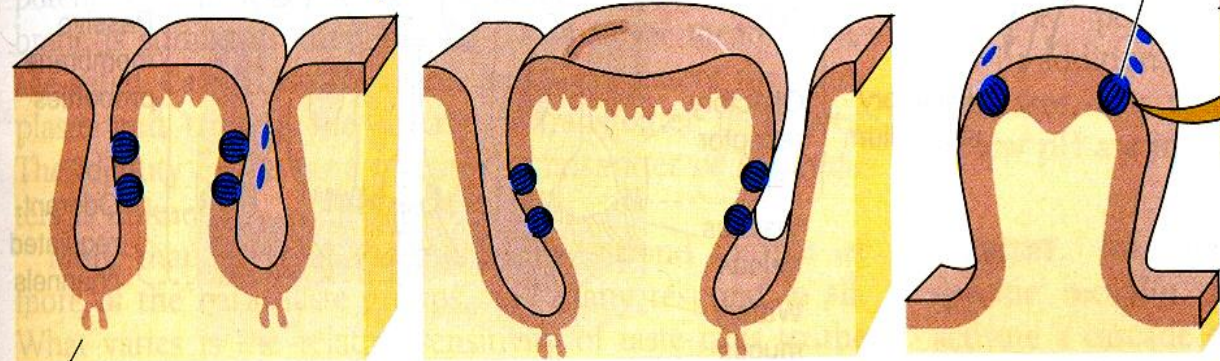


Б

A TONGUE



B TYPES OF PAPILLAE

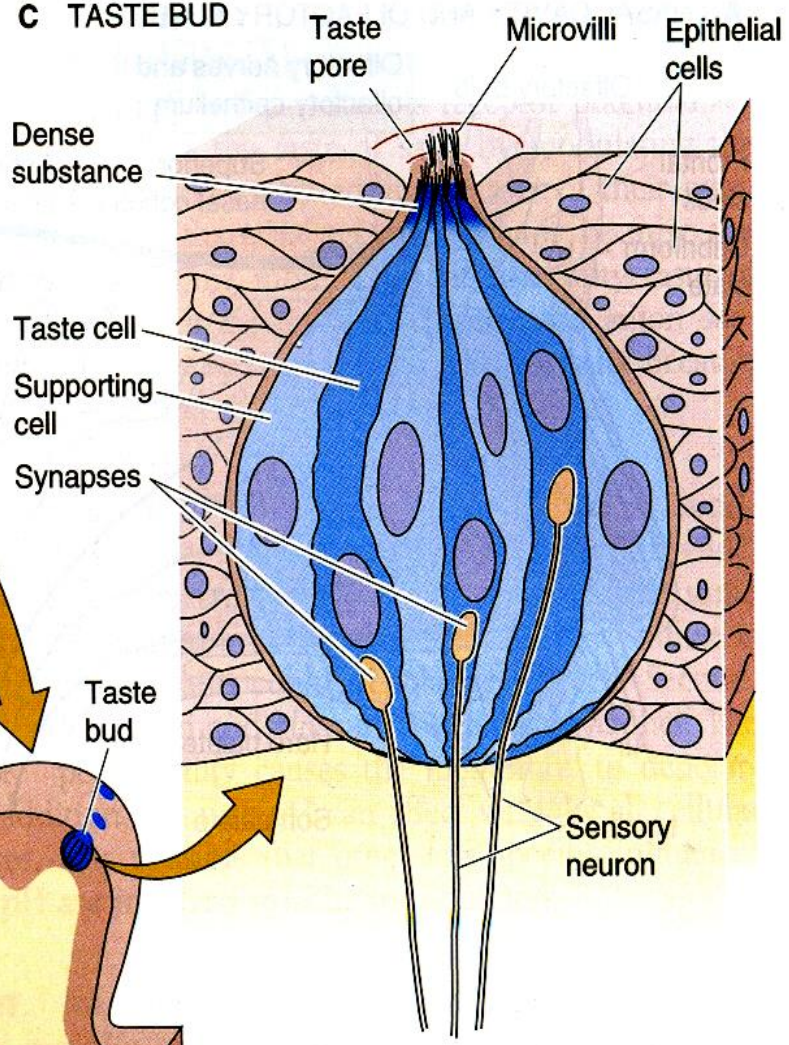


Serous gland
Foliate

Circumvallate

Fungiform

C TASTE BUD



Taste pore
Microvilli
Epithelial cells

Dense substance

Taste cell

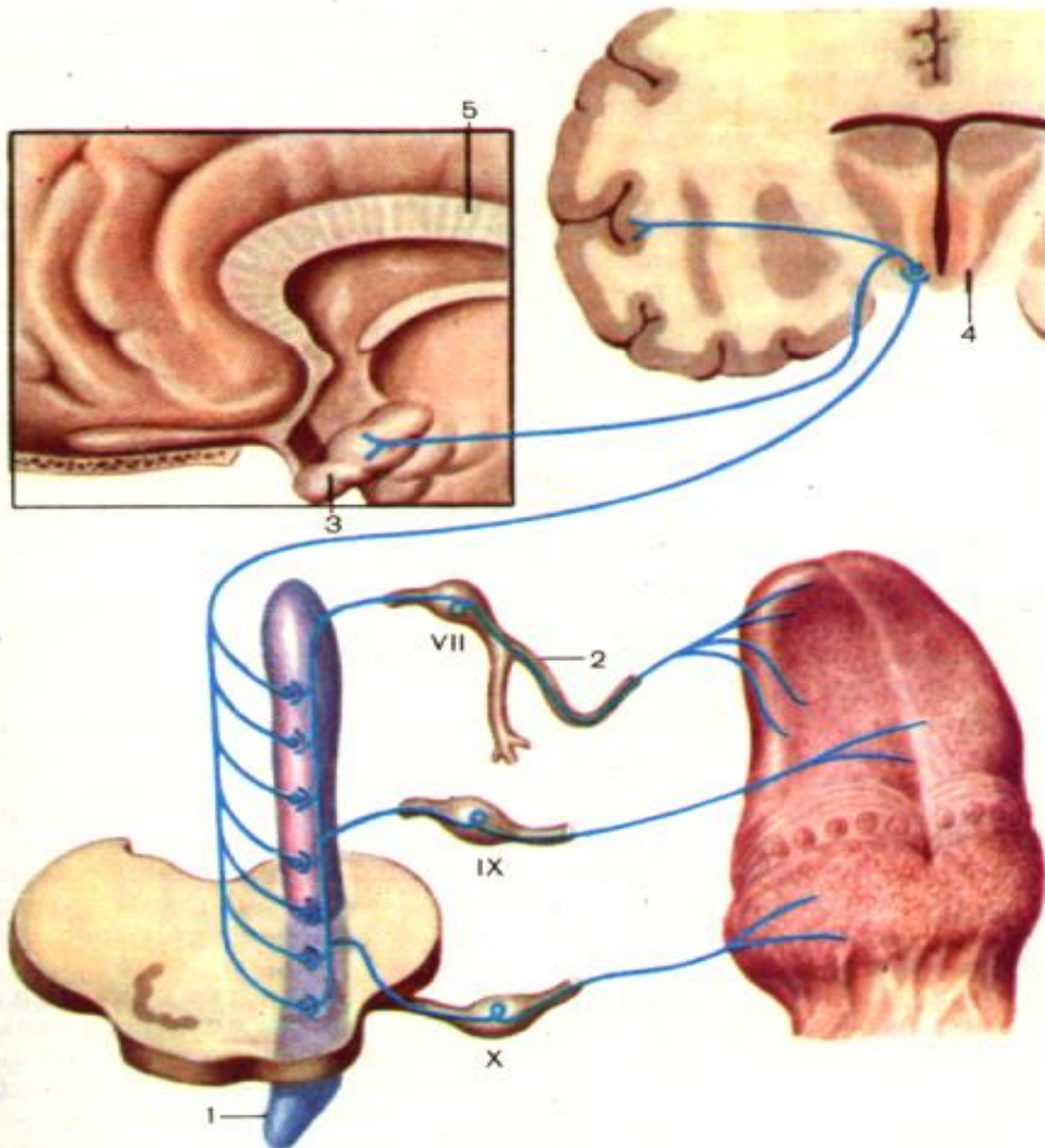
Supporting cell

Synapses

Taste bud

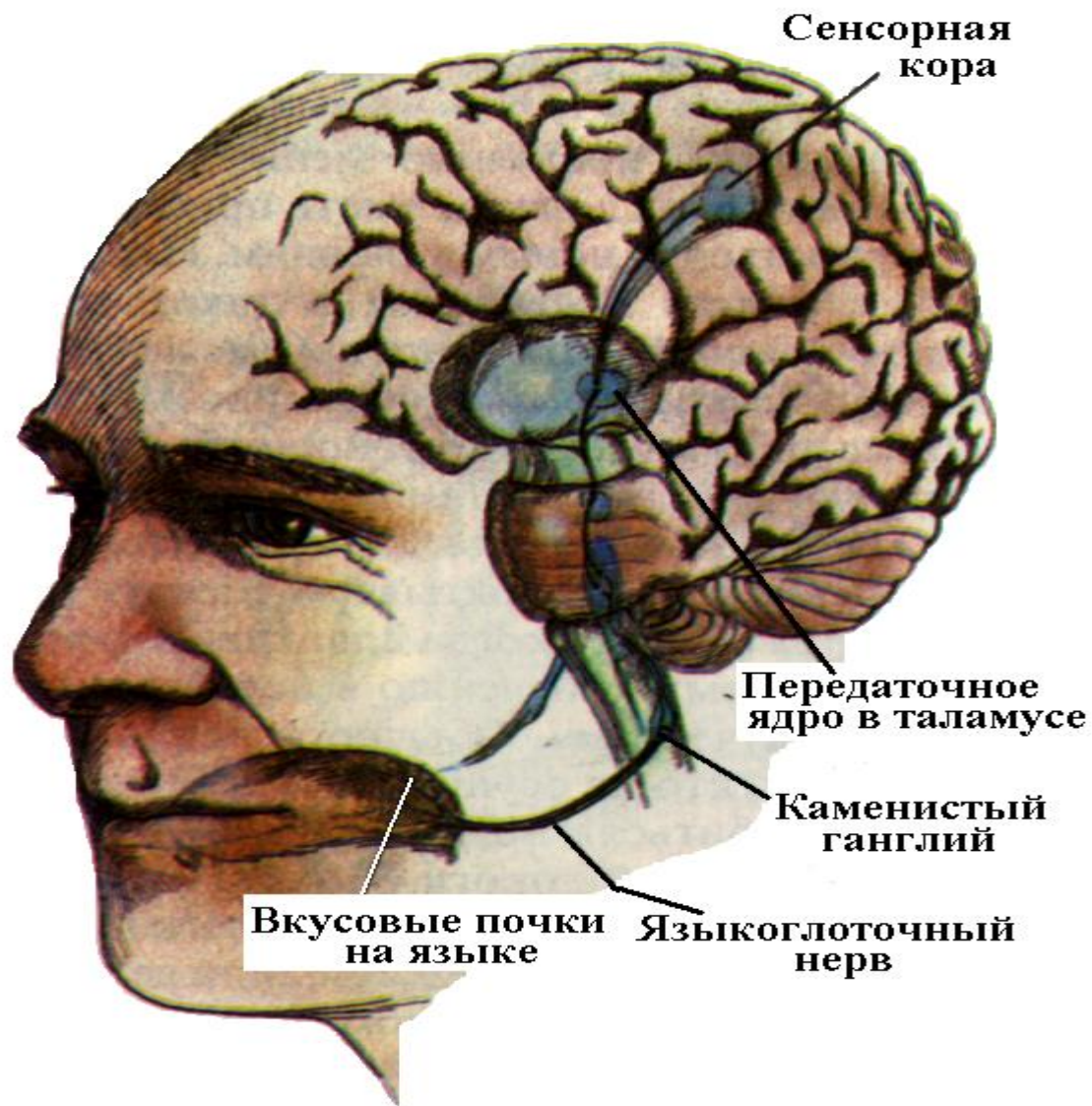
Sensory neuron

СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА ВКУСА

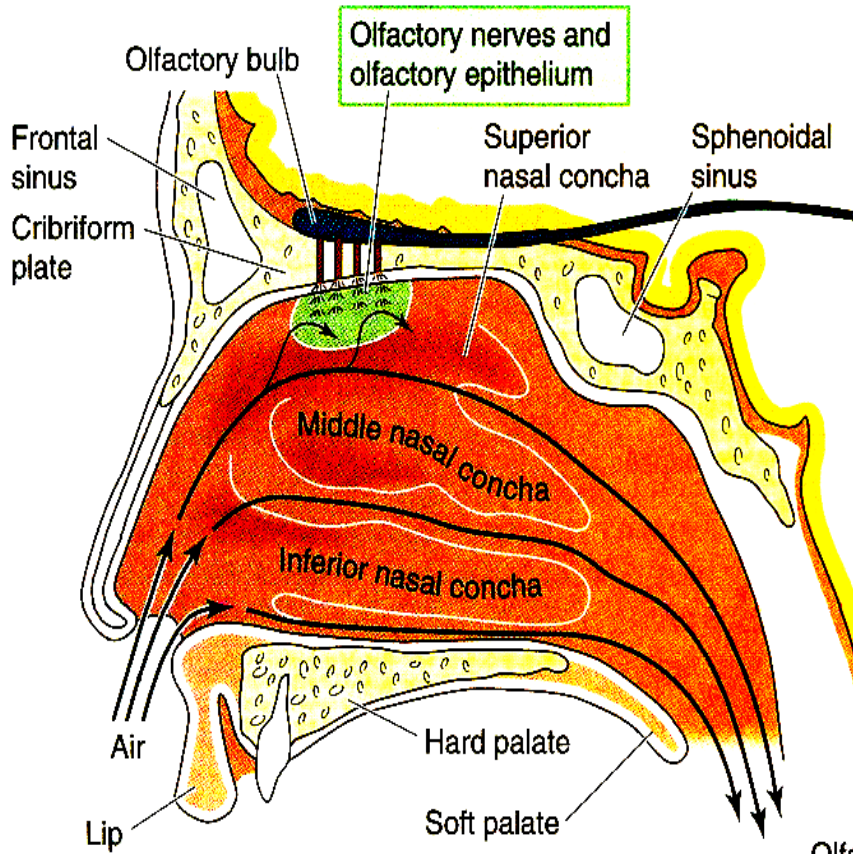


- 1 - ВКУСОВОЕ ЯДРО (ОДИНОЧНОГО ПУЧКА
- 2 - БАРАБАННАЯ СТРУНА
- 3 - ГИППОКАМПОВА ИЗВИЛИНА
- 4 - ТАЛАМУС
- 5 - МОЗОЛИСТОЕ ТЕЛО

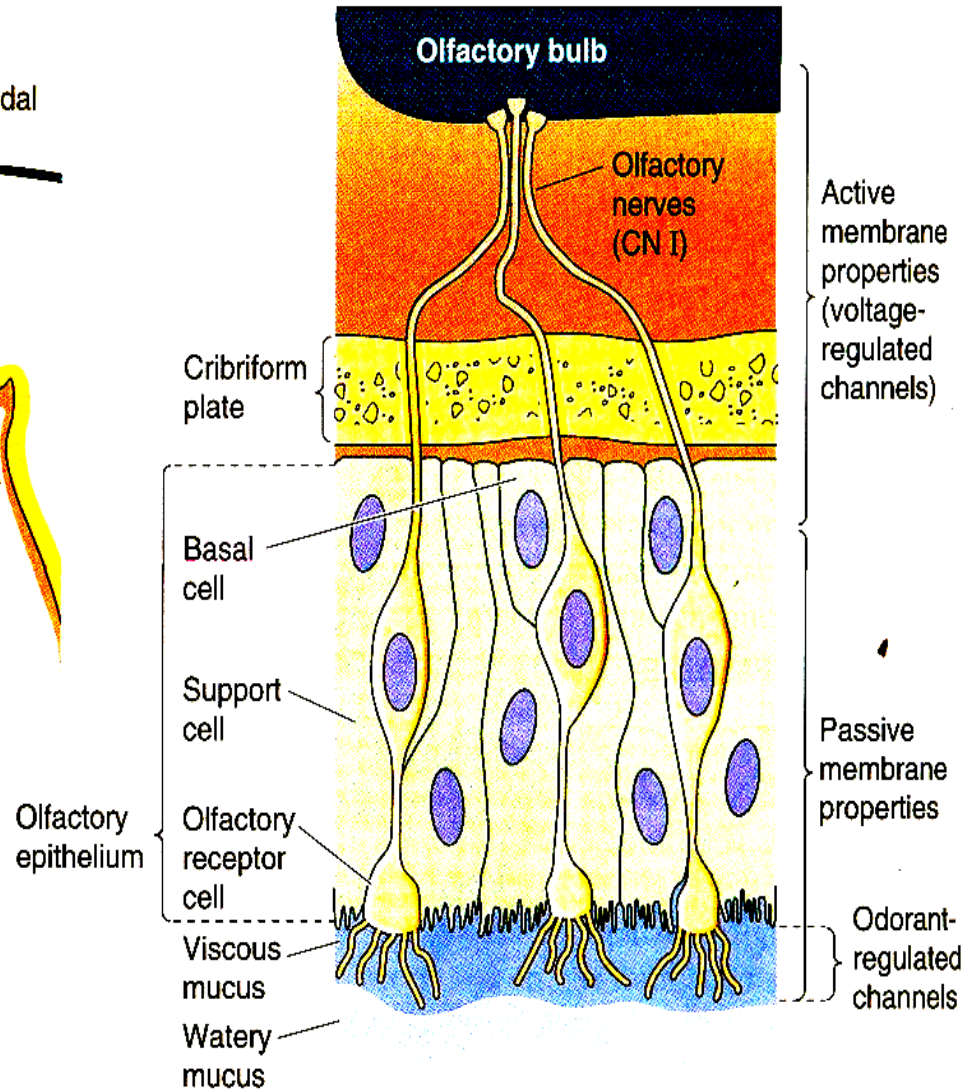
Путь вкусовой информации



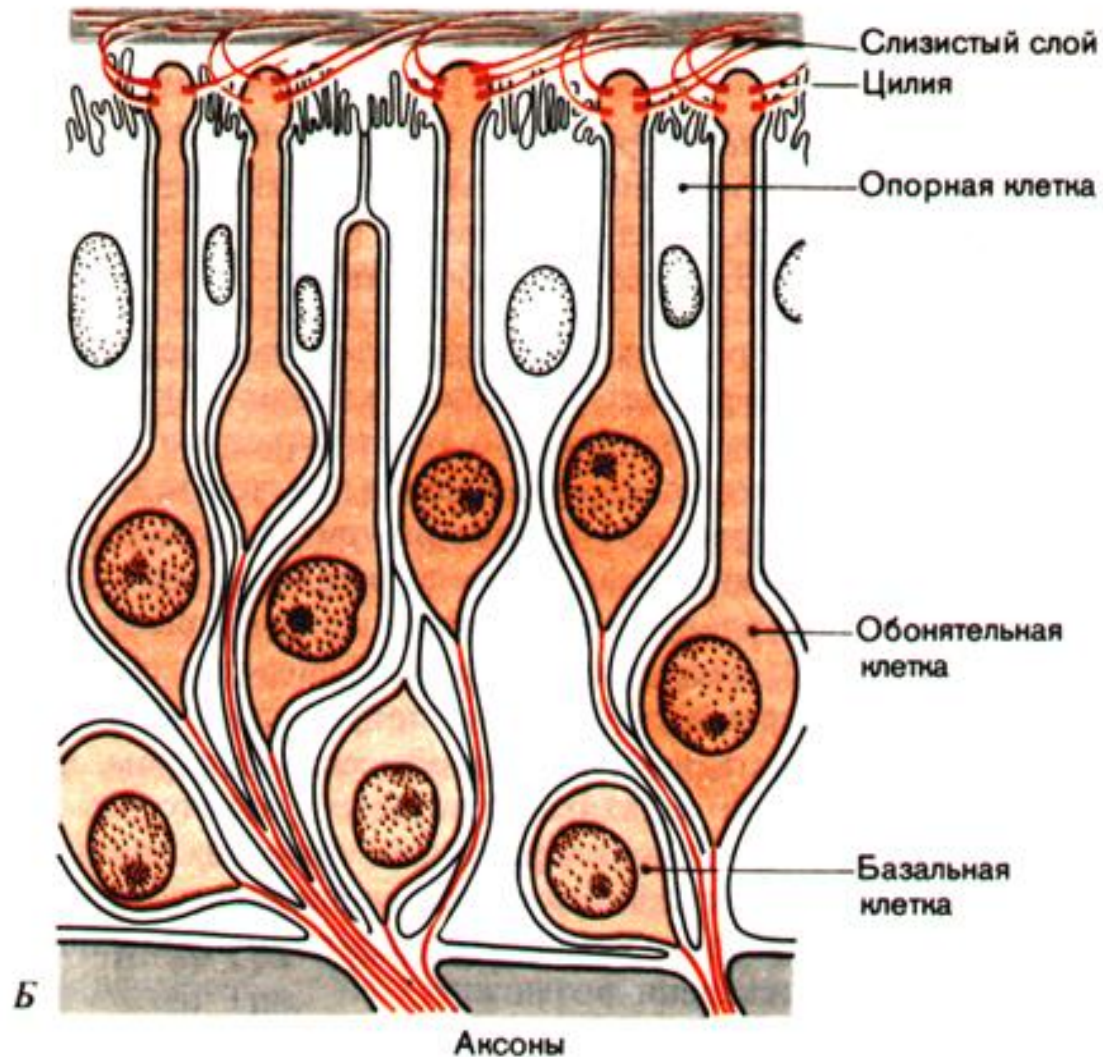
A NASAL CAVITY AND OLFACTORY BULB



B OLFACTORY EPITHELIUM

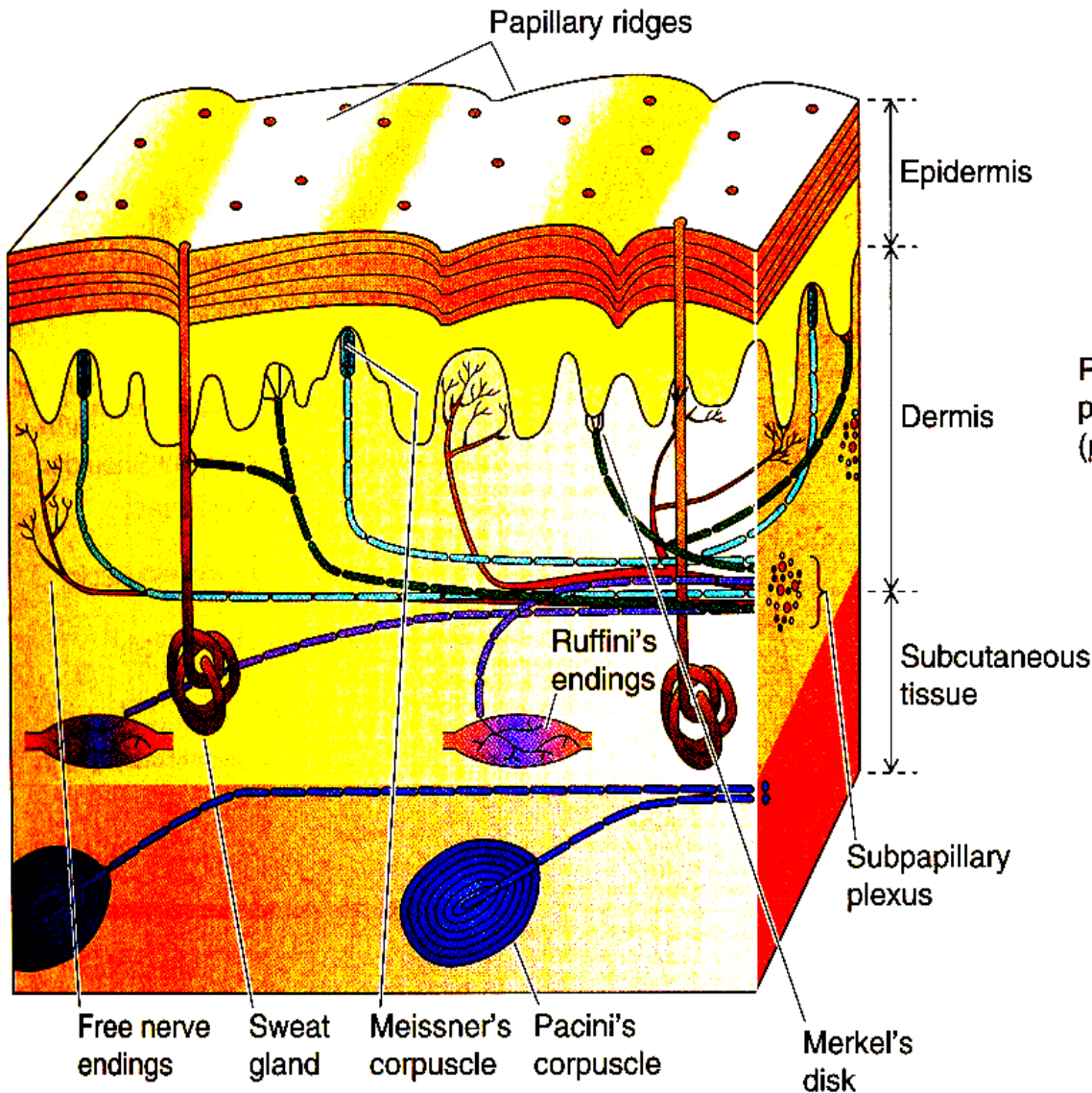


Обонятельный эпителий

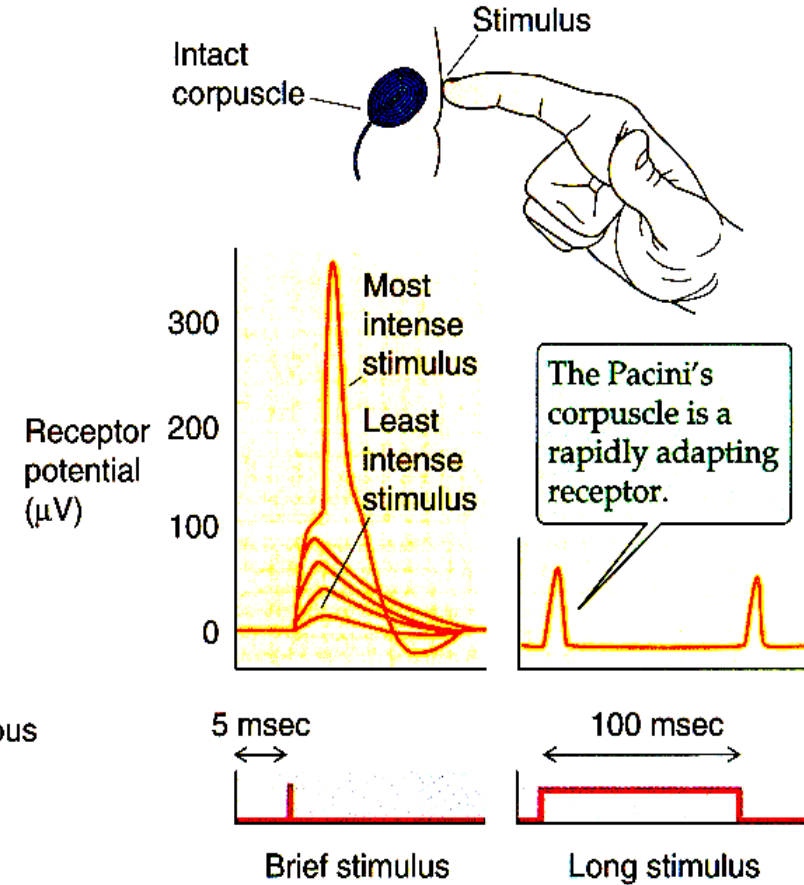


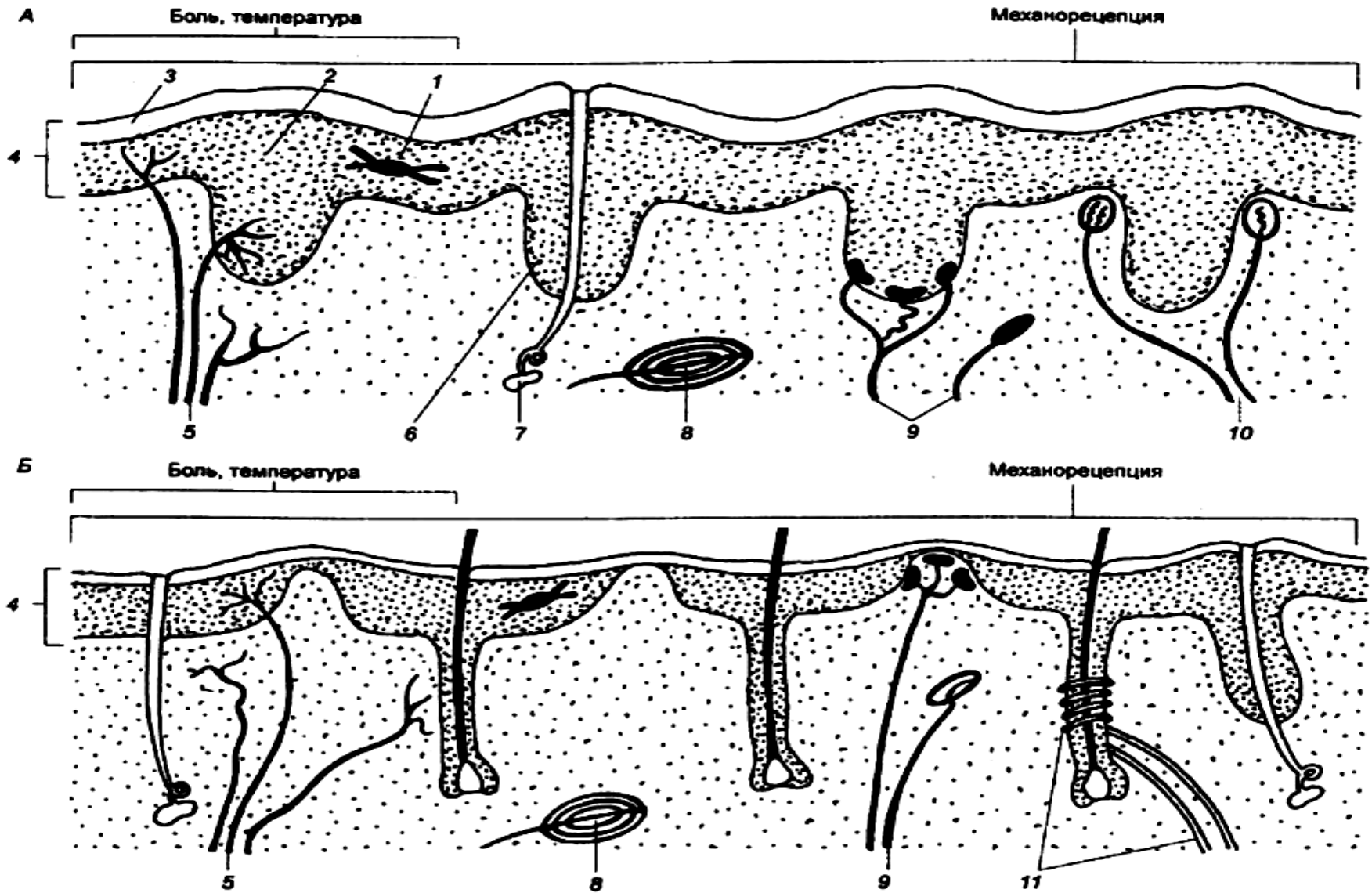
Кожный анализатор

A GLABROUS (HAIRLESS) SKIN



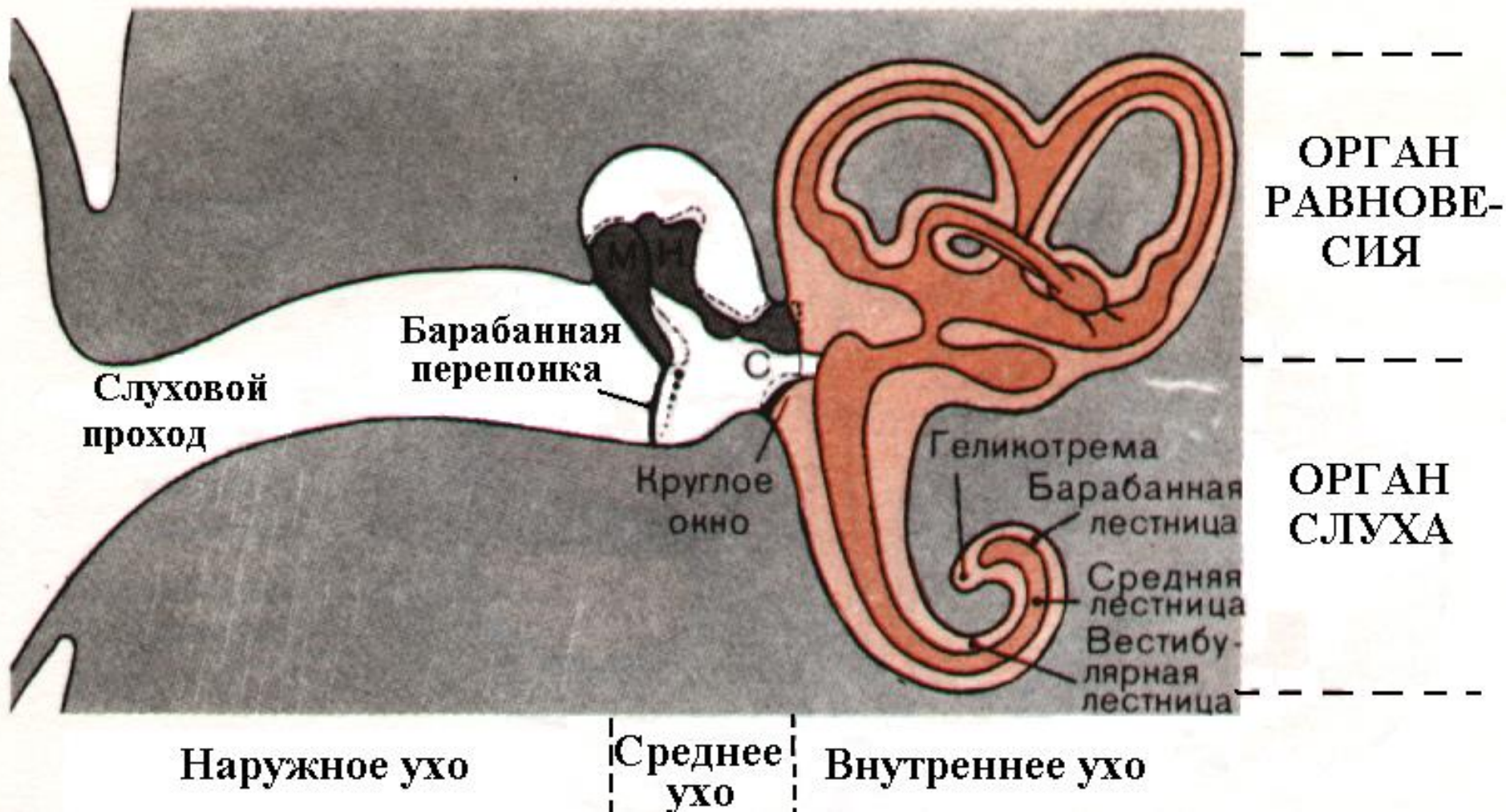
B PACINI'S CORPUSCLE

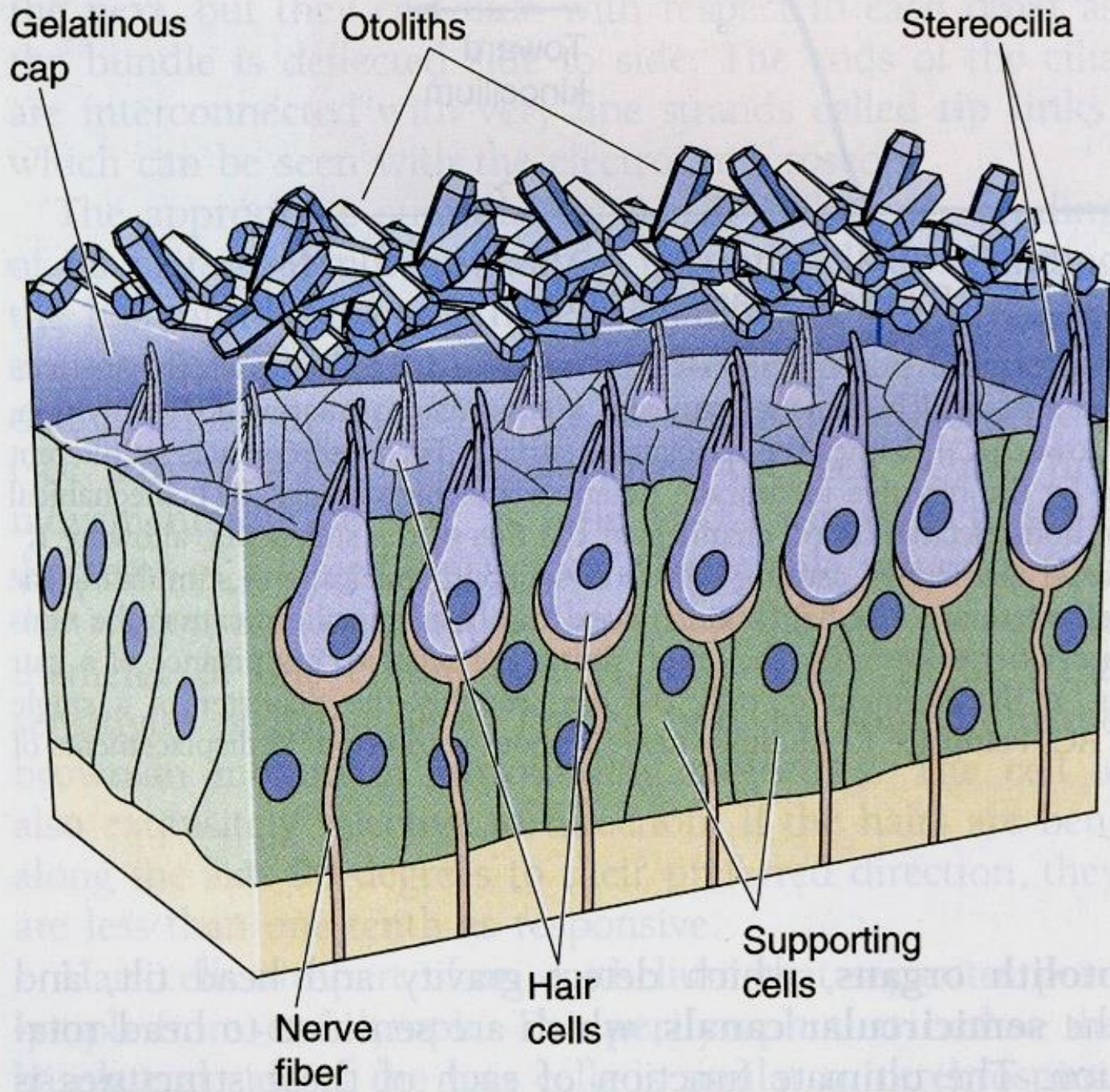




Механорецепторы. голы (А) и волосистой (В) кожи человека
 5 — свободные нервные окончания, 8 — тельце Пачини, 9 — диски Меркеля (окончания Руффини), 10 — тельце Мейсснера,

Полукружные каналы

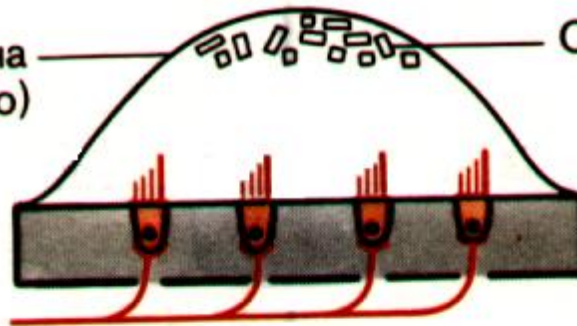




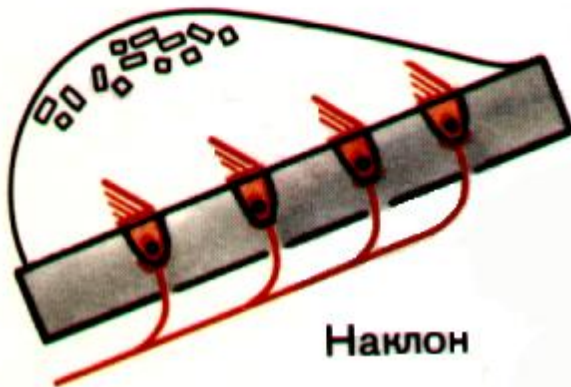
Макулы органов преддверия (утрикулус и саккулус)

Отолитовая мембрана
(желатинозное вещество)

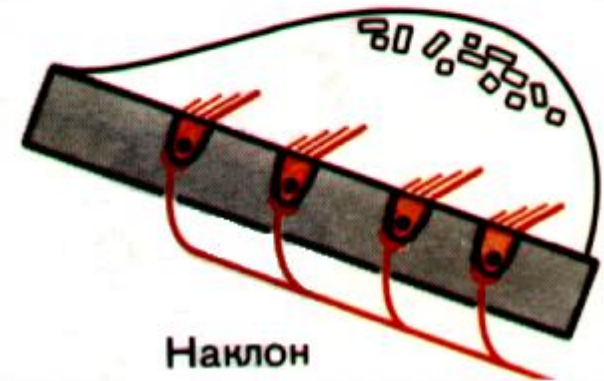
Отолиты



Макула в покое

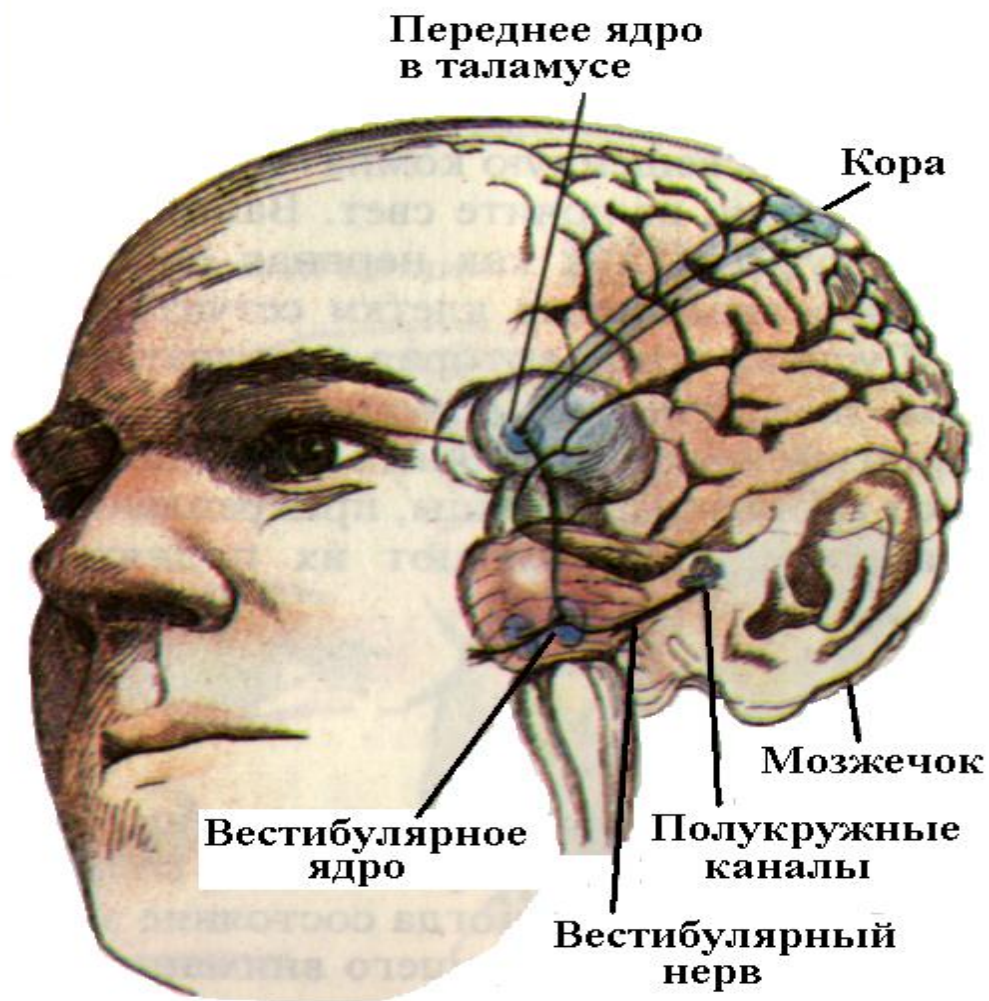


Наклон



Наклон

Система равновесия





Спасибо за
внимание!

