

# \* СЕНСОРИКА

1. Общая характеристика органов чувств.
2. Рецепторы. Их функциональная характеристика.
3. Обработка сенсорных стимулов на уровне спинного мозга, таламуса и коры больших полушарий.
4. Тактильная чувствительность.
5. Обоняние.

## \* Органы чувств (Сенсорные системы)

- \* Сенсорные (по И. П. Павлову - *анализаторные*) системы воспринимают и обрабатывают раздражители самой разной модальности.
- \* Издревле выделяли пять основных видов чувственного ощущения: глаз - видит, ухо - слышит, кожа - ощущает, язык - различает вкус, нос - обоняет.
- \* К указанным выше необходимо добавить как минимум еще три: сенсорную систему восприятия положения тела, его отдельных частей в пространстве (орган равновесия);
- \* интероцепцию - наличие во внутренних органах различных рецепторов, воспринимающих давление, растяжение, химические раздражители;
- \* болевую чувствительность (ноцицепцию).

# Общий принцип строения сенсорных систем

- \* Начинаются они *рецепторами* - нервными окончаниями чувствительных (афферентных) нейронов.
- \* Тела афферентных нейронов в различных отделах ЦНС образуют *ядерные скопления* (не менее трех):
  - а) в спинном мозге или стволе мозга,
  - б) таламусе,
  - в) в коре больших полушарий.

# \* Назначение сенсорных систем

- \* Функциональное назначение сенсорных систем можно свести к:
  - \* а) *запуску рефлексов, так как они являются афферентным звеном рефлекторной дуги,*
  - \* б) *созданию ощущений,*
  - \* в) *обеспечению неспецифической активации ЦНС,*
  - \* г) *получению информации от внешнего мира.*

## \* Сенсорика и поведение

Если лишить человека ощущений — то вследствие психического расстройства он умрет весьма быстро.

Проведен эксперимент: специальный скафандр, блокирующий осязание перчатки, помещение в резервуар, где тело оказывается во взвешенном состоянии в жидкости и перестает ощущать свою тяжесть, абсолютная темнота и тишина. Через несколько часов у человека исчезает чувство времени, сбивается пульс, скачет и падает давление, расстраивается работа внутренних органов.

Организм дезориентирован в пространстве, координирующие связи с внешним миром нарушены. При отсутствии сенсорных сигналов здоровый мозг не может управлять здоровым организмом. Он перестает понимать, спит он или бодрствует, и вообще — реальность это или что, и вообще: есть он или нет.

## \* Обработка сенсорной информации

- \* Поступающие в ЦНС сигналы вначале обрабатываются (анализируются, кодируются ) поэтапно, начиная с рецептора и вплоть до коры больших полушарий.
- \* Затем в центрах важнейших сенсорных систем возникает *субъективное отражение* внешнего мира и внутренней среды организма - то есть происходит декодирование поступившего сигнала. А это служит основой для формирования адекватного эфферентного ответа (поведенческой реакции).
- \* По отношению к сенсорным стимулам поведение состоит из восприятия и реакций, включающих: опознание действующего раздражителя, возникновение чувства и появление мотивации.
- \* *Информация переводится в ощущения лишь тогда, когда доходит до коры больших полушарий*

# \* **Функции рецепторов**

- \* Физиологическое назначение *рецепторов* заключается в восприятии раздражения и преобразования его в потоки нервных импульсов.
- \* В связи с тем, что раздражители внешней или внутренней среды имеют самую разнообразную природу, а нервные центры "понимают" лишь один язык - нервный импульс (ПД), то наиболее важной из функций рецептора является преобразование различной модальности раздражения в ПД, то есть *кодирование*.

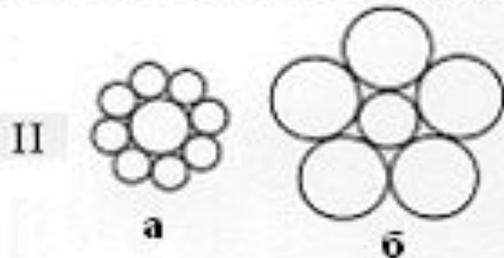
## \* Специфичность рецепторов

- \* В механизме кодирования информации важнейшую роль играет свойство специфичности рецепторов. В процессе эволюции произошла дифференцировка рецепторов в плане резкого повышения чувствительности к конкретному раздражителю. Особенно высок уровень специализированной чувствительности у дистантных рецепторов.
- \* Рецептор воспринимает "свой" адекватный раздражитель, даже если он имеет очень низкий уровень энергии. Наибольшей чувствительностью обладает зрительный анализатор: рецепторы глаза в условиях абсолютной темноты могут воспринимать свет с энергией  $1 \cdot 10^{-17}$  -  $10^{-18}$  Вт, то есть на уровне действия 1-2 квантов.

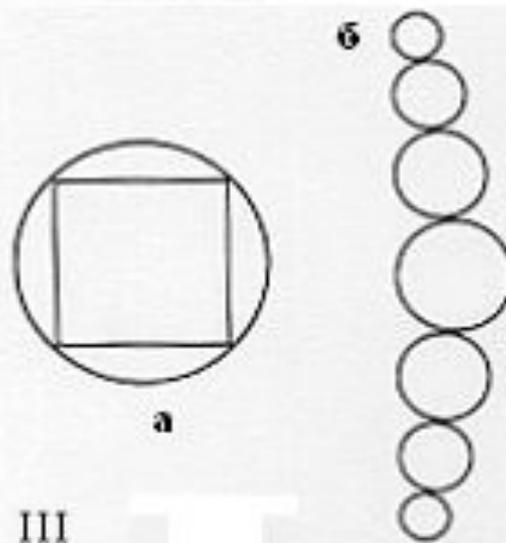
# \* Всегда ли можно полностью доверять сенсорным системам?



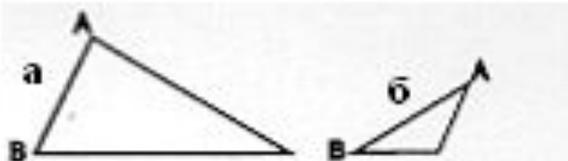
Изменение расстояния между объектами



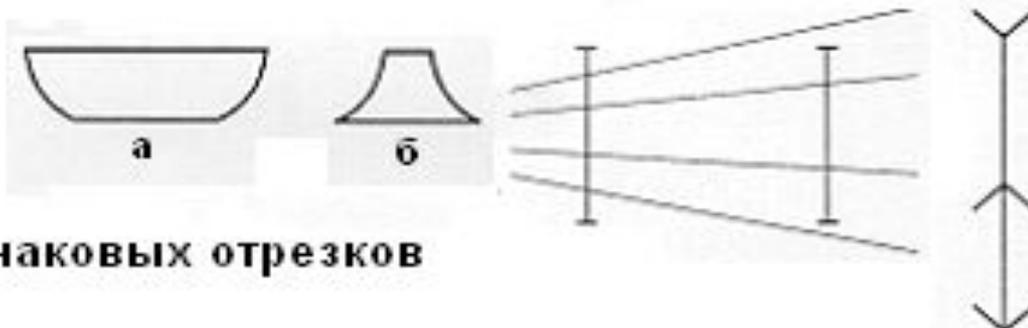
Изменение диаметра окружности



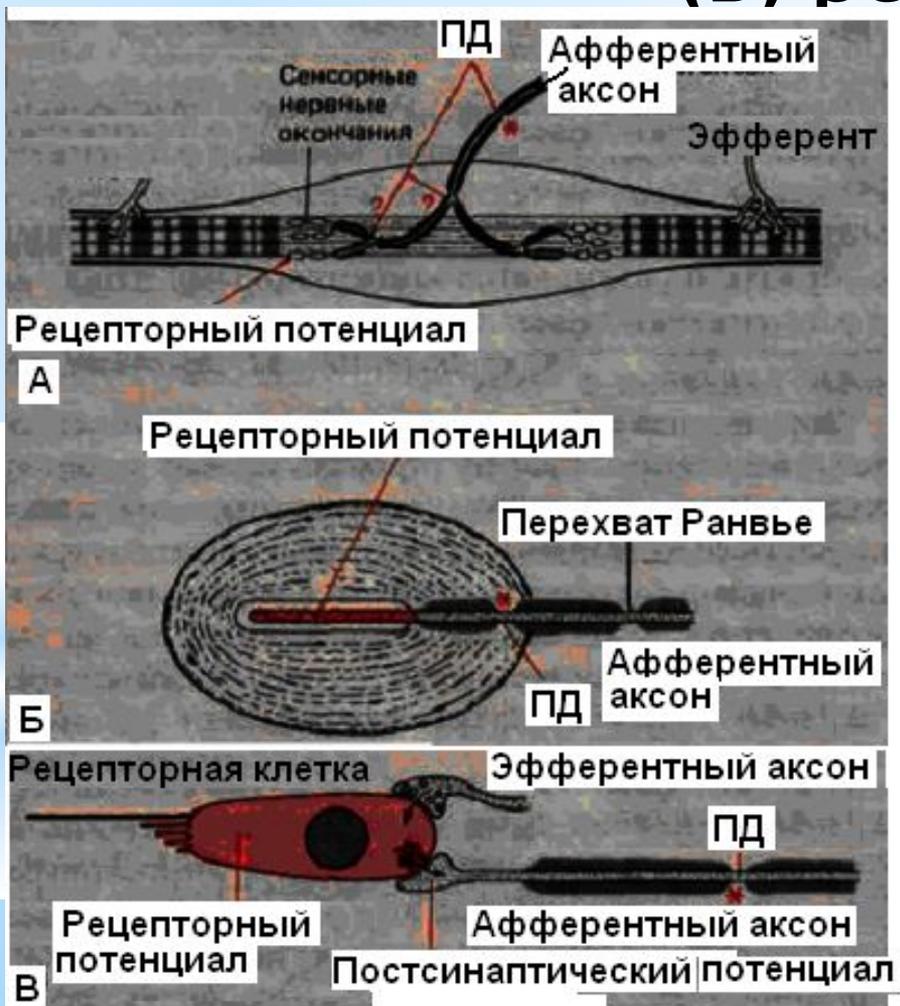
Изменение кривизны (а) и прямой линии (б)



Изменение длины одинаковых отрезков

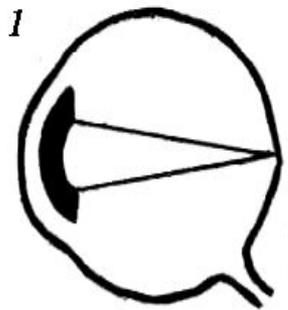


# \* Первично-(а,б) и вторично-чувствующие (в) рецепторы

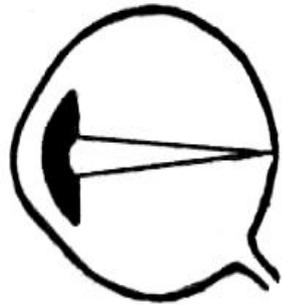


\* В первичных рецепторах под влиянием раздражителя возникает сначала РП, а ПД возникает в следующем перехвате Ранвье.

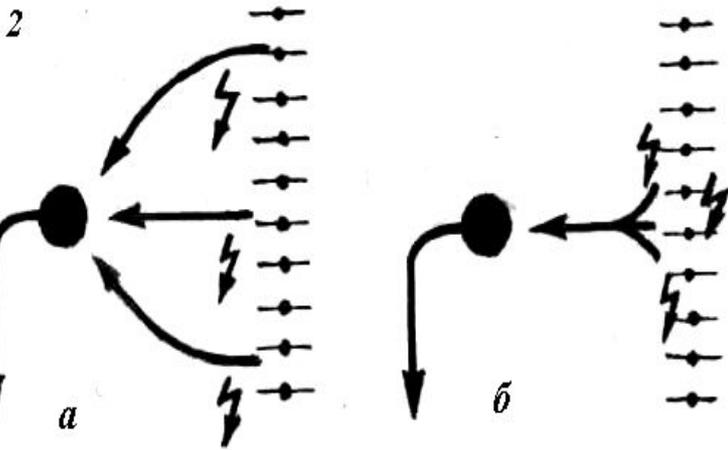
## \* Адаптация рецепторов



Широкий зрачок



Узкий зрачок

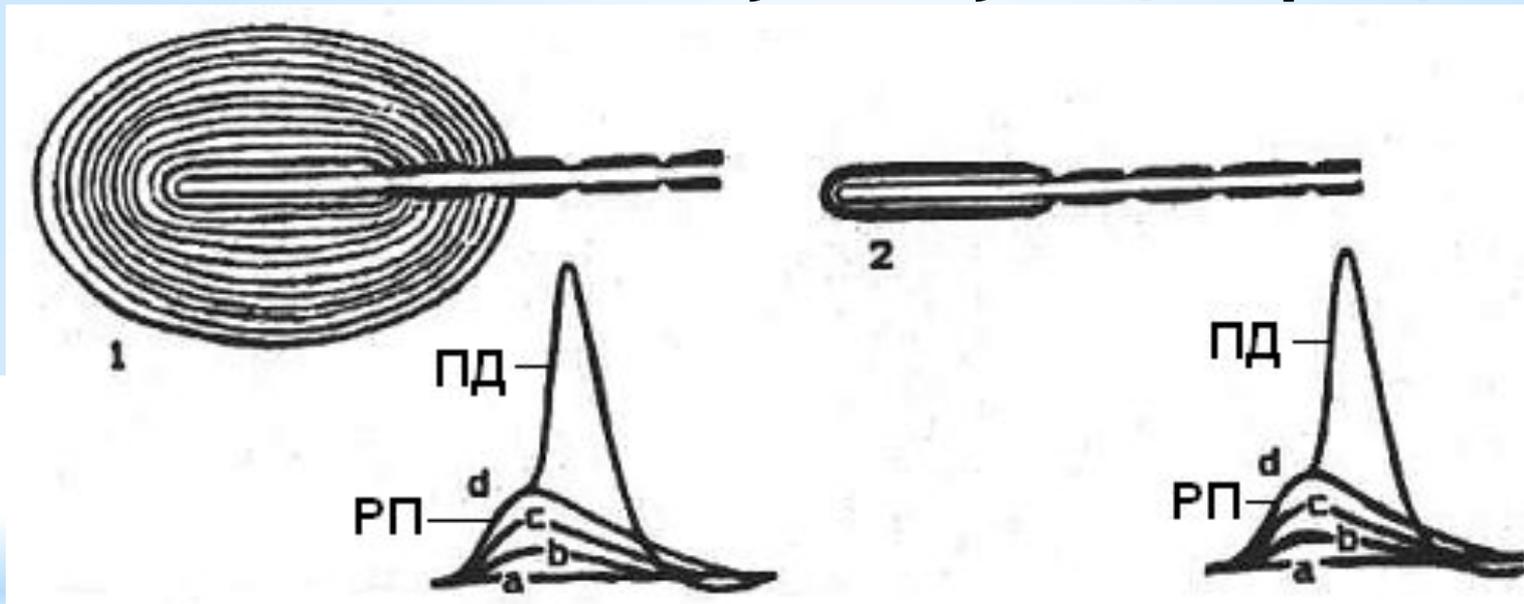


\* Функциональная чувствительность рецепторов не всегда постоянна, она меняется (повышается или снижается).

\* **Адаптация** - регулируемое изменение чувствительности рецептора при действии различных по силе и продолжительности раздражителей.

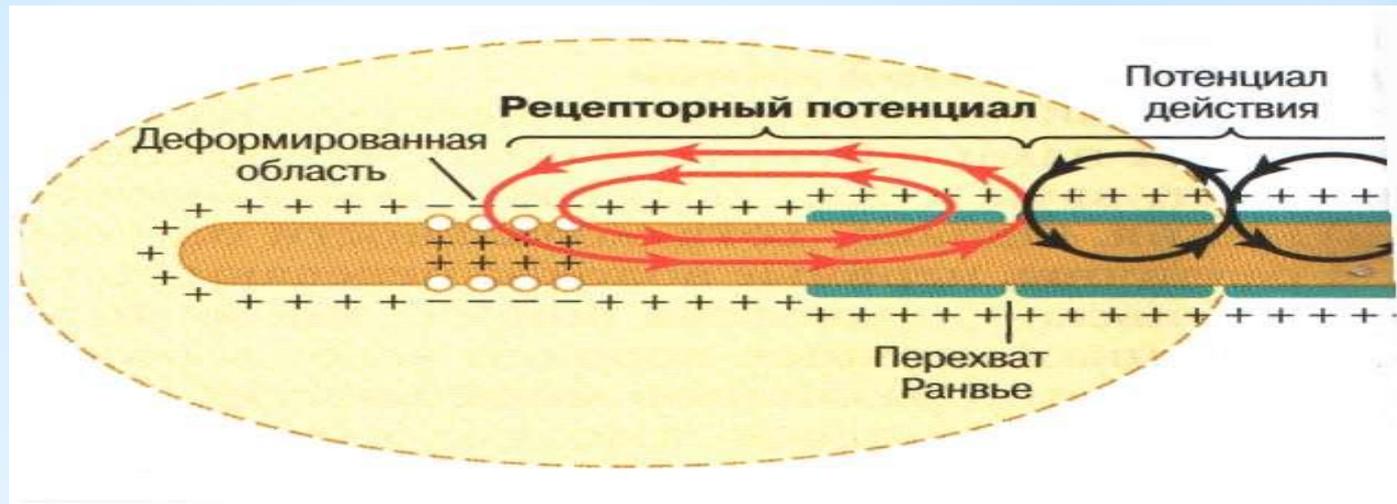
\* Чаще всего адаптация обусловлена изменением проницаемости мембраны для

# \* Суммация РП (появление ПД) в первично-чувствующих рецепторах



\* *a* - при отсутствии раздражителя, *b*, *c*, *d* - при возрастании интенсивности действующего раздражителя.

## \* РП и ПД

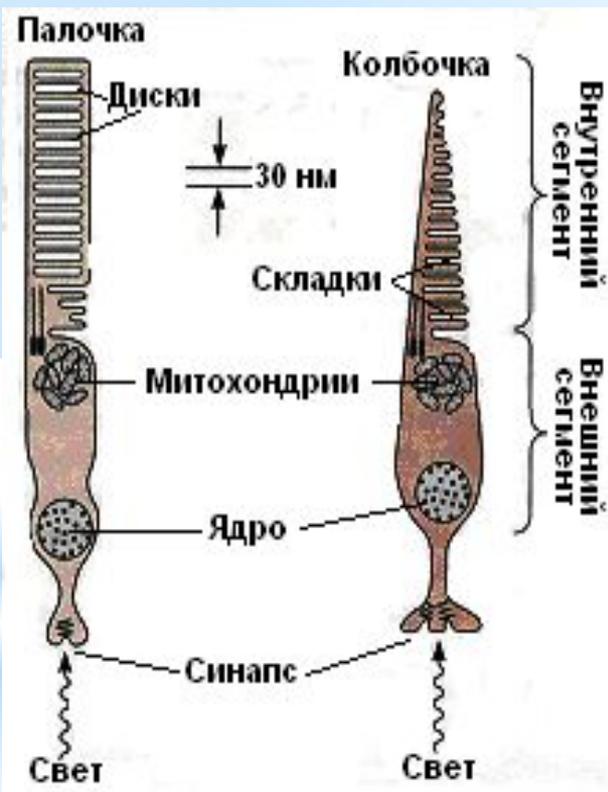


- \* При механическом воздействии на кожу, а тем самым и на нервное окончание, происходит *деформация* его мембраны. В результате в этом участке возрастает проницаемость мембраны для  $\text{Na}^+$ .
- \* Поступление этого иона приводит к возникновению рецепторного потенциала (РП), обладающего всеми свойствами местного потенциала.
- \* Его суммация обеспечивает возникновение потенциала действия (ПД) в соседнем перехвате Ранвье. Только после этого ПД распространяется центростремительно без уменьшения амплитуды (декремента).

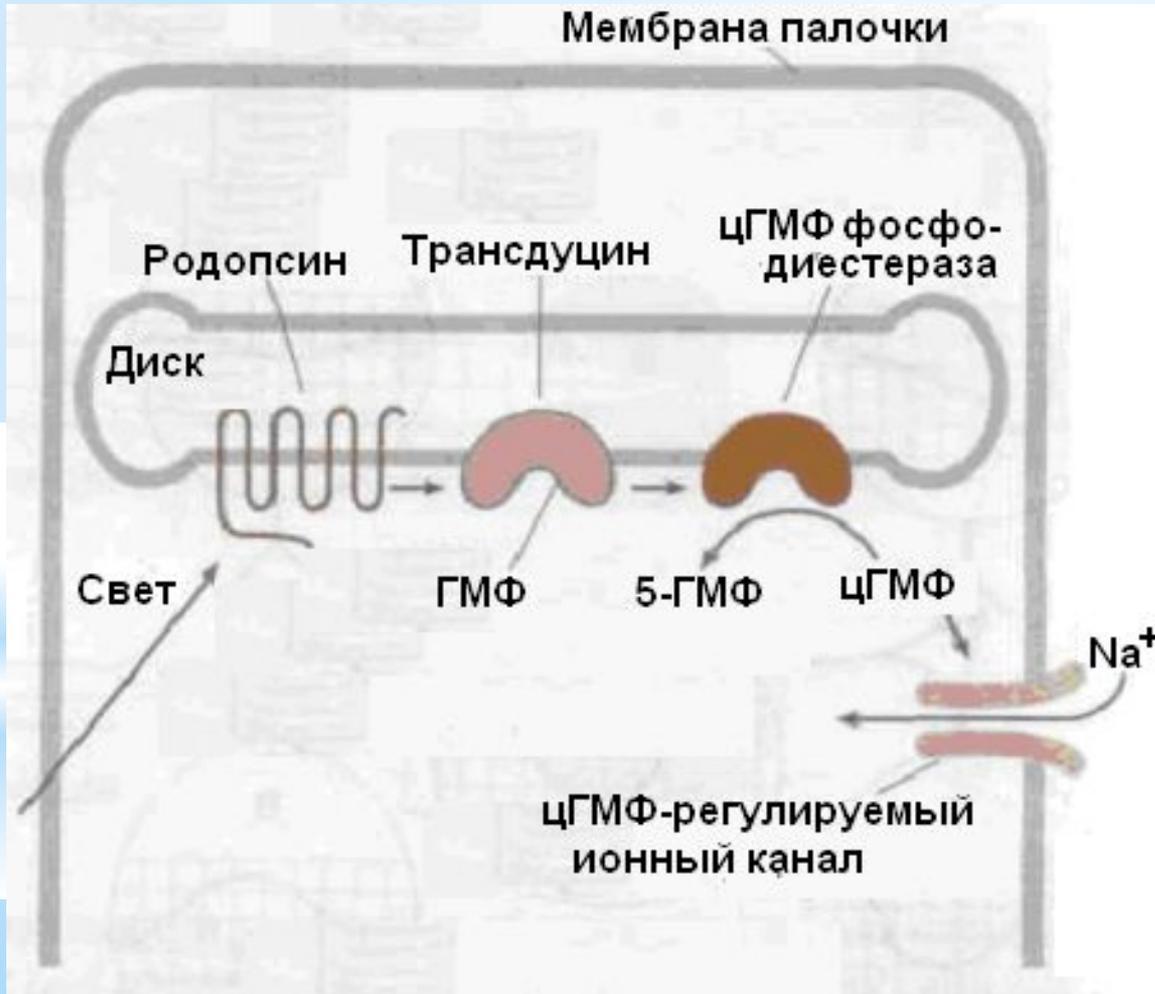
# \* Рецепторные клетки вторично-чувствующих рецепторов

\* Вторично-чувствующими рецепторами являются: **зрительный, слуховой, вестибулярный, вкусовой.**

\* **Рецепторные клетки** через синапс контактируют с окончанием афферентного нейрона. В рецепторных клетках возникает **рецепторный потенциал** (РП). Появление РП приводит к выделению содержащегося в них медиатора из рецепторной клетки в синаптическую щель, которая расположена между рецепторной клеткой и окончанием чувствительного нейрона. Здесь под влиянием медиатора возникает местный, так называемый, **генераторный потенциал** (ГП), который затем при суммации переходит в ПД, проводящийся по нейрону.



# \* Включение вторых посредников в рецепторных клетках вторичночувствующих рецепторов



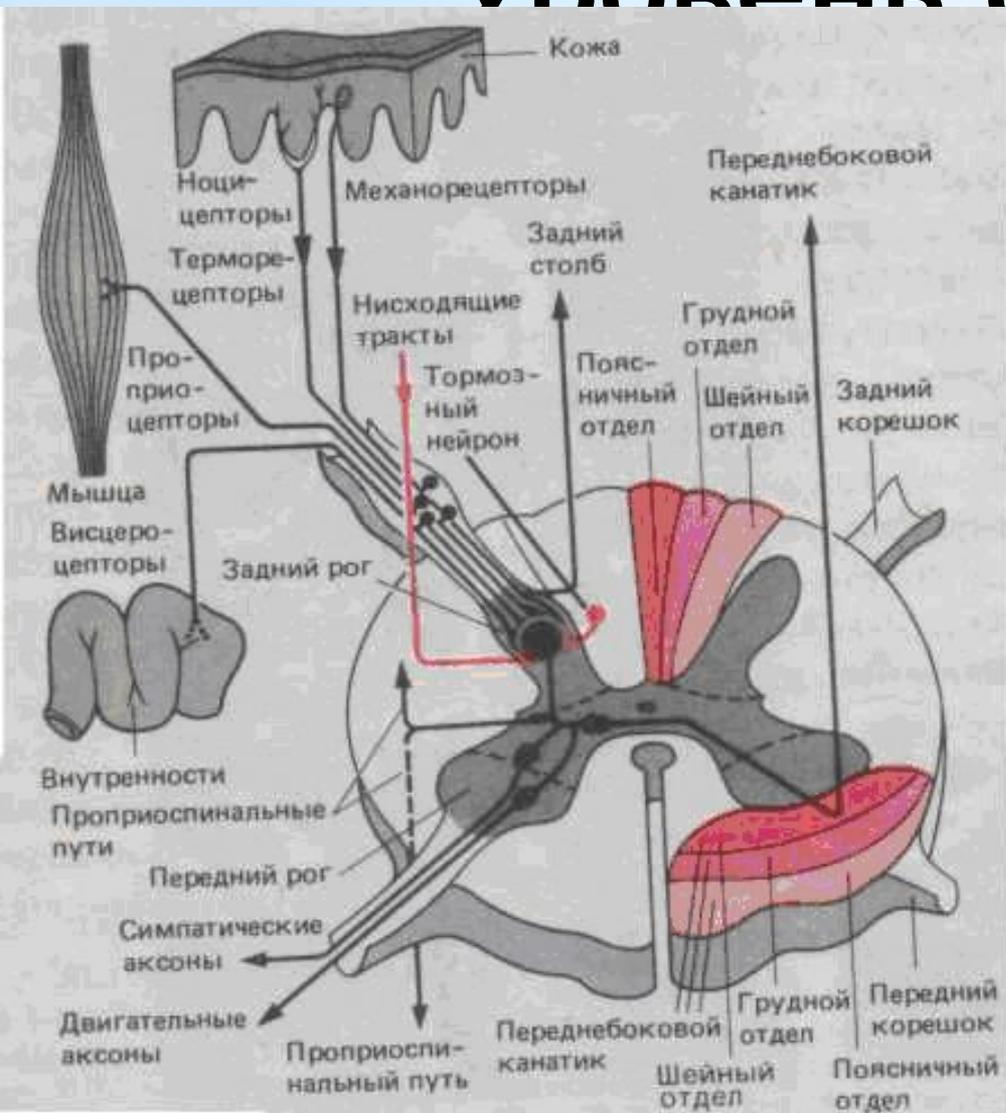
\* К примеру:

\* в палочках сетчатки при воздействии кванта света происходит включение

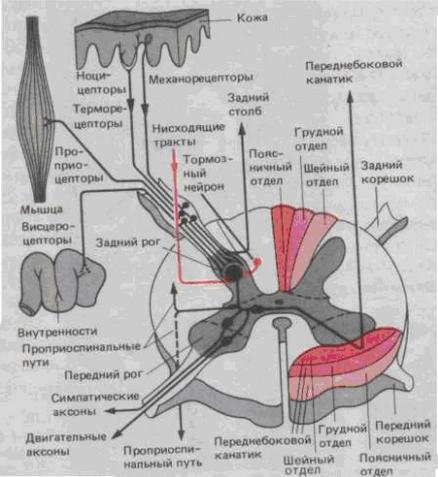
\* цГМФ, что изменяет проницаемость мембраны для ионов (возникает РП).

# \* УРОВЕНЬ СПИННОГО МОЗГА

\* В спинной мозг поступает афферентация от различных рецепторов сомы: *тактильных рецепторов кожи, болевых рецепторов, хеморецепторов, проприорецепторов*, а также от расположенных во внутренних органах различных *интерорецепторов*. Большинство этих нейронов на уровне своего сегмента отдает коллатерали, идущие к мотонейронам передних рогов или к вставочным нейронам.



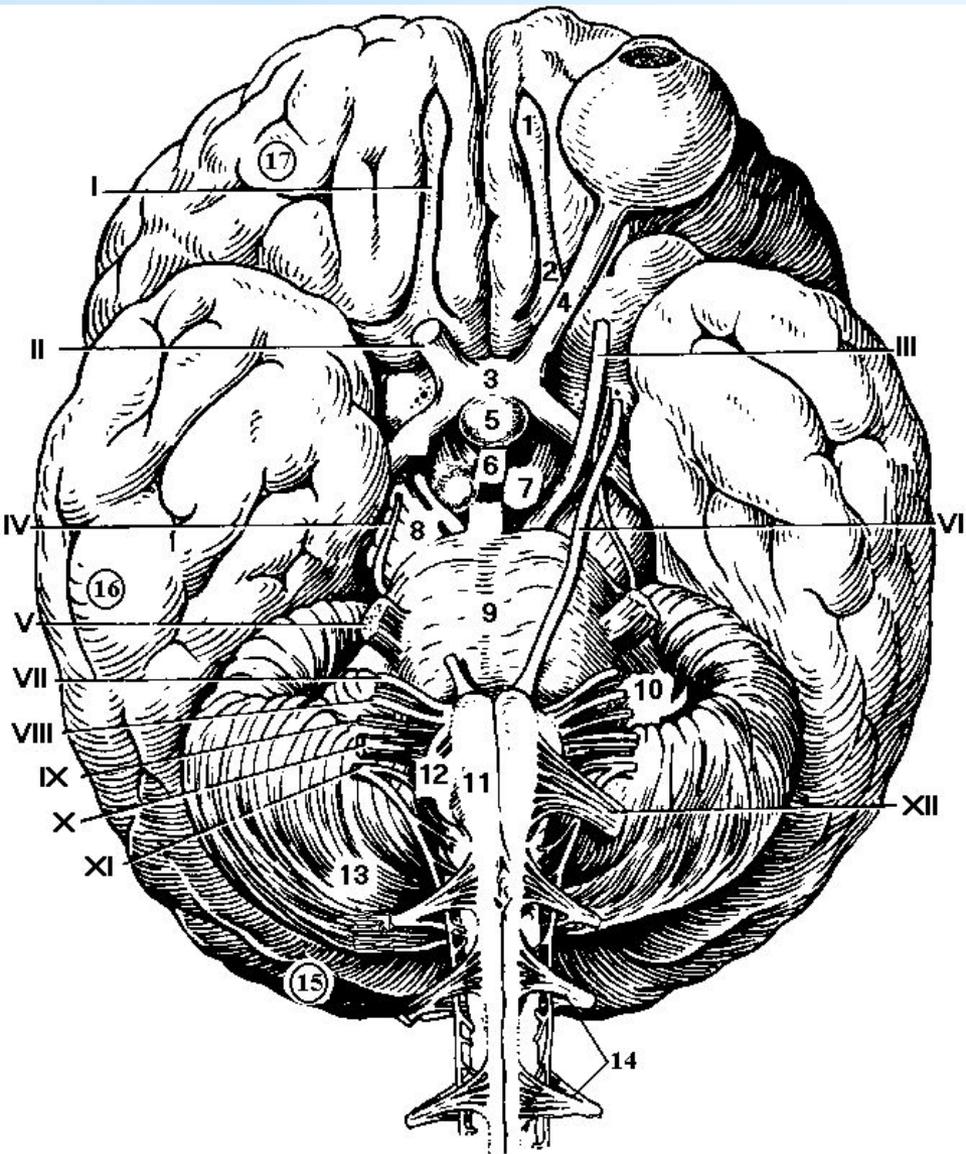
# \* Афферентные функции спинного мозга



\* Поступающие в спинной мозг афферентные импульсы здесь могут служить:

- \* 1) началом ответных **двигательных** (за счет синапсов с мотонейронами) или **вегетативных рефлексов** (за счет связи с нейронами симпатического или парасимпатического отделов, находящихся в боковых рогах);
- \* 2) кроме того, войдя через задние корешки в спинной мозг, через посредство вставочных нейронов, а частично и прямо не прерываясь, нервные импульсы поднимаются по восходящим путям к различным структурам головного мозга.

# Уровни головного мозга

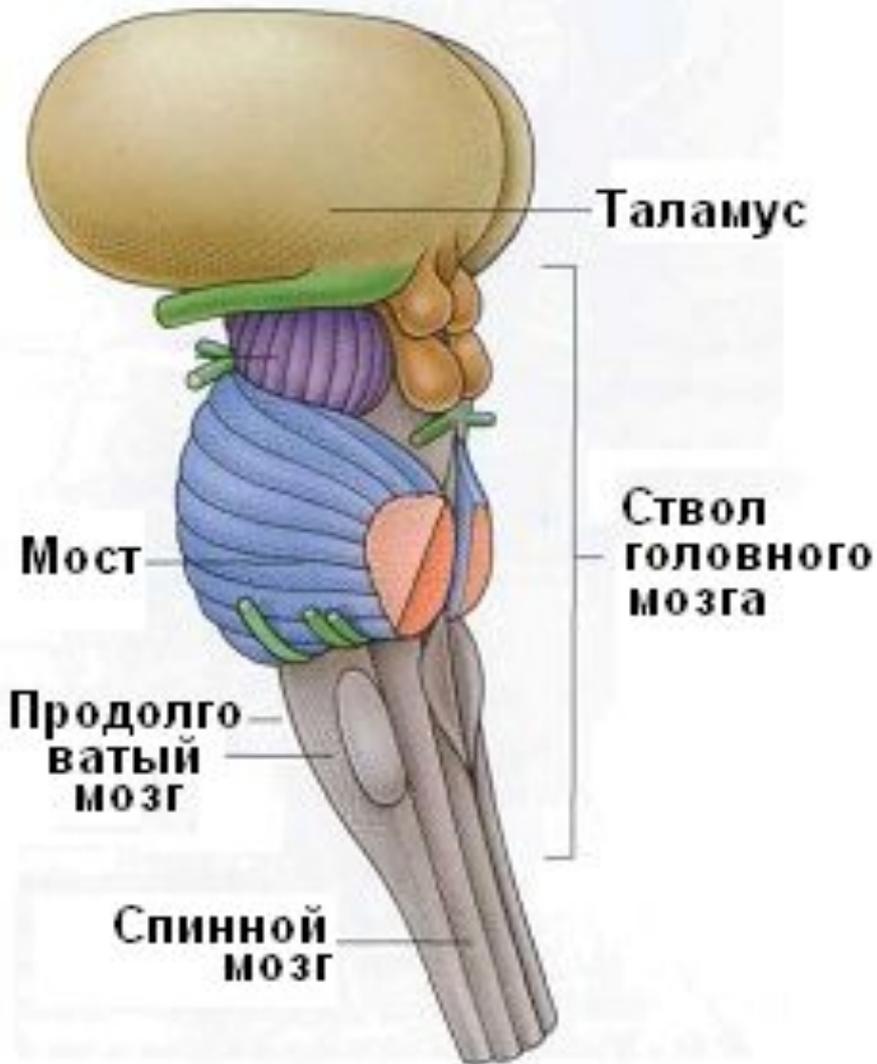


\* Ствол мозга.

\* Таламус.

\* Большие полушария.

## \* Ствол мозга



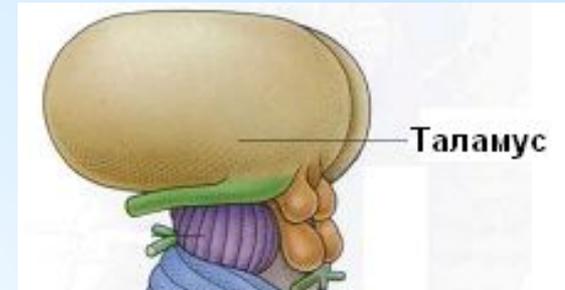
\* Ствол мозга, с одной стороны, является таким же, как и спинной мозг, *Мист* сегментарным отделом для чувствительной импульсации, приходящей сюда по соответствующим черепномозговым нервам.

\* С другой стороны, через ствол мозга проходит восходящая афферентация от спинного мозга, часть которой здесь прерывается и образует скопление нейронов - *ядра*

## \* Сенсорные функции ствола мозга

- \* Кроме того, в ствол мозга поступает импульсы от *зрительной и слуховой* сенсорных систем, которые здесь начинают анализироваться. Они могут участвовать как в формировании многих рефлекторных ответов, так и их контроле.
- \* Сюда же поступают афферентные волокна от рецепторов внутренних органов грудной и брюшной полости, полости рта, трахеи, гортани, пищевода. Эти афференты участвуют в выполнении множества *рефлекторных реакций внутренних органов* на различные раздражители внутренней и внешней среды, обеспечивая регуляцию дыхания, кровообращения, пищеварения и т.д.

# \* Таламус



- \* Таламус является своеобразным коллектором сенсорных путей. Сюда поступают почти все виды чувствительности (исключение составляет часть обонятельных путей, которые достигают коры больших полушарий, минуя таламус).
- \* В *таламусе* выделяют *более 40 пар ядер*, подавляющее большинство которых получает афферентацию по различным чувствительным путям.
- \* Между всеми нейронами таламуса имеется широкая сеть контактов, обеспечивающая не только обработку информации от отдельных специфических сенсорных систем, но и межсистемную интеграцию.

# \* **Функции таламуса**

- \* В таламусе *заканчивается подкорковая обработка восходящих афферентных сигналов*. Здесь происходит частичная оценка ее значимости для организма, благодаря чему не вся информации отсюда отправляется к коре больших полушарий.
- \* В оценке значимости поступившей к таламусу афферентации большая роль отводится интеграции информации от различных сенсорных систем, а также тех отделов мозга, которые ответственны за мотивацию, память и т.д.
- \* Подавляющая часть афферентации от вегетативных органов доходит лишь до таламуса и к коре не поступает.

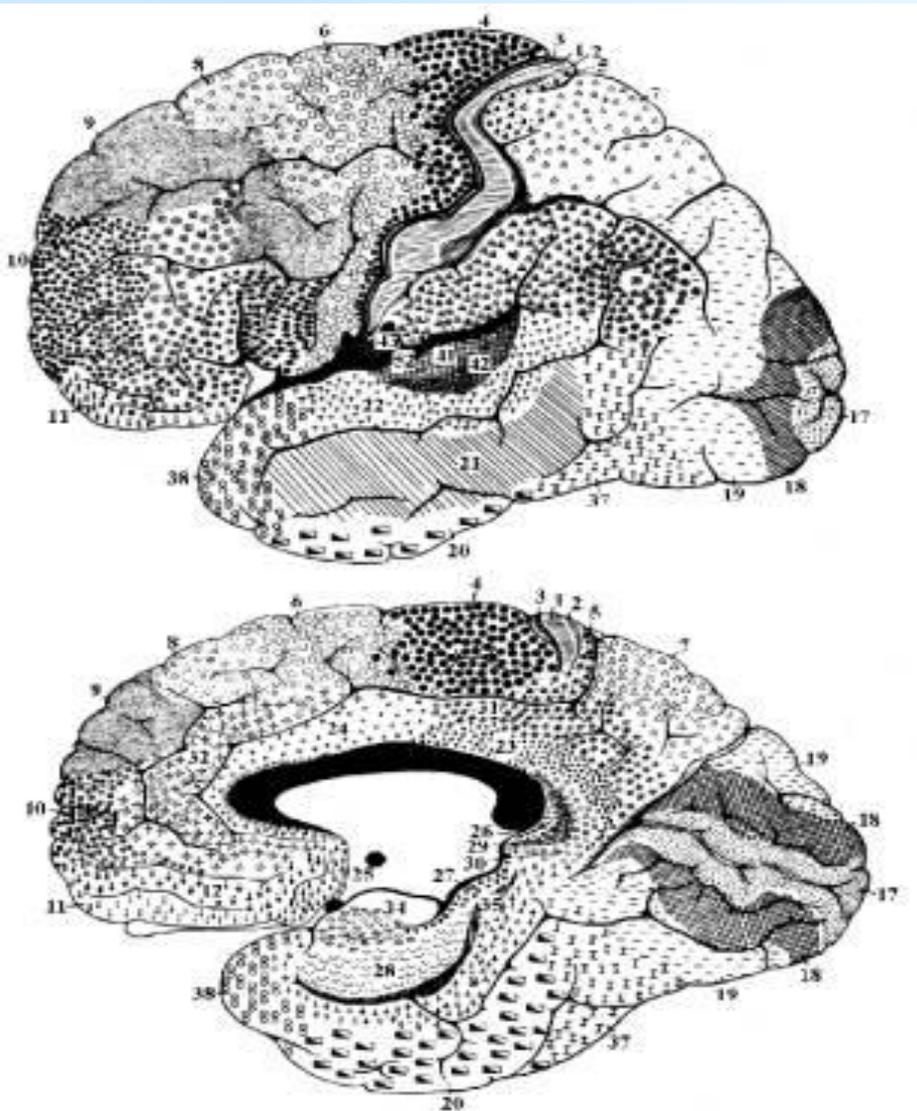
# \* Восходящие связи ядер таламуса

- \* 1. *Специфические ядра переключения* (релейные). Эти ядра получают афференты от трех основных сенсорных систем - **соматосенсорной, зрительной, слуховой** и переключают их к соответствующим зонам коры больших полушарий.
- \* 2. *Неспецифические ядра*. Получают афференты от **всех органов чувств**, а также от **ретикулярной формации ствола мозга, гипоталамуса**. Отсюда импульсация посылается во все зоны коры (как к сенсорным отделам, так и к другим частям), а также к лимбической системе (ответственной за эмоциональное поведение). Эти образования таламуса выполняют функции, сходные с **ретикулярной формацией** ствола мозга, и относятся к единой ретикулярной формации мозга.

3. *Ядра с ассоциативными функциями* (филогенетически наиболее молодые). Получают афферентацию от **ядер самого таламуса**, выполняющих вышеуказанные специфические и неспецифические функции. После предварительного анализа информация от этих ядер направляется к тем отделам **коры** больших полушарий, которые выполняют **ассоциативные функции**.

4. *Ядра, связанные с моторными зонами коры, релейные несенсорные*. Они получают афферентацию от мозжечка, базальных ядер переднего мозга и передают ее к моторным зонам коры, то есть тем отделам, которые участвуют в формировании осознанных движений.

## \* Кора больших полушарий



\* В коре выделяются более 50 полей расположения нейронов, связанных с выполнением определенных функций.

## \* Основные зоны коры



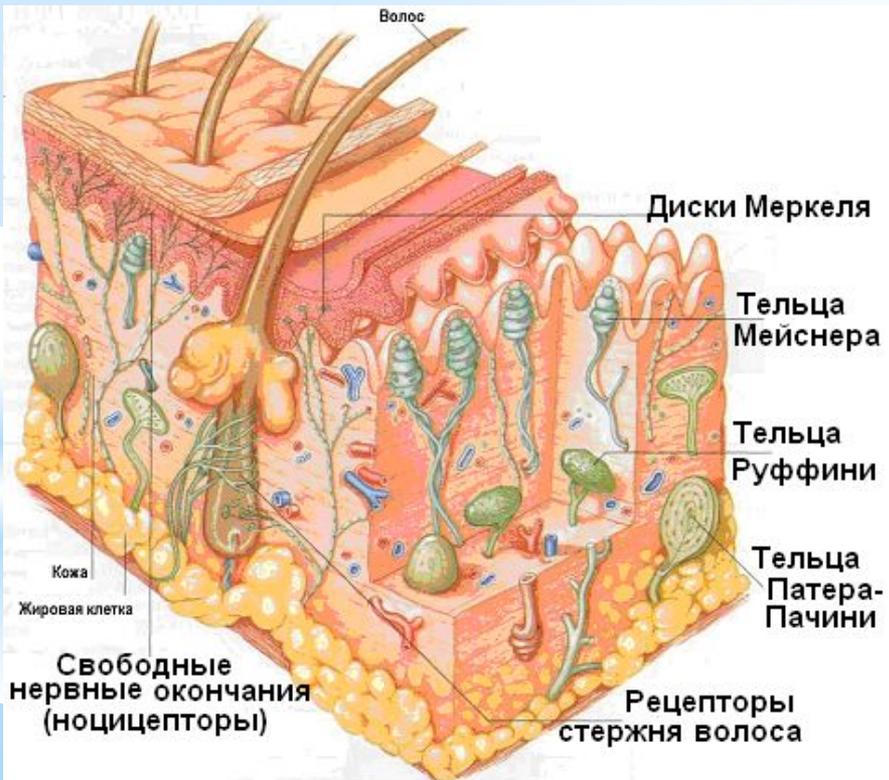
\* В сенсорных зонах коры взаимодействие различных нейронов и центров обеспечивает узнавание соответствующего раздражителя, его идентификацию. Для этого необходимо предварительное **обучение**, благодаря которому **формируется память**.

\* В коре происходит осознание ощущения. Для этого большое значение имеют предшествовавшие воздействия - научение.

\* В каждой половине больших полушарий мозга в коре в *задней центральной извилине* имеется соматосенсорная зона (S). Здесь представлена проекция противоположной стороны тела с хорошо выраженной *соматотопичностью* (рис. далее).

Соматотопическая карта коры является значительным искажением периферии: кожа наиболее важных для человека отделов - рук и рта (кстати - они имеют на периферии самую высокую плотность рецепторов) занимает большую площадь.

# \* КОЖНАЯ РЕЦЕПЦИЯ



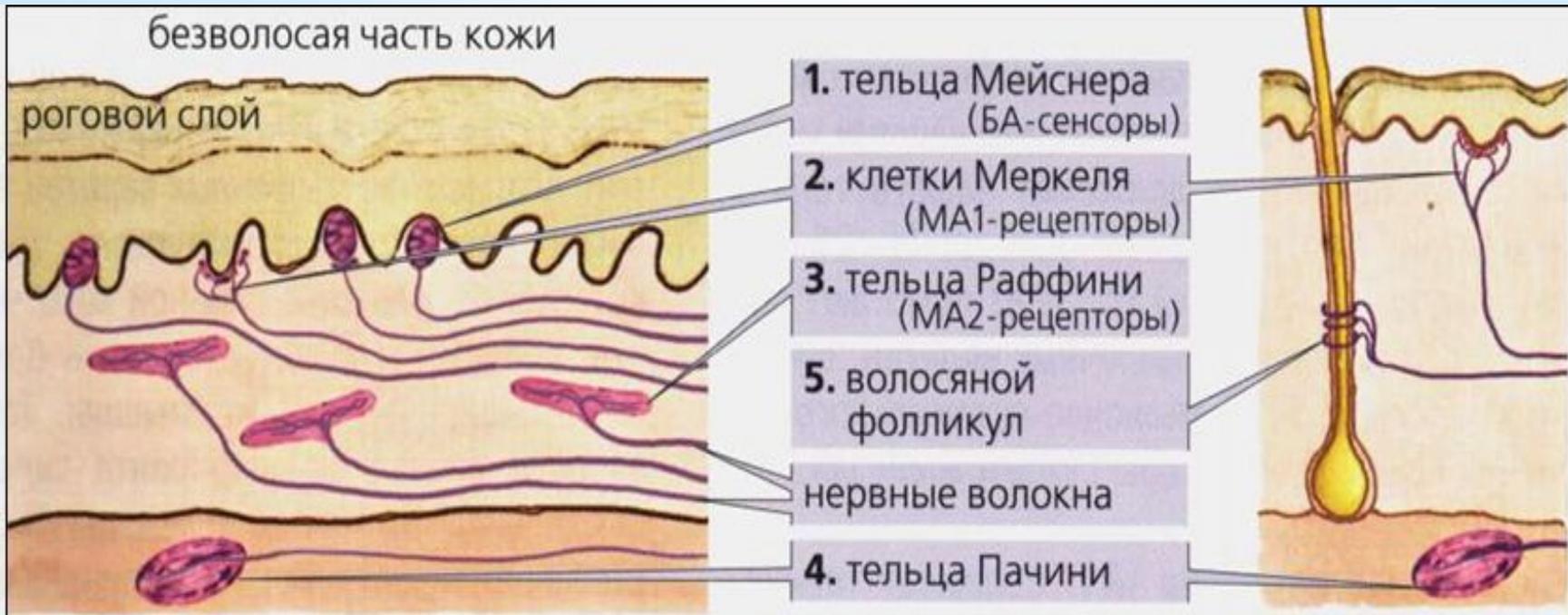
\* В коже и связанных с ней структурах находятся нервные окончания чувствительных волокон: механорецепторы, терморецепторы и рецепторы, воспринимающие боль. Они не собраны в отдельные органы чувств, а рассеяны по всей коже. Плотность расположения кожных рецепторов не везде равномерна.

\* Механорецепция (осязание) включает ряд качеств, таких как ощущение давления, прикосновения, вибрации и щекотки.

\* Для каждого вида возникающих в мозгу ощущений имеются свои рецепторы.

# \* Механорецепторы кожи

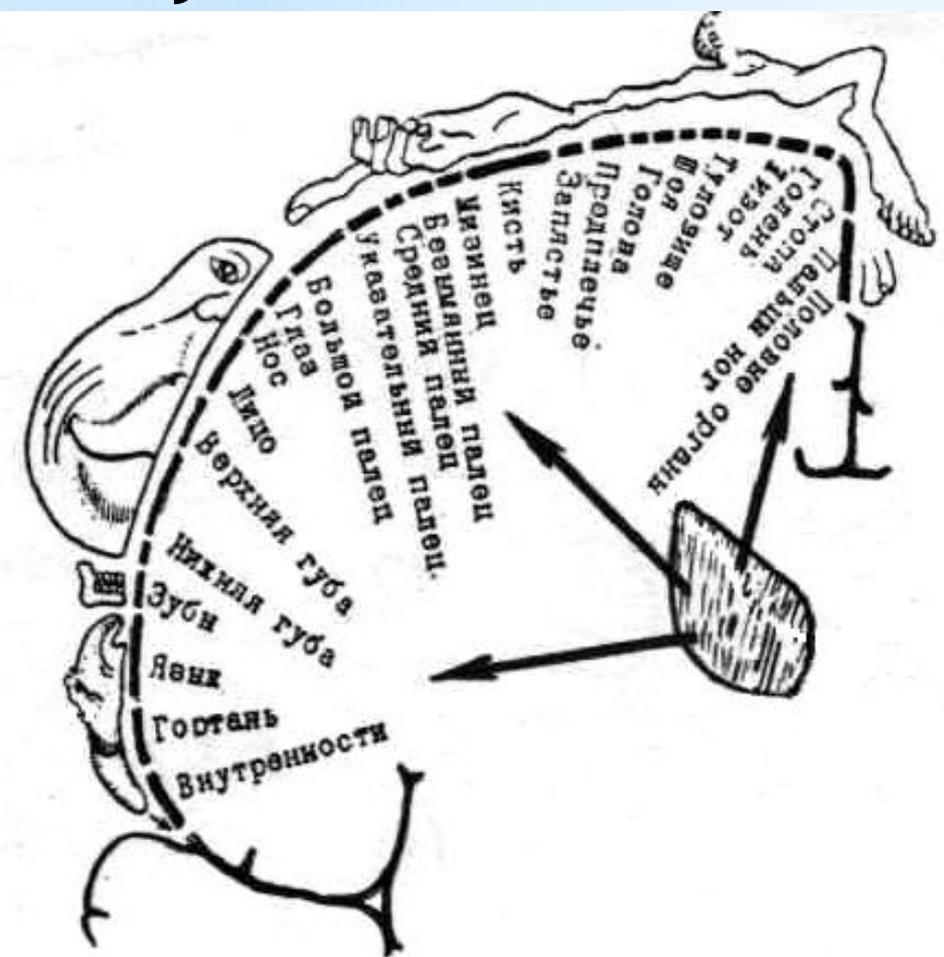
- \* Тактильные ощущения необходимы для восприятия формы, очертаний и пространственных свойств объектов.
- \* Тактильные рецепторы кроме кожи имеются на языке и слизистой ротовой полости.



# \* Адаптация тактильных рецепторов

\* Среди механорецепторов кожи имеются *быстро и медленно адаптирующиеся рецепторы*. К примеру, благодаря свойству адаптации кожных рецепторов человек вскоре после одевания перестает замечать наличие на себе одежды. Но стоит "вспомнить" о ней, как благодаря повышению чувствительности рецепторов, мы вновь начинаем ощущать себя "одетыми". То есть, наше сознание - кора больших полушарий контролирует кожную чувствительность.

# Расположение нейронов тактильной чувствительности в коре больших полушарий



- \* В соматосенсорной коре нейроны сгруппированы в виде **вертикальных колонок** диаметром 0,2 - 0,5 мм. Здесь можно обнаружить четкую специализацию, выражающуюся в том, что все колонки связаны с определенным типом рецепторов.

# \*Трехмерный осязаемый мир

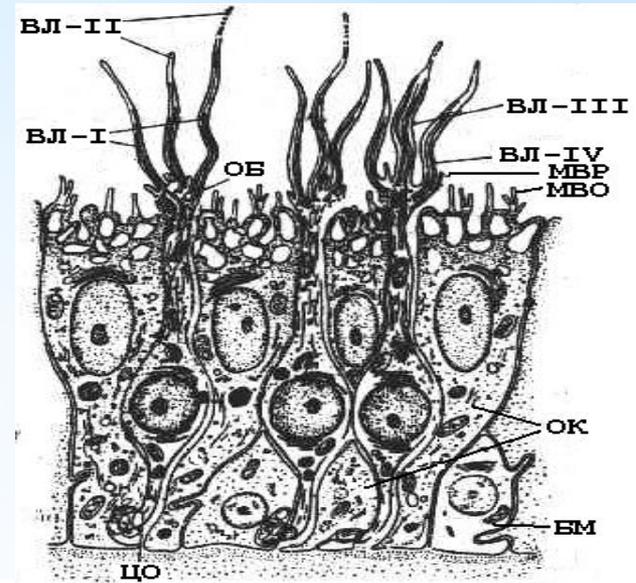
- \* Кроме всего сказанного рецепторы кожи и мышц, позволяют правильно *построить трехмерный осязаемый мир*.
- \* Главным источником информации для этого **является рука, когда она находится в движении**, прикасаясь и ощупывая предмет. Например, без движения и ощупывания невозможно представить такие качества, как *жидкий, клейкий, твердый, эластичный, гладкий* и т.д.
- \* Особенно эффективно это происходит при «пальпации» левой рукой (информация поступает в правое полушарие «художественное»).

## \* ОБОНЯТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР

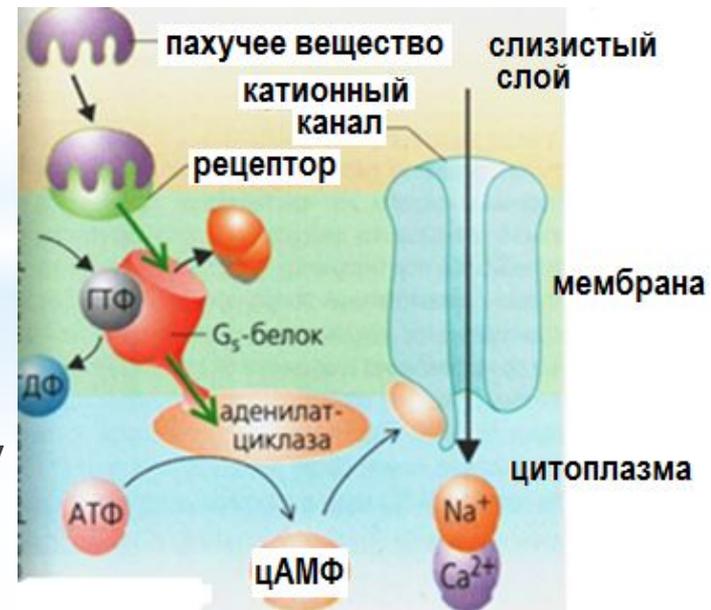
- \* Богатая палитра запахов, окружающих человека играет чрезвычайно важную роль в сенсорной афферентации ЦНС, в организации многих сознательных и неосознаваемых реакциях организма.

## \* Рецепторы

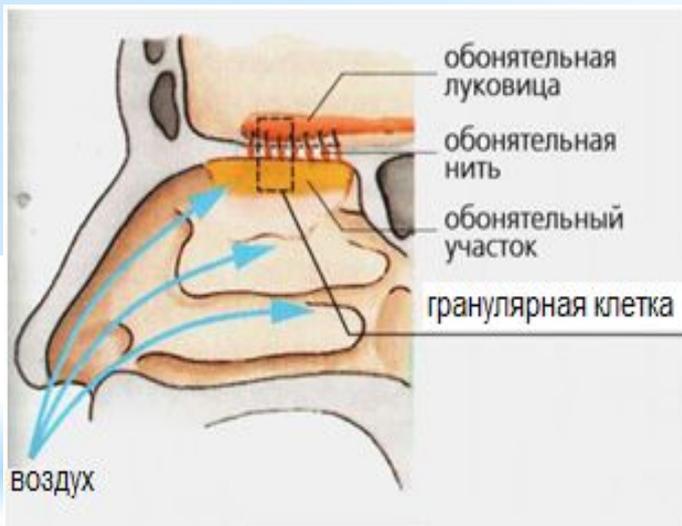
\* Обонятельные рецепторы относятся к *хемотрецепторам*, которые являются экстерорецепторами (их несколько сот видов). Рецепторные клетки это биполярные нейроны, на мембране которых имеются выросты - реснички.



\* Молекулы пахучего вещества вступают в контакт со слизистой оболочкой носовых ходов, взаимодействуя со специализированными *рецепторными белками мембраны*. Это запускает систему вторичных посредников.



## \* Носовые ходы

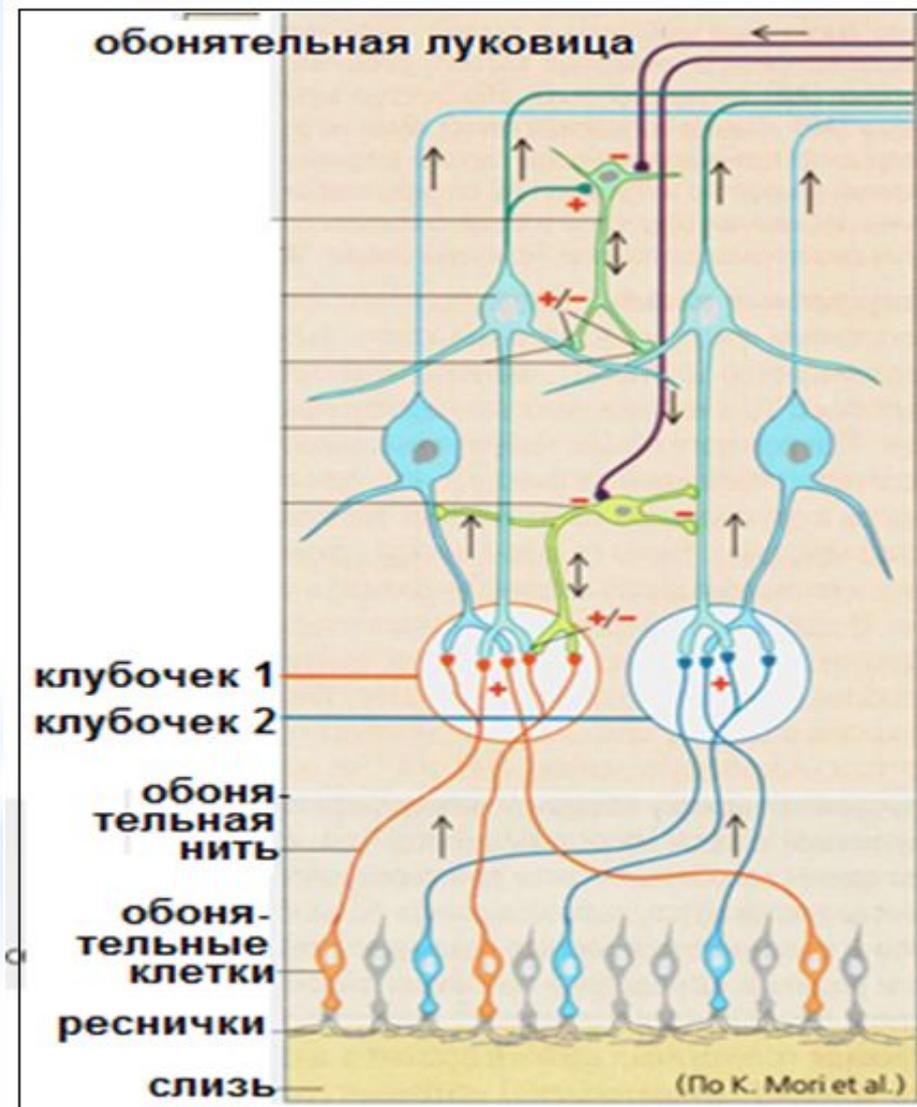


\* Рецепторы обонятельной сенсорной системы расположены среди клеток слизистой оболочки в области *верхних носовых ходов и в виде отдельных островков в средних ходах.*

\* При спокойном дыхании обонятельные рецепторы находятся как бы в стороне от главного дыхательного пути (нижний и средний носовые ходы). Но при наличии в воздухе пахучих веществ человек производит более глубокие - принюхивающие вдохи, отправляя воздух в верхние ходы.

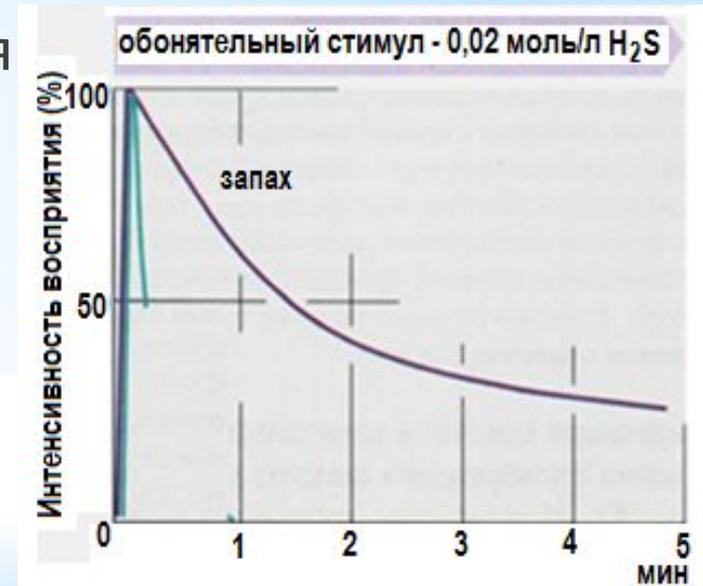
# Начало обонятельного тракта

\* Важным цитохимическим центром обонятельной клетки является булава, именно в ней генерируется рецепторный потенциал. Затем импульсное возбуждение передается по волокнам обонятельного нерва в обонятельную **ЛУКОВИЦУ** - **первичный центр** обонятельного анализатора.



# Чувствительность рецепторов

- \* Каждый рецептор может реагировать на множество пахучих веществ, но большая его активность проявляется при действии «своего» запаха.
- \* Чувствительность рецепторов обоняния не постоянна - она постепенно снижается (см. рис.).
- \* Адаптация происходит медленно и зависит от скорости потока воздуха.
- \* Наблюдается явление **перекрестной адаптации**: интенсивный запах повышает порог воздействия к другим пахучим соединениям.



# \* Центры

- \* Выходящий из луковицы обонятельный тракт состоит из нескольких пучков, которые направляются в разные отделы мозга: *переднее обонятельное ядро, обонятельный бугорок, препириформную кору, периамигдаллярную кору и часть ядер миндалевидного комплекса.*
- \* Кроме того имеется связь обонятельной луковицы с гиппокампом, пириформной корой и другими отделами обонятельного мозга, которая осуществляется через несколько переключений.

# \* Обоняние и поведение

- \* Их реакция дает важную информацию о внешних стимулах, которая в ЦНС обеспечивает возникновение соответствующего ощущения и участвует в организации сложных поведенческих реакций.
- \* Связь обонятельного анализатора с *лимбической системой* обеспечивает присутствие **эмоционального компонента в обонятельном восприятии**. Запах может вызвать ощущения удовольствия или отвращения.
- \* Вполне вероятно, что запах играет определенную роль и в половом поведении (**феромоны**). Об этом же косвенно свидетельствует тот факт, что чувствительность обонятельных нейронов находится под контролем половых гормонов.