

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.

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 (проприорецепцию); 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 может быть сведено к:
 - а) запуску рефлексов, так как они являются афферентным звеном рефлекторной дуги,
 - б) созданию ощущений,
 - в) обеспечению неспецифической активации ЦНС,
 - г) получение информации от внешнего мира.

Функции сенсорных систем

- Поступающие в ЦНС сигналы вначале обрабатываются (анализируются, кодируются) поэтапно, начиная с рецептора и вплоть до коры больших полушарий.
- В результате 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, в сокращении скелетных мышц (движении), изменении функций внутренних органов.
- *Информация переводится в ощущения 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*.

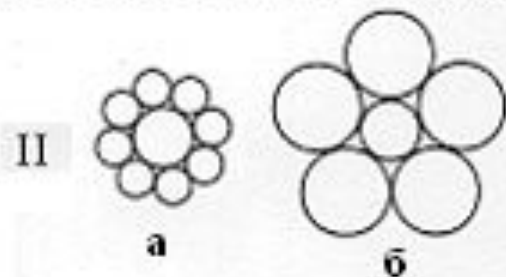
Специфичность рецепторов

- 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 $\underline{1 \cdot 10^{-17}} - \underline{10^{-18}}$ Вт, то есть на уровне действия 1-2 квантов.

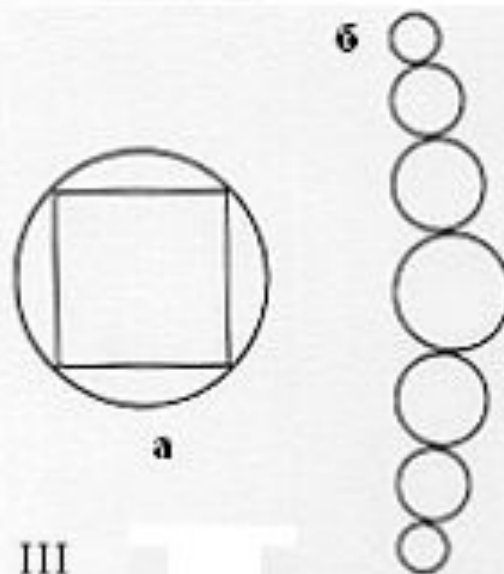
Всегда ли можно полностью доверять сенсорным системам?



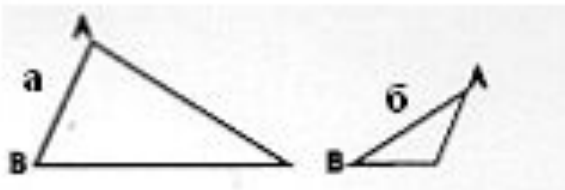
Изменение расстояния между объектами



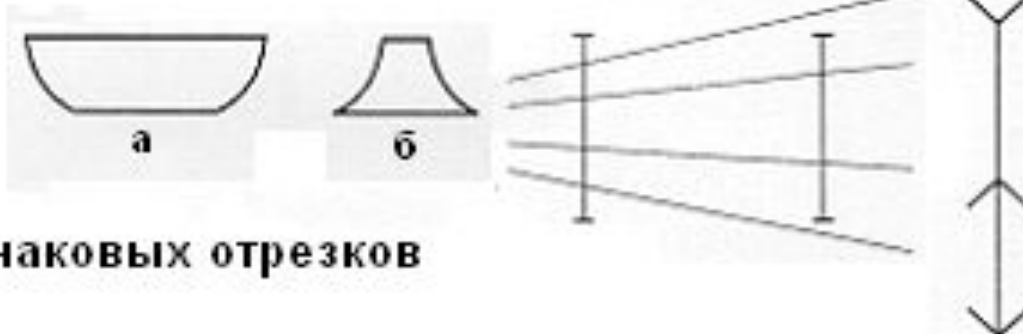
Изменение диаметра окружности



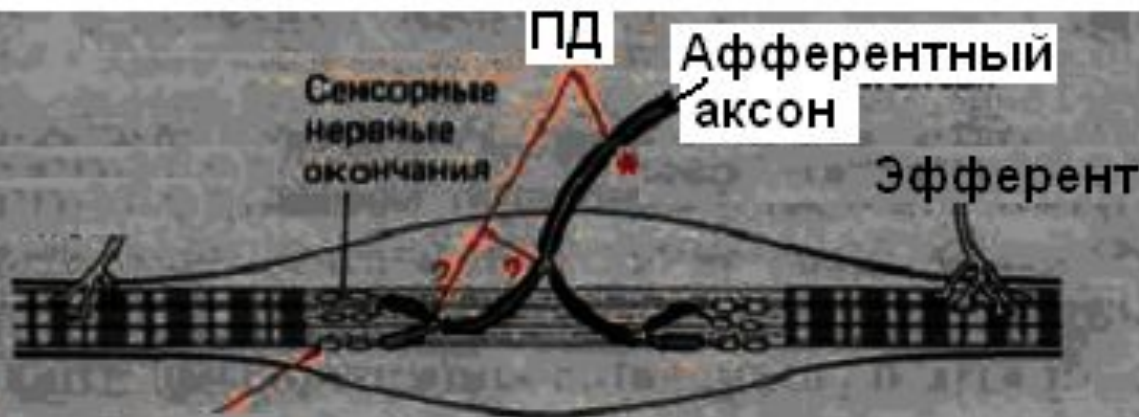
Изменение кривизны (а) и прямой линии (б)



Изменение длины одинаковых отрезков



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



Рецепторный потенциал

А

Рецепторный потенциал



Б

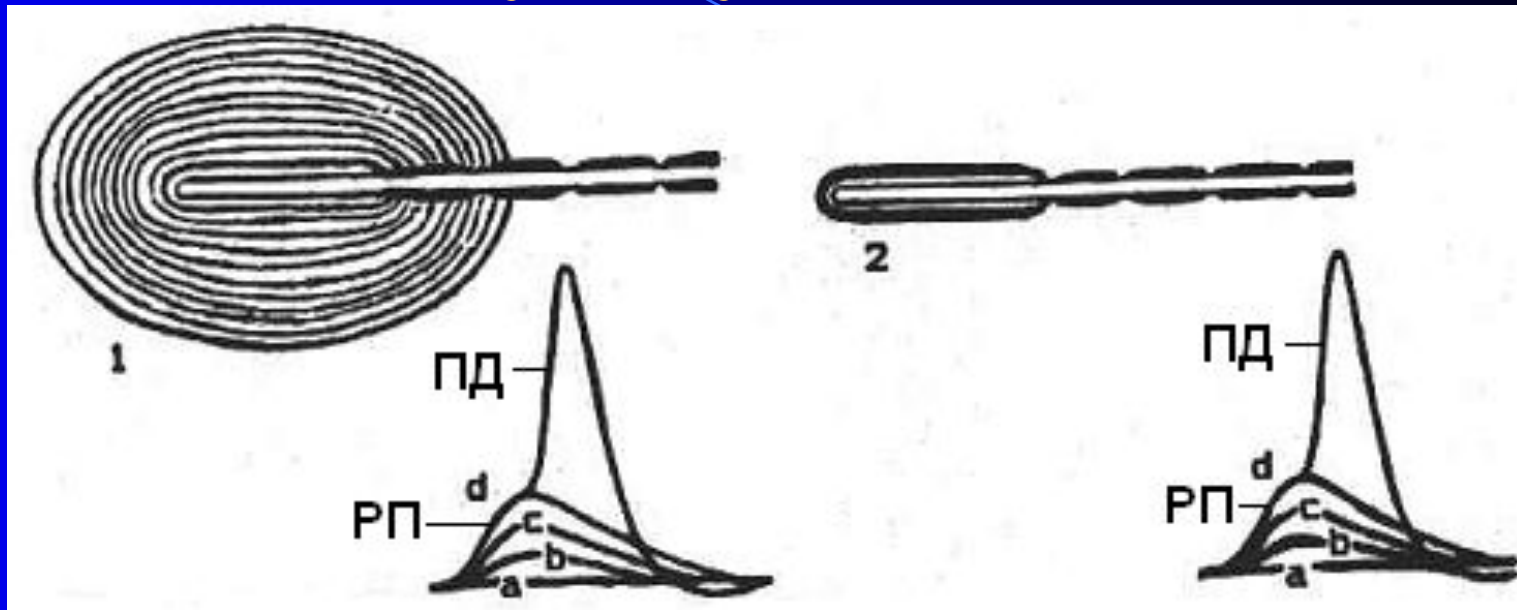
Рецепторная клетка Эфферентный аксон

Рецепторный потенциал Афферентный аксон

В Постсинаптический потенциал

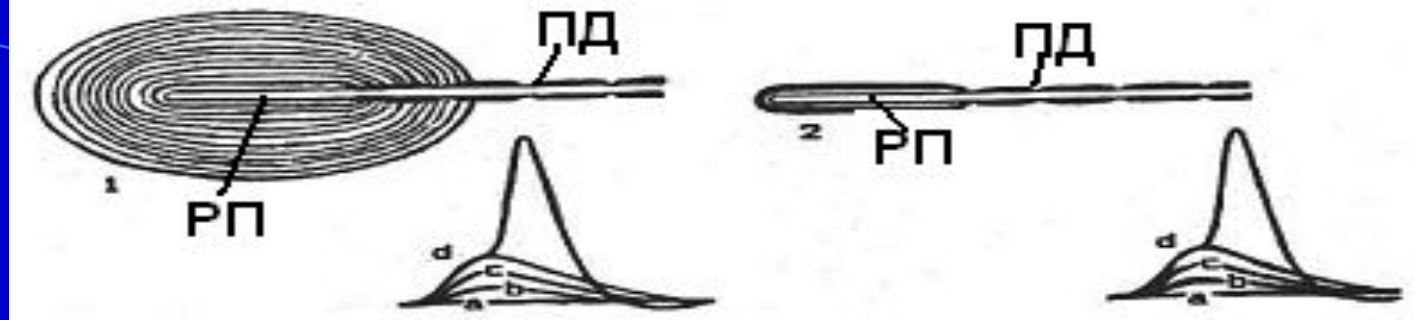
- В первичных рецепторах под влиянием раздражителя возникает РП.
- ПД возникает в следующем перехвате Ранвье.

Суммация РП (появление ПД) в первичночувствующих рецепторах



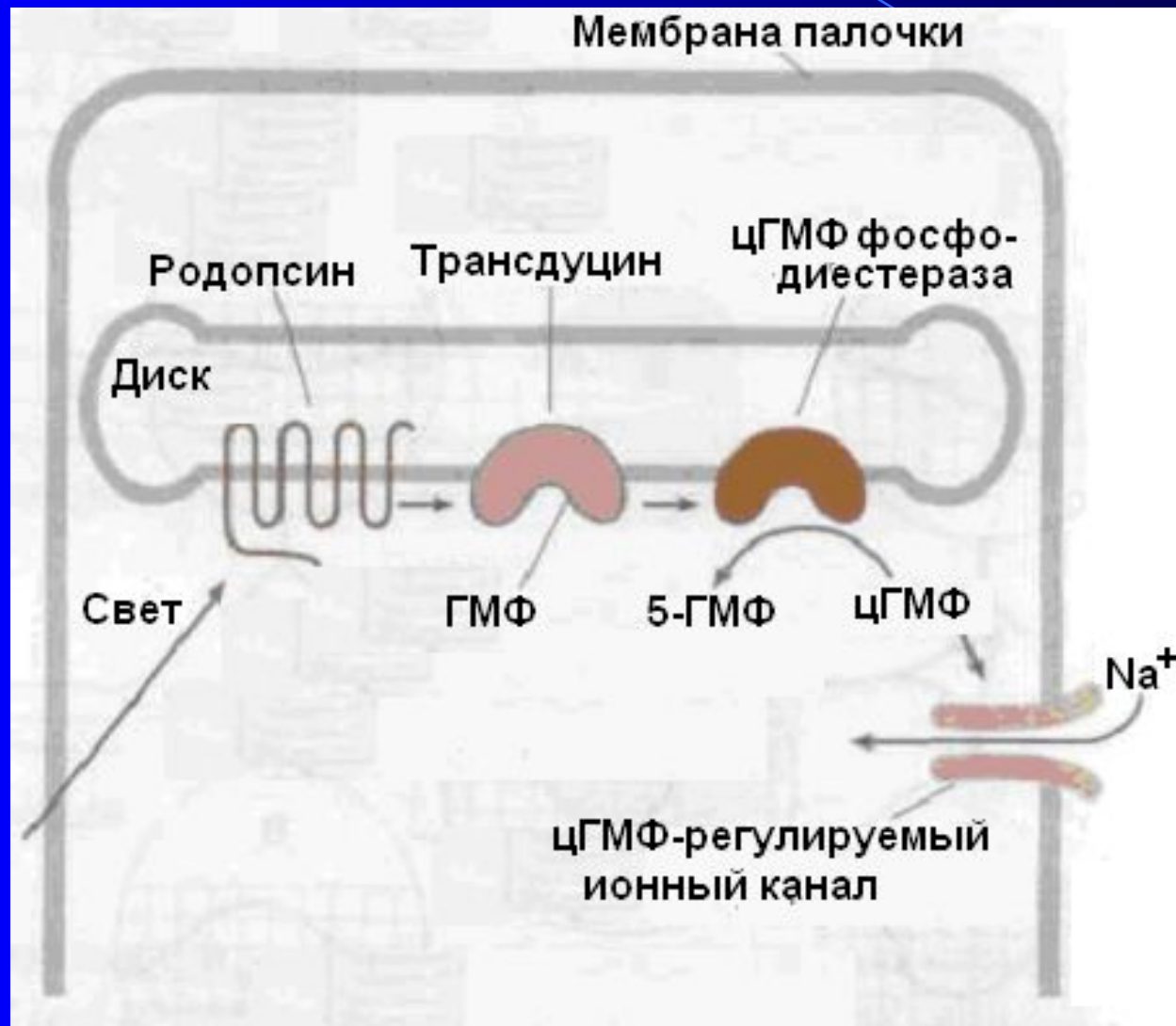
- *a* - при отсутствии раздражителя, *b*, *c*, *d* - при возрастании интенсивности действующего раздражителя.

РП и ПД



- При механическом воздействии на кожу, а тем самым и на нервное окончание, происходит *деформация* его мембраны. В результате в этом участке проницаемость мембраны для Na^+ возрастает.
- 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 центробежно без уменьшения амплитуды (декремента).

Включение вторых посредников в рецепторных клетках вторичночувствующих рецепторов

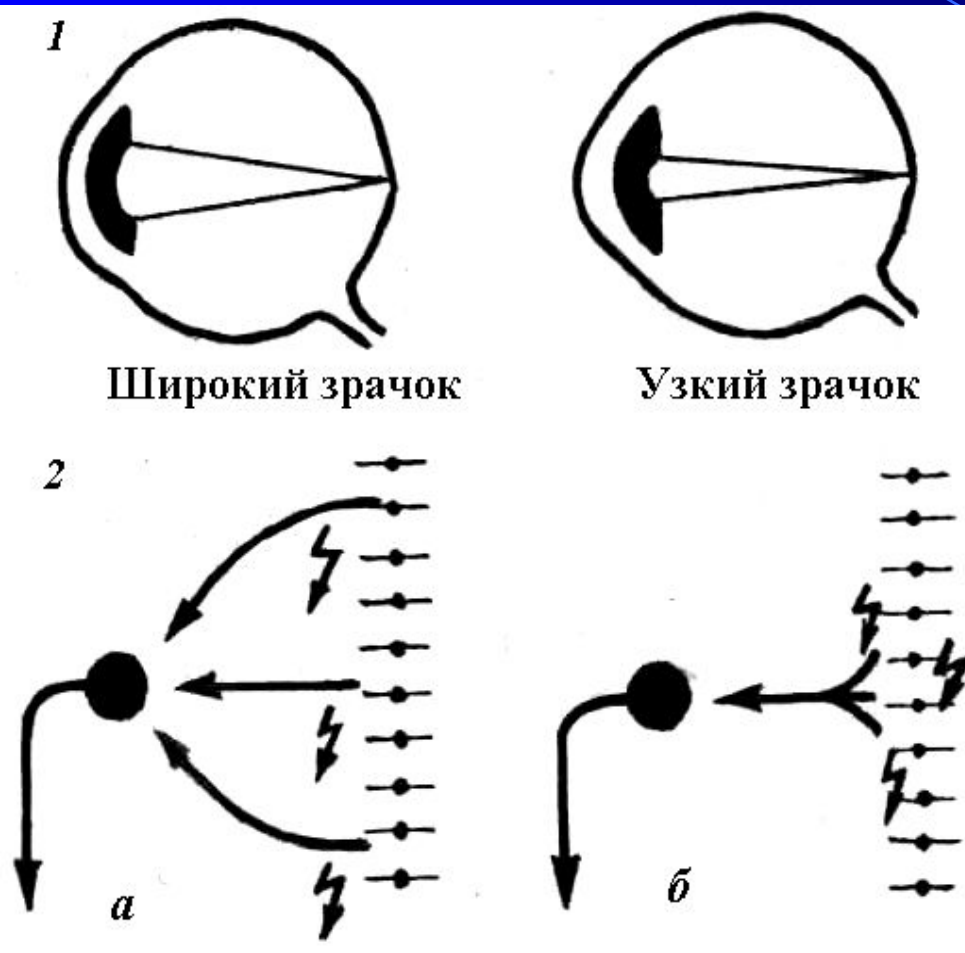


- В палочках сетчатки при воздействии кванта света происходит подключение
- цГМФ, что изменяет проницаемость мембраны для ионов (механизм возникновения РП).

Рецепторные клетки

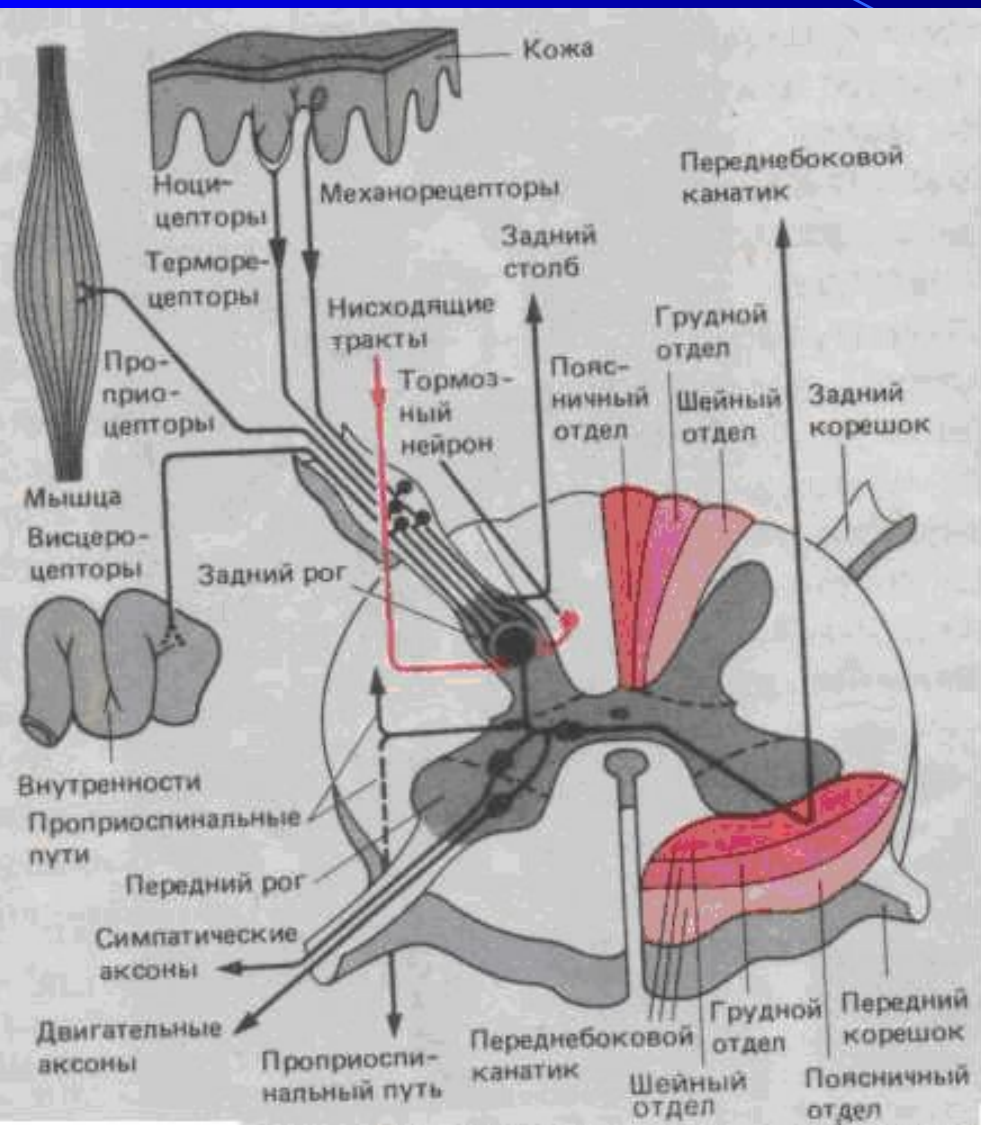
- Эти клетки через синапс контактируют с окончанием афферентного нейрона. Рецепторный потенциал (РП) возникает в рецепторных клетках. Появление РП приводит к выделению содержащегося в них медиатора из рецепторной клетки в синаптическую щель, которая расположена между рецепторной клеткой и окончанием чувствительного нейрона. Под влиянием медиатора возникает местный, так называемый, *генераторный потенциал* (ГП), который затем при суммации переходит в ПД, проводящийся по нейрону.
- Вторичночувствующими рецепторами являются: зрительный, слуховой, вестибулярный, вкусовой.

Адаптация рецепторов



- Активность рецептора не постоянна, она меняется.
- Адаптация – изменение чувствительности рецептора при действии различных по силе и продолжительности раздражителей.

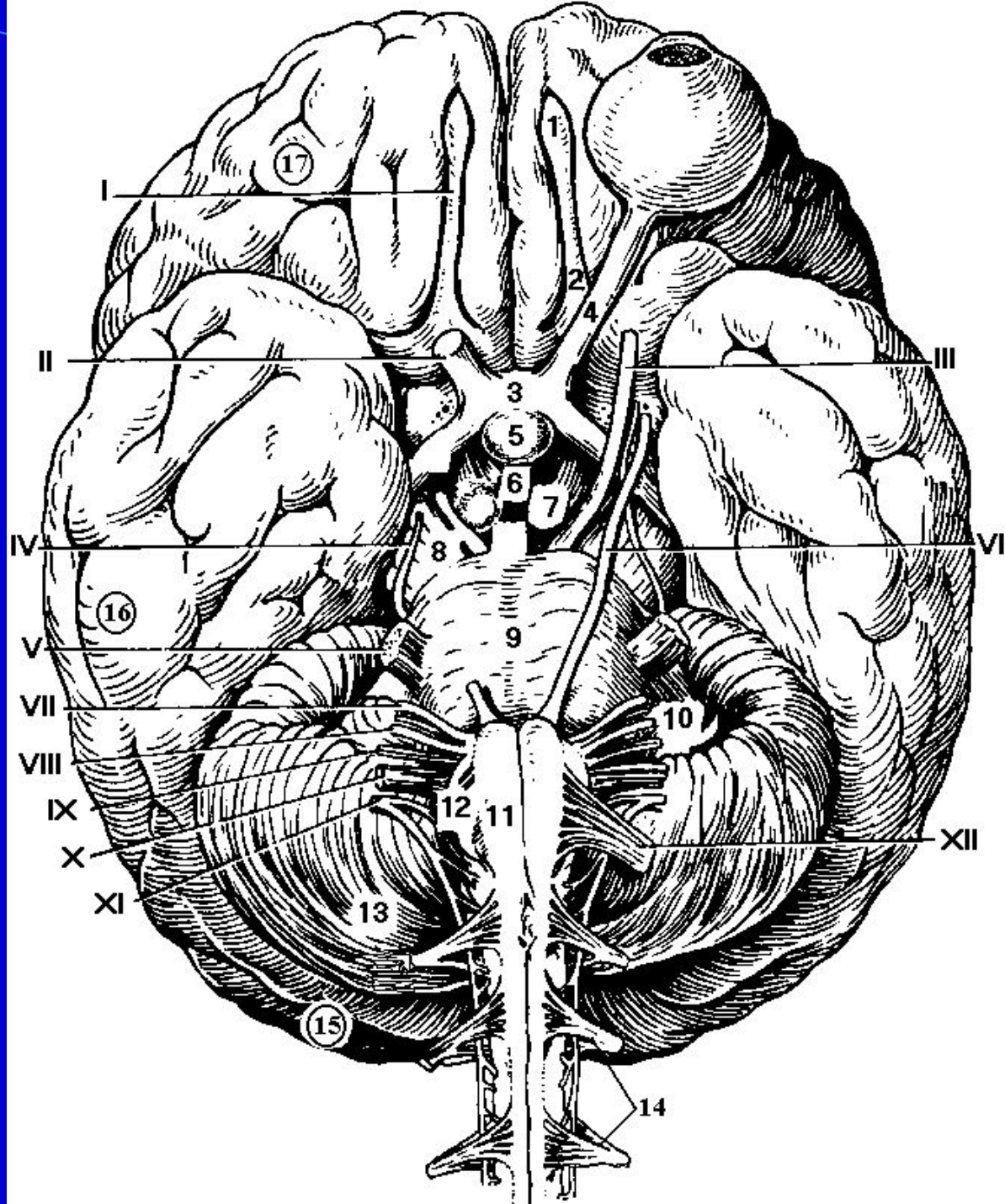
Спинной мозг



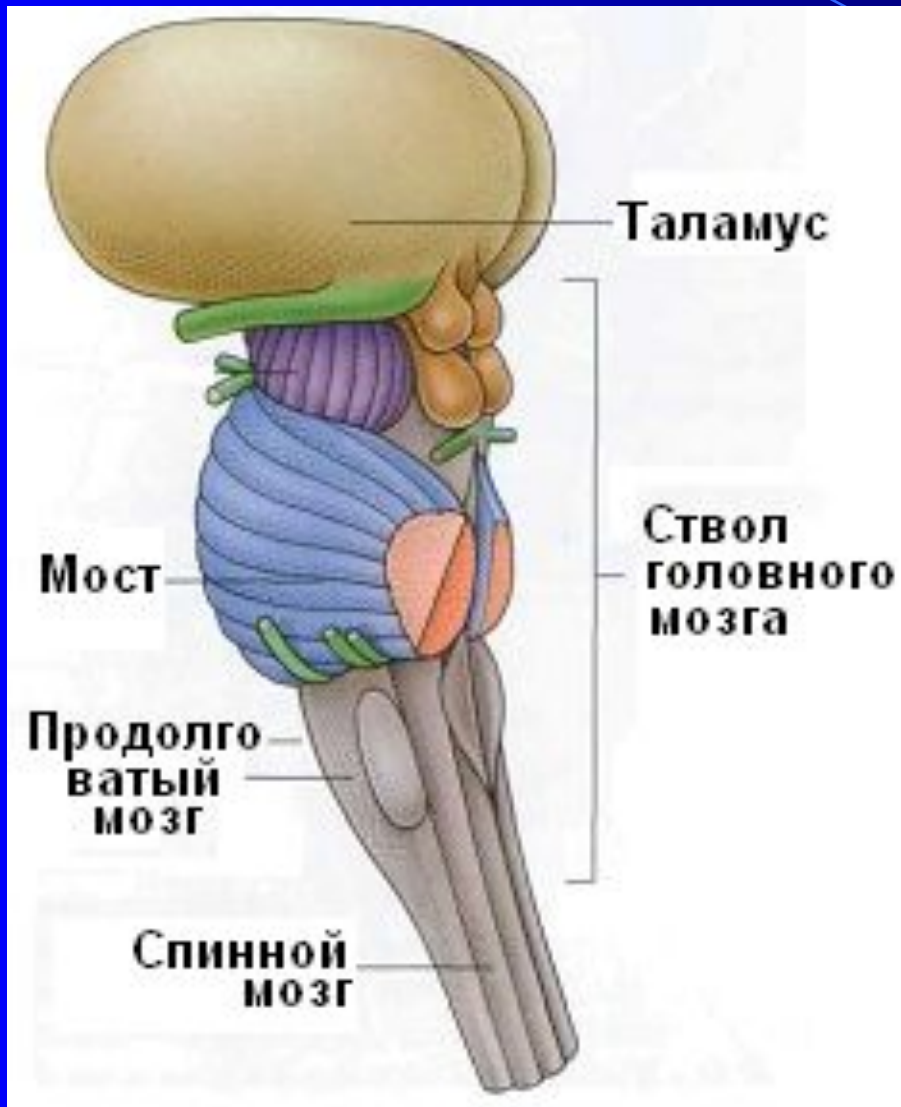
• Сюда поступает афферентация от различных рецепторов сомы: *тактильных рецепторов кожи, болевых рецепторов, хеморецепторов, проприорецепторов*, а также от расположенных во внутренних органах различных *интерорецепторов*. Большинство этих нейронов на уровне своего сегмента отдает коллатерали, идущие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

Афферентные функции спинного мозга

- Поступающие в спинной мозг афферентные импульсы здесь могут служить началом ответных *двигательных* (за счет синапсов с мотонейронами) или *вегетативных рефлексов* (за счет связи с нейронами симпатического или парасимпатического отделов, находящихся в боковых рогах).
- Кроме того, войдя через задние корешки в спинной мозг, через посредство вставочных нейронов, а частично и прямо не прерываясь, поднимаются по восходящим путям в различные структуры головного мозга.



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, куда 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 как обработку информации от отдельных специфических сенсорных систем, так и межсистемную интеграцию.

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 посылается импульсация 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.

Связи таламуса (б)

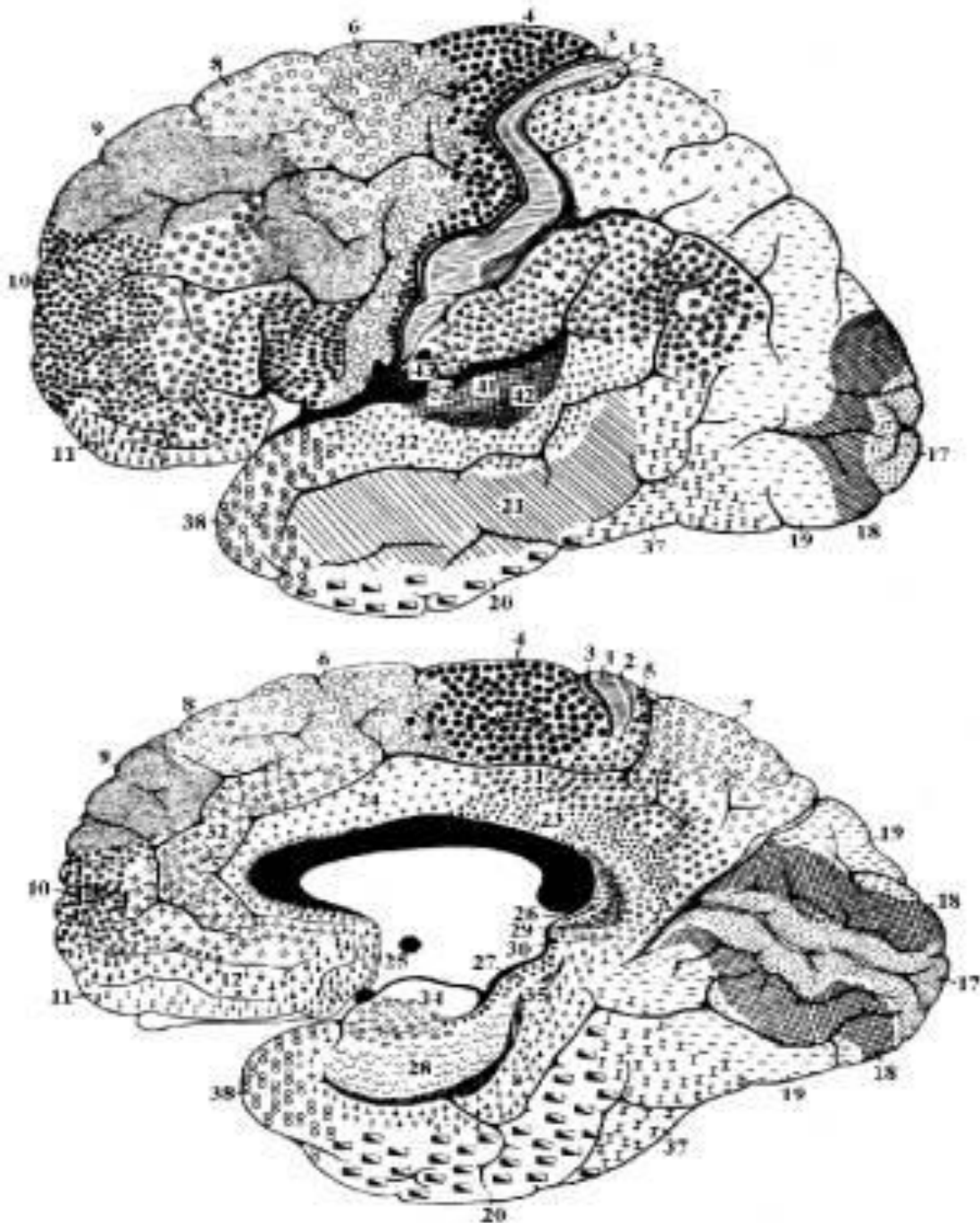
- **3. Ядра с ассоциативными функциями** (филогенетически наиболее молодые). Получают афферентацию от ядер самого таламуса, выполняющих вышеуказанные специфические и неспецифические функции. После предварительного анализа информация от этих ядер направляется к тем отделам коры больших полушарий, которые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

Функции таламуса

- В таламусе заканчивается *подкорковая обработка восходящих афферентных сигналов*. Здесь происходит частичная оценка ее значимости для организма, благодаря чему не вся информация 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.

Кора больших полушарий

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



Основные зоны коры

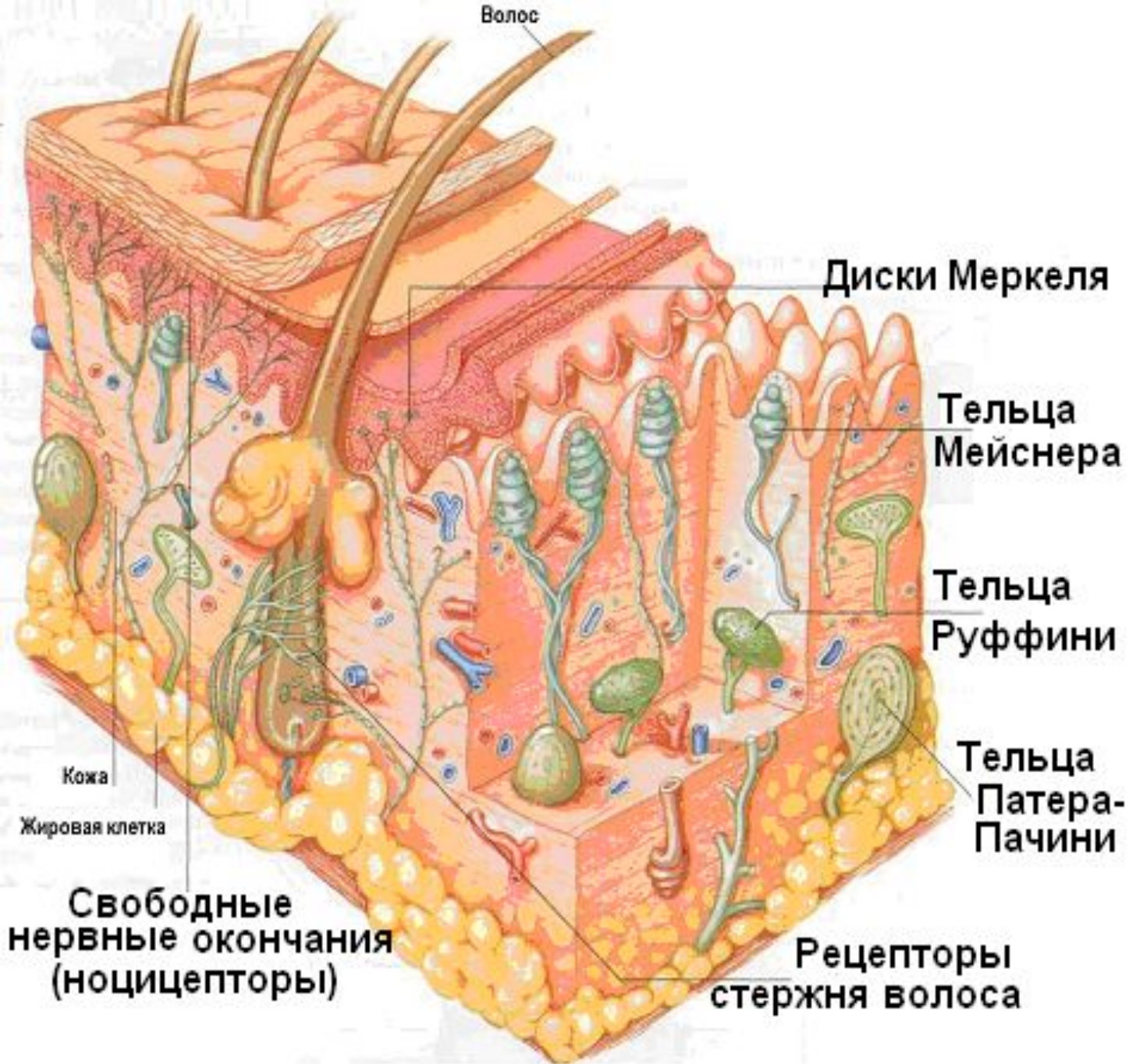


В сенсорных зонах коры взаимодействие различных нейронов и центров обеспечивает узнавание соответствующего раздражителя, его идентификацию.

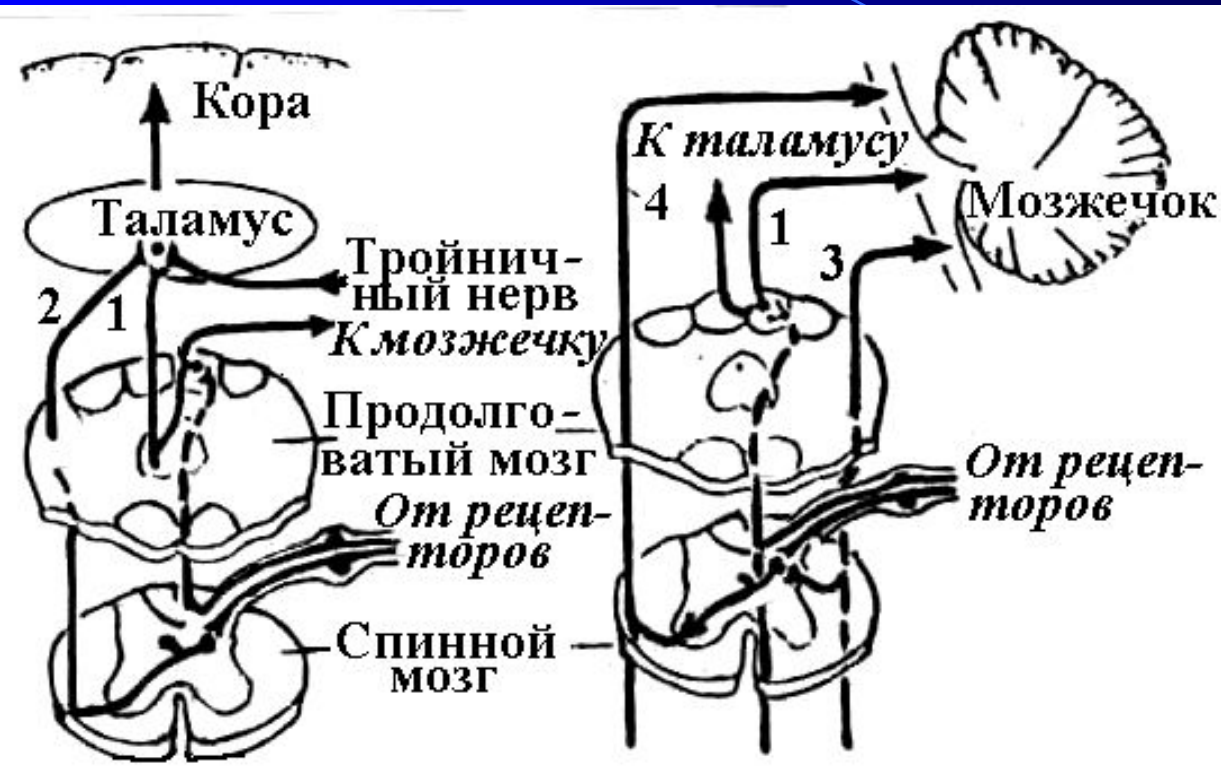
Ассоциативные зоны коры

- В *ассоциативные зоны* коры адресуются импульсы от различных рецепторов благодаря чему появляется возможность более точной и всесторонней оценки какого-либо сигнала, определение ценности и биологической значимости его. Здесь завершается формирование соответствующих *ощущений*. Причем окончательное формирование ощущений происходит лишь при совместном действии сенсорных и ассоциативных зон коры и ряда важнейших подкорковых структур.
- *Анализ* поступающей информации служит основой формирования программ целенаправленного поведения.
- С функцией ассоциативных зон связаны процессы *обучения и памяти*.

Расположение рецепторов в коже



Афферентные пути кожной чувствительности

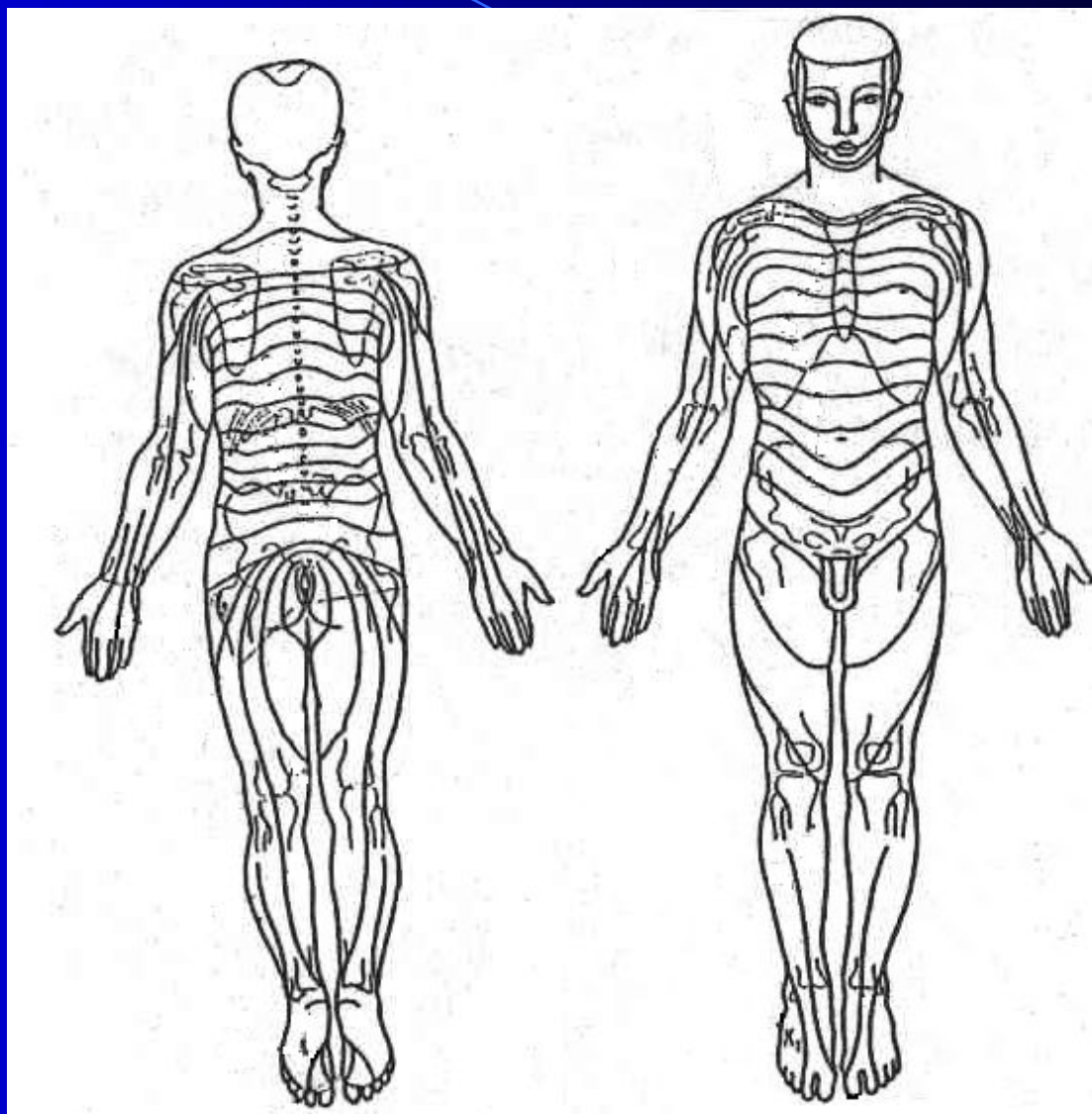


- 1 - осязание, давление, проприорецепция,
- 2 - болевая и температурная чувствительность,
- 3 - задний спиноцеребеллярный,
- 4 - передний спиноцеребеллярный пути.

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".

Сегментарная чувствительность кожи

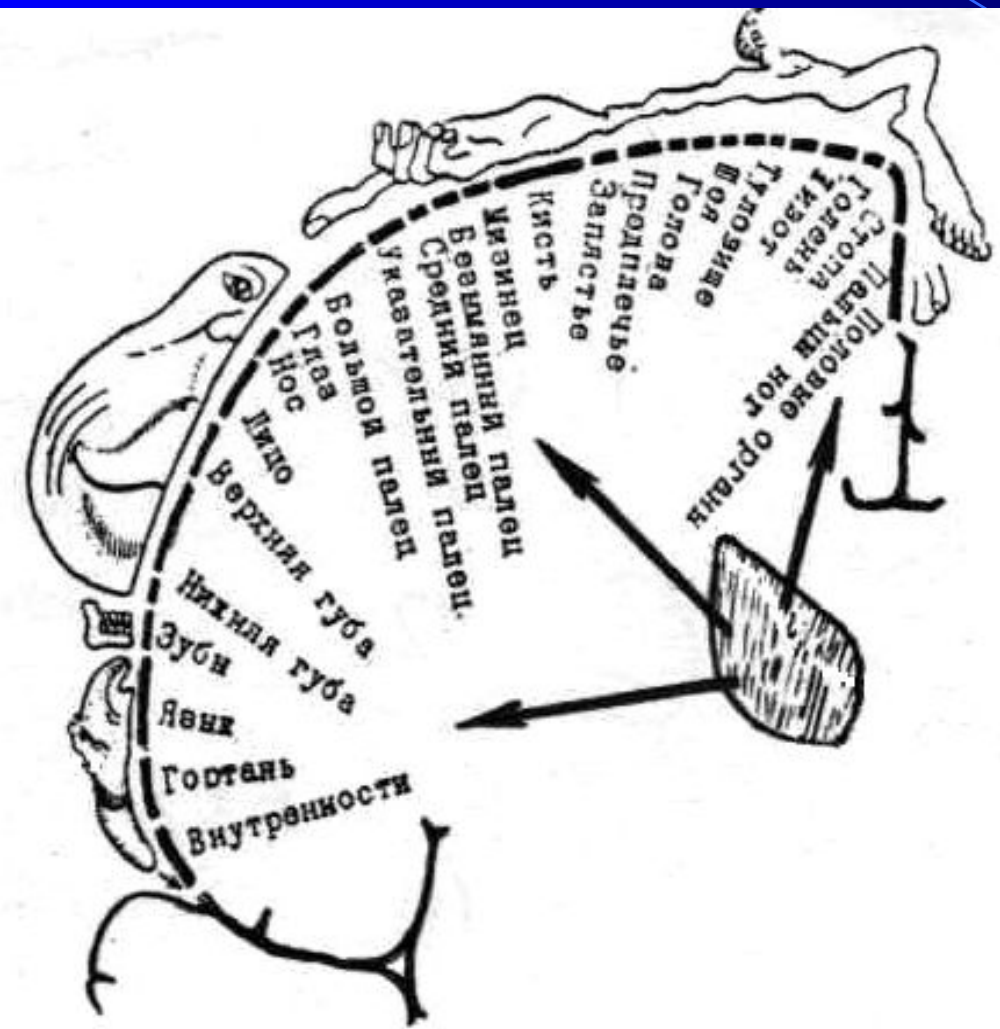


Трехмерный осязаемый

мир

- Механо- и терморцепторы кожи, наряду с проприорецепторами мышц, позволяют правильно *построить трехмерный осязаемый мир*.
- Главным источником информации для этого служит 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»).

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.

- 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.). Соматотопическая карта коры является значительным искажением периферии: кожа наиболее важных для человека отделов - рук и рта (имеющих на периферии самую высокую плотность рецепторов) занимает большую площадь.
- В коре происходит осознание ощущения. Для этого большое значение имеют предшествовавшие воздействия - научение.