

Сенсорные системы

Лекция 1.

**Общая характеристика структуры
и функций сенсорных систем**

Презентация подготовлена
к.б.н., доц. В.П. Логвин

План:

1. Роль сенсорных систем (СС) в организме, общий план их строения.
2. Характеристика периферического отдела.
3. Разновидности рецепторов, их классификация, механизм возбуждения, функции.
4. Свойства рецепторов.
5. Проводниковый отдел анализаторов. Специфический и неспецифический путь передачи информации.
6. Корковый отдел СС. Сенсорные зоны коры БП. Функции первичных, вторичных и третичных полей.

- Часть нервной системы, которая получает информацию как извне, так и от всех систем организма, была названа И.П. Павловым **анализаторами**.
- **Сенсорные системы** — это «информационные входы» организма для восприятия им характеристик окружающей и внутренней среды организма.
- *Сенсорные системы – это специализированные к восприятию органы, входящие в состав нервной системы, и нервные центры.*
- Системы, *формирующие определенные ощущения* мы называем органами чувств.
- У человека есть 5 органов чувств, обеспечивающих **зрение, слух, осязание, вкус и обоняние**.
 - От 70 до 90% информации о внешнем мире человек получает через зрительную сенсорную систему,
 - 14% – с помощью слуха,
 - около 6% – через осязание (включающее тактильную и температурную чувствительность),
 - 10% распределяются между обонянием и вкусом.

Функции сенсорных систем



Получение и обработка информации об изменениях во внешней и внутренней среде организма, о действующих раздражителях.



Осуществление обратных связей (информирование нервных центров о результатах деятельности).



Поддержание оптимального тонуса центров и систем головного мозга.

Структура сенсорных систем

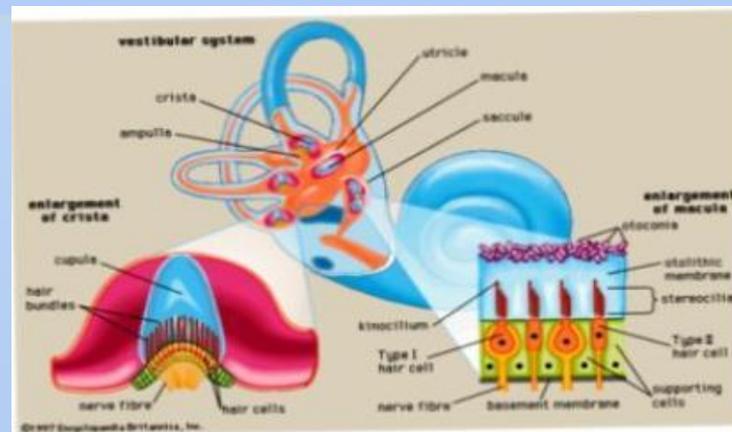
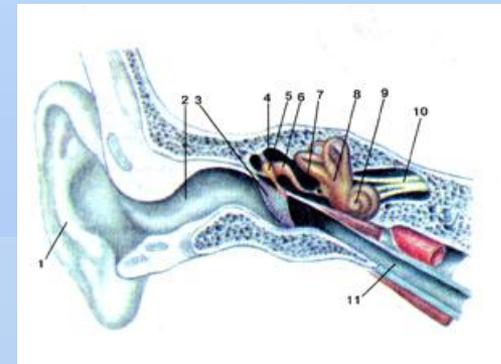
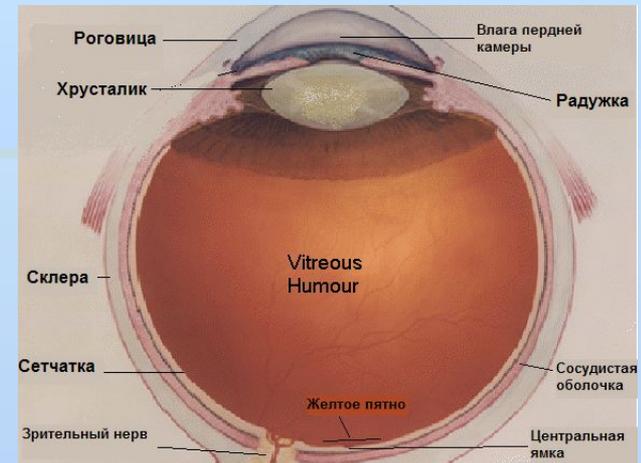


Периферический отдел анализаторов

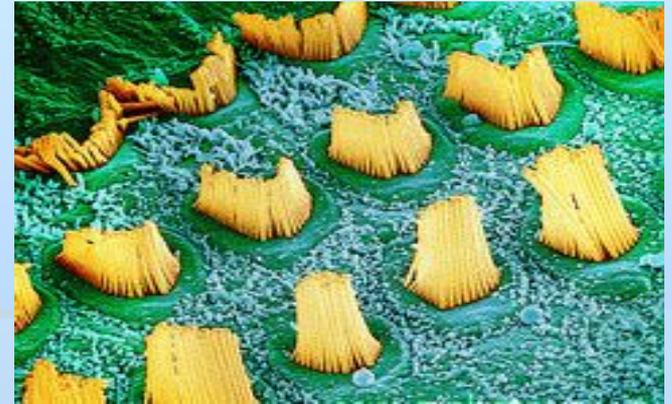
- Состоит из рецепторов и вспомогательных органов, которые помогают преобразованиям и подготовке сигналов к их лучшему взаимодействию с рецепторами.

Вспомогательные органы могут иметь весьма сложное строение

- Имеются в некоторых сенсорных системах:
 - зрительной (глазное яблоко),
 - слуховой (ушная раковина, барабанная перепонка, слуховые косточки среднего уха, улитка),
 - вестибулярной (полукружные каналы, преддверие, отолитов аппарат)



Рецепторы

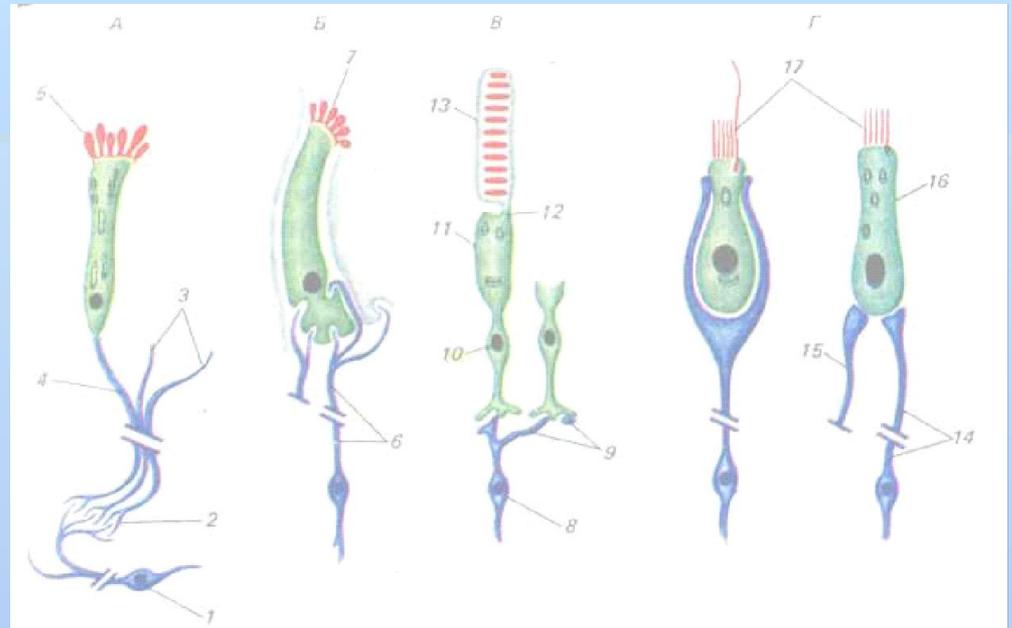


- *Это специализированные образования, которые взаимодействуют с раздражителем и преобразуют его энергию в форму, «понятную» нервной системе – нервный импульс .*
 - У большинства рецепторных клеток есть подвижные волоски или реснички, которые представляют собой как бы периферические подвижные антенны.
 - В составе волосков выделяют 9 пар периферических фибрилл, которые сокращаются, используя АТФ, благодаря чему осуществляется непрерывный поиск адекватного стимула и обеспечиваются условия взаимодействия с ним.
 - Центральные 2 фибриллы выполняют опорную функцию.

Разновидности рецепторных клеток:



Вкусовая почка



А — обонятельный; Б — вкусовой; В — фоторецептор;
Г — вестибулярный и слуховой рецепторы

Специализированные первичные (А) и вторичные (Б - Г) рецепторные клетки позвоночных.



Классификация рецепторов

По характеру ощущений:

тепловые, холодовые, вкусовые, обонятельные, и др.

По природе адекватного раздражителя:

механо-термо-хемо-фото-болевые-электро-рецепторы

По среде, из которой рецептор воспринимает раздражитель:

экстеро-интеро-рецепторы

По характеру контакта с внешней средой:

дистантные
контактные

По строению и механизму возбуждения:
первичные
вторичные

По числу адекватных стимулов:
моно-поли-модальные

Классификация рецепторов:

- **По характеру ощущений**, возникающих у человека при их раздражении различают
 - *зрительные,*
 - *слуховые,*
 - *обонятельные,*
 - *вкусовые,*
 - *осязательные* рецепторы,
 - *терморецепторы,*
 - *проприорецепторы,*
 - *вестибулорецепторы* (рецепторы положения тела и его частей в пространстве).

Классификация рецепторов:

По месту расположения:

- **внешние**, или экстерорецепторы,
- и **внутренние**, или интерорецепторы.
 - К **экстерорецепторам** относятся слуховые, зрительные, обонятельные, вкусовые и осязательные рецепторы.
 - К **интерорецепторам** относятся вестибулорецепторы и проприорецепторы (рецепторы опорно-двигательного аппарата), а также рецепторы, сигнализирующие о состоянии внутренних органов.

Классификация рецепторов:

- **По характеру контакта с внешней средой** рецепторы делятся на
 - ***дистантные***, получающие информацию на расстоянии от источника раздражения (зрительные, слуховые и обонятельные),
 - и ***контактные*** – возбуждающиеся при непосредственном соприкосновении с раздражителем (вкусовые и тактильные).

Классификация по виду (модальности) воспринимаемого раздражителя

Механорецепторы

- Фонорецепторы, вестибулярные, гравитационные, тактильные, барорецепторы; возбуждаются при деформации

Хеморецепторы

- Рецепторы вкуса, обоняния, сосудистые, тканевые; возбуждаются химическими веществами

Терморецепторы

- Холодовые, тепловые (в коже, внутренних органах, гипоталамусе), инфракрасные (у животных)

Фоторецепторы

- Рецепторы сетчатки глаза; возбуждаются светом

Болевые (ноцицепторы)

- В различных органах; возбуждаются механическими, химическими, температурными раздражителями

Электрорецепторы

- У животных; возбуждаются при действии электромагнитных полей

Классификация рецепторов:

- **По скорости адаптации** рецепторы делят на три группы:
 - **быстро адаптирующиеся** (фазные),
 - **медленно адаптирующиеся** (тонические)
 - и **смешанные** (фазнотонические), адаптирующиеся со средней скоростью.
 - Примером быстро адаптирующихся рецепторов являются рецепторы вибрации (тельца Пачини) и прикосновения (тельца Мейснера) в коже, генерирующее всего 1-2 импульса (on-ответ) в момент начала действия деформации и 1-2 ПД (off-ответ) в момент выключения раздражения.
 - К медленно адаптирующимся рецепторам относятся проприорецепторы, рецепторы растяжения легких, болевые рецепторы.
 - Со средней скоростью адаптируются фоторецепторы сетчатки, терморецепторы кожи.

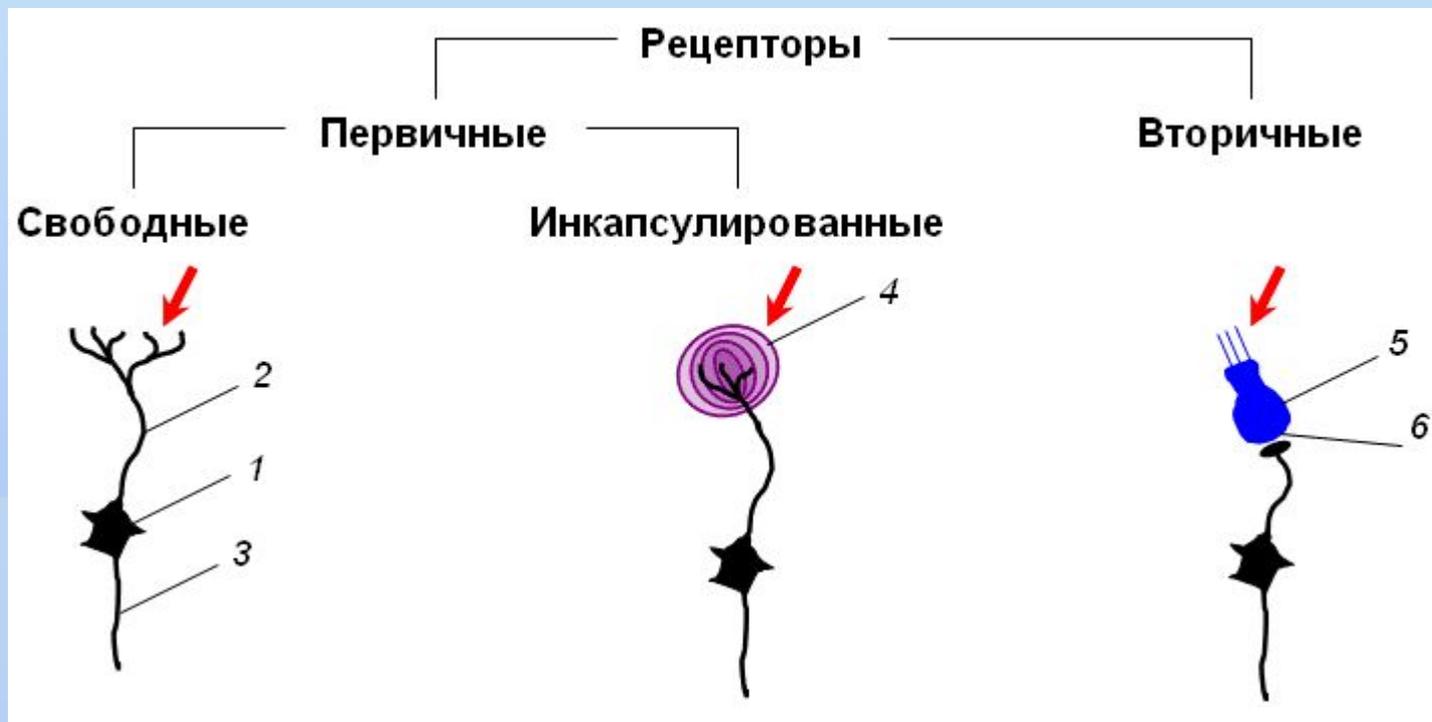
Классификация рецепторов:

- Большинство рецепторов возбуждаются в ответ на действие стимулов только одной физической природы и поэтому относятся к **мономодальным**.
 - Их можно возбудить и некоторыми неадекватными раздражителями, например фоторецепторы — сильным давлением на глазное яблоко, а вкусовые рецепторы — прикосновением языка к контактам гальванической батареи, но получить качественно различаемые ощущения в таких случаях невозможно.
- Наряду с мономодальными существуют **полимодальные** рецепторы, адекватными стимулами которых могут служить раздражители разной природы.
 - К такому типу рецепторов принадлежат некоторые болевые рецепторы, или ноцицепторы (лат. nocens — вредный), которые можно возбудить механическими, термическими и химическими стимулами. Полимодальность имеется у терморецепторов, реагирующих на повышение концентрации калия во внеклеточном пространстве так же, как на повышение температуры.

Классификация рецепторов:

- В зависимости от **строения рецепторов** их подразделяют на
 - **первичные** (первичночувствующие), которые являются специализированными окончаниями **чувствительного нейрона**,
 - и **вторичные** (вторичночувствующие) - клетки эпителиального происхождения, способные к образованию рецепторного потенциала в ответ на действие адекватного стимула.

Классификация рецепторов:



Механизм возбуждения рецепторов

- **Первичночувствующие** рецепторы могут сами генерировать потенциалы действия в ответ на раздражение адекватным стимулом, если величина их рецепторного потенциала достигнет пороговой величины.
 - К ним относятся обонятельные рецепторы, большинство механорецепторов кожи, терморецепторы, болевые рецепторы (ноцицепторы), проприоцепторы и большинство интерорецепторов внутренних органов.
 - Тело нейрона расположено в спинномозговом ганглии или в ганглии черепных нервов.
 - В первичном рецепторе раздражитель действует непосредственно на окончания сенсорного нейрона.

Механизм возбуждения рецепторов

- Вторичночувствующие рецепторы отвечают на действие раздражителя лишь возникновением рецепторного потенциала, от величины которого зависит количество выделяемого этими клетками медиатора.
 - Медиатор действует на нервные окончания чувствительных нейронов, генерирующих ПД в зависимости от количества медиатора, выделившегося из вторичных рецепторов.
 - Вторичные рецепторы представлены вкусовыми, слуховыми и вестибулярными рецепторами, хемочувствительными клетками синокаротидного клубочка.

Функции рецепторов

Кодирование информации

- Каждый рецептор воспринимает определенный вид раздражения и преобразует специфическую энергию раздражителя (физическую или химическую) в **нервные импульсы**. Этот процесс называют **кодированием информации**.
- *Форма кодирования - **двоичный код** (да - нет).*
- **Она наиболее устойчивой к искажению сигнала при передаче.**

Функции рецепторов

В рецепторах происходит первичный анализ информации о раздражителе.

- Многие рецепторы имеют подвижные волоски, и за счет энергии АТФ постоянно движутся, благодаря наличию в них миозиноподобного сократительного белка, что обеспечивает **активный поиск** стимула.
- Благодаря **специфичности** рецепторов определяется, какой именно раздражитель действует, его начало и конец.
- **Сила** раздражителя кодируется по интервалам между импульсами и общему их числу (паттерну).
 - Другие параметры (направление и скорость перемещения, качественные характеристики раздражителя и др.) определяются в нервных центрах ЦНС.

Свойства рецепторов

1. Важнейшее свойство рецепторов — **избирательная чувствительность** к адекватным раздражителям.

- Выраженность этого свойства у разных рецепторов обусловлена их структурными особенностями.
- На основании этого все рецепторы разделены на две группы: первичные (первичночувствующие) и вторичные (вторичночувствующие)

2. Рецепторы обладают важной способностью **адаптироваться**, т.е. приспосабливаться к действующему раздражителю.

- Это происходит за счет повышения или снижения **порога** их возбуждения.
 - Если информации, поступающей от рецептора в ЦНС, недостаточно, порог его возбуждения понижается, а если она перегружает нервную систему, порог возбуждения повышается, что и происходит, например, при адаптации к свету и темноте.



- Адаптационные процессы в рецепторах могут определяться внешними и внутренними факторами.
 1. В качестве внешнего фактора в механизме адаптации могут выступать свойства вспомогательных структур.
 - Например, основной причиной быстрой адаптации телец Пачини являются свойства **вспомогательных структур** (капсулы рецептора), которые не пропускают к нервному окончанию статической составляющей раздражающего действия. Динамическая же составляющая стимула хорошо проходит через элементы капсулы, хотя и уменьшается по амплитуде.
 3. Внутренние факторы механизма адаптации связаны с изменениями физико-химических процессов в самом рецепторе.
 - Мембраны ионных каналов быстро адаптирующихся и медленно адаптирующихся волокон имеют различия в их натриевых и калиевых системах.
- В явлениях адаптации важную роль могут играть также **эфферентные** влияния от расположенных выше нервных центров.

Проводниковый отдел состоит из 3 нейронов

- От рецепторов импульсы передаются в ЦНС.
 - 1 нейрон всегда расположен в спинномозговых или черепно-мозговых узлах (ганглиях), кроме фоторецепторов, расположенных на сетчатке.
 - 2-е нейроны, в зависимости от сенсорной системы, могут быть в спинном, продолговатом или среднем мозге. Они выполняют функции вставочных нейронов в ЦНС.
 - 3-и нейроны находятся в специфических ядрах промежуточного мозга (таламуса).
 - Там каждый рецептор, кроме обонятельных, имеет свое место (проекцию). Информация с обонятельных луковиц поступает прямо в кору, не заходя в таламус.
 - Из специфических ядер таламуса информация передается в соответствующие проекционные зоны коры, где происходит ее декодирование и полный анализ.

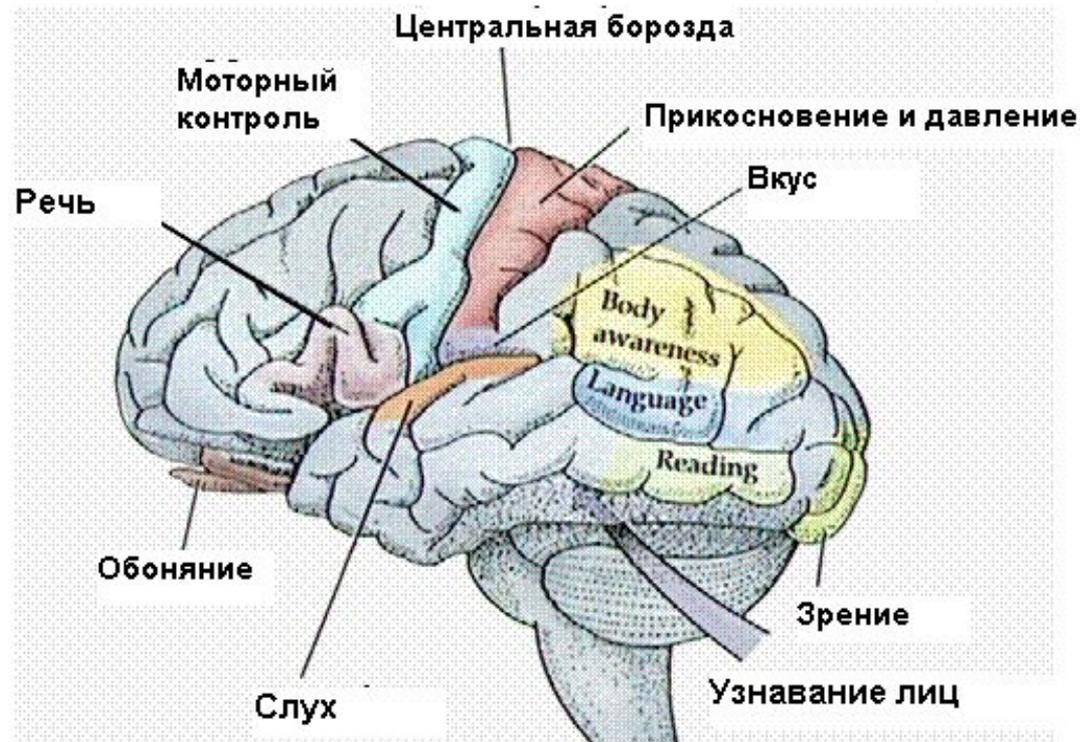
Неспецифический путь передачи сенсорной информации

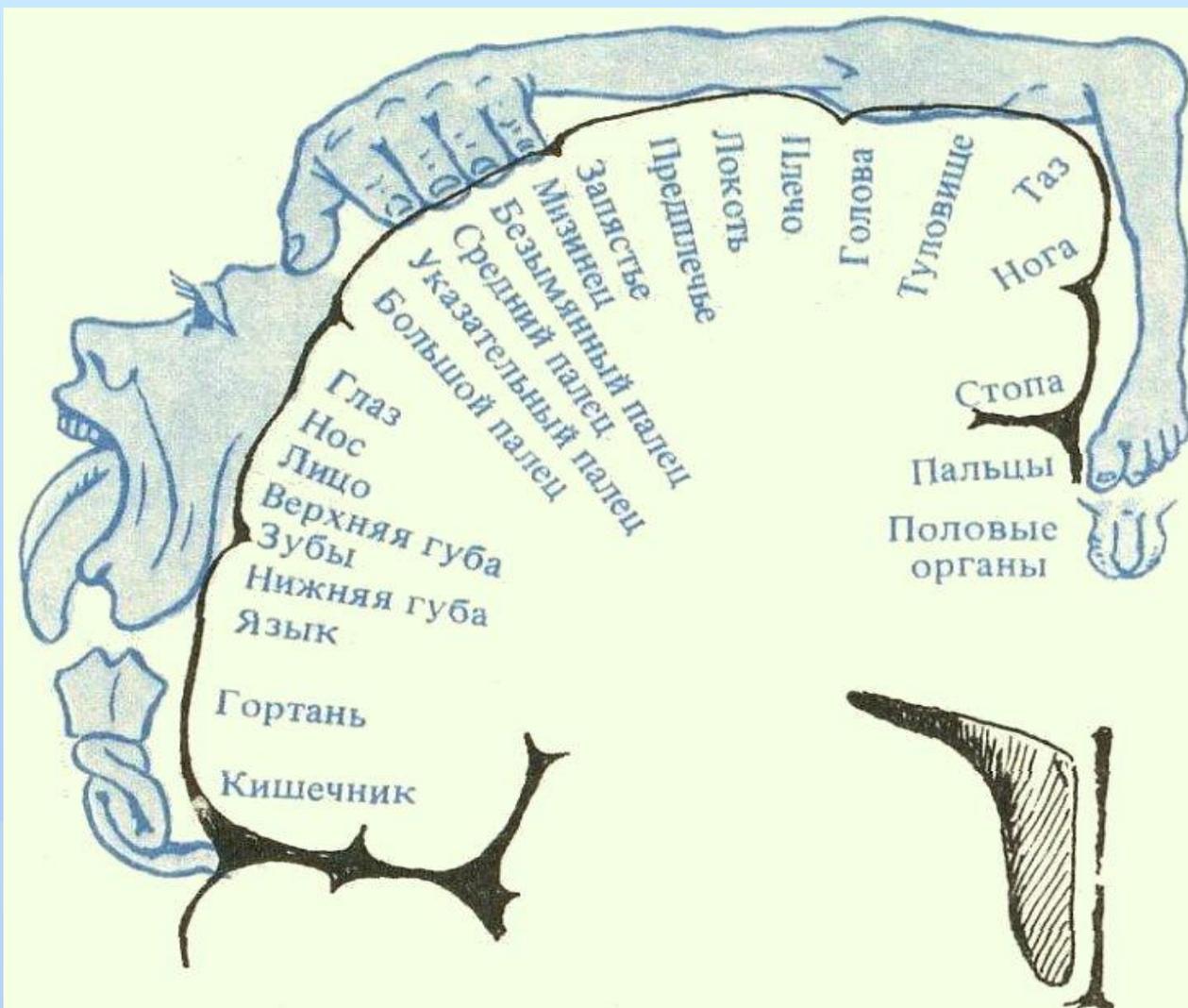
- Кроме этого **специфического** пути, сохраняющего модальность сигнала, есть еще и параллельный, **неспецифический**.
 - По коллатералям 2-х нейронов из продолговатого и среднего мозга импульсы поступают к **ретикулярной формации**, затем к неспецифическим ядрам таламуса и оттуда – *диффузно* в кору, активируя ее, и **ускоряя обработку** специфической сенсорной информации.
- **В неспецифическом канале модальность исчезает.**
- Он позволяет активировать кору раздражениями **любых** рецепторов, если она находится в заторможенном состоянии (сон, барбитураты, наркотики и др.).

Нервные центры

- В корковом отделе сенсорных систем **формируются ощущения.**
- Там происходит декодирование, полный анализ и синтез поступающей информации.
- Для каждой сенсорные системы в коре существуют свои места сбора информации - **проекционные зоны.**
- Их размер соответствует важности и объему получаемой информации, а раздельное расположение позволяет "не путать" информацию от разных систем.

Сенсорные зоны коры БП





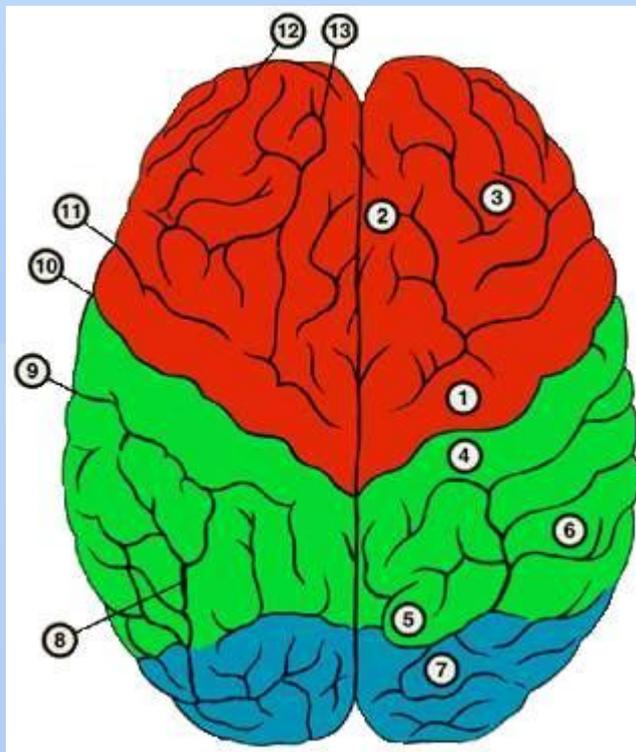
Проекция чувствительной сферы в постцентральной извилине коры головного мозга

(по W.Penfield, Th. Rasmussen, 1948)

- В коре различают три группы полей.
 - В *первичных полях* (ядерные, проекционные зоны анализаторов) каждый рецептор имеет свое отражение.
 - В них осуществляется **полный анализ отдельных** раздражений.
 - Например, в ядерной зоне зрительного анализатора определяется начало и конец светового раздражителя, его сила, направление и скорость перемещения, форма, цвет предмета.
 - Во *вторичных полях* (периферических зонах анализаторов), расположенных рядом с первичными, полученная информация **осмысливается**.
 - При нарушениях вторичных полей человек видит предметы, но не понимает их смысла, отсюда непонимание их опасности или пользы, линии поведения и т.д.

- *Третичные поля* (ассоциативные зоны) занимают почти половину поверхности коры.
 - Расположены на границе затылочной, височной и заднемоторной коры.
 - Ассоциативные зоны коры **не имеют** непосредственных связей с периферией, находятся между проекционными зонами и имеют многочисленные ассоциативные связи с проекционными и с другими ассоциативными зонами.
 - В них осуществляется
 - **осмысление поступающей в мозг информации,**
 - **высший анализ и синтез *всех* афферентных сигналов с учетом следов бывших раздражений,**
 - **выработка программы ответных реакций, движений, в т.ч. и голосового аппарата,**
 - **формирование представлений и понятий.**
- Работа этих отделов необходима не только для успешного синтеза и дифференцировки воспринимаемых человеком раздражителей, но и для перехода к уровню их символизации- для оперирования значениями слов и использования их для отвлеченного мышления.

Верхняя поверхность полушарий
большого мозга:
красная – лобная доля;
зеленая – теменная доля;
синяя – затылочная доля



- 1 — прецентральная извилина;
- 2 — верхняя лобная извилина;
- 3 — средняя лобная извилина;
- 4 — постцентральная извилина;
- 5 — верхняя теменная долька;
- 6 — нижняя теменная долька;
- 7 — затылочные извилины;
- 8 — внутритеменная борозда;
- 9 — постцентральная борозда;
- 10 — центральная борозда;
- 11 — прецентральная борозда;
- 12 — нижняя лобная борозда;
- 13 — верхняя лобная борозда.

Какие остались вопросы?

- Спасибо за внимание!

