

Волгоградский государственный медицинский университет Кафедра нормальной физиологии

Лекция № 5

Общие принципы координационной
деятельности ЦНС.

Частная физиология ЦНС

Доцент, к.м.н. Е.В.Лифанова



Принципы координационной деятельности ЦНС

Взаимодействие нейронов, а, следовательно, и нервных процессов в ЦНС, обеспечивающее ее согласованную деятельность, носит название координации. Основа координационной деятельности ЦНС- взаимодействие возбуждения и торможения.



Четыре уровня ЦНС в интегративной деятельности:

- 1) **Нейрон** – взаимодействие возбуждающих и тормозных входов, субсинаптических нейрхимических процессов → та или иная последовательности ПД на выходе нейрона;
- 2) **Нейрональный ансамбль** (модуль) – появление качественно иных (в отличие от нейрона) свойств и качеств → один и тот же модуль участвует в деятельности различных центров НС → сложные реакции ЦНС;
- 3) **Нервный центр** – автономные командные устройства, управляющие процессами на периферии за счет множества прямых, обратных, реципрокных связей в ЦНС, наличие прямых и обратных связей с периферическими органами;
- 4) **Высшие центры интеграции** (лимб. система, ретик. формация, подкорковые обр-я, неокортекс) – все центры регуляции, объединенные корой большого мозга, организующей поведенческие реакции и их вегетативное обеспечение.

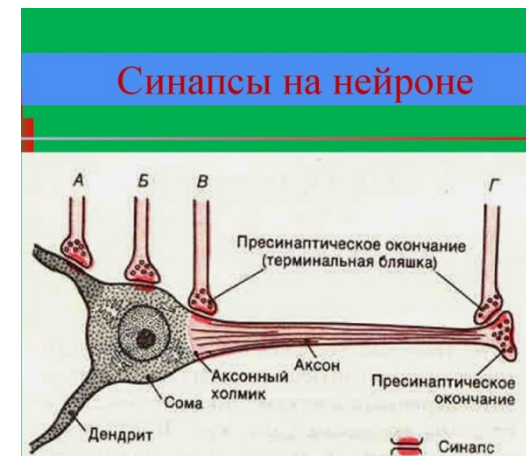
Уровни интеграции в ЦНС

Элементарной единицей ЦНС является нейрон, клеточная мембрана которого представляет поле, на котором происходит **интеграция синаптических влияний (первый уровень интеграции)**.

Осуществляется в результате взаимодействия ВПСП и ТПСП, которые генерируются при активации синаптических входов нейрона.

При одновременной активации соответствующих входов происходит суммация синаптических потенциалов противоположной направленности, и мембранный потенциал в меньшей степени приближается к критическому уровню деполяризации, при котором в низкопороговой зоне клетки возникает ПД.

Т.о. **конвергенция возбуждающих и тормозных входов** на мембране нейрона определяет частоту генерируемых им импульсных разрядов и **выступает в качестве универсального фактора интегративной деятельности нервной клетки**.



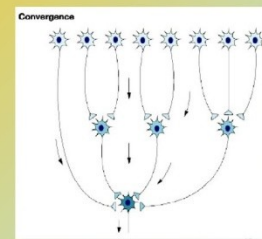
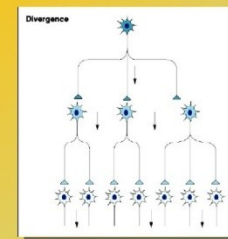
Координация деятельности нейронов и слагаемых из них нервных сетей (**второй уровень интеграции**) обусловлена спецификой морфологических отношений в ЦНС.

Одно пресинаптическое волокно может образовать синаптические контакты со многими нейронами. Это явление получило название **дивергенции** (присуще всем отделам ЦНС).

Функциональный принцип дивергенции лежит в основе иррадиации возбуждения в рефлекторных дугах, при этом раздражение одного афферентного волокна может вызвать генерализованную реакцию за счет возбуждения многих вставочных и моторных нейронной.

Принципы координации деятельности нервных центров

1. Дивергенция и конвергенция

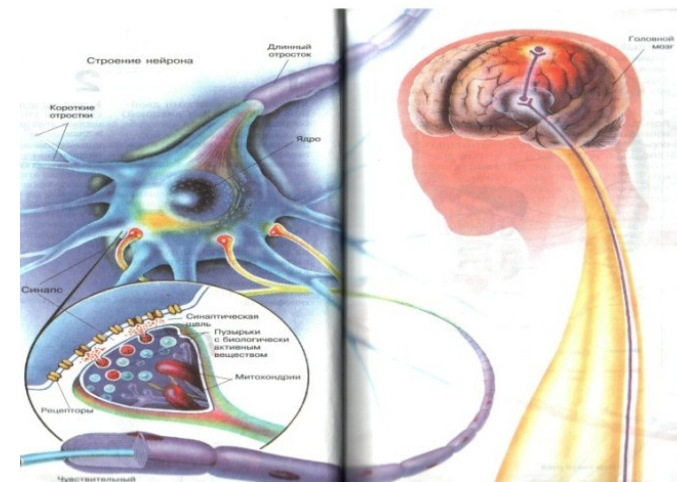


Координация рефлексов

Рефлекторная интеграция обеспечивает функциональное объединение частных физиологических механизмов в сложную **координированную** приспособительную деятельность.

В основу координации рефлексов заложены алгоритмы согласованного формирования, распространения и взаимодействия процессов возбуждения и торможения в ЦНС.

Эти алгоритмы определяют основные принципы координационной деятельности ЦНС.



Принципы координационной деятельности ЦНС

Конвергенция.

Дивергенция.

Иррадиация.

Суммация.

Доминанта.

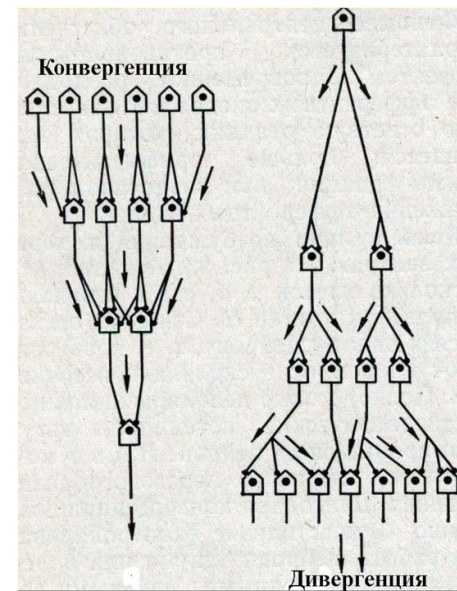
Пространственное облегчение.

Окклюзия.

Обратная связь.

Реципрокность.

Общий конечный путь.



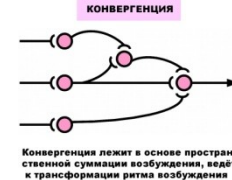
Клетки ЦНС имеют многочисленные связи друг с другом, поэтому нервная система человека может быть представлена как система нейронных цепей (нейронных сетей), передающих возбуждение и формирующих торможение. В этой нервной сети возбуждение может распространяться от одного нейрона на многие другие нейроны. Процесс распространения возбуждения от одного нейрона на многие другие нейроны получил название **иррадиации возбуждения или дивергентного принципа распространения возбуждения.**

Различают два вида иррадиации возбуждения:

направленная или системная иррадиация, когда возбуждение распространяется по определенной системе нейронов и формирует координированную приспособительную деятельность организма;

бессистемная или диффузная (ненаправленная) иррадиация, хаотичное распространение возбуждения, при котором координированная деятельность невозможна.





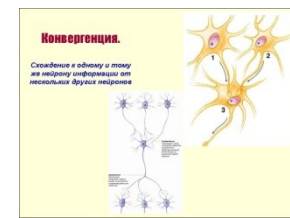
Принципы координации рефлекторной деятельности

Импульсы, поступающие в ЦНС при сильном и длительном

раздражении вызывают возбуждение не только нейронов данного рефлекторного центра, но и других НЦ. Это распространение возбуждения в ЦНС носит название **иррадиации**. Особую роль в механизме иррадиации возбуждения играет РФ. Иррадиации возбуждения препятствуют многочисленные нейроны и синапсы, входящие в состав различных рефлекторных центров.

Одним из условий, обеспечивающих координацию – взаимодействие между собой многих нейронов, является то, что импульсы, приходящие в ЦНС по афферентным волокнам могут сходиться (конвергировать) к одним и тем же промежуточным и эффекторным нейронам – **принцип конвергенции**.

Объяснение: на теле и дендритах каждого нейрона в ЦНС оканчиваются аксоны множества других нервных клеток. В подкорковых ядрах и коре наблюдается конвергенция импульсов, исходящих из разных рецептивных зон, т.е. один и тот же нейрон может возбуждаться импульсами, возникающими при раздражении и слуховых, и зрительных, и кожных рецепторов. Конвергенция объясняет пространственную суммацию возбуждений и явления окклюзии.



Принцип реципрокности

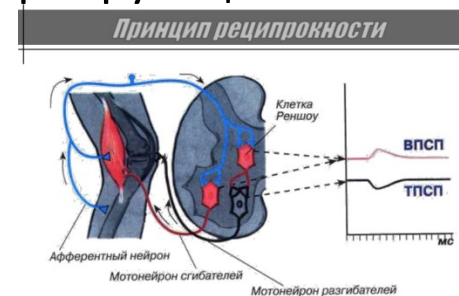
Заключается в том, что при возбуждении центра сгибательной мускулатуры одной конечности происходит торможение центра разгибательной мускулатуры той же конечности и возбуждение центра мышц-разгибателей второй конечности.

Шеррингтоном установлены аналогичные взаимоотношения между центрами мышц-сгибателей и мышц-разгибателей у спинального животного.

Таким образом, центры мышц-антагонистов-сгибателей и разгибателей находятся при выполнении многих двигательных актов в противоположном направлении. Лишь при этом возможно точное движение сгибания или разгибания. Анализ подобных явлений привел к представлению о реципрокной, или сопряженной иннервации мышц-антагонистов.

Согласно этому представлению, возбуждение центра одной группы мышц сопровождается реципрокным (сопряженным) торможением центров антагонистической мускульной группы.

Аксоны рецепторных нейронов, расположенных в спинно-мозговых ганглиях, дают в СМ разветвления: одни из них возбуждают мотонейроны, иннервирующие мышцы-сгибатели, а другие – вставочные нейроны, образующие тормозные синапсы на мотонейронах, иннервирующих мышцы-разгибатели.



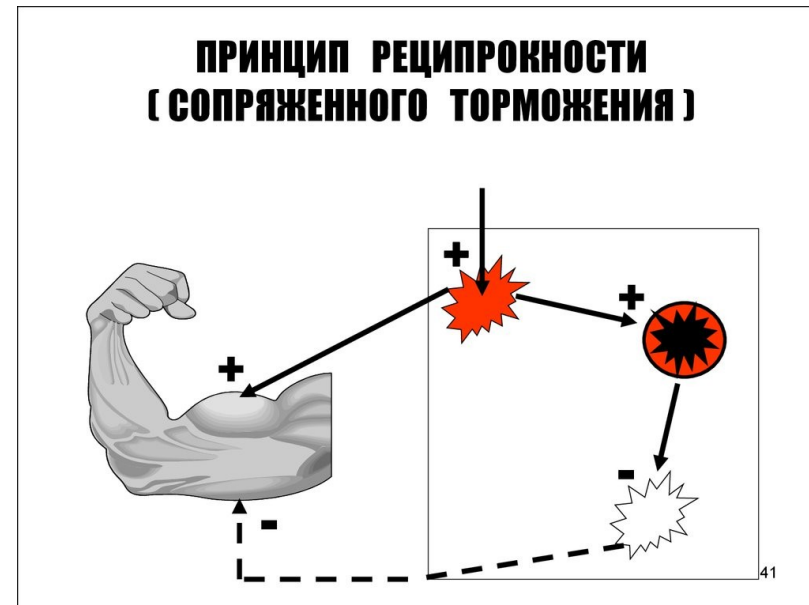
Таким образом, раздражение афферентного волокна вызывает одновременно возбуждение центра мышц-сгибателей и торможение центра мышц-разгибателей.

Вместе с тем, рецепторные отношения между различными центрами не являются абсолютно постоянными.

Отношения СМ центров сгибания и разгибания в наиболее четкой форме могут быть выявлены только у спинального животного.

В целостном организме реципрокные отношения между СМ центрами могут изменяться и подавляться под влиянием лабиринтных и шейных проприорецептивных рефлексов, центры которых находятся в стволовой части ГМ.

Координация этих центров в свою очередь подчинена влияниям, исходящим из подкорковых образований и коры БП, вследствие чего возможна большая изменчивость реакций.



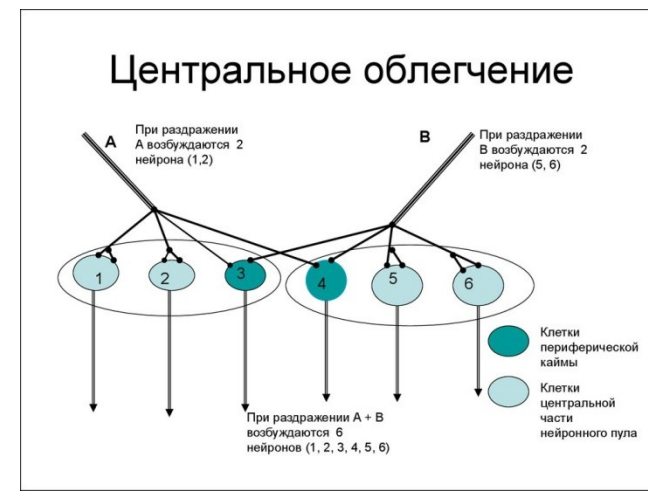
Принцип пространственного облегчения

Проявляется в том, что суммарный ответ организма при одновременном действии двух относительно слабых раздражителей будет больше суммы ответов, полученных при их раздельном действии.

Причина облегчения связана с тем, что аксон афферентного нейрона в ЦНС синаптирует с группой нервных клеток, в которых выделяют центральную (пороговую) зону и периферическую (подпороговую) «кайму».

Нейроны, находящиеся в центральной зоне, получают от каждого афферентного нейрона достаточное количество синаптических окончаний (например, по 2), чтобы сформировать потенциал действия.

Нейрон подпороговой зоны получает от тех же нейронов меньшее число окончаний (по 1), поэтому их афферентные импульсы будут недостаточны, чтобы вызвать в нейронах «каймы» генерации ПД, а возникает лишь подпороговое возбуждение.



Принцип пространственного облегчения

Вследствие этого, при **раздельном раздражении афферентных нейронов 1 и 2** возникают рефлекторные реакции, суммарная выраженность которых определяется только нейронами центральной зоны (3).

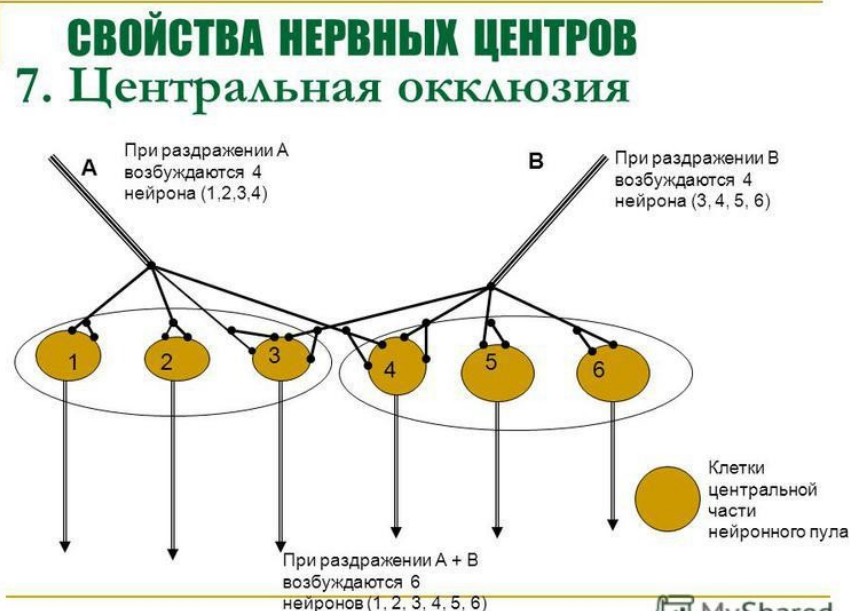
Но **при одновременном раздражении афферентных нейронов** потенциалы действия генерируются и нейронами подпороговой зоны. Поэтому выраженность такого суммарного рефлекторного ответа будет больше

Это явление получило название **центрального облегчения** (наблюдается при действии на организм слабых раздражителей).

Принцип окклюзии противоположен пространственному облегчению и заключается в том, что два афферентных входа совместно возбуждают меньшую группу мотонейронов по сравнению с эффектами при отдельной их активации.

Причина окклюзии состоит в том, что афферентные входы в силу конвергенции отчасти адресуются к одним и тем же мотонейронам, которые затормаживаются при активации обоих входов одновременно.

Явление окклюзии проявляется в случаях применения сильных афферентных раздражений.



Принцип облегчения, окклюзии. Объяснение: на нейронах НЦ оканчиваются не только волокна их собственных афферентных входов. Каждый из них получает веточки от афферентов соседнего центра.

Такая морфологическая конструкция может обуславливать развитие окклюзий (закупорки) или, наоборот, облегчения.

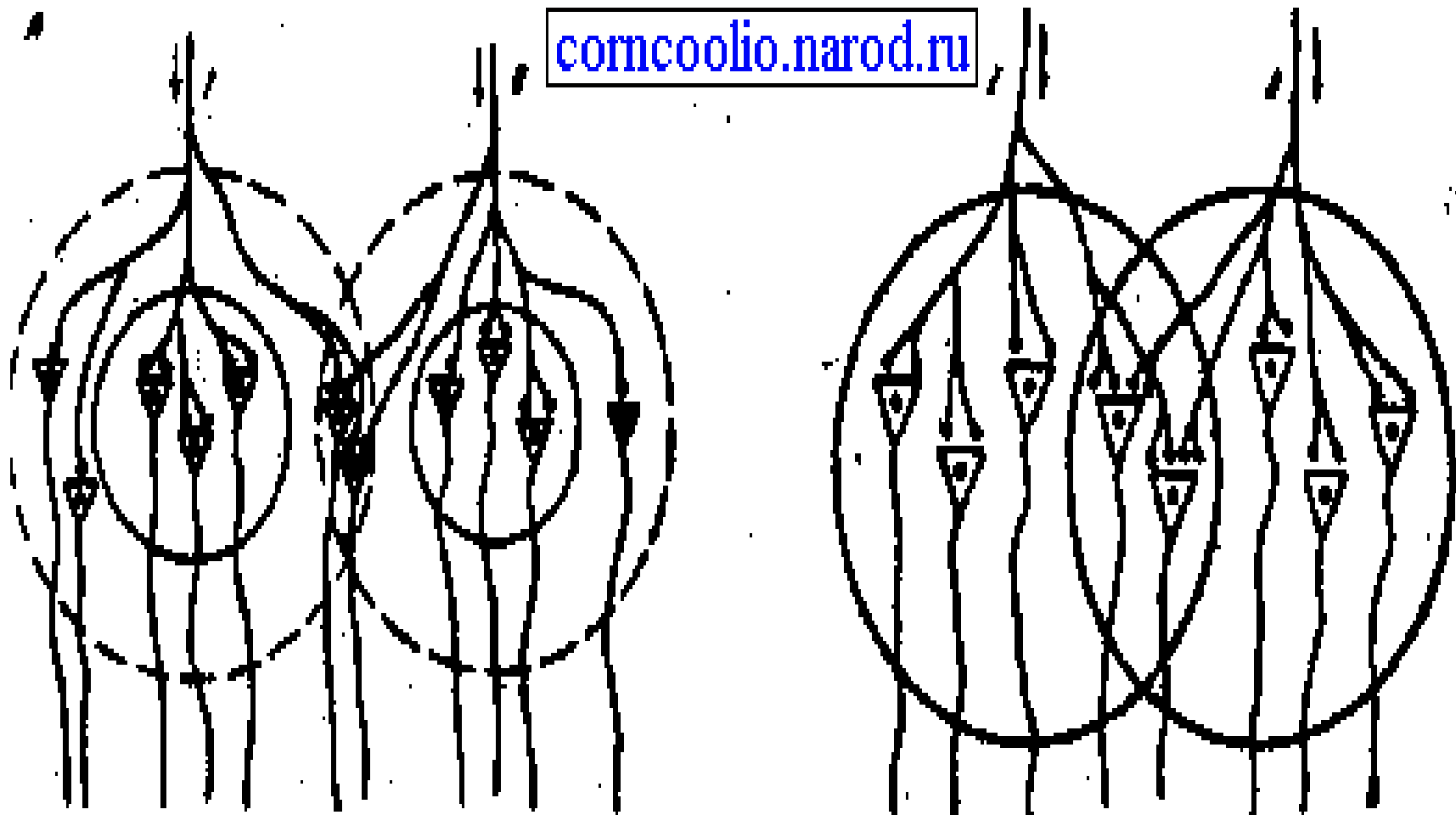
Феномен окклюзии состоит в том, что количество возбужденных нейронов при одновременном раздражении афферентных входов обоих НЦ оказывается меньше, чем арифметическая сумма возбужденных нейронов при раздельном раздражении каждого афферентного входа в отдельности.

Явление окклюзии приводит к уменьшению силы ожидаемой суммарной ответной реакции.

Феномен облегчения характеризуется противоположным эффектом.

Одновременное раздражение афферентных входов вызывает такую ответную реакцию, которая оказывается больше арифметической суммы реакций при раздельном раздражении афферентных входов.

Схема явления облегчения (А) и окклюзии (Б). Кругами обозначены центральные зоны (сплошная линия) и подпороговая "кайма" (пунктирная линия) популяции нейронов



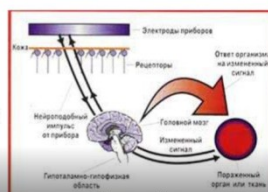
Принцип обратной связи

Афферентные импульсы, рождающиеся в организме в результате деятельности органов и тканей, получили название вторичных афферентных импульсов в отличие от тех, которые первично вызвали данный рефлекторный акт.

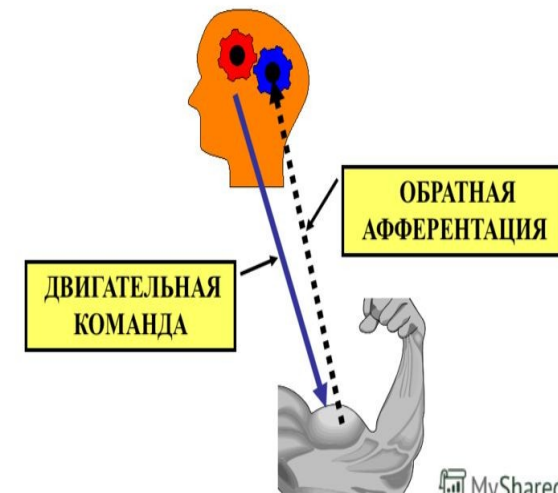
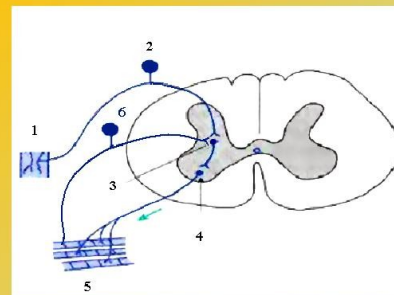
Значение вторичной афферентной импульсации в механизмах координации велико, о чем свидетельствуют эксперименты на животных с перерезкой всех чувствительных нервов конечности, так и у больных, у которых поражена проприоцептивная чувствительность, движения, ходьба утрачивают плавность и точность, становятся порывистыми.

Это происходит потому, что ЦНС утрачивает контроль над движениями.

ПРИНЦИП ОБРАТНОЙ АФФЕРЕНТАЦИИ



2. Принцип обратной связи



Принцип обратной связи

По мнению Л.А.Орбели, причина этих явлений в том, что отсутствие вторичных афферентных импульсов влечет за собой ослабление и усиление иррадиации возбуждения в ЦНС (пример: лишенная чувствительности лапа собаки производит ритмические движения, совпадающие с ритмом дыхания, собака ест – эта лапа непрерывно движется). Центры, иннервирующие деафферентированную конечность, вовлекаются в реакции, осуществляемые другими НЦ.

Вторичные афферентные импульсы осуществляют функцию «обратной связи», непрерывно сигнализируя НЦ о состоянии двигательного аппарата, в ответ на который из ЦНС к мышцам поступают новые двигательные импульсы в соответствии с условиями деятельности.

Принцип обратной связи

-поток импульсов от рецепторов в центральную нервную систему, которые несут информацию о происходящем на периферии.

Обратная связь необходима для оценки качества и полноценности рефлекторных действий в ответ на определенный раздражитель;

Виды обратной связи:

- положительная - вызывает усиление ответной реакции;
- отрицательная - вызывает торможение ответной реакции.



Нервная система сложная сеть структур пронизывающая весь орг

Принцип обратной связи

- (+) обратные связи** имеются в тех случаях, когда импульсы, приходящие с периферии, возникающие в результате какой-либо рефлекторной реакции, ее усиливают,
- (-) обратные связи**, наблюдаемые в случаях, когда эти импульсы угнетают рефлекторную реакцию. Чаще всего осуществляются (+) и (-), поскольку вторичные афферентные импульсы, возникающие при осуществлении какого-либо рефлекса в скелетной мускулатуре, вызывают или усиливают возбуждение одних центров и торможение – других.

Благодаря существованию обратной связи между НЦ и рабочими аппаратами интенсивность возбуждения различных групп нейронов в НЦ и последовательность включения различных элементов строго согласованы с мышечным движением.

Обратные связи играют исключительно важную роль в регуляции вегетативных функций: кровообращения, дыхания, пищеварения, выделения.

Обратные связи

```
graph TD; A[Обратные связи] --> B[Положительные]; A --> C[Отрицательные]
```

Положительные

импульсы с периферии, возникающие в результате какой-либо рефлекторной реакции, ее **усиливают**.

Отрицательные

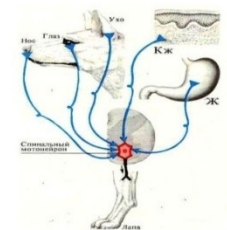
импульсы с периферии, возникающие в результате какой-либо рефлекторной реакции, ее **угнетают**.

Принцип «конечного пути»

Многие эффекторные нейроны ЦНС могут вовлекаться в осуществление различных рефлекторных реакций организма. Например, мотонейроны, иннервирующие дыхательную мускулатуру, помимо обеспечения акта вдоха участвуют в таких рефлекторных реакциях, как чихание, кашель. Т.е. одни и те же мотонейроны могут быть включены в различные рефлекторные дуги.

На мотонейронах конвергируются импульсы от коры БП и многих подкорковых центров или через вставочные нейроны, или за счет существующих прямых нервных связей. Один и тот же мотонейрон, обеспечивающий различные рефлекторные реакции, рассматривается как общий конечный путь. Так, на мотонейронах передних рогов СМ, иннервирующих мускулатуру конечности, оканчиваются волокна пирамидного тракта, экстрапирамидных путей, от мозжечка, РФ и многих других структур.

Принцип общего конечного пути в спинном мозге



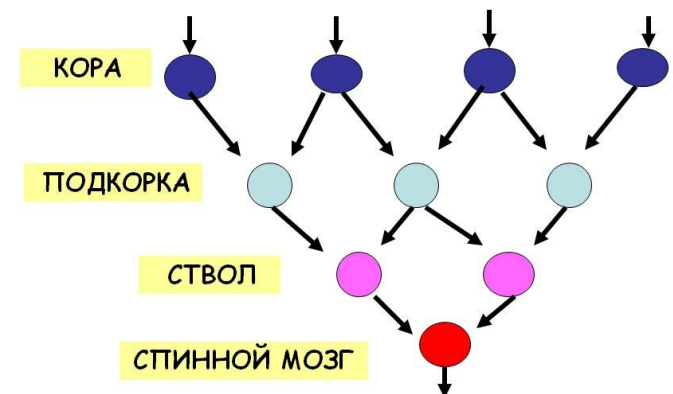
Принцип «конечного пути»

В случае адресации нескольких раздражений, каждый из которых вызывает различные рефлексы, к одним и тем же мотонейронам наблюдается сложное взаимодействие таких рефлекторных актов.

Если взаимодействующие на уровне конечного нейрона рефлексы усиливаются, т.е. происходит суммация (временная или пространственная) возбуждений, такие рефлексы называются **аллированными или союзными**.

Но чаще происходит конкуренция и вытормаживание одного рефлекса другим. Такие рефлексы, в основе взаимодействия которых лежит явление борьбы за общий конечный путь, называются **антагонистическими**.

Принцип общего конечного пути



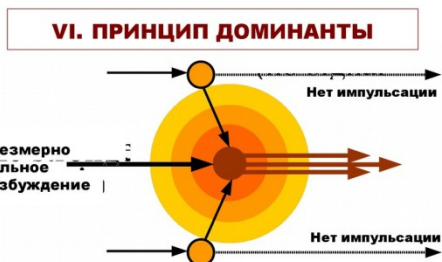
Принцип доминанты (А.А. Ухтомский)

В 1904-1911 г. А.А. Ухтомский провел серию экспериментов, которые позволили ему сформулировать один из фундаментальных принципов функционирования НС – принцип доминанты.

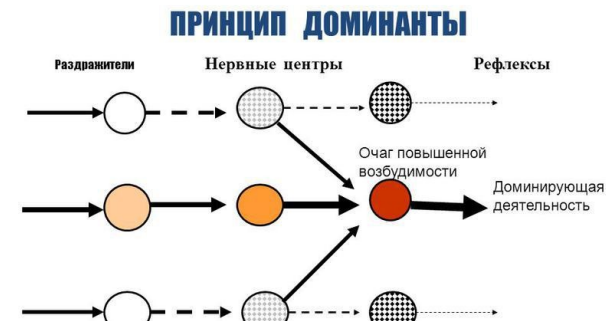
Под доминантой Ухтомский понимал господствующий очаг возбуждения, определяющий характер текущих реакций центров в данный момент. Такой доминантный центр может возникнуть в различных этажах ЦНС при достаточно длительном действии гуморальных или рефлекторных раздражителей и **характеризуется:**

- 1) наличием повышенной возбудимости;
- 2) инерционностью, обусловленной длительными следовыми процессами;
- 3) способностью к суммации и сопряженному торможению других центров, функционально несовместимых с деятельностью центров доминантного очага.

В целом **доминанта** как состояние характеризуется своей направленностью и создает определенный вектор поведения.



- Доминантный центр «притягивает» к себе возбуждение, возникшее в других центрах.
- Из всех возможных ответных реакций в данный момент может осуществиться только доминантная реакция.



Доминанта

Поведение определяется жизненными потребностями. При усилении потребности возникает временно господствующий в центральной нервной системе очаг возбуждения, нацеленный на удовлетворение именно этой потребности.



Алексей Алексеевич Ухтомский –
Российский физиолог назвал такой
механизм временного господства
возбуждения -ДОМИНАНТОЙ

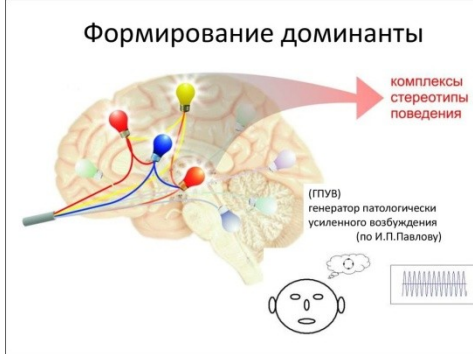
<http://www.ras.ru/n/appe/bau/m/732307e7-8d2e-49ca-9c9a-1fa7fc43a518.aspx>

Доминантный очаг возбуждения представляет собой совокупность нейронов, обладающих низким порогом – низким критическим уровнем деполяризации, т.е. характеризуется длительной, стойкой, повышенной возбудимостью.

Поскольку нейроны способны к эффективной временной пространственной суммации, рефлекторные ответные реакции, осуществляемые доминирующим центром, могут быть много сильнее и выраженнее, чем рефлекторные реакции недоминирующих центров.

Кроме того, доминантный центр не столько тормозит развитие других рефлексов, сколько усиливает свою деятельность за счет возбуждений, поступающих к другим нервным центрам.

Принцип доминанты (А.А. Ухтомский)



Указанные выше черты доминанты прослежены на примере обнимательного рефлекса у лягушек, который возникает в период спаривания в результате гормональных воздействий. Легчайшее прикосновение к мозолям на больших пальцах передних конечностей самца тотчас вызывает обнимательный рефлекс, что свидетельствует о наличии повышенной возбудимости флексорных центров конечностей. Раздражение кожи механическими, химическими или электрическими стимулами приводит к усилению рефлекса, что является показателем суммации посторонних раздражителей.

Высокий порог, необходимый для вызова защитных реакций, указывает на сопряженное торможение других центров.

Согласно современным представлениям (Ф.С. Анохина) любой поведенческий акт (в том числе и условный рефлекс), начинается с анализа и синтеза афферентной информации, которые включают в себя доминантную мотивацию, возбуждение, устраняющее избыточные степени свободы.

Доминирующий очаг возбуждения может возникнуть не только за счет гуморальных воздействий, но и под влиянием нервных сигналов, изменяющих возбудимость центральных нейронов.

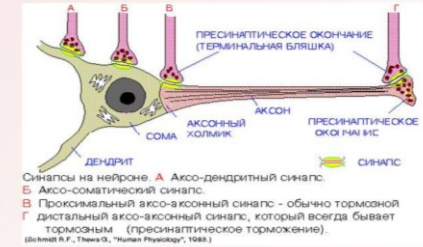
Инерционность доминанты обусловлена длительными следовыми процессами, которые могут быть **обусловлены:**

- 1) суммацией ВПСР, вызванных приходящими к нейронам подпороговыми нервными импульсами.
- 2) синаптической потенциацией (облегчением) при ритмическом раздражении пресинаптических входов.
- 3) изменением концентрации ионов K^+ в синаптической щели, которое усиливает входение Ca^{++} в пресинаптическое окончание.
- 4) метаболическими следами, связанными с влиянием медиаторов на циклазные системы постсинаптических клеток.
- 5) циклическими связями в ЦНС, способными обеспечить следовую самостимуляцию центров.

Способность к длительному хранению следовых процессов выражена по-разному в отделах ЦНС. Так, в спинальных центрах постсинаптическая потенция длится минуты; в центрах гиппокампа – часы.

Такие специализированные блоки памяти, как гиппокамп, могут быть не только участниками доминантных констелляций, но и хранителями следовых процессов от пережитых доминант, представляющих собой системную реакцию мозга.

Синапсы в ЦНС

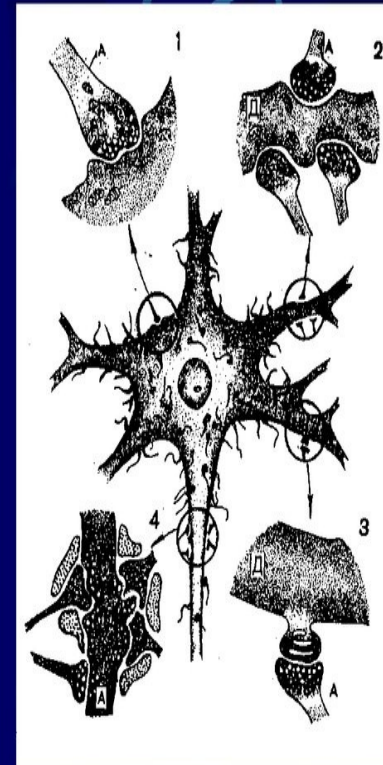


Центральные синапсы

лежат в пределах центральной нервной системы, а также находятся в ганглиях вегетативной нервной системы.

Центральные синапсы – это контакты между двумя нервными клетками, причем эти контакты неоднородны и в зависимости от того, на какой структуре первый нейрон образует синапс со вторым нейроном, различают:

Синапсы ЦНС



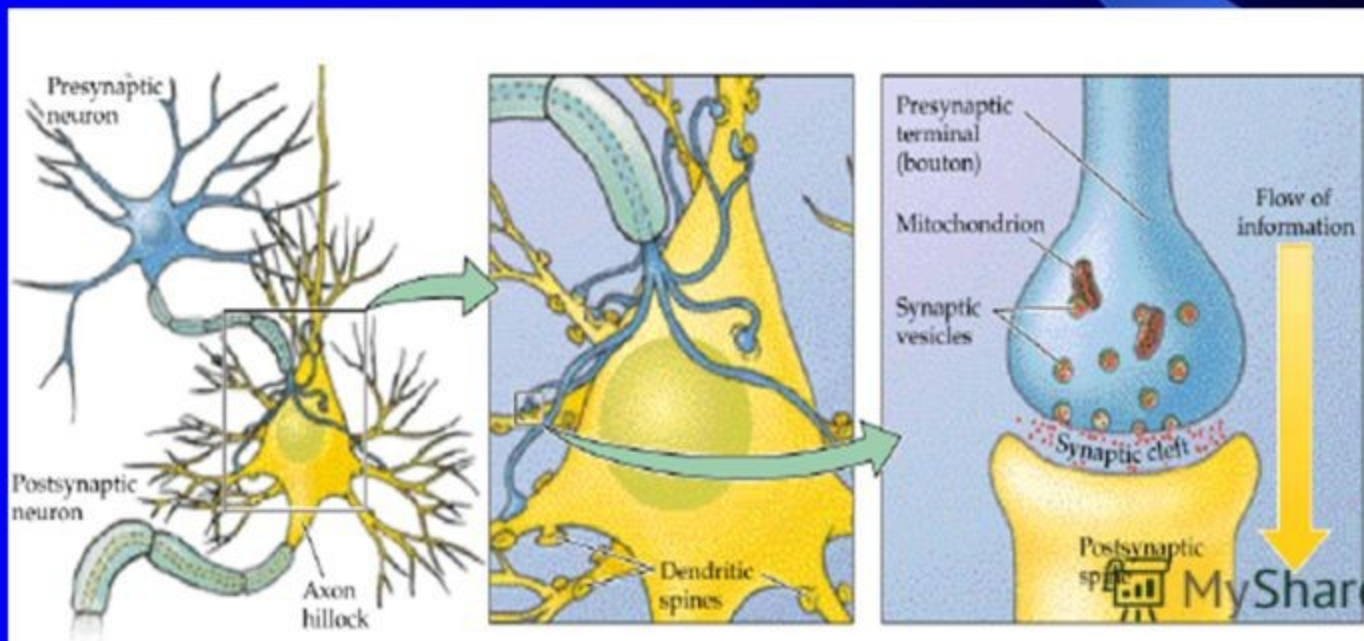
- Межнейронные синапсы:
- 1 - аксо-соматический синапс;
- 2 - аксо-дендритный синапс;
- 3 - аксо-дендритный синапс шипиковой формы;
- 4 - аксо-дендритный синапс дивергентного типа.

Разнообразие синапсов в ЦНС

По расположению:
-аксо-соматические
-аксо-дендритные
-аксо-аксональные

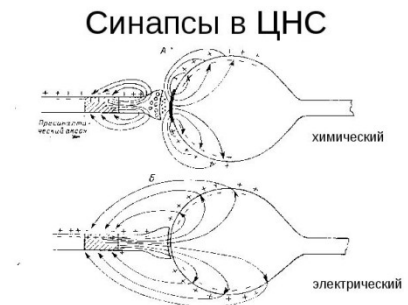
По знаку:
-возбуждающие
-тормозные

По механизму передачи:
-канальный (прямой)
-метаботропный (непрямой)



Особенности передачи возбуждения в синапсах ЦНС:

1. В ЦНС могут существовать синапсы не только с химическим, но и с электрическим, а в ряде структур ЦНС - со смешанным механизмом передачи. Чисто электрические синапсы чаще образуются между дендритами однотипных, близко расположенных нейронов. Электрические синапсы способны к двухстороннему проведению возбуждения.



2. ПД возникает в постсинаптической мембране лишь при одновременной активации нескольких нейронов (пространственная суммация) или при повторных разрядах в одном синапсе (временная суммация).

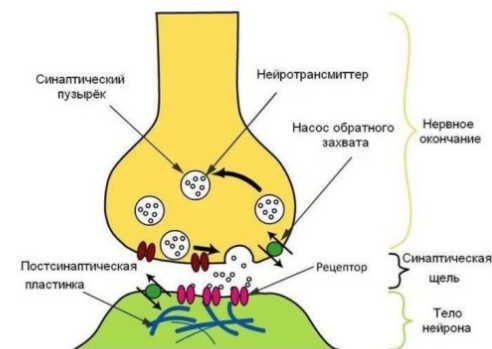
Особенности передачи возбуждения в синапсах ЦНС:

Возбуждающие химические синапсы – это синапсы, в которых в результате поступления импульса происходит деполяризация постсинаптической мембраны, вызывающей при определенных условиях ПД.

В возбуждающих синапсах под действием ацетилхолина открываются специфические натриевые каналы и калиевые каналы в постсинаптической мембране. Ионы натрия входят клетку, а ионы калия выходят из нее в соответствии с их концентрационными градиентами.

В результате происходит деполяризация постсинаптической мембраны, которая называется *ВПСП*.

Химический синапс



Структура и механизм передачи возбуждения в химических синапсах

Структурно синапс представлен пресинаптической частью, синаптической щелью и постсинаптической частью.

Пресинаптическая часть химического синапса образуется расширением аксона по его ходу или окончания. В пресинаптической части имеются агранулярные и гранулярные пузырьки. Пузырьки (кванты) содержат медиатор. Ферменты, необходимые для образования нейромедиаторов, синтезируются в перикарионе и транспортируются к синаптической терминали по аксонам.

В пресинаптическом расширении находятся митохондрии, обеспечивающие синтез медиатора, гранулы гликогена и др. При многократном раздражении пресинаптического окончания запасы медиатора в синаптических пузырьках истощаются.

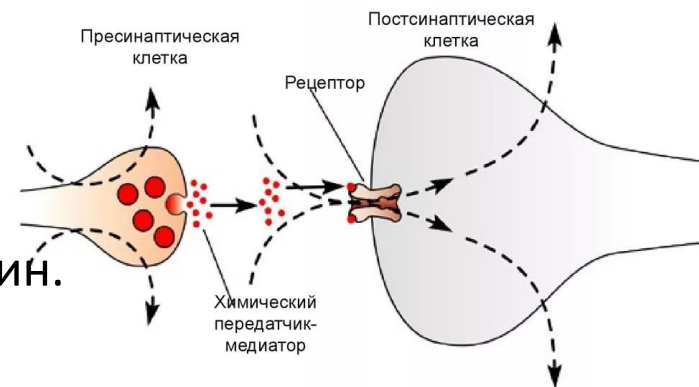
Пузырьки бывают мелкие (диаметр порядка 50 нм) и крупные (диаметр 100–200 нм).

Мелкие синаптические пузырьки содержат «классические» медиаторы.

Крупные везикулы содержат нейропептиды.

Агранулярные пузырьки содержат ацетилхолин.

Медиаторами возбуждения могут быть также производные глутаминовой и аспарагиновой кислот.



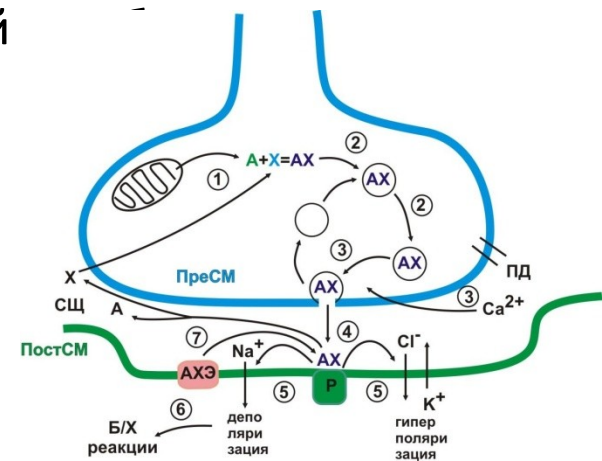
Действие медиатора на постсинаптическую мембрану

заключается в повышении ее проницаемости для ионов Na^+ . Возникновение потока ионов Na^+ из синаптической щели через постсинаптическую мембрану ведет к ее деполяризации и вызывает генерацию возбуждающего постсинаптического потенциала (ВПСП).

Для синапсов с химическим способом передачи возбуждения характерны синаптическая задержка проведения возбуждения, длящаяся около 0,5 мс, и развитие постсинаптического потенциала в ответ на пресинаптический импульс.

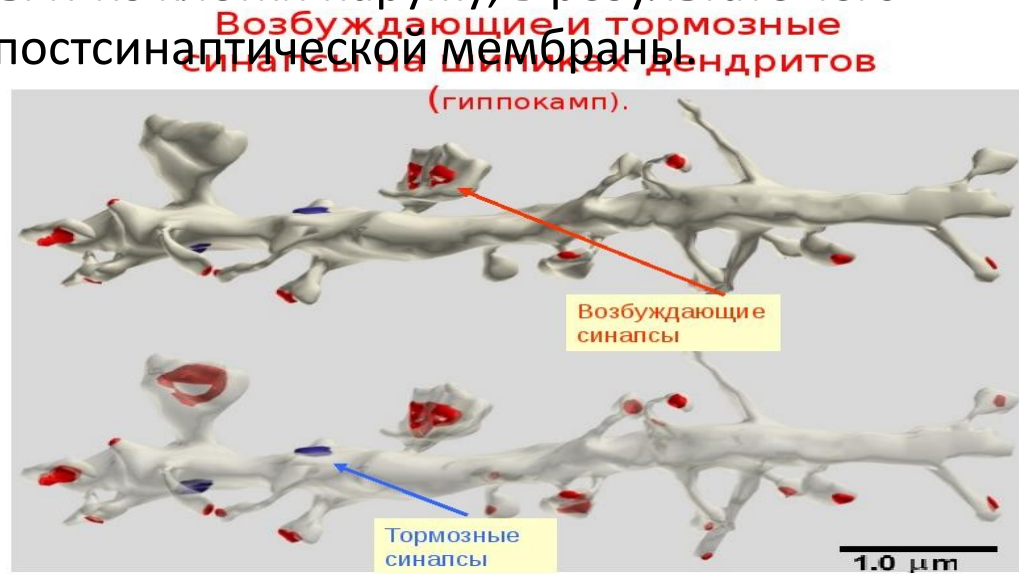
Этот потенциал при возбуждении проявляется в деполяризации постсинаптической мембраны (ВПСП), а при торможении — в гиперполяризации ее, в результате чего развивается тормозной постсинаптический потенциал (ТПСП).

При возбуждении проводимость постсинаптической увеличивается.



ВПСП возникает в нейронах при действии в синапсах ацетилхолина, норадреналина, дофамина, серотонина, глутаминовой кислоты, вещества Р. Величина ВПСП зависит от количества выделившегося медиатора и может составлять 0,12—5,0 мВ. Под влиянием ВПСП деполяризуются соседние с синапсом участки мембраны, затем деполяризация достигает аксонного холмика нейрона, где возникает возбуждение, распространяющееся на аксон.

ТПСП возникает при действии в синапсах глицина, гамма-аминомасляной кислоты. Они изменяют ионную проницаемость постсинаптической мембраны таким образом, что в ней открываются поры диаметром около 0,5 нм. Эти поры не пропускают ионы Na^+ (что вызвало бы деполяризацию мембраны), но пропускают ионы K^+ из клетки наружу, в результате чего происходит гиперполяризация постсинаптической мембраны.



Этапы синаптической передачи

1. Молекулы нейромедиатора поступают в мембранные синаптические пузырьки, располагающиеся в пресинаптической терминали и концентрирующиеся в активных зонах пресинаптической мембраны.
2. Приходящий по аксону ПД деполяризует пресинаптическую мембрану.
3. Вследствие деполяризации открываются потенциалозависимые Ca^{2+} -каналы, и Ca^{2+} поступает в терминаль.
4. Увеличение внутриклеточного Ca^{2+} запускает слияние синаптических пузырьков с пресинаптической мембраной и выброс нейромедиатора в синаптическую щель (экзоцитоз).
5. Кванты нейромедиатора, поступившие в синаптическую щель, диффундируют в ней. Часть молекул нейромедиатора связывается со специфичными для них рецепторами постсинаптической мембраны.
6. Связавшие нейромедиатор рецепторы активированы, что приводит к изменению поляризации постсинаптической мембраны либо прямо (поступление ионов через ионотропные рецепторы) либо опосредованно — активация ионных каналов через систему G-белка (метаботропные рецепторы).
7. Инактивация нейромедиаторов происходит либо путём их ферментной деградации, либо молекулы нейромедиатора захватываются клетками.

Таким образом, **синаптическая передача — сложный каскад событий.**

Многие неврологические и психиатрические заболевания сопровождаются нарушением синаптической передачи.

Различные ЛС влияют на синаптическую передачу, вызывая нежелательный эффект (например, галлюциногены) или, наоборот, корригируя патологический процесс (например, психофармакологические антипсихотические средства).

Характеристика отдельных нейромедиаторов

Ацетилхолин секретируется из терминалей соматических мотонейронов (нервно-мышечные синапсы), преганглионарных волокон, постганглионарных холинергических (парасимпатических) волокон вегетативной нервной системы и разветвлений аксонов многих нейронов ЦНС (базальные ганглии, двигательная кора).

Синтезируется из холина и ацетил-КоА при помощи холинацетилтрансферазы, взаимодействует с холинорецепторами нескольких типов. Кратковременное взаимодействие лиганда с рецептором прекращает ацетилхолинэстеразу, гидролизующую ацетилхолин на холин и ацетат.

Дофамин — нейромедиатор в окончаниях некоторых аксонов периферических нервов и многих нейронов ЦНС (чёрное вещество, средний мозг, гипоталамус). После секреции и взаимодействия с рецепторами дофамин активно захватывается пресинаптической терминалью, где его расщепляет моноаминооксидаза.

Дофамин метаболизирует с образованием ряда веществ, в т.ч. гомованилиновой кислоты.

Характеристика отдельных нейромедиаторов

Норадреналин секретируется из большинства постганглионарных симпатических волокон и является нейромедиатором между многими нейронами ЦНС (например, гипоталамус, голубоватое место). Образуется из дофамина путём гидролиза при помощи дофамин- β -гидроксилазы. Норадреналин хранится в синаптических пузырьках, после высвобождения взаимодействует с адренорецепторами, реакция прекращается в результате захвата норадреналина пресинаптической частью.

Уровень норадреналина определяется активностью тирозин гидроксилазы и моноаминоксидазы. Норадреналин — мощный вазоконстриктор, эффект происходит при взаимодействии нейромедиатора с ГМК стенки кровеносных сосудов.

Серотонин (5-гидрокситриптамин) — нейромедиатор многих центральных нейронов (например, ядра шва, нейроны восходящей ретикулярной активирующей системы).

Предшественником служит триптофан, гидроксилируемый триптофангидроксилазой до 5-гидрокситриптофана с последующим декарбоксилированием декарбоксилазой L-аминокислот. Расщепляется моноаминоксидазой с образованием 5-гидроксииндолуксусной кислоты.

Характеристика отдельных нейромедиаторов

- g-Аминомасляная кислота**— тормозный нейромедиатор в ЦНС (базальные ганглии, мозжечок). Образуется из глутаминовой кислоты под действием декарбоксилазы глутаминовой кислоты, захватывается из межклеточного пространства пресинаптической частью и деградирует под влиянием трансаминазы ГАМК.
- b-Эндорфин**— нейромедиатор полипептидной природы многих нейронов ЦНС (гипоталамус, миндалина мозжечка, таламус, голубоватое место).
- **Метионин–энкефалинилейцин–энкефалин**— небольшие пептиды (5 аминокислотных остатков), присутствующие во многих нейронах ЦНС (бледный шар, таламус, хвостатое ядро, центральное серое вещество). Как и эндорфин, образуются из проопиомеланокортина. После секреции взаимодействуют с пептидергическими (опиоидными) рецепторами.

Характеристика отдельных нейромедиаторов

Динорфины. Эта группа нейромедиаторов состоит из 7 пептидов близкой аминокислотной последовательности, которые присутствуют в нейронах тех же анатомических областей, что и энкефалинергические нейроны. Образуются из продинорфина, инактивируются путём гидролиза.

Вещество Р — нейромедиатор пептидной природы в нейронах центральной и периферической нервной системы (базальные ганглии, гипоталамус, спинномозговые узлы). Передача болевых стимулов реализуется при помощи вещества Р и опиоидных пептидов.

Глицин, глутаминовая и аспарагиновая кислоты. Эти аминокислоты в некоторых синапсах являются нейромедиаторами (глицин во вставочных нейронах спинного мозга, глутаминовая кислота — в нейронах мозжечка и спинного мозга, аспарагиновая кислота — в нейронах коры). Глутаминовая и аспарагиновая кислоты вызывают возбуждающие ответы, а глицин — тормозные.

Свойства синапсов в ЦНС

- 1) Относительная медиаторная специфичность синапса, т. е. каждый синапс имеет свой доминирующий медиатор;
- 2) наличие хемочувствительных рецепторуправляемых каналов постсинаптической мембраны;
- 3) возможность действия специфических блокирующих агентов на рецептирующие структуры постсинаптической мембраны;
- 4) увеличение длительности постсинаптического потенциала мембраны при подавлении действия ферментов, разрушающих синаптический медиатор;
- 5) развитие в постсинаптической мембране ПСП из миниатюрных потенциалов, обусловленных квантами медиатора;
- 6) зависимость длительности активной фазы действия медиатора в синапсе от свойств медиатора;
- 7) односторонность проведения возбуждения;
- 8) увеличение выделения квантов медиатора в синаптическую щель пропорционально частоте приходящих по аксону импульсов;
- 9) зависимость увеличения эффективности синаптической передачи от частоты использования синапса («эффект тренировки»);
- 10) утомляемость синапса, развивающаяся в результате длительного высокочастотного его стимулирования. В этом случае утомление может быть обусловлено истощением и несвоевременным синтезом медиатора в пресинаптической части синапса или глубокой, стойкой деполяризацией постсинаптической мембраны (пессимальное торможение).

Электрические синапсы

Помимо химической передачи в синапсах, между нейронами, а также нейронами и глиоцитами возможна и электрическая передача возбуждения — при помощи щелевых контактов, обеспечивающих электротоническое, метаболическое и информационное сообщение между контактирующими клетками.

По отношению к таким межклеточным контактам между нервными элементами применяют термин «эфапс» (греч. ephapsis — прикосновение, касание, контакт).

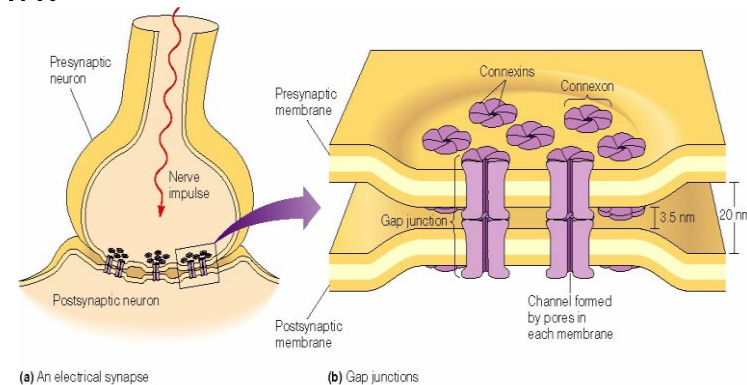
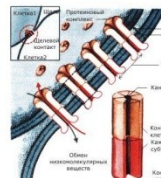
В сетчатке глаза горизонтальные клетки связаны между собой щелевыми контактами. Благодаря этому локальные потенциалы, потенциалы действия, а также продукты метаболизма и красители (в эксперименте) могут распространяться от клетки к клетке, оказывая значительное влияние на процесс переработки зрительной информации.

Строение и работа электрического синапса

- Ширина синаптической щели 5 нм
- диаметр поры 1 нм
- падение токов в 2-4 раза
- задержка проведения 0,1 мс

Электрический синапс с щелевым контактом

- Протеиновые комплексы (коннексоны) образуют каналы, которые связывают цитоплазму соседних клеток и при помощи которых возможен обмен низкомолекулярных веществ, прежде всего ионов.
- Электрические синапсы не имеют временной задержки, обеспечивают двустороннюю передачу возбуждения, обеспечивают только возбуждение, плохо хранят следы предшествующей активности.



Нервные центры и их свойства

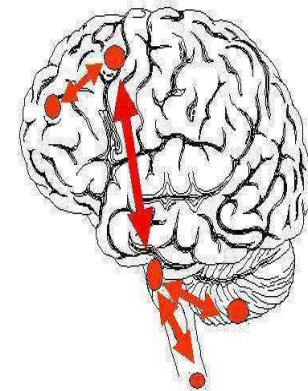
Нейроны ЦНС для осуществления сложных и многообразных функций объединяются в нервные центры.

Нервный центр - это совокупность нейронов, принимающих участие в осуществлении конкретного рефлекса (мигания, глотания, кашля и т. д.) .

В целом организме при формировании сложных адаптивных процессов происходит функциональное объединение нейронов, расположенных на различных уровнях ЦНС.

Такое объединение (нервный центр в широком смысле слова) позволяет осуществлять наиболее адекватное для конкретных условий осуществления рефлекторной деятельности.

ПРИНЦИП СУБОРДИНАЦИИ
НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ



Определения нервного центра



Нервный центр – совокупность нейронов, согласованная деятельность которых осуществляет регуляцию отдельных функций организма

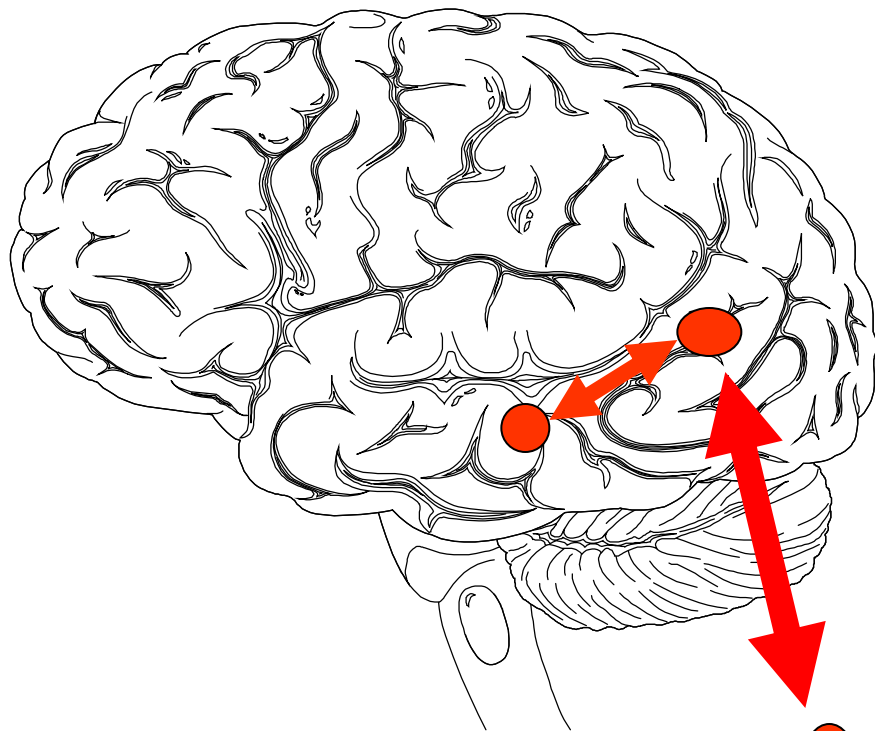
В анатомическом смысле

Нервный центр – это совокупность нейронов, занимающая локальную зону ЦНС, без которой осуществление функции становится невозможным

В физиологическом смысле

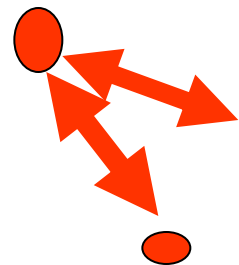
Нервный центр – это функциональное объединение группировок нервных элементов на различных уровнях ЦНС (от спинного мозга до коры головного мозга) с целью выполнения сложных рефлекторных актов (т.е. делают функцию более совершенной)

ПРИНЦИП СУБОРДИНАЦИИ НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ

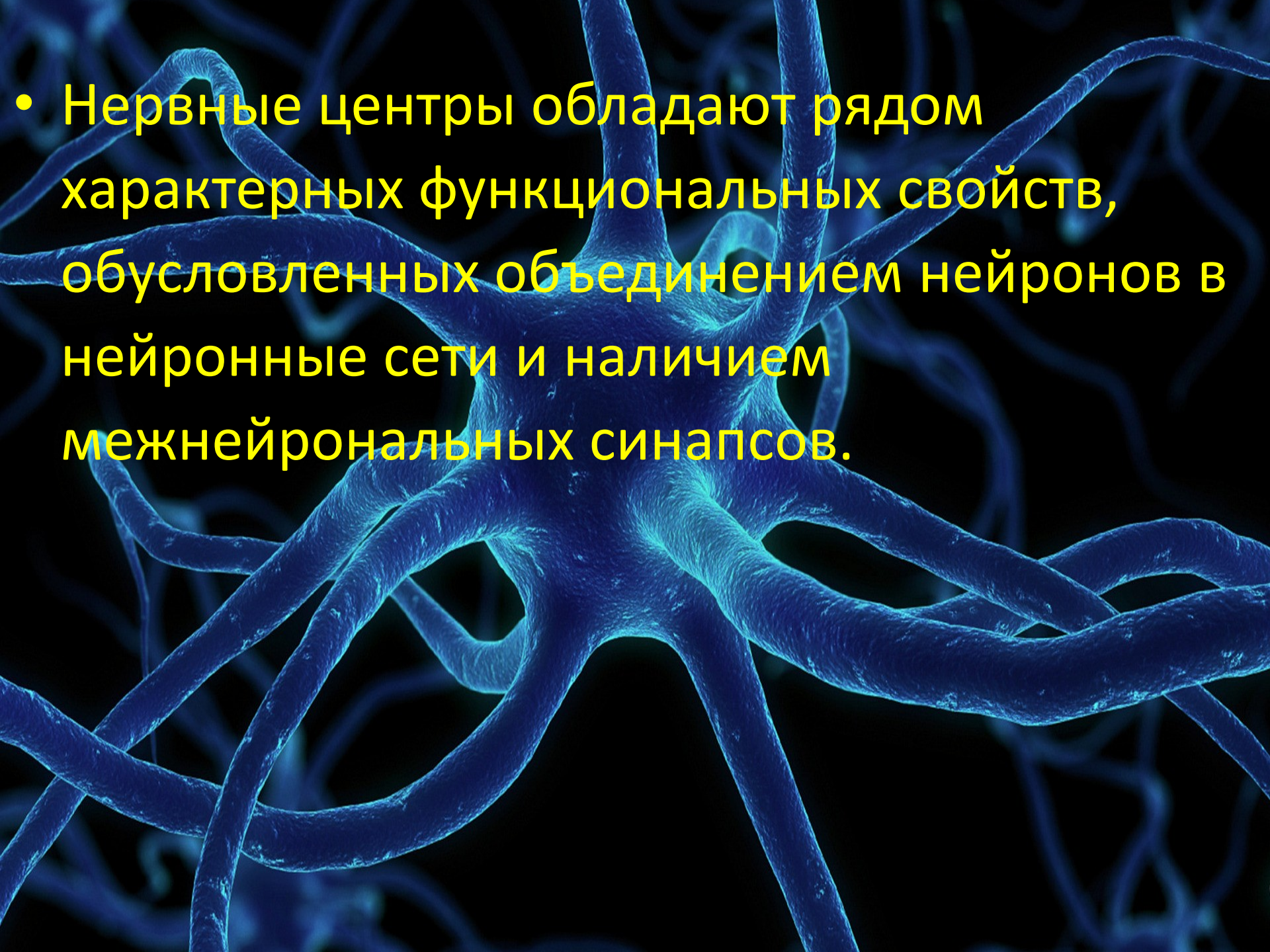


Чем позже созревает отдел ЦНС в процессе филогенетического развития или в процессе онтогенеза, тем сложнее и многообразнее его строение и функции, и тем отчетливее проявляется по отношению к другим отделам НС его

руководящая, субординирующая роль



- Нервные центры обладают рядом характерных функциональных свойств, обусловленных объединением нейронов в нейронные сети и наличием межнейронных синапсов.

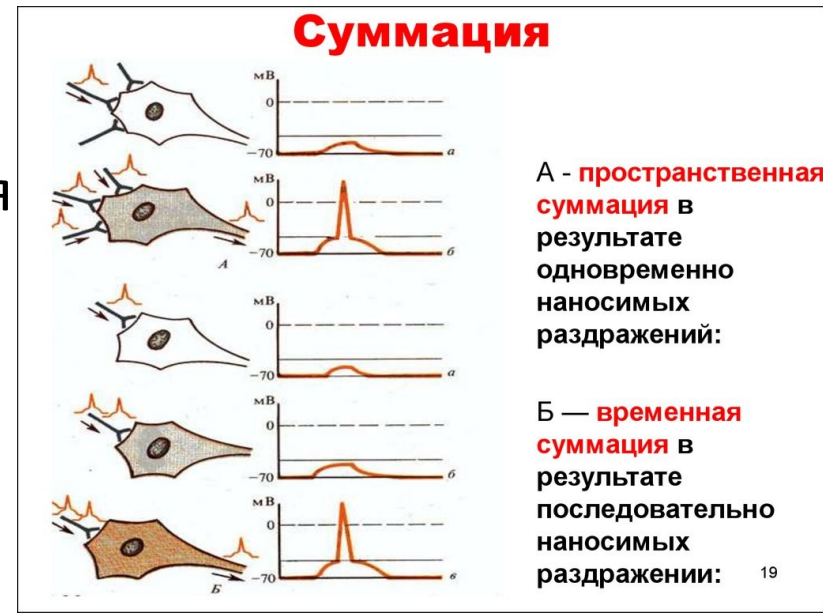


Основные свойства нервных центров

- Односторонне проведение возбуждения.
- Задержка проведения возбуждения (синаптическая задержка).
- Суммация возбуждений.
- Трансформация ритма возбуждения.
- Рефлекторное последствие.
- Высокая чувствительность к недостатку кислорода и к действию различных химических веществ, особенно ядов.
- Быстрая утомляемость.
- Низкая лабильность.
- Легко возникает процесс торможения.
- Тонус.
- Низкая аккомодационная способность.
- Пластичность.
- Посттетаническая потенция.

Основные из этих свойств:

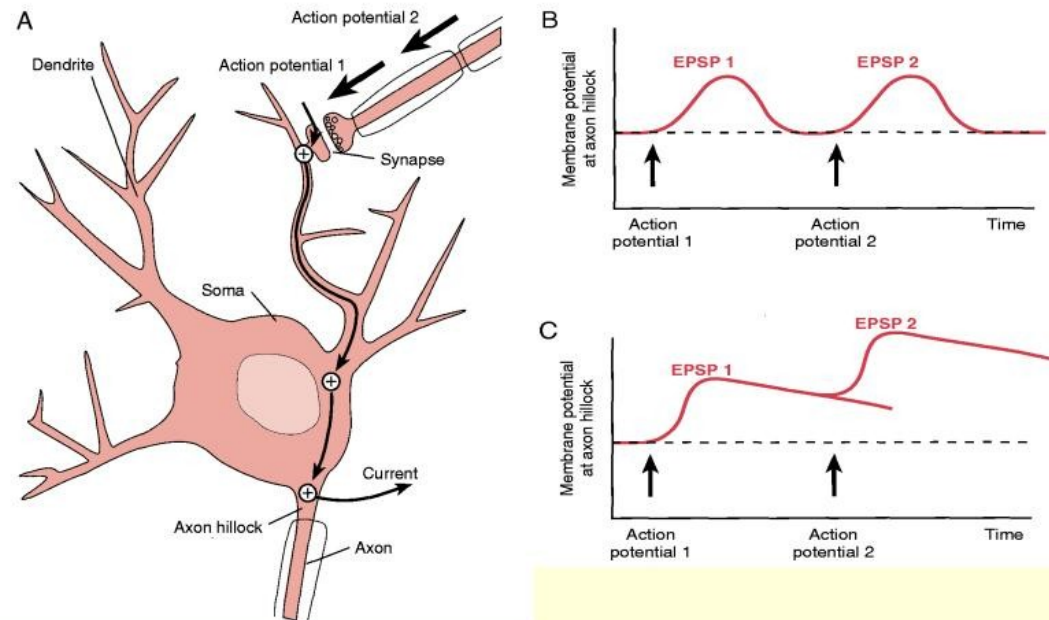
1. **Возбуждение в нервных центрах распространяется односторонне** - от рецептора к эффектору, что обуславливается свойством химических синапсов односторонне проводить возбуждение от пресинаптической мембраны к постсинаптической.
2. **Возбуждение в нервных центрах проводится медленнее, чем по нервному волокну.** Это обусловлено замедленным проведением возбуждения через синапс (синаптическая задержка) .
3. В нервных центрах осуществляется **суммация возбуждений.**



Различают два вида суммации:

временная или последовательная, если импульсы возбуждения приходят к нейрону по одному и тому же пути через один синапс с интервалом меньше, чем время полной реполяризации постсинаптической мембраны.

В этих условиях ВПСП на постсинаптической мембране суммируются и доводят ее деполяризацию до уровня, достаточного для генерации нейроном потенциала действия;



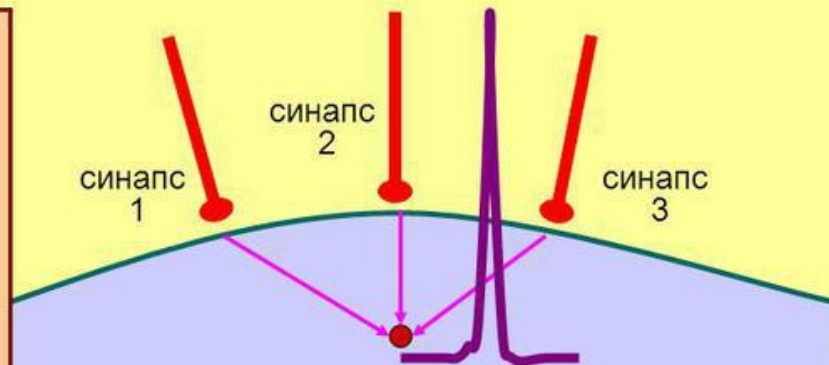
Временная суммация возбуждения

пространственная или одновременная - наблюдается в том случае, когда импульсы возбуждения поступают к нейрону одновременно через разные синапсы (рис.).

Кроме «временной» выделяют также **пространственную** суммацию. В этом случае накладываются друг на друга ВПСП, обусловленные одновременным срабатыванием нескольких соседних синапсов.

Ситуация **пространственной** суммации соответствует логической ячейке по типу «И»: сигнал будет передаваться дальше, если выполнено несколько условий.

По такому принципу идет, например, опознавание сенсорных образов. При этом каждый синапс сообщает о наличии определенного признака: «вижу черный объект», «вижу квадрат», «вижу белый фон». Какой образ опознаем?



В этой точке мембраны нейрона произойдет запуск ПД, если $[\text{ВПСП}_1 + \text{ВПСП}_2 + \text{ВПСП}_3] \geq$ порогового стимула

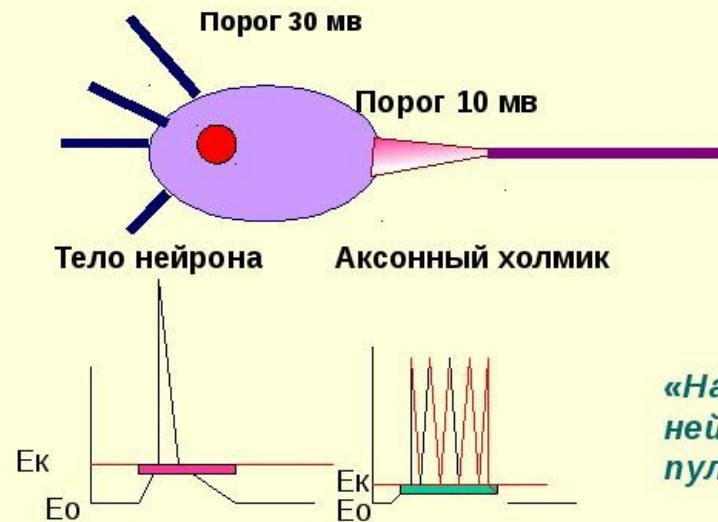


4. Трансформация ритма возбуждения

- изменение количества импульсов возбуждения, выходящих из нервного центра, по сравнению с числом импульсов, приходящих к нему.

Трансформация ритма

*Триггерные свойства
аксонного холмика*



*«На ружейный выстрел
нейрон отвечает
пулеметной очередью»*

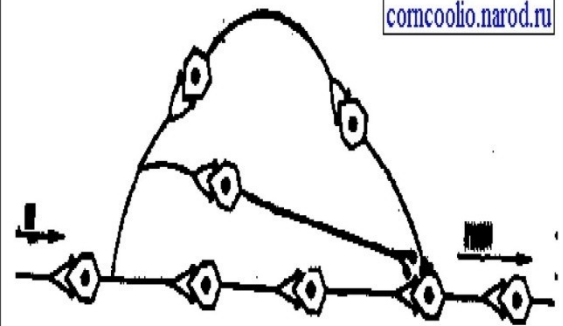
Различают два вида трансформации:

понижающая трансформация, в основе которой, в основном, лежит явление суммации возбуждений (пространственной и временной), когда в ответ на несколько возбуждений, пришедших к нервной клетке, в последней возникает только одно возбуждение;

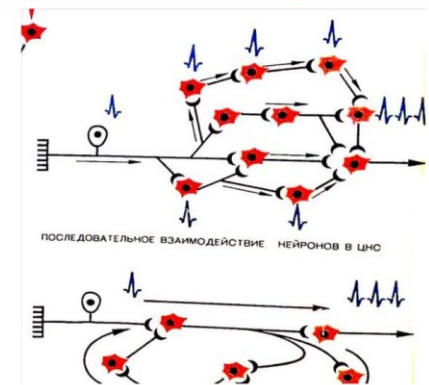
повышающая трансформация, в ее основе лежат механизмы умножения (мультипликации), способные резко увеличить количество импульсов возбуждения (рис.).

Схема умножения (мультипликации) возбуждения в центральной нервной

comcoolio.narod.ru



Трансформация ритма возбуждения



5. Рефлекторное последствие

заключается в том, что рефлекторная реакция заканчивается позже прекращения действия раздражителя.

Это явление обусловлено двумя причинами:

длительной следовой деполяризацией мембраны нейрона, на фоне которой могут возникать несколько потенциалов действия, обеспечивающих кратковременное рефлекторное последствие;

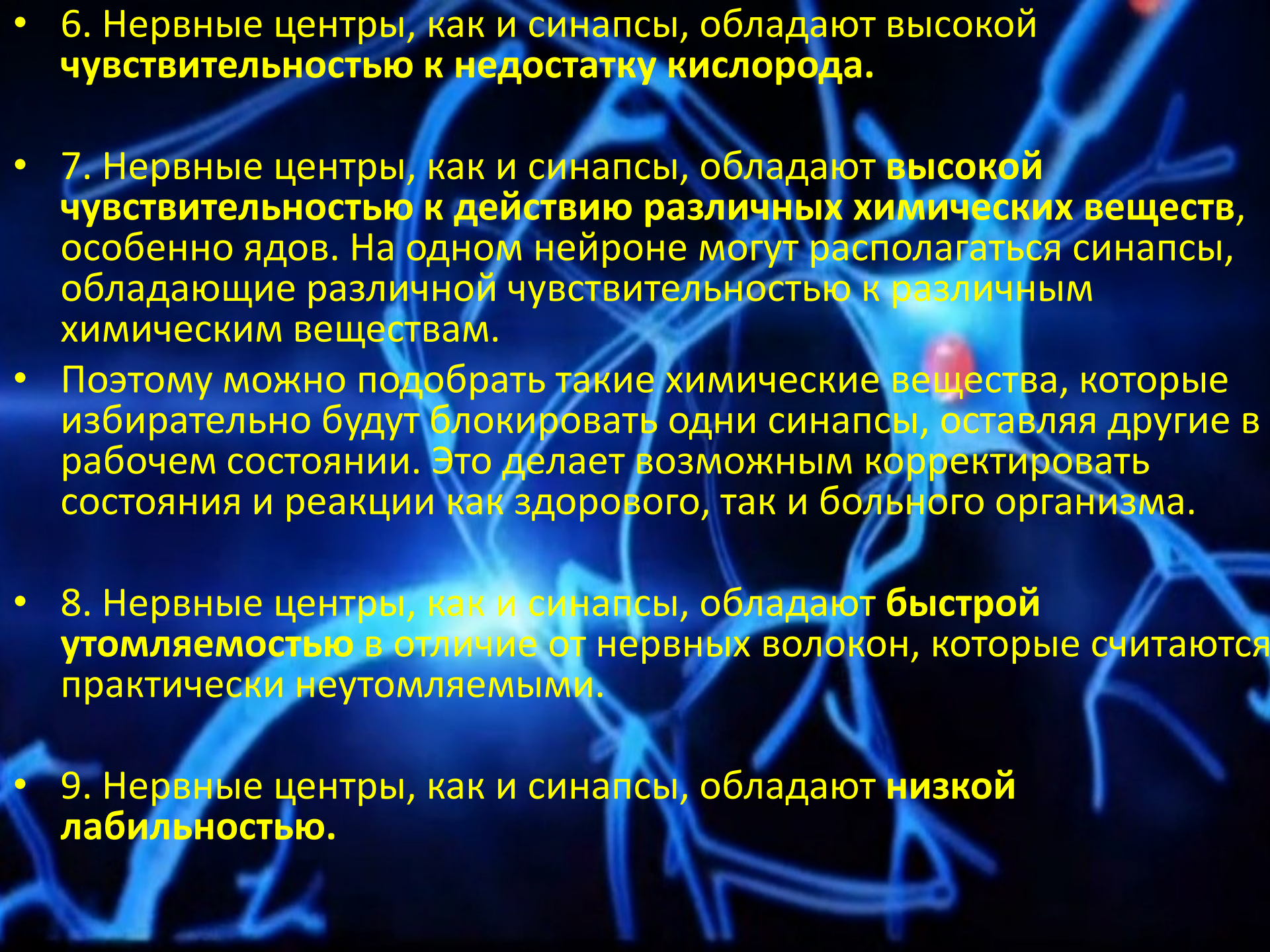
продолжительным выходом возбуждения к эффектору в результате циркуляции (реверберации) возбуждения в нейронной сети типа "нейронной ловушки" (рис.).

Возбуждение, попадая в такую сеть, может длительное время циркулировать в ней, обеспечивая длительное рефлекторное последствие. Возбуждение в такой цепочке может циркулировать до тех пор, пока какое-либо внешнее воздействие затормозит этот процесс или в ней наступит утомление.

Причины:

1. Суммация следовой деполяризации при длительном возбуждении



- 
- 6. Нервные центры, как и синапсы, обладают **высокой чувствительностью к недостатку кислорода.**
 - 7. Нервные центры, как и синапсы, обладают **высокой чувствительностью к действию различных химических веществ**, особенно ядов. На одном нейроне могут располагаться синапсы, обладающие различной чувствительностью к различным химическим веществам.
 - Поэтому можно подобрать такие химические вещества, которые избирательно будут блокировать одни синапсы, оставляя другие в рабочем состоянии. Это делает возможным корректировать состояния и реакции как здорового, так и больного организма.
 - 8. Нервные центры, как и синапсы, обладают **быстрой утомляемостью** в отличие от нервных волокон, которые считаются практически неутомляемыми.
 - 9. Нервные центры, как и синапсы, обладают **низкой лабильностью.**

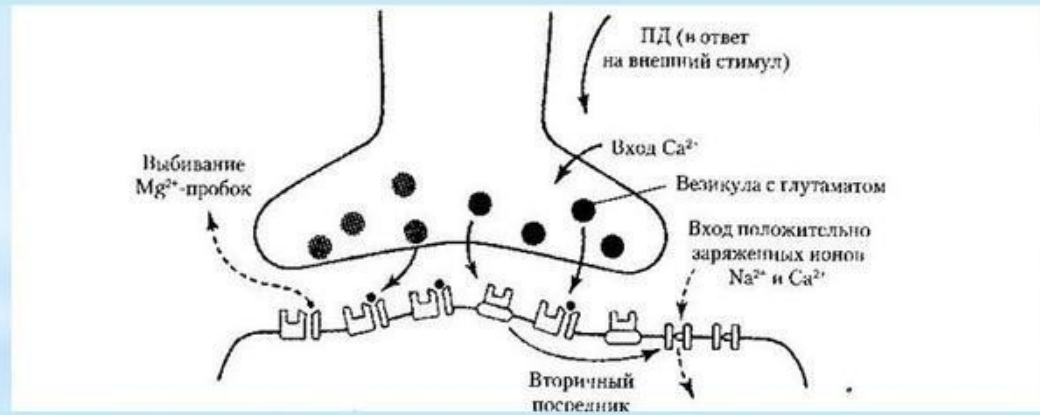
10. В нервных центрах **легко возникает** процесс **торможения**.
11. **Нервные центры обладают тонусом**, который выражается в том, что даже при отсутствии специальных раздражений, они постоянно посылают импульсы к рабочим органам.
12. **Нервные центры, как и синапсы**, обладают низкой аккомодационной способностью, т. е. они способны реагировать на раздражающие факторы, медленно нарастающие по силе.
13. **Нервные центры обладают пластичностью** - способностью изменять собственное функциональное назначение и расширять свои функциональные возможности.



14. Посттетаническая потенцияция - явление усиления рефлекторного ответа после длительного ритмического раздражения нервного центра. Оно обусловлено сохранением определенного уровня ВПСР на нейронах центра, что облегчает проведение последующих возбуждений через синапсы.

Механизм долговременной потенциации

В исходном состоянии в синапсе, способном к долговременной потенциации, NMDG-рецепторы инактивированы, так как их канал перекрыт ионом Mg^{++} (магниевая пробка). ПД инициирует выход ионов Mg^{++} из каналов собственных NMDG-рецепторов, что приводит их в рабочее состояние. Возврат пробок в каналы NMDG-рецепторов осуществляется медленно, и все это время синапс остается в состоянии готовности к проведению информации.



Система долговременной потенциации чувствительна к электрошоку, токсинам, травматическим повреждениям мозга. Электрический разряд нарушает работу глутаматных каналов с Mg -пробкой. Это является причиной ретроградной амнезии.

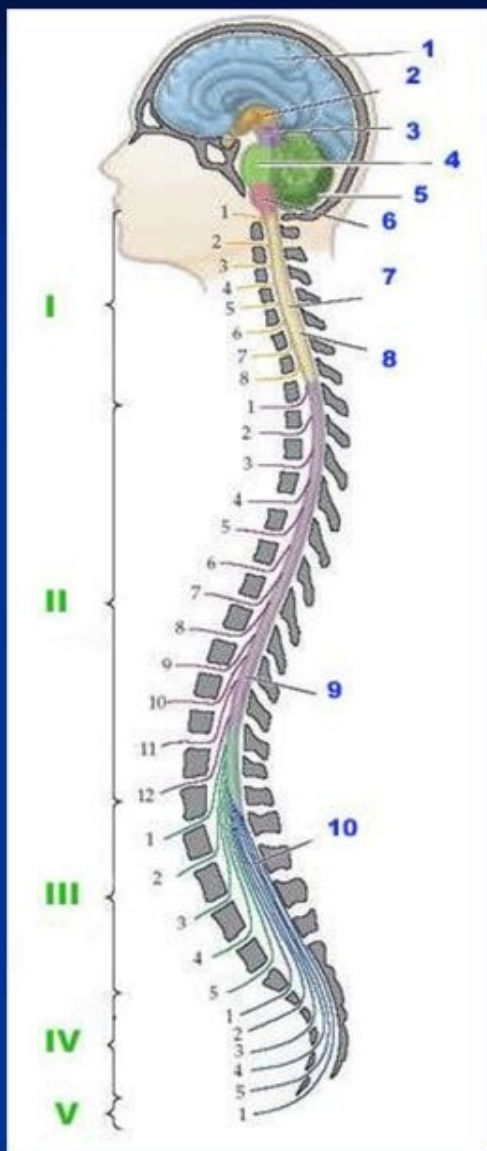
ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

В ЦНС различают :

Сегментарные отделы (спинной, продолговатый и средний мозг) - регулируют функции отдельных частей тела, лежащих на том же уровне.

Надсегментарные отделы (промежуточный мозг, мозжечок, КБП) не имеют прямых связей с органами тела, но управляют их деятельностью через нижележащие сегментарные отделы.

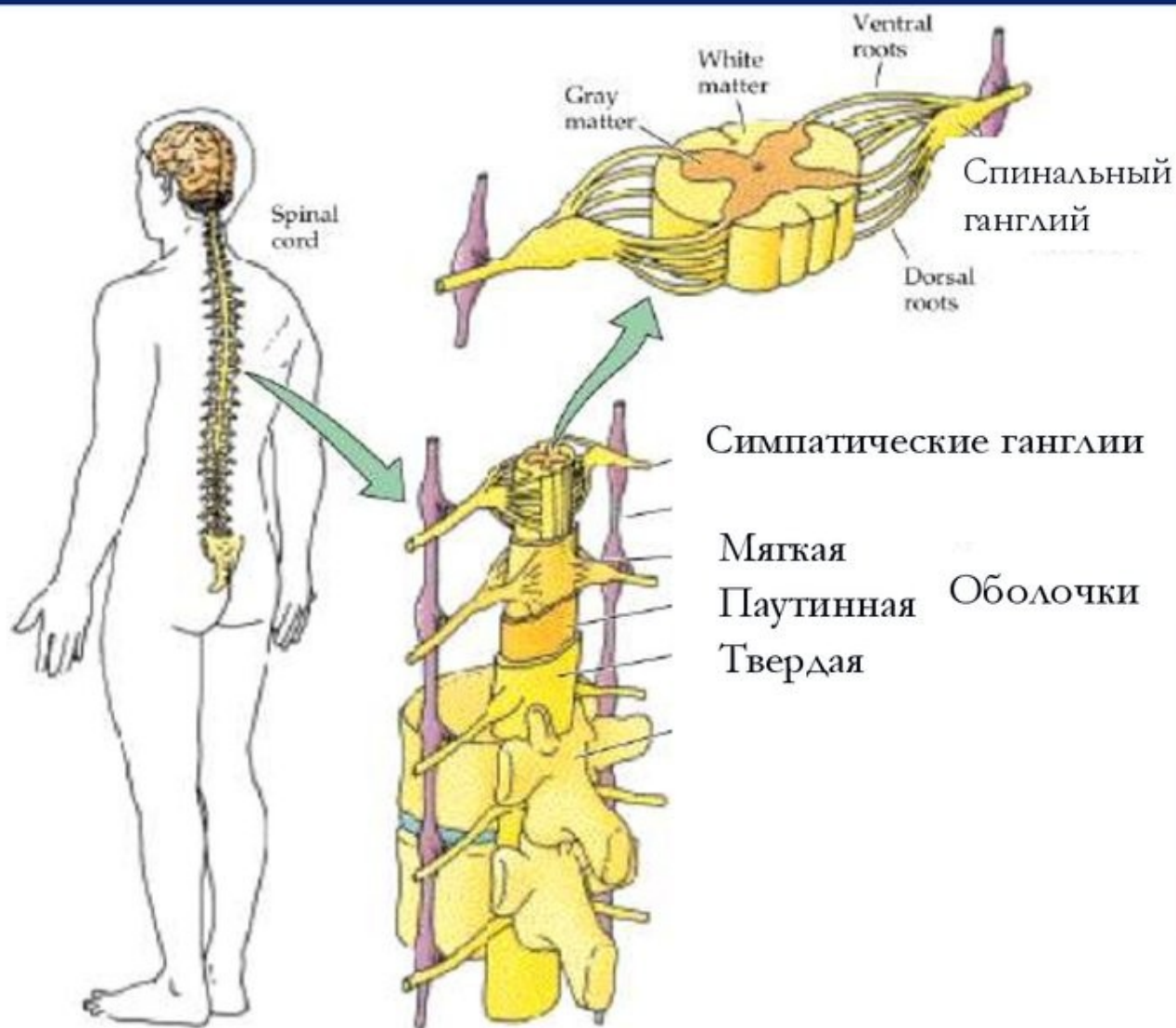
Общий план строения центральной нервной системы



- Головной мозг:
- 1. конечный мозг
- 2. промежуточный_мозг.
- 3. средний_мозг.
- 4. мост.
- 5. мозжечок.
- 6. продолговатый мозг.
- 7. Спинной мозг:
 - I - шейные нервы.
 - II - грудные нервы.
 - III - поясничные нервы.
 - IV - крестцовые нервы.
 - V - копчиковые нервы.
- 8. Шейное утолщение.
- 9. Поясничное утолщение.
- 10. «Конский хвост»

Спинной мозг

Длина 43 см,
вес 35 гр
 10^7 нейронов



Функции:

Проводящая

Рефлекторная

(позный, чесательный
рефлексы и т.п.)

Начальная обработка
информации

31 сегмент:

Шейный 8

Грудной 12

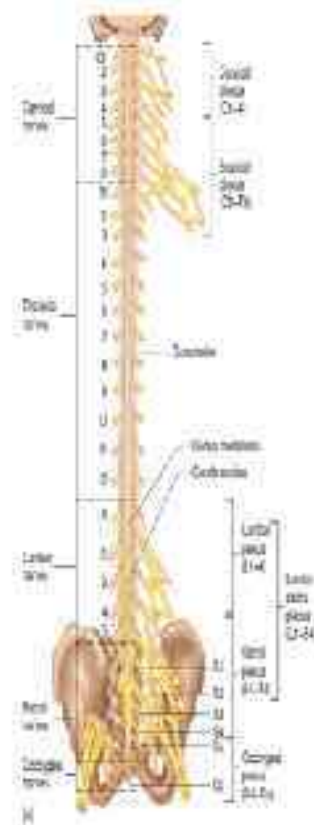
Поясничной 5

Крестцовый 5

Копчиковый 1

1. Физиология спинного мозга

- Спинной мозг представляет собой нервный тяж длиной около 45 см у мужчин и около 42 см у женщин. Он имеет сегментарное строение (31 — 33 сегмента) — каждый его участок связан с определенным метамерным сегментом тела.
- Спинной мозг анатомически делят на пять отделов: шейный грудной поясничный крестцовый и копчиковый.
- Общее число нейронов в спинном мозге приближается к 13 млн. Большинство из них (97 %) являются интернейронами, 3 % относят к эфферентным нейронам.



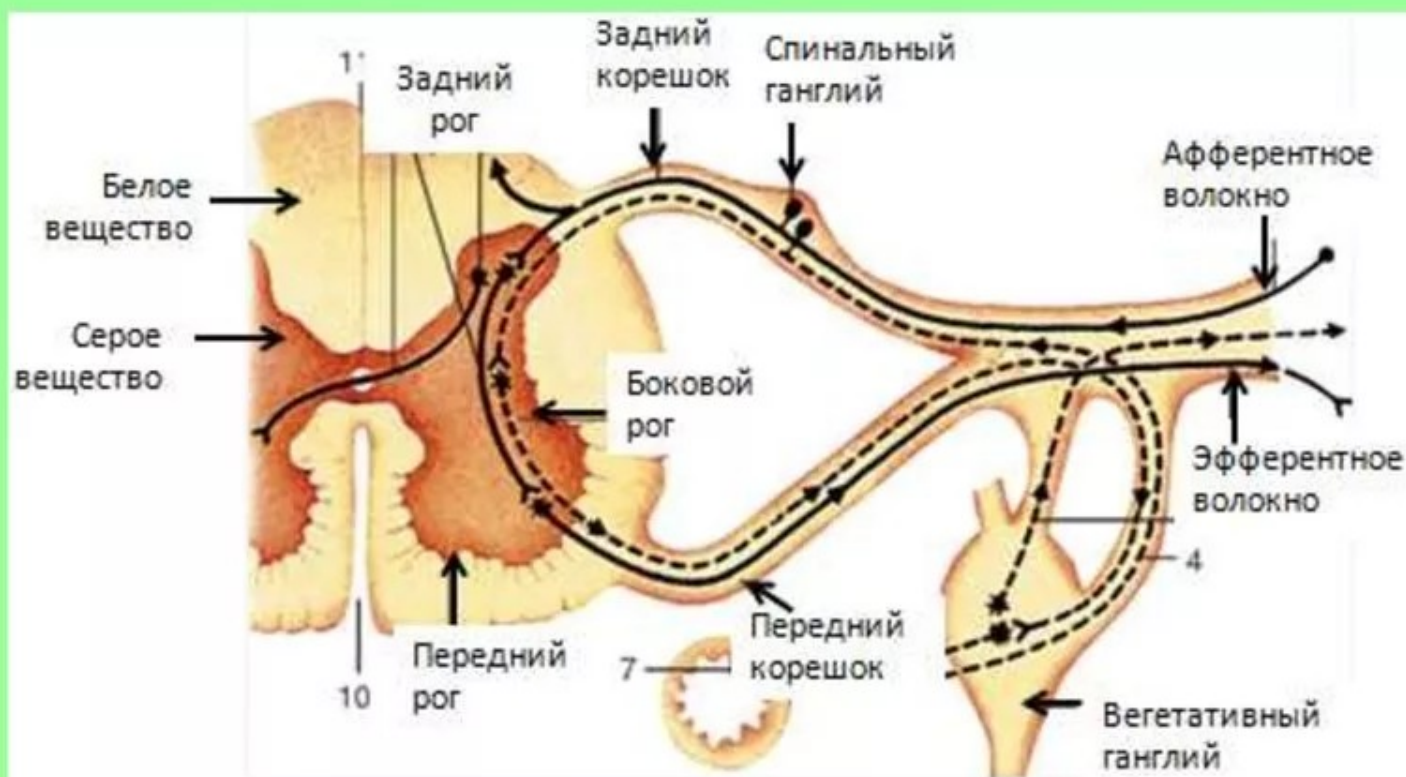
Физиология спинного мозга



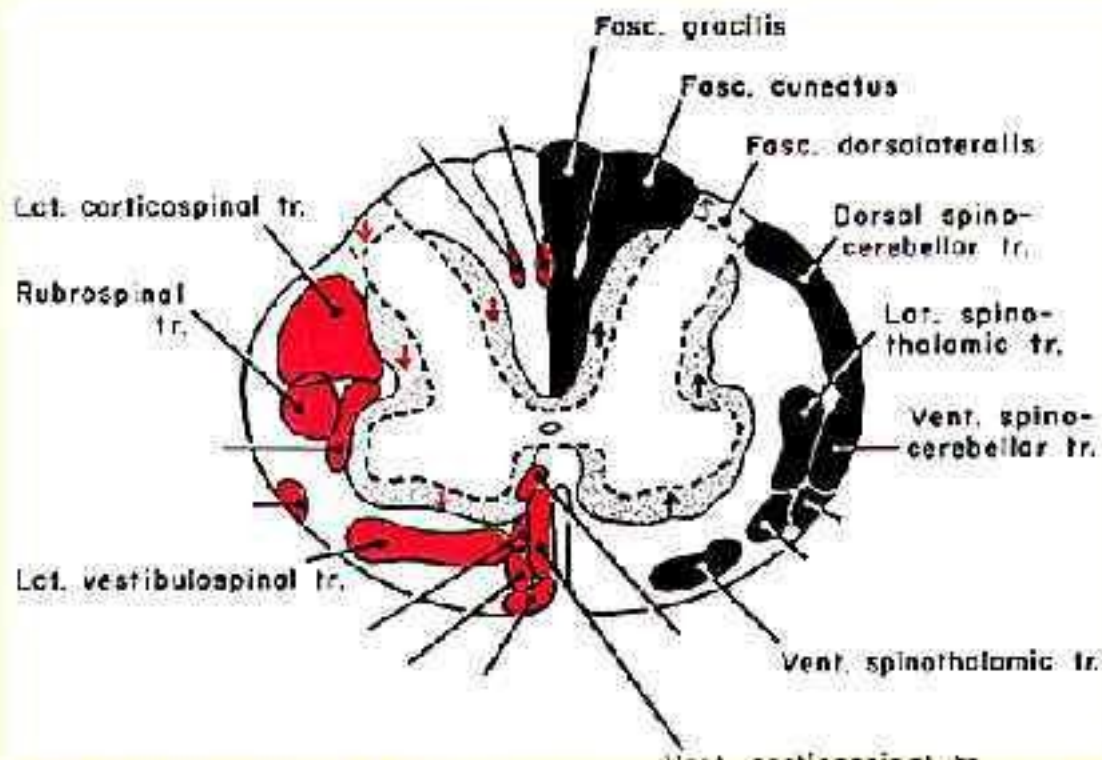
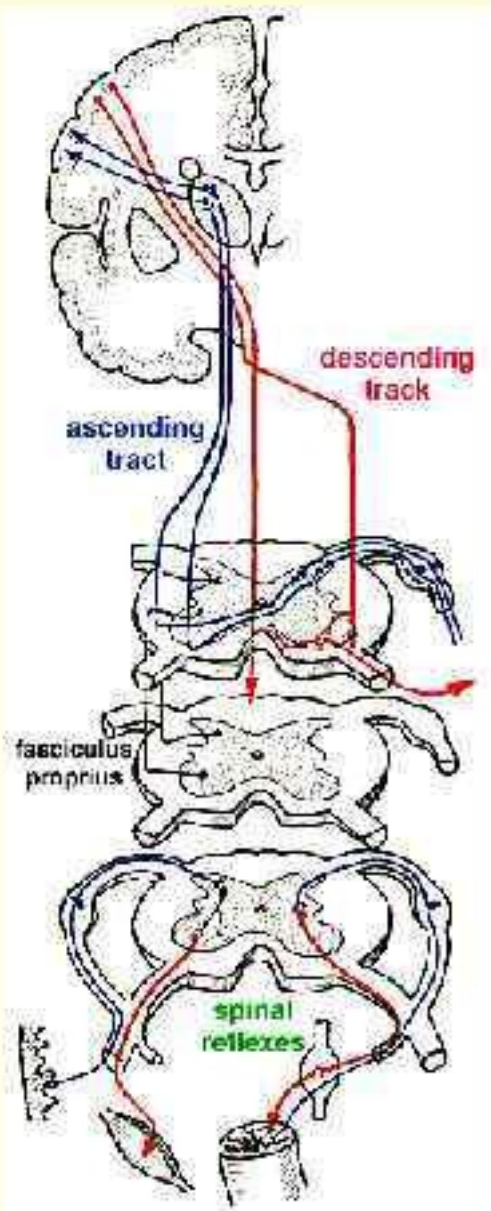
- Спинной мозг – наиболее древнее образование ЦНС. Характерная особенность строения – **сегментарность**.
- Нейроны спинного мозга образуют его **серое вещество** в виде передних и задних (столбов) рогов.
- Задние рога содержат интернейроны, которые реагируют на болевые, температурные, тактильные, вибрационные, проприоцептивные раздражения и передают импульсы в вышележащие центры, в симметричные структуры противоположной стороны, к передним рогам спинного мозга.
- Передние рога содержат нейроны (мотонейроны), дающие аксоны к мышцам, они являются эфферентными. Все нисходящие пути ЦНС, осуществляющие двигательные реакции, заканчиваются в передних рогах.
- В боковых рогах шейных и двух поясничных сегментов располагаются нейроны симпатического отдела вегетативной нервной системы, во втором–четвертом крестцовых сегментах – парасимпатического.
- **Белое вещество** спинного мозга образовано нервными волокнами и выполняет проводниковую роль.

4. Морфофункциональная организация спинного мозга

- **Белое вещество** (периферическая зона) : 3 пары канатиков
- **Серое вещество** –(передние, боковые и задние рога).
 - **Закон Белла-Мажанди** (Bell-Magendie law)
 - Аfferентные нервные волокна входят в спинной мозг через задние (дорзальные) корешки спинного мозга.
 - Эfferентные волокна выходят из спинного мозга через передние (вентральные) корешки.
 - Боковые рога содержат нейроны автономной нервной системы.



Физиология спинного мозга. Проводниковая функция

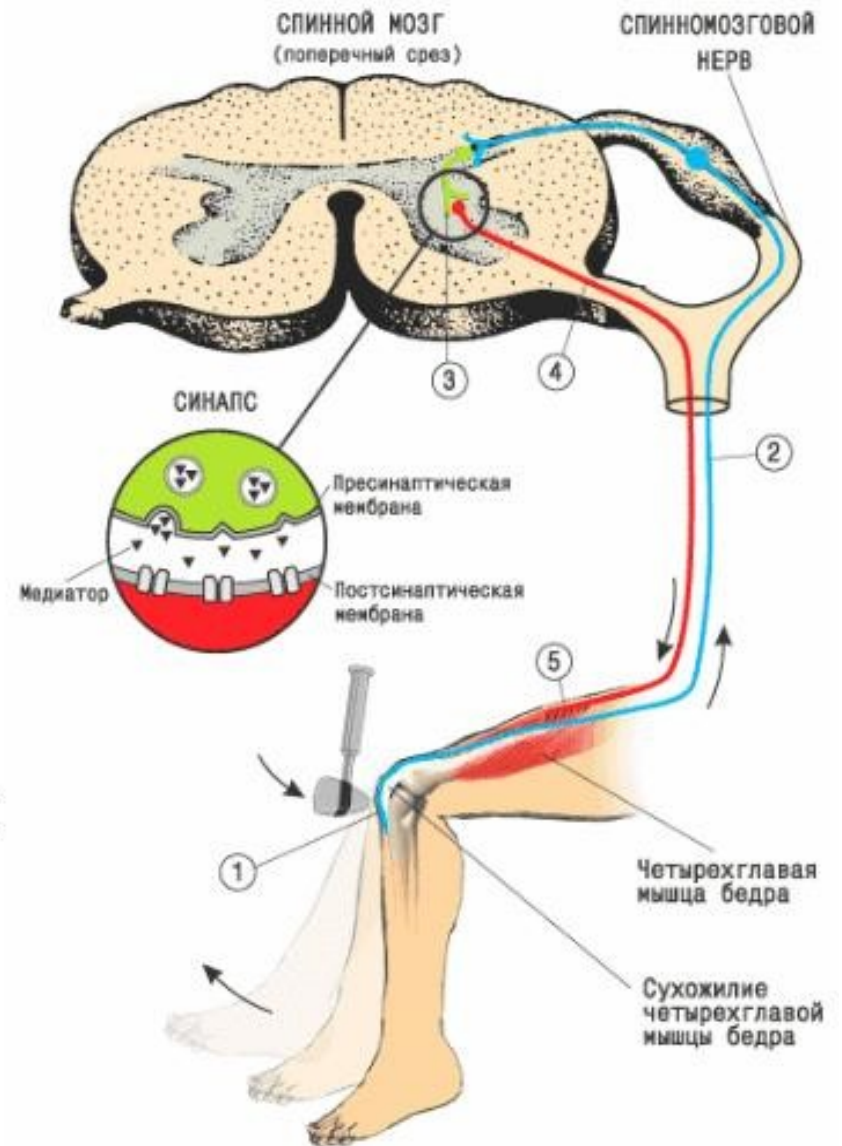


По проводящим путям, которые находятся в белом веществе (дорзальных, латеральных и вентральных канатиках) **афферентная** (черный на верхнем рис.) восходящая информация от сенсорных нейронов передается в мозг, а **эфферентная** (красный) нисходящая информация к моторным нейронам - от мозга. Оба вида проводящих путей представлены билатерально

Функции спинного мозга:

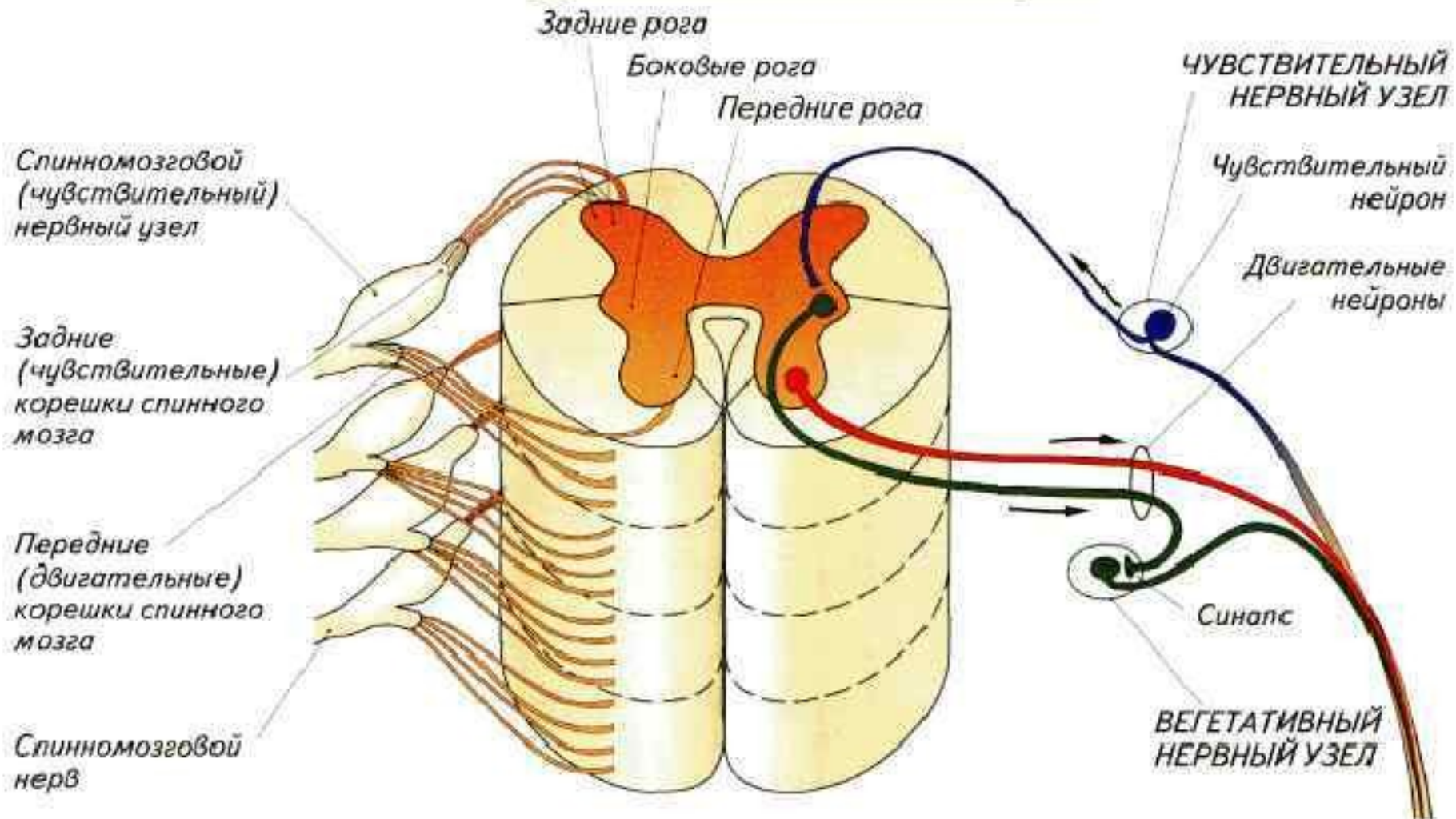
1. Рефлекторная.
2. Проводниковая
3. Трофическая.

- Рефлексы спинного мозга – это врожденная ответная реакция на внутреннее или внешнее раздражение.
- Все рефлексы по сложности рефлекторных дуг делятся на моносинаптические и полисинаптические.



СПИННОЙ МОЗГ

РЕФЛЕКТОРНАЯ ФУНКЦИЯ ПРОВОДНИКОВАЯ ФУНКЦИЯ



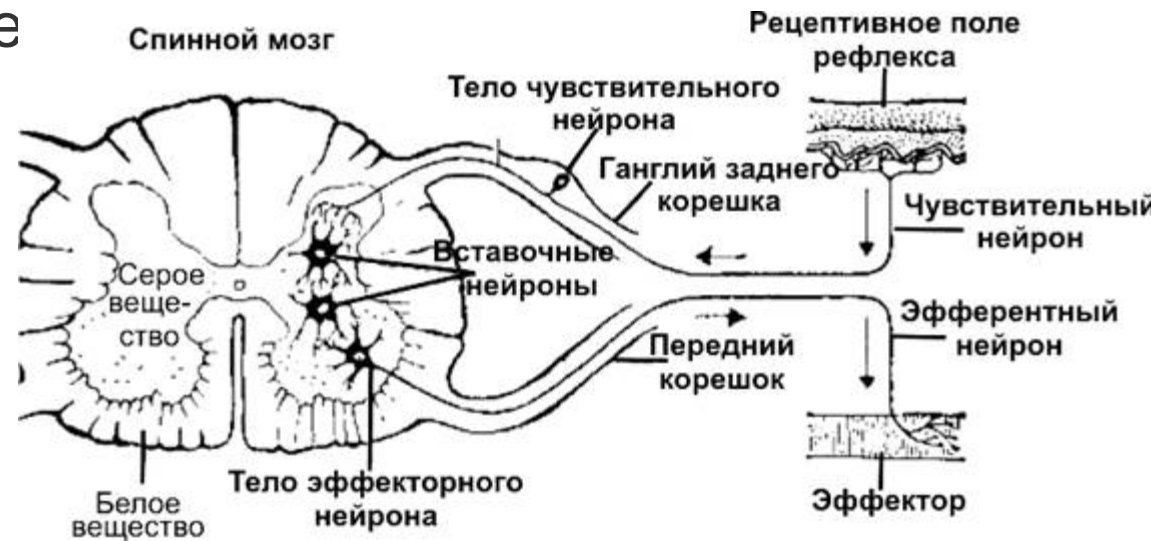
Функции спинного мозга

Рефлекторная функция СМ:

- Спинной мозг является филогенетически самым древним отделом ЦНС. В нем располагаются нейроны нескольких типов. Около трех процентов составляют двигательные нейроны или мотонейроны. Они, в свою очередь подразделяются на альфа- мотонейроны фазические (быстрые) и альфа- мотонейроны тонические (медленные), а также гамма- мотонейроны. Кроме того, более 95% приходится на вставочные или интернейроны, среди которых выделяют собственные спинальные и проекционные.
- В структурах спинного мозга замыкается большое количество рефлекторных дуг, принимающих участие в регуляции соматических и вегетативных функций организма. Часть спинномозговых рефлексов связана с деятельностью нейронных механизмов самого спинного мозга (сегментарные рефлексы), другая связана с деятельностью различных центров головного мозга (надсегментарные рефлексы) и поэтому рефлексы спинного мозга могут отличаться самой различной степенью сложности.

Спинной мозг

располагается в позвоночном канале и состоит из сегментов. Один сегмент иннервирует один свой и два соседних метамера тела. Поэтому поражение одного сегмента приводит к снижению чувствительности в них, а полная ее потеря наблюдается только при повреждении не менее двух соседних сегментов. Каждый из них имеет задние корешки, белое вещество, серое вещество и пере



- В задних корешках проходят чувствительные центроостремительные нервные волокна от рецепторов.
- Передние корешки - центробежные (двигательные и вегетативные). Если справа перерезать задние корешки, а слева - передние, то правые конечности теряют чувствительность, но способны к движению, а левые сохраняют чувствительность, но не совершают движения.
- В сером веществе спинного мозга находятся тела *мотонейронов или двигательных нейронов* (в передних рогах), *интернейронов или промежуточных нейронов* (в задних рогах) и *вегетативных нейронов* (в боковых рогах).
- Белое вещество спинного мозга по восходящим путям передает информацию от рецепторов в вышележащие отделы ЦНС, а нисходящие проводящие пути спинного мозга идут от вышележащих нервных центров.
- Собственные рефлексы спинного мозга являются сегментарными. Например, шейные и грудные сегменты содержат центры движения рук, а крестцовые - нижних конечностей. В крестцовых сегментах расположен центр отделения мочи.
- Полное пересечение спинного мозга приводит к *спинальному шоку* (временному прекращению деятельности находящихся ниже места перерезки сегментов). Он вызван потерей связи с вышележащими отделами ЦНС. Шок длится у лягушки несколько минут, у обезьян - недели или месяцы, у человека - несколько месяцев.

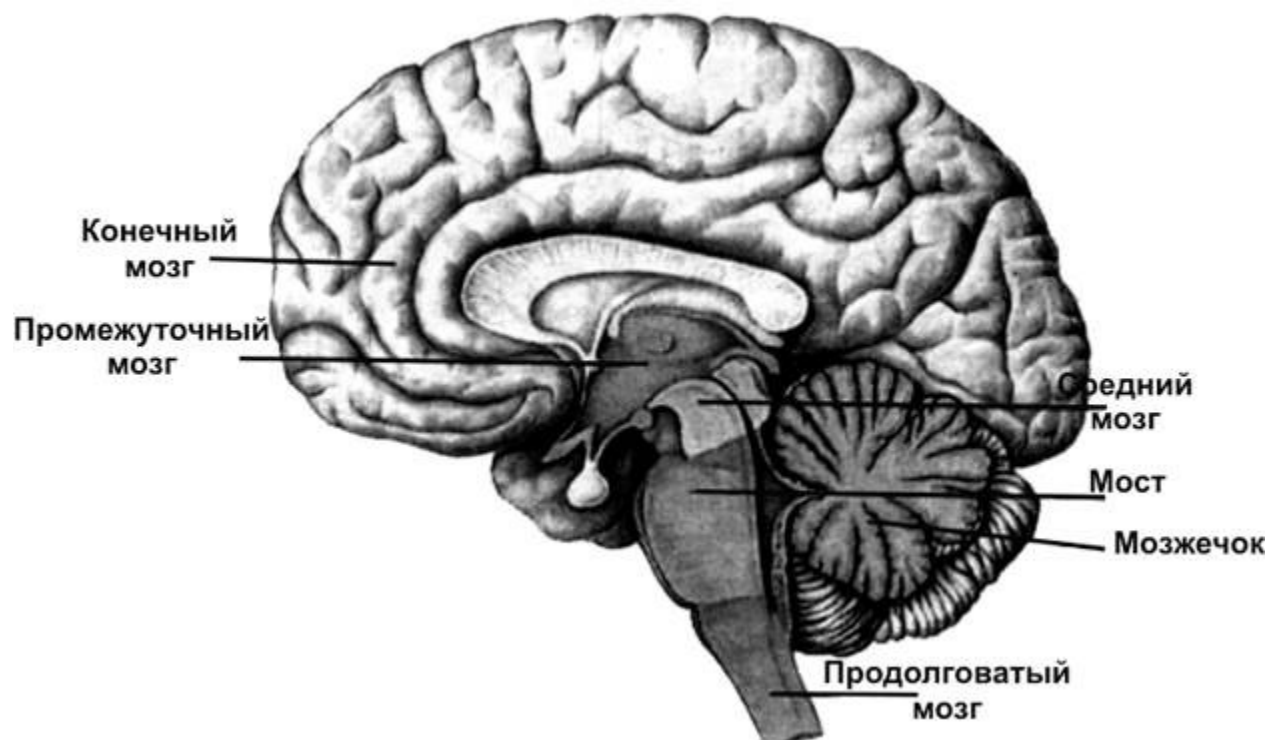
Функции спинного мозга

Рефлекторная функция позволяет реализовать все двигательные рефлексы тела, рефлексы внутренних органов, терморегуляции и т. д. Рефлекторные реакции зависят от места, силы раздражителя, площади рефлексогенной зоны, скорости проведения импульса по волокнам, от влияния головного мозга.

- Рефлексы делятся на:
- 1) экстероцептивные (возникают при раздражении агентами внешней среды сенсорных раздражителей);
- 2) интероцептивные (возникают при раздражении прессо-, механо-, хемо-, терморцепторов): висцеро-висцеральные – рефлексы с одного внутреннего органа на другой, висцеро-мышечные – рефлексы с внутренних органов на скелетную мускулатуру;
- 3) проприоцептивные (собственные) рефлексы с самой мышцы и связанных с ней образований. Они имеют моносинаптическую рефлекторную дугу. Проприоцептивные рефлексы регулируют двигательную активность за счет сухожильных и позотонических рефлексов. Сухожильные рефлексы (коленный, ахиллов, с трехглавой мышцы плеча и т. д.) возникают при растяжении мышц и вызывают расслабление или сокращение мышцы, возникают при каждом мышечном движении;
- 4) позотонические рефлексы (возникают при возбуждении вестибулярных рецепторов при изменении скорости движения и положения головы по отношению к туловищу, что приводит к перераспределению тонуса мышц (повышению тонуса разгибателей и уменьшению сгибателей) и обеспечивает равновесие тела).
- Исследование проприоцептивных рефлексов производится для определения возбудимости и степени поражения ЦНС.

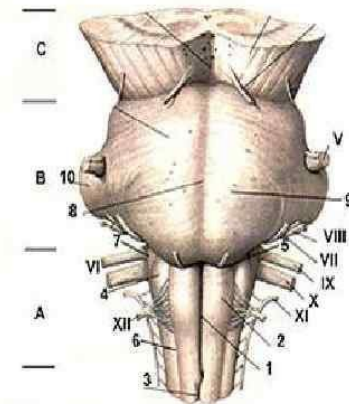
Проводниковая функция обеспечивает связь нейронов спинного мозга друг с другом или с вышележащими отделами ЦНС.

В головном мозге выделяют (три основных отдела: ствол, промежуточный и конечный мозг. В свою очередь *ствол* состоит из продолговатого мозга, варолиева моста, среднего мозга и мозжечка.



Продолговатый мозг

- сохраняет в чертах своего строения отдельные признаки сегментарных отношений, типичных для спинного мозга;
- правильность в распределении серого и белого нарушена;
- в процессе филогенеза скопления клеточных тел → образование ядер продолговатого мозга (центры рефлекторных функций).

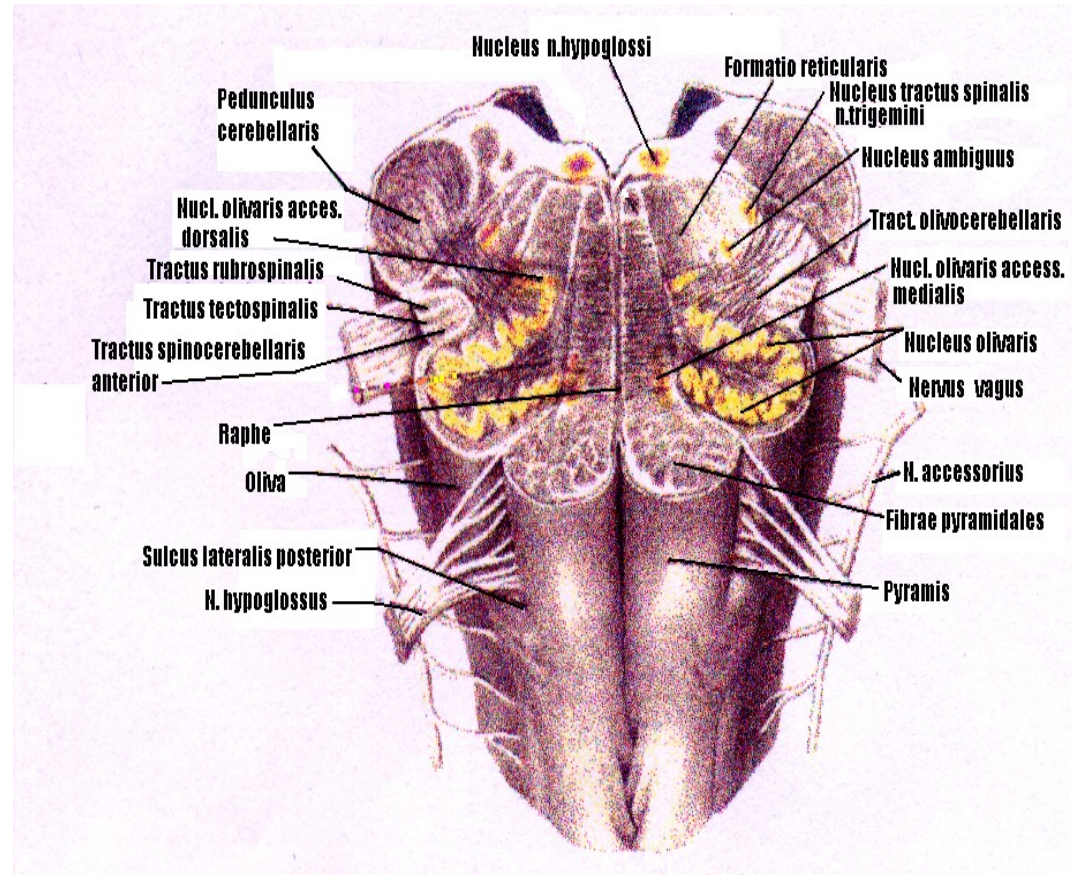


Продолговатый мозг. Схематичное изображение



Функции продолговатого мозга

Рефлекторная
Проводниковая
Тоническая



Рефлекторная функция продолговатого мозга

- обеспечивается ядрами 5-10 пар черепно-мозговых нервов. Продолговатый мозг выполняет главные (жизненно важные) рефлекторные функции:
 - 1) жизненно важные рефлексы на сердце, сосуды, дыхание, ЖКТ;
 - 2) защитные рефлексы: чихание, моргание, кашель, рвота, слёзоотделение и т.д.;
 - 3) сложно координированные рефлексы жевания, глотания, сосания;
 - 4) рефлексы, связанные с поддержанием позы, выпрямления и изменения положения тела в пространстве при движении человека.
- В продолговатом мозге локализуются дыхательный (медиальные части ретикулярной формации) и сердечно-сосудистый центры. Они функционируют совместно со всеми нейронами ретикулярной формации, с гипоталамусом и другими вышележащими структурами мозга. Поэтому при возбуждении сердечно-сосудистого центра изменяется дыхание, тонус мышц кишечника, мочевого пузыря, бронхов и др. При повреждении этих центров, например, при вклинении мозга, человек может погибнуть.

Классификация рефлексов, поддерживающих позу человека по Магнусу

- 1) статические (познотонические и выпрямительные);
- 2) статокINETические (нистагм, лифтные рефлексы).

Статические рефлексы обеспечивают в покое поддержание позы человека в пространстве. Они начинаются от вестибулярного аппарата, проприорецепторов глубоких мышц шеи, а также с рецепторов туловища при одностороннем раздражении.

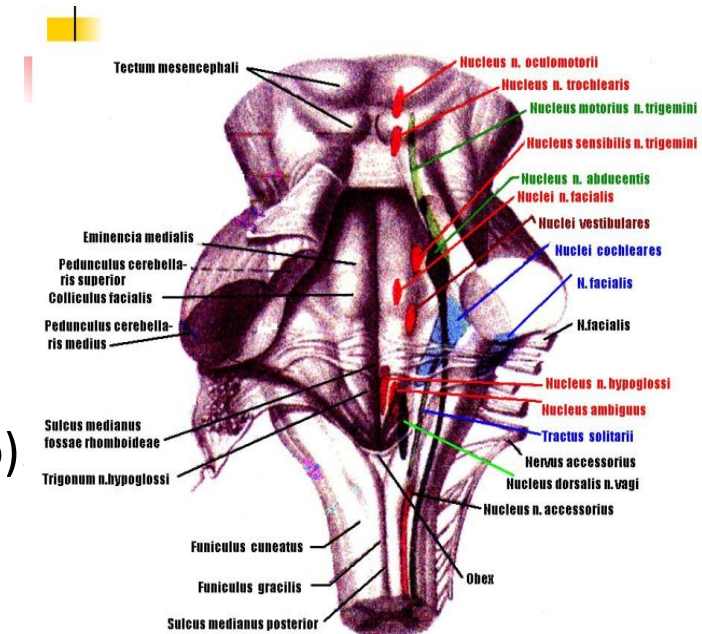
- **Познотонические рефлексы (рефлексы положения)** отвечают за поддержание горизонтальной, сидячей и вертикальной позы человека в спокойном состоянии. При разрушении лабиринтов внутреннего уха или наложении гипсовой повязки на шею эти рефлексы не осуществляются.
- **Выпрямительные рефлексы** включаются при неудобном положении тела. Благодаря им человек принимает позу среднефизиологического покоя. Для осуществления этих рефлексов кроме ядер продолговатого мозга нужны ядра среднего мозга. Например, если сбросить кошку спиной вниз, то с рецепторов полукружных каналов импульсы передаются через продолговатый мозг на мышцы шеи, и голова поворачивается вниз, возбуждаются рецепторы глубоких мышц шеи, от которых импульсы идут к ядру Дейтерса продолговатого мозга, а от него по вестибулоспинальным путям к мотонейронам разгибателей спинного мозга, что приводит к сокращению мышц разгибателей, и кошка переворачивается в воздухе и приземляется на лапы. Этот выпрямительный рефлекс контролируется γ -нейронами спинного мозга.

- **Статокинетические рефлексy** обеспечивают перераспределение тонуса мышц туловища и шеи для организации позы, соответствующей моменту прямолинейного или вращательного движения.
- **Нистагм** (nystagmos, гр. – мигание) – это движение глаз (нистагм глаз) и головы (нистагм головы) в сторону, противоположную движению, а затем их возвращение в исходное положение. Например, если человек едет в поезде и при этом смотрит в окно, то его глаза и голова непроизвольно совершают эти движения. Если нистагм появляется у человека при отсутствии прямолинейного или вращательного движения, то это является серьёзным неврологическим симптомом.
- **Лифтные рефлексy** проявляются при перемещении на скоростном лифте вверх или вниз. При подъёме вверх тонус мышц сгибателей ног повышается, и человек приседает. При спуске вниз возрастает тонус разгибателей. Для осуществления этих рефлексов необходимы ядра продолговатого и среднего мозга.



Сенсорная функция продолговатого мозга

- В сенсорных ядрах, расположенных в продолговатом мозге, происходит анализ силы и качества раздражений следующих видов чувствительности:
- 1) первичная чувствительность кожи лица (ядро тройничного нерва);
- 2) первичная рецепция звуковых сигналов (ядро улиткового нерва);
- 3) первичная рецепция вкуса (ядро языкоглоточного нерва);
- 4) первичная рецепция вестибулярных раздражений (верхнее вестибулярное ядро)
- Далее из перечисленных ядер нервные импульсы передаются в подкорковые ядра для определения биологической значимости раздражений.



Проводниковая функция продолговатого мозга

В продолговатом мозге берут начало:

- 1) оливоспинальный тракт;
- 2) ретикулоспинальный тракт;
- 3) вестибулоспинальный тракт.
- Они обеспечивают тонус и координацию сокращения мышц.
- Здесь заканчиваются:
 - 1) нисходящий кортикоретикулярный путь;
 - 2) восходящие пути Голля и Бурдаха.
- Через продолговатый мозг транзитом проходят следующие восходящие и нисходящие пути спинного мозга:
 - 1) спиноталамический путь;
 - 2) кортикоспинальный путь;
 - 3) руброспинальный путь.

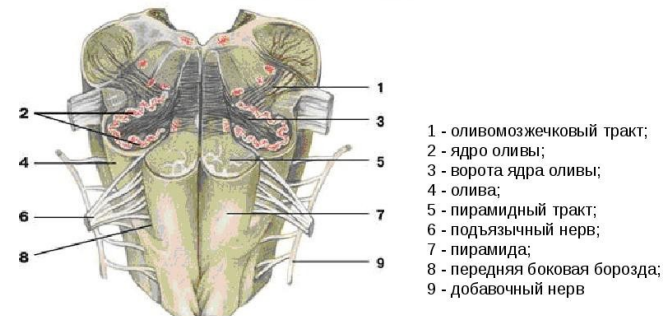
Автоматическая функция продолговатого мозга.

- Эта функция связана с надсегментарным уровнем продолговатого мозга, т.е. со структурами ретикулярной формации, а также ядрами Голля и Бурдаха – эти структуры, находясь в постоянном тоне, контролируют автоматическую деятельность дыхательной, сердечно-сосудистой систем и регуляцию артериального давления.

Ассоциативная функция продолговатого мозга.

- Ассоциативная функция продолговатого мозга заключается во взаимодействии его структур между собой, а также со спинным мозгом, подкорковыми ядрами и корой больших полушарий.

**Продолговатый мозг.
Структурно-функциональная
организация.**



РЕФЛЕКСЫ ПРОДОЛГОВАТОГО МОЗГА

Жизненно важные рефлексы

Защитные рефлексы

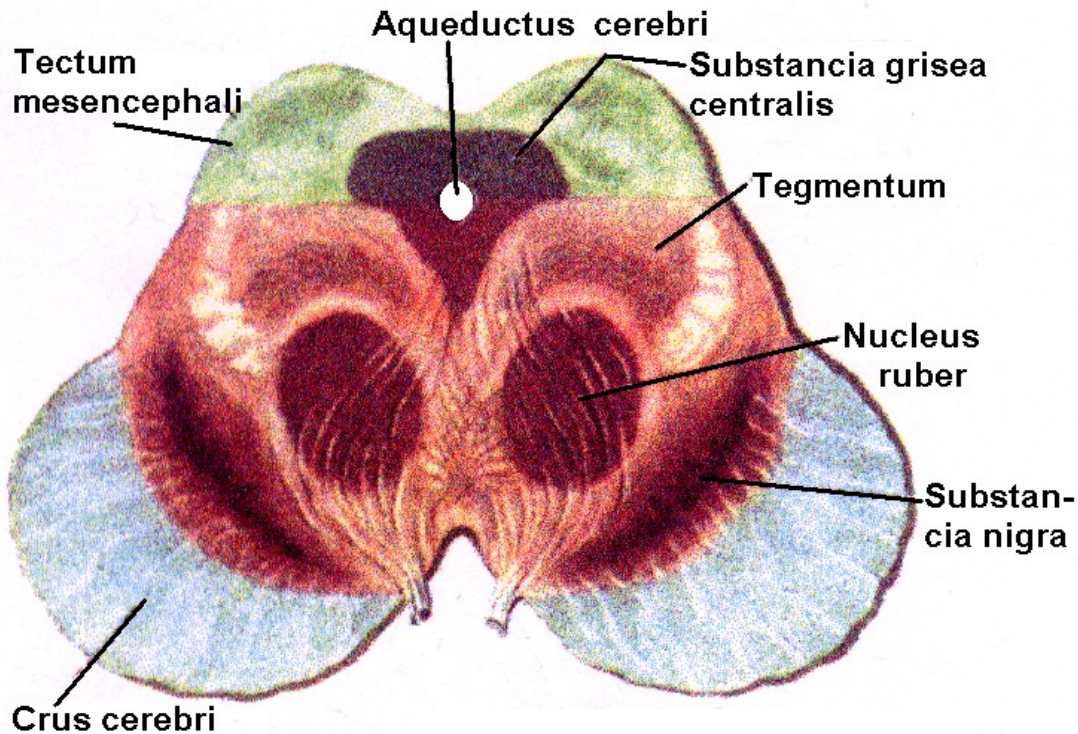
Рефлексы пищевого поведения

Рефлексы поддержания позы

Вегетативные рефлексы

Вестибуло-вегетативные рефлексы

Средний мозг



- обеспечивает расширение и усовершенствование рефлекторной деятельности продолговатого мозга;

- координация функций организма сигналами со зрительных и слуховых рецепторов;

- окончательно утрачиваются сегментарные признаки;

- клеточные элементы сложные скопления в виде ядерных образований (средний мозг и ретикулярная формация мозгового ствола).

Сенсорные → дорзальная часть
(четверохолмие)

Эфферентные → вентральная часть
(красное ядро, черная субстанция и др.)

Средний мозг

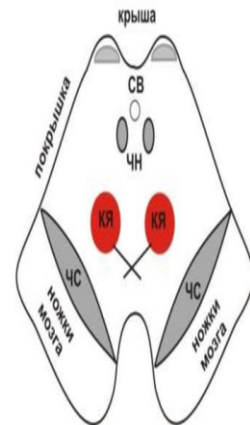
В состав среднего мозга входят пластинка четверохолмия, красное ядро, чёрная субстанция, ядро глазодвигательного нерва и ядро блоковидного нерва.

Функции среднего мозга:

- 1) сенсорная функция (анализ биологической значимости зрительной и звуковой информации);
- 2) проводниковая функция (проведение нервных импульсов по восходящим путям к таламусу, мозжечку и большому мозгу и нисходящим путям к продолговатому и спинному мозгу);
- 3) двигательная функция (реализуется за счёт ядер блокового, глазодвигательного нервов, красного ядра и чёрной субстанции);
- 4) рефлекторная функция (реализуется через структуры четверохолмия, которые являются функционально самостоятельными).

В составе среднего мозга выделяют:

- ❖ ядра черепных нервов (III и IV пары);
- ❖ бугры четверохолмия;
- ❖ красное ядро;
- ❖ черную субстанцию;
- ❖ голубое ядро;
- ❖ ретикулярную формацию;
- ❖ через средний мозг проходят различные восходящие пути к таламусу, мозжечку, и нисходящие пути.



Средний мозг



Пластинка четверохолмия включает в себя верхнее и нижнее двуххолмие.

Верхнее двуххолмие является первичным центром зрения, здесь происходит переключение импульсов, поступающих от рецепторов глаза на нейроны, которые посылают свои сигналы в зрительную область коры, там находятся вторичные центры зрения – корковые. Верхнее двуххолмие тесно связано с латеральными коленчатыми телами, которые уже относятся к промежуточному мозгу. Верхнее двуххолмие осуществляет ориентировочные реакции на свет, т.е. содружественный поворот глаз и головы в сторону внезапно возникшего светового раздражителя, а также старт-рефлексы на свет, т.е. настораживание ушей, напряжение мышц, готовность к прыжку или бегству. Здесь же имеются центры аккомодации глаз, их конвергенции и реакции зрачка на свет.

Нижнее двуххолмие осуществляет ориентировочные реакции на звук, т.е. здесь находятся первичные центры слуха. Аксоны этих нейронов направляются в висцеральную зону коры где находятся вторичные (корковые) центры слуха, эти ядра также участвуют в осуществлении старт-рефлексов на звук. В общем пластинка четверохолмия осуществляет сторожевые рефлексы, т.е. вздрагивание, настораживание, вскрикивание на сильный звуковой или световой раздражители, которые спарены с соответствующими вегетативными реакциями.

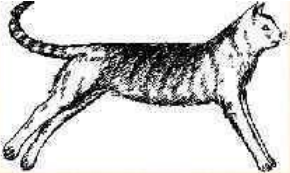
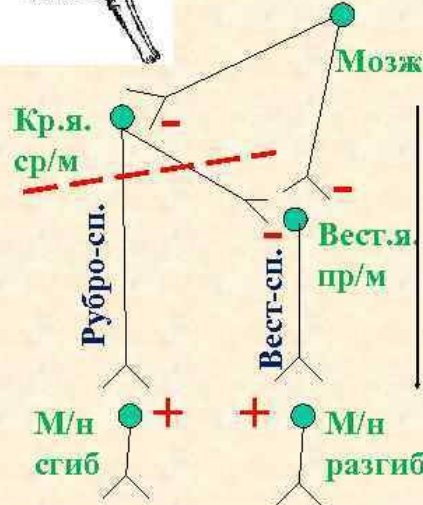
В чёрной субстанции находятся нейроны, которые осуществляют координацию рефлексов жевания и глотания, координацию мелких движений пальцев (игра на пианино, скрипке), обеспечивает пластический тонус человека, участвует в сокращении мимических мышц.

При поражении нейронов чёрной субстанции (например, при атеросклерозе сосудов головного мозга) развивается паркинсонизм (тремор; амимия – маскообразное лицо; повышенное слюновыделение и др.), а также страдает эмоциональная сфера.



- Красное ядро** получает импульсы от мозжечка, моторной зоны коры (передняя центральная извилина) и ядер подкорки. Они, в свою очередь, через вестибулярное ядро Дейтерса и расположенную рядом ретикулярную формацию затормаживают α-мотонейроны разгибателей передних рогов спинного мозга. При повреждении красных ядер наступает **децеребрационная ригидность** (*rigidus*, лат. – ооченелый, негибкий). Децеребрация – это операция перерезки между верхними и нижними бугорками четверохолмия, тогда красное ядро остаётся выше перерезки. Это явление заключается в ригидности мышц-разгибателей. При этом у животного поднят хвост, запрокинута голова, разогнуты все конечности, и попытка их согнуть может привести к перелому конечностей. У человека наблюдается опистотонус, т.е. человек лежит, опираясь на затылок и пятки, но, так как сгибатели у человека сильнее разгибателей, его руки будут согнуты в локтях.

Децеребрационная ригидность – это повышение тонуса разгибателей при перерезке мозга между красным и вестибулярным ядрами

Кр.я. ср/м

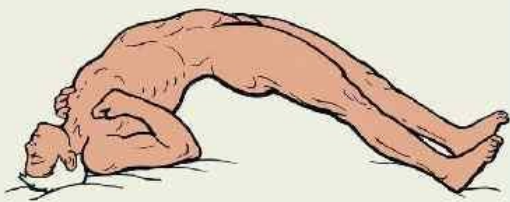

Рубро-сп.

Вест.-сп.

Вест.я. пр/м

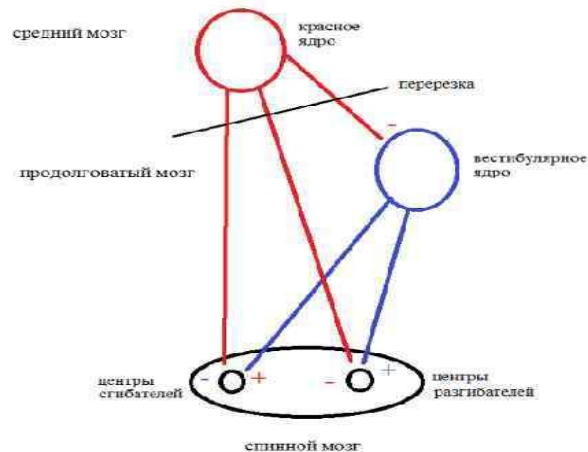
М/н сгиб +

М/н разгиб +

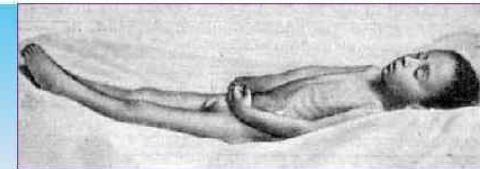
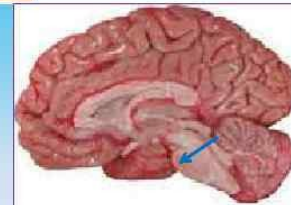



- **Механизм децеребрационной ригидности** состоит в следующем: красное ядро, а также мозжечок и вышележащие структуры тормозят ядро Дейтерса и находящуюся рядом ретикулярную формацию. Это обуславливает нормальное распределение мышечного тонуса между нейронами сгибателей и разгибателей.
- При разрушении красного ядра его торможение на ядро Дейтерса и ретикулярную формацию снимается, и возбудимость этих структур резко возрастает. В результате этого к а-мотонейронам разгибателей идёт повышенное количество нервных импульсов, и тонус мышц-разгибателей увеличивается. Таким образом, красное ядро вместе с вестибулярными ядрами регулирует распределение тонуса между сгибателями и разгибателями, а также осуществляет выпрямительные и статокINETические рефлексы.

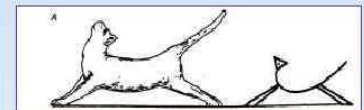
Децеребрационная ригидность



Децеребрационная ригидность

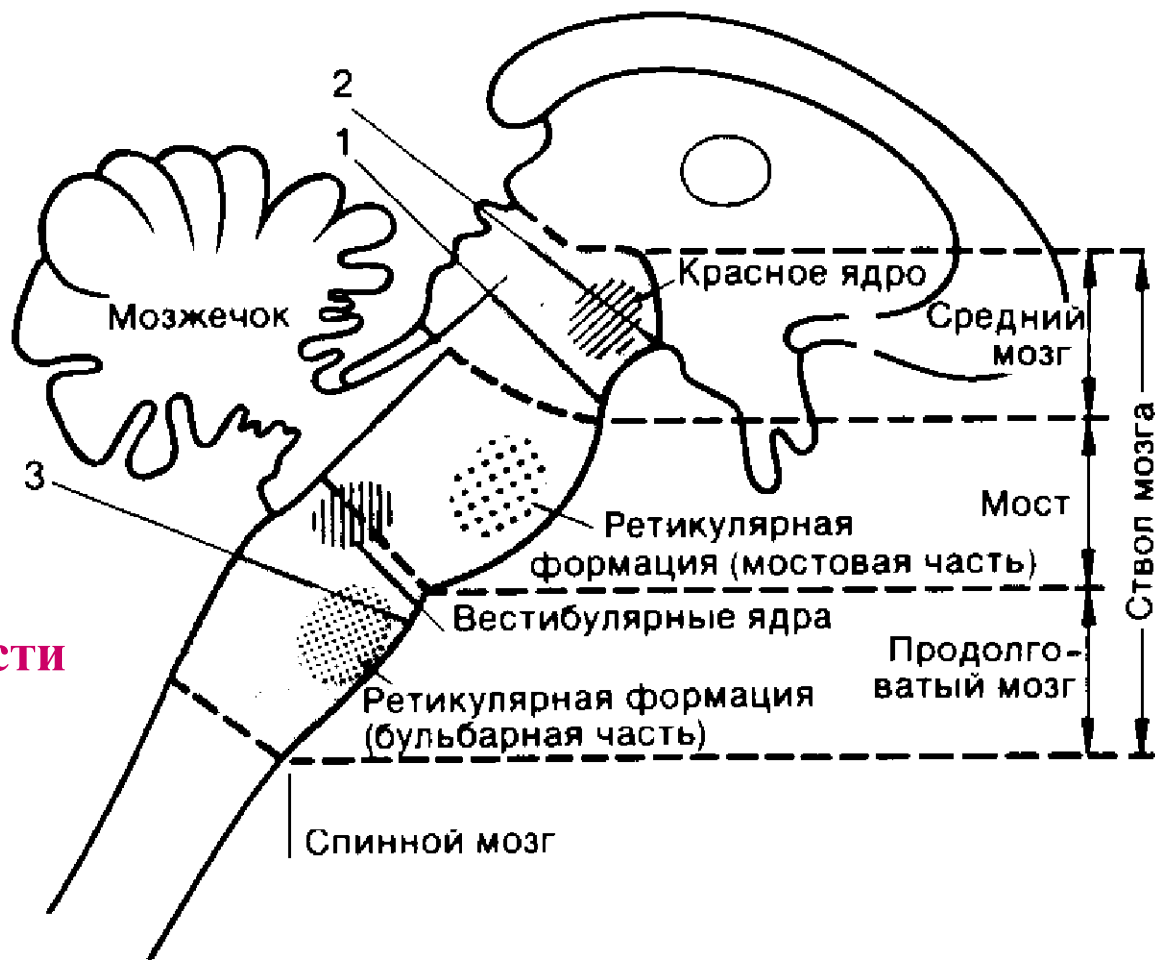


Децеребрационная ригидность возникает при перерезки мозга между средним и продолговатым мозгом. В результате резко повышается тонус мышц разгибателей тела
 1-мальчик с поражениями среднего мозга; 2 – кошка после перерезки



Двигательные ядра среднего мозга (**красное ядро**) →
мощные регуляторы тонуса скелетной мускулатуры.

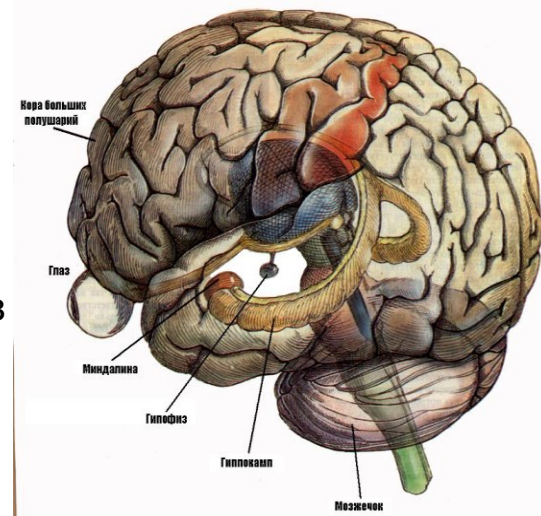
Нарушение связи красного ядра с продолговатым мозгом →
децеребрационная ригидность - резкое повышение тонуса разгибателей.



Перерезка по линии 1
приводит к
децеребрационной ригидности

Мозжечок

- – это очень древняя интегративная структура ЦНС, которая состоит из двух полушарий, червя и клочково-узелковых (флоккулонодулярных) долей. Полушария мозжечка покрыты корой и имеют подкорковые ядра (пробковидное, зубчатое, шаровидное ядра, ядро шатра).
- Мозжечок принимает участие в координации и регуляции произвольных и непроизвольных движений, а также в регуляции вегетативных функций и поведенческих реакций.
- **Структурно-функциональная организация мозжечка.**
- Кора мозжечка имеет стереотипные связи. Это создаёт условия для быстрой обработки информации. Основной нейронный элемент коры – клетка Пуркинье, имеющая большое количество входов и формирующая единственный аксонный выход из мозжечка, коллатерали которого заканчиваются на его ядерных структурах. На клетки Пуркинье проецируются практически все виды чувствительных раздражений (проприоцептивные, кожные, зрительные, слуховые, вестибулярные и др.). Выходы из мозжечка обеспечивают его связи с корой большого мозга, стволовыми образованиями и спинным мозгом.



Мозжечок

клетки Пуркинье →
ядра мозжечка

афферентные пути

↑
спинного, продолговатого мозга,
варолиевого моста, четверохолмия

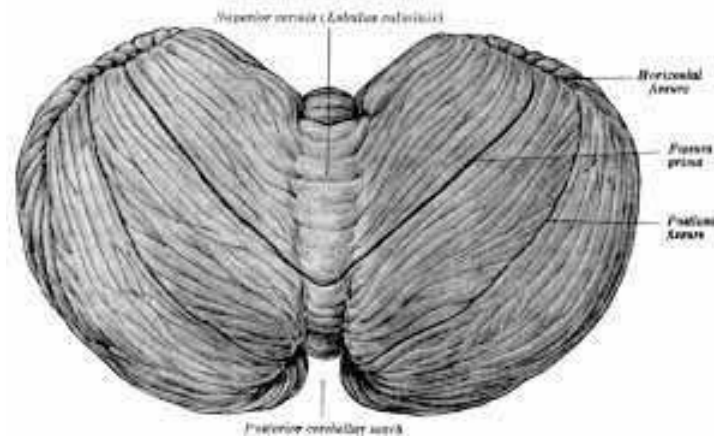
эфферентные пути

ядра мозжечка
зубчатое, пробковидное, шарообразное
↓
средний мозг

Через красное ядро → с эфферентными путями и с корой больших полушарий.



Мозжечок



Мозжечок анатомически и функционально состоит из древней, старой и новой частей.

- **Древняя часть мозжечка** (вестибулярный мозжечок) представлена клочково-узелковой долей – она участвует в регуляции равновесия.
- **Старая часть мозжечка** (спинальный мозжечок) состоит из участков червя и пирамиды мозжечка, язычка, околоклочкового отдела – она получает преимущественно проприоцептивную информацию.
- **Новый мозжечок** представлен корой полушарий мозжечка и участками червя; в него поступает информация от коры, зрительных и слуховых рецептирующих систем. Это свидетельствует об участии нового мозжечка в анализе зрительных и звуковых сигналов и организации на них реакции.

Мозжечок

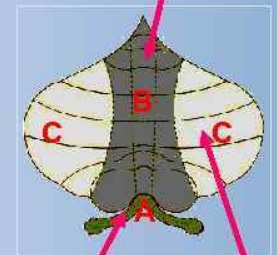
Структуры:

- I. Флоккулонодулярные доли
- II. Червь
- III. Полушария

Деление:

- A.** Архидеребеллум (древний мозжечок). Сигналы от вестибулярной системы.
- B.** Палеодеребеллум (старый мозжечок). Сигналы от проприоцепторов мышц, сухожилий, суставов.
- C.** Неодеребеллум (новый мозжечок). Сигналы от коры полушарий конечного мозга, зрительного и слухового анализатора.

Выполнение движений



Планирование движений

Координация положения тела с движениями глаз

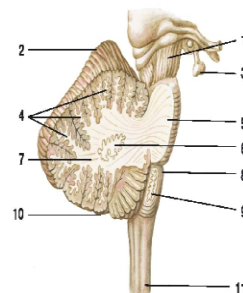
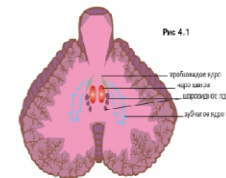
Кора мозжечка имеет три слоя:

- 1) молекулярный – это поверхностный слой, в котором находятся дендриты грушевидных клеток Пуркинью, это самая мощная дендритная система в ЦНС – она обеспечивает сбор, обработку и передачу информации;
- 2) ганглиозный – это ориентированные вертикально грушевидные клетки Пуркинью с корзинчатыми и звёздчатыми нейронами; аксоны корзинчатых и звёздчатых нейронов дают тормозные синапсы на грушевидные клетки Пуркинью;
- 3) зернистый – это вставочные нейроны-зёрна, аксоны которых поднимаются в молекулярный слой и дают синапсы на дендритах грушевидных клеток Пуркинью, а также клетки Гольджи, которые возбуждаются от нейронов-зёрен и их же тормозят по принципу обратной связи.



Мозжечок -cerebellum

расположен в задней черепной ямке



- Он состоит из **червя** и 2 полушарий. Снаружи кора – серое вещество, внутри белое вещество- «древо жизни» и ядра шатра, шаровидное, пробковидное, зубчатое -все парные.

- Мозжечок соединен ножками с отделами головного мозга:

- **верхними** со средним мозгом, **средними** – с мостом,
- **нижними** с продолговатым мозгом

- В ножках проходят проводящие пути, связывающие кору мозжечка с корой головного мозг (двигательными областями)

- **Функции** координация двигательных актов (безусловных и условных), центр равновесия, распределение мышечного тонуса

- При повреждении мозжечка наблюдается **неустойчивая, шаткая**

Под корой в сером веществе мозжечка находятся подкорковые ядра.

- Ядро шатра получает информацию от медиальной зоны коры мозжечка и связано с ядром Дейтерса и РФ продолговатого и среднего мозга. Отсюда сигналы идут по ретикулоспинальному пути к мотонейронам спинного мозга.
- Промежуточная кора мозжечка проецируется на пробковидное и шаровидное ядра, которые связаны со средним мозгом и красным ядром, а также таламусом и двигательной зоной коры больших полушарий.
- Зубчатое ядро получает информацию от латеральной зоны коры мозжечка и связано через таламус с моторной зоной коры большого мозга.
- Мозжечок связан с другими структурами ЦНС тремя парами ножек:
 - 1) нижними;
 - 2) средними;
 - 3) верхними.



Афферентные входы в мозжечок

Сигналы поступают в мозжечок в основном через нижние ножки по трём путям:

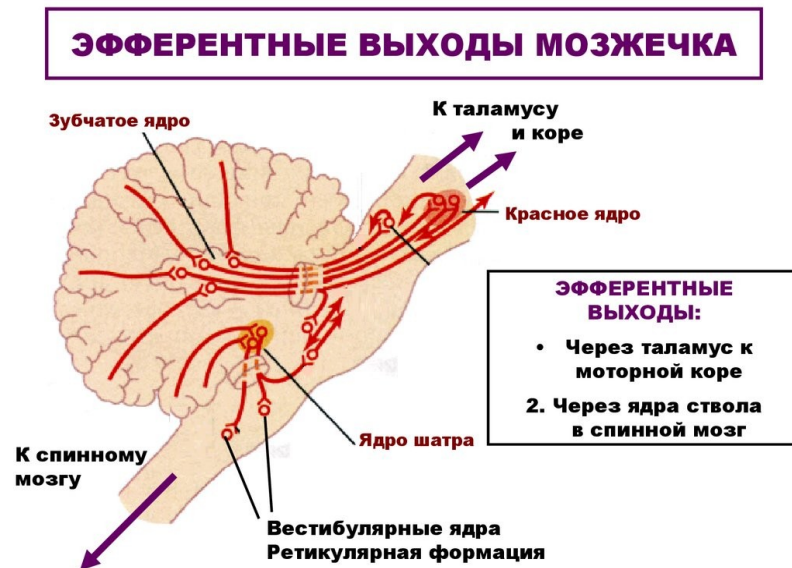
- 1) лазающие волокна, начинающиеся от нижних олив продолговатого мозга, к которым в свою очередь приходят пути Голля и Бурдаха от проприорецепторов мышц.
- 2) моховидные волокна приходят к мозжечку от спинного мозга, олив, РФ заднего мозга, варолиевского моста, вестибулярного аппарата, а также от коллатералей руброспинального и пирамидного путей.
- 3) адренергические волокна, приходящие от голубого пятна среднего мозга. Эти волокна способны диффузно выбрасывать норадреналин, который по межнейронным пространствам поступает к нейронам, гуморально регулируя их возбудимость.

АФФЕРЕНТНЫЕ ВХОДЫ МОЗЖЕЧКА



Эфферентные выходы из мозжечка

- Эфферентные выходы из мозжечка в **основном непрямые**, т.е. пути выходят через верхние, средние, нижние ножки мозжечка на его ядра. Импульсы от грушевидных клеток направляются к подкорковым ядрам мозжечка и их тормозят, а от этих подкорковых ядер сигналы направляются вниз к нейронам РФ (могут возбуждать и тормозить эти нейроны), на красное ядро (возбуждают), на ядро Дейтерса (тормозят). От этих ядер сигналы направляются также вверх к нейронам моста, таламусу, гипоталамусу и в сенсомоторную кору.
- **Прямые пути (минуя ядра мозжечка):**
 - 1) от мозжечка к коре через его средние ножки;
 - 2) от грушевидных клеток Пуркинье на нейроны ядра Дейтерса. Поэтому ядро Дейтерса иногда относят к ядрам мозжечка по функциональному принципу.
- Таким образом, мозжечок тесно взаимосвязан с различными отделами ЦНС – спинным мозгом, варолиевым мостом, таламусом, гипоталамусом, сенсорно-моторной корой.



Механизм тормозного действия ядер мозжечка

- Грушевидные клетки обладают определённым тонусом (фоновой активностью), т.е. если по лазающим и через нейроны-зёрна поступает много импульсов к этим грушевидным клеткам, то торможение ядер мозжечка возрастает.
- Если же поступает много импульсов от моховидных волокон к корзинчатым и звёздчатым нейронам, которые затормаживают грушевидные клетки, то происходит растормаживание ядер подкорки мозжечка с соответствующими эффектами.
- Ядра мозжечка имеют высокую тоническую актив-ность и регулируют тонус ряда моторных центров промежуточного, среднего, продолговатого, спинного мозга.



Мозжечковый контроль двигательной активности

- Мозжечок играет незаменимую роль в координации наших движений.
- Он регулирует силу мышечных сокращений, обеспечивает способность к длительному тоническому сокращению мышц, способность сохранять оптимальный тонус мышц в покое или при движениях, соразмерять произвольные движения с целью этого движения, быстро переходить от сгибания к разгибанию и наоборот.
- При повреждении мозжечка нарушается передача импульсов по ретикуло-рубро-вестибулоспинальным путям и меняется активность мотонейронов спинного мозга, что приводит к нарушению координации и равновесия человека.

Роль мозжечка в построении и координации движений

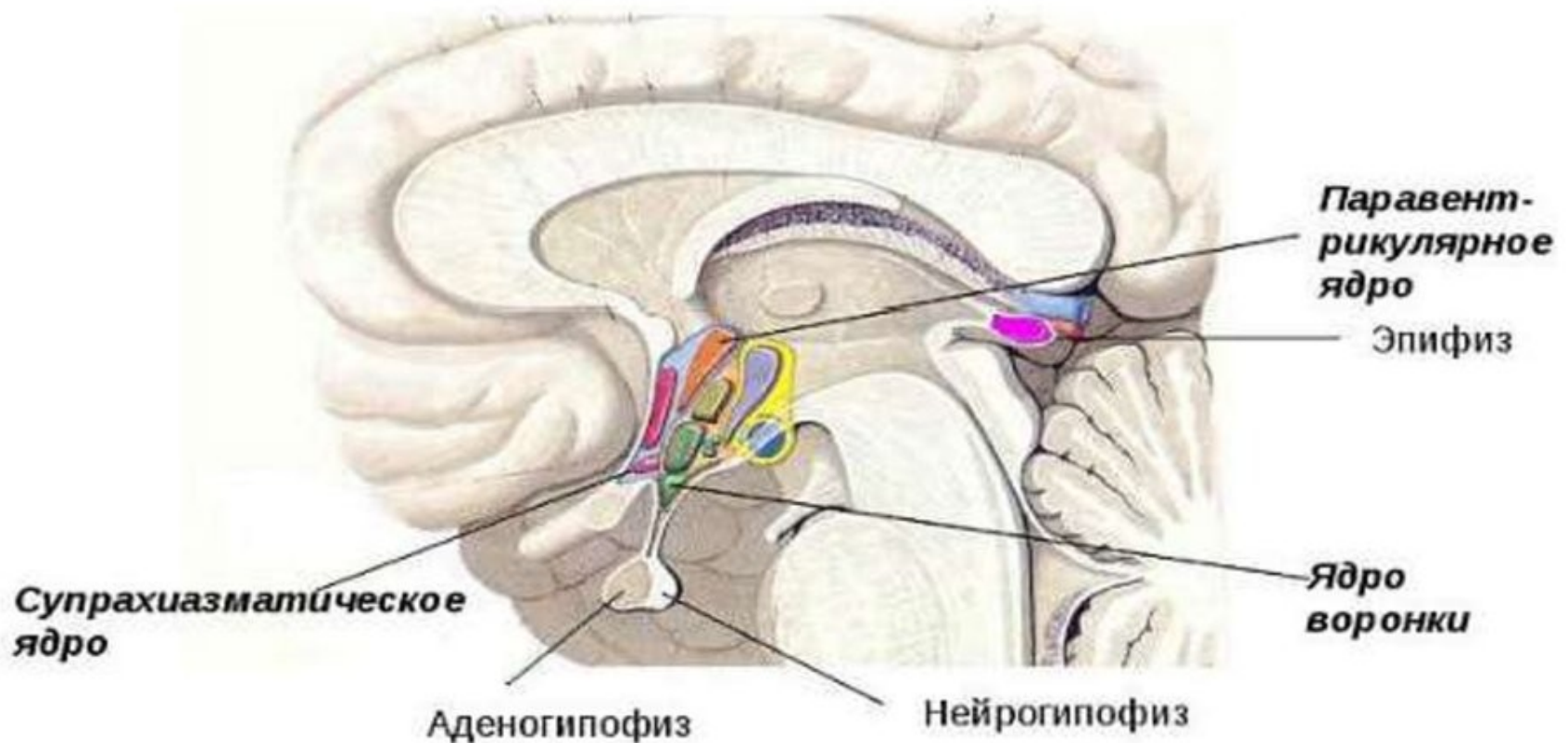


У человека повреждение мозжечка проявляется следующими симптомами:

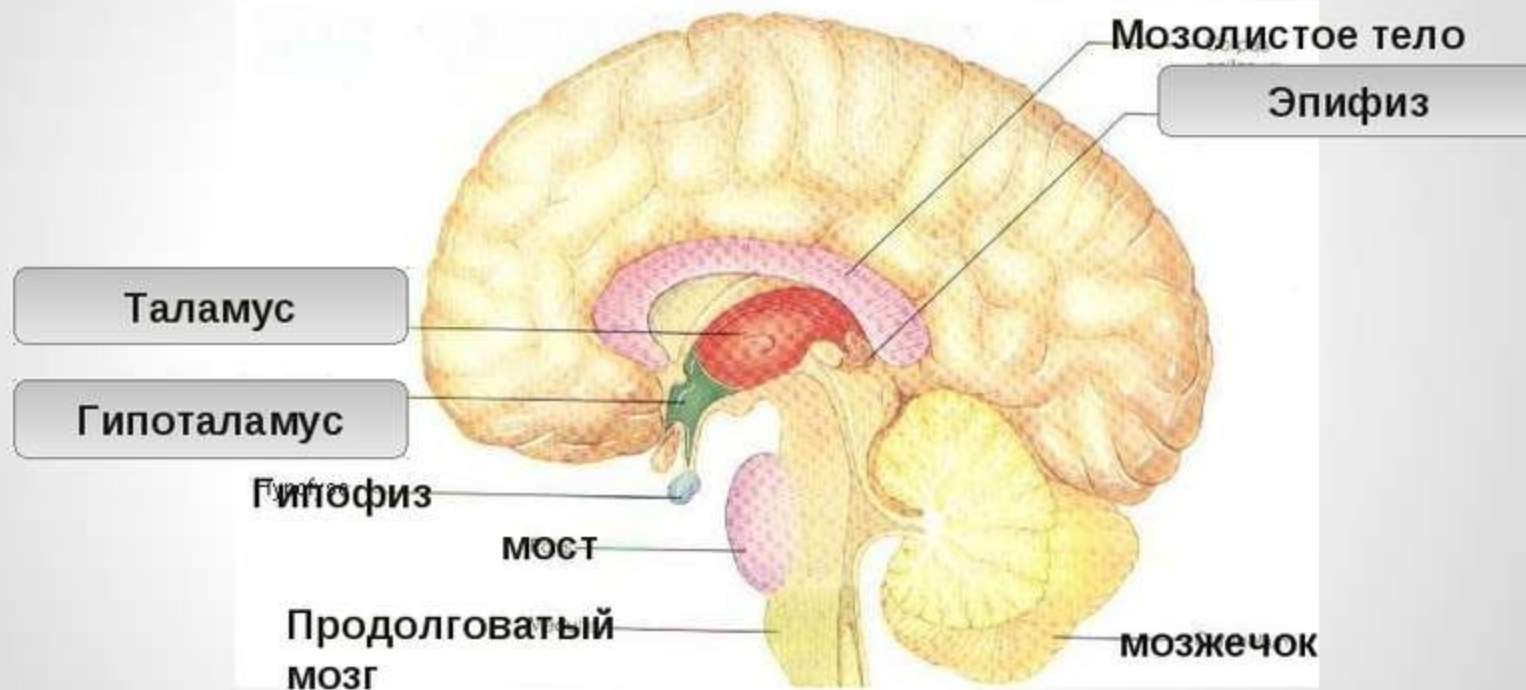
- 1) астения (astheneia, гр. – слабость) – это снижение силы мышечного сокращения, быстрая утомляемость мышц;
- 2) астазия (a, гр. – не, отсутствие; + stasia, гр. – стояние) – это утрата способности к длительному сокращению мышц, что затрудняет стояние, сидение; характеризуется появлением качательных и дрожательных движений;
- 3) дистония (dis, лат. – расстройство; + tonus, лат. – напряжение) – это непроизвольное повышение или понижение тонуса мышц;
- 4) тремор (tremolo, ит. – дрожащий) – это дрожание пальцев рук, кистей, головы в покое;
- 5) дисметрия – это расстройство равномерности движений, выражающееся либо в излишнем (гиперметрия), либо недостаточном движении (гипометрия);
- 6) атаксия (ataxia, гр. – беспорядок) – это нарушение координации движений, невозможность выполнения движений в нужном порядке или в определённой последовательности (адиадохокинез, «пьяная» походка, асинергия);
- 7) дизартрия (dis + arthroo, гр. – расчленяю) – это расстройство организации речевой моторики, характеризующееся затруднённым произношением слов, слогов и звуков;
- 8) повышение тонуса мышц-разгибателей.

Промежуточный мозг. Это часть переднего мозга, расположенной между стволом головного мозга и большими полушариями. Основные структуры промежуточного мозга — таламус, эпифиз и гипоталамус, к которому присоединен гипофиз.

Промежуточный мозг

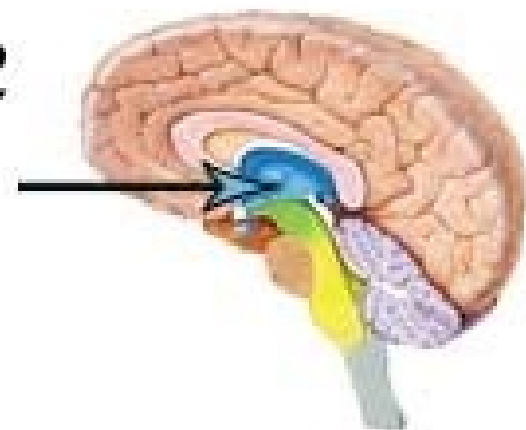


ЧАСТИ ПРОМЕЖУТОЧНОГО МОЗГА

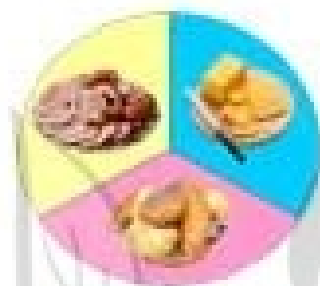


Промежуточный мозг

Функции



Обмен белков,
жиров и углеводов



Цикл сна и
бодрствования



Температура
тела



Чувство голода и
насыщения



Промежуточный мозг

- Промежуточный мозг интегрирует сенсорные, двигательные и вегетативные реакции для обеспечения целостной деятельности организма.

Таламус (thalamus, лат. – зрительный бугор) – это не только зрительный бугор, как принято его называть. В таламусе сходятся афферентные импульсы не только от зрительных рецепторов, но и от всех остальных рецепторов (экстеро-, интеро-, и проприорецепторов), поэтому его называют коллектором (collector, лат. – собирающий) всех видов чувствительности. Таламус считается входными воротами и распределительным пунктом. В нём происходит обработка и интеграция всех сигналов, поступающих в кору от спинного, продолговатого, среднего мозга, мозжечка и базальных ядер головного мозга.

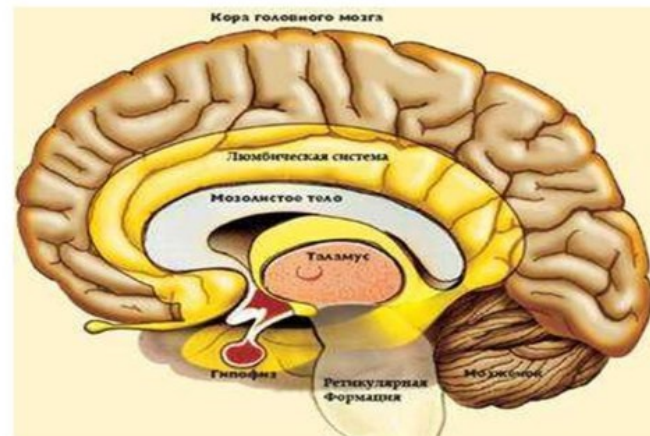
Таламус выполняет следующие функции:

- 1) интеграция различных видов чувствительности и их переключение на таламокортикальные пути;
- 2) организация врождённых форм поведения (инстинкты, влечения, эмоции);
- 3) анализ болевой чувствительности (высший центр боли).
- Для выполнения этих функций в таламусе имеется около 120 ядер, каждое из которых связано со своей областью коры. Эти ядра классифицируются по разным признакам:
 - 1) по морфологическим признакам ядра подразделяются на переднюю, медиальную и латеральную группы;
 - 2) по функциональным признакам ядра бывают специфическими, ассоциативными и неспецифическими (Лоренте де Но).

- Передняя группа ядер таламуса проецирует аксоны своих нейронов в поясную извилину коры, медиальная группа – в лобную долю; латеральная – в теменную, височную и затылочную доли.
- **К специфическим ядрам таламуса** относятся медиальные и латеральные коленчатые тела, а также передние вентральные, медиальные, вентролатеральные, постлатеральные и постмедиальные ядра. Основной функциональной единицей этих ядер являются релейные (переключающие) нейроны, которые получают импульсы с периферии от всех видов рецепторов. Далее обработанная информация от них направляется либо к ассоциативным ядрам таламуса, либо в кору – в строго определённую зону третьего и четвёртого слоя, т.е. и эти ядра и зоны коры, куда приходят нервные импульсы, имеют строгую соматотопическую локализацию.
- Например, латеральные коленчатые тела получают импульсы от зрительных рецепторов, рецепторов глаз, верхнего двуххолмия. Латеральные коленчатые тела обрабатывают эту информацию с помощью своих специфических нейронов (мало дендритов и длинный аксон), и далее нервные импульсы идут в затылочную долю коры (третий, четвёртый слои).



Таламус



- **Ассоциативные ядра** расположены в передних отделах таламуса. К ним относятся передние, медиодорзальные, латеродорзальные ядра и подушка. Эти ядра не связаны непосредственно с рецепторами. Они получают сигналы от специфических ядер и обработанную информацию отправляют в соответствующую ассоциативную зону коры.
- Например, передние ядра связаны с поясной извилиной. Нейроны этих ядер имеют биполярное строение, бывают трёхотростчатые и мультиполярные, на них конвергируют импульсы различной модальности, т.е. они являются полисенсорными, в результате чего происходит интеграция полимодальных сигналов, которые далее поступают в ассоциативные зоны коры.
- **Большинство неспецифических ядер относится к РФ** – срединный центр, парацентральные ядра, центральные медиальные, центральные латеральные и др. Их нейроны между собой связаны по ретикулярному типу и импульсы от них направляются не в определённую зону коры, а диффузно во все слои коры. К этим ядрам поступают импульсы от РФ ствола, гипоталамуса, лимбической системы, базальных ядер, специфических ядер таламуса. Возбуждение этих ядер приводит к формированию в коре веретёнообразных потенциалов действия, которые сопровождаются развитием сонного состояния.
- Такая сложная связь таламуса позволяет ему участвовать в организации рефлексов: жевание, глотание, сосание, смех, причём эти реакции тесно интегрируются с вегетативными рефлексам.
- При патологических процессах в таламусе возникают неукротимые таламические боли.

- **Гипоталамус** (hypothalamus, лат. – подбугорье) – это структура промежуточного мозга, входящая в лимбическую систему и связанная со спинным, продолговатым, средним мозгом, мостом, таламусом, подкорковыми ядрами и корой. К гипоталамусу относятся серый бугор, воронка с нейрогипофизом, сосцевидные тела. Морфологически в гипоталамусе выделяют 50 пар ядер, которые делятся на 5 групп:
 - 1) передние;
 - 2) средние;
 - 3) задние;
 - 4) преоптические;
 - 5) наружные.

Гипоталамус выполняет следующие функции:

- 1) высший центр автономной нервной системы;
- 2) регуляция гомеостатических реакций;
- 3) регуляция эндокринной системы (через адено- и нейрогипофиз);
- 4) регуляция поведения человека: формирование эмоционального и мотивационного (motif, фр. – побудительная причина) поведения;
- 5) регуляция цикла сон-бодрствование.
- 6) интеграция соматических, эндокринных и вегетативных функций, а также их сопряжение с эмоциями и поведением человека;

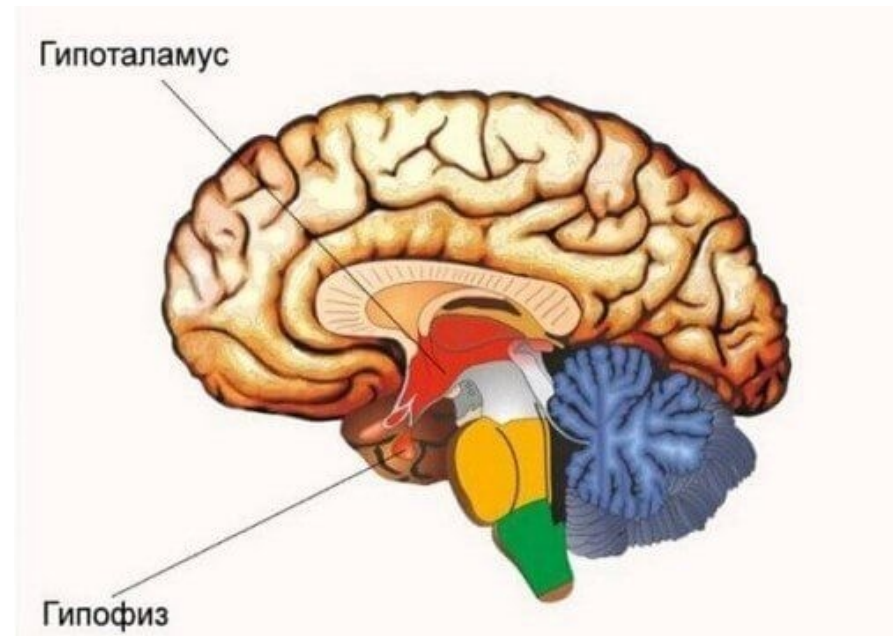


Афферентные связи гипоталамус получает:

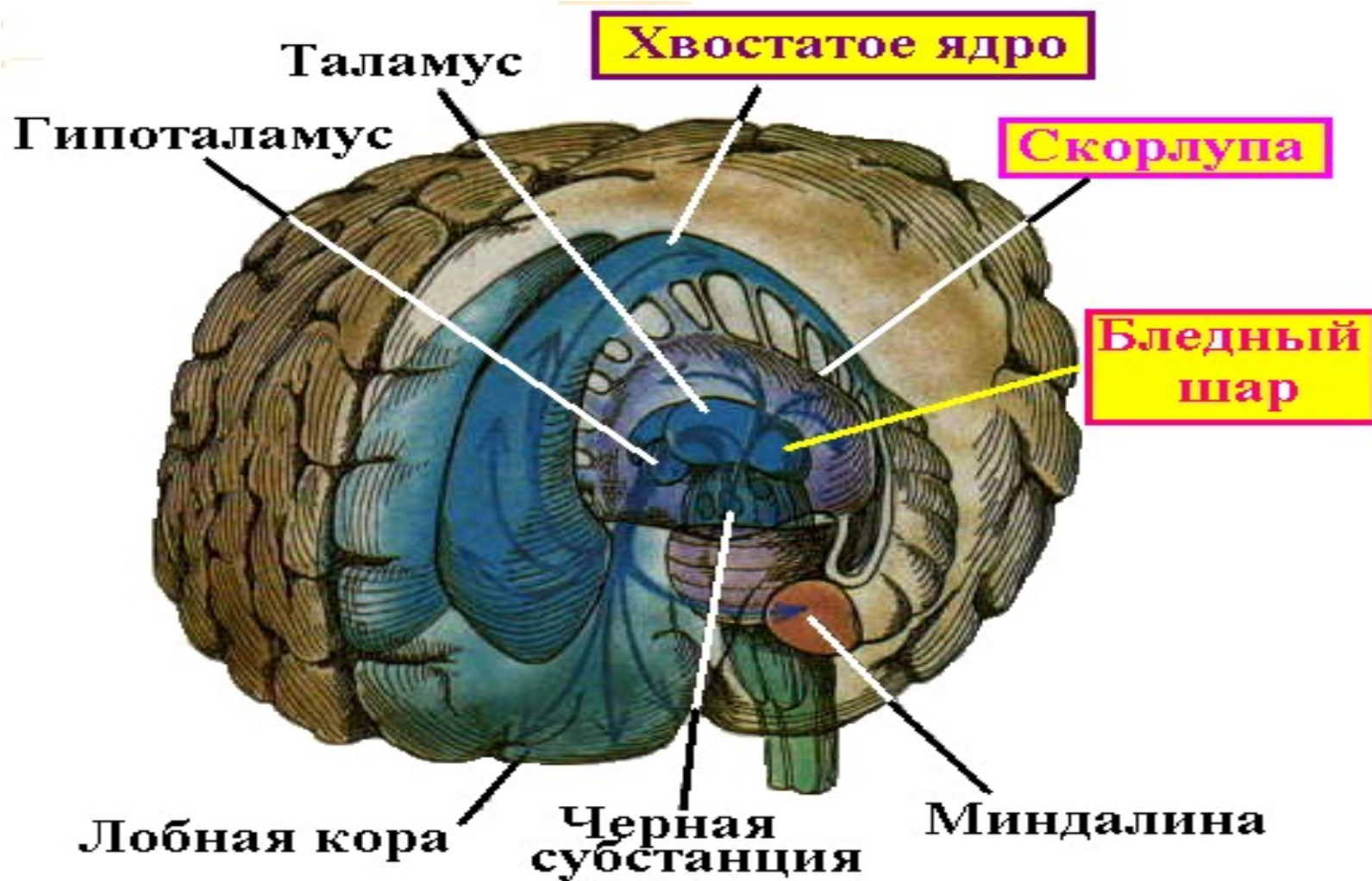
- 1) от таламуса;
- 2) от лимбической системы;
- 3) от подкорковых ядер;
- 4) от коры.
- Таким образом, гипоталамус получает информацию от всех отделов мозга. На основе этой информации происходит интегрирование сигналов от указанных структур.

Эфферентные связи гипоталамус направляет:

- 1) к таламусу;
- 2) к ретикулярной формации ствола;
- 3) к вегетативным центрам ствола;
- 4) к спинному мозгу.



БАЗАЛЬНЫЕ ГАНГЛИИ



ФУНКЦИИ БАЗАЛЬНЫХ ГАНГЛИЕВ

- 1. Центры координации сочетанных двигательных актов**
- 2. Центры сложных безусловных рефлексов и инстинктов**
- 3. Центры контроля координации тонуса мышц и произвольных движений**
- 4. Центры торможения агрессивных реакций**
- 5. Участие в механизмах сна**

ЭФФЕКТЫ ПОРАЖЕНИЯ СТРИОПАЛЛИДАРНОЙ СИСТЕМЫ

Поражения хвостатого ядра:

гиперкинезы- атетозы и хорейя

(пляска святого Витта)

Поражения паллидум:

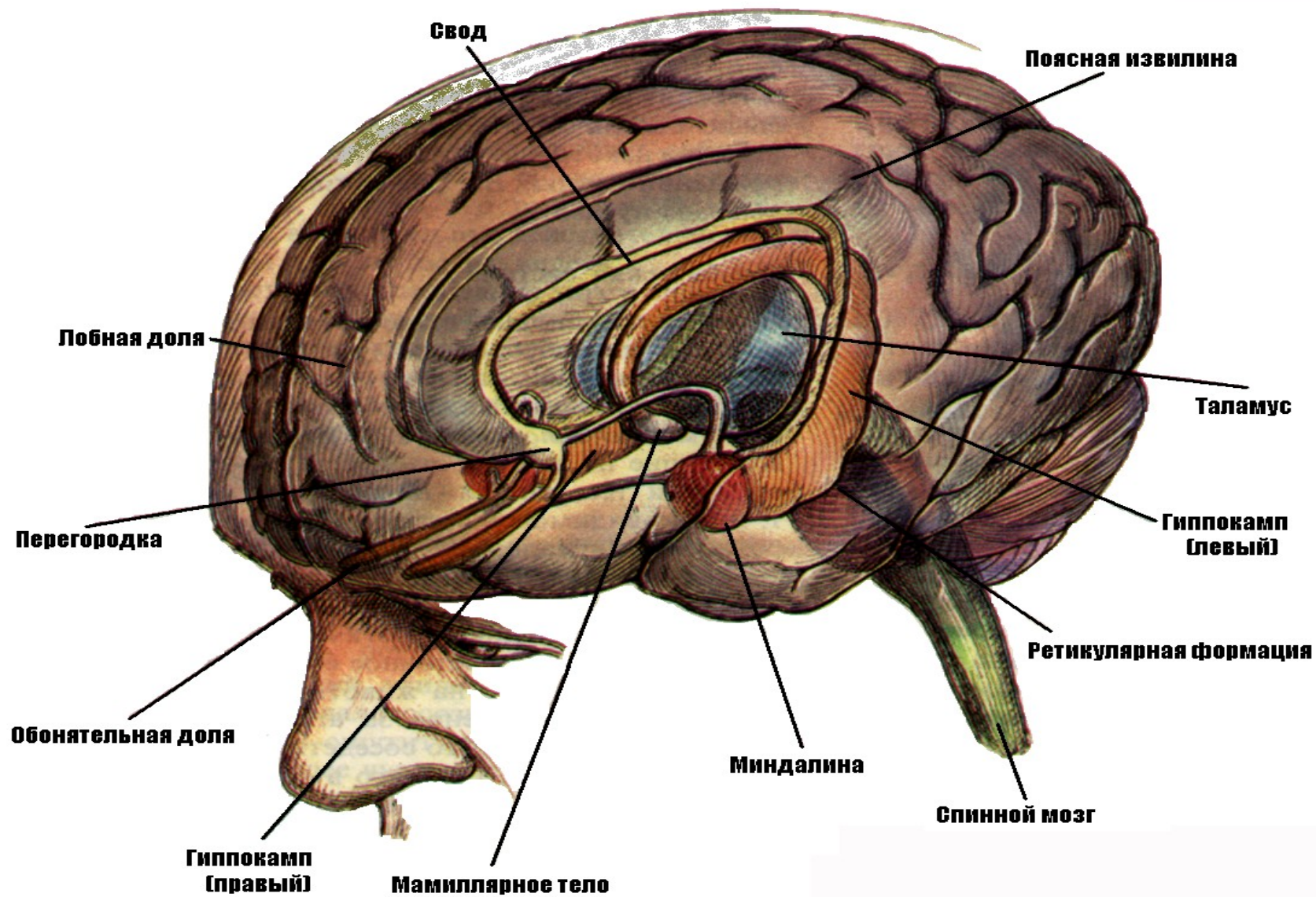
обеднение двигательной

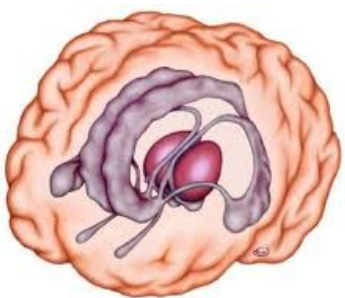
активности при повышенном

пластическом тонусе и треморе

(болезнь Паркинсона)

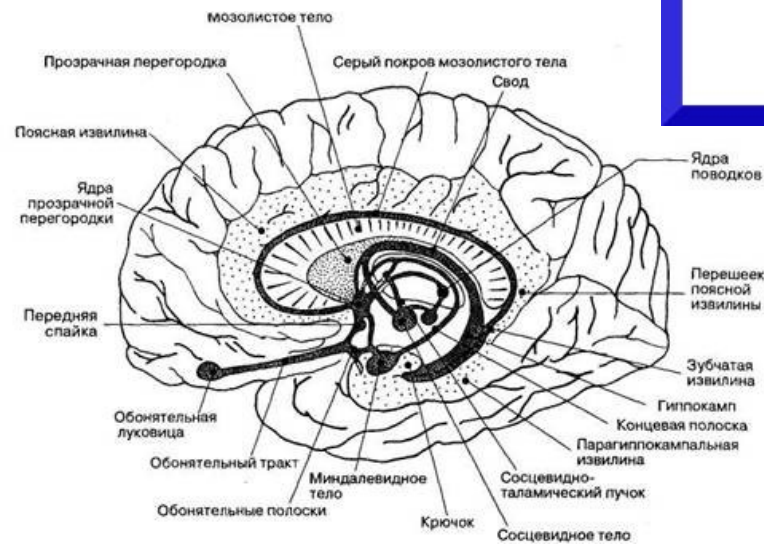
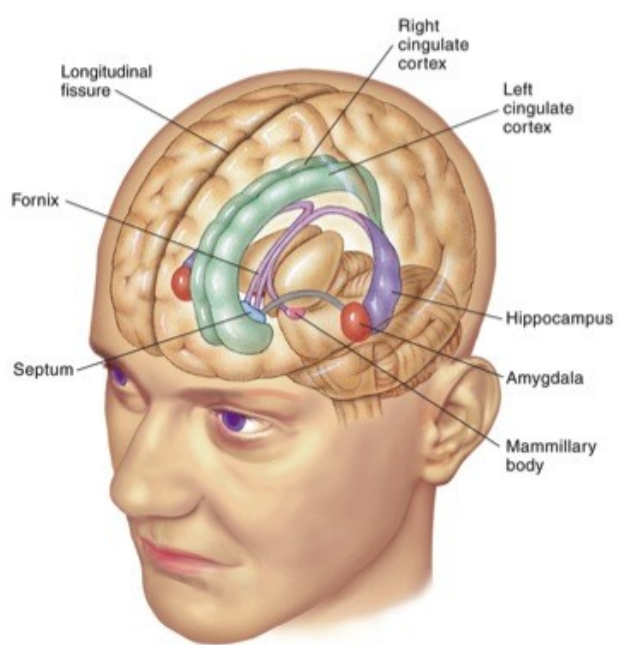
ЛИМБИЧЕСКАЯ СИСТЕМА



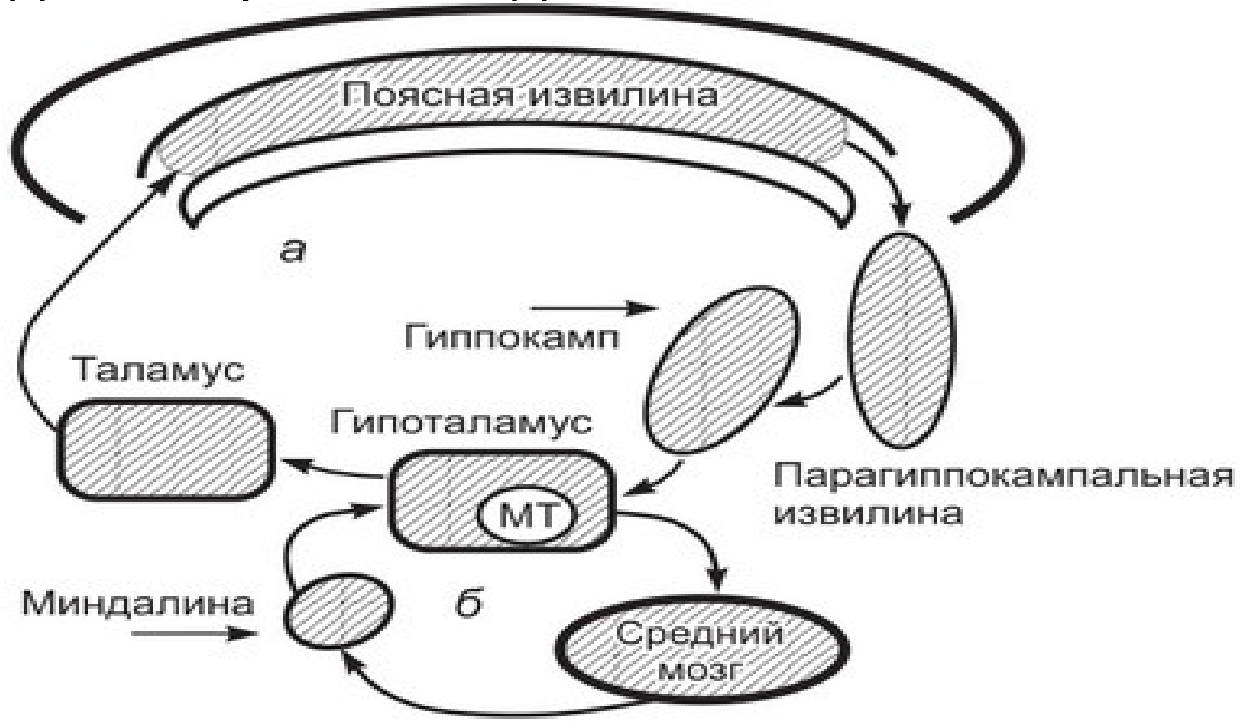


Лимбическая система

- — совокупность нервных структур и их связей, расположенных в медиобазальной части больших полушарий, участвующих в управлении вегетативными функциями и эмоциональным, инстинктивным поведением, а также оказывающих влияние на смену фаз сна и бодрствования.
- К лимбической системе относится наиболее древняя часть коры головного мозга, расположенная на внутренней стороне больших полушарий.
- К ней относятся: гиппокамп, поясная извилина, миндалевидные ядра, грушевидная извилина. Лимбические образования относятся к высшим интегративным центрам регуляции вегетативных функций организма.
- Нейроны лимбической системы получают импульсы с коры, подкорковых ядер, таламуса, гипоталамуса, ретикулярной формации и всех внутренних органов. Характерным свойством лимбической системы является наличие хорошо выраженных кольцевых нейронных связей, объединяющих различные ее структуры. Среди структур, ответственных за память и обучение, главную роль играют гиппокамп и связанные с ним задние зоны лобной коры. Их деятельность важна для перехода кратковременной памяти в долговременную.



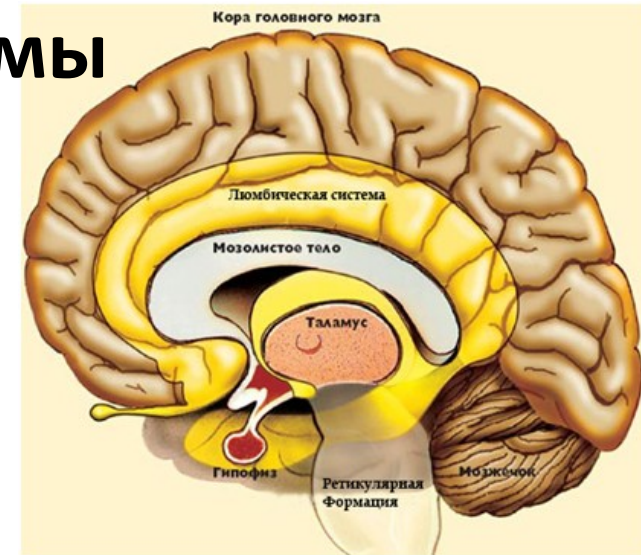
- Лимбическая система участвует в афферентном синтезе, в контроле электрической активности мозга, регулирует процессы обмена веществ и обеспечивает ряд вегетативных реакций. Раздражение различных участков этой системы у животного сопровождается проявлениями оборонительного поведения и изменениями деятельности внутренних органов. Лимбическая система участвует и в формировании поведенческих реакций у животных. В ней находится корковый отдел обонятельного анализатора.



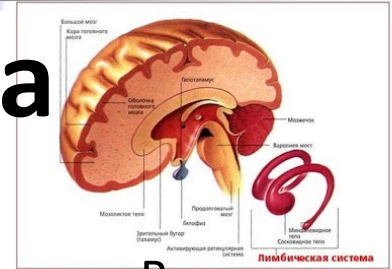
Структурно-функциональная организация лимбической системы

- **Большой круг Пейпеца:**
- гиппокамп;
- свод;
- мамиллярные тела;
- мамиллярно-таламический пучок Викд'Азира;
- таламус;
- поясная извилина.
- **Малый круг Наута:**

миндалины; конечная полоска; гипоталамус; перегородка.

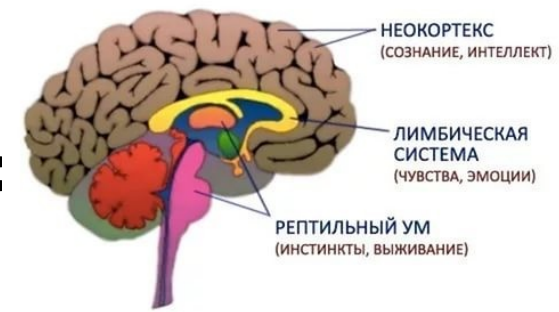


Лимбическая система



- состоит из филогенетически старых отделов переднего мозга. В названии (limbus — край) отражена особенность ее расположения в виде кольца между новой корой и конечной частью ствола мозга. К лимбической системе относят ряд функционально объединенных структур среднего, промежуточного и конечного мозга. Это поясная, парагиппокампальная и зубчатая извилины, гиппокамп, обонятельная луковица, обонятельный тракт и прилежащие участки коры. Кроме того, к лимбической системе относят миндалину, переднее и септальное таламические ядра, гипоталамус и мамиллярные тела.
- Лимбическая система имеет множественные афферентные и эфферентные связи с другими структурами мозга. Ее структуры взаимодействуют друг с другом. Функции лимбической системы реализуются на основе протекающих в ней интегративных процессов. В то же время отдельным структурам лимбической системы присущи более или менее очерченные функции.

Основные функции лимбической системы:

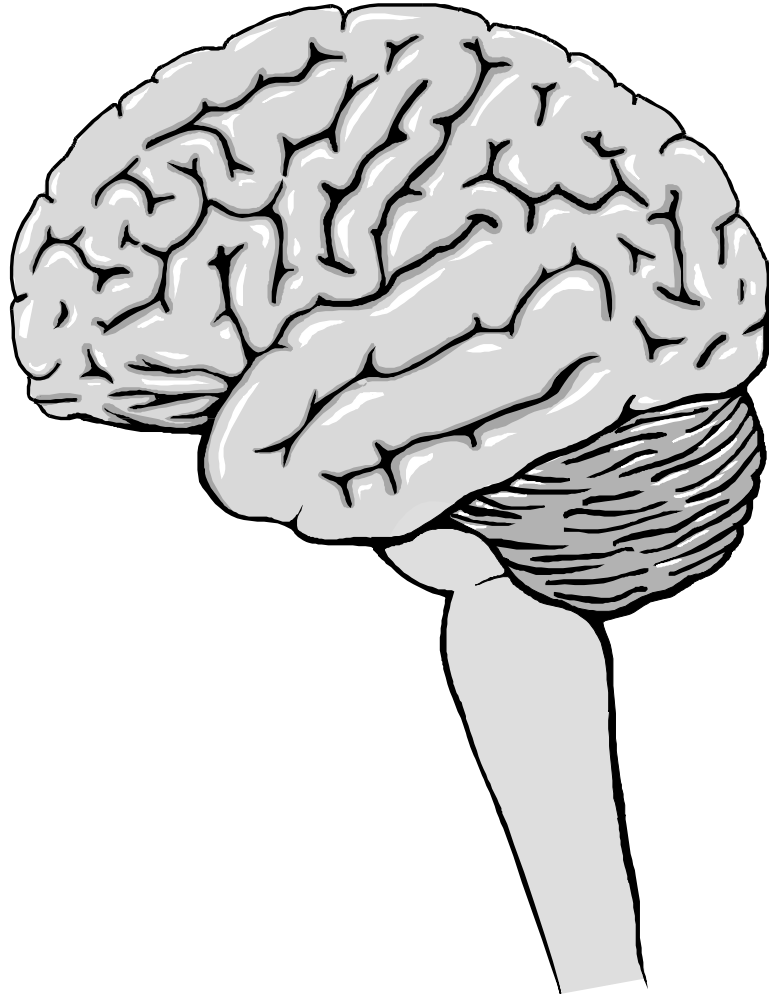


- Эмоционально-мотивационное поведение (при страхе, агрессии, голоде, жажде), которое может сопровождаться эмоционально окрашенными двигательными реакциями
- Участие в организации сложных форм поведения, таких как инстинкты (пищевые, половые, оборонительные)
- Участие в ориентировочных рефлексах: реакция настороженности, внимания
- Участие в формировании памяти и динамике обучения (выработка индивидуального поведенческого опыта)
- Регуляция биологических ритмов, в частности смен фаз сна и бодрствования
- Участие в поддержании гомеостаза путем регуляции вегетативных функций

Функциональная структура лимбической системы по МакЛину

- 1. Нижний отдел** - миндалина и гиппокамп - центры эмоций и поведения для выживания и самосохранения
- 2. Верхний отдел** - поясная извилина и височная кора - центры общительности и сексуальности
- 3. Средний отдел** - гипоталамус и поясная извилина - центры биосоциальных инстинктов

ФИЗИОЛОГИЯ КОРЫ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА



-высший интегративный
центр регуляции
процессов, протекающих
в организме.

Слои коры больших полушарий

1 слой - верхний молекулярный - ветвления дендритов пирамидных нейронов, редкие горизонтальные нейроны и клетки-зерна, волокна неспецифических ядер таламуса.

2 слой - наружный зернистый - звездчатые клетки, пути реализующие циркуляцию импульсов, волокна неспецифических ядер таламуса.

3 слой - наружный пирамидный - малые пирамидные клетки и корково-корковые связи различных извилин коры.

4 слой - внутренний зернистый - звездчатые клетки, окончание специфических таламокортикальных путей.

5 слой - внутренний пирамидный - крупные пирамидные клетки Беца - выходные нейроны кортико - мозговых путей.

6 слой - полиморфных клеток - кортикоталамические пути.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЗОНЫ КОРЫ

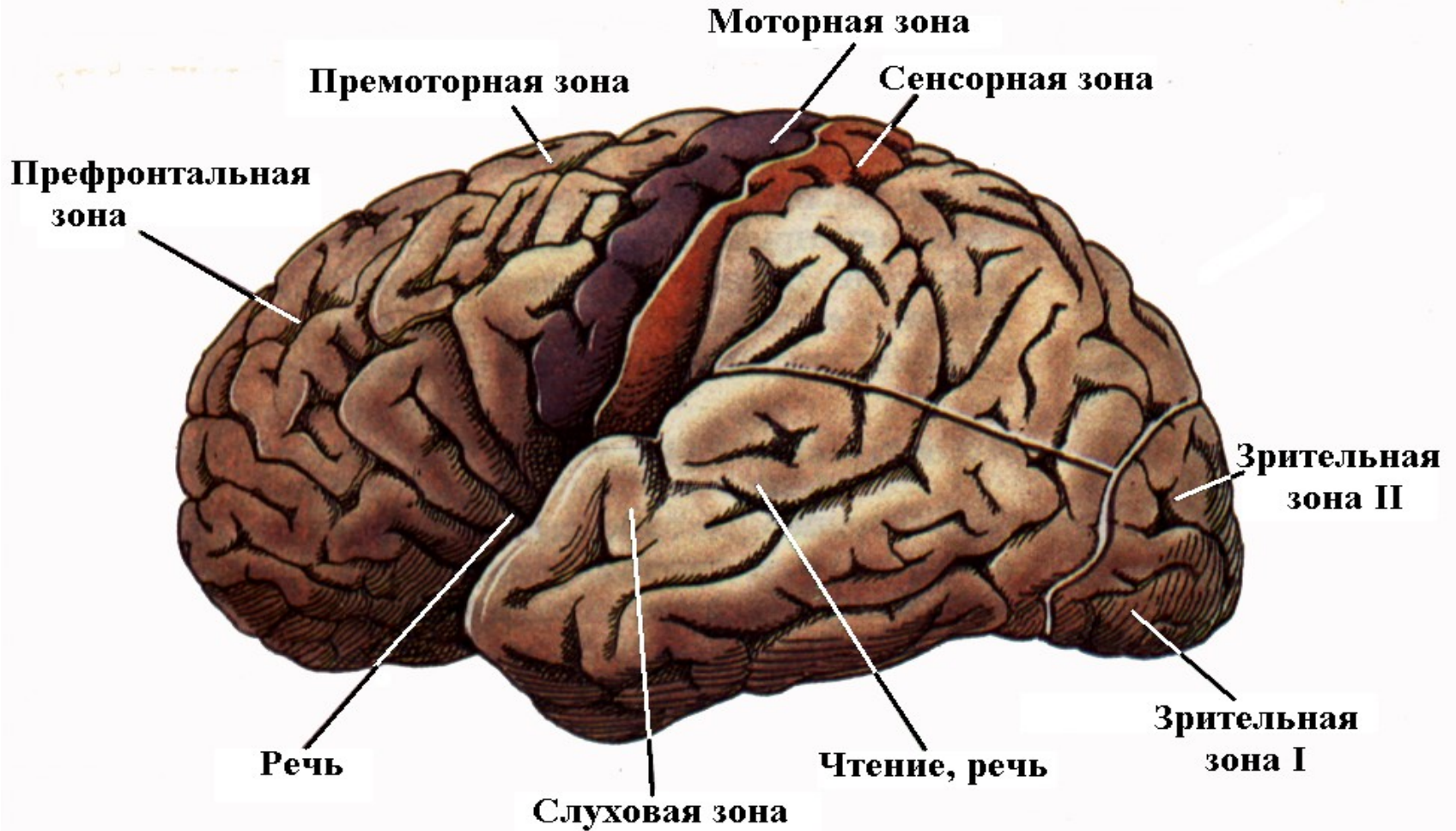
СЕНСОРНЫЕ (зрительные, слуховые,
кожные и др.);

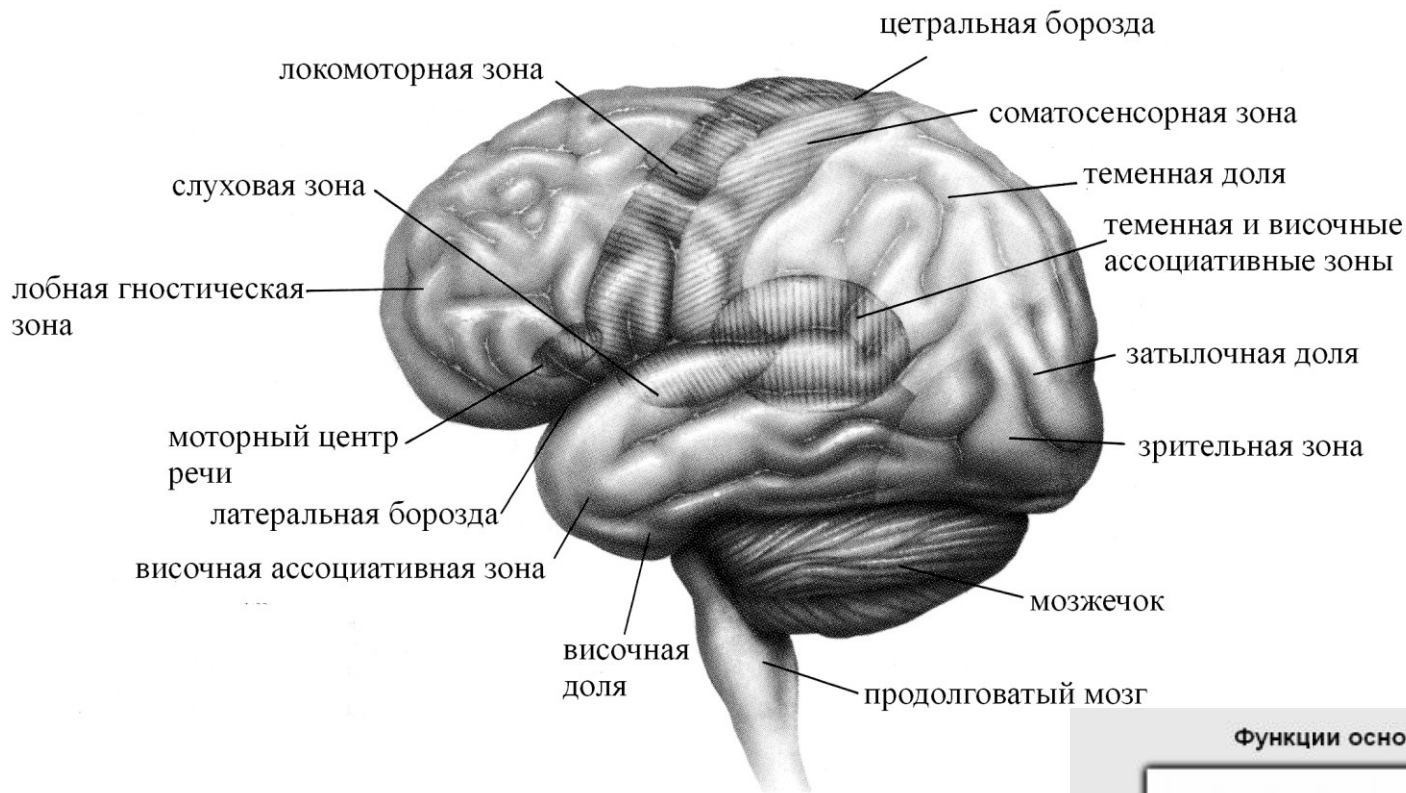
МОТОРНЫЕ (первичные, вторичные,
комплексные);

АССОЦИАТИВНЫЕ (лобные, теменные,
височные) —→

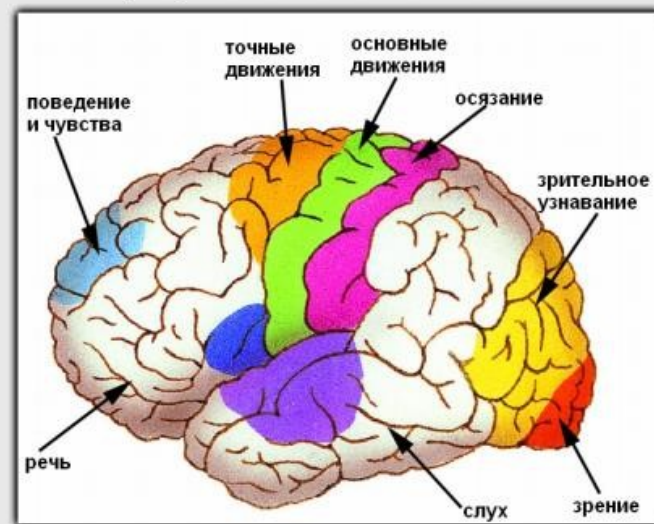
**полисенсорность, пластичность,
длительность хранения следов.**

Основные зоны коры мозга





Функции основных зон большого мозга



Точные
движения

Основные
движения

Осязание

Поведение
и чувства

Речь

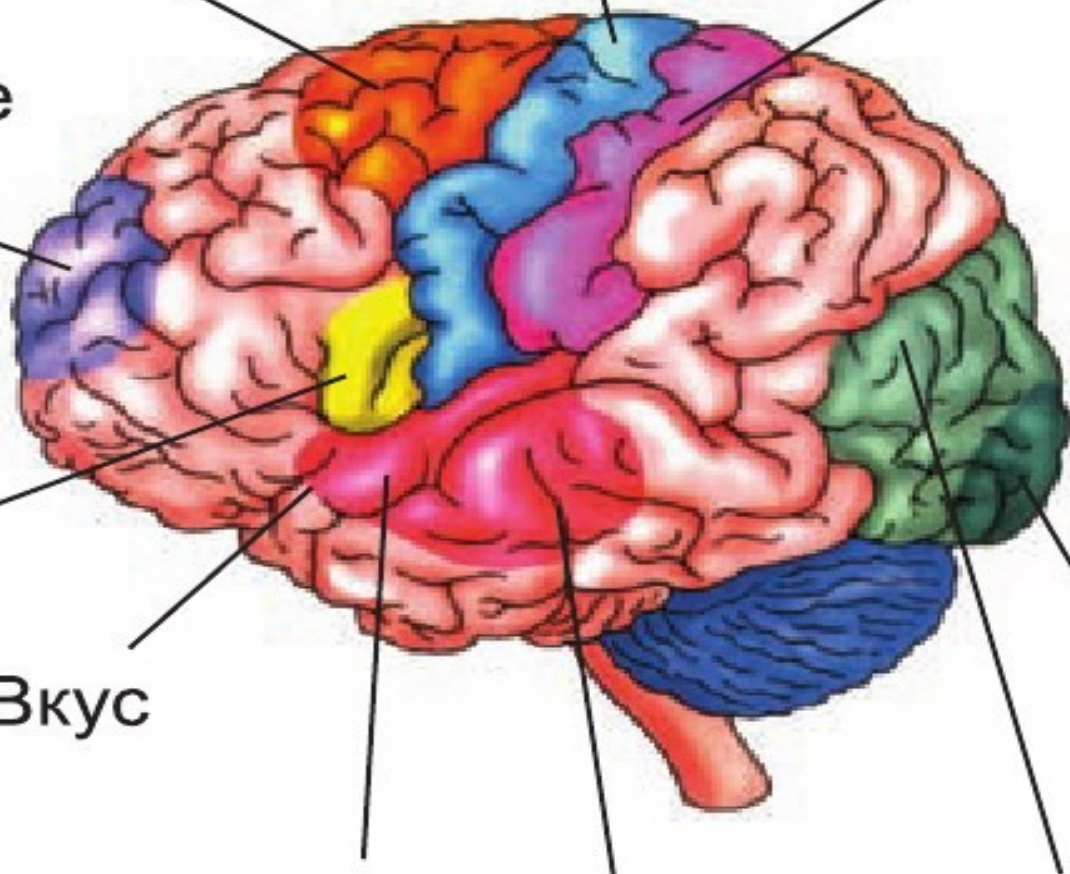
Вкус

Слух

Запах

Зрительное
узнавание

Зрение



- Кора больших полушарий (КБП) головного мозга состоит из множеств нейронов и представляет собой слой серого вещества.
- На основании эволюционного подхода, различают древнюю, старую и новую кору. К древней коре относят малоразвитые у человека обонятельные структуры.
- Старую кору составляют основные части лимбической системы: поясная извилина, гиппокамп, миндалина. Тесная связь древней и старой коры обеспечивает эмоциональный компонент обонятельного восприятия.
- Новая кора выполняет наиболее сложные функции. К её сенсорной области сходятся все чувствительные пути. Площадь проекции каждого формирующегося в коре ощущения прямо пропорциональна его важности (проекция с кожи кисти рук больше, чем со всего туловища). В затылочной доле располагается корковая часть зрительного (информирует о свойствах светового сигнала) анализатора. Её удаление приводит к слепоте. Корковая часть слухового анализатора локализуется в височной доле (воспринимает и анализирует звуковые сигналы, организует слуховой контроль речи). Её удаление вызывает глухоту. Тактильная, болевая, температурная и другие виды кожной чувствительности проецируются в теменную долю.

Кора больших полушарий мозга

- Общая площадь поверхности коры составляет около 2200 см²
- толщина коры в различных частях полушарий колеблется от 1,3 до 4,5 мм., общий объем коры головного мозга 600 см³
- В состав коры больших полушарий входит 109 - 1010 нейронов и еще большее число глиальных клеток. На основании формы и расположения нервных клеток в коре с типичным строением выделяют 6 слоев (более чем 90% всех областей коры головного мозга имеет типичное шестислойное строение).
- В неокортексе выделяют три типа нейронов, различающихся по расположению их клеточных тел в том или ином слое:
пирамидные клетки, звездчатые и веретеновидные клетки.
- К.Бродман (1910) составил цитоархитектоническую карту коры в которой выделено 11 областей, включающих 52 поля. Существуют и другие карты, в основу которых положены другие особенности - сосудистого ложа (ангиоархитектоника), глиальных клеток (глиоархитектоника) и т.д.



- Моторные (двигательные) области находятся в лобных долях. В них, каждая группа нейронов отвечает за произвольную активность отдельных мышц (их сокращение вызывается раздражением определенных участков коры). Причем, величина корковой двигательной зоны пропорциональна не массе управляемых мышц, а точности движений (самые большие зоны управляют движениями кисти руки, языком, мимической мускулатурой). Левое полушарие непосредственно связано с двигательными механизмами речи. При его поражении больной понимает речь, но говорить не может.
- Моторные области получают необходимую для принятия решения и исполнения информацию из ассоциативных областей (занимают около 80% всей поверхности полушарий), которые объединяют поступающие в неё от всех рецепторов сигналы в целостные акты научения, мышления и долговременной памяти, а также формируют программ целенаправленного поведения. Если теменная ассоциативная кора формирует представления об окружающем пространстве и теле, то височная - участвует в слуховом контроле речи, а лобная - формирует сложное поведение. При повреждении ассоциативных зон ощущения сохранены, но нарушена их оценка. Это проявляется апраксиями (неспособностью производить заученные движения: застегивание пуговиц, написание текста и др.) и агнозиями (расстройствами узнавания). При моторной агнозии - понимает речь, но говорить не может, при сенсорной - говорит, но не понимает речи.
- Таким образом, конечный мозг играет роль органа сознания, памяти и умственной деятельности, что проявляется в поведении и необходимо для приспособления человека к меняющимся условиям среды обитания.



ФУНКЦИИ ЛОБНЫХ ДОЛЕЙ

- 1. Управление врожденными поведенческими реакциями при помощи накопленного опыта;**
- 2. Согласование внешних и внутренних мотиваций поведения;**
- 3. Разработка стратегии поведения и программы действия;**
- 4. Мыслительные особенности личности.**

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Центральная Нервная Система

(Головной мозг и спинной мозг)

