

# Строение человеческого мозга и высшая нервная деятельность.

---

Центральную нервную систему составляют спинной и головной мозг.

Основными функциями центральной нервной системы являются:

- 1) регуляция деятельности всех тканей и органов и объединение их в единое целое;
- 2) обеспечение приспособления организма к условиям внешней среды (организация адекватного поведения соответственно потребностям организма).

У высших животных и человека ведущим отделом центральной нервной системы является кора больших полушарий, которая управляет также наиболее сложными функциями в жизнедеятельности человека — психическими процессами (сознание, мышление, память и др.).

Основным структурным элементом нервной системы является нервная клетка, или нейрон.

Через нейроны осуществляется передача информации от одного участка нервной системы к другому, обмен информацией между нервной системой и различными участками тела.

В нейронах происходят сложнейшие процессы обработки информации.

С их помощью формируются ответные реакции организма (рефлексы) на внешние и внутренние раздражения.

Нейроны разделяются на три основных типа:

- афферентные,
- эфферентные
- промежуточные

**Афферентный** нейрон имеет ложноуниполярную форму, т. е. оба его отростка выходят из одного полюса клетки.

К афферентным нейронам относят также нервные клетки, аксоны которых составляют восходящие пути спинного и головного мозга.

**Эфферентные** нейроны (центробежные) связаны с передачей нисходящих влияний от вышележащих этажей нервной системы к нижележащим или из центральной нервной системы к рабочим органам. Для эфферентных нейронов характерны разветвленная сеть дендритов и один длинный отросток — аксон.

**Промежуточные нейроны** (интернейроны, или вставочные) — это, как правило, более мелкие клетки, осуществляющие связь между различными (в частности, афферентными и эфферентными) нейронами. Они передают нервные влияния в горизонтальном направлении и в вертикальном. Благодаря многочисленным разветвлениям аксона промежуточные нейроны могут одновременно возбуждать большое число других нейронов

# Функциональное значение различных структурных элементов нервной клетки.

Нервная клетка состоит из тела, или **сомы** и различных отростков.

Многочисленные древовидно разветвленные отростки **дендриты** служат входами нейрона, через которые сигналы поступают в нервную клетку.

Выходом нейрона является отходящий от тела клетки отросток **аксон**, который передает нервные импульсы дальше — другой нервной клетке или рабочему органу.

Форма нервной клетки, длина и расположение отростков чрезвычайно разнообразны и зависят от функционального назначения нейрона.

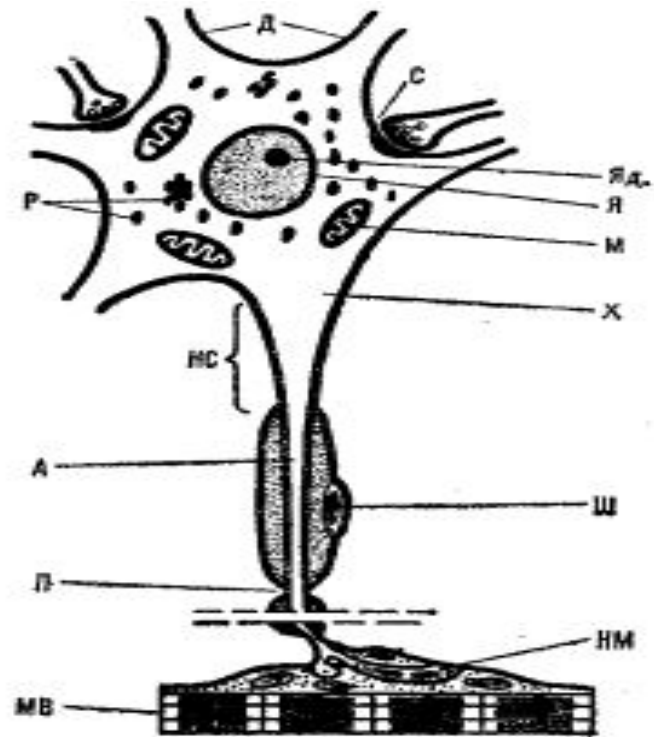


Рис. 43. Строение нейрона: Я — ядро, Яд. — ядрышко, М — митохондрии, Р — отдельные рибосомы и их скопления, Д — дендриты, С — синапсы, Х — аксонный холмик, НС — начальный сегмент, А — аксон, Ш — Шванновская клетка, составляющая миелиновую оболочку аксона, и ее ядро, П — перехват Ранвье, НМ — нервно-мышечное окончание, МВ — мышечное волокно.

Среди нейронов встречаются самые крупные клеточные элементы организма.

Размеры их поперечника колеблются **от 6—7 мкм** (мелкие зернистые клетки мозжечка) **до 70 мкм** (моторные нейроны головного и спинного мозга).

Плотность их расположения в некоторых отделах центральной нервной системы очень велика. Например, в коре больших полушарий человека на  $1 \text{ мм}^3$  приходится почти 40 тыс. нейронов. Тела и дендриты нейронов коры мозга занимают в целом примерно половину её объема.

Нервная клетка покрыта плазматической мембраной - полупроницаемой клеточной оболочкой, которая обеспечивает регуляцию концентрации ионов внутри клетки и ее обмен с окружающей средой.

При возбуждении проницаемость клеточной мембраны изменяется, что играет важнейшую роль в возникновении потенциала действия и передаче нервных импульсов.

# Обмен веществ в нейроне.

---

Основной особенностью обмена веществ в нейроне является высокая скорость обмена и преобладание аэробных процессов. Потребность мозга в кислороде очень велика.

Потребление кислорода мозгом достигает в состоянии покоя у взрослых людей **25%** от общего его потребления организмом, а у маленьких детей — **50%**. Даже кратковременное нарушение доставки кислорода кровью может вызвать необратимые изменения в деятельности нервных клеток: в спинном мозгу — через 20 — 30 мин., в стволе головного мозга — через 15 — 20 мин., а в коре больших полушарий — уже через 5 — 6 мин.

Энерготраты мозга составляют  $1/6$  —  $1/8$  суточных затрат организма человека. Основным источником энергии для мозговой ткани является глюкоза. Мозг человека требует для обмена около **115 г** глюкозы в сутки. Содержание ее в клетках мозга очень мало, и она постоянно черпается из крови.

Деятельное состояние нейронов сопровождается трофическими процессами - усилением в них синтеза белков.

# Кровоснабжение нервных клеток.

---

Кровь протекает через мозг в 5—7 раз скорее, чем через покоящиеся мышцы. Мозговая ткань обильно снабжена кровеносными сосудами. Наиболее густая сеть их находится в коре больших полушарий (занимает около 10% объема коры).

Каждый крупный нейрон имеет несколько собственных капилляров у основания тела клетки, а группы мелких клеток окутаны общей капиллярной сетью. При активном состоянии нервной клетки она нуждается в усиленном поступлении через кровь кислорода и питательных веществ.

Возможность перераспределения крови в мозгу обеспечена наличием в основаниях артериальных ветвей крупных пучков гладких мышечных волокон — сфинктерных валиков. Эти валики могут уменьшать или увеличивать диаметр сосудов и тем самым производить отдельную регуляцию кровоснабжения разных участков мозга.

# Глиальные клетки (клетки глии)

---

В процессах питания нервных клеток и их обмене веществ участвуют также окружающие нейрон клетки глии (глиальные клетки, или нейроглия).

Эти клетки заполняют в мозгу все пространство между нейронами.

В коре больших полушарий их примерно в 5 раз больше, чем нервных клеток.

Капилляры в центральной нервной системе плотно окружены клетками глии, которые покрывают сосуд полностью или оставляют небольшую часть (15%) свободной



# Основные функции нервной клетки

---

Основными функциями нервной клетки являются

- восприятие внешних раздражений (рецепторная функция),
- их переработка (интегративная функция) и
- передача нервных влияний на другие нейроны или различные рабочие органы (эффекторная функция).

Особенности осуществления этих функций позволяют разделить все нейроны центральной нервной системы на 2 большие группы:

- 1) клетки, передающие информацию на большие расстояния. Это крупные, афферентные и эфферентные нейроны, имеющие на своем теле и отростках большое количество синапсов, как возбуждающих, так и тормозящих, и способные к сложным процессам переработки поступающих через них влияний;
- 2) клетки, обеспечивающие межнейронные связи в пределах ограниченных нервных структур (промежуточные нейроны спинного мозга, коры больших полушарий и др.). Это мелкие клетки, воспринимающие нервные влияния только через возбуждающие синапсы. Эти клетки не способны к сложным процессам интеграции локальных синаптических влияний потенциалов, они служат передатчиками возбуждающих или тормозящих влияний на другие нервные клетки.

# Воспринимающая функция нейрона.

---

Все раздражения, поступающие в нервную систему, передаются на нейрон через определенные участки его мембраны, находящиеся в области синаптических контактов.

В большинстве нервных клеток эта передача осуществляется химическим путем с помощью медиаторов.

**Ответом нейронов на внешнее раздражение является изменение величины, мембранного потенциала.**

Чем больше синапсов на нервной клетке, тем больше воспринимается различных раздражений и, следовательно, шире сфера влияний на ее деятельность и возможность участия нервной клетки в разнообразных реакциях организма.

Наибольшее число (до 50%) синапсов находится на дендритах.

Эффекты, возникающие при активации синапса, могут быть возбуждающими или тормозящими.

Это зависит от качества медиатора и свойств постсинаптической мембраны.

Возбуждающие нейроны выделяют возбуждающий медиатор, а тормозные — тормозной.

Кроме того, один и тот же медиатор может оказывать различное воздействие в разных органах (например ацетилхолин возбуждает скелетные мышечные волокна и тормозит сердечные).

# Физиологические показатели функционального состояния нейрона.

---

Величина мембранного потенциала является основным параметром, который определяет значения важнейших показателей функционального состояния нейрона — его возбудимость и лабильность.

# Возбудимость нейрона.

**Возбудимость нейрона** — это его способность отвечать на синаптическое воздействие потенциалом действия.

Она зависит от соотношения двух параметров - мембранного потенциала и критического уровня деполяризации.

В нормальных условиях деятельности критический уровень деполяризации нейрона относительно постоянный, поэтому возбудимость нейрона определяется в основном величиной мембранного потенциала.

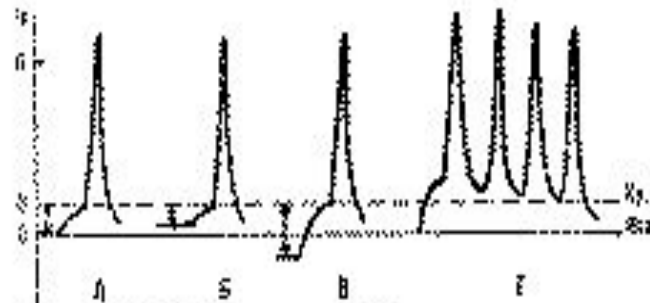


Рис. 46. Возбудимость нейрона: А — нормальная возбудимость; б — повышенная возбудимость (исходная деполяризация мембраны и уменьшение пороговой величины ВПСП); Я — пониженная возбудимость (исходная гиперполяризация мембраны и увеличение пороговой величины ВПСП); Г — сильное возбуждение нейрона (сверхпороговая деполяризация и возникновение не одного, а серии потенциалов действия). Стрелки — пороговая величина возбуждающего постсинаптического потенциала (ВПСП), необходимая для возникновения потенциала действия. Иск. — исходный уровень поляризации мембраны, Кр — критический уровень. Ось ординат — мембранный потенциал (мкВ)

# Лабильность нейрона.

---

Лабильность нейрона - это скорость протекания элементарных реакций, лежащих в основе его возбуждения.

Наиболее удобная мера лабильности нейрона - максимальная скорость протекания ПД.

В качестве меры лабильности используют также максимальную частоту импульсов, воспроизводимых нейроном без трансформации в единицу времени, или оптимальную, наиболее устойчивую, частоту импульсов (текущая лабильность).

Разные по функциям и величине нервные клетки обладают различными величинами лабильности. Даже в пределах одного нейрона лабильность разных его структур (дендритов, сомы, начального сегмента и аксона) резко различается.

Величина лабильности нейрона определяется уровнем его мембранного потенциала.

# Системы нервных клеток

---

- Диффузная нервная сеть и процесс централизации
- Соматотопическое представление функций.
- Механизмы взаимодействия нервных клеток.



# Диффузная нервная сеть и процесс централизации.

---

У простейших одноклеточных животных одна клетка осуществляет разнообразные функции. Передвижение этих животных обеспечивается либо выпячиванием части клетки (ложноножки) и переливанием в нее содержимого клетки (амебоидное движение, характерное и для белых клеток крови человека), либо с помощью специальных образований — ресничек или жгутиков.

Усложнение деятельности организма привело к разделению функций различных клеток — их специализации. Одни из них приобрели способность к сокращению (мышечные клетки), другие — к восприятию внешних и внутренних раздражений, переработке поступающей информации и передаче управляющих сигналов на органы движения и другие органы тела (нервные клетки).

Наиболее простая форма организации нервной системы — диффузная нервная сеть низших беспозвоночных животных (губок, гидр, актиний и медуз). Нейроны такой сети имеют многочисленные взаимные связи, по которым возбуждение распространяется диффузно, по всем направлениям.

Более сложной формой является сегментарная организация нервной системы у высших беспозвоночных животных (червей, насекомых). Тело их состоит из имеющих одинаковое строение участков — сегментов, иннервация которых осуществляется расположенными в этих же сегментах нервными клетками.

С усложнением поведенческих реакций происходит развитие у позвоночных животных головного конца нервной системы - энцефалона. В нем сосредоточиваются группы нервных клеток, управляющих важнейшими функциями, — нервные центры.

При этом утрачивается автономность отдельных сегментов и все большая часть функций передается вышележащим отделам нервной системы. Этот процесс получил название энцефализации (централизация) функций.

С формированием коры больших полушарий происходит подчинение всех других отделов нервной системы, т. е. процесс кортикализации

# Соматопическое представительство функций.

---

Системы нейронов, образующих восходящие пути от рецепторов или нисходящие пути к рабочим органам, расположены в определенном порядке — по типу проекции «точку в точку».

Так, каждый участок воспринимающей поверхности глаза (сетчатой оболочки с фоторецепторами) передает свои сигналы определенному участку в зрительной области коры больших полушарий. Эти чувствительные корковые центры расположены таким образом, что они как бы образуют экран, отражающий расположение фоторецепторов на периферии. Следовательно, наш мозг получает объективную информацию о пространственных особенностях внешнего мира.

Определенная пространственная организация в нервной системе сигналов от различных органов чувств (от зрительных, слуховых, мышечных, тактильных и других рецепторов) позволяет человеку иметь необходимое представление о схеме пространства.

Таким же образом в мозгу обеспечивается представление о схеме тела.

Порядок размещения афферентных волокон в проводящих путях и локализация нервных центров в проекционных областях разных этажей нервной системы соответствуют порядку размещения участков кожи и скелетных мышц в теле.

Этому принципу отвечает представительство моторных функций в различных этажах нервной системы.

Так, например, в самой верхней части передней центральной извилины коры больших полушарий находятся центры, посылающие импульсы к мышцам нижних конечностей, несколько ниже — моторные центры мышц туловища, еще ниже—моторное представительство мышц верхних конечностей и, наконец, центры мышц шеи и головы. Таков же порядок расположения этих центров в моторных ядрах нижележащих этажей нервной системы (например, в красном ядре среднего мозга).

# Механизмы взаимодействия нервных клеток.

---

Нервные клетки функционируют в тесном взаимодействии друг с другом.

Все взаимодействия между нервными клетками осуществляются благодаря двум механизмам:

- 1) влияниям электрических полей нервных клеток (**электротоническим влияниям**) и
- 2) влияниям нервных импульсов.

В передаче нервных импульсов от одного нейрона к другому большое значение имеют синапсы. Особенно много их в высших отделах нервной системы и у нейронов с наиболее сложными функциями.

Способность синапсов передавать нервные импульсы непостоянна. Она повышается после активной деятельности синапса и снижается при отсутствии активности.

Понижение функциональных возможностей синапсов (гипосинапсия) ведет к ухудшению проведения через них нервных импульсов, а их полное нарушение (асинапсия) вызывает окончательное разобщение нервных клеток.

# Координация деятельности центральной нервной системы.

---

□Иррадиация и концентрация нервных процессов.

□Торможение в центральной нервной системе.

□Доминанта.

Для деятельности центральной нервной системы характерна определенная упорядоченность и согласованность рефлексорных реакций, т. е. их координация.

Взаимодействие двух нервных процессов - возбуждения и торможения, лежащих в основе всех сложных регуляторных функций организма, закономерности их одновременного протекания в различных нервных центрах, а также последовательная смена во времени определяют точность и своевременность ответных реакций организма на внешние и внутренние воздействия.

# Иррадиация и концентрация нервных процессов.

---

Проведение афферентной волны по рефлекторной дуге вызывает в ее нервных центрах состояние возбуждения или торможения.

Эти процессы при определенных условиях могут охватывать и другие рефлекторные центры.

**Распространение процесса возбуждения на другие нервные центры называют иррадиацией.**

Она осуществляется благодаря многочисленным взаимосвязям нейронов одной рефлекторной дуги с нейронами других рефлекторных дуг, так что при раздражении одного рецептора возбуждение в принципе может распространяться в центральной нервной системе в любом направлении и на любую нервную клетку.

# Торможение в центральной нервной системе.

Явление торможения в нервных центрах было впервые открыто И. М. Сеченовым в 1862 г. Значение этого процесса было рассмотрено им в книге «Рефлексы головного мозга».

Опуская лапку лягушки в кислоту и одновременно раздражая некоторые участки головного мозга, И. М. Сеченов наблюдал резкую задержку и даже полное отсутствие «кислотного» рефлекса спинного мозга (отдергивания лапки). Описанный опыт вошел в историю физиологии под названием «*Сеченовского торможения*».

Тормозные процессы — необходимый компонент в координации нервной деятельности.



Во-первых, процесс торможения ограничивает иррадиацию возбуждения, чем способствует его концентрации в необходимых участках нервной системы.

Во-вторых, возникая в одних нервных центрах параллельно с возбуждением других нервных центров, процесс торможения тем самым выключает деятельность ненужных в данный момент органов, осуществляя координационную функцию.

В-третьих, развитие торможения в нервных центрах предохраняет их от чрезмерного перенапряжения при работе, т. е. играет охранительную роль.

## Доминанта.

---

Активность нервных центров непостоянна, и преобладание активности одних из них над активностью других вызывает заметные перестройки в процессах координации рефлекторных реакций.

В 1923 г. А. А. Ухтомский сформулировал принцип доминанты как рабочий принцип деятельности нервных центров.

Термином доминанта был обозначен господствующий очаг возбуждения в центральной нервной системе, определяющий текущую деятельность организма.

*Основные черты, доминанты следующие:*

- 1) повышенная возбудимость нервных центров,
- 2) стойкость возбуждения во времени,
- 3) способность к суммации посторонних раздражений и
- 4) инерция доминанты.

Доминирующий (господствующий) очаг может возникнуть лишь при определенном функциональном состоянии нервных центров.

Одним из условий его образования является повышенный уровень возбудимости нервных клеток, который обуславливается различными гуморальными и нервными влияниями (длительными афферентными импульсациями, гормональными перестройками в организме, воздействиями фармакологических веществ, сознательным управлением нервной деятельностью у человека и пр.).

Установившаяся доминанта может быть длительным состоянием, которое определяет поведение организма на тот или иной срок.

**Способность стойко поддерживать возбуждение во времени — характерная черта доминанты.**

Однако далеко не всякий очаг возбуждения становится доминантным.

Повышение возбудимости нервных клеток и их функционального значения определяется способностью суммировать возбуждение при поступлении любого случайного импульса.

Как фактор поведения доминанта связана с высшей нервной деятельностью, с психологией человека.

**Доминанта является физиологической основой акта внимания.**

Она определяет характер восприятия раздражения из внешней среды, делая его односторонним, но зато более целеустремленным.