

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.

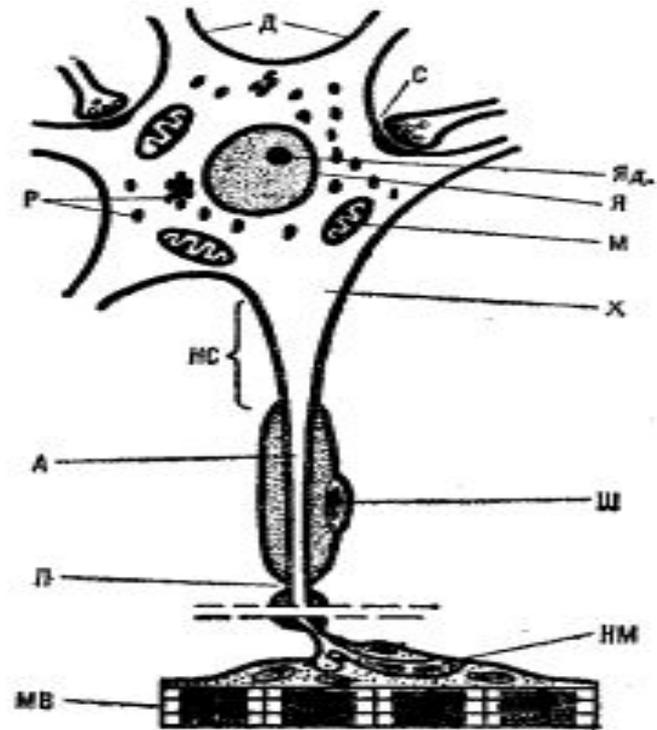


Рис. 43. Строение нейрона: Я — ядро, Яд. — ядрышко, М — митохондрии, Р — отдельные рибосомы и их скопления, Д — дендриты, С — синапсы, Х — аксонный холмик, НС — начальный сегмент, А — аксон, Ш — Шванновская клетка, составляющая миелиновую оболочку аксона, и ее ядро, П — перехват Ранвье, НМ — нервно-мышечное 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 мм³ 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.

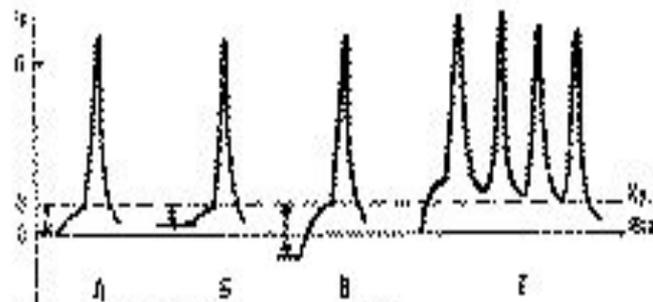


Рис. 46. Возбудимость нейрона: А — нормальная возбудимость; б — повышенная возбудимость (исходная деполяризация мембраны и уменьшение пороговой величины ВПСП); Я — пониженная возбудимость (исходная гиперполяризация мембраны и увеличение пороговой величины ВПСП); Г — сильное возбуждение нейрона (сверхпороговая 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 раздражении 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.