

Крисевич Т. О. – старший преподаватель кафедры общей биологии и ботаники

РЕГУЛЯТОРНЫЕ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА НЕРВНАЯ СИСТЕМА

(часть 1)

Значение нервной системы. Нейрон. Синапс. Рефлекс. Рефлекторная дуга. Высшая нервная деятельность.

Регуляция работы организма происходит рефлекторным путем при помощи нервной системы, воспринимающей и проводящей нервные импульсы. В процессе эволюции животного мира нервная система развивалась как орган, обеспечивающий наиболее совершенную форму приспособления к меняющимся условиям среды.

Значение нервной системы сложно переоценить. Ее деятельность - один из важнейших компонентов гомеостаза. Через нервную систему замыкаются все рефлексы организма. Она регулирует работу отдельных органов и систем органов; координирует и согласует между собой их деятельность; обеспечивает связь организма с внешней средой, обуславливает адекватные поведенческие реакции на раздражители, адаптируя организм к изменениям условий.

Основной структурной и функциональной единицей нервной системы является **нейрон**. Нейроны различаются по форме и функциям.

Чувствительные (афферентные, центростремительные) нейроны передают импульсы от органов чувств в спинной и головной мозг. Тела чувствительных нейронов лежат на пути к ЦНС в нервных узлах – ганглиях. Нервные узлы – это скопления тел нервных клеток за пределами ЦНС.

Двигательные (эфферентные, эффекторные, центробежные) нейроны передают импульсы от спинного и головного мозга к мышцам и внутренним органам. Связь между чувствительными и двигательными нейронами осуществляется в спинном и головном мозге **вставочными** нейронами, тела и отростки которых не выходят за пределы мозга. Строение нейрона определяется его функциональной значимостью, и чаще всего описание нейрона дается на примере двигательной клетки передних рогов спинного мозга.

Нейрон состоит из тела, коротких отростков – дендритов – и одного длинного отростка – аксона, протяженность которого может достигать 1 м. Аксон может быть покрыт миелиновой оболочкой, которая образована *шванновскими клетками*. В состав миелиновой оболочки входят сфинголипиды. В промежутках между двумя шванновскими клетками миелиновая оболочка нервного волокна прерывается. Это - *перехваты Ранвье*. Тело нейрона содержит ядро и ядрышко. В ядрышке находится большое количество РНК. В течение первых 30 лет жизни человека ядрышко увеличивается в своих размерах, а при старении организма происходит постепенное уменьшение ядрышка вплоть до его исчезновения. Количество ДНК в нейронах остается постоянным, так как они относятся к клеткам,

которые никогда не делятся. Ядро окружено *тельцами Ниссля* (глыбки) и аппаратом Гольджи, который представляет собой сетчатую структуру.

Тело нейрона окружено плазматической мембраной толщиной 75-90 ангстрем. Поверхностная мембрана обеспечивает регуляцию определенного уровня концентрации ионов внутри клетки, причем во время возбуждения проницаемость мембраны для ионов меняется.

В цитоплазме нейрона содержатся все структуры, характерные для любой клетки. Основной структурой является эндоплазматический ретикулум, который представляет собой систему пузырьков и трубочек, располагающихся параллельными рядами и пронизывающих все участки нейрона. ЭПС регулирует обмен веществ в клетке, на ее мембранах располагаются рибосомы, которые являются макромолекулами РНК. Рибосомы активно синтезируют белок. Упорядоченный эндоплазматический ретикулум представляет собой тельца Ниссля. При истощении нервной системы в результате длительной работы или при перевозбуждении наблюдается нарушение ультраструктуры телец Ниссля. Аппарат Гольджи по внешнему виду напоминает тельца Ниссля, но пузырьки и цистерны меньше по величине и плотнее прилегают друг к другу. В нем не обнаружены рибосомы, но он участвует в накоплении продуктов, вырабатываемых в других участках цитоплазмы. Из тела клетки идет постоянный отток нейроплазмы в отростки.

Электрические явления присущи всем живым клеткам, но именно в нервной ткани ионные механизмы перемещения натрия, калия через мембрану обеспечивают возможность возникновения и передачи нервного сигнала от клетки к клетке. Внутри нервных клеток относительно много ионов калия и мало ионов натрия, в жидкости межклетников много натрия и хлора, но мало калия. Проницаемость поверхностной мембраны для ионов натрия и калия неодинакова, и в состоянии покоя все живые клетки поляризованы. Разница потенциалов между внутренней и наружной поверхностями клетки составляет около 60 мВ. Это **потенциал покоя или мембранный потенциал**.

Способность мембраны пропускать одни ионы и задерживать другие приводит к созданию определенного электрохимического градиента. Эта запасенная энергия может быть освобождена в виде токов ионов при возникновении нервного импульса.

Если к нейрону подходит нервный импульс от другого нейрона, то в его мембране открываются специальные каналы, пропускающие внутрь нейрона положительно заряженные ионы натрия, но не пропускающие ионы калия из нейрона. Когда внутрь нейрона поступает избыток натрия, это перезаряжает мембрану с -70 мВ до +40 мВ. Эта кратковременная деполяризация мембраны и будет являться **нервным импульсом** или **потенциалом действия**. Скорость распространения нервного импульса зависит от диаметра аксона: чем больше диаметр, тем выше будет скорость. Максимальная скорость будет составлять 120 м/с.

Информация передается от одного нейрона к другому через контакты, которые называются **синапсами**.

Синапс состоит из узкой щели между двумя клетками и двух мембран, одна из которых принадлежит клетке, посылающей сигнал (*пресинаптическая* мембрана), а другая – принимающей его (*постсинаптическая*).

Информация передается через синапс от клетки к клетке двумя способами. Это может быть обычный «скачок» импульса с мембраны одного нейрона на мембрану другого, что представляет собой **электрический синапс**. Он возникает, когда две клетки находятся очень близко друг к другу (ширина щели – 2 нм).

Нервный импульс → Активизация → Переход ионов
Активизация пресинаптической по каналам
постсинаптической мембраны мембраны

Большая часть контактов принадлежит к типу **химических синапсов**. В них информация переносится через синаптическую щель с помощью особых химических веществ – медиаторов.

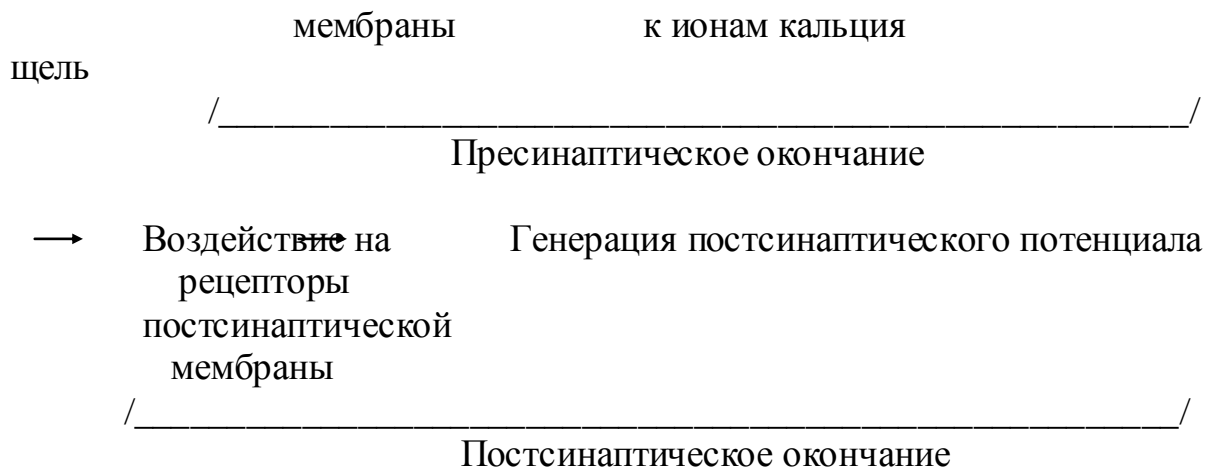
Процесс передачи информации в химических синапсах начинается с прихода нервного импульса по аксону первого нейрона. Аксон может разветвляться на большое количество терминалий, которые содержат множество синаптических пузырьков, заполненных молекулами медиатора (*синаптические бляшки*).

Прибывающий импульс вызывает слияние некоторых пузырьков с пресинаптической мембраной. При этом пузырьки открываются и их содержимое выбрасывается в синаптическую щель. Преодолев просвет между клетками, молекулы медиатора связываются с рецепторными макромолекулами, встроенными в постсинаптическую мембрану принимающего сигнал нейрона.

В результате этого открываются каналы, пронизывающие постсинаптическую мембрану, и она становится проницаемой для определенных ионов.

Иногда проницаемость мембраны возрастает до такой степени, что мощный поток ионов через нее приводит к формированию нервного импульса в самом постсинаптическом нейроне. Оставшиеся в синаптической щели свободные молекулы медиатора либо очень быстро разрушаются, либо поглощаются одним из нейронов.

Нервный → Деполяризация → Увеличение → Освобождение →
Выход медиатора пресинаптической проницаемости медиатора
импульс в синаптическую мембрану



Синапс может передавать информацию по нейрону только в одном направлении. Это были возбуждающие синапсы. В тормозных синапсах связывание медиатора с рецепторами постсинаптической мембраны приводит к тому, что для генерации импульса в ней требуется стимул, превышающий обычный уровень. Возбуждающие и тормозные синаптические контакты различаются прежде всего химическим составом медиаторов. Наиболее распространенные в центральной нервной системе возбуждающие медиаторы: *ацетилхолин, норадреналин, дофамин, серотонин, глутамат*. Из тормозных медиаторов чаще всего встречаются *гамма-аминомасляная кислота и глицин*. Терминалии нейронов формируют различное количество синапсов с различными клетками. От суммарного эффекта возбуждающих и тормозных воздействий на дендриты нейрона зависит, будет ли клетка генерировать нервный импульс или нет.

Спинной и головной мозг связаны со всеми органами нервами. **Нервы** – это скопления отростков нервных клеток. Нервы, состоящие из аксонов двигательных нейронов, называются **двигательными нервами**. **Чувствительные нервы** состоят из дендритов чувствительных нейронов. Большинство нервов содержат и аксоны и дендриты. Такие нервы называются **смешанными**. По ним импульсы идут в двух направлениях – к ЦНС и от нее - к органам.

Целенаправленная реакция организма на раздражение рецепторов, которая осуществляется при участии ЦНС называется **рефлексом**. Путь, по которому возбуждение распространяется от рецептора до эффектора (исполнительного органа) называется **рефлекторной дугой**. Рефлекторная дуга включает следующие элементы:

1. Рецептор, воспринимающий раздражение.
2. Чувствительный нейрон, отростки которого образуют чувствительное нервное волокно, проводящее возбуждение в ЦНС.
3. Вставочные нейроны ЦНС.
4. Двигательный нейрон, аксон которого образует эфферентное нервное волокно, проводящее возбуждение к органу.
5. Исполнительный орган (эффектор).

Рефлексы подразделяются на **соматические** и **вегетативные**. Соматические рефлексы заканчиваются сокращением скелетных мышц, а вегетативные меняют работу внутренних органов.

Все рефлекторные реакции организма на различные раздражители И. П. Павлов разделил на две группы: условные и безусловные.

Безусловные рефлексы – это врожденные рефлексы, которые передаются по наследству, сформированные к моменту рождения. Они врожденные, передаются по наследству из поколения в поколение; свойственны большинству особей данного вида; имеют постоянные рефлекторные дуги; практически не затухают в течение жизни; реакция происходит в ответ на адекватные внешние или внутренние раздражители; могут осуществляться за счет нервных центров, расположенных в спинном мозге и подкорковых структурах головного мозга. В первые моменты жизни безусловные рефлексы обеспечивают существование после рождения. В последующей жизни являются для выработки условных рефлексов. **Инстинкт** – это совокупность последовательных сложных безусловных рефлексов, определяющих врожденные формы поведения.

Условные рефлексы – это рефлексы, приобретаемые в течение жизни на базе безусловных под влиянием определенных факторов внешней среды; являются индивидуальными, то есть свойственны отдельным особям; рефлекторные дуги формируются при совпадении определенных условий; непостоянны, вырабатываются и затухают в течение жизни; вырабатываются на основе безусловных рефлексов; осуществляются как правило при участии коры больших полушарий. Для образования условных рефлексов должны выполняться следующие условия:

1. Действие условного раздражителя во времени должно обязательно совпадать с безусловным.
2. Начало действия условного раздражителя должно несколько предшествовать действию безусловного.
3. Условный раздражитель должен неоднократно подкрепляться действием безусловного раздражителя.

Классический условный рефлекс, выработанный на сочетании условного раздражителя и безусловного подкрепления, называется **условным рефлексом первого порядка**. **Рефлекс второго порядка** – это условный рефлекс, образованный на основе другого условного рефлекса.

Выработанные условные рефлексы при смене условий среды могут терять свое значение и угасать в результате торможения. **Торможение** – это процессы, которые приводят к ослаблению или прекращению возбуждения в центральной нервной системе.

Различают *внутреннее* и *внешнее* торможения. *Внешнее торможение* развивается в результате действия нового внешнего относительно сильного раздражителя, который приводит к возникновению нового очага возбуждения в коре, который вызывает торможение существующего очага. Например, если вызвать у собаки каким-либо образом слюноотделительный рефлекс, и затем произвести сильный шум, то слюноотделение прекращается.

Внутреннее торможение развивается постепенно и только в коре головного мозга. Основным условием его возникновения является отсутствие подкрепления условного раздражителя безусловным. Если выработанный на звонок рефлекс слюноотделения не подкреплять кормлением, то постепенно звук перестает выполнять роль условного раздражителя, и рефлекс начнет угасать.

Совокупность происходящих в ЦНС процессов, обеспечивающих восприятие и анализ информации, а также адекватную ответную реакцию организма, называют **сигнальной системой**. У животных и у человека имеется *первая сигнальная система*. Она воспринимает конкретные материальные раздражители окружающего мира и является основой для формирования адекватной ответной реакции на происходящее. С появлением речи стало возможным появление *второй сигнальной системы*. Она обусловлена особенностью высшей нервной деятельности человека воспринимать произнесенное или написанное слово, причем сигнальное значение слова определяется не сочетанием звуков или букв, а смысловым значением, которое несет это слово. Проявление деятельности второй сигнальной системы у детей наблюдается очень рано, когда ребенок произносит первые слова и вырабатывает первые адекватные реакции на слова окружающих людей. Развитие второй сигнальной системы связано с социальной жизнью человека. Она влияет и на первую сигнальную систему, так как реакции человека определяются уже социальной средой, его воспитанием, памятью.

Список рекомендуемой литературы:

1. Н. Е. Чепурнова, Г. Д. Ковалина, Регуляция жизненных функций организма, издательство Московского университета, 1978.
2. Биология. Справочник студента/ А.А.Каменский, А.И.Ким, Л.Л.Великанов, О.Д.Лопина, С.А.Баландин, М.А.Валовая, Г.А.Белякова – М.:Филологическое общество «СЛОВО», 2001.
3. Б. З. Кауфман, Л.И.Фрадкова, Учебное пособие по биологии для старшеклассников и абитуриентов, АО «КАРЭКО» Петрозаводск, 1995.