

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ДЕТЕЙ

Лекция 4.

1. Структура и функции ЦНС. Функции нейронов.
2. Нейрон как основная структурная и функциональная единица ЦНС.
3. Типы нейронов.
4. Рефлекторная деятельность ЦНС. Объединение нейронов в нервные центры.
5. Механизмы связи между нейронами. Структура и функции синапса.

1. Структура и функции ЦНС. Функции нейронов

Главную регуляторную функцию в организме высших животных и человека осуществляет нервная система.

По анатомическому строению нервную систему подразделяют на периферическую (нервные волокна и узлы) и центральную. К центральной нервной системе (ЦНС) относят спинной и головной мозг.

Основными функциями ЦНС являются:

объединение всех частей организма в единое целое и их регуляция;

управление состоянием и поведением организма в соответствии с условиями внешней среды и его потребностями.

Все важнейшие поведенческие реакции человека осуществляются с помощью ЦНС.

Таким образом, **ЦНС координирует деятельность всех органов и систем, обеспечивает эффективное приспособление организма к изменениям окружающей среды, формирует целенаправленное поведение.**

Эти сложнейшие и жизненно важные задачи решаются с помощью нервных клеток (нейронов) – основных структурных элементов ЦНС, специализированных на **восприятии (рецепторная функция нейронов), обработке (интегративная функция) и передаче информации на другие нейроны или рабочие органы (эффektorная функция)** и объединенных в специфически организованные нейронные цепи и центры, составляющие различные функциональные системы мозга.

У высших животных и человека ведущим отделом ЦНС является кора больших полушарий. Она управляет наиболее сложными функциями в жизнедеятельности человека – психическими процессами (сознанием, мышлением, речью, памятью и др.).

Объединение нервных клеток осуществляется с помощью **синаптических соединений**, важнейшей функцией которых является обеспечение перехода электрических сигналов с одного нейрона на другой.

Таким образом, в основе современного представления о структуре и функциях ЦНС лежит нейронная теория, рассматривающая мозг как результат функционального объединения отдельных клеточных элементов – **нейронов**.

Большую роль в развитии нейронной теории сыграли исследования испанского нейрогистолога Р. Кахала и английского физиолога Ч. Шеррингтона. Окончательно структура нервных клеток была изучена с помощью электронного микроскопа.

2. Нейрон как основная структурная и функциональная единица ЦНС

Нервная система построена из двух типов клеток: нервных и глиальных, причем число последних в 8 – 9 раз превышает число нервных. Однако именно нейроны обеспечивают все многообразие процессов, связанных с передачей и обработкой информации. Глия представляет собой особый вид соединительной ткани. Она выполняет опорную, защитную роль в ЦНС и участвует в обеспечении питания нервных клеток.

В каждой нервной клетке выделяют четыре основных элемента: **тело (или сому)**, **дендриты**, **аксон** и **пресинаптическое окончание аксона** (рис. 4).

Каждый из этих элементов выполняет определенную функцию.

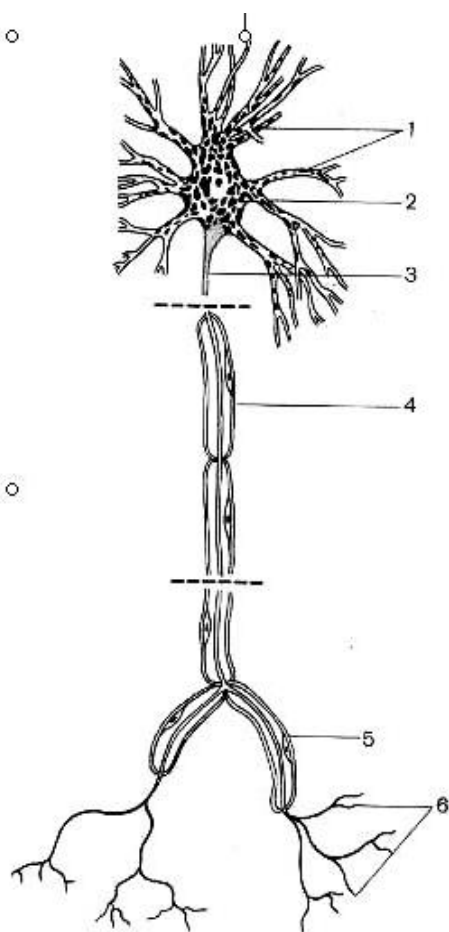


Рис. 4. Нервная клетка (схема):

1 – дендриты; 2 – тело клетки; 3 – аксонный холмик; 4 – аксон; 5 – коллатераль аксона; 6 – пресинаптические окончания аксона

В теле нейрона происходит основной синтез макромолекул, которые затем могут транспортироваться в дендриты и аксон. Мембрана тела нейронов покрыта синапсами, и поэтому сома играет важную роль в восприятии и интеграции сигналов, поступающих от других нейронов. **Здесь происходят основные процессы переработки информации.**

От тела клетки берут начало **дендриты и аксон**. В большинстве случаев дендриты сильно разветвляются, из-за чего их суммарная поверхность значительно превосходит поверхность тела клетки. Это создает условия для размещения на дендритах большого числа синапсов. Таким образом, **именно дендритам принадлежит ведущая роль в восприятии нейроном информации.** Мембрана дендритов, как и мембрана тела нейронов, содержит значительное число белковых молекул, выполняющих функцию химических рецепторов, обладающих специфической чувствительностью к определенным химическим веществам (медиаторам).

Основной функцией **аксона** является **проведение нервного импульса – потенциала действия**. Способность ПД распространяться без ослабления обеспечивает эффективное проведение сигнала по всей длине аксона, которая у некоторых нейронов достигает полутора метров. Таким образом, **основная задача аксона – проводить сигналы на большие расстояния, связывая нейроны друг с другом и с исполнительными органами.**

Особенно высокой возбудимостью обладает начальная часть аксона и расширение в месте его выхода из тела клетки – **аксонный холмик** нейрона. Именно в этом сегменте клетки возникает нервный импульс.

Окончание аксона специализировано на передаче сигнала на другие нейроны (или клетки исполнительных органов). В нем содержатся специальные органеллы: **синаптические пузырьки**, или **везикулы**, содержащие химические медиаторы. Мембрана пресинаптических окончаний аксона в отличие от самого аксона снабжена специфическими рецепторами, способными реагировать на различные медиаторы.

3. Типы нейронов

Количество отростков, выходящих из тела нейрона, может значительно варьировать. В зависимости от этого различают **уни-, би- и мультиполярные нейроны**. Униполярные нейроны имеют только один отросток – аксон, биполярные – два отростка (один аксон и один дендрит), **мультиполярные** – один аксон и много (более двух) дендритов.

В зависимости от выполняемых функций нейроны подразделяются на три основных типа: **афферентные, эфферентные и промежуточные**.

Афферентные нейроны (чувствительные, или центростремительные) передают информацию от рецепторов в ЦНС. Тела этих нейронов расположены вне ЦНС – в спинномозговых узлах и в узлах черепных нервов. Афферентные нейроны имеют длинный отросток – дендрит, который контактирует на периферии с воспринимающим образованием – рецептором, или сам образует рецептор, а также второй отросток – аксон, входящий через задние рога в спинной мозг.

Эфферентные нейроны (центробежные) связаны с передачей нисходящих влияний от вышележащих этажей нервной системы к нижележащим или из ЦНС к рабочим органам. Для эфферентных нейронов характерны разветвленная сеть коротких отростков – 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 (например, в пределах одного сегмента спинного мозга) и в вертикальном (например, из одного сегмента спинного мозга в другие – выше или ниже лежащие сегменты). Благодаря многочисленным разветвлениям аксона промежуточные нейроны могут одновременно возбуждать большое число других нейронов.

4. Рефлекторная деятельность ЦНС. Объединение нейронов в нервные центры

Взаимодействие нервных клеток составляет основу целенаправленной деятельности нервной системы и прежде всего осуществления рефлекторных актов. Как уже было сказано, принцип рефлекторной деятельности нервной системы был выдвинут еще в 17 в. французским философом и математиком Р. Декартом. Сам термин «рефлекс» был предложен в 18 в. чешским физиологом Й. Прохазкой.

В основе деятельности нервной системы лежит рефлекс.

Рефлекс – это ответная реакция организма на действие внешнего или внутреннего раздражителя при обязательном участии ЦНС. **Морфологической основой таких реакций является рефлекторная дуга (нервный путь рефлекса)**, включающая пять звеньев:

- рецептор – специализированное образование, воспринимающее определенный вид воздействий внешней или внутренней среды;
- афферентный (чувствительный) нейрон (или нейроны), проводящий сигнал, возникающий в рецепторе, в нервный центр;

вставочный нейрон (или нейроны), представляющий собой центральную часть рефлекторной дуги (или нервный центр) указанного рефлекса;
эфферентный нейрон, по аксону которого сигнал доходит до эффектора;
эффектор (рабочий орган), отвечающий на раздражение, – мышца или железа.

Таким образом, рефлекторная дуга состоит из афферентной, центральной и эфферентной частей, связанных между собой с помощью синаптических соединений.

Поскольку возникновение афферентных импульсов связано с активацией специфических рецепторов, **совокупность рецепторов, раздражение которых вызывает определенный рефлекс, называют рецептивным полем рефлекса.**

Следует отметить, что раздражение одних и тех же рецепторов не всегда вызывает один и тот же тип рефлекторного ответа, а могут отмечаться различные рефлексы в зависимости от того, к каким центральным структурам импульсы поступают по первичным афферентным нейронам.

Наиболее простые рефлекторные дуги включают всего две нервные клетки, однако множество рефлекторных дуг в организме состоит из значительного количества разнообразных нейронов, расположенных в различных отделах ЦНС. Выполняя ответные реакции, нервные центры посылают команды к рабочему органу (например, скелетной мышце) через эфферентные пути, которые играют роль так называемых каналов прямой связи. В свою очередь, в ходе осуществления рефлекторного ответа или после него рецепторы, находящиеся в рабочем органе, и другие рецепторы тела посылают в ЦНС информацию о результате действия. Афферентные пути этих сообщений – каналы обратной связи. Полученная информация используется нервными центрами для управления дальнейшими действиями, т.е. прекращением рефлекторной реакции, ее продолжением или изменением. Следовательно, основу целостной рефлекторной деятельности составляет не отдельная рефлекторная дуга, а замкнутое рефлекторное кольцо, образованное прямыми и обратными связями нервных центров с периферией.

Сложность и многообразие задач, выполняемых нервной системой, приводит к высокой специализации отдельных нейронов, и не только отдельных нейронов, но и нейронных объединений – нервных центров, деятельность которых связана с осуществлением различных функций.

Таким образом, **нервным центром называют совокупность нервных клеток, необходимых для осуществления какой-либо функции.** Функционирование ЦНС в целом осуществляется благодаря деятельности значительного числа таких центров, объединенных с помощью синаптических контактов.

В соответствии с выполняемой функцией можно выделить различные чувствительные центры, двигательные центры, центры вегетативных функций и т.д. Например, в продолговатом мозге находится дыхательный центр, сосудодвигательный центр и т.д.

5. Механизмы связи между нейронами. Структура и функции синапсов

Взаимодействие нейронов между собой (и с эффекторными органами) происходит через специальные образования – **синапсы** (греч. – *контакт*). Они образуются, в основном, концевыми разветвлениями нейрона на теле или отростках другого нейрона. Чем больше синапсов на нервной клетке, тем больше она воспринимает различных раздражений и, следовательно, шире сфера влияний на ее деятельность и возможность участия в разнообразных реакциях организма. Особенно много синапсов в высших отделах нервной системы и именно у нейронов с наиболее сложными функциями.

Синапс – морфофункциональное образование ЦНС, которое обеспечивает передачу сигнала с нейрона на другой нейрон или с нейрона на эффекторную клетку (мышечное волокно, секреторную клетку).

Синапсы классифицируют:

по конечному эффекту (по характеру воздействия на последующую нервную клетку) – **тормозные и возбуждающие**;

по механизму передачи сигнала – **электрические** (посредством ионов), **химические** (посредством медиаторов), **смешанные**.

В структуре синапса различают три элемента (рис. 5):

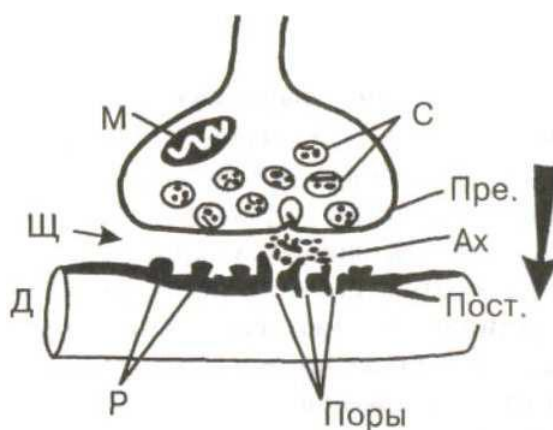
пресинаптическую мембрану, образованную утолщением мембраны конечной веточки аксона;

синаптическую щель между нейронами;

постсинаптическую мембрану – утолщение прилегающей поверхности следующего нейрона.

Рис. 5. Схема синапса:

Пре. – пресинаптическая мембрана, Пост. – постсинаптическая мембрана, С – синаптические пузырьки, Щ – синаптическая щель, М – митохондрии, Ах – ацетилхолин, Р – рецепторы и поры (Поры) дендрита (Д) следующего нейрона; стрелка – одностороннее проведение



В большинстве случаев передача влияния одного нейрона на другой осуществляется химическим путем. В пресинаптической части контакта имеются синаптические пузырьки, которые содержат специальные вещества – **медиаторы**, или посредники. Ими могут быть ацетилхолин (в некоторых клетках спинного мозга, в вегетативных узлах), норадреналин (в окончаниях симпатических нервных волокон, в гипоталамусе), некоторые аминокислоты и другие вещества. Приходящие в окончания аксона нервные импульсы вызывают опорожнение синаптических пузырьков и выведение медиатора в синаптическую щель.

Вопросы к коллоквиуму и для самоконтроля

1. На какие отделы подразделяют нервную систему?
2. К ЦНС относят
3. Назовите основные функции ЦНС.
4. Как Вы понимаете выражение «нейрон - структурная и функциональная единица нервной системы»?
5. Каковы основные функции нейронов?
6. В чем заключается:

рецепторная;
интегративная;

эффекторная функция нейронов?

7. Назовите функции глиальных клеток.

Охарактеризуйте основные структурные элементы нервной клетки и их функции