План

Основные черты нейрона

Структура нейрона

Нейрофибрилы

Секторные нейроны

Значения нервной ткани

Нейролгия

Нервные волокна

Регенирация нейронов и нервных волокон

Рецептор нервных окончаний

Классификация нейронов по функциям

Анотомическое строение нейрона

Рецепторы нейрона

Вегетативная нервная система

Основные черты нейрона

Основной структурной единицей нервной системы является нейрон. Различные Клеточное тело по своим размерам варьирует очень широко — от 5 до 100 мкм в диаметре. Оно содержит следующие органеллы: ядро, митохондрии, эндоплазматический ретикулум (гладкий и шероховатый), расположенные на цистернах эндоплазматического ретикулума и в свободном пространстве рибосомы и полисомы, комплекс Гольджи и различные внутриклеточные включения (гранулы гликогена, липидные капли, скопления частиц пигмента в особых нейронах и др.), везикулы, а также лизосомы. Группы параллельно расположенных цистерн шероховатого эндоплазматического ретикулума в виде ограниченных мембраной удлиненных цистерн с прикрепленными к ним рибосомами образуют субстанцию (тельца) Ниссля (тигроидное вещество). В цитоплазме имеются также нейрофиламенты и нейротрубочки

Все перечисленные ультраструктурные органеллы клетки несут определенные функции. Ядро является субстратом основных генетических процессов в клетке. Митохондрии обеспечивают энергетический обмен — в них происходит окислительное фосфорилирование, приводящее к продукции энергии в виде молекул АТФ. Эндоплазматический ретикулум с прикрепленными на его цистернах рибосомами, а также свободно расположенные рибосомы и их комплексы (полисомы) имеют отношение к белковому обмену и синтетическим процессам в клетке. Лизосомам приписывается обменно-выделительная роль. Нейротрубочки и нейрофиламенты обеспечивают транспорт внутриклеточных веществ, имеющих отношение к проведению нервного импульса. Долгое время считали, что комплекс Гольджи, состоящий из параллельно расположенных цистерн и скоплений пузырьков на их концах, выполняет неопределенные обменно-выделительные функции. Хотя об этом комплексе известно далеко не все, привлекают к себе накопленные многими исследователями данные, свидетельствующие о том, что он играет главную роль в процессах обновления клеточной мембраны и ее генетически обусловленной специализации. Известно, что в комплексе Гольджи может происходить первичная сборка специализированных участков мембраны (рецепторов), которые в виде пузырьков транспортируются к наружной клеточной оболочке и встраиваются в нее. Такие исследования были обобщены А.А. Милохиным (1983). От тела нейрона отходят основной отросток — аксон и многочисленные ветвящиеся отростки — дендриты. Длина аксонов различных нейронов колеблется от 1 мм до почти 1 м (нервное волокно). Вблизи окончания аксон разделяется на терминали, на которых расположены синапсы, контактирующие с телом и дендритами других нейронов. Синапсы вместе с нейрофиламентами и нейротрубочками являются субстратом проведения нервного импульса. Кроме нейронов, в ткани мозга имеются различные виды глиальных клеток — астроглия, олигодендроглия, микроглия. Астроглия играет большую роль в обеспечении функции нейрона и формировании реакции мозговой ткани на вредоносные воздействия (инфекция, интоксикация и др.) — принимает участие в воспалительных процессах и ликвидации их последствий (заместительный глиоз). Олигодендроглия, как известно, обеспечивает миелинизацию нервного волокна и регулирует водный обмен (дренажная глия). Функции микроглии не до конца изучены, но ее значение подчеркивается размножением этих клеток при некоторых специфических процессах (участие в формировании сенильных бляшек; существует предположение о выработке микроглиальными клетками амилоидных фибрилл и т.п.).

Особые клеточные структуры характерны для желудочковых поверхностей головного мозга и его сосудистого сплетения. Желудочковая поверхность мозга покрыта клетками эпендимы с многочисленными микроворсинками и ресничками, принимающими участие в ликворообращении; сосудистое сплетение представлено "гроздьями" ворсинок, состоящих из капилляров, покрытых эпителиальными клетками. Их основная функция связана с обменом веществ между кровью и цереброспинальной жидкостью.

Структура нейронов

Нейроны, или нейроциты, различных отделов нервной системы значительно отличаются друг от друга по функциональному значению и морфологическим особенностям.

В зависимости от функции нейроны делятся на:

рецепторные (чувствительные, афферентные) - генерируют нервный импульс под влиянием различных воздействий внешней или внутренней среды организма;

вставочные (ассоциативные) - осуществляют различные связи между нейронами;

эффекторные (эфферентные, двигательные) - передают возбуждение на ткани рабочих органов, побуждая их к действию.

Характерной чертой для всех зрелых нейронов является наличие у них отростков. Эти отростки обеспечивают проведение нервного импульса по телу человека из одной его части в другую, подчас весьма удаленную, и потому длина их колеблется в больших пределах - от нескольких микрометров до 1-1,5 м.

По функциональному значению отростки нейронов делятся на два вида. Одни выполняют функцию отведения нервного импульса обычно от тел нейронов и называются аксонами или нейритами. Нейрит заканчивается концевым аппаратом или на другом нейроне, или на тканях рабочего органона мышцах, железах.

Второй вид отростков нервных клеток называется дендритами. В большинстве случаев они сильно ветвятся, чем и определяется их название. Дендриты проводят импульс к телу нейрона.

По количеству отростков нейроны делятся на три группы:

униполярные - клетки с одним отростком;

биполярные - клетки с двумя отростками;

Мультиполярные - клетки, имеющие три и больше отростков.

Мультиполярные клетки наиболее распространены у млекопитающих животных и человека. Из многих отростков такого нейрона один представлен нейритом, тогда как все остальные являются дендритами.

Биполярные клетки имеют два отростка - нейрит и дендрит. Истинные биполярные клетки в теле человека встречаются редко. К ним относятся часть клеток сетчатки глаза, спирального ганглия внутреннего уха и некоторые другие. Однако по существу своего строения к биполярным клеткам должна быть отнесена большая группа афферентных, так называемых псевдоуниполярных нейронов краниальных и спинальных нервных узлов. Псевдоуниполярными они называются потому, что нейрит и дендрит этих клеток начинается с общего выроста тела, создающего впечатление одного отростка, с последующим Т-образным делением его.

Истинных униполярных клеток, то есть клеток с одним отростком - нейритом, в теле человека нет.

Нейроны человека в подавляющем большинстве содержат одно ядро, расположенное в центре, реже - эксцентрично. Двуядерные нейроны и тем более многоядерные встречаются крайне редко, например: нейроны в предстательной железе и шейке матки. Форма ядер нейронов округлая. В соответствии с высокой активностью метаболизма хроматин в их ядрах диспергирован. В ядре имеется 1, а иногда 2 и 3 крупных ядрышка.

В соответствии с высокой специфичностью функциональной активности нейронов они имеют специализированную плазмолемму, их цитоплазма богата органеллами. В цитоплазме хорошо развита эндоплазматическая сеть, рибосомы, митохондрии, комплекс Гольджи, лизосомы, нейротубулы и нейрофиламенты.

Плазмолемма нейронов, кроме функции, типичной для цитолеммы любой клетки, характеризуется способностью проводить возбуждение. Сущность этого процесса сводится к быстрому перемещению локальной деполяризации плазмолеммы по ее дендритам к перикариону и аксону.

Обилие гранулярной эндоплазматической сети в нейроцитах соответствует высокому уровню синтетических процессов в цитоплазме и, в частности, синтеза белков, необходимых для подержания массы их перикарионов и отростков. Для аксонов, не имеющих органелл, синтезирующих белок, характерен постоянный ток цитоплазмы от перикариона к терминалям со скоростью 1-3 мм в сутки. Это медленный ток, несущий белки, в частности ферменты, необходимые для синтеза медиаторов в окончаниях аксонов. Кроме того, существует быстрый ток (5-10 мм в час), транспортирующий главным образом компоненты, необходимые для синоптической функции. Помимо тока веществ от перикариона к терминалам аксонов и дендритов наблюдается и обратный (ретроградный) ток, посредством которого ряд компонентов цитоплазмы возвращается из окончаний в тело клетки. В транспорте веществ по отросткам нейроцитов участвуют эндоплазматическая сеть, ограниченные мембраной пузырьки и гранулы, микротрубочки и актиномиозиновая система цитоскелета.

Комплекс Гольджи в нервных клетках определяется как скопление различных по форме колечек, извитых нитей, зернышек. Клеточный центр чаще располагается между ядром и дендритами. Митохондрии расположены как в теле нейрона, так и во всех отростках. Особенно богата митохондриями цитоплазма нейроцитов в концевых аппаратах отростков, в частности в области синапсов.

# Нейрофибриллы

При импрегнации нервной ткани серебром в цитоплазме нейронов выявляются нейрофибриллы, образующие плотную сеть в перикарионе клетки и ориентированные параллельно в составе дендритов и аксонов, включая их тончайшие концевые ветвления. Методом электронной микроскопии установлено, что нейрофибриллам соответствуют пучки нейрофиламентов диаметром 6-10 нм и нейротубул (нейротрубочек) диаметром 20-30 нм, расположенных в перикарионе и дендритах между хроматофильными глыбками и ориентированных параллельно аксону.

Секреторные нейроны

Способность синтезировать и секретировать биологически активные вещества, в частности медиаторы, свойственная всем нейроцитам. Однако существуют нейроциты, специализированные преимущественно для выполнения этой функции - секреторные нейроны, например клетки нейросекреторных ядер гипоталамической области головного мозга. Секреторные нейроны имеют ряд специфических морфологических признаков:

секреторные нейроны - это крупные нейроны;

в цитоплазме нейронов и в аксонах находятся различной величины гранулы секрета - нейросекрета, содержащие белок, а в некоторых случаях липиды и полисахариды;

многие секреторные нейроны имеют ядра неправильной формы, что свидетельствует об их высокой функциональной активности.

Значения нервной ткани

Значение нервной ткани в организме определяется основными свойствами нервных клеток (нейронов, нейроцитов) воспринимается раздражение, приходит в состояние возбуждения, вырабатыватся импульс и передавать его. Нервная ткань осуществляет регуляцию деятельности тканей и органов, и их взаимосвязь...

Нейроглия

Классификация нейроглии: макроглия (глиоциты): эпендимоциты; астроциты; олигодендроциты; микроглия. Эпендимоциты образуют плотный слой клеточных элементов, выстилающих спинномозговой канал и все желудочки мозга. Эпендимоциты, покрывающие сосудистые сплетения желудочков мозга, кубической формы....

Нервные волокна

Отростки нервных клеток, обычно покрытые оболочками, называются нервными волокнами. В различных отделах нервной системы оболочки нервных волокон значительно отличаются друг от друга по своему строению, поэтому в соответствии с особенностями их строения все нервные волокна делятся на две основные.

Регенерация нейронов и нервных волокон

Нейроны являются несменяемой клеточной популяцией. Им свойственна только внутриклеточная физиологическая регенерация, заключающаяся в непрерывной смене структурных белков цитоплазмы. Отростки нейронов и соответственно периферические нервы обладают способностью к регенерации в случае их повреждения....

Рецепторные нервные окончания

Главная функция афферентных нервных окончаний является восприятие сигналов поступающих из внешней и внутренней среды. Рецептор - это терминальное ветвление дендрита чувствительной (рецепторной) нервной клетки. Классификация рецепторов По происхождению: нейросенсорные - нейральный источник...

Классификация нейронов по функциям

1. Афферентный (чувствительный, сенсорный или рецепторный) нейрон, к нимотносятся первичные клетки органов чувств и псевдоуниполярные клетки, у которых дендриты имеют свободные окончания.

2. Эфферентные (эффекторный, двигательный или моторный), к ним относятсяконечные нейроны - ультиматные и предпоследние – неультиматные.

3. Ассоциативные клетки (вставочные или интернейроны) - эта группаосуществляет связь между эфферентными и афферентными, их делят накомисуральные и проекционные (головной мозг).

а) Классификация по морфологии. Нервные клетки бывают звездчатые иверетенообразные, пирамидные, зернистые, грушевидные и т.д. ок. 60 форм.

б) Классификация по характеру и количеству отростков. Делятся науниполярные, биполярные и Мультиполярные.

б)1. Униполярные - это клетки с одним отростком, делятся на: б.1.1. Истинные, встречаются только у беспозвоночных б.1.2. Ложные (псевдоуниполярные) находятся в спинномозговых узлах, в теле человека и всех высшихпозвоночных.

б)2. Биполярные (с двумя отростками), у них продолговатаяформа. Один – центральный, второй – периферический.

б)3. Мультиполярные (СО МНОЖЕСТВОМ ОТРОСТКОВ)

Если у биполярных и мультиполярных клеток отростки невозможно дифференцировать, то их называют гетерополярными.

В каждом нейроне различают следующие участки:

а) Тело (сома или перикарион) именно эта часть клетки содержит цитоплазму и ядро. Сома может лежать прямо по ходу нейрита, как у биполярных клеток или присоединяться к отросткам в стороне, а т.ж. сома может лежать терминально, т.е. ближе к дендритической зоне, а у мультиполярных сома расположена между аксоном и дендритами по центру.

б) Дендритическая зона (периферическая и осевая зона аксона).

Это рецепторная зона, она обеспечивает конвергентную систему сбораинформации через синапсы от других нейронов или из окружающей среды.

Морфологическая характеристика дендритической зоны

Многочисленные, относительно короткие, суживающиеся в периферическом направлении разветвления, отходят под тупым углом в проксимальной (ближе к телу) части дендрита. Сома располагается вблизи или внутри дендритического разветвления. На дендритах есть шипиковый аппарат. Способ разветвления у различных типов нейронов - сравнительно постоянный. По структуре дендриты схожи с сомой. Направление движения импульса - целлюлопитально (к телу клетки).

Дендриты отходят от любой части сомы, отход дендрита представляетсобой коническое возвышение, которое продолжается в главный стволовойдендрит, а уже он подразделяется на перифиричные, вторичные, тройничныеветви. Толщина стволовых дендритов у разных нейронов различна.

У пирамидных клеток коры головного мозга главный дендритназывается апикальным, а все остальные – базальными.

Шипиковый аппарат состоит из двух, трех гладких цистерн (ЭПС), по формемогут быть булавообразные, шапочкоподобные или тонкие (в виде нити). Длина шипиков ок. 2-3 мкм, чаще всего они расположены в утолщенном конусе, у разных клеток количество шипиков различно, больше всего их в клетках

Пуркинье, в пирамидных клетках коры головного мозга, в клетках хвостатогоядра головного мозга. На площади равной 102 мкм, у дендритов клеток

Пуркинье находиться 15 шипиков. Всего в одной клетке Пуркинье 40000шипиков, а их суммарная поверхность 220000 шипиков. Шипики предположительно увеличивают контактную поверхность.

Нейроны обладают уникальными способностями:

приходить в состояние возбуждения (деятельное состояние) под влиянием физического или химического раздражения;

принимать, кодировать (шифровать), обрабатывать информацию о состоянии внешней среды и внутренней среды организма;

передавать информацию в виде электрических импульсов и другими способами другим нервным клеткам или органам (мышцам, железам, сосудам и т.д.), устанавливая между ними связь;

копию информации хранить в своей памяти. Способность нервных клеток хранить информацию позволяет мозгу человека (лобные доли) хранить в памяти все, что происходило с организмом за всю его жизнь, а объем памяти таков, что в ней вмещается вся генетическая память предков.

Нервные клетки имеют различные формы и размеры (от 5 до 150 микрон). V каждого нейрона имеются короткие (дендриты) и один длинный (аксон) отростки.

Анатомическое строение нейрона

Дендриты принимают информацию от других нервных клеток. Число коротких отростков у каждого нейрона может варьировать от 1 до 1500. Аксон служит для передачи переработанной информации: в одних случаях от рецепторных структур нервных клеток кожи, внутренних органов и тканей в центральную нервную систему, в других - от центральной нервной системы к органам, тканям и коже. Поэтому длинные отростки нервных клеток называются проводящими путями нервной системы. Один нейрон, как правило, связан с большим числом других нервных клеток, что обеспечивает их взаимодействие между собой и дает возможность для образования сложных структур, регулирующих те или иные функции.

Комплекс нейронов, регулирующих какую-либо функцию, образует нервный центр (например, сосудодвигательный центр, центр речи, дыхательный центр и т.д.). Для организации нервного центра нейроны группируются рядом, образуя ядерный центр. В ряде случаев, благодаря тому, что длина отростков может достигать 1-1,5 метров, нейроны объединяются в единую функциональную группу территориально находясь в различных анатомических областях.

Преимущественная часть нейронов, нервных центров и ядер находится в головном и спинном мозге, поэтому последние выделены в центральную нервную систему.

Рецепторы нейрона

Рецепторы нейронов — это белковые структуры, расположенные на внешней поверхности мембраны клеток. Они способны "распознавать" и связывать биологически активные вещества — нейротрансмиттеры, различные эндогенные вещества, а также экзогенные соединения, в том числе психофармакологические средства. Соединения, которые могут связывать рецепторы, называются *лигандами.* Лиганды бывают *эндогенными* и *экзогенными.*

Распознавание лиганда рецептором обеспечивается специальными структурными элементами, или сайтами. Специфичность связывания лиганда происходит благодаря структурному соответствию молекул лиганда и рецептора, когда они подходят друг к другу по типу "ключ к замку". Реакция связывания является моментом запуска каскада внутриклеточных реакций, приводящих к изменению функционального состояния нейрона. В зависимости от "силы" и "прочности" связывания лиганда с рецептором употребляют понятие *аффинности* (сродства) лиганда по отношению к рецептору.

При связывании рецептора с лигандом может происходить как активация, так и блокада рецептора. В связи с этим говорят об *агонистах* и *антагонистах рецепторов,* а также о *частичных агонистах.* Максимальную эффективность в отношении активации рецептора имеет *полный агонист,* минимальную (практически нулевую) — антагонист. Между ними находятся вещества, называемые частичными агонистами. Последние действуют значительно мягче, чем полные агонисты. Частичные агонисты, кроме того, занимая определенное пространственное положение в молекуле рецептора, могут предотвращать избыточное действие полного агониста, т.е. действуют частично как антагонисты. В этом случае употребляют понятие *агонист/антагонист.*

Высокой аффинностью могут обладать как агонисты, так и антагонисты рецептора. Агонист активирует рецептор, вызывая соответствующий физиологический эффект, в то время как антагонист, связываясь с рецептором, блокирует его и предотвращает развитие физиологического эффекта, выявляемого агонистами. Примером антагонистов могут служить нейролептики, которые предотвращают эффекты дофамина на уровне дофаминового рецептора.

При связывании лиганда с рецептором происходит изменение конфигурации последнего.

Многие вещества, как эндогенные, так и экзогенные, реагируют не с одним, а с несколькими типами рецепторов — "семейством" их, которое подразделяется на отдельные типы. Примером могут служить многие нейротрансмиттеры, реагирующие с несколькими типами специфических рецепторов (например, Д1—Д5-типы дофаминовых рецепторов). Существование нескольких рецепторов к одному лиганду носит название *гетерогенности рецепторов.*

Представление о функции рецепторов было бы неполным, если не представить внутриклеточные процессы, развивающиеся после связывания рецептора соответствующим веществом, и механизмы, обеспечивающие трансформацию внешнего сигнала в процессы, приводящие к появлению нервного импульса. Связывание лиганда с рецептором может приводить либо непосредственно к открытию (или закрытию) соответствующих ионных каналов (см. рис. 7), либо к активации *вторичных мессенджерных систем* (в качестве первичного мессенджера рассматривается вещество, реагирующее с рецептором).

Первые упоминания о вторичных мессенджерных системах появились в связи с работами E.Sutherland и соавт. (1950), которые показали, что адреналин стимулирует гликогенез путем увеличения концентрации циклического аденозинмонофосфата (цапф) в клетке. Оказалось, что этот вторичный мессенджер опосредует и другие клеточные реакции. В дальнейшем была выявлена связь действия цапф с активацией белковых киназ — ферментов, фосфорилирующих белки, что приводит к изменению их структуры и активности.

Позднее были открыты и другие вторичные мессенджеры. Сейчас выделяют среди них 3 класса: 1) циклические нуклеотиды (цгмф, циклический гуанозинмонофосфат — цгмф); 2) ионы кальция (Са2+); 3) метаболиты фосфолипидов — инозитол-1,4,5-трифосфат (1Р3), диглицерин (ДАГ), арахидоновую кислоту. В отличие от других вторичных мессенджеров Са2+ транспортируется в нейрон из внутриклеточного пространства.

Мембраны нейрона содержат специализированные трансмембранные белки, которые формируют ионные каналы не только для Са2+, но и для других ионов, концентрация которых по обе стороны мембраны влияет на изменение мембранного потенциала. Происходят поляризация и деполяризация мембраны, т.е. изменение трансмембранного потенциала. Наибольшее значение в этих процессах имеют ионные каналы для натрия (Na+), калия (К+), хлора (С1-) и кальция (Са2+).

Вегетативная нервная система

Вегетативная нервная система отвечает за регуляцию работы сердечно-сосудистой системы, органов дыхания, пищеварения, желез внутренней секреции, мочеполовых органов, а также контролирует питание мышц. Вегетативная нервная система, так же как и соматосенсорная, имеет свое представительство в составе головного и спинного мозга (центральный отдел) и периферический или внемозговой отдел (узлы, нервные стволы и нервы, отходящие к внутренним органам). Вегетативная нервная система подразделяется на две части: симпатическую и парасимпатическую, которые оказывают на все внутренние органы взаимно противоположное действие (возбуждение/торможение).

Координация работы соматосенсорной, симпатической и парасимпатической частей вегетативной нервной системы осуществляется с помощью сложной рефлекторной деятельности, направленной на саморегуляцию организмом постоянства своей внутренней среды.

Координация работы соматосенсорной, симпатической и парасимпатической частей вегетативной нервной системы осуществляется с помощью сложной рефлекторной деятельности, направленной на саморегуляцию организмом постоянства своей внутренней среды.

Рефлекс - ответная реакция организма на любое раздражение (стимул), является функциональной единицей деятельности нервной системы. Схема простейшего рефлекса: "стимул - реакция", но у человека рефлекторная деятельность является результатом сложной переработки информации (см. предыдущие главы). Чтобы ответная реакция на раздражение была оптимальной, необходим контроль за результатом этой реакции (то есть рефлекса). Это осуществляется системой передачи информации от исполнительного органа (эффектора) к командным центрам о том, как выполняется ими команда, и удалось ли достигнуть полезного для внутренней среды организма результата. При этом рецепторы воспринимают не только первичное (причинное) раздражение, но и ответ на него. Наличие такого контроля превращает рефлекторную дугу в рефлекторное кольцо, по которому постоянно циркулируют нервные импульсы (прямая и обратная связь), что позволяет зарегистрировать любые отклонения и внести нужные поправки. Экспериментальные данные показали, что нервные клетки в течение только одной секунды совершают 100 триллионов элементарных операций (самая последняя модель компьютера способна обработать лишь миллиард операций).

Благодаря постоянному мгновенному получению информации извне и от всех органов и тканей организма и ее оперативной обработке, нервная система ежесекундно регулирует необходимое рабочее состояние всех органов и систем организма, усиливая или понижая их функциональную активность до оптимального уровня, чтобы сохранить постоянство внутренней среды организма.

Например, в случае повышения температуры тела по внешним (жаркая погода) или внутренним (инфекция) причинам не происходит перегревания организма с нормальными приспособительными возможностями по следующему механизму. Интерорецепторы регистрируют предельное повышение внутренней температуры, опасное для жизнедеятельности организма. Информация об этом в виде электрических импульсов по афферентным путям поступает в центральную нервную систему.