

Как работает нейрон

С.М. Глаголев (Московская гимназия на Юго-Западе № 1543)

Словарик

Аксон – отросток нейрона, по которому в нормальных условиях электрические сигналы в виде нервных импульсов передаются от тела нейрона, к нервным окончаниям. Как правило, у нейрона один аксон.

Астроциты – одна из разновидностей клеток нейроглии. Имеют длинные отростки с расширениями на конце. Участвуют в образовании гемато-энцефалического барьера и выполняют множество других функций (регулируют кровоток, поглощают и выделяют нейромедиаторы и др.).

Ацетилхолин – один из главных нейромедиаторов. Выделяется из нервных окончаний всех мотонейронов соматического отдела и действует на скелетные мышцы. Выделяется также постганглионарными нейронами парасимпатического отдела ВНС и некоторыми интернейронами в ЦНС

Ацетилхолинэстераза – фермент, расщепляющий ацетилхолин в синаптической щели. В нервно-мышечных синапсах закреплена на базальной пластинке.

Белки-каналы – мембранные белки, имеющие внутри водную пору и способные пропускать ионы по градиенту концентрации (оттуда, где их много, туда, где их мало). Некоторые белки-каналы могут пропускать также молекулы воды и глицерина.

Белки-насосы – мембранные белки, способные перемещать ионы против градиента концентрации за счет энергии гидролиза (расщепления) АТФ. Важнейший белок-насос нейронов – натрий-калиевая аденозинтрифосфатаза.

Возбуждающие нейроны (синапсы, нейромедиаторы) – нейроны (синапсы, нейромедиаторы), при воздействии которых на клетку-мишень ее работа усиливается. Если это нервная или мышечная клетка, то возбуждающие нейромедиаторы вызывают деполяризацию ее мембраны. Нейроны в результате выдают нервные импульсы, мышечные клетки сокращаются.

Вторичный посредник (вторичный мессенджер) – вещество, образующееся в клетке, проникающее в нее или выходящее в цитоплазму при действии определенного сигнала. Действует на белки, обеспечивающие ответную реакцию клетки.

Гемато-энцефалический барьер – барьер между кровью и межклеточным веществом мозга, состоящий из стенок капилляров и ножек астроцитов. За счет плотных контактов между клетками стенки капилляров мозга не пропускает в мозг некоторые вещества, для которых стенки обычных капилляров проницаемы.

Гиперполяризация – увеличение разности потенциалов на мембране (например, от -70 до -90 мВ). Гиперполяризованный нейрон труднее возбудить.

Глимфатическая система – недавно открытая система каналов, окружающих кровеносные сосуды, по которым спинномозговая жидкость (ликвор) поступает внутрь головного мозга.

Глия (глиальные клетки) – см. нейроглия

Дендрит – отросток нейрона, по которому электрические сигналы от других нейронов или от внешних (по отношению к клетке) раздражителей поступают к телу нейрона. У многих нейронов есть несколько сильно ветвящихся дендритов.

Дендритные шипики – выросты дендритов, образующие постсинаптическую мембрану в синапсах нейрона. Их число и размеры быстро меняются в ходе научения.

Деполяризация – уменьшение разности потенциалов на мембране (например, от -70 до -50 мВ). Деполяризованный нейрон легче возбудить. Если деполяризация нейрона достигает порогового значения, на аксоне возникают нервные импульсы.

Калиевые каналы постоянного тока – калиевые каналы на нейронах, постоянно находящиеся в открытом состоянии. Благодаря этому создается потенциал покоя (ионы калия выходят из клетки и выносят положительные заряды).

Клетка – самовоспроизводящаяся единица живого, окруженная замкнутой наружной мембраной, имеющая собственный генетический материал (ДНК) и систему синтеза белка. В том числе рибосомы. Из одной или нескольких клеток состоят все живые организмы (кроме вирусов).

Лиганд-зависимые каналы – белки-каналы, открывающиеся или закрывающиеся при связывании с ними определенных химических веществ (лигандов)

Межклеточное вещество – вещество, образующее внутреннюю среду многоклеточных живых организмов. Хорошо развито у животных, особенно в соединительных тканях (где в его состав всегда входит коллаген). Секретируется клетками.

Мембранный потенциал (разность потенциалов) – разность электрических зарядов по разные стороны мембраны клетки или органоида.

Миелиновая оболочка – многослойная оболочка, образующаяся вокруг многих аксонов (реже – вокруг дендритов или тел нейронов) у позвоночных за счет накручивания отростков шванновских клеток и олигодендроцитов. Состоит в основном из миелина – вещества мембран (в сухой массе 70-75% липидов и 25-30% белков).

Микроглия – разновидность клеток нейроглии. Происходят от кроветворных стволовых клеток красного костного мозга и выполняют в мозге роль макрофагов.

Мотонейроны – нейроны, передающие сигналы не другим нейронам, а прочим клеткам-мишеням (в первую очередь мышечным).

Нейроглия – клетки нервной ткани, кроме нейронов. Не передают сигналы в виде нервных импульсов, а выполняют другие функции. Происходят из общих стволовых клеток с нейронами (кроме клеток микроглии).

Нейромедиатор – вещество-посредник, выделяющееся нейронами в синапсах и служащее для передачи сигнала клетке-мишени.

Нейрон – дифференцированная (зрелая) нервная клетка, способная генерировать и передавать электрические сигналы.

Нервный импульс – см. потенциал действия

Олигодендроциты – разновидность клеток нейроглии; образуют миелиновые оболочки в ЦНС.

Период абсолютной рефрактерности – короткий (обычно 0,5 мсек) период, в течение которого потенциал-зависимые натриевые каналы находятся в инактивированном состоянии и не способны открываться ни при каких значениях мембранного потенциала.

Период относительной рефрактерности – период, в течение которого нервная клетка после генерации нервного импульса находится в гиперполяризованном состоянии. В течение этого периода увеличена величина надпорогового стимула. Возникает за счет увеличения калиевой проводимости.

Потенциал-зависимые натриевые каналы – каналы, избирательно пропускающие ионы натрия. Расположены на мембранах нервных и мышечных клеток; открываются при определенном уровне деполяризации мембраны.

Потенциал действия (нервный импульс) – резкое, кратковременное (1-2 мсек) локальное изменение мембранного потенциала, при котором внутренняя среда клетки становится положительно заряженной относительно наружной. Возникает обычно на аксонах (реже – на дендритах и теле) нейронов или на других возбудимых клетках за счет открывания натриевых каналов и поступления в клетку ионов натрия по принципу «все или ничего» и распространяется без затухания, заново возникая на новых участках мембраны.

Постсинаптическая мембрана – мембрана клетки-мишени, входящая в состав синапса; на ее рецепторы действует нейромедиатор в химических синапсах.

Потенциал покоя – мембранный потенциал возбудимых клеток вне периода активности. У нейронов обычно равен $-50 - -70$ мВ (милливольт), причем внутренняя среда клетки заряжена отрицательно относительно наружной.

Пресинаптическая мембрана – мембрана нервного окончания аксона в синапсе; с ней сливаются везикулы при выделении нейромедиатора в химических синапсах

Принцип «все или ничего» – принцип, описывающий возникновение потенциалов действия. Если мембранный потенциал определенного участка мембраны не достигает порога, то нервный импульс не возникает («ничего»); если потенциал достигает порога, то возникает нервный импульс максимальной амплитуды («все»).

Разность потенциалов – см. мембранный потенциал.

Рефрактерность – в нейробиологии период пониженной возбудимости нейрона. Также способность каналов переходить в невозбудимое (инактивированное) состояние.

Синапс – сложная структура, образованная мембранами двух клеток – нейрона и его клетки-мишени (ею может быть другой нейрон) и узкой (обычно 10-20 нм) щелью между ними. В синапсах происходит передача сигнала между нейроном и клеткой-мишенью.

Синаптическая щель – узкая щель между пре- и постсинаптической мембраной. В нервно-мышечных синапсах в ней находится тонкая прослойка межклеточного вещества – базальная пластинка.

Спонтанно-активные нейроны – нейроны, способные генерировать нервные импульсы самопроизвольно, без внешнего воздействия.

Тело нейрона – тело нервной клетки, содержащее ядро и основную массу некоторых других органоидов (ЭПС, рибосом и аппарата Гольджи).

Тормозные нейроны (синапсы, нейромедиаторы) – нейроны (синапсы, нейромедиаторы), при воздействии которых на клетку-мишень ее работа тормозится. Если это возбудимая клетка, то она гиперполяризуется.

Химические синапсы – синапсы, в которых нервный импульс (электрический сигнал) приводит к выделению нейромедиатора из пресинаптического нейрона. Медиатор действует на рецепторы постсинаптической мембраны клетки-мишени.

Холинорецепторы – рецепторы ацетилхолина. Никотиновые холинорецепторы – лиганд-зависимые натриевые каналы.

Шванновские клетки – клетки, образующие миелиновую оболочку за пределами ЦНС.

Электрический синапс – синапс, в котором электрические сигналы (потенциалы действия) непосредственно передаются от одной клетки к другой через коннексоны – особые белки-каналы.