

Лекция № 19

НЕРВНАЯ СИСТЕМА ЖИВОТНЫХ

Общая нейрология. Фило- и онтогенез нервной системы.

Понятие о нервной системе и её функциях.

Закономерности строения нервной системы и её функционирования.

Анатомо-функциональный состав нервной системы

1. Общая нейрология. Фило- и онтогенез нервной системы

Филогенез нервной системы. В процессе исторического развития нервная система проходит ряд последовательных этапов:

I этап – Гуморальный этап. Связь организма с окружающей средой осуществляется посредством специфической жидкости, находящейся как вне, так и внутри его. Этот этап характерен для одноклеточных организмов.

II этап – Диффузный этап. Связь организма с внешней средой осуществляется при помощи нейронов, отростки которых, контактируя друг с другом, образуют сеть. Эта сеть пронизывает всё тело многоклеточного организма, потому при раздражении сокращается всё тело. Сетчатый тип нервной системы характерен для кишечного-полостных – гидра, медуза и полипы (см. рис. 1).

Отражением этого этапа у высших позвоночных является парасимпатическая часть вегетативной нервной системы.

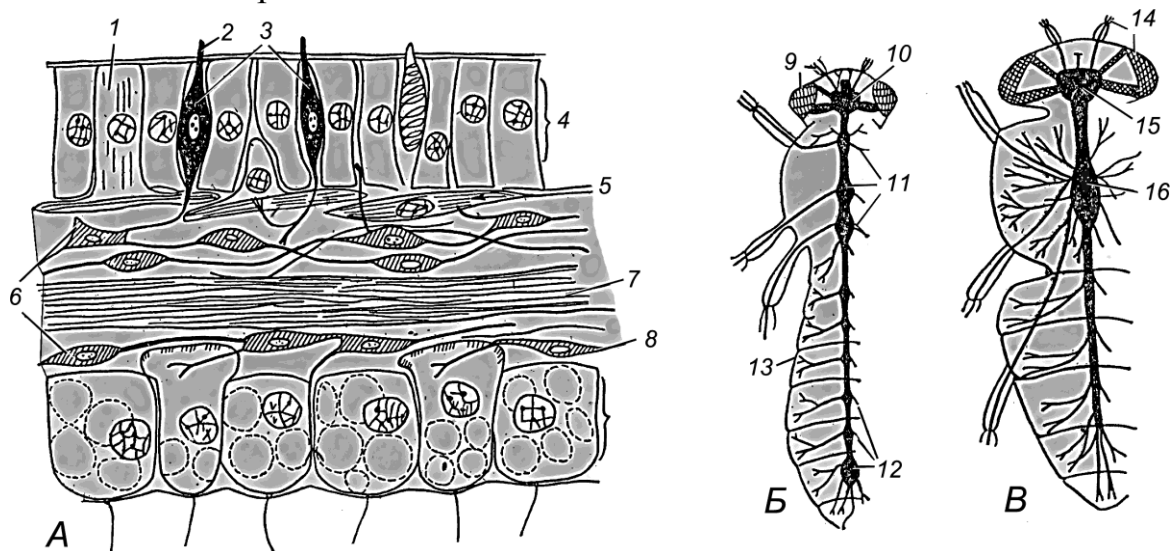


Рис. 1 Филогенез нервной системы:

А – схема диффузной нервной системы (гидра);

Б и В – нервная система насекомых;

1 – эпителиомиоцит; 2 – чувствительная нервная клетка; 3 – рецепторный отросток;
4 – эктодерма; 5 – миоцит; 6 – нервная клетка (нейроцит); 7 – мезенхима; 8 – энтодерма;
9 рецепторы; 10, 15 – надглоточный и подглоточный нервные ганглии; 11 – брюшной
нервный ганглий; 12 – цепь ганглиев; 13, 14 – рецепторы; 16 – грудной нервный ганглий

III этап – Ганглиозный этап. На этом этапе нейроны образуют скопления (ганглии), которые располагаются не беспорядочно, а сегментарно, метамерно и соединяются нервными отростками. Раздражение уже локализуется в пределах одного сегмента. Ганглиозный тип нервной системы характерен для высших червей, членистоногих. Отражением этого этапа у высших позвоночных является симпатическая часть вегетативной нервной системы.

IV этап – Трубнообразный этап (см. рис. 2) сопровождается концентрацией нервных ганглиев (валиков) 1 в виде нервной трубки, внутри которой имеется полость 2. Такое строение нервной системы характерно для всех хордовых – от ланцетника до высших млекопитающих и птиц.



Рис. 2 Нервная трубка
(микропрепарат гонеза спинного мозга – поперечный срез):
1 – нервный ганглий; 2 – полость нервной трубки

V этап – Следующий этап связан с совершенствованием органов чувств, прогрессивным развитием передней части нервной трубки и формированием головного мозга (т.е. происходит *энцефализация*). Вначале формируется один мозговой пузырь, затем двумя перетяжками расширение перешнуровывается с образованием 3-х первичных мозговых пузырей. В последствии 1-й и 3-й ещё раз разделяются на два отдела. Таким образом, формируется 5 мозговых пузырей, из которых в последствии развиваются 5 отделов головного мозга. Полости мозговых пузырей преобразуются в желудочки, внутри которых циркулирует цереброспинальная жидкость (ликвор). Ликвор обеспечивает нейроны питательными веществами и кислородом, выполняя роль посредника между кровью и нервной тканью. Таким образом, стимулом для развития головного мозга явилось дальнейшее совершенствование рецепторного аппарата животных (органов чувств).

Что же касается спинного мозга, то стимулом для его развития явилась **двигательная активность животных**. Это сначала привело к образованию туловищного мозга, который в процессе развития заменился спинным мозгом с отходящими от него спинномозговыми нервами ко всем сегментам тела.

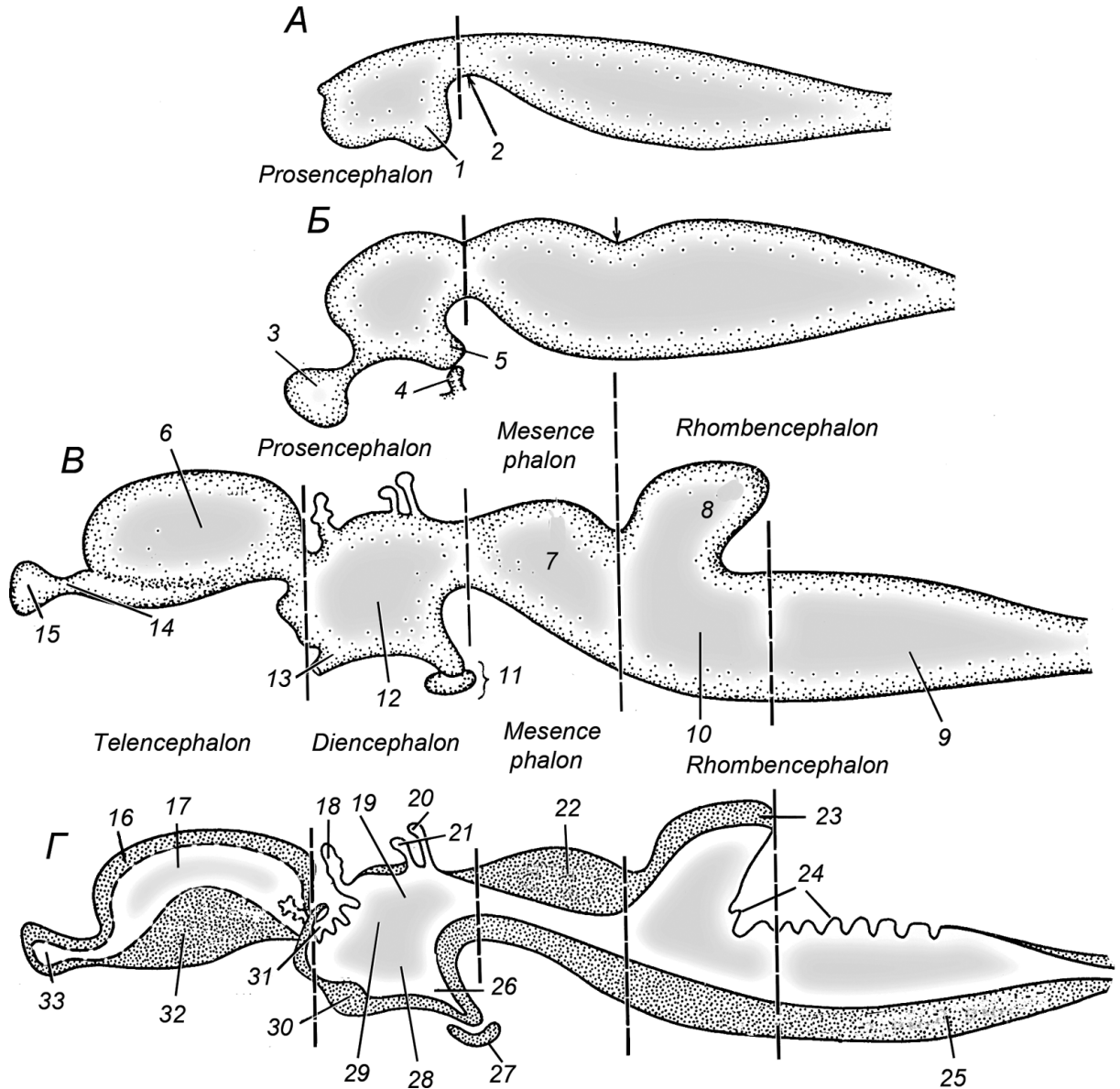


Рис. 3 Схема развития отделов и структур головного мозга:

А – в нервной трубке дифференцированным является только первичный передний мозг;
 Б – намечаются три основных отдела мозга; В – формирование четырёх отделов мозга;
 Г – формирование структур головного мозга; 1, 5, 26 – воронка; 2 – вентральная борозда;
 3 – глазной пузырь; 4 – гипофизарный карман; 6 – полушарие концевой мозга (парное);
 7, 22 – покрывка (тектум); 8, 23 – мозжечок; 9, 25 – продолговатый мозг; 10 – мозговой ост;
 11, 27 – гипофиз; 12, 29 – таламус; 13 – глазной тебелёк; 14 – обонятельный стебелёк;
 15, 33 – обонятельная луковица; 16 – кора (плащ); 17 – боковой желудочек (парный);
 18, 21 – парафиз; 19 – эпиталамус; 20 – эпифиз; 24, 31 – сосудистое сплетение;
 28 – гипоталамус; 30 – зрительный перекрест; 32 – базальные ядра

Спинальный мозг, обеспечивающий наиболее общую связь организма с внешней средой и отдельных его органов между собой, меньше изменился в филогенезе. Несмотря на ряд частных особенностей, спинной мозг у разных представителей позвоночных имеет общность принципов строения. Спинной мозг большинства позвоночных имеет почти округлую или слегка сплюснутую сверху вниз овальную в поперечном сечении форму с вентральной щелью и со спинномозговым каналом в центре; снаружи у него белое вещество, внутри — серое. Длина спинного мозга у разных животных различна. Рыбы с хорошо выраженным хвостом, выполняющим важную моторную функцию, спинной мозг имеют и в хвостовом отделе. У наземных животных спинной мозг не доходит до хвоста, у ехидны, например, он настолько короток, что представляется небольшим отростком головного мозга и располагается только в передней части позвоночного канала.

Онтогенез нервной системы. В эмбриогенезе нервная система развивается из эктодермы, в ней сначала выделяется нервная пластинка в виде желоба на спинной стороне зародыша, в которой появляются нервные валики (ганглии). Ганглии, смыкаясь, начиная с переднего конца, формируют нервную трубку (см. рис. 2), которая открыта спереди и сзади. Переднее отверстие трубки — *невронор* — скоро зарастает. Задний участок трубки — *невроэнтерический канал* — долгое время остаётся соединённым с кишечной трубкой, а затем отделяется от неё и закрывается.

Образовавшаяся таким путём закрытая нервная трубка располагается над хордой, а её полость превращается в *центральный спинномозговой канал* и *мозговые желудочки головного мозга*. На этой стадии в нервной трубке дифференцированным является только первичный передний мозг (см. рис. 3, А).

Головной мозг в своём развитии проходит три стадии.

Двухпузырная стадия развития головного мозга — в очень ранний период развития зародыша краниальный (передний) конец нервной трубки расширяется и выходит орально за пределы хорды. Вентральной складкой, образовавшейся на месте изгиба у края хорды, он делится на два пузыря — древний, или первичный, прехордальный мозговой пузырь, и вторичный, эпихордальный мозговой пузырь (см. рис. 3, А).

Трёхпузырная стадия характеризуется появлением в краниальном конце нервной трубки 3 мозговых пузыря (передний, средний и ромбовидный мозги) (см. рис. 4, А). Полости первичных трёх пузырей называются *мозговыми желудочками*.

Затем путём деления 2-х из них (среднего и ромбовидного) развиваются 5 мозговых пузырей *Б* — *пятипузырная стадия*. Из этих 5-ти мозговых пузырей в дальнейшем формируется 5 отделов головного мозга: передний мозг, средний мозг, промежуточный мозг, задний мозг и продолговатый мозг (см. рис. 3, Г).

Из описанных мозговых пузырей формируется головной мозг взрослого животного, при этом одни участки значительно разрастаются, другие – пожизненно сохраняют своё эмбриональное состояние.

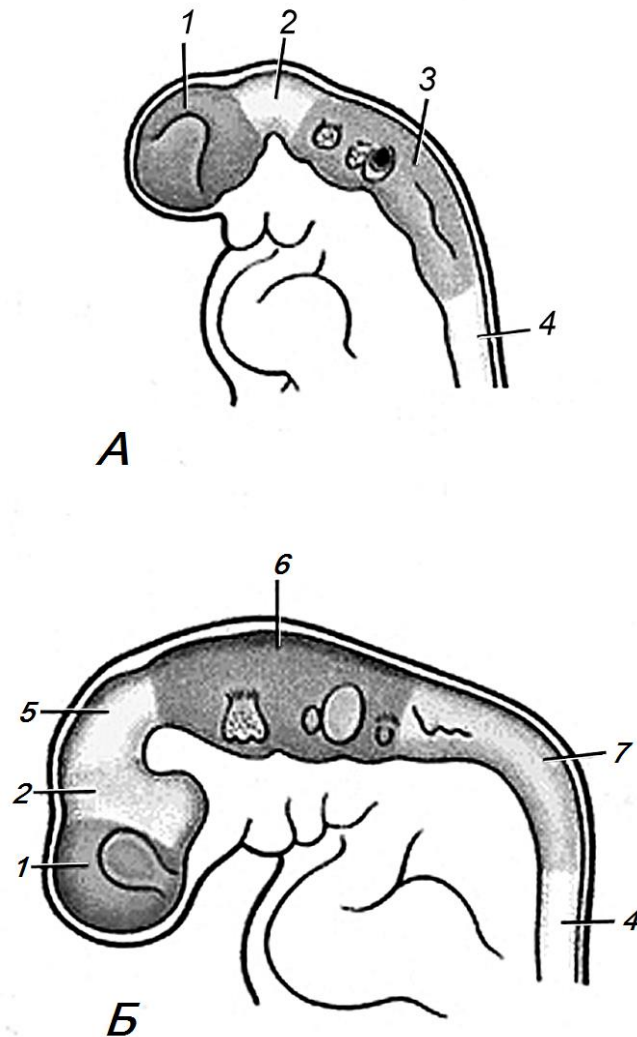


Рис. 4 Онтогенез головного мозга :

А – стадия трёх мозговых пузырей; Б – стадия пяти мозговых пузырей
 1 – передний мозг; 2, 5 – средний мозг; 3 – ромбовидный мозг; 4 – спинной мозг;
 5 – промежуточный мозг; 6 – задний мозг; 7 – продолговатый мозг

У наземных животных головной мозг усложняется в своём строении вследствие возникновения новых (высших) центров в конечном мозге, которые обеспечивают связи с различными отделами головного и спинного мозга, органами чувств (*экстеро- и интерорецепторами*). Так, в конечном мозге развивается кора больших полушарий, которая является высшим центром, координирующим и контролирующим всю жизнедеятельность организма, включая все физиологические процессы, протекающие как между организмом и внешней средой, так и внутри самого организма.

Из каудального конца нервной трубки развивается **спинной мозг**, который вначале эмбриогенеза соответствует длине позвоночного канала, а затем занимает лишь только часть его, так как растёт медленнее позвоночного столба.

Итак, в онтогенезе из переднего конца нервной трубки развивается головной мозг, содержащий 5 желудочков, а из каудального – спинной мозг, в основе которого лежит центральный спинномозговой канал.

Полость спинномозгового канала выстилается клетками, образующими сплошной слой, называемый *эпендимой*. Остальные клетки стенки трубки превратились в *нейроны* и опорные клетки — *нейроглию*. Вблизи нервных валиков образовалась вначале сплошная ганглиозная пластинка, которая позже разделилась на ряд сегментальных спинномозговых ганглиев.

2. Понятие о нервной системе и её функциях

Понятие о нервной системе и её функциях. Наука, изучающая нервную систему называется – Neurologia.

Нервная система (Systema nervosum) является одной из ведущих интегрирующих систем организма, и вместе с эндокринной и сердечно-сосудистой системами объединяет организм в единое целое, контролируя и координируя все его физиологические процессы.

Более 100 лет назад русский физиолог **И.М. Сеченов (1829—1905)**, полемизируя с идеалистами, подчёркивал, что жизнь организма без внешней среды невозможна, что в научное определение организма должна входить и среда, влияющая на него, т.е. окружающая его внешняя среда. Такому определению организма соответствует и строение организма, где анатомической структурой, обеспечивающей определённые взаимоотношения организма с внешней средой, является **нервная система**, в состав которой входят и органы чувств (анализаторы). Кроме того, нервная система выполняет и другую роль. Она регулирует работу всех частей внутри организма.

И.М. Сеченов высказал положение, что все акты сознательной и бессознательной жизни по способу происхождения являются *рефлексами*. Это высказывание **И.С. Сеченова** было доказано **И.П. Павловым (1849—1936)**, создавшим учение об условных рефлексах. Основываясь на огромном количестве исследований, **И.П. Павлов** показал, что нервная система, с одной стороны, объединяет работу всех частей организма, с другой — связывает организм с внешней средой. Он также утверждал, что нервная система обладает трофической функцией, и предполагал, что каждый орган имеет три нерва: чувствительный, двигательный и трофический. В анатомической литературе высказывается предположение, что трофическая функция осуществляется двигательными или симпатическими нервами.

По Павлову И.П., организм – не механическая сумма составляющих его частей, а сложная, динамическая и адаптивная система, все части которой взаимосвязаны и взаимообусловлены. Организм находится в постоянном и тесном контакте с внешней средой. В процессе жизни организм *адаптируется* к условиям окружающей среды. Уровень его приспособляемости к внешней среде контролируется нервной системой. Таким образом, *Systema nervosum* обеспечивает связь организма с внешней средой, управляет работой всех его органов и связывает все части организма в единое целое и неделимое. Она осуществляет координацию кровообращения, лимфоотока, метаболических (обменных) процессов, которые в свою очередь влияют на состояние деятельности нервной системы. Павлов И.П. писал: «Деятельность нервной системы направляется, с одной стороны, на объединение, интеграцию всех частей организма, с другой - на связь организма с окружающей средой, на уравнивание систем организма с внешним миром».

Таким образом, все функции нервной системы можно подразделить на следующие виды:

1. **отражательная** – связь организма с внешней средой, отражение внешнего мира или состояния внутренних органов в определённых образах и ощущениях;
2. **регуляторная** – регулирование работы клеток, тканей, органов и систем;
3. **координационная** – взаимодействие между органами, объединение их в системы и аппараты органов;
4. **интегративная** – объединение всех систем органов в единый организм;
5. **осуществление высшей нервной деятельности** – поведение, обучение, память, сознание.

Русские учёные, физиолог И.П. Павлов и клиницист С.П. Боткин (1832 – 1889), доказали доминирующую роль нервной системы во всём организме, и на основе этого создали новую концепцию в физиологическое учение как **нервизм**.

Итак, нервная система выполняет комплекс функций, при этом работает по принципу обратной связи, т.е. импульс по её периферической части идёт в мозг, а из мозга по той же периферической части к рабочему органу.

Основная структурная единица нервной системы — нейрон. Цепь последовательно связанных нейронов обеспечивает восприятие центральной нервной системой организма различных раздражений, идущих извне или из него самого, и её ответ на эти раздражения. Путь возбуждения от восприятия раздражения до ответа на него, проходящий через цепь нейронов, называется **рефлекторной дугой** (см. ниже), а данный процесс — **рефлексом**.

3. Закономерности строения нервной системы и её функционирование

3.1. Закономерности строения нервной системы (нейрон, классификация нейронов, рецепторы, нервные волокна, нервы, нейроглия)

Для обеспечения выполнения работы нервной системы по принципу обратной связи, она имеет сложное строение. Нервная система состоит из трёх структурных элементов (см. рис. 5) – **нейронов** (нервные клетки, или нейроны – *neurocytus*), **нейроглии** (производные эктодермы) и **мезоглии** (производная мезодермы).

Нейроны воспринимают раздражение, возбуждаются, вырабатывают нервный импульс и передают его. А нейроглия, или нервный клей – остов (скаффандр), окружающий нейроны, не проводит нервный импульс. Клетки нейроглии выполняют опорно-трофическую и барьерную (защитную) функции.

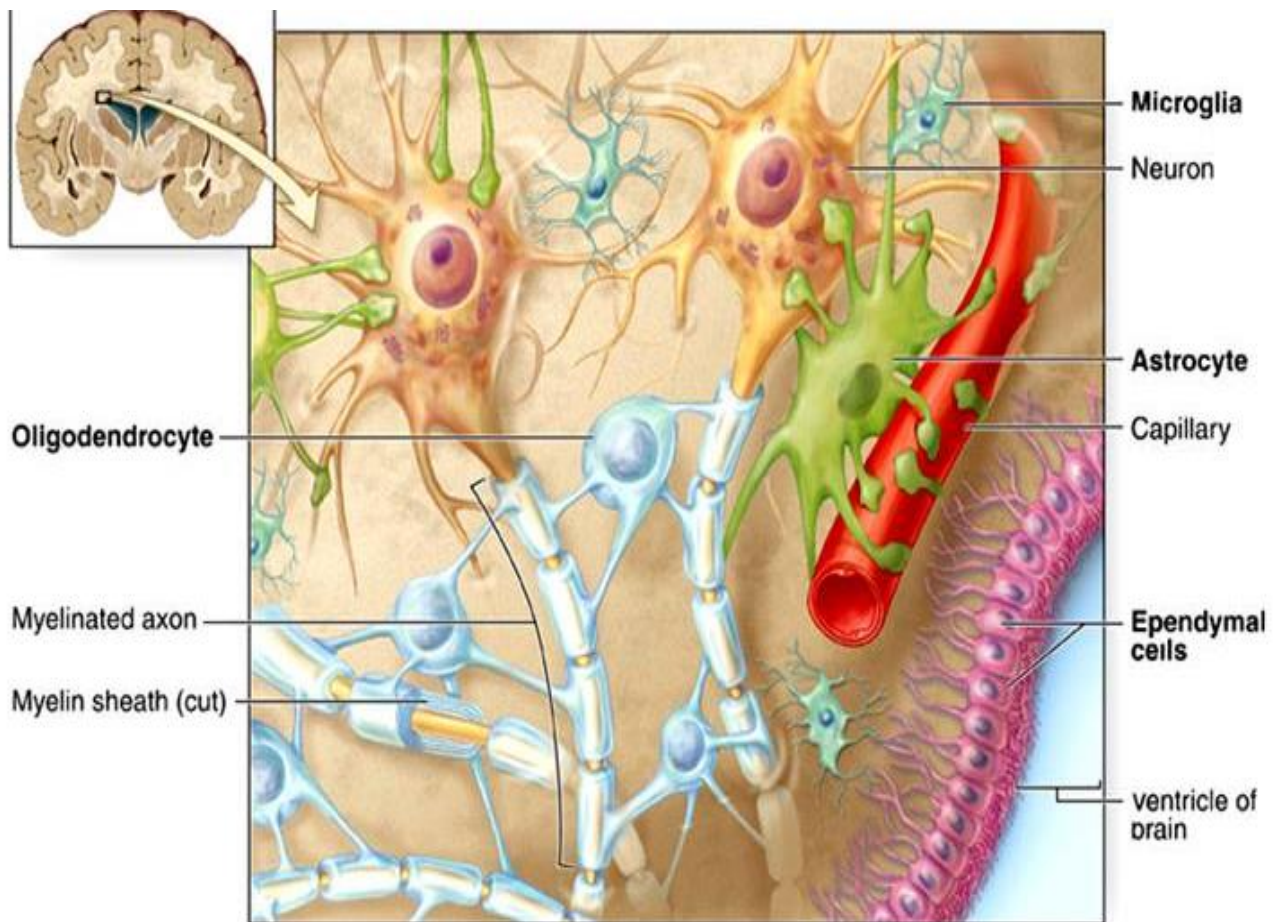


Рис. 5 Структура нервной ткани

Нейрон (neuron) – это структурно-функциональная единица нервной системы. Тела нейронов называют **нервными (ганглиозными) клетками** (см. рис. 6, A): в центральной нервной системе (ЦНС) они образуют **серое вещество (substantia grisea)**, а в периферической нервной системе (ПНС) формирует **ганглии (нервные узлы)** и внутриорганные (интрамуральные) нервные сплетения.

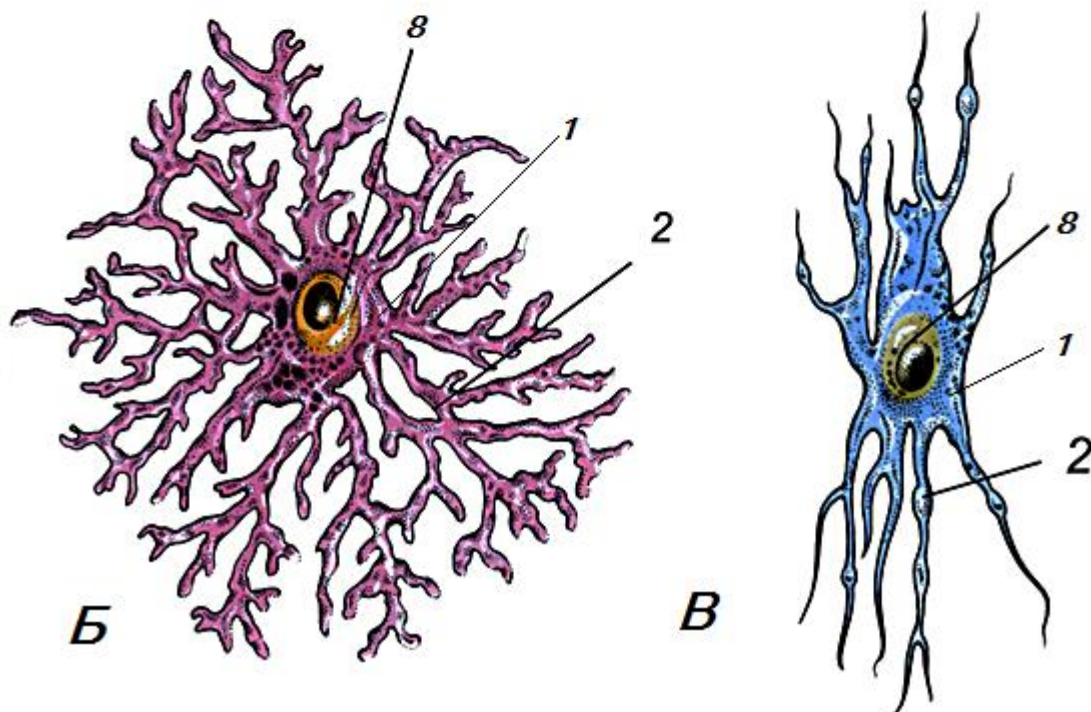
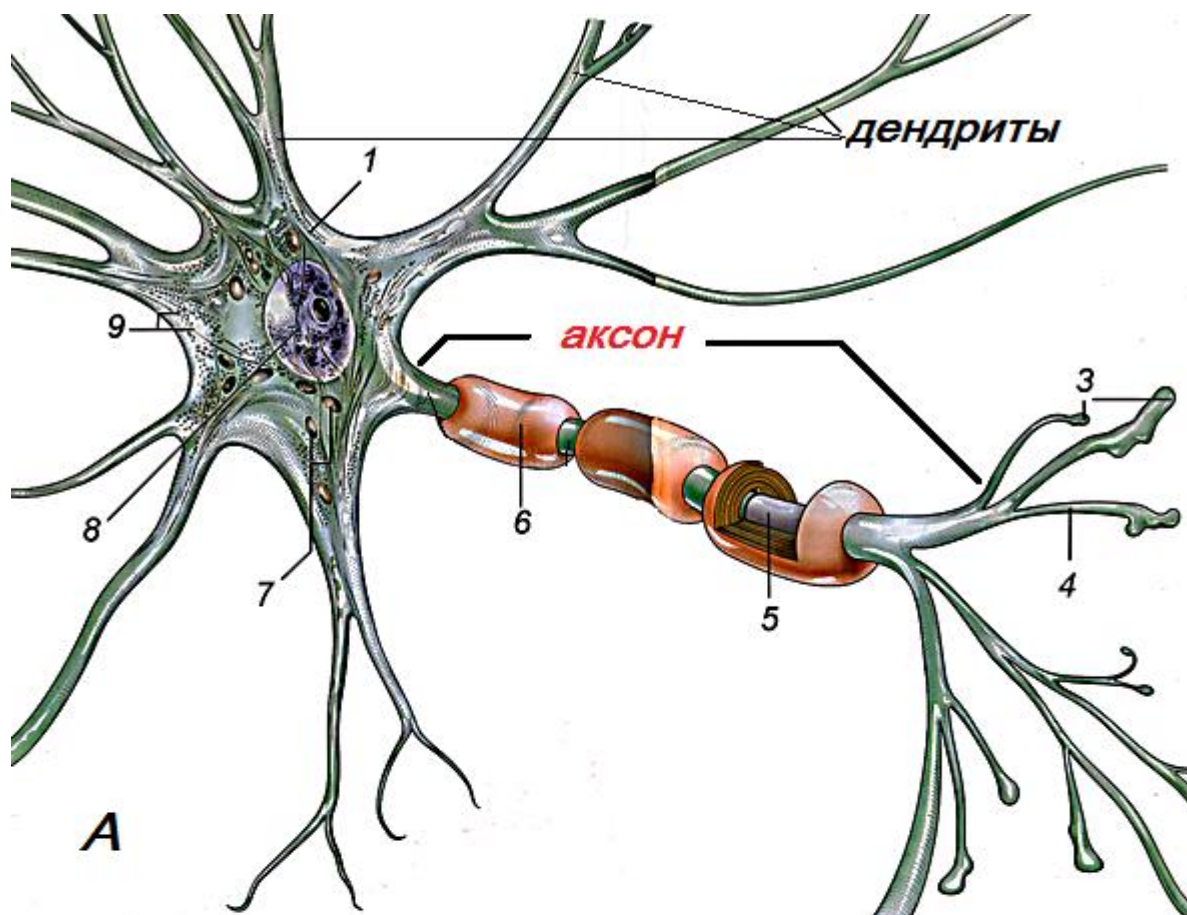


Рис. 6 Клетки нервной ткани:

А – **нейрон** (нейроцит и его отростки); Б – астроцит; В – олигодендроцит;
 1 – тело клеток; 2 – отростки (дендриты); 3 – нервные окончания; 4 – терминаль аксона;
 5 – осевой цилиндр аксона; 6 – миеоцит; 7 – митохондрии; 8 – ядро клеток; 9 – рибосомы

Нейрон состоит (см. рис. 6, А) из *тела*, отходящих от него *отростков* и *окончаний*. Нейроны в разных отделах НС отличаются размерами (от 4-6 до 130 мкм), формой и функцией.

Тело нейрона (перикарион) анализирует (обрабатывает) нервный импульс и состоит из цитоплазмы и ядра. Ядро 8 крупное, округлое, располагается в центре и содержит 1-2 ядрышка. Цитоплазма содержит все органоиды, нейрофибриллы и глыбки базофильного вещества (полирибосомы, которые синтезируют белок).

Тела нейронов входят в состав серого вещества спинного и головного мозга, а так же образуют нервные ганглии (узлы) в ПНС. Ганглии – это скопление тел нейронов на периферии.

Отростки нейрона являются проводниками нервного импульса и по функции подразделяются на (см. рис. 7):

1. **Чувствительные отростки – дендриты** – они воспринимают раздражение от рецепторов и проводят импульс к телу нейрона (нейроцита). Они имеют ветвистую форму и поэтому их называют дендритами (dendron).
2. **Двигательный отросток – аксон (нейрит)** – проводит нервный импульс от тела нейрона до рабочего органа (мышцы, железы и т.д.). **Нейроны всегда имеют только один аксон!!!**

Дендриты нервных клеток покрыты глиалиновыми оболочками и называются нервными волокнами. *Нервные волокна в ЦНС образуют белое мозговое вещество (substantia alba), а в ПНС – нервы*. В белом веществе скопления нервных волокон носят различные названия – пучки, канатики, тракты, или проводящие пути и т.д. Таким образом, *nervus – это группа нервных волокон в ПНС, объединенная общей соединительно-тканной оболочкой* (см. ниже).

Дендриты имеют ветвистую форму, по функции они все эфферентные – импульсы по ним идёт в тело нейрона. Их строение и количество у нейронов может быть крайне разнообразные.

АКСОН, или нейрит, у нервной клетки всегда один!, по функции он *эфферентный* (от лат. Efferens – выносящий), т.е. по нему импульсы идут от тела нейрона на рабочий (исполнительный) орган или на другой нейрон. В том и другом случае аксон всегда оканчивается специальным контактным аппаратом - **синапсом**, который обеспечивает одностороннюю передачу нервного импульса.

Итак, мы выяснили, что нейрон состоит из:

1. **тела** (перикарион) – обрабатывает нервный импульс, в ЦНС тела формируют *серое мозговое вещество*, в ПНС – *ганглии (узлы)*;
2. **нервных отростков** – проводники нервного импульса, в ЦНС формируют *проводящие пути*, в ПНС – *нервные волокна*;

виды отростков:

- **дендриты** с чувствительными нервными окончаниями – *рецепторами*,
- **аксон** с его двигательными нервными окончаниями
- ✓ **синапс** – специальный аппарат для контакта нейронов между собой,
- ✓ все нервные отростки заканчиваются нервными окончаниями.

Нервные окончания:

Различают рецепторы (чувствительные), эффекторы (двигательные) и синапсы.

Рецепторы делятся на две большие группы: **экстерорецепторы** (наружные) и **интерорецепторы** (внутренние). *Экстерорецепторы* воспринимают раздражения из внешней среды, а *интерорецепторы* – из внутренней среды организма. Среди интерорецепторов выделяют: а) висцерорецепторы – располагаются во внутренних органах; б) проприорецепторы – опорно-двигательный аппарат (мышечно-суставное чувство); в) вестибулорецепторы – внутреннее ухо (положение тела в пространстве). *Все рецепторы воспринимают раздражения и трансформируют все виды энергии раздражений в нервное возбуждение.*

Нейроцит – генератор и трансформатор нервного импульса (см. рис. 7), он всегда поляризован, т.е. способен пропускать нервный импульс только в одном направлении от дендритов к аксону.



Рис. 7 Нейроцит

Передача нервного импульса – это волна деполяризации-реполяризации, в основе которого лежит электрохимический принцип работы синапса. Достигнув синаптического контакта, импульс вызывает высвобождение из пресинаптического окончания химического вещества – **медиатора** (норадреналина, ацетилхолина, дофамина) б (см. рис. 8 и 9).

Медиатор действует непосредственно на мембрану реагирующей клетки, делая её проницаемой для ионов натрия (в возбудимых нейронах) или для отрицательных ионов хлора (для тормозных нейронов). Это вызывает деполяризацию постсинаптической мембраны и генерацию нервного импульса в нейроне.

Итак, в основе действия синапса лежит – *электрохимический процесс*, состоящий из 2 этапов:

- 1) **выделение** специфического вещества – *медиатора* (ацетилхолин, норадреналин и др.) аксоном одного нейрона
 - 2) **восприятие медиатора** рецепторами другого нейрона
- ✓ передача импульса идёт только в одном направлении!

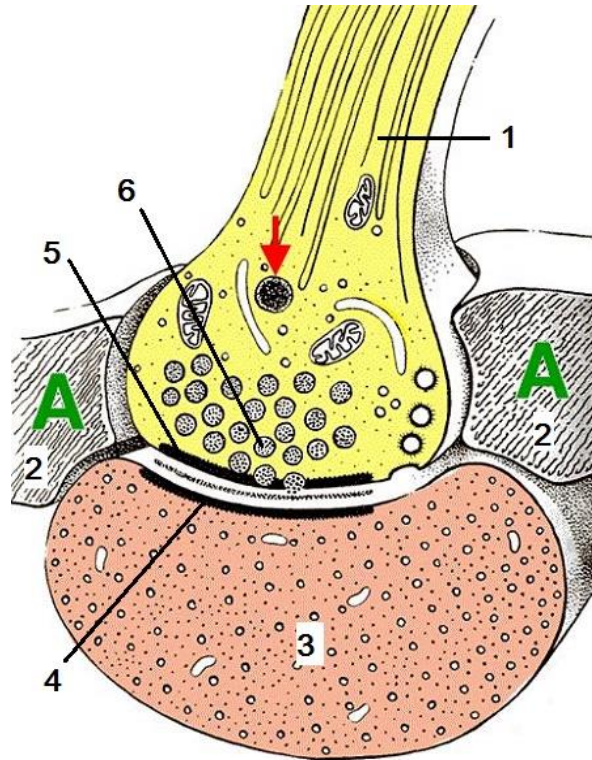


Рис. 8 Схема работы синапса:

- 1 – аксон; 2 – отростки астроцитов; 3 – дендрит; 4 – постсинаптическая мембрана;
5 – пресинаптическая мембрана; 6 – медиаторы

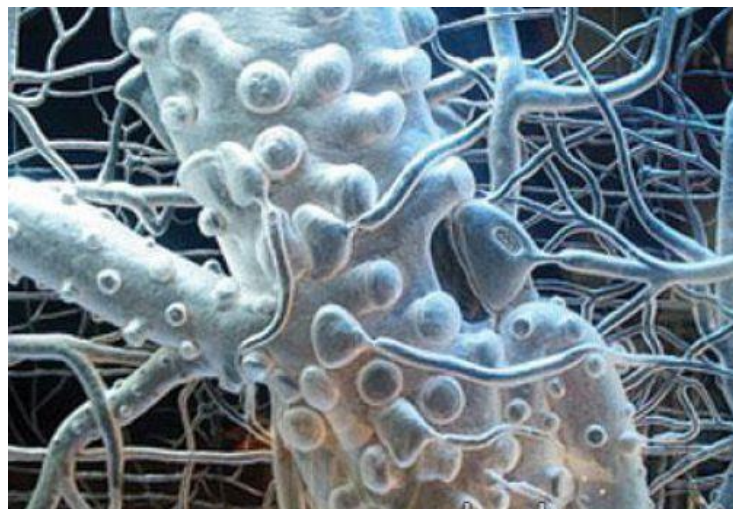


Рис. 9 Синаптические связи нейрона

Классификация нейронов

Все нейроны классифицируются по трём анатомо-физиологическим принципам:

1. по количеству отростков у нейрона;
2. по функции нейрона;
3. по типу вырабатываемого медиатора в синаптическом аппарате.

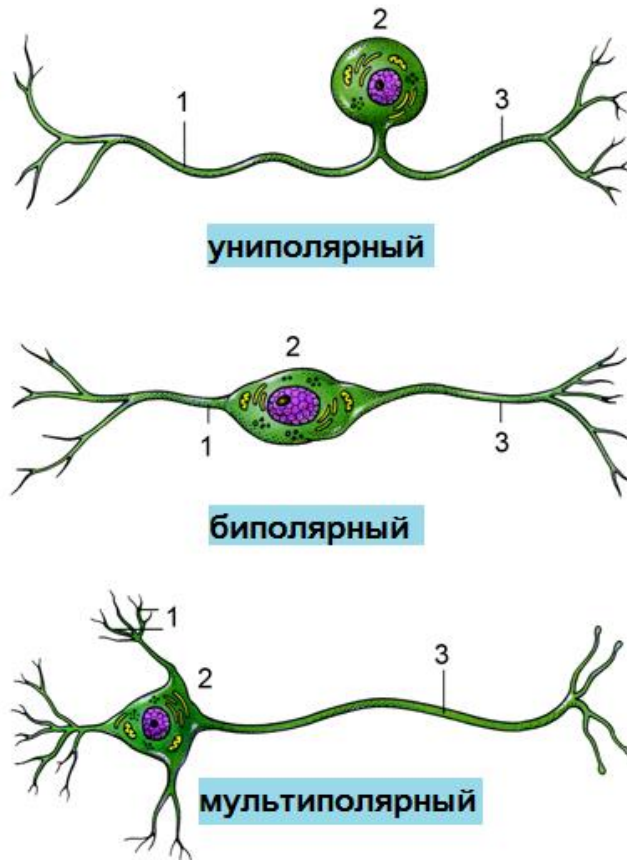


Рис. 10 Типы нейронов по числу отростков:

1 – дендриты; 2 – нейронит; 3 – аксон

1. По числу отростков нейроны бывают (см. рис. 10):

- **униполярные** - есть 1 отросток – **аксон**, или отходит 1 отросток, который затем делится на **аксон** и **дендрит** (клетки спинальных ганглиев);

- **биполярные** – с 1 отростком – **аксоном** и полярным ему 1 отростком – **дендритом** (обонятельные рецепторные клетки);

- **мультиполярные** - 1 **аксон** и много дендритов (мотонейроны вентральных рогов спинного мозга).

✓ *дендритов может быть много, аксон всегда один, но зато длиннее дендритов (седалищный нерв из аксонов нервных клеток крестцового отдела спинного мозга от крестца до последней фаланги пальцев).*

2. По выполняемой функции (см. рис. 11):

- **чувствительные** (рецепторные, афферентные) – дендриты оканчиваются рецепторами, которые воспринимают раздражение и передают его, т.е. проводят нервные импульсы от органов и тканей в мозг. А аксоны передают этот импульс на вставочный или двигательный (редко) нейроны. Тела таких нейронов у человека и домашних животных лежат вне ЦНС. (лат. Afferens – приносящий);

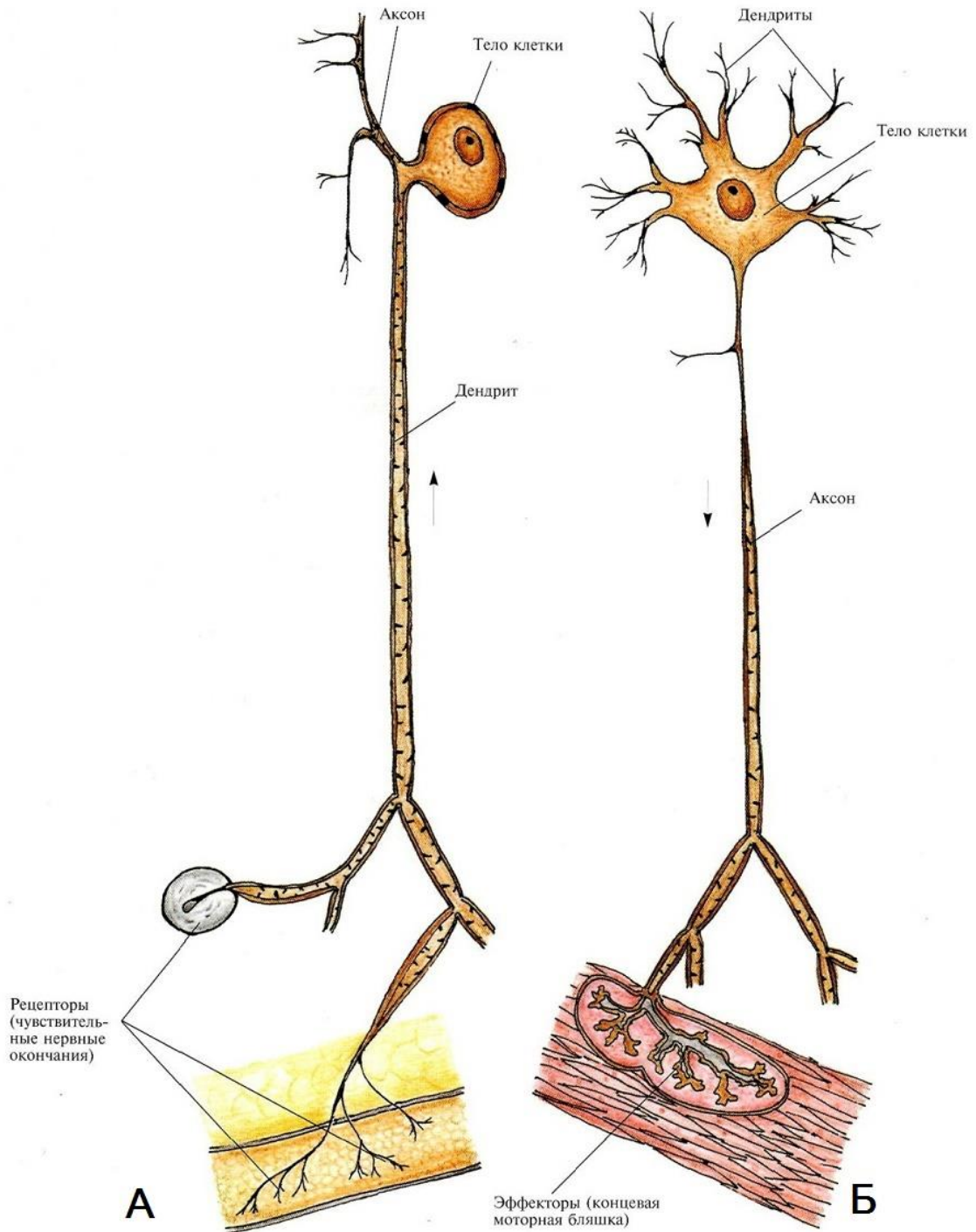


Рис. 11 Структура нейрона:
А – чувствительный; Б - двигательный

- **двигательные** (моторные, эфферентные, эффекторные) – передают сигналы на рабочие органы (мышцы, сосуды, железы). Тела находятся в ЦНС или в симпатических и парасимпатических ганглиях. (лат. Efferens – выносящий).

Окончание одного двигательного нейрона и иннервируемое им исчерченное мышечное волокно образуют нервно-мышечный комплекс – МИОН (моторная бляшка), который состоит из одного нервного волокна и нескольких мышечных волокон. Например, в трехглавой мышце голени мион состоит из 1 нервного волокна и 227 мышечных волокон, а в латеральной мышце глаза – из 1 нервного и 19 мышечных волокон.

- **вставочные** (добавочные, ассоциативные, замыкательные) – 99,98%, обеспечивают связь между нейронами, т.е. передают раздражение с чувствительных на двигательные или секреторные. Вставочные нейроны лежат в пределах ЦНС.

- **нейросекреторные** – вырабатывают нейрогормоны (в гипофизе).

3. По типу медиатора:

- **холинергические** – медиатор ацетилхолин;

- **аминергические** – биогенные амины:

1) адренергические – норадреналин

2) серотонинергические – серотонин;

- **дофаминергические** – дофамин;

- **пуринергические** – АТФ и др. пуриновые основания;

- **пептидергические** – пептиды;

- **ГАМКергические** – гаммааминомасляная кислота;

✓ *один нейрон может вырабатывать несколько медиаторов.*

*Итак, мы выяснили, что нейрон состоит из **тела** (перикарион) – обрабатывает нервный импульс, в ЦНС тела формируют серое мозговое вещество, в ПНС – ганглии (узлы) (см. рис. 14, 2) и **нервных отростков** – проводники нервного импульса, в ЦНС формируют проводящие пути, а в ПНС – нервные волокна.*

Нервные волокна образованы отростками нейрона, покрытыми оболочкой из клеток **олигодендроглии**, или **леммоцитов** (см. рис. 12).

Виды волокон:

1. **миелиновые** – оболочка содержит липопротеид миелин, белого цвета, скорость проведения импульса – от 5 до 120 м/с в зависимости от толщины, имеются в соматической НС;
2. **безмиелиновые** – серого цвета (нет миелина), скорость импульса – 1-5м/с, содержатся в автономной НС.

ТИПЫ НЕРВНЫХ ВОЛОКОН

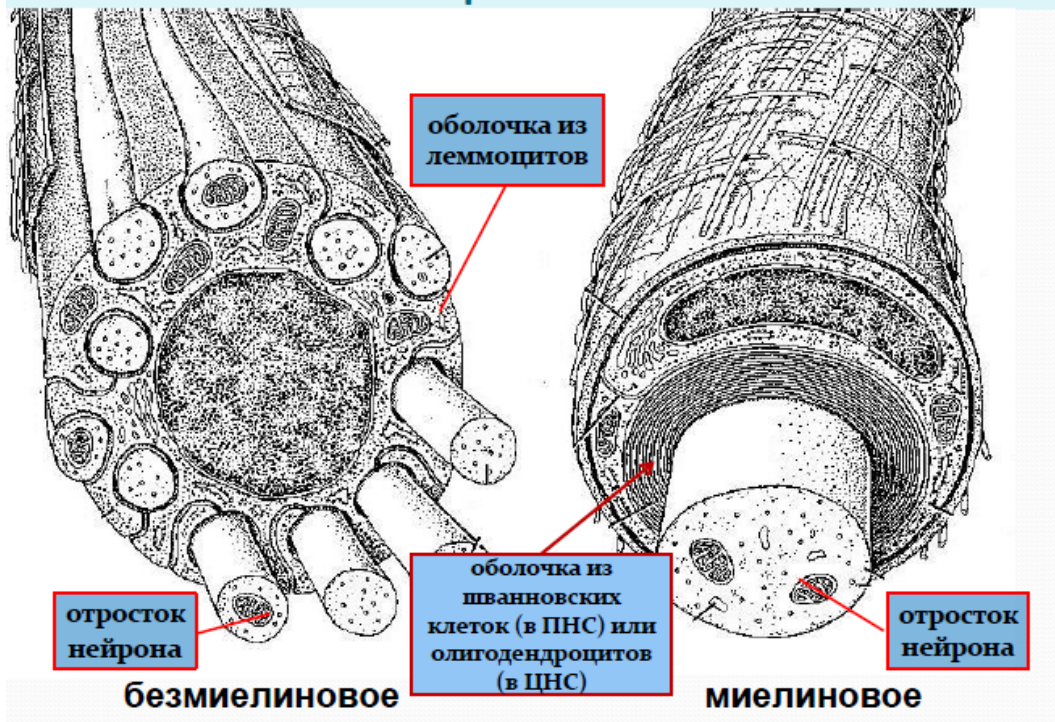


Рис. 12 Типы нервных волокон

Миелиновые нервные волокна входят в состав белого вещества головного и спинного мозга, а также черепных и спинномозговых нервов ПНС. Для них характерны толстые аксоны (диаметром 1,0 – 20,0 мкм) и высокая скорость проведения нервного импульса (см. рис. 12 и 13). Миелиновые волокна имеют миелин, а их аксоны покрыты миелинообразующими шванновскими клетками (в ПНС) или олигодендроцитами (в ЦНС).



Рис. 13 Миелиновое нервное волокно (микрпрепарат)

У **безмиелиновых нервных волокон** нет миелина, а аксоны покрыты оболочкой из *леммоцитов*. Пучки таких волокон характеризуются очень маленьким диаметром основных цилиндров (от 0,5 до 2,0 мкм). Они могут быть образованы симпатическими и парасимпатическими аксонами с разными медиаторами. Основные мишени иннервации безмиелиновых волокон – *гладкая мускулатура* кровеносных сосудов, кишечника, матки, органов мочевого выделения, некоторых желёз и жировой подкожной клетчатки.

Нервные волокна, соединяясь в пучки, формируют нервы, а волокна из разных нервов, сплетаясь между собой – нервные сплетения (плечевое, поясничное).

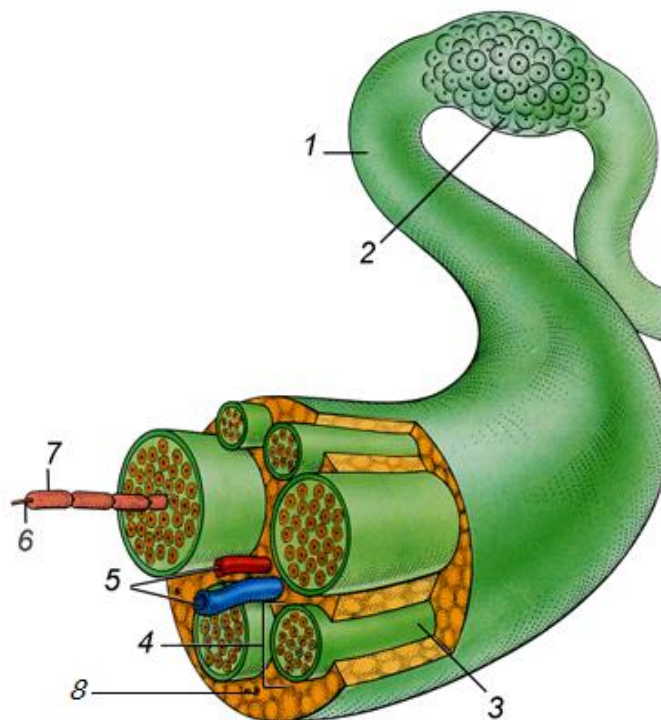


Рис. 14 Схема строения нерва:

- 1 – эпиневррий; 2 – нервный ганглий; 3 – периневррий;
 4 – пучок нервных волокон 1-го порядка; 5 – кровеносные сосуды нерва; 6 – осевой цилиндр; 7 – миелиновая оболочка; 8 – периневрральное пространство

Нервы – *nervus* – это пучки объединённых нервных волокон (см. рис. 14). В структуре каждого нерва независимо от его природы и функционального предназначения, различают осевой цилиндр (*cylindroaxis*) 6, покрытый собственной оболочкой (*axolemma*) 7 и нервной оболочкой (*neurolemma*).

Соединительная ткань в каждом нерве участвует в образовании:

- а) внутripучковой основы – *эндоневрия (endonеврий)*, располагающегося между отдельными нервными волокнами;
- б) межпучковой оболочки – *периневррия (perиневрий)* 3.

В периневрии снаружи различают двойной слой плоских клеток эпендимальной природы, они образуют вокруг нервного пучка влагалище – *периневральное пространство (spatium perineurii)* 8, по которому к осевым цилиндрам проникают кровеносные сосуды 5. Группы первичных нервных волокон объединяются в пучки 2-го порядка, вторичные – 3-го порядка и т.д. Снаружи каждый нерв одет наружной соединительнотканной оболочкой – *эпиневрй (epineurium)* 1.

Итак, мы разобрали все особенности структурно-функциональной единицы нервной системы – нейрона, однако не менее важной частью нервной системы является нейроглия.

Нейроглия - (нервный клей) – остов (скаффандр), окружающий нейроны, который не проводит нервный импульс, а выполняет ряд важных функций, обеспечивающих жизнедеятельность нейронов:

- **опорная**;
- **трофическая** – проходят кровеносные сосуды;
- **защитная** – фагоцитоз;

✓ Глия по объёму клеток составляет 50% мозга, а по количеству до 90% (у человека их до 100 млрд).

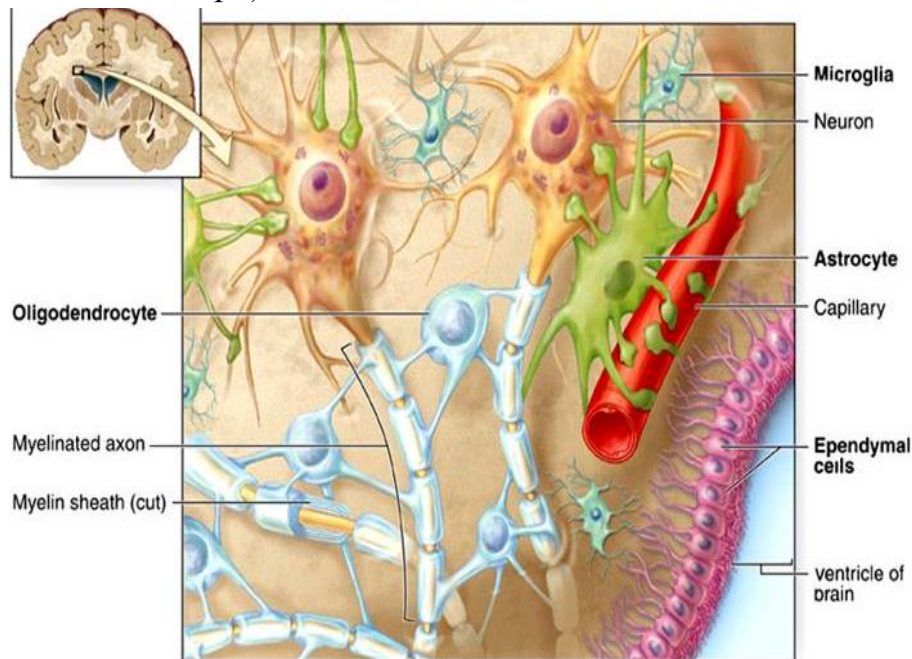


Рис. 15 Структура нервной системы (глиальные клетки)

Нейроглия одновременно изолирует нейроны друг от друга, объединяя их вместе, и обслуживает их обмен веществ (питание) и защиту. Анатомо-физиологически нейроглия подразделяется на **макроглию**, к которой относятся клетки эпендимы – астроциты и олигодендроциты, и **микроглию** – клетки её расположены в ЦНС и обеспечивают фагоцитоз (см. рис. 15).

Макроглия:

- **эпендима** – выстилает желудочки головного мозга и спинномозговой канал, она участвует в секреции и движении цереброспинальной жидкости (см. рис. 16);

- **астроглия** – звёздчатые клетки, образующие каркас для нейронов в ЦНС (см. рис. 17);

- **олигодендроглия** – её клетки (шванновские клетки, леммоциты) формируют оболочки вокруг отростков нейронов (см. рис. 18), изолируя и защищая их, создают условия для проведения нервного импульса. Окружают тела нейронов – «клетки-сателлиты» (см. рис. 19).



Рис. 16 Спинномозговой канал (микропрепарат)

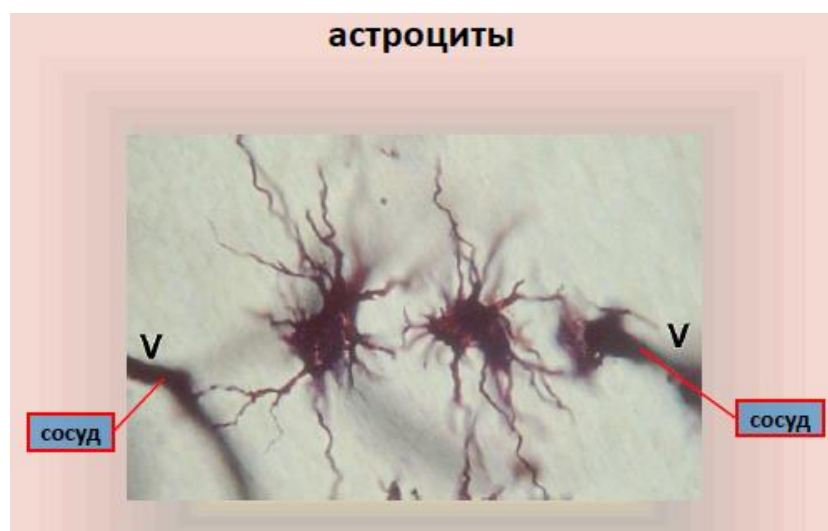


Рис. 17 Нервная ткань (астроциты)

оболочка из олигодендроцитов (леммоцитов) вокруг аксона нервной клетки



Рис. 18 Схема структуры нейрона

олигодендроциты – «клетки-спутники»



Рис. 19 Структура нейрона (микропрепарат)

Микроглия – только в ЦНС, клетки способны амёбовидно передвигаться и фагоцитировать чужеродные антигены и гибнущие нейроны (см. рис. 20).



Рис. 20 Серое вещество головного мозга (микропрепарат)

3.2. Закономерности функционирования нервной системы (рефлекторная дуга)

Основная структурная единица нервной системы — это **нейрон**. Цепь последовательно связанных нейронов обеспечивает восприятие центральной нервной системой организма различных раздражений, идущих извне или из него самого, и её ответ на эти раздражения. Путь возбуждения от восприятия и раздражения до ответа на него, проходящий через эту цепь нейронов, называется **рефлекторной дугой**, а данный процесс — **рефлексом**.

Итак, в основе деятельности нервной системы лежит *рефлекс* (*лат.reflexus* – *отражение*). Рефлекс – ответная реакция организма на раздражение рецепторов (из внешней или внутренней среды), осуществляемая при участии нервной системы.

Рефлекторная дуга – анатомический путь рефлекса. Рефлекторная дуга, как правило, включает три нейрона: 1) афферентный нейрон (и его рецепторы); 2) вставочный нейрон, залегающий в ЦНС; 3) эфферентный нейрон (и его эффектор).

Рефлекторная дуга может быть:

- ✓ простой – 2-х или 3-х-нейронной;
- ✓ сложной (формирует поведенческие реакции в организме).

Простые рефлексы осуществляются через «низшие» отделы ЦНС – спинной мозг (см. рис. 21). Простейшая рефлекторная дуга может состоять из двух нейронов: чувствительного и двигательного. Тело первого нейрона (афферентного) находится в спинномозговом узле (или в чувствительном узле черепного нерва). В сером веществе спинного или в ядрах головного мозга находится тело второго (эфферентного) нейрона. Раздражение одной точки тела может передаваться не только к соответствующему сегменту спинного мозга, но и охватывать несколько соседних сегментов. В результате этого простой рефлекс перерастает в ответную реакцию, захватывающую несколько групп мышц. Возникает сложное, координированное рефлекторное движение.

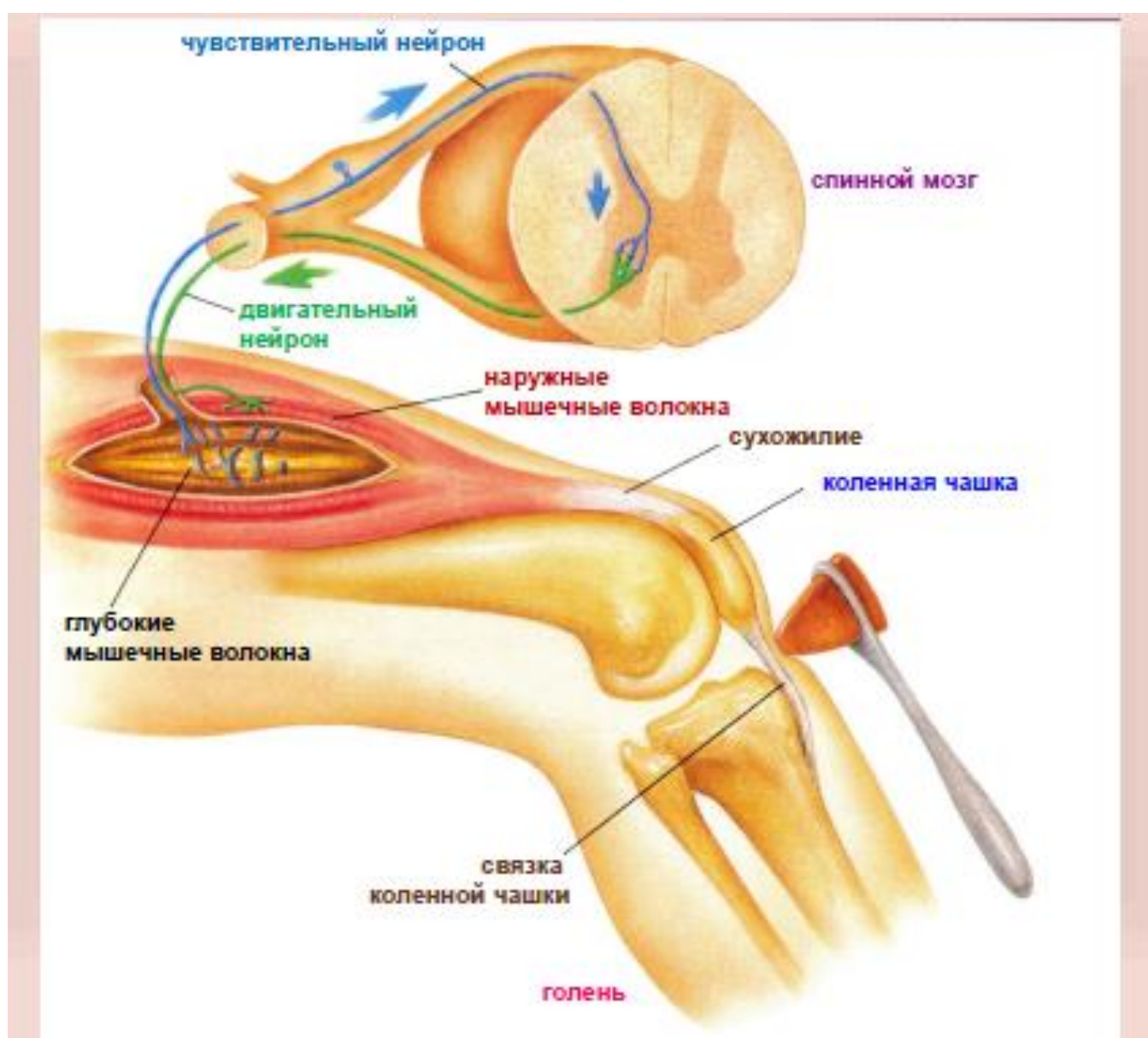


Рис. 21 Двухнейронная рефлекторная дуга

Простейшая рефлекторная дуга может состоять из трёх нейронов: чувствительного, вставочного и двигательного (см. рис. 22).

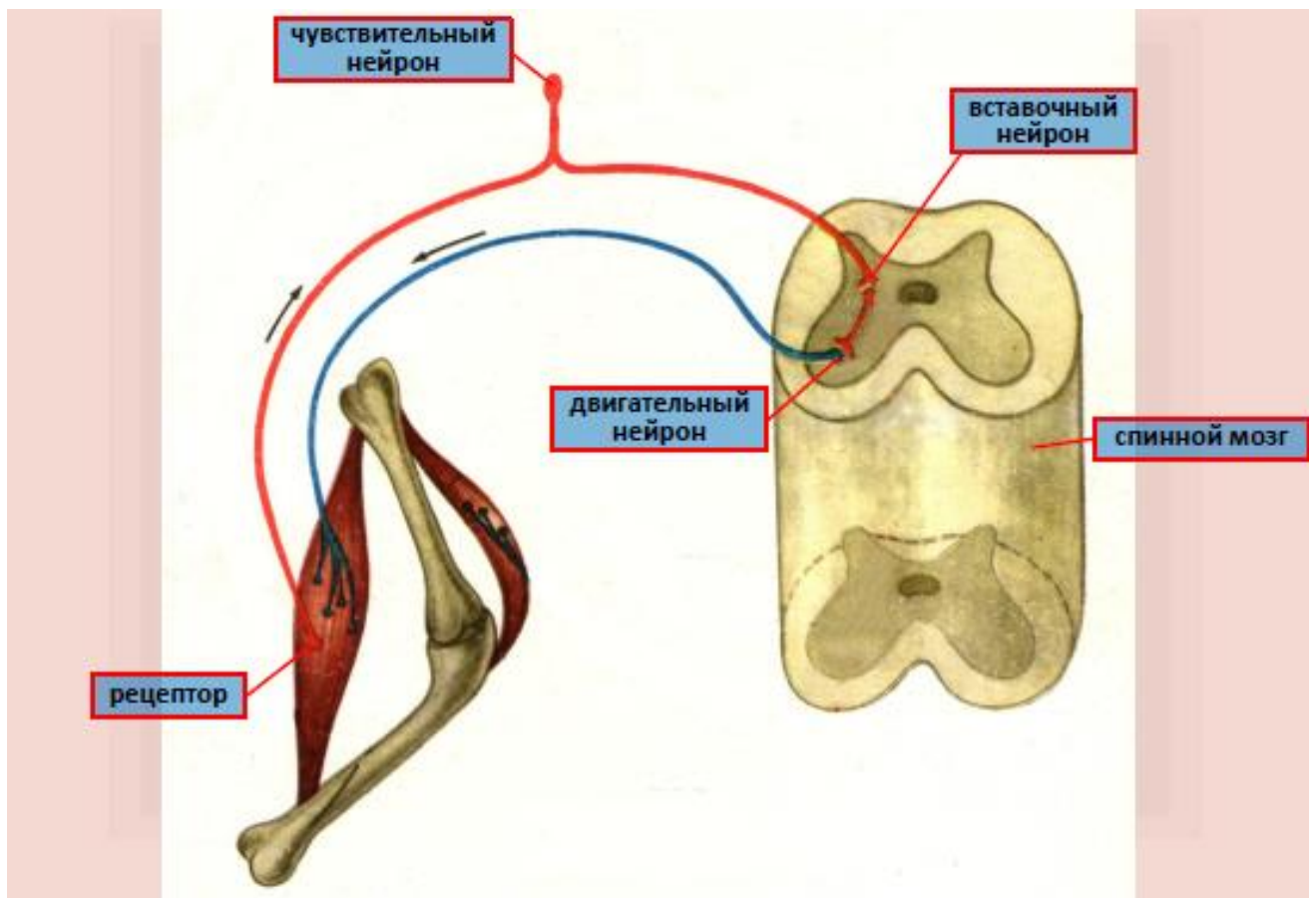


Рис. 22 Трёхнейронная рефлекторная дуга

Простейшие рефлекторные дуги осуществляют лишь познавательную функцию, в таких схемах отсутствуют:

- ответная реакция с исполнительного органа;
- пути обеспечения обмена веществ в исполнительном органе через иннервацию его сосудов;
- пути обеспечения взаимосвязи между отдельными органами.

В настоящее время **учение о рефлексе** дополнено понятием «обратной связи», потому говорят не только о рефлекторной дуге, но и о **рефлекторном кольце** (см. рис. 23). В каждой мышце имеются рецепторы, которые раздражаются при её сокращении. От этих рецепторов в ЦНС передаются импульсы, информирующие её о степени (силе) сокращения мышцы. Благодаря обратной связи ЦНС даёт оценку рефлекторному акту и обеспечивает такое совершенное управление процессами, которого не может быть при односторонней связи.

Русский физиолог П.К. Анохин впервые описал обратную афферентацию, т.е. обратную связь рабочего органа с нервными центрами.

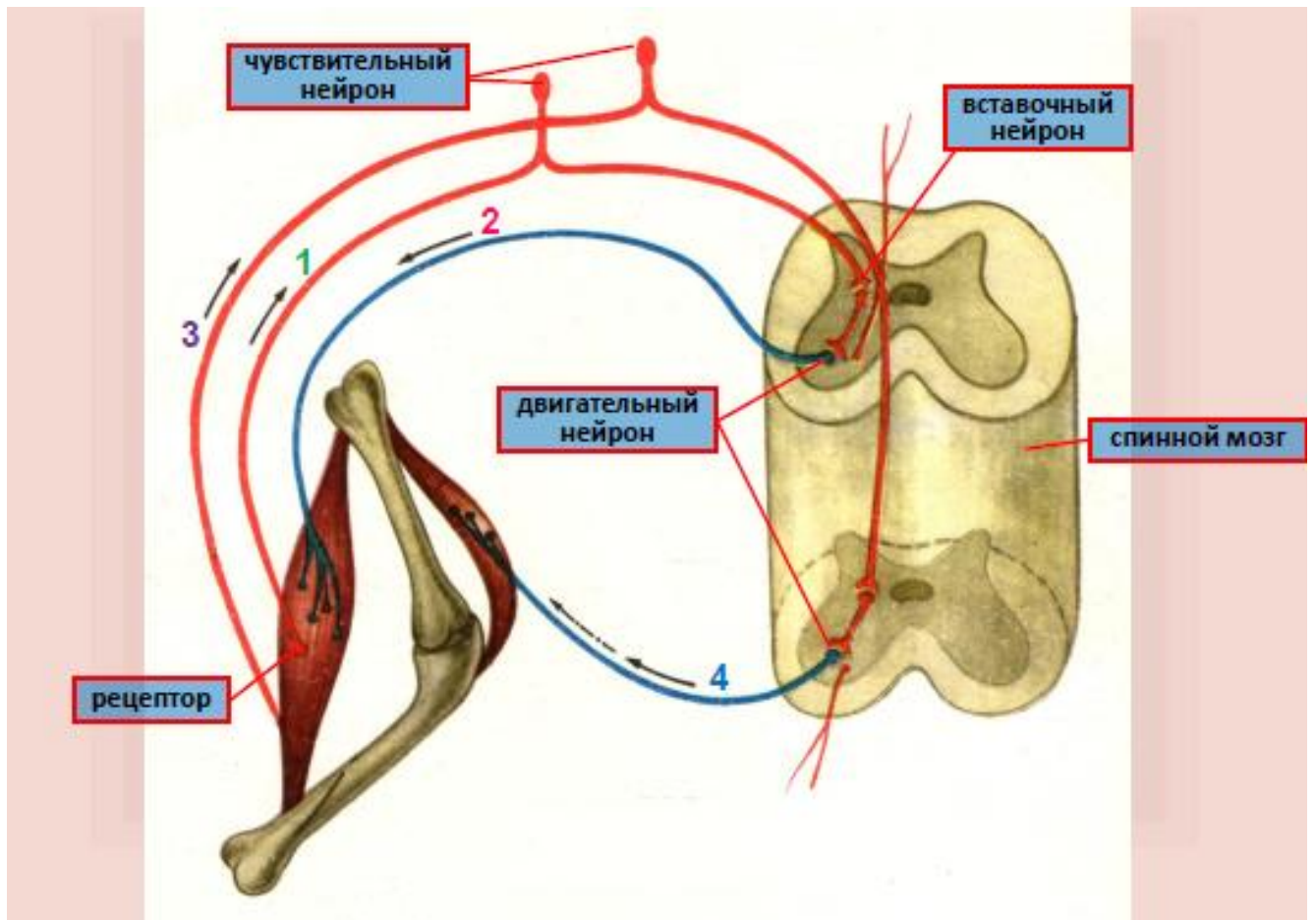


Рис. 23 Схема обратной афферентации по Анохину П.К.

Выполняемая работа раздражает рецепторы рабочего органа – импульсы идут по чувствительным путям в ЦНС, как отчёт о выполнении команды на данный момент. Так ЦНС учитывает правильность выполнения команд.

✓ при соединении обеих дуг – **рефлекторный круг (кольцо)**.

Сложное строение рефлекторных дуг обеспечивает и такую основную функцию нервной системы, как **возбуждение** одного какого-либо центра при одновременном **торможении** другого.

Например, при возбуждении нервных центров мышц сгибателей суставов происходит торможение нервных центров разгибателей тех же суставов. Такая функция нервной системы называется **реципрокной**.

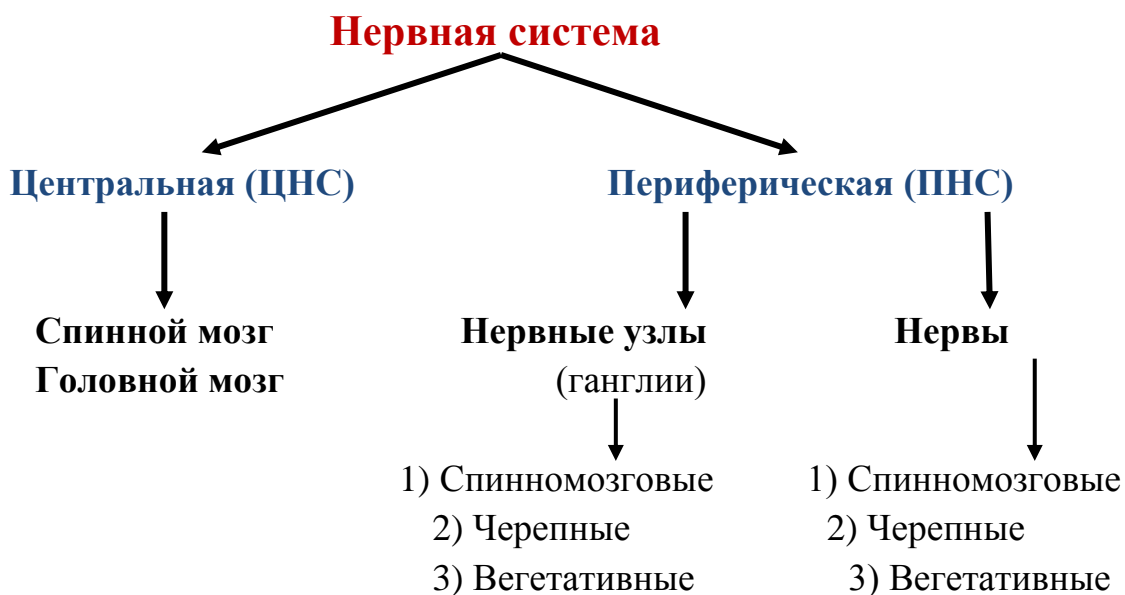
Из вышеуказанного следует, что вся деятельность ЦНС осуществляется через механизмы рефлексов и анализаторов, которые взаимосвязаны друг с другом функционально и анатомически.

4. Анатомический и функциональный состав нервной системы

Итак, мы уже разобрали, что *нервная система (systema nervosum)* едина, обеспечивает работу всех органов и система организма, контролирует и регулирует их деятельность в зависимости от условий окружающей среды.

Нервную систему условно принято подразделять:

- по топографии на 2 части: **центральную** и **периферическую** (см. схему);
- по функции – на **соматическую** и **вегетативную** (автономную) части.



К ЦНС относится *спинной* и *головной мозг*, а к ПНС – *нервные узлы* (ганглии) и *нервы*, т.е. все периферические проводящие пути, состоящие из чувствительных и двигательных нервных волокон.

Органы ЦНС и ПНС неразрывно связаны корешками спинномозговых и черепных нервов. Чувствительные нервы соединяют воспринимающий аппарат, т.е. рецепторы с ЦНС, а двигательные нервы – ЦНС со всеми исполнительными органами.

Нервный узел – ganglion – это скопление тел нейронов на периферии. В зависимости от расположения и выполняемой функции ганглии делятся на *спинномозговые*, *черепные* и *вегетативные*, которые располагаются в три этажа.

1) Первая серия ганглиев (спинальные или черепные ганглии) лежит на дорсальных корешках спинномозговых или черепных нервов рядом с мозгом. Эти ганглии являются защитно-компенсаторным механизмом, «щадят мозг», решают – беспокоить его или нет, проводят импульс с периферии к мозгу или наоборот его глушат. Это чувствительные ганглии.

2) Вторая серия ганглиев лежит под позвоночным столбом – симпатические ганглии. Это ганглии, через которые проходят импульсы от центров к кровеносным сосудам. К ним относятся ганглии пограничного симпатического ствола и два непарных ганглия на брюшных сосудах. Эти ганглии двигательные (импульс от мозга через ганглий на периферию к сосудам).

3) Третья серия ганглиев – парасимпатические ганглии, которые располагаются в стенках внутренних органов (интрамуральные) или около них (экстрамуральные). Это так же двигательные ганглии (импульс от мозга через ганглий на периферию к стенке внутренних органов).

Нервы – nervus – это группа нервных волокон, объединённых общей соединительно-тканной оболочкой. Почти все нервы содержат чувствительные и двигательные нервные волокна и поэтому являются *смешанными*. Снаружи нервы покрыты оболочками и имеют вид белого тяжа различной толщины. В зависимости от места выхода и образования нервы делятся на спинномозговые, которые отходят от спинного мозга, черепные – идут от головного мозга, и вегетативные, относящиеся к вегетативной нервной системе.

В зависимости от функционального назначения нервы бывают:

1) Чувствительные соматические, афферентные, которые передают нервное возбуждение от рецепторов опорно-двигательного аппарата к мозгу;

2) Чувствительные висцеральные, афферентные – от висцеральной мускулатуры кишечника, от желёз внутренних органов к мозгу;

3) Двигательные соматические, эфферентные - от мозга к соме (поперечно-исчерченной мускулатуре);

4) Двигательные висцеральные, эфферентные – от мозга к внутренним органам;

5) Трофическая группа нервов (выделяет проф. Михайлов, г. Казань), иннервирует соединительную ткань, регулирует её поглотительную способность и таким образом, метаболизм (обмен веществ) в любом органе.

Наличие трофического компонента в нервной системе позволяет успешно применять безмедикаментозные методы лечения различных болезней (геле-неоновый лазер, магнитное поле).

Нервная система по функциональному признаку, т.е. по зонам иннервации, делится на *соматическую* и *вегетативную* (автономную).

Соматический отдел представлен спинным и головным мозгом с отходящими спинномозговыми и черепными нервами, которые иннервируют опорно-двигательный аппарат (костную и мускульную системы) и кожный покров (сому), а также связывает организм с внешней средой при помощи органов чувств.

Вегетативная нервная система (АНС) иннервирует неисчерченную мышечную ткань внутренних органов и сосудов, а также регулирует обменные процессы и поддерживает постоянство внутренней среды организма.

Поэтому АНС делится на висцеральную (парасимпатическую) нервную систему и сосудистую (симпатическую нервную систему). В связи с характером функций соматическую нервную систему называют также «произвольной», а противопоставляют ей парасимпатическую и симпатическую – как «непроизвольные», то есть автономные.

Послесловие:

Ребятки, учите Анатомию, потому что – это жутко интересно...

**кандидат ветеринарных наук, доцент ФГБОУ ВО Костромской ГСХА
Бармин С.В.**