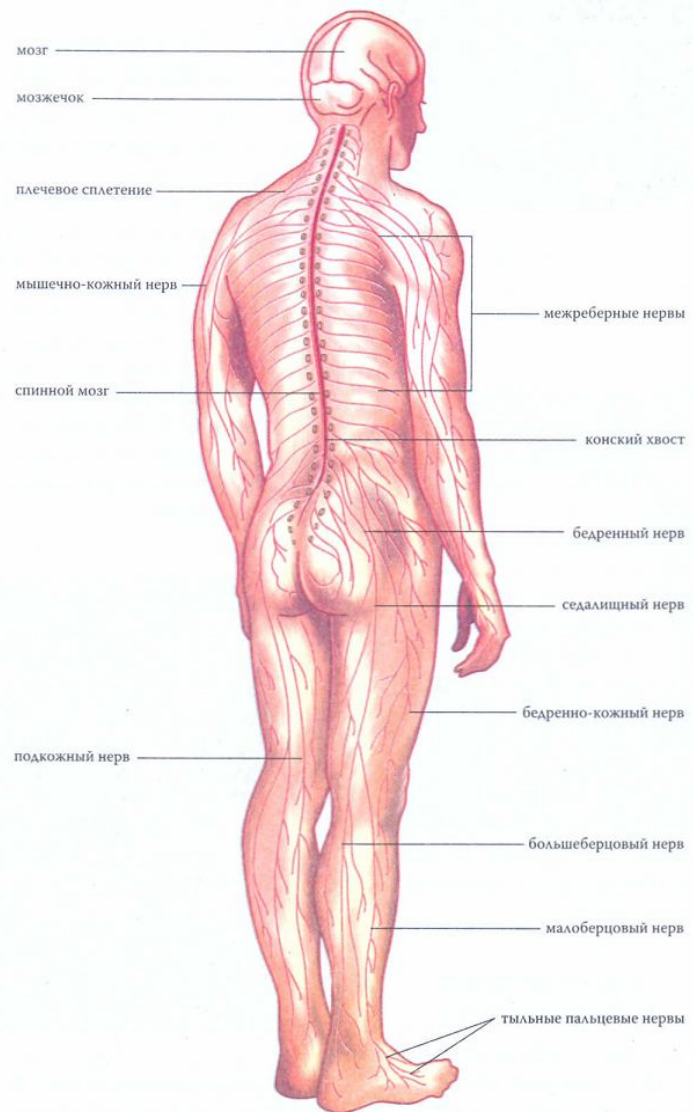


Анатомия и физиология нервной системы

- Нервная система — ведущая физиологическая система организма, выполняющая ряд важнейших и многообразных функций. В конечном итоге деятельность нервной системы направлена:
- на взаимодействие организма с окружающей средой и на регуляцию этих взаимоотношений, обеспечивая удовлетворение потребности и тем самым приспособление к постоянно меняющимся условиям жизни;
- на объединение и согласование деятельности органов и систем организма в единое целое.

ПРОСТАЯ СХЕМА НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

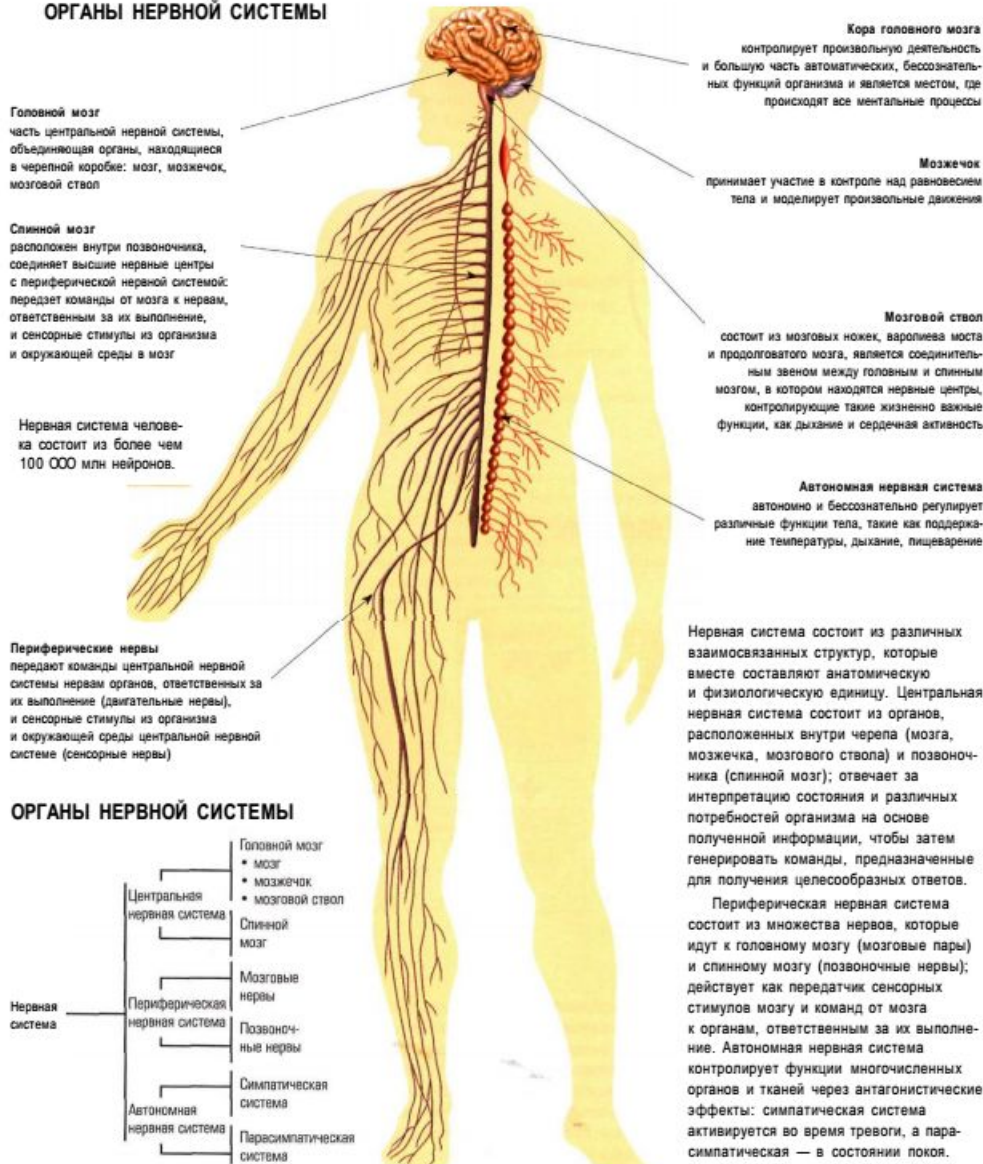


- *Морфологически* нервная система человека подразделяется на два отдела:
 - *центральный* (головной и спинной мозг) — центральная нервная система (ЦНС) и
 - *периферический* (нервы, нервные волокна, узлы, сплетения и периферические нервные окончания — рецепторы).
-
- Центральная нервная система осуществляет связь головного и спинного мозга со всеми частями и органами.
 - Окончания нервных волокон достигают каждой клетки организма.
 - Вся периферическая нервная система образована бесконечным ветвлением отходящих от головного мозга 12 пар черепных нервов и отходящих от спинного мозга 31 пары спинномозговых нервов.

СТРОЕНИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Нервная система состоит из извилистых сетей нервных клеток, составляющих различные связанные между собой структуры и контролирующих всю деятельность организма, как желаемые и сознательные действия, так и рефлексы и автоматические действия; нервная система позволяет нам взаимодействовать с внешним миром, а также отвечает за умственную деятельность.

ОРГАНЫ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ



- *Функционально* единая нервная система подразделяется на две части: соматическую и вегетативную.
- В центральном и периферическом отделах нервной системы имеются структуры как соматической, так и вегетативной нервной системы.
- *Соматическая нервная система* управляет скелетной мускулатурой и обеспечивает кожную чувствительность тела, выполняя тем самым функции, связанные с поддержанием позы и передвижением тела в пространстве, а также жестами, речью и мимикой.

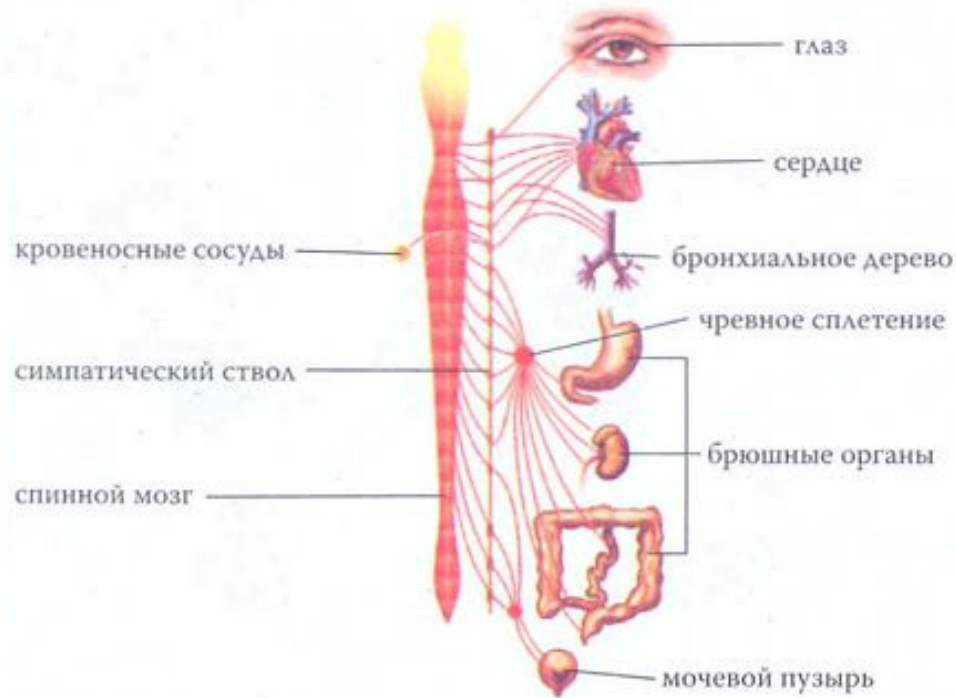
- *Вегетативная, или автономная, нервная система* управляет деятельностью внутренних органов, сосудов, желез, контролируя и регулируя обменные процессы в организме.
- Это деление нервной системы условно, потому что в действительности она представляет собой единое целое.

- Вегетативная нервная система (ВНС) состоит из двух отделов: симпатического и парасимпатического.
- *Симпатический* отдел ВНС обеспечивает адаптацию организма к разнообразным изменениям внешней среды.
- В ситуациях, требующих мобилизации защитных сил организма (стресс), симпатический отдел способствует «защитной» регуляции жизнеобеспечивающих процессов: увеличению частоты и силы сердечных сокращений, сужению кровеносных сосудов, замедлению двигательной функции желудочно-кишечного тракта, усилению обмена веществ и т.д.

- *Парасимпатический* отдел способствует восстановлению гомеостаза, осуществляет «текущую» регуляцию функций организма.
- При активизации парасимпатического отдела происходит снижение пульса и силы сердечных сокращений, расширение кровеносных сосудов, активизация моторики желудочно-кишечного тракта.

СИМПАТИЧЕСКАЯ И ПАРАСИМПАТИЧЕСКАЯ НЕРВНЫЕ СИСТЕМЫ

Отделы симпатической и парасимпатической автономной нервной системы
и нервные соединения с наиболее важными органами организма

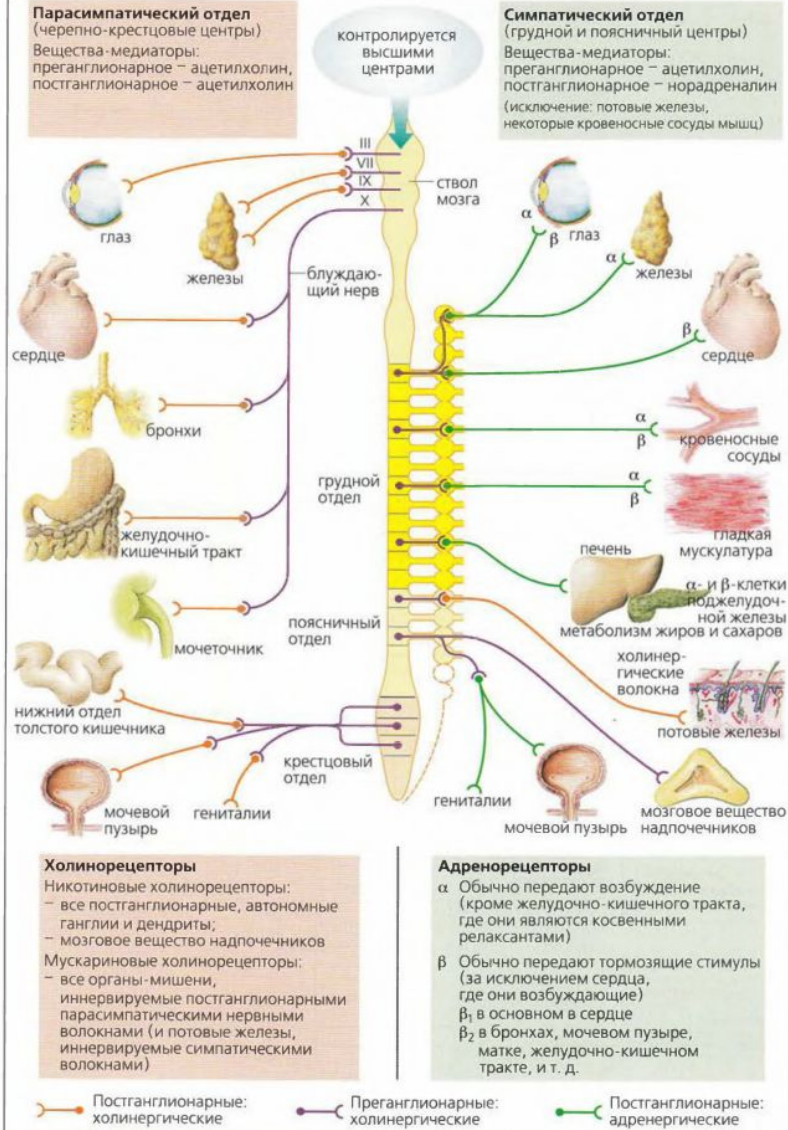


Симпатическая нервная система

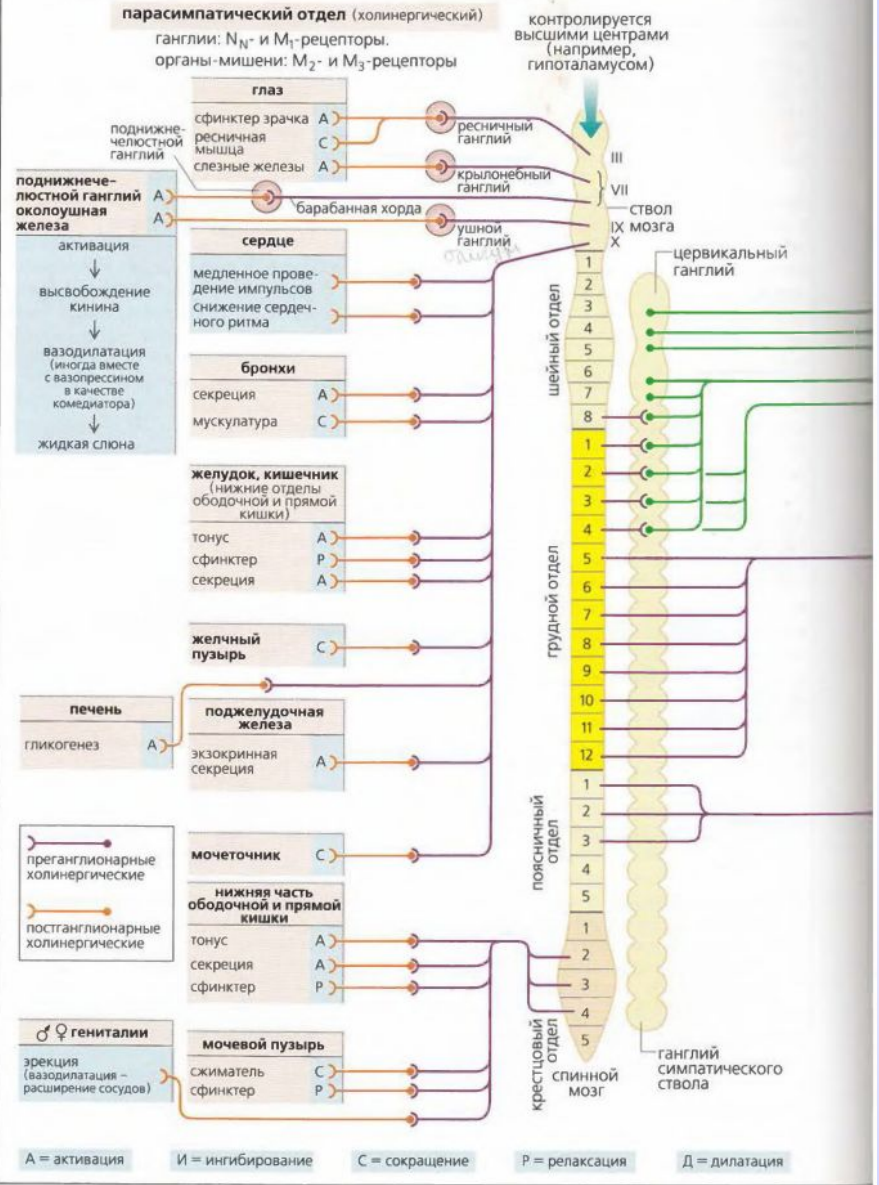


Парасимпатическая нервная система

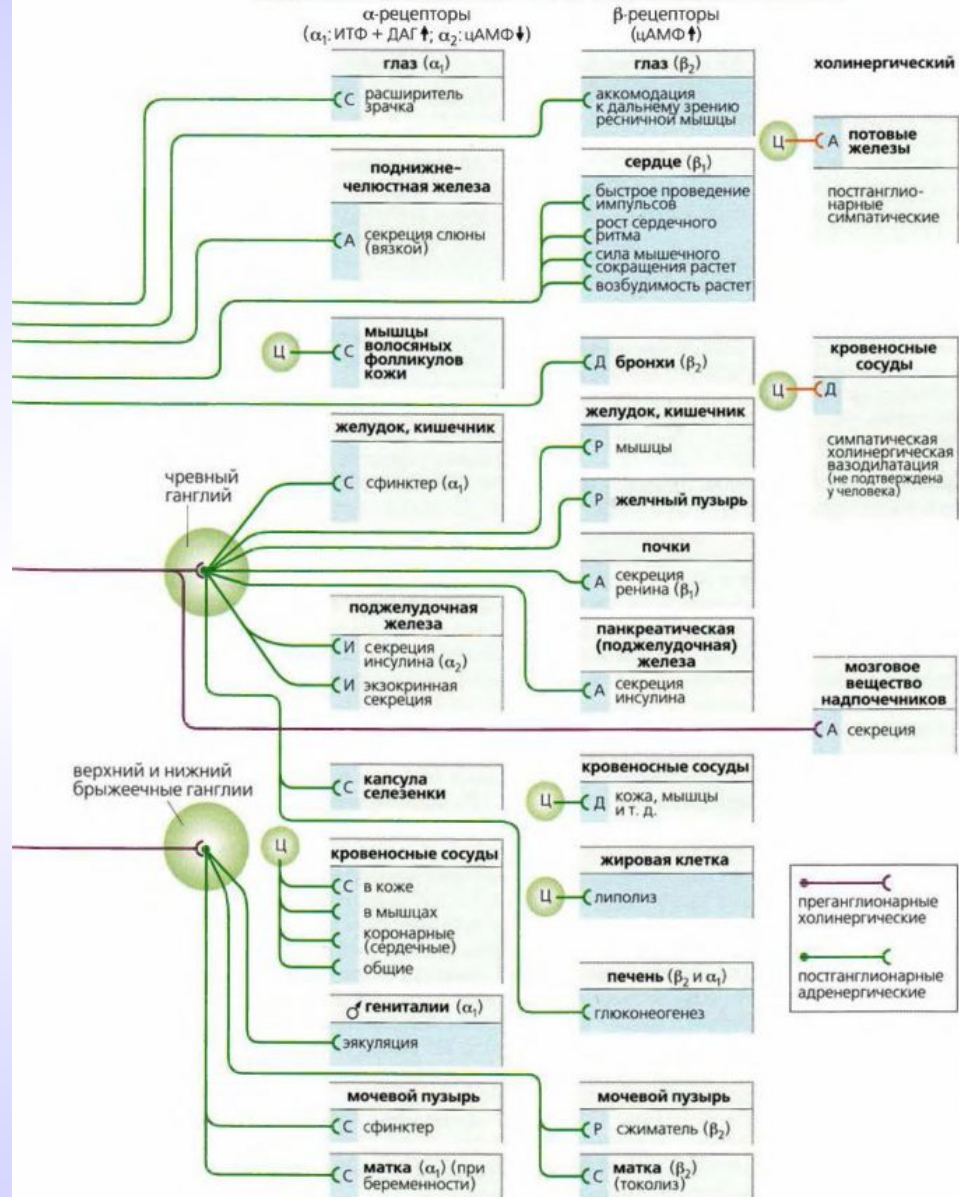
А. Схема вегетативной нервной системы



А. Функции вегетативной (автономной) нервной системы



симпатический отдел (преганглионарные холинергические N_N - и M_1 -рецепторы, постганглионарные, в основном адренергические)

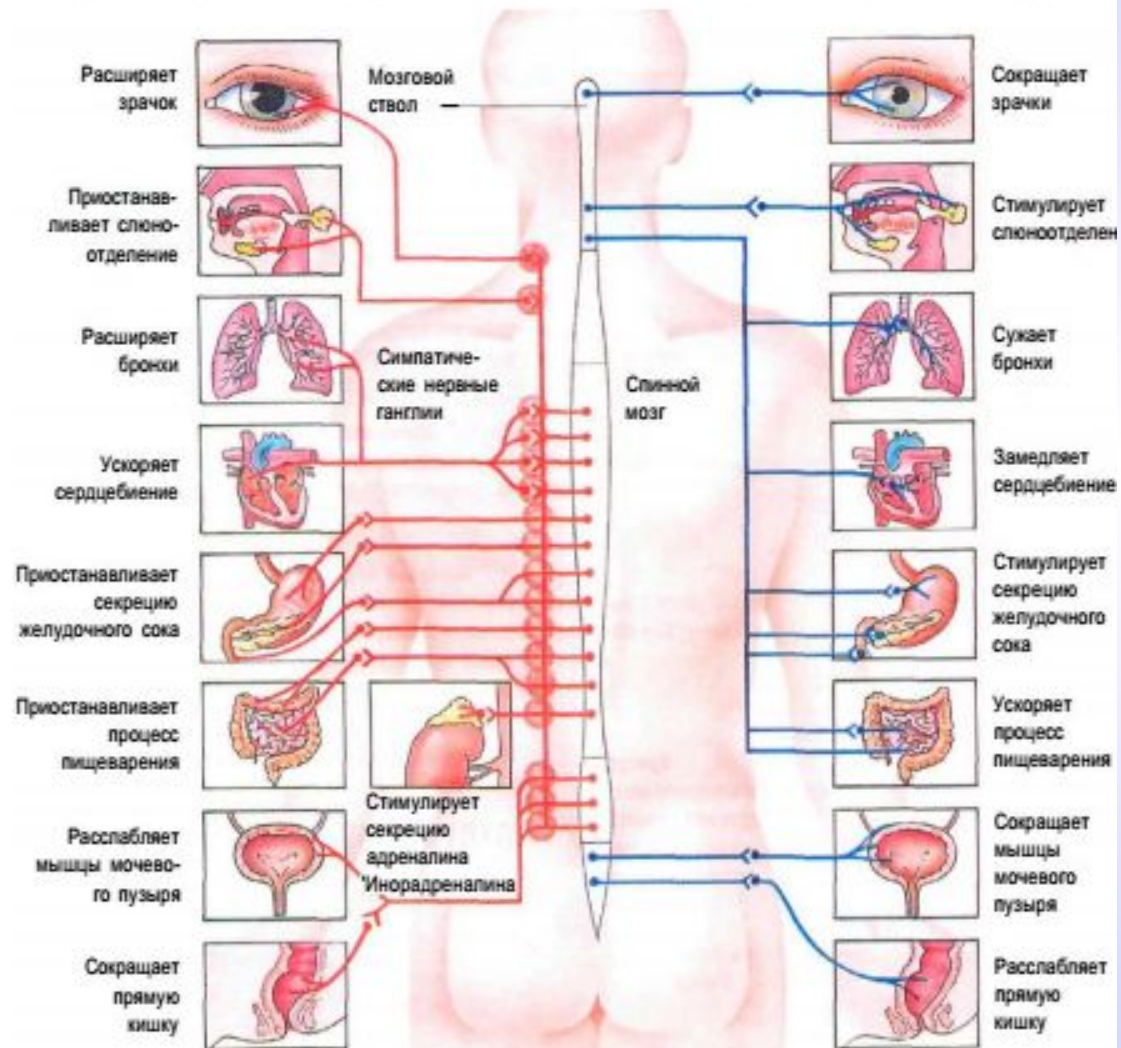


Ц = эфферентные волокна из примыкающих участков ЦНС

ДЕЙСТВИЯ АВТОНОМНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

СИМПАТИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

ПАРАСИМПАТИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА



- Функции единой нервной системы подразделяют на *низшие* — процессы саморегуляции всех видов жизнедеятельности организма, в основе которых лежат безусловные рефлексы, и *высшие*, к которым относится высшая нервная деятельность, основанная на условных рефлексах и обеспечивающая человеку адекватный контакт с окружающей средой.
- Высшие функции нервной системы обеспечивают психическую деятельность человека на основе физиологических процессов: ощущений, восприятий и мышления.

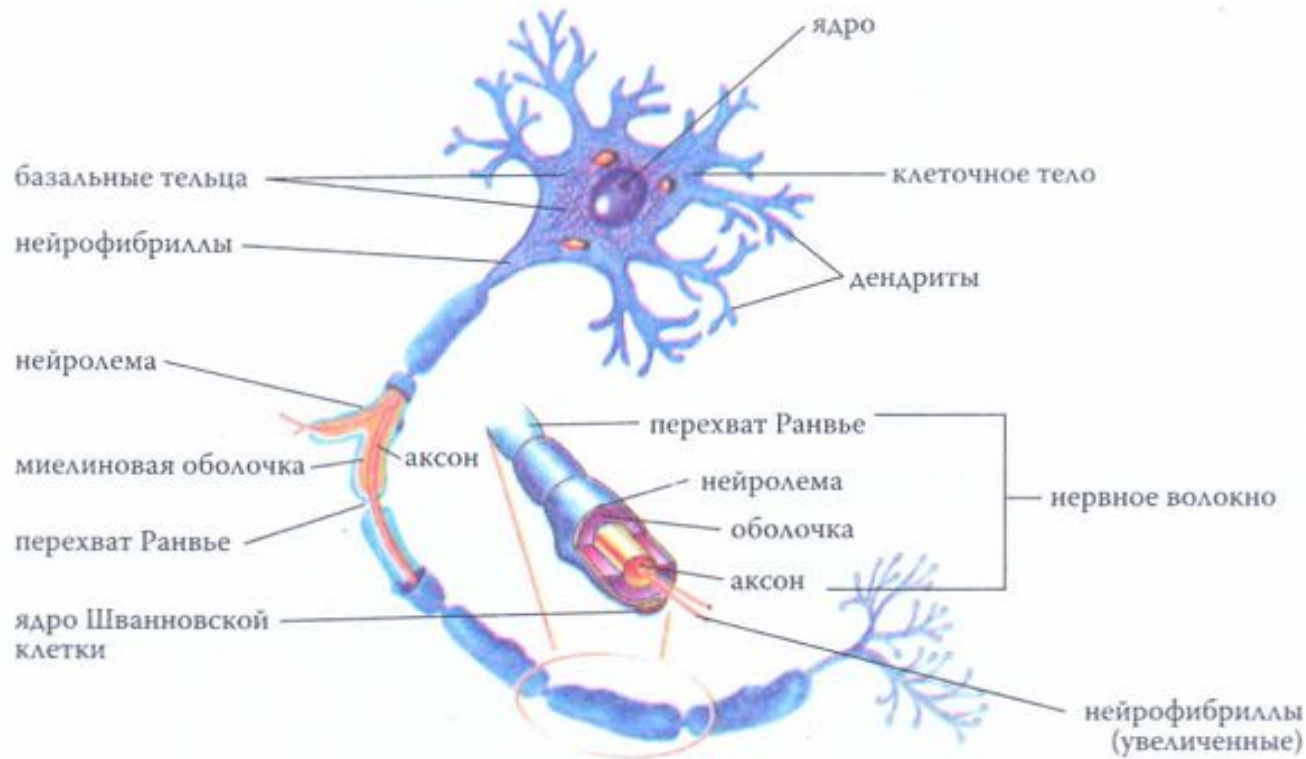
- Функционирование нервной системы связано с восприятием и обработкой разнообразной сенсорной информации, а также с информационным обменом между различными частями организма и внешней средой.
- Передача информации осуществляется в форме нервных импульсов по разомкнутой (рефлекторная дуга) или замкнутой (рефлекторное кольцо) цепочке нейронов.

- Элементарной морфофункциональной единицей нервной системы являются нервные клетки — *нейроны*, способные к возбуждению и проведению нервных импульсов.
- Кроме того, в состав нервной ткани входят клетки *нейроглии*, окружающие нейроны и выполняющие по отношению к ним опорные, питательные и электроизолирующие функции.
- В случае их гибели количество нейронов не возмещается.

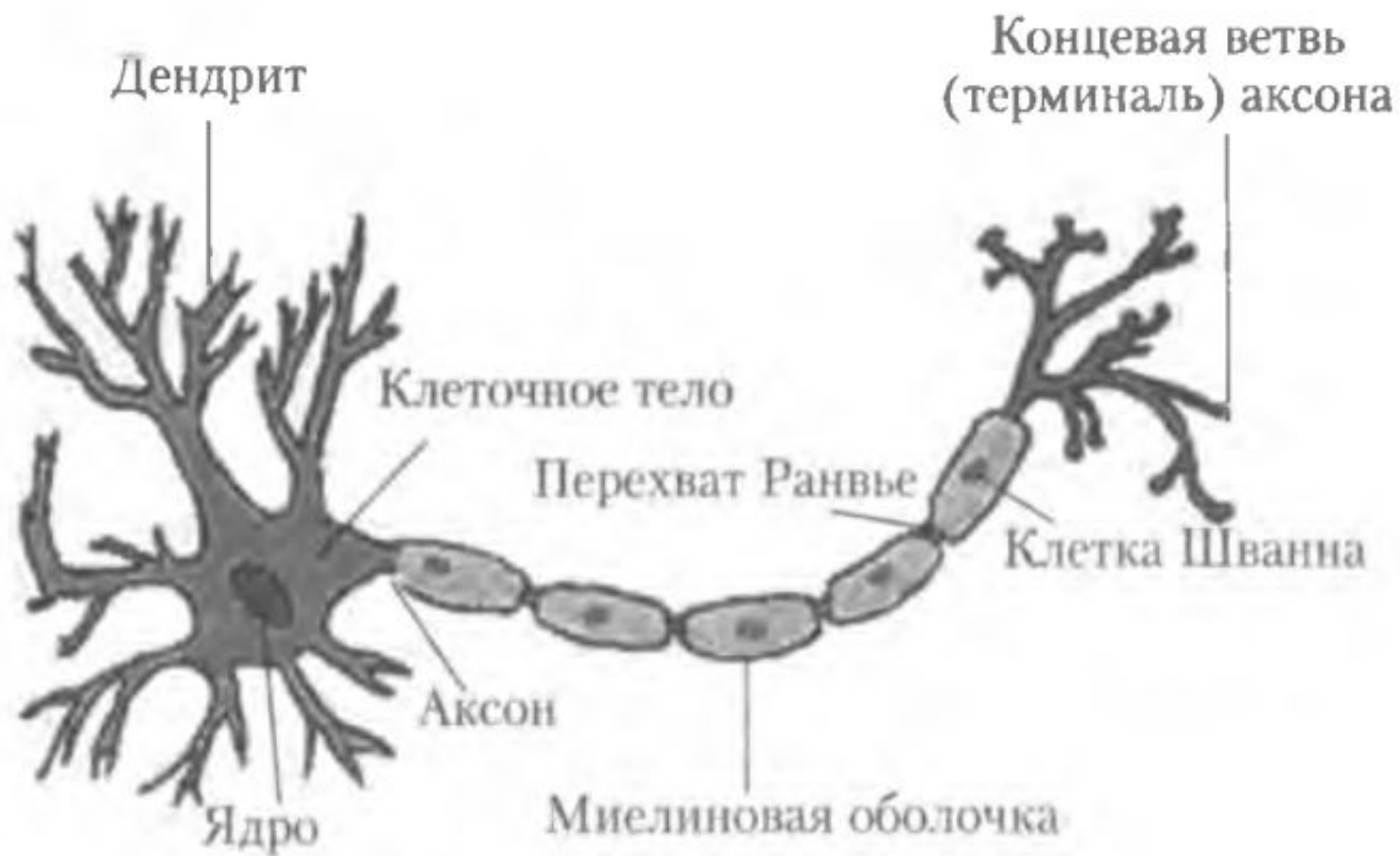
СТРОЕНИЕ НЕЙРОНА

Нейрон — это структурно-функциональная единица нервной системы. Как правило, нейроны бывают разных размеров и форм. Составляют из многочисленных разветвленных от-

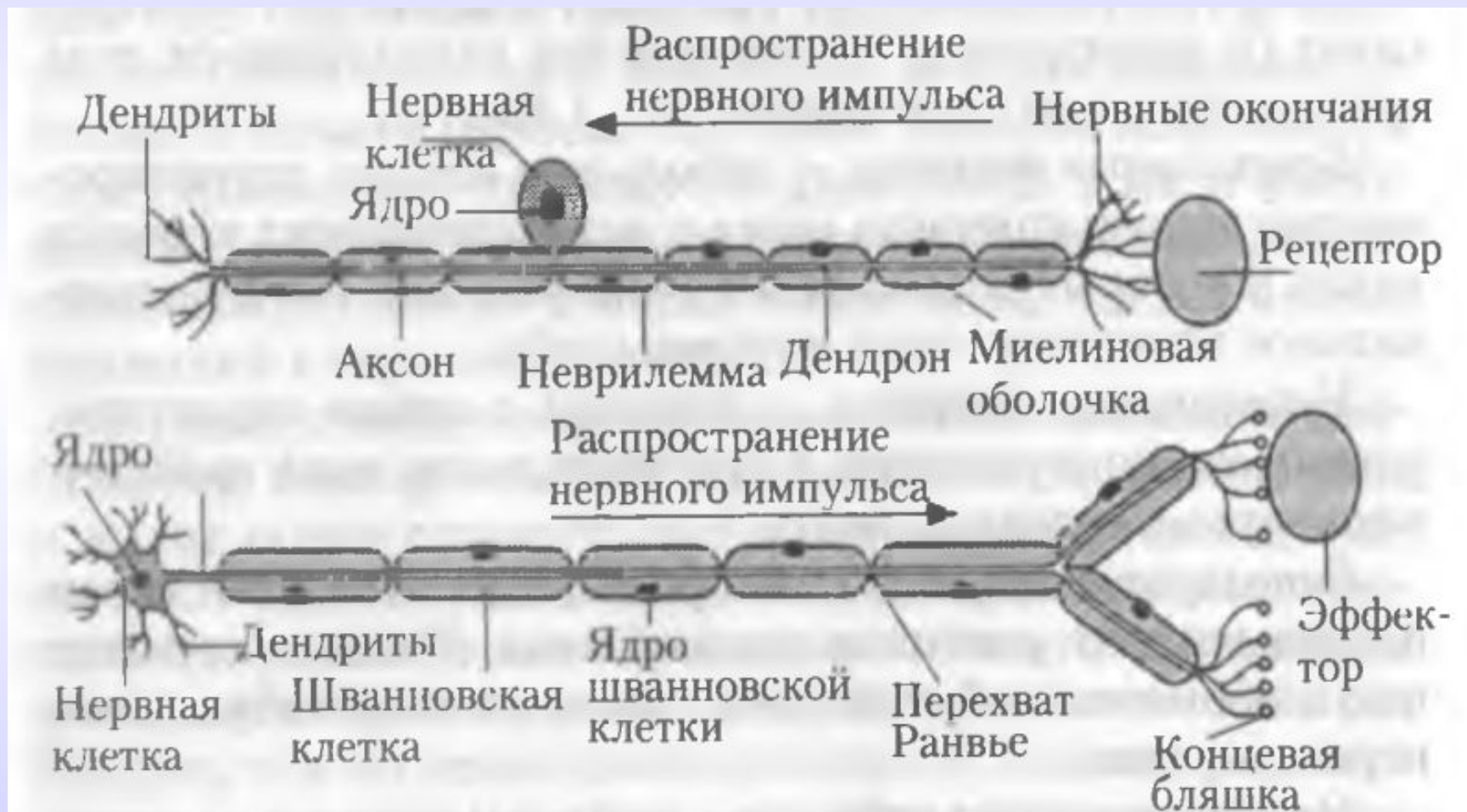
ростков (дендритов) и одного длинного отростка (аксона). Аксоны образуют нервные мякотные белые волокна, обволакивающие серое вещество позвоночных нервных клеток.

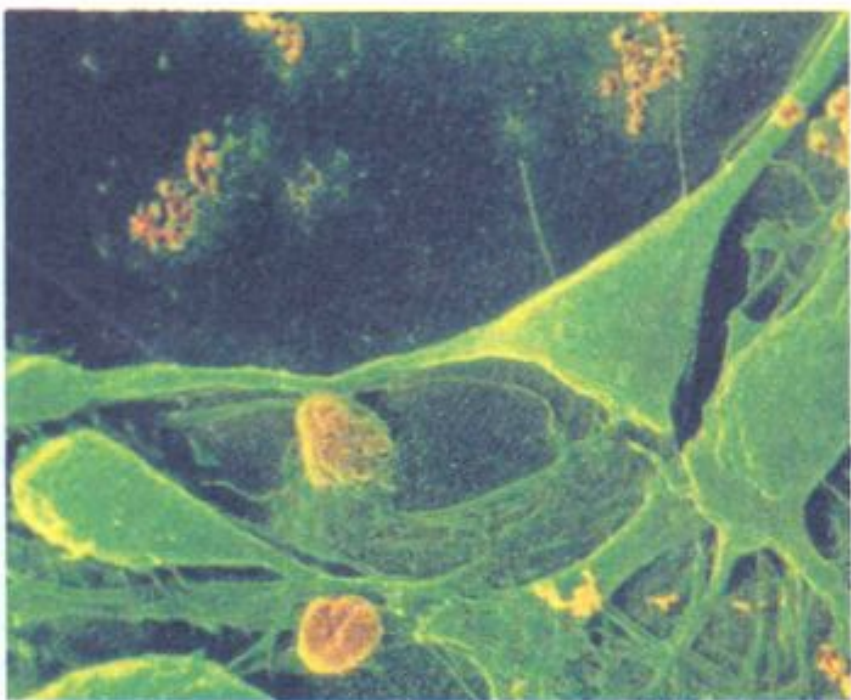


Типичная структура нейрона

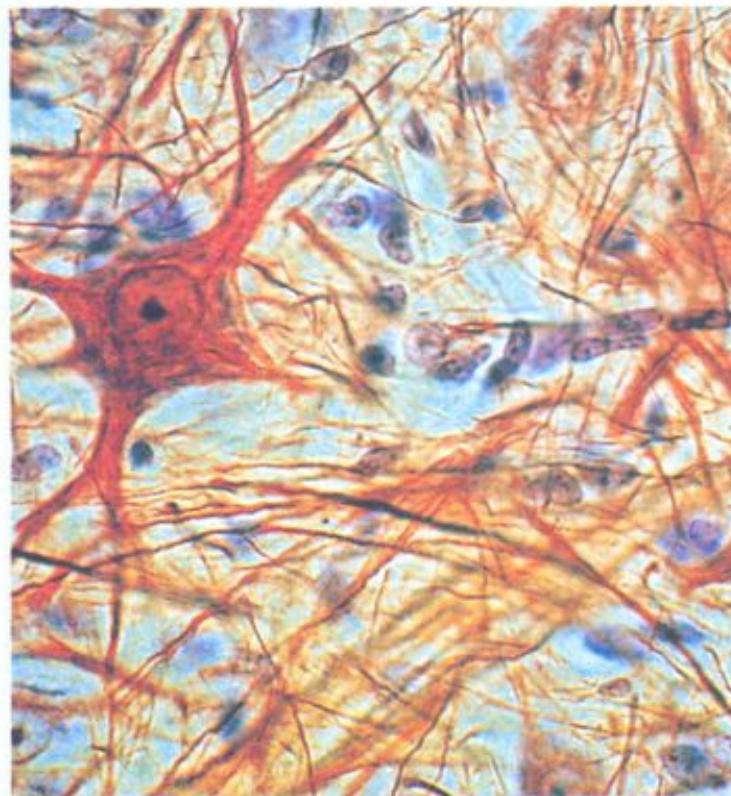


Строение афферентного (чувствительного) и эфферентного (двигательного) нейронов



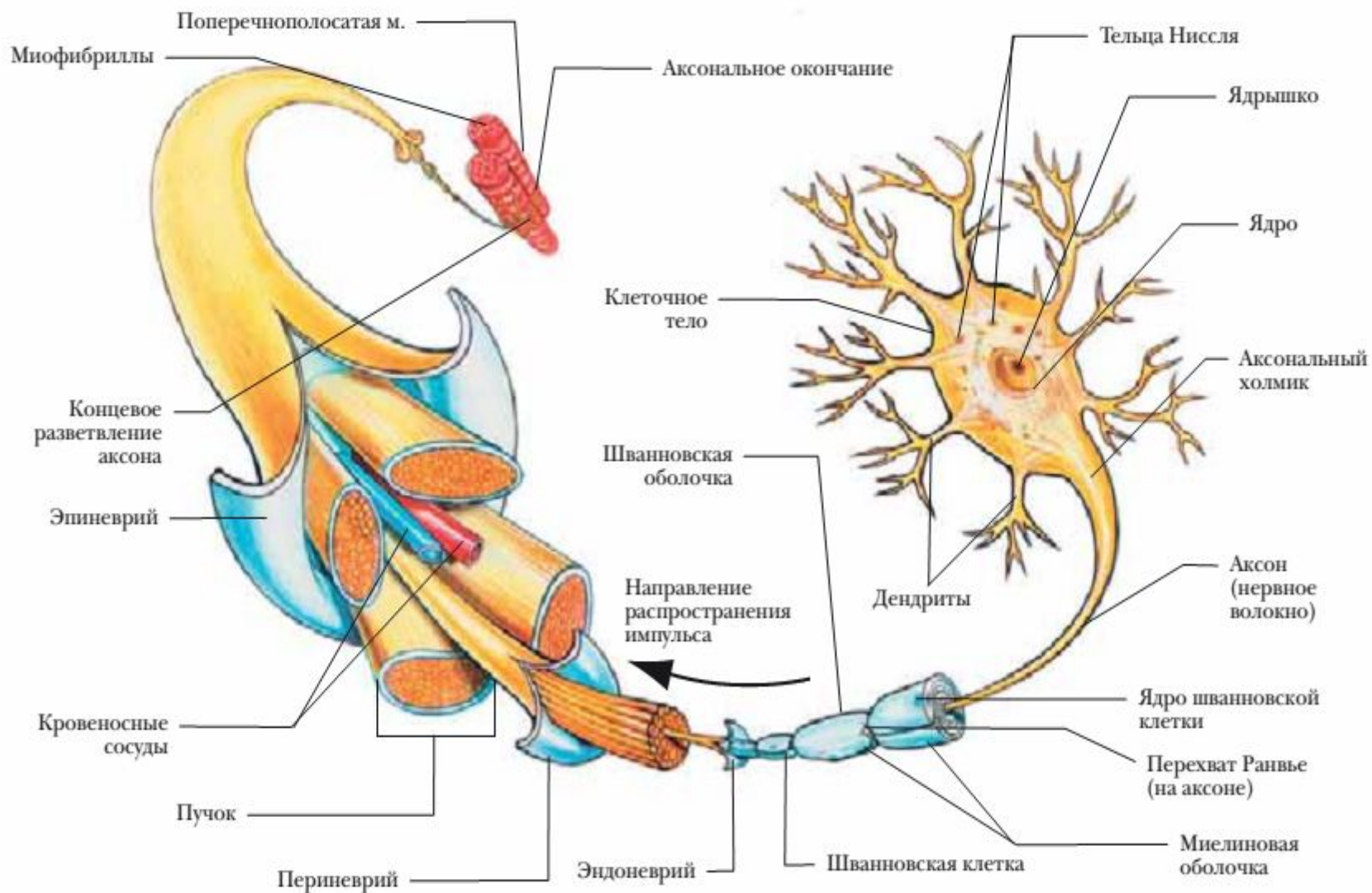


Нервная ткань под электронным микроскопом. Зеленым цветом обозначены нейроны и их многочисленные отростки



На микрофотографии видно, как связаны два нейрона благодаря своим многочисленным отросткам, дендритам

СТРОЕНИЕ НЕРВА



- Специфика строения нейронов связана с их основной функцией — проведением возбуждения.
- Для строения нейронов характерны отростки — специализированные выросты цитоплазмы, с помощью которых они соединяются между собой и с клетками тканей (мышечной и секреторной) органов эффекторов.
- Длина отростков различна и может достигать 1,5 м.
- Отростки нервной клетки неравнозначны в функциональном отношении.

- *Дендриты* проводят раздражение к телу нейрона, и только один отросток *аксон* проводит раздражение от тела нервной клетки, передавая его либо на другие нейроны, либо на эффекторные структуры (мышечные, секреторные клетки).
- К телу нервной клетки подходит большое количество дендритов, обеспечивая поступление информации от многих клеток и частей организма.
- Дендриты густо усеяны специальными выростами — шипиками, которые повышают эффективность передачи нервных импульсов между нейронами.

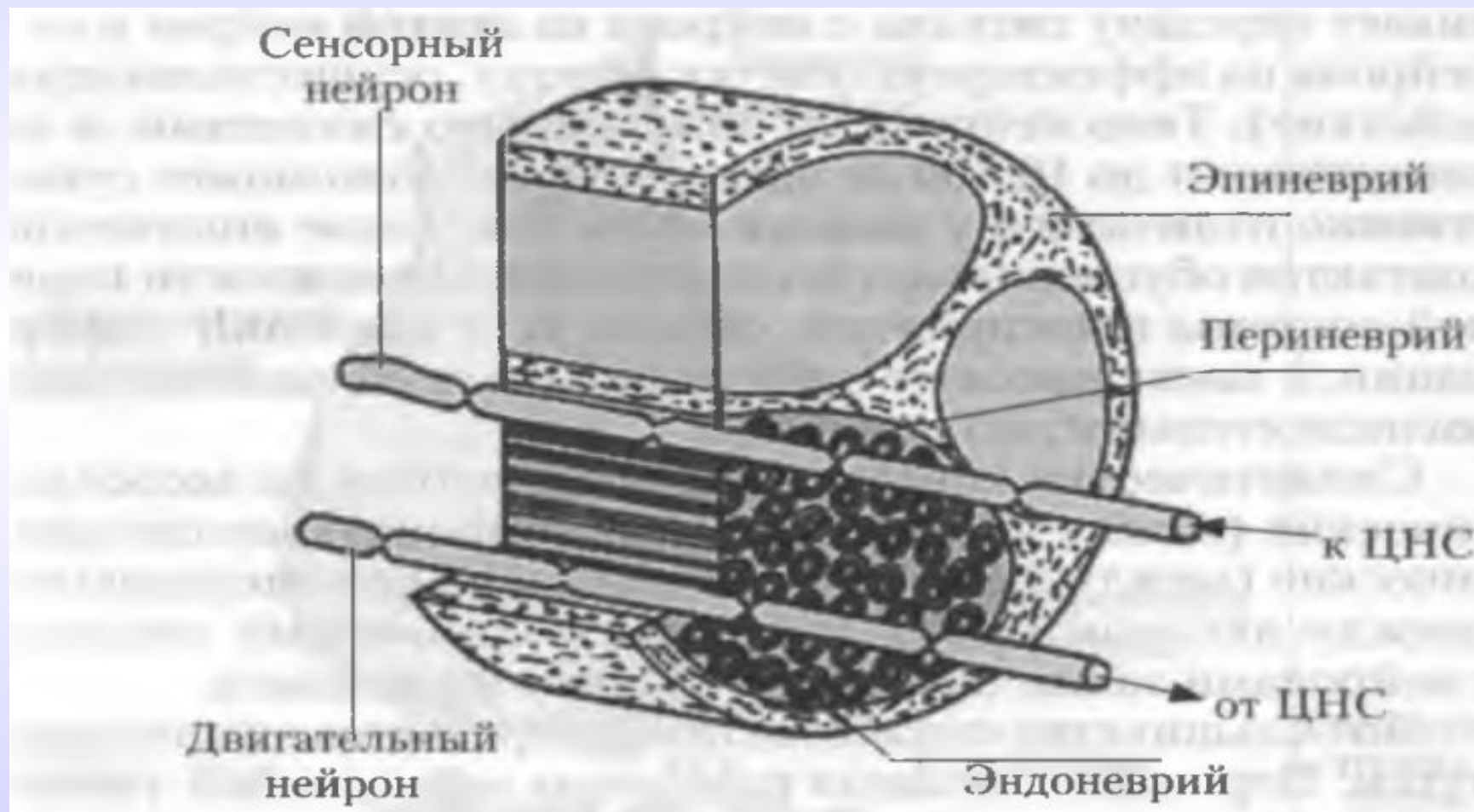
- Благодаря разветвлению аксона возбуждение от одного нейрона одновременно поступает ко многим нервным клеткам, в результате чего информация передается многим нейронам, участвующим в аналитической деятельности нервной системы.
- Имея принципиально общее строение, нейроны сильно различаются размерами, формой, числом, ветвлением и расположением дендритов, длиной и разветвленностью аксона, что свидетельствует об их высокой специализации.

- По своим функциям нейроны подразделяются на:
- *афферентные* (другие названия: центроостремительные, чувствительные, сенсорные или рецепторные), принимают сигнал от рецепторов сенсорных систем (зрения, слуха, вкуса, обоняния), кожи, мышц, внутренних органов и передают в центральную нервную систему;
- *эфферентные* (другие названия: центробежные, двигательные, эффекторные, мотонейроны), передают сигналы центральной нервной системы на периферию (к скелетным мышцам, железам и гладким мышцам внутренних органов).

- *вставочные нейроны* (другие названия: контактные, промежуточные, ассоциативные, интернейроны) — нейроны, соединяющие между собой афферентные и эфферентные пути.
- Кроме того, выделяются *секреторные нейроны*, в которых образуются и выделяются в кровь высокоактивные вещества (нейрогормоны).

- Отростки нервных клеток, покрытые *миелиновой оболочкой*, носят название *нервных волокон*, которые (тысячи и десятки тысяч) образуют нервы, а последние — нервные сплетения.
- Нервы, нервные сплетения вместе с рецепторами относятся к периферическому отделу нервной системы.
- Большинство нервов нашего организма смешанные — содержат чувствительные, двигательные и вегетативные волокна.

Поперечный срез нервного волокна

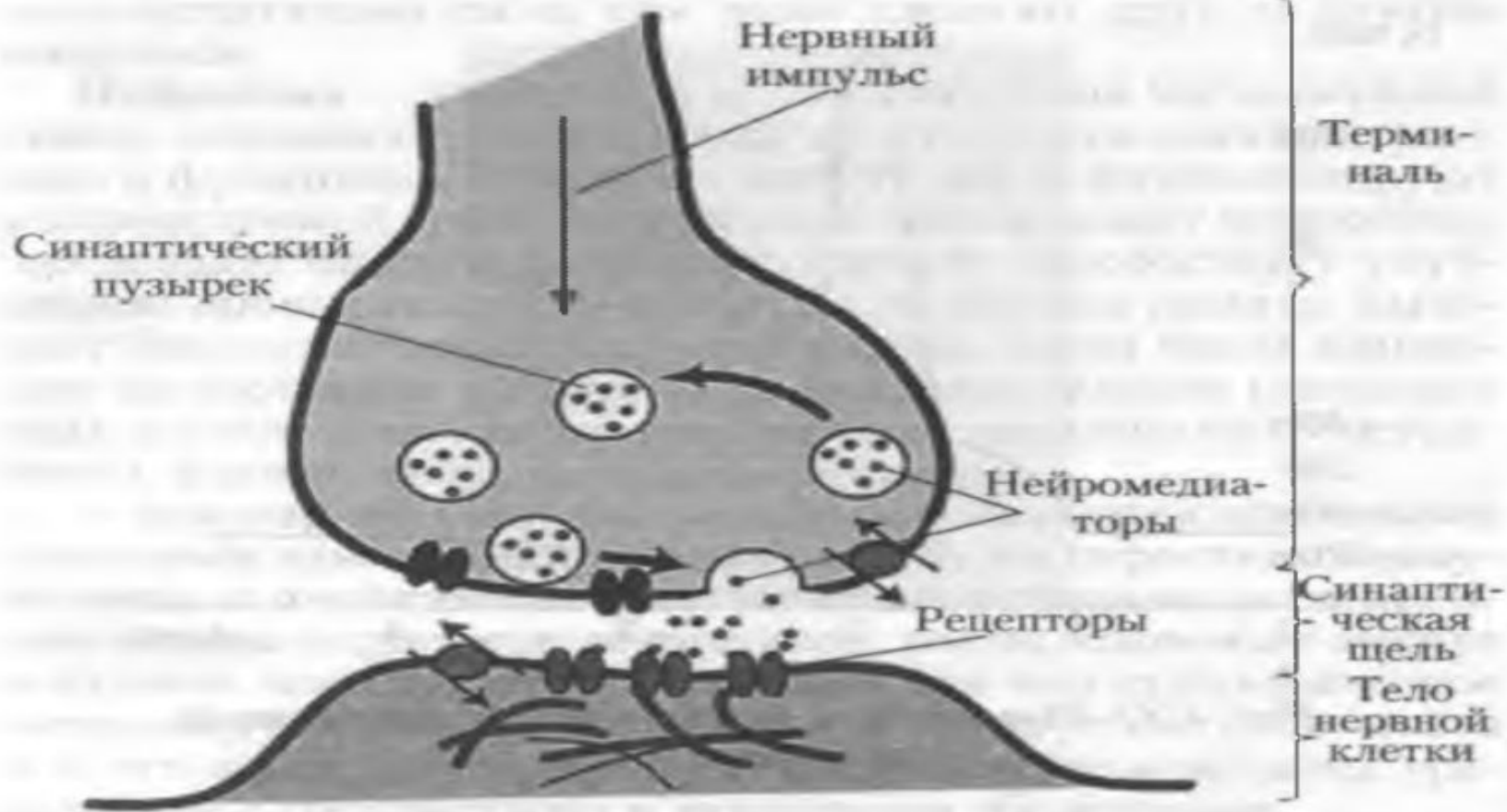


- Отдельные нейроны связаны между собой с помощью специальных образований — *синапсов*, в которых передача информации, закодированной в нервных импульсах, с одного нейрона на другой (или с нейрона на эффекторную клетку — мышечную, железистую) осуществляется с помощью *медиаторов* — химических веществ, обладающих высокой биологической активностью.
- Сегодня известно более 40 медиаторов, способных оказывать возбуждающее (ацетилхолин, адреналин, норадреналин) или тормозящее (серотонин, гамма-аминомасляная кислота) действие на соседний нейрон.

- *Синапс* (от греч. «синапто» – контактировать) обеспечивает передачу сигнала с нейрона на другой нейрон или с нейрона на эффекторную клетку (клетку, осуществляющую действие).

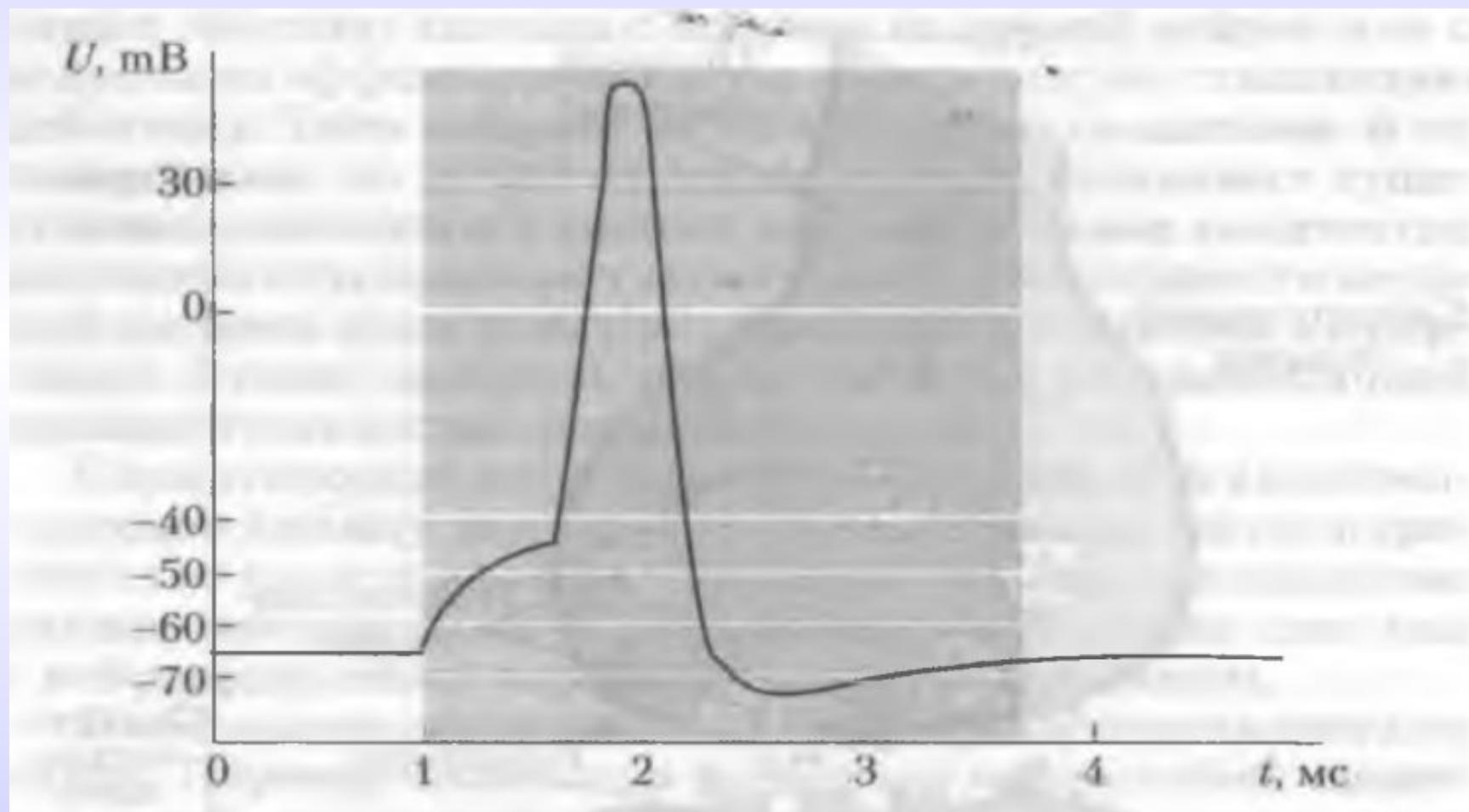
- По большинству синапсов сигнал передается химическим путем.
- Нервные окончания разделены между собой синаптической щелью шириной около 20 нм.
- Они имеют утолщения, называемые синаптическими бляшками, цитоплазма этих утолщений содержит многочисленные синаптические пузырьки диаметром около 50 нм, внутри которых находится *нейромедиатор* — вещество, с помощью которого нервный сигнал передается через синапс.
- Поступление нервного импульса в синапс вызывает слияние пузырька с мембраной и выход медиатора из клетки.
- Примерно через 0,5 мс молекулы медиатора попадают на мембрану второй нервной клетки, где связываются с молекулами рецептора и передают сигнал дальше

Схема аксосоматического синапса



- Механизм передачи сигналов по нервным клеткам.
- Сигналы передаются по нервным клеткам в виде электрических импульсов.
- Электрофизиологические исследования показали, что мембрана аксона с внутренней стороны заряжена отрицательно по отношению к наружной стороне и разность потенциалов составляет примерно -65 мВ.
- Этот потенциал, так называемый потенциал покоя, обусловлен разностью концентраций ионов калия и натрия по разные стороны мембраны.

Изменение мембранного потенциала нервных клеток



- При стимуляции аксона электрическим током потенциал на внутренней стороне мембраны увеличивается до +40 мВ.
- Потенциал действия возникает за счет кратковременного увеличения проницаемости мембраны аксона для ионов натрия и входа последних в аксон (около 10-6% общего числа ионов Na^+ в клетке).
- Примерно через 0,5 мс повышается проницаемость мембраны для ионов калия; они выходят из аксона, восстанавливая исходный потенциал.

- Нервные импульсы пробегают по аксонам в виде незатухающей волны деполяризации.
- В течение 1 мс после импульса аксон возвращается в исходное состояние и теряет способность передавать импульсы.
- Еще в течение 5 -1 0 мс аксон может передавать только сильные импульсы.
- Скорость проведения сигнала зависит от толщины аксона.

Основные свойства нервной ткани

- Изменения в окружающей или внутренней среде организма называют раздражителями, а процесс их воздействия на чувствительные нервные окончания — *раздражением*.
- Основные свойства нервной ткани — *возбудимость, проводимость и лабильность*, связанные с общим свойством всего живого — *раздражимостью*.

- Способность нервной ткани быстро реагировать на раздражение — *возбудимость* связана с изменением обмена веществ нервной клетки и сопровождается появлением электрических потенциалов или нервных импульсов.
- *Проводимость* — способность живой ткани проводить возбуждение. Возникнув в одной клетке, нервный импульс легко переходит на соседние и может передаваться в любой участок нервной системы.

- *Лабильность* — функциональная подвижность ткани, т.е. способность проводить импульсы определенной частоты или способность ткани с определенной скоростью переходить от состояния возбуждения к торможению, и наоборот.

- *Основные свойства изолированного нервного волокна* заключаются в следующем: обязательная связь с телом клетки, высокая возбудимость, малый уровень обмена веществ, относительная неустойчивость, большая скорость проведения возбуждения, причем в обоих направлениях — к телу клетки и от него.

Рефлекторный принцип функционирования нервной системы

- Основной формой деятельности нервной системы является *рефлекс* — специфическая ответная реакция организма на раздражение, поступающее из внешней или внутренней среды.
- Это раздражение связано с процессом отклонения жизненно важных констант (температура тела, рН крови, концентрация сахара в крови, артериальное давление, уровень освещенности сетчатки) от нормы.

- Рефлекторная деятельность предполагает наличие материального субстрата — *рефлекторной дуги (кольца)* — цепи последовательно связанных с помощью синапсов нейронов.

- Нервные импульсы возникают в воспринимающих структурах – нервных окончаниях чувствительных нейронов – **рецепторах**.
- Сенсорные (чувствительные) нейроны по *афферентным путям* передают возникшие в рецепторах импульсы в спинной и головной мозг.
- Здесь происходит активация других нейронов (вставочных) и передача нервных импульсов в конечном итоге на двигательные нейроны (мотонейроны) спинного и головного мозга.

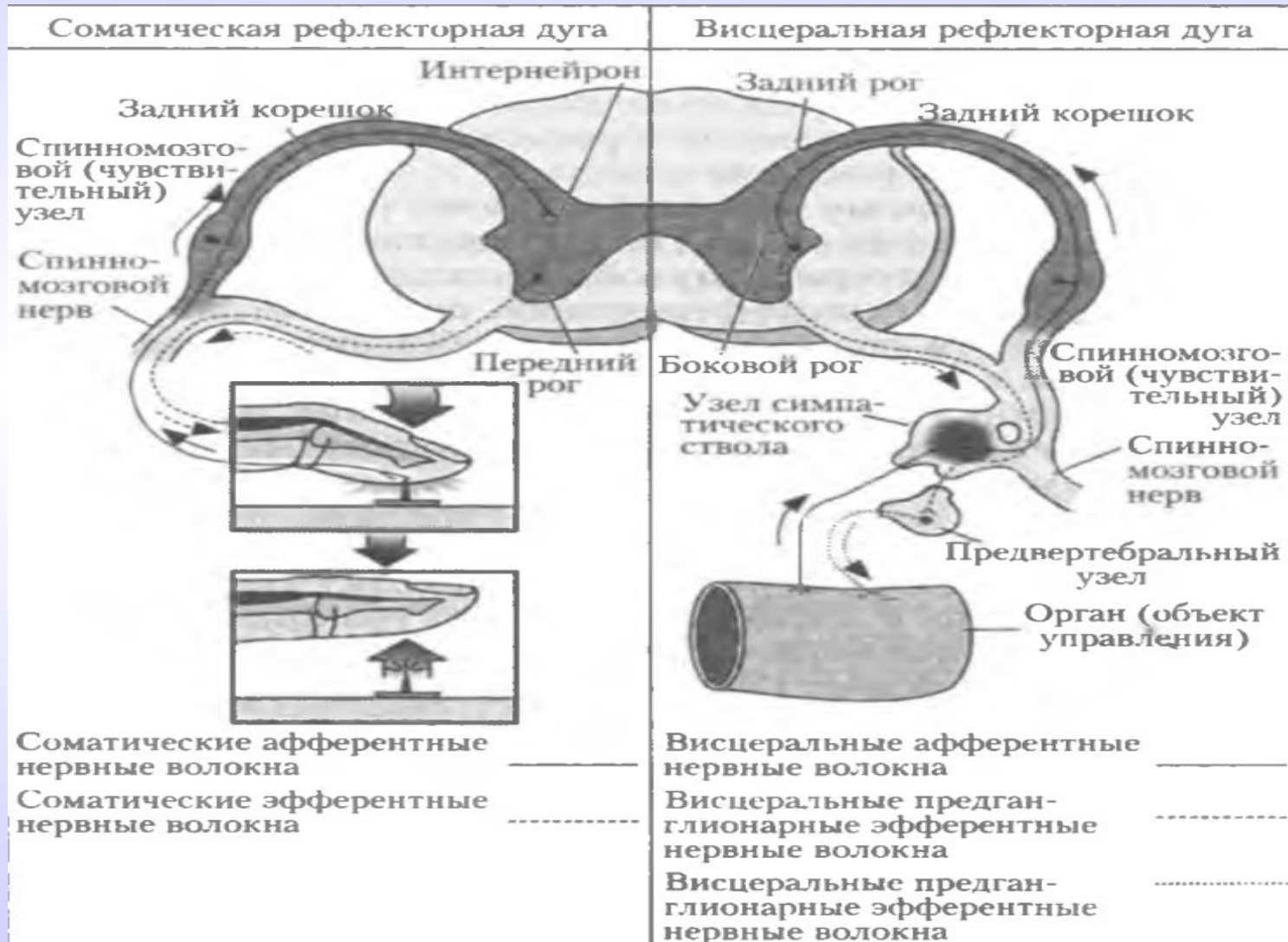
- В свою очередь мотонейроны по *эфферентным путям* передают импульсы и вступают в контакт с различными эффекторами (исполнительными образованиями), такими, как скелетные мышцы, железы, гладкие мышцы кровеносных сосудов и внутренних органов, которые под влиянием поступающих нервных импульсов изменяют свою работу, повышая или снижая уровень своей активности.
- При этом любое изменение жизнедеятельности органов и систем организма направлено на получение конечного приспособительного результата – поддержание постоянства внутренней среды организма.

• *В звенья рефлекторной дуги входят:*

- ✓ • специальные структуры, воспринимающие адекватные раздражения (сигналы) из окружающей среды или внутренней среды организма, – рецепторы;
- ✓ • чувствительные центростремительные волокна – афферентны нервные пути;
- ✓ • орган управления – центральная нервная система (цепочка вставочных нейронов);
- ✓ • двигательные центробежные волокна – эфферентные нервные пути;
- ✓ • работающий орган, отвечающий на действие раздражителя специфической реакцией (сокращение мышцы, выделение секрета и т.д.).

- К эффекторам относятся все внутренние органы, кровеносные сосуды и мышцы, в которых в ответ на раздражение возникает специфическая ответная реакция со стороны возбудимых тканей (нервной, мышечной и железистой), и они переходят из состояния покоя к свойственно им специфической деятельности.
- Так, в нервной ткани возникают и распространяются от одного нейрона к другому нервные импульсы. Мышечные клетки под влиянием приходящих к ним импульсов сокращаются или расслабляются, а железистые выделяют (или прекращают выделять) секрет.

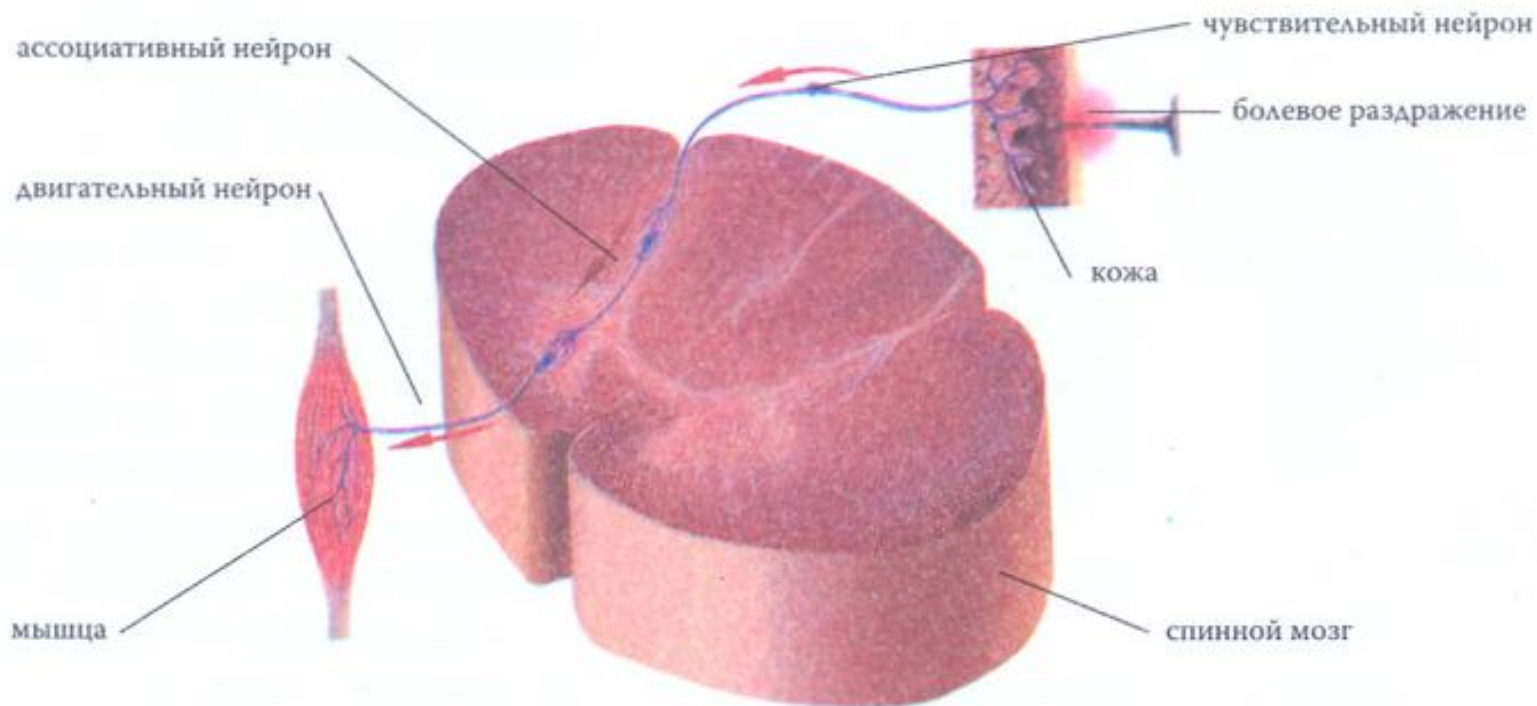
Схема рефлекторной дуги



РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА

Рефлекторная дуга — совокупность простейших нервных образований, участвующих в осуществлении рефлекса. Она состоит из чувствительного нейрона (выявляет

и проводит раздражение к спинному мозгу), ассоциативного нейрона (побуждает двигательный нейрон к ответной реакции) и двигательного нейрона.



- Работами отечественных ученых П.К.Анохина и К.В.Судакова показано, что в большинстве случаев ответная реакция невозможна без так называемой *обратной афферентации* или обратных связей, информирующих организм о выполнении ответной реакции, о достижении организмом полезного результата действия.
- Эта информация о проделанном действии приходит в нервные центры ЦНС по обычным чувствительным нервным волокнам, замыкая цепочку нейронов в рефлекторном кольце, и носит название *обратной связи*.

- Сегодня представление о рефлекторной дуге заменено понятием *рефлекторного кольца*, в которой возбуждение циркулирует от рецепторов к мозгу, затем к исполнительным органам и вновь возвращается в ЦНС.

- Под *функциональной системой* понимают временное образование, взаимосвязь органов, тканей и анатомо-физиологических систем на основе интегральных нейрогуморальных механизмов регуляции, созданное для достижения цели в данном виде деятельности и получения конечного приспособительного результата.

- Ответная реакция организма на раздражение (рефлекс) возникает на основе постоянных (врожденных) или временных (приобретенных) связей нейронов.
- Постоянные связи нейронов (врожденные рефлекторные дуги), закрепленные генетически, обеспечивают появление врожденных *безусловных рефлексов*, которые не исчезают и не изменяются в течение всей жизни человека.
- Безусловные рефлексy свойственны всем представителям вида и возникают при действии адекватного раздражителя на соответствующую рефлекторную зону.

- Временные связи нейронов образуются в течение жизни каждого индивидуума, обладают индивидуальностью, могут угасать и видоизменяться, возникают на любой раздражитель окружающей среды и носят название *индивидуальных условных рефлексов*.
- Простейшие рефлекторные ответы (безусловные и условные), по-разному комбинируясь, образуют сложные условные рефлексы – динамические стереотипы, определяющие разнообразные формы поведения.

Нервный центр.

Свойства нервных центров

- *Нервный центр* – центральный компонент рефлекторной дуги, где происходит переработка информации, вырабатывается программа действия, формируется эталон результата.
- *Нервный центр* – это совокупность нейронов, расположенных на различных уровнях ЦНС и регулирующих сложный рефлекторный процесс или функцию.

- В нервном центре выделяют следующие отделы: низший, или исполнительный, рабочий и высший, или регуляторный.

- *Низший (исполнительный) отдел* нервного центра локализован в спинном мозге и передает информацию от рабочего отдела к рабочим органам.
- *Рабочий отдел* нервного центра – это отдел, ответственный за осуществление данной функции, как правило, находится в стволовых отделах головного мозга.

- *Высший (регуляторный) отдел* нервного центра расположен в коре больших полушарий мозга и регулирует активность рабочего отдела нервного центра, он вмешивается в регуляцию функций эпизодически, при необходимости корректировки автоматической деятельности рабочего отдела. Высшие отделы включаются в работу нервного центра по условно-рефлекторному механизму.
- Активность регуляторного (высшего) отдела нервного центра зависит от функционального состояния рабочего отдела.

- **Свойства нервных центров обусловлены особенностями проведения нервных импульсов через синапсы, соединяющие различные нервные клетки:**
- *Одностороннее проведение возбуждения* – импульс проводится только в одном направлении, обратное проведение возбуждения через синапс невозможно.

- *Наличие латентного периода* от начала действия сигнала до проявления рефлекторного акта, так называемая *синаптическая задержка*.
- Она обусловлена тем, что на выделение и диффузию медиатора в синапсе требуется промежуток времени в 1,5–2 мс.
- Соответственно, чем больше нейронов в рефлекторной дуге, тем продолжительнее время рефлекса.

- *Суммация возбуждений.* В работе нервных центров происходят процессы пространственной и временной суммации подпороговых (недостаточных для передачи импульса через синапс) раздражений.
- Временная суммация наблюдается, если множество слабых импульсов приходит к нейрону по одному и тому же пути через один синапс с коротким интервалом времени.
- В результате их действие суммируется, приводя к генерации возбуждения.
- Пространственная суммация связана с суммированием подпороговых потенциалов, возникающих одновременно в разных синапсах одного нейрона.
- Оба вида суммации происходят в области аксонного холмика нейрона.

- Более *низкая скорость передачи импульса в синапсе* по сравнению с передачей его по аксону (около 50–100 импульсов в секунду, что в 5-6 раз ниже скорости передачи в аксоне).

- *Утомление нервных центров* — длительное повторное раздражение рецептивного поля рефлекса приводит к ослаблению рефлекторной реакции вплоть до полного исчезновения.
- Этот процесс связан с деятельностью синапсов — в них наступает истощение запасов медиатора, уменьшаются энергетические ресурсы, снижается реакция постсинаптического рецептора на медиатор.
- Разные нервные центры имеют различную скорость утомления. Менее утомляемы центры вегетативной нервной системы, координирующие работу внутренних органов.
- Значительно более утомляемы центры соматической нервной системы, управляющие произвольной скелетной мускулатурой.

- *Трансформация ритма* – нервные клетки обладают свойством изменять частоту передающихся импульсов.
- Характер ответного разряда нейрона зависит от свойств раздражителя, а также и от функционального состояния самого нейрона (его мембранного заряда, возбудимости, лабильности).
- В обычных условиях — чем сильнее раздражение, тем интенсивнее проявляется ответ.

- В нервных клетках осуществляется *интенсивный обмен веществ*, для чего необходимо постоянное поступление достаточного количества энергии и кислорода.
- Особенно чувствительны к недостатку кислорода нервные клетки коры больших полушарий головного мозга: после 5-6 мин кислородного голодания они погибают, даже кратковременное ограничение мозгового кровообращения приводит у человека к потере сознания.
- Недостаточное снабжение кислородом легче переносят нервные клетки мозгового ствола: их функция восстанавливается через 15–20 мин после полного прекращения кровоснабжения. А функция клеток спинного мозга восстанавливается даже после 30 мин отсутствия кровоснабжения.

- *Нервные центры всегда находятся в тоне, который обеспечивается постоянно поступающими импульсами от разных структур мозга и исполнительных органов.*
- В ответ центры посылают редкие импульсы к органам, поддерживая в них соответствующий тонус.
- Даже во время сна мышцы не расслабляются полностью и контролируются соответствующими центрами.

- *Нервные центры чувствительны к химическим веществам* (в том числе лекарственным), проникающим через гематоэнцефалический барьер, и обладают специфической реакцией на различные вещества.

- *После окончания действия раздражителя активное состояние нервного центра продолжается еще некоторое время – так называемое *последствие*, или *следовые процессы*.*
- Длительность следовых процессов различна: в спинном мозге – несколько секунд или минут, в подкорковых центрах мозга – десятки минут, часы и даже дни, в коре больших полушарий могут сохраняться до нескольких десятков лет.
- Следовые процессы имеют важное значение в понимании механизмов памяти.
- Непродолжительное последствие до 1 ч связано с циркуляцией (реверберацией) импульсов в нервных цепях (Р. Лоренте де Но, 1934 г.) и обеспечивает кратковременную память.

- Механизмы долговременной памяти основаны на изменении структуры белков.
- В процессе запоминания, согласно биохимической теории памяти (Х. Хиден, 1969 г.), происходят структурные изменения в молекулах РНК, на основе которых строятся измененные белки с отпечатками прежних раздражителей.
- Эти белки длительно содержатся в нейронах, а также в глиальных клетках головного мозга.

Механизм образования условных рефлексов

- В основе индивидуальной памяти (жизненного опыта) лежит физиологический механизм образования условных рефлексов.
- Механизм образования условного рефлекса (механизм обучения, усвоение навыка, формирование умения и т.д.) сопряжен с *тремя основными условиями*, которые подбираются в процессе обучения и воспитания:
 - ✓ • первое — возбуждение подкорковых структур безусловного рефлекса какой-либо врожденной биологической потребностью (пищевой, половой, двигательной или познавательной и т.д.);

- ✓ • второе — индифферентный раздражитель внешней среды, предъявляемый во времени и пространстве (слово, свет, звук, запах, касание событие и т.д.), который *должен запомниться* (отложиться в памяти) т.е. вместе с временем и пространством стать условным сигналом I проявлению ответной реакции организма (поведение, навык, выделение секрета, изменение мышечного тонуса и т.д.);
- ✓ • третье — подкрепление (процесс удовлетворения потребности).
- ✓ Таким образом, для образования и последующего проявления условных рефлексов необходимы три основных условия: **потребность — сигнал — подкрепление.**

- *Потребность* (пищевая, половая, защитная, познавательная и др. возникает при отклонении биологической константы от нормы.
- Вслед, за этим по афферентным путям нервная и гуморальная сигнализации проводят возбуждение в подкорковые центры безусловных рефлексов.
- Возникновение возбуждения этих центров характеризует состояние потребности.
- Следующая стадия нарастающего возбуждения при неудовлетворении потребности — возбуждение соответствующих корковых центров данных рефлексов, т. е. возникновение *мотивации поведения*.
- Осознание потребности (желание, интерес и т.д.) всегда побуждает к действию, направленному на ее удовлетворение (поиск пищи, самки, информации и т.д.).

- *Сигналом* к проявлению условного рефлекса может стать любой раздражитель внешней среды.
- Эти раздражители подразделяют на две группы сигналов: раздражители первой сигнальной системы, восприятие которых связано с рецепторами сенсорных систем (свет, звук, запах, вкус, температура и т.д.), и раздражители второй сигнальной системы (знаки и символы): слова, цифры, формулы, нотные и дорожные знаки и т.д.
- В процессе целенаправленного обучения запоминается и становится сигналом условного рефлекса только тот, вслед за которым следует подкрепление.

- *Подкрепление* — это процесс ликвидации потребности (желания, интереса и т.п.), т.е. процесс ликвидации возбуждения подкорковых структур безусловного рефлекса.
- В каждом конкретном случае подкреплением будет тот раздражитель (питание, движение, информация и т.д.), который приводит к ликвидации имеющейся потребности.
- Подкрепление по времени должно следовать непосредственно вслед за воздействием индифферентного раздражителя, который при неоднократном повторении запоминается и становится условным сигналом проявления условного рефлекса.
- При отсутствии подкрепления условный раздражитель теряет свое значение (забывается) и данный условный рефлекс может исчезать (угасать).

- Примером формирования условных рефлексов может служить процесс обучения (усвоение знаний, умений и навыков), т. е. процесс запоминания полезной информации.

- Первое условие успешности обучения — возникновение у учащихся потребности приобретения знаний и умений (потребность рисовать, двигаться, изучать языки, математику, физику, химию, ухаживать за огородом, играть в компьютерные игры).
- Познавательная потребность — врожденная биологическая потребность, проявляющаяся в виде интереса, любопытства (Это кто? Это что? Это почему? Это зачем? Как это происходит? Что это такое? и т.д.).

- Второе условие — это содержание урока или получение интересующей информации через любое средство ее подачи: учитель, книга, компьютер, средства массовой информации и т.д.

- Третье условие — подкрепление.
- Подкреплением служит оценка (удовлетворительно, хорошо, молодец, умница, грамота, конфетка, приз и т. д.).
- Совершенно естественно, что данное подкрепление корректирует правильность и объем усвоенной информации (умение рисовать, двигаться, изучать языки, математику, физику, химию, ухаживать за огородом, *играть в компьютерные игры*).

- *Свойства нервных центров.* В конкретной рефлекторной реакции принимают участие многие нейроны спинного и головного мозга.
- Такая совокупность нейронов, расположенных на разных уровнях ЦНС и участвующих в осуществлении определенного вида рефлекса (дыхание, глотание, слюноотделение и т.д.), носит название *нервного центра*.
- Большое количество синапсов и синаптических связей, имеющих в нервных центрах, определяют их основные свойства: *односторонность проведения возбуждения, задержка проведения возбуждения, суммация возбуждения, изменение ритма возбуждения, следовые процессы и высокая утомляемость.*

- В основе деятельности центральной нервной системы лежат два процесса: *возбуждение* и *торможение*.
- Процессы возбуждения усиливают ту или иную функцию или деятельность всего организма, а процессы торможения снижают функции или препятствуют их протеканию.
- Однако оба процесса выражают единый нервный процесс и отражают активное состояние нервной клетки.
- Их возникновение связано с изменением обменных реакций в нейроне, расходом (или накоплением) энергии и электрофизиологическими процессами.
- При этом возбуждение сопровождается повышением функциональной активности нейрона, а при торможении она снижается, что сопровождается соответствующими изменениями активности тканей, органов и систем организма.

Координация нервных процессов

- Согласованное взаимодействие нейронов (одного или нескольких нервных центров) и протекающих в них нервных процессов (возбуждения и торможения) называют *координацией нервных процессов*, без которой невозможна согласованная деятельность всех органов и систем организма, его адекватные реакции на воздействия внешней среды, в том числе адекватные поведенческие реакции.
- Координация рефлекторной деятельности — это согласованное взаимодействие нервных центров для обеспечения какого-либо процесса.

- Координация нервных процессов осуществляется при ведущей роли коры головного мозга и основывается на следующих основных свойствах:
- ✓ • *конвергенция нервных процессов* — нервные импульсы к одному нейрону могут приходить из разных участков нервной системы, что возможно благодаря широким межнейронным связям;

- ✓ *иррадиация нервных процессов* — возбуждение или торможение, возникнув в одном нервном центре, может распространяться на нейроны соседних центров;
- ✓ • *индукция нервных процессов* — в каждом нервном центре один нервный процесс легко переходит в свою противоположность; если возбуждение сменяется торможением, говорят об отрицательной индукции, а если вслед за торможением наступает возбуждение, говорят о положительной индукции;
- ✓ • *концентрация нервных процессов* — явление, противоположное иррадиации, при котором процессы возбуждения или торможения концентрируются в каком-либо участке нервной системы.

- Так, очаг возбуждения (или торможения) вызывает в прилежащих корковых клетках противоположный процесс, который называется одновременной индукцией.
- После прекращения возбудительного (или тормозного) процесса в данном очаге также возникает противоположный процесс, который называется последовательной индукцией.
- Это бесконечное взаимодействие возбуждения и торможения создает своеобразную функциональную мозаику, в которой оба действия — стороны единого нервного процесса.

- *Облегчение и окклюзия.* Облегчение – это превышение эффекта одновременного действия двух слабых раздражителей над суммой их отдельных эффектов.
- Окклюзия (закупорка) – явление, противоположное облегчению.
- Окклюзия возникает при действии сильных раздражителей и приводит к снижению силы суммарной ответной реакции.

- *Доминанта* — временное преобладание одного нервного центра или группы центров над другими, определяющее текущую деятельность организма.
- В 1923 г. А. А. Ухтомский сформулировал принцип доминанты как рабочий принцип деятельности нервных центров.

- *Принцип доминанты* — один из основных принципов функционирования нервной системы.
- Он состоит в том, что в любой момент времени в центральной нервной системе образуются господствующие очаги возбуждения.
- При возникновении доминантного очага возбуждения раздражения, поступающие в другие участки нервной системы, только усиливают этот очаг.

Торможение как одна из форм деятельности нейрона

- Торможение в ЦНС –активный процесс, проявляющийся в подавлении или ослаблении возбуждения.
- В отличие от возбуждения торможение по нервным волокнам не распространяется.

- Явление торможения в нервных центрах было описано И. М. Сеченовым в 1862 г.
- Значительно позже английский физиолог Шеррингтон выявил, что процессы возбуждения и торможения участвуют в любом рефлекторном акте.

- *Значение торможения:*
- *координационное* – процесс торможения обеспечивает упорядоченность или координацию в работе нервных центров, например, чтобы согнуть руку, надо возбудить центр сгибания, посылающий нервные импульсы на бицепс, и затормозить центр разгибания, посылающий нервные импульсы на трицепс;
- *охранительное* – при действии сверхсильных раздражителей в нервном центре развивается не возбуждение, а торможение, в результате восстанавливаются запасы АТФ и медиатора;
- *ограничение* притока в ЦНС афферентных импульсов второстепенной малозначимой для жизнедеятельности информации.

- Различают пресинаптическое и постсинаптическое торможение.
- При пресинаптическом торможении тормозной эффект реализуется на пресинаптической мембране, этот вид торможения участвует в ограничении притока чувствительных импульсов в мозг.
- Постсинаптическое торможение осуществляется на постсинаптической мембране.
- Это основной вид торможения, он развивается в специальных тормозных синапсах с участием тормозных медиаторов, которые подавляют способность нервной клетки генерировать процессы возбуждения.

- По нейронной организации торможение подразделяют на поступательное, возвратное, латеральное (боковое) и реципрокное.
- *Поступательное* торможение обусловлено включением тормозных нейронов на пути следования возбуждения.
- *Возвратное* торможение осуществляется вставочными тормозными нейронами (клетками Реншоу).

- *Латеральное* торможение — процесс торможения группы нейронов, расположенных рядом с группой возбужденных клеток.
- Этот вид торможения распространен в сенсорных системах.
- *Реципрокное, или сопряженное,* торможение основано на том, что сигналы по одним и тем же афферентным путям обеспечивают возбуждение одной группы нейронов, а через вставочные тормозные клетки вызывают торможение другой группы нейронов.
- Проявляется, к примеру, на уровне двигательных нейронов спинного мозга, иннервирующих мышцы-антагонисты (сгибатели – разгибатели конечностей).

- В процессе онтогенеза за счет развития тормозных нейронов формируются тормозные механизмы ЦНС.
- Ранней их формой является постсинаптическое торможение, позднее формируется пресинаптическое.
- Благодаря формированию тормозных механизмов существенно ограничивается иррадиация возбуждения в ЦНС, свойственная новорожденным, безусловные рефлексы становятся более точными и локализованными.

- *Принцип общего конечного пути.* Афферентных нейронов в ЦНС в несколько раз больше, чем эфферентных.
- В связи с этим разные афферентные влияния поступают к одним и тем же вставочным и эфферентным нейронам, которые являются для них общими конечными путями к рабочим органам.
- Множество разнообразных раздражений может вызвать действие одних и тех же двигательных нейронов спинного мозга.
- Например, двигательные нейроны, управляющие дыхательной мускулатурой, помимо обеспечения вдоха, участвуют в таких рефлекторных реакциях, как чихание, кашель и др.

- *Обратная связь, или вторичная афферентация.* Всякий двигательный акт, вызванный афферентным раздражителем, сопровождается возбуждением рецепторов мышц, сухожилий, суставных сумок.
- Сигналы с проприорецепторов вторично поступают в ЦНС, что позволяет осуществлять коррекцию ее деятельности саморегуляцию в соответствии с текущими потребностями организма и окружающей обстановкой.
- Этот важный принцип рефлекторной саморегуляции функций организма называется принципом обратной связи.

- *Реципрокные (сопряженные) взаимоотношения между нервными центрами.* В основе взаимосвязи между нервными центрами лежит процесс индукции – стимуляция (индуцирование) противоположного процесса.
- Индукция ограничивает распространение (иррадиацию) нервных процессов и обеспечивает концентрацию возбуждения.

- Сильный процесс возбуждения в нервном центре вызывает (индуцирует) торможение в соседних нервных центрах, а сильный тормозной процесс индуцирует в соседних нервных центрах возбуждение.
- Так, при возбуждении центров разгибателей мышц тормозятся центры сгибателей и наоборот.

- При смене процессов возбуждения и торможения в пределах одного центра говорят о последовательной отрицательной или положительной индукции.
- Она имеет большое значение при организации ритмической деятельности, обеспечивая попеременное сокращение и расслабление мышц, и лежит в основе многих актов жизнеобеспечения, например дыхания и сердцебиения.

- У детей четкие индукционные взаимоотношения между процессами торможения и возбуждения начинают развиваться в возрасте с 3 до 5 лет, так как в этом возрасте возрастает сила и дифференцированность нервных процессов.

- Доминантный очаг в ЦНС может возникать под влиянием разных факторов, в частности гормональных воздействий, изменения химизма крови, мотиваций и т.д.
- ЦНС обладает способностью к перестройке доминантных отношений в соответствии с изменяющимися потребностями организма, и в течение всей жизни человека одна доминанта сменяет другую.

- Доминантный очаг у ребенка возникает быстрее и легче, чем у взрослых, но для него характерна низкая устойчивость к внешним раздражителям.
- С этим в значительной степени связана неустойчивость внимания у детей: новые раздражители легко вызывают новую доминанту, а ориентировочные реакции сами по себе в раннем возрасте являются доминантными.

- *Пластичность* нервных центров – функциональная изменчивость и приспособляемость нервных центров, их способность выполнять новые, необычные для них рефлекторные акты.
- Это особенно ярко проявляется после удаления различных отделов мозга.
- Если были частично удалены какие-то отделы мозжечка или коры больших полушарий, нарушенная функция со временем может частично или полностью восстановиться.

Выводы:

- Безусловные рефлексы осуществляются низшими отделами центральной нервной системы (спинной мозг и подкорковые структуры) и, как правило, проявляются без участия сознания, т.е. коры головного мозга.
- Они существуют и сохраняются независимо от степени зрелости или старения организма и уровня развития коры головного мозга, а также могут не исчезать при его повреждении (травмы, токсические вещества и т.д.).
- Такая прочность и надежность механизмов безусловных рефлексов направлена на сохранение жизни индивида.

- К безусловным относятся рефлексы, обеспечивающие работу внутренних органов и сосудов (вегетативные рефлексы), а также скелетной мускулатуры (соматические рефлексы), например коленный, подошвенный, рефлексы позы, ходьбы и др.
- Для возникновения безусловных рефлексов необходим адекватный раздражитель достаточной силы, действующей на соответствующую рефлексогенную зону.
- Например, действие света на сетчатку глаза, действие звука на рецепторы внутреннего уха, действие удара молоточка на рецепторы коленного рефлекса, действие пищи на рецепторы полости рта и т.д.

- Безусловные рефлексы есть у любого представителя данного вида и являются врожденной памятью — «памятью вида», полученной по наследству.
- Именно этот вид памяти получает ребенок при рождении, основу которого составляют процессы саморегуляции.
- Безусловные рефлексы не только обеспечивают низший уровень адаптации, но и служат базой для приобретения собственной «индивидуальной памяти», т.е. условных рефлексов, лежащих в основе поведения человека.

- Условные рефлексы — высший уровень регуляции процессов жизнедеятельности организма — высшая нервная деятельность человека, т.е. осознанная поведенческая реакция на изменение среды обитания, всегда направленная на получение полезного для организма результата.
- Аfferентные, эfferентные и вставочные нейроны, участвующие в определенных рефлекторных реакциях, имеют строгую локализацию в нервной системе, что определяет те или иные функции отделов центральной нервной системы.