

ЛЕКЦИЯ № 9

ВЕГЕТАТИВНАЯ (АВТОНОМНАЯ) НЕРВНАЯ СИСТЕМА

ПЛАН

1. Общий план строения и эмбриогенез вегетативной нервной системы.
2. Дуга вегетативного (автономного) рефлекса.
3. Отделы и части ВНС
4. Различия в строении вегетативной и соматической нервной системы

▪ ВЕГЕТАТИВНАЯ (АВТОНОМНАЯ) НЕРВНАЯ СИСТЕМА

1. Общий план строения и эмбриогенез вегетативной нервной системы

Автономная нервная система (*systema nervosum autonomicum*) составляет ту часть нервной системы, которая регулирует висцеральные функции организма. К ним относятся кровообращение, дыхание, пищеварение, обмен веществ, выделение, деятельность эндокринных желез, т. е. обеспечение трофических функций организма и поддержание состава внутренней среды (гомеостаз).

Поскольку функции внутренних органов не связаны непосредственно с передвижением в пространстве, ранее их условно рассматривали как проявления «растительной жизни». По этой причине автономную нервную систему называют еще **вегетативной** (*vegetativus* — растительный) **нервной системой** в отличие от **соматической** (анимальной, животной) **нервной системы**, которая контролирует работу опорно-двигательного аппарата и устанавливает связь с окружающей средой через общий покров тела и органы чувств.

Вегетативная и соматическая нервные системы действуют «рука об руку». Их нервные центры, особенно на уровне ствола и полушарий головного мозга, невозможно разделить морфологически. В то же время периферические отделы этих двух систем различны.

Функции вегетативной нервной системы заключаются в поддержании постоянства внутренней среды (гомеостаза) или приспособлении ее к изменяющимся условиям окружающей среды (например, механической работе, приему пищи, недостатку воды, жаре и холоду). В то же время эта система регулирует деятельность органов и систем, не участвующих непосредственно в поддержании гомеостаза (например, половых органов и внутриглазных мышц).

Особенности развития ВНС в эмбриогенезе. Закладка периферических вегетативных нейронов происходит на третьей неделе внутриутробного развития из клеток ганглионарной пластинки (нервного гребня). По мере формирования нервной системы, часть клеток ганглионарной пластинки отделяется от зачатков будущих спинномозговых узлов и мигрирует в вентролатеральном направлении, давая начало узлам вегетативной нервной системы (рис. 1). Важно подчеркнуть, что в эмбриогенезе образование периферических вегетативных нейронов происходит обособленно от нервной трубки. Вследствие особенностей эмбриональной закладки и последующего развития периферические вегетативные нейроны оказываются диффузно расселенными по всему телу, концентрируясь в вегетативных узлах и нервных сплетениях.

Вегетативные ядра в спинном и головном мозгу также начинают формироваться на третьей неделе внутриутробного развития; они образуются из клеток межучной зоны, расположенной между крыльной и базальной пластинками нервной трубки. На последующих этапах эмбриогенеза по мере развития иннервации внутренних органов связь вегетативных узлов со спинным мозгом устанавливается вторичным путем.

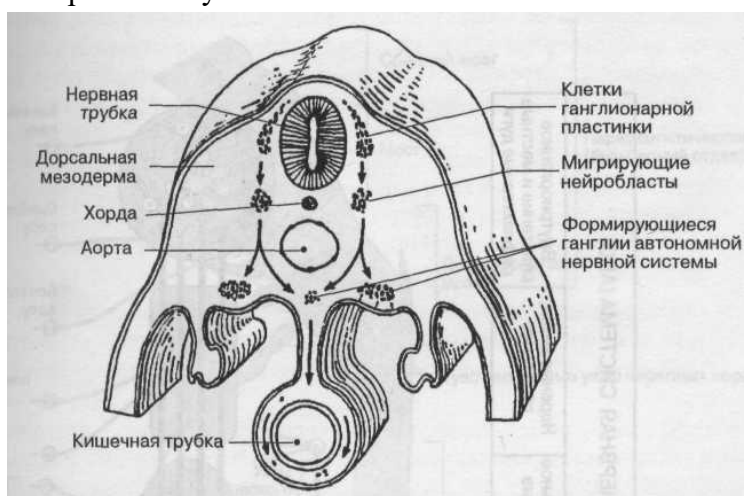


Рис. 1 Образование ганглиев вегетативной нервной системы посредством миграции клеток из ганглионарной пластинки.

Общий план строения автономной нервной системы. В АНС различают центральный и периферический отделы. К центральному отделу относятся вегетативные ядра, расположенные в головном и спинном мозге, к периферическому — вегетативные узлы (ганглии), вегетативные нервы, висцеральные сплетения и внутриорганные сплетения.

Автономная нервная система характеризуется рядом отличительных особенностей, которые перечислены ниже.

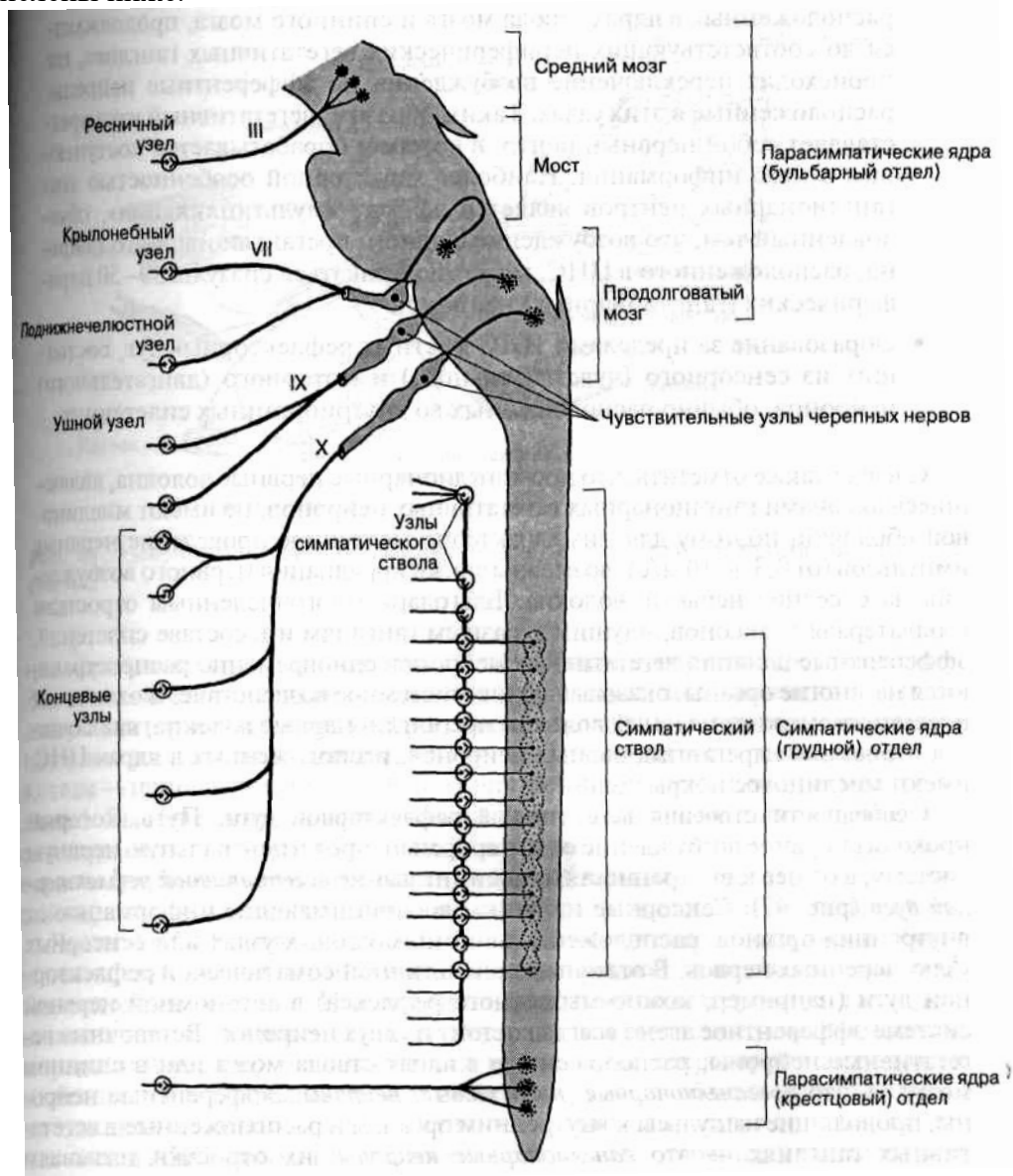


Рис. 2 Очаги локализации вегетативных ядер и мест выхода вегетативных нервов из центральной нервной системы (римскими цифрами обозначены пары черепных нервов).

- Расселенность вегетативных нейронов за пределами центральной нервной системы по всему телу.
- Скопление вегетативных нейронов в составе периферической нервной системы в виде многочисленных ганглиев (узлов), образующих периферические нервные центры, из которых непосредственно осуществляется эфферентная иннервация органов.

• Очаговость локализации вегетативных ядер в центральной нервной системе (рис. 2). Различают следующие очаги скопления вегетативных ядер в спинном и головном мозгу: мезэнцефалический, из которого нервные волокна выходят в составе глазодвигательного нерва (III пара); бульбарный, из которого вегетативные волокна выходят в составе лицевого, языкоглоточного и блуждающего нервов (соответственно VII, IX и X пары); тораколумбальный (грудо-поясничный), объединяющий ядра боковых рогов спинного мозга (Th_{1-Xn} , Li_n), из которых вегетативные нервные волокна выходят в составе соответствующих спинномозговых

нервов; крестцовый, из которого вегетативные нервные волокна выходят в составе передних корешков крестцовых спинномозговых нервов (Sn_{iv}).

- Двухнейронность эфферентного нервного пути от вегетативных ядер в ЦНС к иннервируемому органу. Аксоны вегетативных нейронов, расположенных в ядрах ствола мозга и спинного мозга, продолжают до соответствующих периферических вегетативных ганглиев, где происходит переключение возбуждения на эфферентные нейроны, расположенные в этих узлах. Таким образом, вегетативный узел представляет собой нервный центр, в котором обрабатывается поступающая в него информация. Наиболее характерной особенностью этих ганглионарных центров является эффект «мультипликации», обусловленный тем, что возбуждение с одного преганглионарного нейрона, расположенного в ЦНС, может передаваться сразу на 30—50 периферических (ганглионарных) нейронов.

- Образование за пределами ЦНС местных рефлекторных дуг, состоящих из сенсорного (чувствительного) и моторного (двигательного) нейронов, обычно расположенных во внутриорганных сплетениях.

Следует также отметить, что постганглионарные нервные волокна, являющиеся аксонами ганглионарных вегетативных нейронов, не имеют миелиновой оболочки, поэтому для них характерно медленное проведение нервных импульсов (от 0,3 до 10 м/с); возможна также иррадиация нервного возбуждения на соседние нервные волокна. Благодаря многочисленным отросткам (коллатералям) аксонов, идущим к разным ганглиям и в составе сплетений, эфферентные влияния вегетативных нейронов одновременно распространяются на многие органы, оказывая на них системное воздействие. В отличие от постганглионарных нервных волокон преганглионарные волокна, являющиеся отростками преганглионарных нейронов, расположенных в ядрах ЦНС, имеют миелиновое покрытие.

2. Дуга вегетативного (автономного) рефлекса.

Как и соматическая рефлекторная дуга, дуга автономного рефлекса состоит из трех звеньев: чувствительного (сенсорного, афферентного), ассоциативного (вставочного) и эффекторного. Например, в автономной рефлекторной дуге спинального уровня чувствительное звено образовано клетками спинномозговых или периферических ганглиев. Оно может быть общим для автономной и соматической рефлекторных дуг.

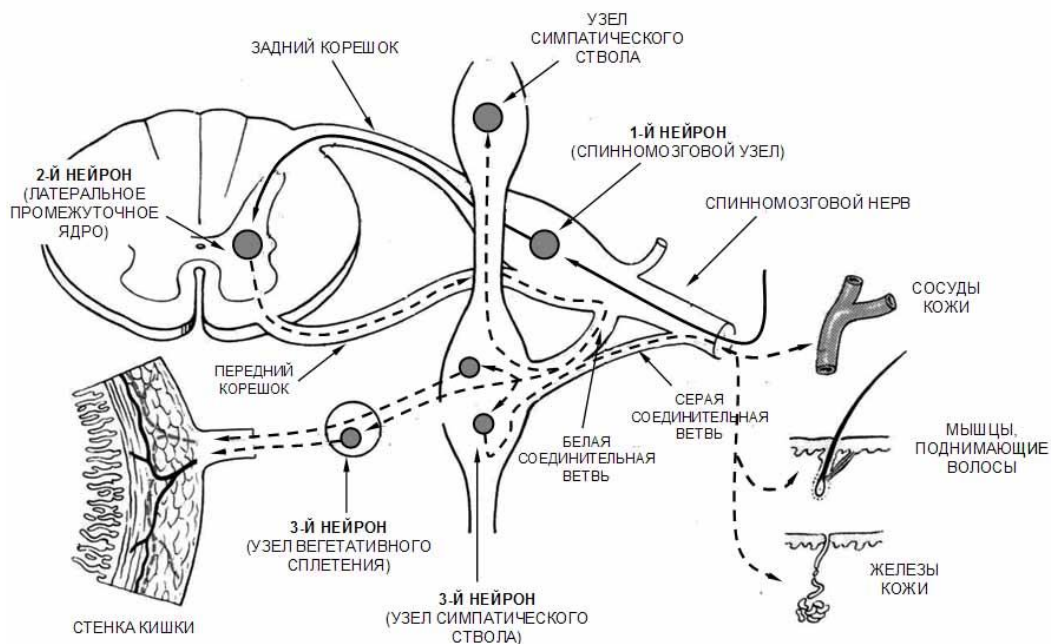


Рис. 3 Нейронный состав рефлекторной дуги вегетативной (автономной) нервной системы

Периферические отростки чувствительных клеток разветвляются во внутренних органах, коже, стенках сосудов и т. д., центральные же синаптически контактируют со вставочными нейронами тех или других сегментов. Второе звено этой же дуги может быть упрощенно

представлено в виде скопления нейронов в боковых рогах спинного мозга. Их отростки покидают спинной мозг в составе вентральных корешков, вступают в соматические нервные стволы и отсюда в виде белых соединительных ветвей направляются к узлам симпатического ствола. Здесь происходит переключение части из них на эффекторные клетки. Третье звено — нервная клетка, мигрировавшая из спинного мозга в один из периферических узлов.

Узлы могут располагаться либо около позвоночника (паравертебральные), либо в нервных сплетениях вблизи внутренних органов (превертебральные), либо, наконец, в стенках внутренних органов (интрамуральные).

Дуги местных рефлексов ганглионарного уровня могут замыкаться в превертебральных и интрамуральных ганглиях, так что в этом случае все составляющие рефлекторную дугу звенья находятся на периферии вблизи или непосредственно в стенке исполнительного органа. При этом чувствительное и эфферентное волокна могут проходить в составе одного и того же нервного ствола.

Как уже отмечалось выше, в автономной нервной системе могут замыкаться местные рефлекторные дуги, образованные сенсорными нейронами во внутриорганных сплетениях (клетками Догеля II типа). Осуществление местных висцеральных рефлексов может протекать без непосредственного участия ЦНС, т. е. автономно. В этих случаях замыкание рефлекторных дуг происходит на уровне висцеральных сплетений или вегетативных ганглиев.

Наряду с вегетативными нейронами, расположенными в ядрах ствола мозга и спинного мозга, в головном мозге имеются еще и другие вегетативные нервные центры, занимающие более высокое иерархическое положение. Это многочисленные ядра в области гипоталамуса, оказывающие нисходящие регуляторные влияния (нейрогенная регуляция) на стволовые и спинномозговые вегетативные центры, или — через гипофиз и другие эндокринные железы — непосредственно на работу внутренних органов (гуморальная регуляция). Высшие центры, управляющие вегетативными функциями, находятся в коре мозга, а именно в лобной, теменной и височной областях. Здесь происходит синтез вегетативных и соматических функций всего организма человека, а также их согласование с его психо-эмоциональной деятельностью.

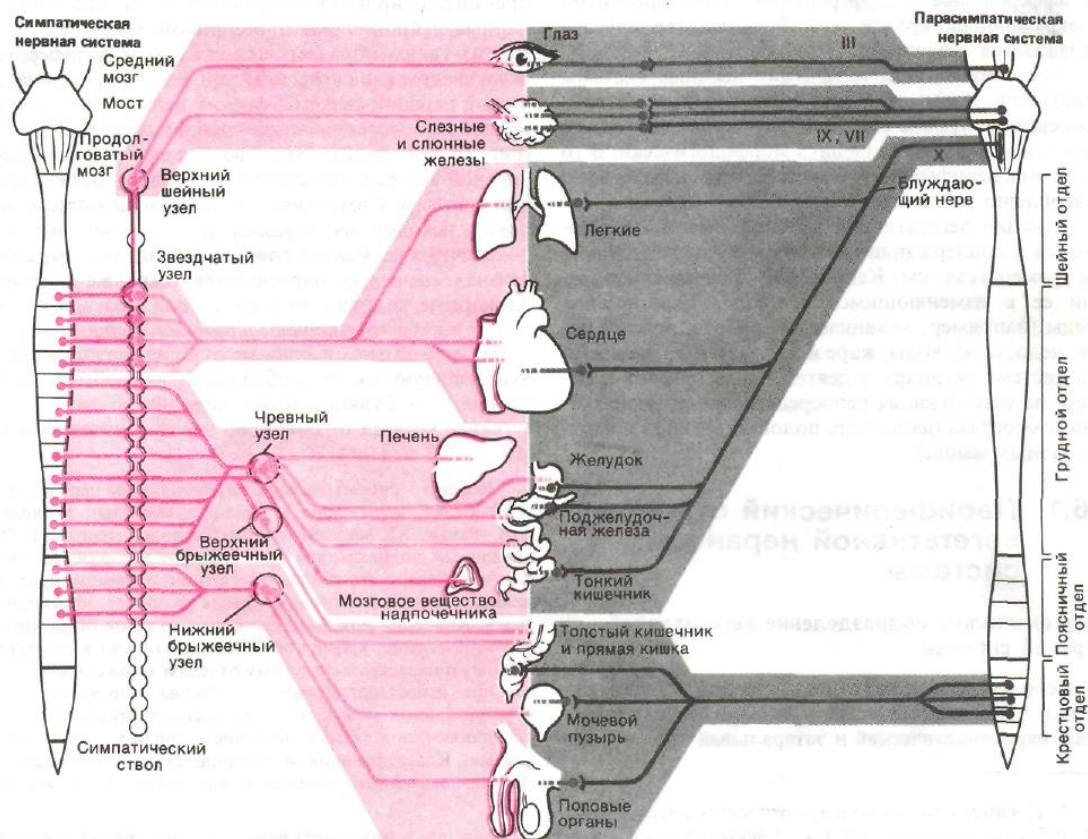


Рис. 4 Строение периферической части автономной нервной системы. Интенсивно окрашены преганглионарные волокна, более светлые линии — постганглионарные волокна.

3. Отделы и части ВНС

Подразделение автономной нервной системы. Управляя работой внутренних органов и регулируя обмен веществ, автономная нервная система оказывает на них разное, подчас противоположное действие. Под ее влиянием возможно как сужение, так и расширение просвета кровеносных сосудов, повышение или снижение частоты сокращений сердца, увеличение или уменьшение секреторной активности различных желез, повышение или понижение уровня обмена веществ в органах и тканях и т. д. По расположению, характеру влияния на иннервируемые органы различных частей ВНС, особенностям их анатомического строения, а также по различной чувствительности нейронов вегетативных ганглиев к некоторым биологически активным веществам периферическая часть автономной нервной системы подразделяется на:

надсегментарный отдел

- кора головного мозга — медиобазальные отделы височной и лобных областей (лимбическая система — поясная извилина, гиппокамп, зубчатая извилина, миндалевидные тела)
- гипоталамус (передний, средний, задний отделы)
- ретикулярная формация

центральный отдел

- ядра ствола (3, 7, 9, 10 пары черепных нервов)
- боковые рога спинного мозга С8-L2, S2-5

периферический отдел, состоящий из симпатической, парасимпатической и метасимпатической частей

- симпатический паравертебральный ствол 20-25 узлов
- вегетативные нервные сплетения — вне органа (симпатические), интрамурально (парасимпатические)

Надсегментарный отдел включает в себя ассоциативные области коры больших полушарий и лимбико-ретикулярный комплекс.

Высшие вегетативные центры (надсегментарные) объединяют и регулируют деятельность симпатического и парасимпатического отделов, координируют функции рабочего органа через несколько сегментарных центров, а также путём взаимодействия с другими регулирующими системами – эндокринной, кровеносной и др., к ним относятся:

1. *Ретикулярная формация*, ядра которой формируют центры жизненно-важных функций (дыхательный и сосудодвигательный центры, центры сердечной деятельности, регуляции обмена веществ и т.д.). Проекция дыхательного центра соответствует средней трети продолговатого мозга, сосудодвигательного центра - нижней части ромбовидной ямки. Нарушение функции ретикулярной формации проявляется вегетативно-сосудистыми расстройствами (кардиоваскулярные, вазомоторные). Кроме того, страдают интегративные функции, которые необходимы для формирования целесообразного адаптивного поведения.

2. *Мозжечок*, принимая участие в регуляции двигательных актов, одновременно обеспечивает эти соматические функции адаптационно-трофическими влияниями, которые через соответствующие центры приводят к расширению сосудов интенсивно работающих мышц, повышению уровня трофических процессов в последних. Установлено участие мозжечка в регуляции таких вегетативных функций, как зрачковый рефлекс, трофика кожи (скорость заживления ран), сокращение мышц, поднимающих волосы.

3. *Гипоталамус* - главный подкорковый центр интеграции вегетативных функций, имеет существенное значение в поддержании оптимального уровня обмена веществ (белкового, углеводного, жирового, минерального, водного) и терморегуляции. За счет связей с таламусом он получает разностороннюю информацию о состоянии органов и систем организма, а вместе с гипофизом образует функциональный комплекс - гипоталамо-гипофизарную систему. Гипоталамус в ней выполняет роль своеобразного реле, включающего гипофизарную гормональную цепь в регуляцию различных висцеральных и соматических функций.

4. Особое место занимает *лимбическая система*, обеспечивающая интеграцию вегетативных, соматических и эмоциональных реакций. Она включает анатомические образования, объединенные между собой тесными функциональными связями. Центральными

звеньями лимбической системы являются миндалевидный комплекс и гиппокамп. Лимбическая система участвует в регуляции функций, направленных на обеспечение различных форм деятельности (пищевое и сексуальное поведение, процессы сохранения вида), в регуляции систем, обеспечивающих сон и бодрствование, внимание, эмоциональную сферу, процессы памяти. *Лимбико-ретикулярный комплекс* участвует в регуляции многих функций организма, однако детальные механизмы этой регуляции и степень участия в них до конца не ясны. Кроме регуляции вегетативно-эндокринных функций, лимбическая система играет ведущую роль в **формировании мотиваций деятельности и эмоций («эмоциональный» мозг), механизмах памяти, внимания.**

5. *Полосатое тело* имеет ближайшее отношение к безусловно рефлекторной регуляции вегетативных функций. Повреждение или раздражение ядер полосатого тела вызывает изменение кровяного давления, усиление слюно- и слезоотделения, усиление потоотделения.

Высшим центром регуляции вегетативных и соматических функций, а также их координации является кора полушарий большого мозга. Непрерывный поток импульсов от органов чувств, сомы и внутренних органов по афферентным путям поступает в кору головного мозга и через эфферентную часть вегетативной нервной системы, главным образом через гипоталамус, кора оказывает соответствующее влияние на функцию внутренних органов, обеспечивая адаптацию организма к меняющимся условиям окружающей и внутренней среды. Примером кортиковисцеральной связи может служить изменение вегетативных реакций под влиянием словесных сигналов (через вторую сигнальную систему).

Таким образом, вегетативная нервная система, так же, как и вся нервная система, построена по принципу иерархии, подчиненности. Схему организации вегетативной иннервации иллюстрирует рис.5.

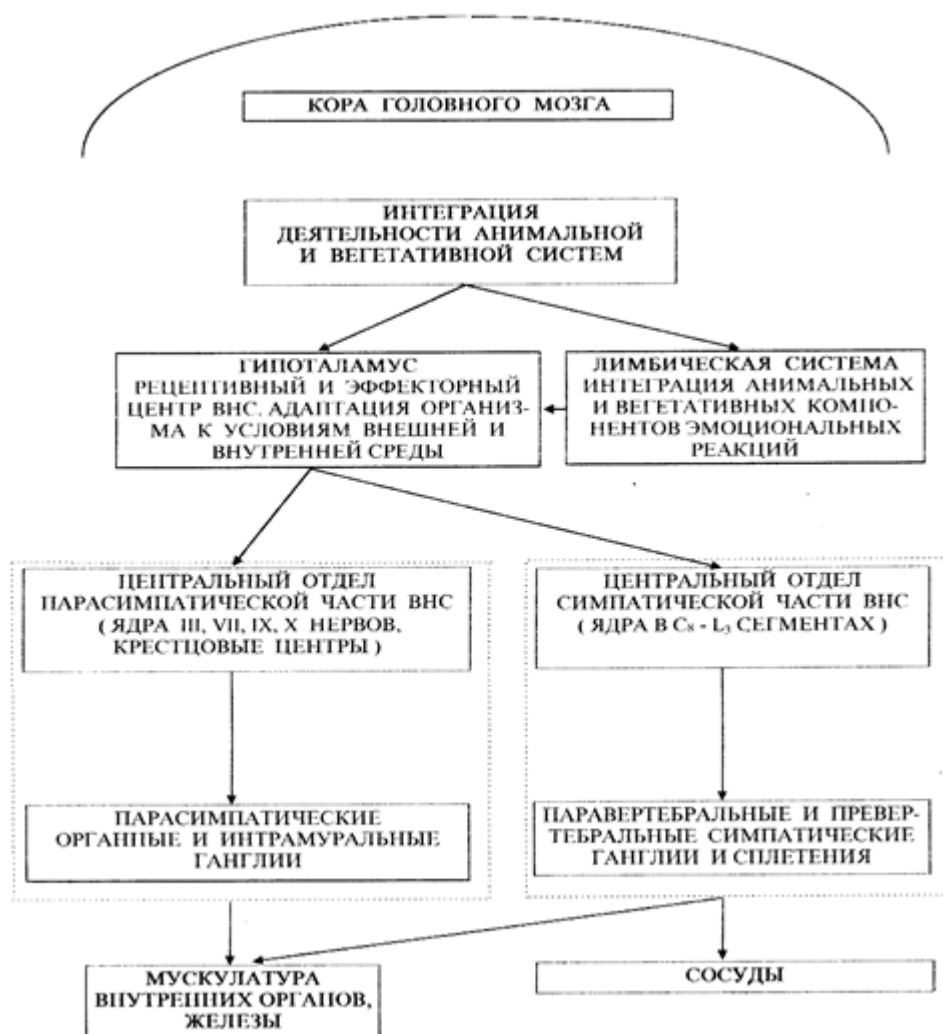


Рис. 5 Принцип организации вегетативной нервной системы.

Симпатическая часть ВНС. Влияет на гладкие мышцы кровеносных сосудов, внутренних органов брюшной полости, мочевого пузыря, прямой кишки, волосяных фолликулов и зрачков, а также на сердечную мышцу, потовые, слезные, слюнные и пищеварительные железы. Симпатическая система сдерживает функцию гладких мышц внутренних органов брюшной полости, мочевого пузыря, прямой кишки и пищеварительных желез, а другие органы-мишени, наоборот, стимулирует.

Эволюционно симпатическая нервная система более молодая и связана с обеспечением активной деятельности, адаптацией к быстро меняющимся условиям внешней среды. Тонус симпатического отдела преобладает во время активной деятельности. Симпатикотонию характеризуют расширенные зрачки, блестящие глаза, тахикардия, артериальная гипертензия, запоры, избыточная инициативность, тревожность, белый дермографизм (при нажиме на кожу возникает белая полоса); по формуле сна симпатикотоники чаще «совы».

Симпатическая нервная система по строению делится на центральную часть, расположенную в спинном мозгу, и периферическую, включающую многочисленные ветви и узлы.

Центральная часть представлена симпатическими ядрами бокового рога серого вещества спинного мозга. Они расположены в грудных и поясничных сегментах. Аксоны составляющих ядра клеток через межпозвоночные отверстия выходят из спинного мозга в составе вентральных корешков (рис. 3) и в виде белых соединительных ветвей вступают в узлы симпатического ствола. Каждая такая ветвь соединяет спинномозговой нерв с одним из узлов симпатического ствола своей стороны (см. рис. 3).

Эти симпатические узлы называют также околопозвоночными или паравертебральными ганглиями. Часть аксонов преганглионарных нейронов заканчивается синапсами на телах ганглионарных нейронов соответствующих симпатических узлов. Остальные следуют транзитно через узел и продолжают до других, более удаленных от позвоночника узлов, расположенных в висцеральных сплетениях (предпозвоночных, или превертебральных узлах), где происходит их переключение на эфферентные нейроны. Постганглионарные волокна идут к иннервируемым органам тремя путями: в составе спинномозговых нервов, в которые они попадают по серым соединительным ветвям, по ходу кровеносных сосудов или же в виде обособленных нервов, отходящих от симпатического ствола.

Симпатический ствол (truncus sympathicus) — парное образование; он состоит из цепочки нервных узлов (имеет около 24 пар узлов: 3 пары шейных — верхние, средние и нижние, 12 пар грудных, 5 пар поясничных, 4 пары крестцовых), располагающихся по бокам от позвоночного столба на всем его протяжении (рис. 4).

Все узлы симпатического ствола связаны между собой межузловыми ветвями. Узлы симпатического ствола сохраняют некоторые признаки метамерии, однако полного соответствия между вегетативными узлами и сегментами тела не наблюдается. В симпатическом стволе выделяют: шейный отдел, представленный шейными узлами, грудной, поясничный, крестцовый и копчиковый отделы, также представленные соответствующими вегетативными узлами.

В *шейном отделе* симпатического ствола имеется три шейных узла: верхний, средний и нижний. *Средний шейный узел* располагается на уровне VI шейного позвонка; он непостоянен и может объединяться с нижним шейным узлом. *Нижний шейный узел* нередко сливается с верхним грудным и образует звездчатый узел, который лежит на уровне первого ребра позади подключичной артерии. *Верхний шейный узел* — самый крупный; он лежит на уровне II шейного позвонка позади внутренней сонной артерии. Преганглионарные волокна, идущие к верхнему и среднему шейным узлам, начинаются от ядер боковых рогов спинного мозга на уровне нижнего шейного и верхних грудных сегментов; они транзитно проходят через звездчатый узел и восходят до верхнего шейного узла. От шейных узлов отходят вегетативные нервы, направляющиеся к кровеносным сосудам и органам головы и шеи.

К органам головы идут ветви от верхнего и нижнего шейных узлов, распространяясь по ходу кровеносных сосудов в виде наружного сонного, внутреннего сонного, общего сонного и позвоночного сплетений. Внутреннее сонное и позвоночное сплетения по ходу одноименных артерий проникают в полость черепа, где дают ветви к сосудам и оболочкам головного мозга, а также к гипофизу. В полость черепа проникает также яремный нерв, дающий волокна к узлам IX,

X и XI пар черепных нервов. Наружный сонный нерв, образуя сплетение вокруг наружной сонной артерии, дает ветви к сосудам и органам головы. Через общее сонное сплетение вокруг одноименной артерии верхний шейный узел дает волокна к слезным, потовым, слизистым и слюнным железам, к мышцам волос кожи, к мышце, расширяющей зрачок, к концевым узлам (ушному и поднижнечелюстному).

Органы шеи (гортань, глотка, сосуды) получают нервные волокна через гортанно-глоточное сплетение от всех трех шейных узлов, располагающихся вблизи соответствующих органов. Несколько ветвей от нижнего шейного (звездчатого) узла образуют подключичное сплетение, расположенное вдоль одноименной артерии; из него иннервируются щитовидная и околощитовидные железы и некоторые органы грудной полости. Несколько ветвей от звездчатого узла присоединяются к диафрагмальному и блуждающему нервам. От каждого из шейных узлов по направлению к грудной полости отходят также верхний, средний и нижний шейные сердечные нервы, принимающие участие в образовании сердечных сплетений.

В грудном отделе симпатического ствола насчитывается до 10—12 узлов. От второго до пятого включительно грудных узлов отходят грудные сердечные ветви, участвующие вместе с шейными сердечными нервами в формировании сердечного сплетения. От грудных узлов также отходят тонкие симпатические нервы к пищеводу, легким, грудной части аорты, образуя пищеводное, легочное и грудное аортальное сплетения.

От пятого по девятым включительно грудным узлам отходит большой внутренностный нерв, а от десятого и одиннадцатого — малый внутренностный нерв. В составе внутренностных нервов содержатся в основном преганглинарные волокна, которые транзитно проходят через узлы симпатического ствола. Из грудной полости эти нервы проходят между мышечными пучками поясничной части диафрагмы, проникают в брюшную полость и заканчиваются синапсами на телах нейронов, лежащих в чревном сплетении. От этого сплетения постганглионарные симпатические волокна направляются к сосудам, желудку, кишечнику, почкам и другим органам брюшной полости.

Поясничный отдел симпатического ствола состоит из 3—4 узлов. От них отходят ветви к самому крупному висцеральному сплетению — чревному — а также к брюшному аортальному, которые расположены около одноименных сосудов.

Крестцовый отдел симпатического ствола представлен 3—4 крестцовыми узлами симпатического ствола. Правые и левые узлы соединяются между собой с помощью тонких нервных стволиков-анастомозов. Эти стволики, постепенно укорачиваются, в результате чего левые и правые узлы сближаются до полного соединения симпатических стволов с образованием непарного копчикового узла. От крестцовых узлов отходят симпатические нервы к органам малого таза.

Парасимпатическая часть ВНС.

Парасимпатический отдел более древний. Парасимпатическая активность преобладает во время отдыха, сна («ночью царство вагуса (блуждающий нерв)»), при этом снижается артериальное давление, уровень глюкозы, замедляется пульс, усиливаются секреция и перистальтика в желудочно-кишечном тракте. Функциональное преобладание парасимпатической нервной системы (чаще врожденное) определяется как парасимпатикотония, или ваготония. Ваготоники склонны к аллергическим реакциям. Для них характерны суженные зрачки, брадикардия, артериальная гипотензия, головокружение, развитие язвенной болезни, затруднение дыхания (неудовлетворенность вдохом), учащенное мочеиспускание и дефекация, стойкий красный дермографизм (покраснение кожи), акроцианоз (синюшная окраска) кистей рук, влажные ладони, ожирение, нерешительность, апатия; по формуле сна они чаще «жаворонки».

Как уже отмечалось выше, в парасимпатической части автономной нервной системы существуют два основных очага выхода парасимпатических нервных волокон из ЦНС: краниальный (в области ствола мозга) и тазовый (в области крестцового отдела спинного мозга). Краниальная часть включает парасимпатические ядра, расположенные в среднем мозге (мезэнцефалическая часть), а также в области моста и продолговатого мозга (бульбарная часть). Парасимпатические ганглии в отличие от симпатических, располагаются в непосредственной близости от иннервируемых органов или в самих этих органах; поэтому их называют концевыми или терминальными узлами.

В краниальной части парасимпатической нервной системы различают: ресничный, крылонебный, поднижнечелюстной, подъязычный и ушной узлы (рис. 49).

Ресничный узел (*ganglion ciliare*) расположен в глазнице и связан соединительными ветвями с глазным нервом (I ветвь тройничного нерва). Преганглионарные волокна идут к нему из добавочного ядра (ядро Якубовича) глазодвигательного нерва (III пара). В составе глазодвигательного нерва парасимпатические преганглионарные волокна достигают ресничного узла, где они переключаются на эфферентные нейроны. Постганглионарные волокна этих нейронов в составе ресничных нервов идут к мышце, суживающей зрачок, и к ресничной мышце, осуществляющей настраивание глаза на рассматривание близко расположенных или удаленных предметов.

Крылонебный узел (ganglion pterygopalatinum) расположен в одноименной ямке и тесно связан соединительными ветвями с верхнечелюстным нервом (II ветвь тройничного нерва). Однако преганглионарные волокна к нему направляются в составе лицевого нерва (VII пара); они берут начало от нейронов верхнего слюноотделительного ядра, расположенного в покрывке моста. Отделившись от лицевого нерва в виде большого каменистого нерва, часть преганглионарных парасимпатических волокон продолжается до крылонебного узла, где образуются синаптические контакты с его нейронами. Постганглионарные парасимпатические волокна выходят из крылонебного узла, присоединяются к верхнечелюстному нерву и направляются для иннервации желез слизистой оболочки носовой полости, нёба и глотки.

Другая часть преганглионарных парасимпатических волокон отделяется от лицевого нерва в составе ветви, называемой барабанной струной, которая присоединяется к одной из ветвей тройничного нерва (язычному нерву), продолжаясь до поднижнечелюстного и подъязычного узлов. В этих узлах, расположенных около одноименных желез, находятся ганглионарные нейроны, волокна которых в составе железистых ветвей идут к подчелюстной и подъязычной слюнным железам.

Ушной узел (ganglion oticum) расположен в области наружного основания черепа около овального отверстия. Преганглионарные волокна поступают в него из нижнего слюноотделительного ядра в составе языкоглоточного нерва (IX пара). Преганглионарные парасимпатические волокна отделяются от языкоглоточного нерва в виде барабанного нерва, проникающего в барабанную полость среднего уха, где они образуют сплетение. Далее волокна сплетения в виде малого каменистого нерва достигают ушного узла и заканчиваются на его нейронах. Постганглионарные волокна от ушного узла направляются к околоушной слюнной железе в составе ушновисочного нерва (III ветвь тройничного нерва).

Блуждающий нерв (nervus vagus) является основным коллектором парасимпатических нервных путей. Идущие в его составе парасимпатические волокна начинаются от дорсального ядра блуждающего нерва, расположенного в продолговатом мозге. Отличительной особенностью этого нерва является наличие внутри его ствола почти на всем протяжении скопления нервных клеток. Эти нервные клетки служат местом переключения преганглионарных волокон на постганглионарные. Часть преганглионарных нервных волокон в составе ветвей нерва достигает многочисленных концевых узлов, располагающихся в области околоорганов или внутриорганов (интрамуральных) висцеральных сплетений органов грудной и брюшной полостей тела. Постганглионарные волокна нейронов парасимпатических узлов, в которых переключаются волокна блуждающего нерва, иннервируют щитовидную железу, сердце, легкие, пищевод, органы желудочно-кишечного тракта до левого изгиба толстой кишки, печень, поджелудочную железу, селезенку, почки. Ко всем этим органам отходят специальные небольшие ветви.

Газовую часть парасимпатической нервной системы составляют тазовые узлы, разбросанные по висцеральным сплетениям тазовой области. Преганглионарные волокна берут начало от крестцовых парасимпатических ядер, расположенных на уровне II—IV крестцовых сегментов спинного мозга, выходят из них в составе передних корешков крестцовых спинномозговых нервов, затем ответвляются от них в виде тазовых внутренностных нервов. Эти нервы образуют половое сплетение и сплетения тазовых органов. Преганглионарные парасимпатические волокна переключаются в парасимпатических ганглиях этих сплетений, после чего уже постганглионарные парасимпатические волокна иннервируют внутренние половые

органы, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал, а также мускулатуру и железы конечной части толстой кишки после ее левого изгиба, включая прямую кишку.

Функциональные проявления жизнедеятельности внутренних органов под влиянием симпатической нервной системы характерны для состояний повышенной активности организма (физического и психического напряжения), а парасимпатической — для его относительного покоя. Так, например, раздражение симпатических нервных элементов вызывает повышение частоты сокращений сердца, сужение кровеносных сосудов и повышение артериального давления, учащение дыхательных движений, ослабление перистальтики кишечника, расширение зрачков.

Висцеральные сплетения и висцеральные узлы

Висцеральные сплетения (plexus viscerales) и висцеральные узлы (ganglia vis-ceralia) относятся к терминальной части автономной нервной системы и локализуются вдоль крупных кровеносных сосудов и около органов грудной и брюшно-тазовой полостей. Эти сплетения и ганглии образованы преимущественно нервными клетками и нервными волокнами симпатической нервной системы, однако в них присутствуют и парасимпатические нервные волокна, а также чувствительные нервные волокна из спинномозговых нервов, несущие интероцептивную сенсорную информацию от внутренних органов. В составе сплетений вегетативные нервные проводники непосредственно достигают иннервируемых органов. Различают висцеральные сплетения черепно-шейного, грудного, брюшного и тазового отделов.

В **черепно-шейном** отделе выделяют сплетение вокруг общей сонной артерии, которое подразделяется на внутреннее сонное и наружное сонное сплетения. Эти сплетения распространяются по ветвям сонных артерий. Вокруг подключичной артерии образуется подключичное сплетение, переходящее без резкой границы в плечевое автономное сплетение, дающее вегетативную иннервацию верхней конечности.

В **грудном отделе** выделяют сплетение грудной аорты, сердечное сплетение, легочное сплетение и пищеводное сплетение.

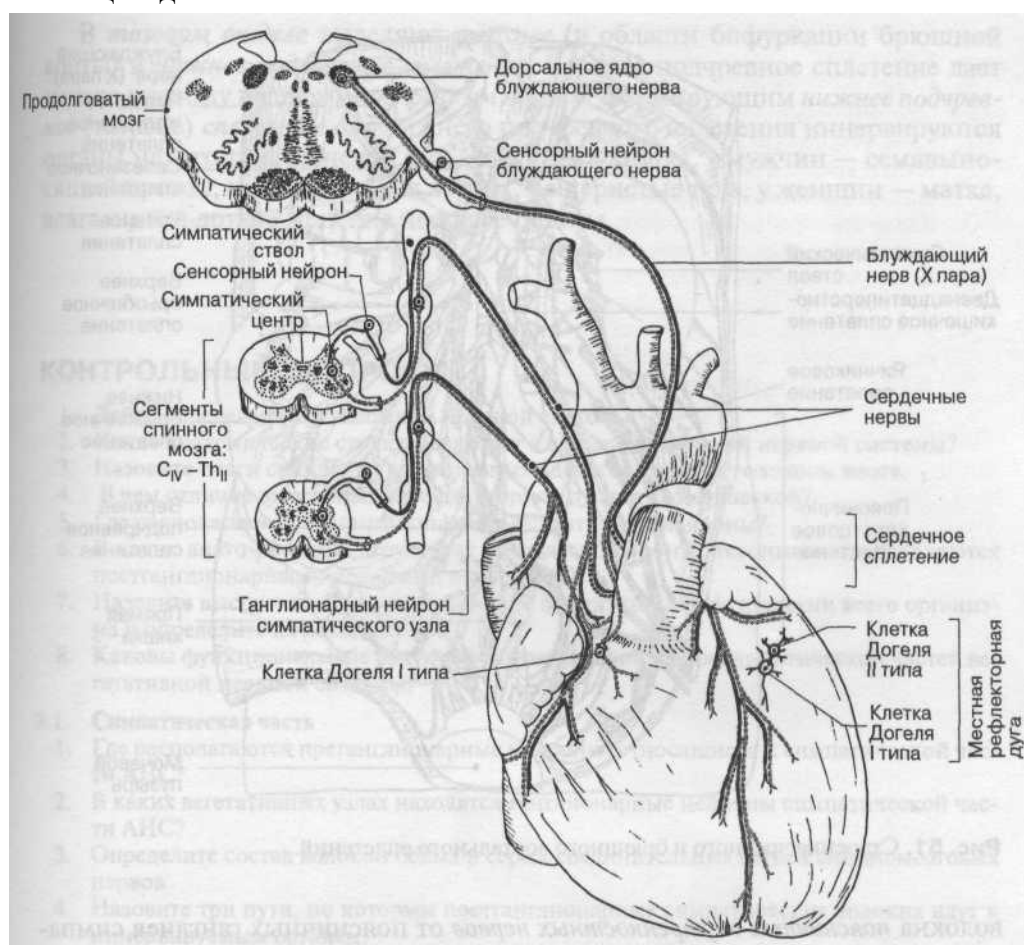


Рис. 6 Иннервация сердца

Сердечное сплетение устроено наиболее сложно. В иннервации сердца принимают участие симпатические волокна, отходящие от симпатического ствола в составе верхнего, среднего и нижнего шейных сердечных нервов, а также грудных сердечных ветвей. Парасимпатические волокна поступают в составе верхней и нижней шейных сердечных ветвей блуждающего нерва, а также грудных сердечных ветвей, отходящих от возвратного гортанного нерва — ветви блуждающего нерва (рис. 6).

Чувствительные волокна, идущие от сердца, направляются через сердечное сплетение по многочисленным ветвям спинномозговых нервов к спинномозговым узлам и ядрам спинного мозга на уровне C4 и Th2_v, а также в составе блуждающего нерва. В самом сердечном сплетении выделяют внеоргannую часть — поверхностное и глубокое сплетения, расположенные возле дуги аорты и легочного ствола, и внутриоргannую часть, которая находится в стенке самого сердца между его слоями: эпикардом, миокардом и эндокардом.

В **брюшном отделе** выделяют: *сплетение брюшной аорты, чревное сплетение, верхнее брыжеечное сплетение, нижнее брыжеечное сплетение, почечное сплетение, кишечное сплетение, яичниковое или яичковое сплетения, подвздошное сплетение*. Все эти сплетения располагаются по ходу одноименных артерий.

Наиболее крупное из них чревное, или солнечное, сплетение (рис. 7); оно является главным источником иннервации органов брюшной полости. Чревное сплетение располагается на передней стенке брюшной аорты в месте отхождения от нее чревного ствола и позади поджелудочной железы; оно включает чревный (парный), аортопочечный (парный) и верхний брыжеечный (непарный) узлы (так называемые превертебральные ганглии). В этих узлах происходит переключение большей части преганглионарных симпатических волокон на постганглионарные. К чревному сплетению подходят большой и малый внутренностные нервы, идущие от грудных симпатических узлов, и волокна поясничных внутренностных нервов от поясничных ганглиев симпатического ствола. Постганглионарные волокна от чревного сплетения образуют симпатические сплетения вокруг артерий, вместе с которыми они направляются ко всем органам брюшной полости.

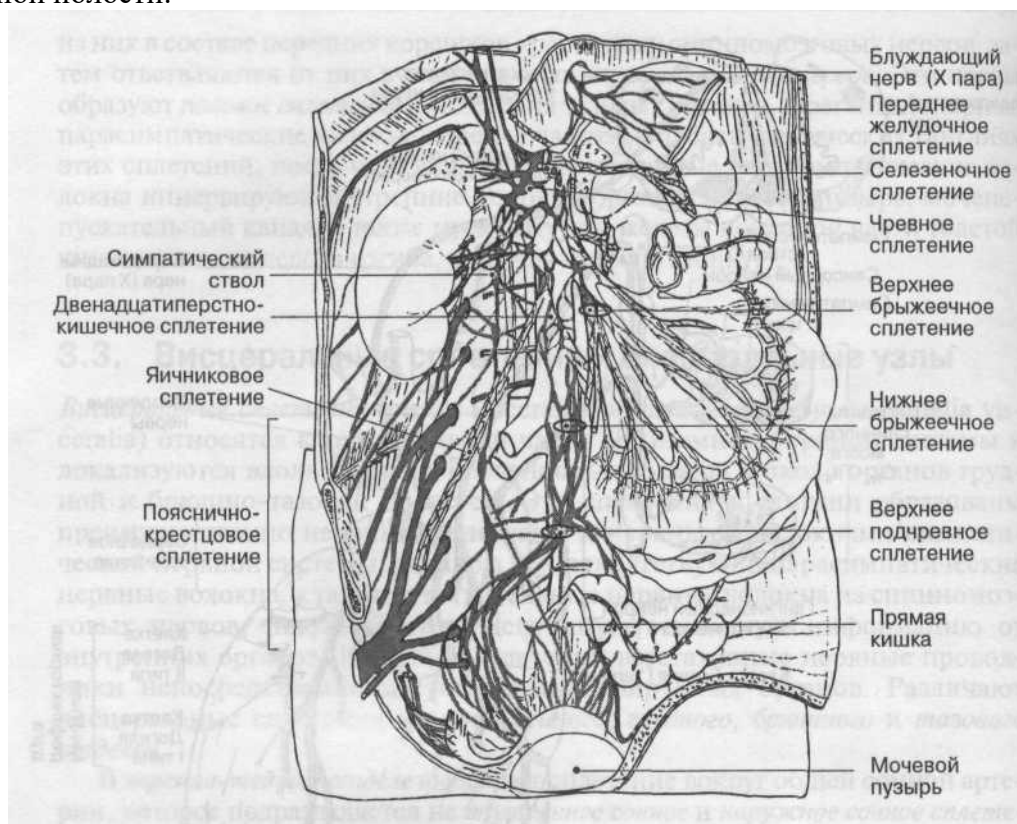


Рис.7 Строение чревного и брюшного аортального сплетений

Еще одним источником иннервации органов брюшной полости является *брюшное аортальное сплетение* и *нижнее брыжеечное сплетение*. Из этого сплетения, симпатические

нервы идут к нисходящей части толстой кишки. Брюшное аортальное сплетение без резкой границы переходит в сплетения вокруг правой и левой подвздошных артерий и далее вокруг бедренных артерий.

В тазовом отделе выделяют: *верхнее* (в области бифуркации брюшной аорты) и *нижнее подчревные сплетения*. Верхнее подчревное сплетение дает начало правому и левому подчревным нервам, формирующим нижнее подчревное (тазовое) сплетение. От нижнего подчревного сплетения иннервируются органы малого таза: мочевого пузыря, прямая кишка, у мужчин — семявыносящий проток, предстательная железа, пещеристые тела, у женщин — матка, влагалище и другие женские половые органы.

Метасимпатическая часть ВНС. Многие внутренние органы после перерезки симпатических и парасимпатических путей или даже после извлечения из организма продолжают осуществлять присущие им функции без особых видимых изменений. Сохраняет координированную перистальтическую и всасывательную функции кишка, сокращается перфузируемое сердце. Сегменты или полосы матки, мочеточника, жёлчного пузыря продолжают сокращаться с частотой и амплитудой, характерной для каждого органа. Эта функциональная автономия объясняется наличием в стенках этих органов ганглиозной системы, обладающей собственным автоматизмом и имеющей необходимые для автономной рефлекторной и интегративной деятельности звенья — чувствительное, вставочное, двигательное и медиаторы.

Следовательно, большинство полых висцеральных органов наряду с существованием экстраорганной симпатической и парасимпатической нервной системы имеет собственный базовый механизм нервной регуляции. Управление работой в этом случае обеспечивается рефлекторными дугами, замыкающимися в пределах стенки самих органов (рис.).

Наличие общих черт в структурной и функциональной организации, данные онто- и филогенеза, результаты наблюдений за конечными эффектами, возникающими при стимуляции нервных волокон, результаты прямой регистрации нейрональной активности явились основанием для выделения в составе автономной нервной системы кроме симпатической и парасимпатической еще и третьей части — метасимпатической.

Ранее к третьему отделу автономной нервной системы, называемому энтеральным, относили лишь рефлекторные дуги, замыкающиеся в подслизистом и межмышечном сплетениях кишки. Понятие метасимпатической нервной системы значительно шире, оно охватывает весь комплекс полых висцеральных органов, в том числе и пищеварительный тракт. Местом локализации метасимпатической нервной системы являются интрамуральные ганглии, залегающие в толще стенок этих органов.

Метасимпатическая нервная система обладает многими признаками, отличающими ее от других частей автономной нервной системы.

1. Она иннервирует только внутренние органы, наделенные собственно моторной активностью; в сфере ее иннервации находятся гладкая мышца, всасывающий и секретирующий эпителий, локальный кровоток, местные эндокринные элементы, иммунные структуры.

2. Она получает синаптические входы от симпатической и парасимпатической систем и не имеет прямых синаптических контактов с эфферентной частью соматической рефлекторной дуги.

3. Наряду с общим висцеральным афферентным путем она имеет собственное сенсорное звено.

4. Она не находится в антагонистических отношениях с другими частями нервной системы.

5. Представляя истинно базовую иннервацию, она обладает гораздо большей, чем симпатическая и парасимпатическая нервная система, независимостью от ЦНС.

6. Органы с разрушенными или с выключенными с помощью ганглиоблокаторов метасимпатическими путями утрачивают присущую им способность к координированной ритмической моторной и другим функциям.

7. Метасимпатическая нервная система имеет собственное медиаторное звено.

4. Различия в строении вегетативной и соматической нервной системы

Первое различие — основное — заключается в расположении эффекторного (двигательного) нейрона по отношению к ЦНС. В автономной нервной системе эффекторная клетка находится за пределами спинного или головного мозга. В соматической нервной системе нервные клетки, принимающие участие в осуществлении рефлекса — вставочная и двигательная, — находятся внутри серого вещества спинного мозга. Благодаря этому структурному отличию возникают физиологические особенности, которые обуславливают несколько иное протекание процессов в автономной нервной системе.

Второе различие относится к иннервации органов, снабжаемых волокнами автономной и соматической нервной системы. Перерезка вентральных корешков спинного мозга сопровождается полным перерождением всех эфферентных соматических волокон и не затрагивает автономных в силу того, что ее эффекторный нейрон вынесен в один из периферических ганглиев. Исполнительные органы, в сущности, управляются импульсами только этого нейрона. Именно данное обстоятельство и подчеркивает относительную автономию этого отдела нервной системы.

Третье различие касается выхода нервных волокон. Соматические нервные волокна покидают ствол мозга и спинной мозг сегментарно и перекрывают иннервируемые области по меньшей мере трех смежных сегментов. Волокна автономной нервной системы выходят из отстоящих друг от друга ограниченных участков мозга: черепного, грудно-поясничного и крестцового. Волокна, выходящие из грудно-поясничного отдела спинного мозга, и связанные с ними ганглии называются симпатическими, а выходящие из черепного и крестцового — парасимпатическими. Часть автономных рефлекторных дуг, локализованных в ганглиях стенок внутренних органов (метасимпатическая нервная система), вообще не имеет прямых выходов из ЦНС.

Четвертое различие относится к распределению нервных волокон на периферии. Соматические волокна распределены строго сегментарно, волокна автономной нервной системы этому правилу не подчиняются. Они иннервируют все органы без исключения, а часть из них имеет двойную или даже тройную иннервацию — симпатическую, парасимпатическую, метасимпатическую.

Помимо указанных имеются еще и сугубо морфологические отличия. Волокна автономной нервной системы в большинстве своем лишены миелиновой оболочки, тонкие, диаметр их не превышает 7 мкм, в то время как соматические эфферентные волокна толстые, миелинизированные, достигающие в диаметре 12-14 мкм. Отличия в строении связаны и с функциональными особенностями — скоростью проведения, хронаксией. По тонким автономным волокнам возбуждение распространяется значительно медленнее, чем по толстым соматическим, и составляет соответственно 1-3 и 70-120 м/с. Для вызова ответной реакции автономной нервной системы необходимо применять значительно большую силу раздражения, так как ее волокна характеризуются большим рефрактерным периодом и большей хронаксией.

Литература:

1. Иваницкий, М.Ф. Анатомия человека (с основами динамической и спортивной морфологии): учебник для высших учеб. заведений физ. культуры / ред.: Б.А. Никитюк, ред.: А.А. Гладышева, ред.: Ф.В. Судзиловский, М.Ф. Иваницкий. - 9-е изд. - М.: Человек, 2016. - 624 с.

2. Иваницкий, М.Ф. Анатомия человека [Электронный ресурс]: учебник для высших учеб. заведений физ. культуры / ред.: Б.А. Никитюк, ред.: А.А. Гладышева, ред.: Ф.В. Судзиловский, М.Ф. Иваницкий. - 14-е изд. - М.: Спорт, 2014. - 624 с.- Режим доступа: [https:// lib.rucont.ru /efd/641133](https://lib.rucont.ru/efd/641133)

3. Билич, Г.Л. Анатомия человека: Медицинский атлас / Г.Л. Билич, В.А. Крыжановский. — М.: Эксмо, 2016. — 224 с.