

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет естественных наук

Кафедра физиологии

АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА

Л. А. Обухова

Автономная иннервация органов

Учебно-методическое пособие

Новосибирск
2020

УДК 611.803

ББК 28.706.991

О26

Обухова Л.А. Автономная иннервация органов: учебно-методическое пособие / Новосибирский государственный университет. Новосибирск, 2020. 34 с.

Настоящее учебно-методическое пособие составлено в соответствии с учебной программой дисциплины «Анатомия», содержит сведения об автономной иннервации органов: глаза, слезной и слюнных желез, сердца, органов дыхательной и пищеварительной систем, тазовых органов. Для каждого органа указаны сегментарные центры автономной иннервации, локализация периферических автономных узлов, описан ход преганглионарных и постганглионарных волокон, эффекты симпатической и парасимпатической иннервации. Описание всех структур дано в соответствии с действующей Международной анатомической терминологией (Рим, 1999 г.).

Пособие предназначено для обучающихся на биологическом отделении ФЕН НГУ бакалавров и магистрантов.

Оглавление

Введение	4
Автономная иннервация глаза	8
Автономная иннервация слезной железы	10
Автономная иннервация слюнных желез	11
Автономная иннервация органов дыхательной системы	14
Автономная иннервация сердца	17
Автономная иннервация органов пищеварительной системы	20
Автономная иннервация тазовых органов	32
Список литературы	34

Введение

По функциональному признаку нервную систему делят на **соматическую** (от греческого *soma* – тело) и **висцеральную** (от греческого *viscera* – внутренности).

Соматическая часть нервной системы иннервирует скелетные мышцы, отвечающие за произвольные двигательные функции, кожу и специализированные органы чувств, отвечающие за получение чувствительной информации, главным образом, из внешней среды. Деятельность соматической нервной системы, как правило, контролируется сознанием.

Висцеральная часть нервной системы иннервирует гладкие мышцы внутренних органов и кровеносных сосудов, сердечную мышцу, железы. Она регулирует работу сердечно-сосудистой, пищеварительной, дыхательной, мочевой, половых систем. Деятельность висцеральной нервной системы, как правило, не контролируется сознанием.

Терминология. Французский врач и анатом К.-М. Биша (1771-1802) называл соматическую нервную систему **анимальной**, свойственной животным, а висцеральную – **вегетативной**, свойственной животным и растениям, и регулирующей процессы дыхания, пищеварения, выделения, размножения, циркуляции жидкостей. Английский физиолог Д. Лэнгли (1852-1925) предложил название – «автономная нервная система», этот термин используется в римской анатомической номенклатуре. Однако в учебной и научной литературе в настоящее время используют оба названия: **вегетативная** и **автономная** нервная система.

В **автономной нервной системе** выделяют три части: **симпатическую, парасимпатическую** и **энтеральную (метасимпатическую)**. Каждая часть имеет анатомические и функциональные особенности. Симпатическая часть автономной нервной системы иннервирует все внутренние органы и кровеносные сосуды в них, у нее также есть объекты иннервации в соматической части тела: в коже – кровеносные сосуды, потовые железы, мышцы волосяных фолликулов, в скелетных мышцах – кровеносные сосуды. Парасимпатическая часть автономной нервной системы иннервирует все висцеральные структуры в области головы и все внутренние органы в полостях тела; но парасимпатической иннервации нет в коже, скелетных мышцах, у большинства кровеносных сосудов, мозгового вещества надпочечников. К метасимпатической (энтеральной) нервной системе относят интрамуральные сплетения, прежде всего, в стенке желудочно-кишечного тракта (название «энтеральная» происходит от греческого названия *enteron* – кишка).

Автономная нервная система состоит из **центрального** и **периферического** отделов. **Центральный отдел** включает **надсегментарные** (высшие) и **сегментарные**

центры. Надсегментарные центры являются общими не только для симпатического и парасимпатического отделов автономной системы, но и для соматической части нервной системы. К ним относят гипоталамус, ретикулярную формацию, мозжечок, серое вещество водопровода, лимбическую систему, кору полушарий большого мозга.

Сегментарные центры делят на **симпатические** и **парасимпатические**.

Сегментарный центр симпатической нервной системы находится в тораколумбальном отделе спинного мозга (Th 1-12, L 1-3), в **промежуточно-латеральном ядре** (*nucleus intermediolateralis*), расположенном в боковых рогах серого вещества.

Сегментарных центров парасимпатической нервной системы несколько, часть из них находится в стволе головного мозга, часть – в спинном мозге. В **среднем мозге** расположено вегетативное парасимпатическое ядро глазодвигательного нерва (III пара) – **добавочное ядро глазодвигательного нерва (Якубовича – Вестфала – Эдингера)** (*nucleus accessorius nervi oculomotorii*). В **мосте мозга** расположено **верхнее слюноотделительное ядро** (*nucleus salivatorius superior*) – парасимпатическое ядро лицевого (промежуточного) нерва (VII пара). В продолговатом мозге расположены: **нижнее слюноотделительное ядро** (*nucleus salivatorius inferior*) – парасимпатическое ядро языкоглоточного нерва (IX пара) и **дорзальное ядро блуждающего нерва** (*nucleus dorsalis nervi vagi*) – парасимпатическое ядро блуждающего нерва (X пара). В трех крестцовых сегментах (S₂ – S₄) спинного мозга в промежуточном сером веществе находятся **крестцовые парасимпатические ядра (Онуфровича)** (*nuclei parasymphici sacrales*).

Периферический отдел автономной нервной системы включает вегетативные узлы (симпатические и парасимпатические), вегетативные волокна, нервы, сплетения.

Характерной анатомической особенностью автономной нервной системы является двухнейронный эфферентный путь. **Первый нейрон** располагается в **сегментарном центре** (в одном из вышеперечисленных ядер), **второй нейрон** – в **периферическом узле (ганглии)**. В связи с этим первый нейрон называют **преганглионарным нейроном**, а его аксоны – **преганглионарными волокнами**. Второй нейрон называют **ганглионарным**, или **постганглионарным**, а его аксоны – **постганглионарными волокнами**. Преганглионарные волокна миелиновые (тип В), постганглионарные – безмиелиновые (тип С).

В симпатической нервной системе выделяют две основные группы периферических узлов – **паравerteбральные**, образующие цепочку к каждой стороны позвоночного

столба – **симпатический ствол**, и **превертебральные** – расположенные спереди от позвоночного столба, на брюшной аорте.

В **симпатическом стволе** выделяют пять отделов: шейный (3 узла), грудной (10 – 12 узлов), поясничный (4 – 5 узлов), крестцовый (4 узла), копчиковый (1 непарный узел). Все узлы симпатического ствола соединены между собой в продольном направлении межузловыми волокнами.

Во все грудные узлы и 2-3 верхних поясничных узла от соответствующих спинномозговых нервов входит **белая соединительная ветвь**. Через нее к узлу подходят **преганглионарные симпатические волокна**, являющиеся аксонами преганглионарных симпатических нейронов, расположенных в **промежуточно-латеральном ядре** всех грудных и двух-трех поясничных сегментов спинного мозга (они покрыты миелиновой оболочкой и имеют белый цвет). Спинномозговые нервы, связанные с сегментами, в которых нет преганглионарных симпатических нейронов, не имеют и белых ветвей.

Из узлов симпатического ствола выходит 4 типа ветвей:

1. **серые соединительные ветви** к спинномозговым нервам, через них проходят постганглионарные симпатические волокна, которые затем распределяются с ветвями спинномозговых нервов в соматической части тела: в коже (для иннервации кровеносных сосудов, потовых желез, мышц волосяных фолликулов) и в скелетных мышцах (для иннервации кровеносных сосудов); серые соединительные ветви состоят из безмиелиновых волокон и имеют серый цвет);
2. симпатические нервы к кровеносным сосудам;
3. симпатические нервы к внутренним органам;
4. симпатические внутренностные нервы к вегетативным сплетениям брюшной полости и таза.

Превертебральные симпатические узлы являются узлами вегетативных сплетений и включают: **два чревных узла** (*ganglia coeliaca*) (расположены у места отхождения от брюшной аорты чревного ствола), **два аорто-почечных узла** (*ganglia aorticorenalia*) (у места отхождения от брюшной аорты почечных артерий), **один верхний брыжеечный узел** (*ganglion mesentericum superius*) (у места отхождения от брюшной аорты верхней брыжеечной артерии), **один нижний брыжеечный узел** (*ganglion mesentericum inferius*) (у места отхождения от брюшной аорты нижней брыжеечной артерии).

Таким образом, симпатические узлы расположены близко к центральной нервной системе (паравертебрально и превертебрально), а иннервируемый орган

может находиться на большом расстоянии от них, поэтому преганглионарные симпатические волокна короткие, а постганглионарные – длинные.

Парасимпатические узлы в области головы связаны с тремя черепными нервами, имеющими в своем составе преганглионарные парасимпатические волокна и вегетативные парасимпатические ядра:

1. с **добавочным ядром глазодвигательного нерва** (III пара) связан **ресничный узел** (*ganglion ciliare*);
2. с **верхним слюноотделительным ядром** лицевого (промежуточного нерва) (VII пара) связаны **крыловидно-небный** (*ganglion pterygopalatinum*), **поднижнечелюстной** (*ganglion submandibulare*) и **подъязычный** (*ganglion sublinguale*) узлы;
3. с **нижним слюноотделительным ядром** языкоглоточного нерва (IX пара) связан **ушной узел** (*ganglion oticum*);
4. с **дорзальным ядром блуждающего нерва** связано множество **интрамуральных узлов**, расположенных в стенке иннервируемых этим нервом органов грудной и брюшной полостей;
5. с **крестцовыми парасимпатическими ядрами** связано множество интрамуральных **тазовых узлов** (*ganglia pelvica*), расположенных в стенке тазовых органов.

Таким образом, парасимпатические узлы расположены рядом с иннервируемыми органами, но далеко от центральной нервной системы, поэтому преганглионарные парасимпатические волокна длинные, а постганглионарные – короткие.

Афферентные висцеральные волокна имеются как в парасимпатических, так и в симпатических нервах, но, как правило, по парасимпатическими афферентным волокнам проводится безвредная (физиологическая) чувствительность, а по симпатическим – ноцицептивная (болевая).

Для успешного изучения темы необходимо повторить топографию черепа – отверстия и каналы для прохождения нервов, анатомию черепных и спинномозговых нервов, артерии большого круга кровообращения, служащие «проводниками» вегетативных волокон к органам.

Автономная иннервация глаза

Объекты автономной иннервации

1. Мышцы:

- 1) *m. sphincter pupillae* (мышца, суживающая зрачок);
- 2) *m. ciliaris* (ресничная мышца);
- 3) *m. dilatator pupillae* (мышца, расширяющая зрачок);
- 4) *m. tarsalis* (мышца хряща века, мышца Мюллера);

2. Кровеносные сосуды

Парасимпатическая иннервация

Объекты парасимпатической иннервации:

1. *m. sphincter pupillae* (мышца, суживающая зрачок) – сокращение;
2. *m. ciliaris* (ресничная мышца) – сокращение.

Преганглионарные парасимпатические нейроны находятся в **добавочном ядре глазодвигательного нерва** *nucleus accessorius n. oculomotorii* (Якубовича-Вестфалья-Эдингера), расположенного в среднем мозге на уровне верхних холмиков пластинки четверохолмия в сером веществе водопровода.

Преганглионарные парасимпатические волокна идут в составе **глазодвигательного нерва** (*n. oculomotorius*), в пределах глазницы они проходят в его нижней ветви, затем в составе **парасимпатического корешка** (*radix parasymphathica ganglii ciliaris*) входят в **ресничный узел** (*g. ciliare*), расположенный между зрительным нервом и латеральной прямой мышцей глазного яблока. В ресничном узле преганглионарные волокна образуют синапсы с ганглионарными нейронами.

Постганглионарные парасимпатические волокна (аксоны ганглионарных нейронов) выходят из ганглия в виде **коротких ресничных нервов** (*nn. ciliares breves*), входят в глазное яблоко, иннервируют **мышцу, суживающую зрачок** (*m. sphincter pupillae*), и **ресничную мышцу** (*m. ciliaris*).

Эффекты парасимпатической иннервации:

1. сужение зрачка
2. аккомодация хрусталика (при взгляде на близкое расстояние ресничная мышца сокращается, при этом ослабевают натяжение волокон Цинновой связки, хрусталик под влиянием собственной эластичности приобретает более выпуклую форму, его преломляющая способность увеличивается, близкорасположенные объекты фокусируются на сетчатке).

Симпатическая иннервация

Объекты симпатической иннервации: все внутренние мышцы глаза (*m. dilatator pupillae*, *m. sphincter pupillae*, *m. ciliaris*) и мышца хряща века (*m. tarsalis*).

Преганглионарные симпатические нейроны находятся в **промежуточно-латеральном ядре** (*nucleus intermediolateralis*) спинного мозга (сегменты C8-Th2 – *centrum ciliospinale*).

Преганглионарные симпатические волокна идут сначала в составе передних корешков, спинномозговых нервов, затем через **белые соединительные ветви** (*rr. communicantes albi*), входят в симпатический ствол, по межузловым ветвям (*rr. interganglionares*) поднимаются к **верхнему шейному узлу** (*ganglion cervicale superius*), где образуют синапсы с **ганглионарными нейронами**.

Постганглионарные симпатические волокна идут в составе **внутреннего сонного нерва** (*n. caroticus internus*), который отходит от верхнего шейного узла и образует сплетение вокруг внутренней сонной артерии (*plexus caroticus internus*). Внутреннее сонное сплетение распространяется вдоль ветвей внутренней сонной артерии. В глазницу постганглионарные симпатические волокна проникают в виде периартериального сплетения глазной артерии (*plexus ophthalmicus*). От *plexus ophthalmicus* постганглионарные симпатические волокна доходят до глаза двумя путями:

1) через **симпатический корешок ресничного узла** (*radix sympathica ganglii ciliaris*) они проникают в ресничный узел, проходят через него транзитно, присоединяются к **коротким ресничным нервам** (*nn. ciliares breves*), в их составе входят в глазное яблоко;

2) часть постганглионарных симпатических волокон присоединяется к **носоресничному нерву** (*n. nasociliaris*) (ветвь V пары), затем в составе его ветвей – **длинных ресничных нервов** (*nn. ciliares longi*) – входит в глазное яблоко.

В глазном яблоке постганглионарные симпатические волокна иннервируют все гладкие мышцы и кровеносные сосуды.

Эффекты симпатической иннервации:

1. сокращение мышцы, расширяющей зрачок (*m. dilatator pupillae*) (через α -адренорецепторы мышечных волокон);
2. расслабление мышцы, суживающей зрачок (*m. sphincter pupillae*), и ресничной мышцы (*m. ciliaris*) (через β 2-адренорецепторы мышечных волокон);
3. сокращение мышцы хряща верхнего века помогает произвольным мышцам удерживать глаз открытым;
4. сужение кровеносных сосудов.

Сокращение мышцы, расширяющей зрачок, расслабление ресничной мышцы и мышцы, суживающей зрачок, под влиянием симпатической иннервации являются важным механизмом **аккомодации для дали**.

С другой стороны, повышенная активность симпатической системы (например, при стрессе) может затруднять процесс аккомодации для ближнего видения.

Автономная иннервация слезной железы

Слезная железа получает парасимпатическую и симпатическую иннервацию.

Парасимпатическая иннервация

Объекты парасимпатической иннервации: секреторные клетки слезной железы.

Преганглионарные парасимпатические нейроны находятся в **верхнем слюноотделительном ядре** (*nucleus salivatorius superior*), которое располагается в крышке моста мозга.

Преганглионарные парасимпатические волокна идут в составе **лицевого нерва** (*n. facialis*), а точнее, в той его части, которую называют **промежуточным нервом** (*n. intermedius*), в области колена канала лицевого нерва от промежуточного нерва отходит **большой каменистый нерв** (*n. petrosus major*), и преганглионарные парасимпатические волокна для слезной железы далее идут в нем. Когда большой каменистый нерв выходит в область рваного отверстия к нему присоединяется симпатический **глубокий каменистый нерв** (*n. petrosus profundus*), берущий начало от симпатического сплетения вокруг внутренней сонной артерии, вместе они образуют **Видиев нерв**, или **нерв крыловидного канала** (*n. canalis pterygoidei*), который проникает (через крыловидный канал) в крыловидно-небную ямку, где располагается вегетативный парасимпатический **крыловидно-небный узел** (*ganglion pterygopalatinum*). Симпатические волокна глубокого каменистого нерва проходят через узел транзитно, а преганглионарные парасимпатические волокна большого каменистого нерва образуют синапсы (переключаются) с его нейронами.

(Пост)ганглионарные парасимпатические нейроны расположены в **крыловидно-небном узле** (*ganglion pterygopalatinum*).

Постганглионарные парасимпатические волокна сначала присоединяются к **скуловому нерву** (*n. zygomaticus*), который направляется из крыловидно-небной ямки в глазницу через нижнюю глазничную щель. В глазнице постганглионарные волокна из скулового нерва по **соединительной ветви** переходят в **слезный нерв** (*n. lacrimalis*) и в его составе достигают слезной железы.

Эффект парасимпатической иннервации: усиление секреции.

Симпатическая иннервация

Преганглионарные симпатические нейроны находятся в **промежаточно-латеральном ядре** (*n. intermediolateralis*) на уровне Th1-2 сегментов спинного мозга

Преганглионарные симпатические волокна вначале идут в составе передних корешков спинномозговых нервов, затем через белые соединительные ветви (*rr. communicantes albi*) входят в симпатический ствол, в симпатическом стволе они, не переключаясь, следуют через межузловые волокна (*rr. interganglionares*) к верхнему шейному узлу (*g. cervicale superior*).

(Пост)ганглионарные симпатические нейроны расположены в **верхнем шейном узле** симпатического ствола. Здесь преганглионарные симпатические волокна образуют синапсы с ними (переключаются).

Постганглионарные симпатические волокна из **верхнего шейного узла** выходят в составе **внутреннего сонного нерва** (*n. caroticus internus*), который образует вокруг внутренней сонной артерии сплетение (*plexus caroticus internus*). В области рваного отверстия от внутреннего сонного сплетения отходит **глубокий каменистый нерв** (*n. petrosus profundus*), который соединяется с парасимпатическим **большим каменистым нервом** (*n. petrosus major*), вместе они образуют Видиев нерв, который из рваного отверстия проходит через крыловидный канал в крыловидно-небную ямку к крыловидно-небному узлу (*ganglion pterygopalatinum*). Симпатические постганглионарные волокна транзитно проходят через крыловидно-небный узел, и далее идут к слезной железе вместе с постганглионарными парасимпатическими волокнами (*n. zygomaticus*→соединительная ветвь→*n. lacrimalis*→слезная железа).

Эффекты симпатической иннервации: регуляция кровотока, модуляция секреции.

Автономная иннервация слюнных желез

Все слюнные железы получают парасимпатическую и симпатическую иннервацию.

Поднижнечелюстная и подъязычная слюнные железы

Парасимпатическая иннервация

Объекты парасимпатической иннервации – секреторные клетки слюнных желез.

Преганглионарные парасимпатические нейроны находятся в **верхнем слюноотделительном ядре** (*nucleus salivatorius superior*), расположенном в покрышке моста мозга.

Преганглионарные парасимпатические волокна идут в составе **лицевого нерва** (*n. facialis*), точнее, **промежточного нерва** (*n. intermedius*), в области колена канала

лицевого нерва от промежуточного нерва отделяется ветвь – **барабанная струна** (*chorda tympani*), и преганглионарные парасимпатические волокна для поднижнечелюстной и подъязычной слюнных желез далее идут в ней. Барабанная струна выходит из височной кости через Глазерову щель, присоединяется к чувствительному **язычному нерву** (*n. lingualis*) (ветвь V пары) и доходит в его составе до парасимпатического **поднижнечелюстного узла** (*ganglion submandibulare*).

(Пост)ганглионарные парасимпатические нейроны для поднижнечелюстной и подъязычной слюнных желез находятся в **поднижнечелюстном узле** (*ganglion submandibulare*), который располагается между язычным нервом и глубокой частью поднижнечелюстной слюнной железы; у **подъязычной слюнной железы** иногда имеется собственный – **подъязычный узел** (*ganglion sublinguale*).

Постганглионарные волокна в виде **узловых ветвей** (*rr. ganglionares*) поднижнечелюстного и подъязычного узлов доходят до поднижнечелюстной и подъязычной слюнных желез.

Эффекты парасимпатической иннервации: усиление секреции.

Симпатическая иннервация

Преганглионарные симпатические нейроны находятся в промежуточно-латеральном ядре (*n. intermediolateralis*) на уровне Th1-2 сегментов спинного мозга

Преганглионарные симпатические волокна идут в передних корешках спинномозговых нервов, затем в составе **белых соединительных ветвей** (*rr. communicantes albi*), входят в симпатический ствол, где они, не переключаясь, следуют через **межузловые волокна** (*rr. interganglionares*) к **верхнему шейному узлу** (*g. cervicale superius*).

(Пост)ганглионарные симпатические нейроны расположены в **верхнем шейном узле** симпатического ствола. Здесь преганглионарные симпатические волокна образуют с ними синапсы (переключаются).

Постганглионарные симпатические волокна отходят от верхнего шейного узла в составе **наружного сонного нерва** (*n. caroticus externus*), который образует **сплетение** вокруг **наружной сонной артерии** (*plexus caroticus externus*). От наружного сонного сплетения отходят дочерние сплетения по ходу ветвей наружной сонной артерии. До поднижнечелюстной слюнной железы постганглионарные симпатические волокна доходят вместе с ветвями **лицевой артерии** (*a. facialis*), до подъязычной слюнной железы – с ветвями **язычной артерии** (*a. lingualis*).

Эффекты симпатической иннервации: регуляция кровотока, модуляция секреции.

Околоушная слюнная железа

Парасимпатическая иннервация

Преганглионарные парасимпатические нейроны находятся в **нижнем слюноотделительном ядре** (*nucleus salivatorius inferior*), расположенном в покрывке продолговатого мозга.

Преганглионарные парасимпатические волокна идут сначала в составе **языкоглоточного нерва**, затем в его ветви – **барабанном нерве** (*n. tympanicus*). Барабанный нерв через **барабанный каналец** (*canaliculus tympanicus*) проникает в барабанную полость. Входное отверстие барабанного каналца – его нижняя апертура (*apertura inferior canaliculi tympanici*) – находится на нижней поверхности пирамиды височной кости в глубине **каменистой ямочки** (*fossula petrosa*). В барабанной полости нерв образует **барабанное сплетение** (*plexus tympanicus*), из которого преганглионарные парасимпатические волокна выходят уже в виде **малого каменистого нерва** (*n. tympanicus minor*). Малый каменистый нерв выходит из полости черепа в подвисочную ямку через **безымянный каналец Арнольда** и входит в **ушной узел** (*ganglion oticum*), расположенный ниже овального отверстия.

(Пост)ганглионарные парасимпатические нейроны находятся в **ушном узле** (*ganglion oticum*). Преганглионарные парасимпатические волокна переключаются на нейронах этого узла.

Постганглионарные парасимпатические волокна выходят из узла, присоединяются к **ушно-височному нерву** (*n. auriculotemporalis*) (ветвь V пары), вместе с его ветвями входят в околоушную слюнную железу.

Эффекты парасимпатической иннервации: усиление секреции.

Симпатическая иннервация

Преганглионарные симпатические нейроны находятся в **промежуточно-латеральном ядре** (*n. intermediolateralis*) на уровне Th1-2 сегментов спинного мозга

Преганглионарные симпатические волокна идут в передних корешках спинномозговых нервов, затем в составе **белых соединительных ветвей** (*rr. communicantes albi*) входят в симпатический ствол, в симпатическом стволе они, не переключаясь на своем уровне, следуют через **межузловые волокна** (*rr. interganglionares*) к **верхнему шейному узлу** (*g. cervicale superius*).

(Пост)ганглионарные симпатические нейроны расположены в **верхнем шейном узле** симпатического ствола. Здесь преганглионарные симпатические волокна образуют с ними синапсы (переключаются).

Постганглионарные симпатические волокна отходят от верхнего шейного узла в составе **наружного сонного нерва** (*n. caroticus externus*), который образует **сплетение** вокруг **наружной сонной артерии** (*plexus caroticus externus*). От наружного сонного сплетения отходят дочерние сплетения по ходу ветвей наружной сонной артерии. До околоушной слюнной железы постганглионарные симпатические волокна доходят вместе с ветвями **поверхностной височной артерии** (*a. temporalis superficialis*).

Эффекты симпатической иннервации: регуляция кровотока, модуляция секреции.

Автономная иннервация органов дыхательной системы

Железы слизистой оболочки полости носа, носоглотки, неба

Парасимпатическая иннервация

Преганглионарные парасимпатические нейроны находятся в **верхнем слюноотделительном ядре** (*nucleus salivatorius superior*), которое располагается в крышке моста мозга.

Преганглионарные парасимпатические волокна идут сначала в составе **лицевого (промежуточного) нерва** *n. facialis* (*n. intermedius*), затем в его ветви – **большом каменистом нерве** (*n. petrosus major*), после соединения большого каменистого нерва с глубоким каменистым нервом – в **нерве крыловидного канала** (Видиев нерв) (*n. canalis pterygoidei*) В крыловидно-небной ямке преганглионарные парасимпатические волокна подходят к **крыловидно-небному узлу** (*ganglion pterygopalatinum*) в составе **парасимпатического корешка** (*radix parasympatica*) и образуют синапсы с его нейронами.

(Пост)ганглионарные парасимпатические нейроны находятся в **крыловидно-небном узле** (*ganglion pterygopalatinum*).

Постганглионарные парасимпатические волокна, выйдя из узла, присоединяются к ветвям **верхнечелюстного нерва** (*n. maxillaris*) и доходят до желез слизистой оболочки полости носа через **задние носовые нервы** (*rr. nasales posteriores*), к железам слизистой оболочки носоглотки через **глочный нерв** (*n. pharyngeus*), к железам слизистой оболочки неба через **носонебный** и **большой небный нервы** (*n. nasopalatinus, n. palatinus major*).

Эффект парасимпатической иннервации: усиление секреции.

Симпатическая иннервация

Преганглионарные симпатические нейроны находятся в **промежуточно-латеральном ядре** (*n. intermediolateralis*) на уровне Th1-2 сегментов спинного мозга

Преганглионарные симпатические волокна идут в передних корешках, спинномозговых нервах, затем в составе **белых соединительных ветвей** (*rr. communicantes albi*) входят в верхние грудные узлы симпатического ствола, в симпатическом стволе они, не переключаясь, следуют через **межузловые волокна** (*rr. interganglionares*) к **верхнему шейному узлу** (*g. cervicale superius*).

(Пост)ганглионарные симпатические нейроны расположены в верхнем шейном узле симпатического ствола. Здесь преганглионарные симпатические волокна образуют с ними синапсы (переключаются).

Постганглионарные симпатические волокна идут в составе **наружного сонного нерва** (*n. caroticus externus*), образующего сплетение вокруг наружной сонной артерии и ее ветвей. К объектам своей иннервации постганглионарные симпатические волокна подходят в составе сплетений вокруг **верхнечелюстной артерии** (*a. maxillaris*) и ее ветвей (*a. sphenopalatina, a. palatina descendens*).

Эффекты симпатической иннервации: регуляция кровотока, модуляция секреции.

Гортань

Объектами автономной иннервации в гортани являются железы слизистой оболочки и кровеносные сосуды.

Парасимпатическая иннервация гортани

Преганглионарные парасимпатические нейроны находятся в **дорзальном ядре блуждающего нерва** (*nucleus dorsalis nervi vagi*), расположенном в продолговатом мозге.

Преганглионарные парасимпатические волокна идут в составе ветвей блуждающего нерва – **верхнего и возвратного гортанных нервов** (*n. laryngeus superior, n. laryngeus recurrens*).

Постганглионарные парасимпатические нейроны находятся в **терминальных (интрамуральных) узлах**.

Постганглионарные парасимпатические волокна иннервируют **гортанные железы** (*glandulae laryngeales*).

Эффекты парасимпатической иннервации: усиление секреции желез.

Симпатическая иннервация гортани

Преганглионарные симпатические нейроны находятся в **промежуточно-латеральном ядре** (*nucleus intermediolateralis*) верхних грудных сегментов спинного мозга.

Преганглионарные симпатические волокна идут в составе передних корешков спинномозговых нервов, затем короткое расстояние в стволе самого нерва, через белые соединительные ветви проникают в симпатический ствол, по межузловым волокнам поднимаются до верхнего и среднего шейных узлов и переключаются в них на **постганглионарные нейроны**.

Постганглионарные симпатические волокна выходят из верхнего и среднего шейных узлов симпатического ствола, достигают гортани с кровеносными сосудами.

Эффекты симпатической иннервации гортани: регуляция кровотока, угнетение секреции гортанных желез.

Трахея, бронхи, легкие

Трахею, бронхи, легкие и висцеральную плевру иннервируют висцеральные афферентные и эфферентные волокна **легочного сплетения** (*plexus pulmonalis*). Различают переднее и заднее легочные сплетения, они взаимосвязаны и располагаются соответственно на передней и задней поверхностях бифуркации трахеи и главных бронхов. Переднее сплетение меньше заднего.

Объекты автономной иннервации:

1. гладкая мускулатура трахеи и бронхов,
2. трахеальные и бронхиальные железы, бокаловидные клетки эпителиального слоя слизистой оболочки,
3. кровеносные сосуды (кровоток, проницаемость).

Легочное сплетение образовано **бронхиальными ветвями** (*rr. bronchiales*) блуждающего нерва и **легочными ветвями** (*rr. pulmonales*) симпатического ствола. Трахея получает иннервацию также из **возвратного гортанного нерва** (*n. laryngeus recurrens*).

Преганглионарные парасимпатические нейроны находятся в **дорзальном ядре блуждающего нерва** (*nucleus dorsalis nervi vagi*). Преганглионарные парасимпатические волокна идут в составе блуждающего нерва, затем в составе его бронхиальных ветвей. **Постганглионарные парасимпатические нейроны** находятся в мелких **терминальных (интрамуральных) ганглиях**, расположенных в стенке трахеобронхиального дерева.

Эффекты парасимпатической иннервации:

1. сужение бронхов,
2. усиление секреции слизи бронхиальными железами и бокаловидными клетками,
3. расширение кровеносных сосудов.

Преганглионарные симпатические нейроны находятся в **промежуточно-латеральном ядре** (*nucleus intermediolateralis*) верхних 4-5 грудных сегментов спинного мозга. **Преганглионарные симпатические волокна** проходят через передние корешки, спинномозговые нервы, белые соединительные ветви. **Постганглионарные симпатические нейроны** располагаются в 4-5 верхних грудных узлах симпатического ствола. **Постганглионарные симпатические волокна** в составе легочных ветвей этих узлов входят в легочное сплетение.

Эффекты симпатической иннервации:

1. расширение бронхов,
2. уменьшение секреции слизи,
3. сужение кровеносных сосудов.

Висцеральную плевру иннервируют **висцеральные афферентные волокна**. **Париетальную плевру** (реберную и периферическую диафрагмальную) иннервируют **межреберные нервы** (*nn. intercostales*), медиастинальную и центральную диафрагмальную плевру иннервирует **диафрагмальный нерв** (*n. phrenicus*). Раздражение плевры в первом случае приводит к возникновению отраженной боли в области 3 и 4 шейных дерматомов (нижняя часть шеи и верхняя часть плеча), во втором случае вызывает отраженные боли по ходу межреберных нервов в соответствующие участки грудной и брюшной стенок.

Автономная иннервация сердца

Автономная нервная система регулирует:

1. Частоту сердечных сокращений (хронотропный эффект).
2. Силу каждого сокращения (инотропный эффект).
3. Сердечный выброс (минутный объем).
4. Скорость атриовентрикулярного проведения (дромотропный эффект).
5. Тонус венечных сосудов.

Сердце получает симпатическую и парасимпатическую вегетативную иннервацию.

Влияния симпатической и парасимпатической иннервации на сердце

Симпатическая система	Парасимпатическая система
Увеличивает частоту сердечных сокращений	Уменьшает частоту сердечных сокращений
Увеличивает силу сокращений предсердий и желудочков	Уменьшает силу сокращений предсердий (влияние на желудочки выражено слабо)
Увеличивает предсердно-желудочковую проводимость	Уменьшает предсердно-желудочковую проводимость (вплоть до блокады или остановки сердца)
Расширяет венечные артерии	Вызывает спазм венечных артерий

Симпатическая иннервация сердца осуществляется из *nucleus intermediolateralis* четырех-пяти верхних грудных сегментов спинного мозга. Преганглионарные волокна идут в составе передних корешков, спинномозговых нервов, белых соединительных ветвей (*rr. communicantes albi*) к верхним 4-5 грудным узлам симпатического ствола и переключаются в них; часть преганглионарных волокон проходит через грудные узлы транзитно и идет в составе *rr. interganglionares* к трем шейным узлам и переключается в них. Постганглионарные волокна отходят от шейных и верхних грудных узлов симпатического ствола в виде шейных и грудных сердечных нервов, которые принимают участие в формировании **сердечного сплетения** (*plexus cardiacus*).

От шейных узлов отходят:

1. **верхний шейный сердечный нерв** (*n. cardiacus cervicalis superior*),
2. **средний шейный сердечный нерв** (*n. cardiacus cervicalis medius*),
3. **нижний шейный сердечный нерв** (*n. cardiacus cervicalis inferior*) нерв Павлова.

От грудных узлов отходят **грудные сердечные нервы** (*nn. cardiaci thoracici*).

Парасимпатическая иннервация сердца осуществляется из **дорзального ядра блуждающего нерва** (*nucleus dorsalis nervi vagi*). Преганглионарные волокна подходят к сердечным сплетениям с ветвями блуждающего нерва – *rr. cardiaci cervicales superiores et inferiores*, *rr. cardiaci thoracici*. **Околоорганные парасимпатические узлы** располагаются в сердечном сплетении. Внутриорганные вегетативные узлы у человека располагаются только в предсердиях и в межпредсердной перегородке, наиболее многочисленны они в субэпикардальной соединительной ткани вблизи от узлов проводящей системы сердца. **Постганглионарные волокна** достигают объектов иннервации в составе смешанных ветвей сердечного сплетения.

Волокна правого блуждающего нерва иннервируют преимущественно правое предсердие и синусно-предсердный узел, волокна левого блуждающего нерва – преимущественно предсердно-желудочковый узел. Вследствие этого правый блуждающий

нерв влияет преимущественно на частоту сердечных сокращений, левый – на предсердно-желудочковую проводимость.

Вегетативные нервы образуют смешанное **сердечное сплетение (*plexus cardiacus*)**, которое состоит из поверхностной и глубокой частей.

Поверхностная часть сердечного сплетения расположена под дугой аорты и на передней поверхности правой легочной артерии. Она образована сердечной ветвью **левого верхнего шейного симпатического узла** и **нижней шейной сердечной ветвью левого блуждающего нерва**. В этой части сплетения обычно имеется небольшой сердечный узел, расположенный между дугой аорты и *lig. arteriosum*.

Поверхностная часть сплетения связана с его глубокой частью.

Глубокая часть сердечного сплетения расположена между бифуркацией трахеи (сзади), дугой аорты (спереди) и местом разделения легочного ствола (снизу). Она образована сердечными ветвями шейных и верхних грудных узлов симпатического ствола и блуждающего нерва (кроме тех, что образуют поверхностную часть сплетения).

Поверхностная и глубокая части сердечного сплетения продолжают в правое и левой **венечные сплетения**, сопровождающие одноименные артерии, и иннервирующие предсердия и желудочки. **Предсердные сплетения** являются производными от венечных сплетений, их волокна распределяются в соответствующих предсердиях, перекрывая зоны иннервации венечных сплетений.

Висцеральные афферентные волокна также являются компонентом сердечных сплетений.

Афферентные волокна, связанные с блуждающим нервом, воспринимают изменения артериального давления и химического состава крови, образуя, таким образом, афферентное звено сердечных рефлексов.

Афферентные волокна, связанные с симпатическими нервами, передают боль, которая возникает при повреждении ткани (например, при ишемии). Боль может быть отраженной, воспринимается как диффузная боль в области 1-4 грудных дерматомов. Афферентных волокон нет в верхнем шейном сердечном нерве.

От сплетений к сердцу подходят смешанные ветви. Плотность холинергических и адренергических волокон наиболее велика в области узлов проводящей системы сердца, значительно меньшее количество волокон иннервирует миокард предсердий и желудочков. Адренергические волокна снабжают также венечные артерии и сердечные вены. Богатые сплетения нервных волокон, содержащие холинэстеразу, адренергические трансмиттеры и пептиды (нейропептид Y) имеются в субэндокардиальном слое всех камер сердца и створок клапанов.

Автономная иннервация органов пищеварительной системы

Глотка

Двигательную (соматическую и автономную) и чувствительную иннервацию глотка получает из **глоточного сплетения** (*plexus pharyngeus*). Глоточное сплетение образуют **глоточные ветви** (*rr. pharyngei*) языкоглоточного нерва, **глоточная ветвь** (*r. pharyngeus*) блуждающего нерва и **гортанно-глоточные ветви** (*rr. laryngopharyngei*) верхнего шейного узла симпатического ствола. Сплетение располагается на наружной поверхности глотки, главным образом в области среднего констриктора.

Мышцы глотки (поперечно-полосатые, произвольные) получают соматическую двигательную иннервацию. Языкоглоточный нерв иннервирует одну мышцу глотки – шилоглоточную. Блуждающий нерв иннервирует все мышцы мягкого неба (за исключением *m. tensor veli palatini*, которую иннервирует тройничный нерв) и все констрикторы глотки. Тела соматических двигательных нейронов находятся в **двойном ядре** (*nucleus ambiguus*), общем для языкоглоточного и блуждающего нервов.

Глоточные железы (*glandulae pharyngeales*) получают парасимпатическую секретомоторную иннервацию от блуждающего нерва. Тела **преганглионарных нейронов** находятся в **дорзальном ядре блуждающего нерва**, **преганглионарные парасимпатические волокна** подходят к глоточному сплетению в составе глоточной ветви блуждающего нерва. Переключение на **постганглионарные парасимпатические волокна** происходит в мелких **терминальных** (интрамуральных) узлах. **Эффект парасимпатической иннервации** – усиление секреции глоточных желез.

Симпатические постганглионарные волокна подходят к глоточному сплетению от **верхнего шейного узла** симпатического ствола. **Эффекты симпатической иннервации** – регуляция кровотока, угнетение секреции глоточных желез.

Глоточное сплетение содержит соматические и висцеральные **афферентные волокна**.

Соматические афферентные волокна (идут в составе языкоглоточного нерва) проводят общую чувствительность от задней трети языка. Тела псевдоуниполярных чувствительных нейронов находятся в верхнем узле языкоглоточного нерва, центральные отростки заканчиваются в **спинномозговом ядре тройничного нерва**.

Висцеральные афферентные волокна проводят общую чувствительность от слизистой оболочки ротоглотки (идут в составе языкоглоточного и блуждающего нервов) и вкусовую чувствительность от задней трети языка (языкоглоточный нерв) и вкусовых луковиц, расположенных в слизистой оболочке надгортанного хряща и задней стенки глотки (блуждающий нерв). Тела псевдоуниполярных висцеральных чувствительных

нейронов находятся нижних узлах языкоглоточного и блуждающего нервов, центральные отростки заканчиваются в **ядре одиночного пути** – главном центре висцеральной чувствительности в стволе головного мозга.

Пищевод

Поперечно-полосатые мышечные волокна верхней трети пищевода (в том числе, верхний пищеводный сфинктер) получают соматическую двигательную иннервацию от блуждающего нерва. В его **двойном ядре** находятся тела **соматических двигательных нейронов**, аксоны которых подходят к пищеводу в составе **пищеводных ветвей** (*rr. oesophageales*) возвратного гортанного нерва.

Гладкие мышечные волокна грудного и брюшного отделов пищевода получают парасимпатическую иннервацию. **Преганглионарные парасимпатические нейроны** находятся в **дорзальном ядре блуждающего нерва**. **Преганглионарные парасимпатические волокна** идут в составе блуждающего нерва. Правый и левый блуждающие нервы образуют **пищеводное сплетение** (*plexus oesophagealis*) вокруг пищевода. **Постганглионарные парасимпатические нейроны** располагаются в **терминальных (интрамуральных) узлах**, находящихся в стенке пищевода. **Постганглионарные парасимпатические волокна** иннервируют гладкие мышечные волокна и железы пищевода. Брюшной отдел пищевода получает парасимпатическую иннервацию также от *trunci vagales*. **Эффекты парасимпатической иннервации** – усиление секреции желез, усиление перистальтики, сокращение нижнего пищеводного сфинктера (расслабление сфинктера происходит при выделении оксида азота и вазоинтестинального пептида нейронами **мышечно-кишечного (Ауэрбаха) сплетения**).

Преганглионарные симпатические нейроны находятся в **промежуточно-латеральном ядре 1–6 грудных сегментов спинного мозга**.

Преганглионарные симпатические волокна идут через передние корешки спинномозговых нервов, через белые соединительные ветви к узлам симпатического ствола.

Постганглионарные симпатические нейроны располагаются в **среднем шейном, шейно-грудном (звездчатом) и в шести верхних грудных узлах** симпатического ствола.

Постганглионарные симпатические волокна из среднего шейного и звездчатого узлов достигают шейной части пищевода по ходу ветвей нижней щитовидной артерии. От грудных узлов идут к пищеводу непосредственно в виде **пищеводных ветвей** (*rr. oesophageales*). Часть волокон достигает пищевода через **чревное сплетение** (*plexus coeliacus*). В этом случае преганглионарные симпатические волокна идут в составе

большого внутренностного нерва (*n. splanchnicus major*), переключаются на постганглионарные волокна в **чревных узлах** (*ganglia coeliaca*) и затем подходят к пищеводу. **Эффекты симпатической иннервации** – регуляция кровотока.

В составе пищеводного сплетения проходят **афферентные висцеральные волокна**. **Общую** (физиологическую) **чувствительность** проводят чувствительные волокна в составе блуждающего нерва. Тела псевдоуниполярных висцеральных чувствительных нейронов находятся в **нижнем узле** (*ganglion inferius*) **блуждающего нерва**, центральные отростки их оканчиваются в **ядре одиночного пути**.

Болевую чувствительность проводят висцеральные чувствительные волокна в составе **симпатических нервов**, они входят в спинной мозг на уровне 1-5 грудных сегментов, поскольку эти же сегменты получают афферентные волокна от сердца, иногда сложно дифференцировать боль от сердца и от пищевода.

Желудок

Желудок имеет парасимпатическую и симпатическую иннервацию.

Парасимпатическую иннервацию получает от **блуждающего нерва**. **Преганглионарные парасимпатические нейроны** находятся в дорзальном ядре блуждающего нерва. **Преганглионарные парасимпатические волокна** идут в составе правого и левого блуждающих нервов, которые в грудной полости образуют сплетение вокруг пищевода. Из **пищеводного сплетения** выходят **передний и задний блуждающие стволы** (*trunci vagales anterior et posterior*), каждый ствол содержит волокна правого и левого блуждающих нервов, но в переднем больше от левого, а в заднем – от правого.

Передний ствол отдает:

1. передние желудочные ветви (*rr. gastrici anteriores*) к передней стенке желудка;
2. передний нерв малой кривизны (*n. curvaturae minoris anterior*);
3. привратниковую ветвь (*r. pyloricus*),
4. печеночные ветви (*rr. hepatici*);

Задний ствол отдает:

1. задние желудочные ветви (*rr. gastrici posteriores*) к задней стенке желудка;
2. задний нерв малой кривизны, (*n. curvaturae minoris posterior*);
3. чревные ветви (*rr. coeliaci*), идущие к чревному сплетению;
4. почечные ветви (*rr. renales*).

Преганглионарные волокна переднего и заднего стволов переключаются на постганглионарные в стенке желудка – в **терминальных** (интрамуральных) **узлах подслизистого** (Мейсснера) и **мышечно-кишечного** (Ауэрбаха) сплетений.

Эффекты парасимпатической иннервации:

1. стимуляция секреторной активности желез желудка;
2. усиление перистальтики;
3. координированное расслабление пилорического сфинктера при опорожнении желудка (сокращение пилорического сфинктера обеспечивает симпатическая иннервация);
4. афферентные волокна проводят общую висцеральную чувствительность (тела псевдоуниполярных висцеральных чувствительных нейронов находятся в нижнем узле блуждающего нерва, центральные отростки их подходят к ядру одиночного пути).

Преганглионарные симпатические нейроны находятся в промежуточно-латеральном ядре (5)6–12 грудных сегментов спинного мозга. **Преганглионарные симпатические волокна** идут в составе **большого и малого внутренностных нервов** (*nn splanchnici major et minor*) и заканчиваются (переключаются) в узлах **чревного сплетения** (*plexus coeliacus*), расположенного на передней поверхности брюшной аорты в области отхождения от нее чревного ствола. **Постганглионарные симпатические волокна**, выходящие из **чревных узлов** (*ganglia coeliaca*) образуют периартериальное сплетение вокруг чревного ствола и доходят вместе с его ветвями до желудка.

Эффекты симпатической иннервации:

1. регуляция кровотока за счет сосудосуживающего действия;
2. подавляют секреторную активность желез желудка;
3. подавляют перистальтику мышечной оболочки желудка;
4. обеспечивают тоническое сокращение пилорического сфинктера;
5. афферентные волокна проводят боль.

Отраженная боль от желудка слабо локализована, как и для других производных передней кишки, ощущается в **эпигастральной области**. Боль от желудочно-пищеводного соединения локализуется **за грудиной и под мечевидным отростком**.

Двенадцатиперстная кишка

Двенадцатиперстная кишка имеет парасимпатическую и симпатическую иннервацию.

Парасимпатическую иннервацию получает от блуждающего нерва.

Преганглионарные парасимпатические нейроны находятся в **дорзальном ядре блуждающего нерва**.

Преганглионарные парасимпатические волокна идут последовательно в составе правого и левого блуждающих нервов, пищеводного сплетения, заднего блуждающего ствола. Большая часть волокон заднего блуждающего ствола присоединяется к чревному и

верхнему брыжеечному сплетениям. До двенадцатиперстной кишки доходят периартериально. **Преганглионарные парасимпатические волокна не переключаются в узлах чревного сплетения** (эти узлы служат для переключения симпатических волокон).

Постганглионарные парасимпатические нейроны и волокна находятся в стенке двенадцатиперстной кишки – в составе **подслизистого** (Мейсснера) и **мышечно-кишечного** (Ауэрбаха) сплетений.

Эффекты парасимпатической иннервации:

1. усиление секреции дуоденальных желез;
2. стимуляция перистальтики;
3. афферентные волокна проводят общую висцеральную чувствительность (тела псевдоуниполярных висцеральных чувствительных нейронов находятся в нижнем узле блуждающего нерва, центральные отростки их подходят к ядру одиночного пути).

Преганглионарные симпатические нейроны находятся в **промежуточно-латеральном ядре** (5)6–12 грудных сегментов спинного мозга. **Преганглионарные симпатические волокна** идут в составе **большого и малого внутренностных нервов** (*nn splanchnici major et minor*) и заканчиваются в **чревных** (*ganglia coeliaca*) и **верхнем брыжеечном узлах** (*ganglion mesentericum superius*). **Постганглионарные симпатические волокна** образуют периартериальное сплетение вокруг ветвей чревного ствола и верхней брыжеечной артерии и доходят вместе с ними до двенадцатиперстной кишки.

Эффекты симпатической иннервации:

1. регуляция кровотока за счет сосудосуживающего действия;
2. подавление секреции дуоденальных желез;
3. подавление перистальтики;
4. афферентные волокна проводят боль.

Отраженные боли, как и у других производных передней кишки, локализуются в **эпигастральной области**.

Тощая и подвздошная кишки

Тощая и подвздошная кишки получают парасимпатическую и симпатическую иннервацию непосредственно из **верхнего брыжеечного сплетения** (*plexus mesentericus superior*).

Преганглионарные парасимпатические нейроны находятся в **дорзальном ядре** блуждающего нерва.

Преганглионарные парасимпатические волокна идут последовательно в составе правого и левого блуждающих нервов, пищевода сплетения, заднего блуждающего

ствола, его чревных ветвей; последние присоединяются к верхнему брыжеечному сплетению. **Преганглионарные парасимпатические волокна не переключаются в верхнем брыжеечном узле**, проходят через него транзитно. До тощей и подвздошной кишок идут периартериально, вдоль ветвей верхней брыжеечной артерии, снабжающей их кровью. **Постганглионарные парасимпатические нейроны и волокна** находятся в стенке тощей и подвздошной кишок – в составе **подслизистого** (Мейсснера) и **мышечно-кишечного** (Ауэрбаха) сплетений.

Эффекты парасимпатической иннервации:

1. усиление секреции кишечных желез;
2. стимуляция перистальтики;
3. афферентные волокна проводят общую висцеральную чувствительность (тела псевдоуниполярных висцеральных чувствительных нейронов находятся в нижнем узле блуждающего нерва, центральные отростки их подходят к ядру одиночного пути).

Преганглионарные симпатические нейроны находятся в **промежуточно-латеральном ядре** (5)6–12 грудных сегментов спинного мозга.

Преганглионарные симпатические волокна идут в составе **большого и малого внутренностных нервов** (*nn splanchnici major et minor*) и заканчиваются в **верхнем брыжеечном узле** (*ganglion mesentericum superius*).

Постганглионарные симпатические волокна, выйдя из узла, образуют периартериальное сплетение вокруг ветвей верхней брыжеечной артерии и доходят вместе с ними до тощей и подвздошной кишок.

Эффекты симпатической иннервации:

1. регуляция кровотока за счет сосудосуживающего действия;
2. подавление секреции кишечных желез;
3. подавление перистальтики;
4. иммуномодулирующее влияние на лимфоидную ткань, ассоциированную со слизистой оболочкой кишки;
5. афферентные волокна проводят боль.

Отраженные боли, как и у других производных средней кишки, локализуются в **пупочной области**.

Толстая кишка.

Толстая кишка получает парасимпатическую и симпатическую иннервацию.

**Слепая кишка, червеобразный отросток, восходящая ободочная кишка,
2/3 поперечной ободочной кишки**

(производные эмбриональной средней кишки)

Преганглионарные парасимпатические нейроны для иннервации **слепой кишки, червеобразного отростка, восходящей ободочной кишки, 2/3 поперечной ободочной кишки** (развиваются из эмбриональной средней кишки и получают кровоснабжение из верхней брыжеечной артерии) находятся в **дорзальном ядре блуждающего нерва**.

Преганглионарные парасимпатические волокна идут последовательно в составе правого и левого блуждающих нервов, пищеводного сплетения, заднего блуждающего ствола, чревных ветвей, последние присоединяются к чревному и верхнему брыжеечному сплетениям. **Преганглионарные парасимпатические волокна не переключаются в узлах этих сплетений**. До иннервируемой ими части толстой кишки доходят периартериально, вдоль ветвей верхней брыжеечной артерии.

Постганглионарные парасимпатические нейроны находятся в стенке толстой кишки – в составе **подслизистого** (Мейсснера) и **мышечно-кишечного** (Ауэрбаха) сплетений. **Постганглионарные парасимпатические волокна** короткие, доходят до объектов иннервации в стенке кишки.

Эффекты парасимпатической иннервации:

1. усиление секреции кишечных желез;
2. стимуляция перистальтики;
3. афферентные волокна проводят общую висцеральную чувствительность (тела псевдоуниполярных висцеральных чувствительных нейронов находятся в нижнем узле блуждающего нерва, центральные отростки их подходят к ядру одиночного пути).

Преганглионарные симпатические нейроны находятся в **промежуточно-латеральном ядре** (5)6–12 грудных сегментов спинного мозга.

Преганглионарные симпатические волокна идут в составе **большого и малого внутренностных нервов** (*nn splanchnici major et minor*) и заканчиваются в **верхнем брыжеечном узле** (*ganglion mesentericum superius*).

Постганглионарные симпатические волокна, выйдя из узла, образуют периартериальное сплетение вокруг ветвей верхней брыжеечной артерии и доходят вместе с ними до слепой (с червеобразным отростком), восходящей ободочной, 2/3 поперечной ободочной кишок.

Эффекты симпатической иннервации:

1. регуляция кровотока за счет сосудосуживающего действия;
2. подавление секреции кишечных желез;
3. иммуномодулирующее влияние на лимфоидную ткань, ассоциированную со слизистой оболочкой кишки;
4. подавление перистальтики;
5. афферентные волокна проводят боль.

Отраженные боли, как и у других производных средней кишки, локализуются в **пупочной области**.

1/3 поперечной ободочной кишки, нисходящая ободочная кишка, сигмовидная кишка, прямая кишка

(производные эмбриональной задней кишки)

Преганглионарные парасимпатические нейроны находятся в **крестцовых парасимпатических ядрах** (Онуфровича) (*nuclei parasympathici sacrales*) в 2-4 крестцовых сегментах (S₂-S₄) спинного мозга.

Преганглионарные парасимпатические волокна выходят из спинного мозга через передние корешки 2-4 крестцовых спинномозговых нервов, отделяются от спинномозговых нервов в виде **тазовых внутренностных нервов** (*nn. splanchnici pelvini*) (не следует путать их с крестцовыми внутренностными нервами, которые являются симпатическими), присоединяются к **нижнему подчревному сплетению** (*plexus hypogastricus inferior*), расположенному на боковой стенке малого таза. Иннервируемых органов достигают тремя путями:

- 1) восходят через подчревный нерв в верхнее подчревное сплетение и далее идут вдоль ветвей **нижней брыжеечной артерии**;
- 2) идут напрямую **ретроперитонеально**;
- 3) к прямой кишке подходят непосредственно от **нижнего подчревного сплетения**.

Преганглионарные парасимпатические волокна заканчиваются (переключаются) на нейронах **интрамуральных сплетений** (Мейсснера и Ауэрбаха).

Постганглионарные парасимпатические волокна иннервируют железы и гладкомышечные клетки толстой кишки.

Эффекты парасимпатической иннервации:

1. стимулирует секрецию кишечных желез;
2. стимулирует перистальтику толстой кишки;

3. ингибирует сокращение внутреннего анального сфинктера.

Преганглионарные симпатические нейроны находятся в **промежуточно-латеральном ядре 1-2(3) поясничных сегментов спинного мозга.**

Преганглионарные симпатические волокна идут в составе передних корешков спинномозговых нервов, через белые соединительные ветви входят в симпатический ствол, транзитно проходят через 1-3 поясничные узлы симпатического ствола, выходят из узлов в виде **поясничных внутренностных нервов** (*nn. splanchnici lumbales*), присоединяются к **брюшному аортальному сплетению** (*plexus aorticus abdominalis*), далее переходят в **нижнее брыжеечное сплетение** (*plexus mesentericus inferior*), переключаются на постганглионарные волокна в **нижнем брыжеечном узле** (*ganglion mesentericum inferius*).

Постганглионарные симпатические волокна доходят до иннервируемых органов периартериально – вдоль ветвей **нижней брыжеечной артерии.**

Эффекты симпатической иннервации:

1. регуляция кровотока за счет сосудосуживающего действия;
2. подавление секреции кишечных желез;
3. иммуномодулирующее влияние на лимфоидную ткань, ассоциированную со слизистой оболочкой кишки;
4. подавление перистальтики;
5. стимулируют сокращение сфинктеров: илеоцекального и внутреннего анального.

Все **висцеральные афферентные волокна** для производных задней кишки проходят через **спинной мозг** и проводят как **общую**, так и **болевою чувствительность.**

Печень

Печень получает парасимпатическую и симпатическую иннервацию.

Преганглионарные парасимпатические нейроны находятся в **дорзальном ядре блуждающего нерва.**

Преганглионарные парасимпатические волокна последовательно проходят путь: *n. vagus, plexus oesophagealis, truncus vagalis anterior, rr. hepatici; truncus vagalis posterior, rr. coeliaci, plexus coeliacus, plexus hepaticus.*

Локализация (пост)ганглионарных нейронов для печени не известна. Внутри печени вегетативные узлы или тела отдельных вегетативных нейронов не обнаружены. Имеются единичные данные о переключении преганглионарных парасимпатических волокон в ганглиях, расположенных в области ворот печени. Высказываются различные

предположения о возможных местах переключения преганглионарных парасимпатических волокон, например: в параганглиях, расположенных по ходу печеночной артерии.

В эмбриональном периоде печень в отличие от других органов, развивающихся из первичной кишки, не заселяется клетками нервного гребня, дающими начало внутриорганным вегетативным нейронам. Предполагают, что это связано с тем, что во внутриутробном периоде главной функцией печени является кроветворение.

Преганглионарные симпатические нейроны располагаются в **промежуточно-латеральном ядре** 7-10 грудных сегментов спинного мозга.

Преганглионарные симпатические волокна проходят путь: передние корешки спинномозговых нервов, спинномозговые нервы, белые соединительные ветви, симпатический ствол, большой и малый внутренностные нервы.

Постганглионарные симпатические нейроны располагаются в **чревных узлах** (*ganglia coeliaca*).

Постганглионарные симпатические волокна подходят к воротам печени с ветвями **чревного и печеночного сплетений** (*plexus coeliacus, plexus hepaticus*).

Парасимпатические (преганглионарные или постганглионарные, точно не известно) и симпатические постганглионарные входят в ворота печени и распределяются по ходу печеночной артерии, воротной вены и желчного протока.

У человека выявлено умеренное количество адренергических (симпатических) волокон вокруг разветвлений печеночной артерии, небольшое количество вокруг разветвлений воротной вены, желчных протоков и в паренхиме печени.

Холинергические волокна (парасимпатические) в умеренном количестве выявлены вокруг ветвей печеночной артерии, в небольшом количестве по ходу ветвей воротной вены и желчных протоков, отсутствуют в паренхиме печени.

Кроме этого, в печени имеются различные пептидергические нервные волокна, в их число входят и первичные афферентные волокна.

Объекты вегетативной иннервации в печени: кровеносные сосуды (печеночная артерия, воротная и печеночные вены), в том числе, синусоидальные клетки (эндотелиальные клетки, выстилающие синусоиды печени – ее микроциркуляторное русло), желчевыводящие пути, гепатоциты, иммунокомпетентные клетки (клетки Купфера – печеночные макрофаги, Т-лимфоциты, натуральные киллеры, дендритные клетки), звездчатые (фиброгенные клетки, активируются при повреждении печени) и овальные клетки (камбиальный резерв печени), с овальными и звездчатыми клетками связана также эндокринная функция печени.

При трансплантации печень остается без нервных влияний хозяина. При этом сохраняются ее основные функции: секреция желчи, кровоток, биотрансформация, регенерация, но формируется инсулинорезистентность, развивается постпрандиальная гипергликемия, изменение пищевого поведения (увеличение потребления жиров, гиперфагия).

Эффекты парасимпатической иннервации:

1. усиление синтеза гликогена;
2. стимуляция образования и выделения желчи;
3. усиление кровотока в воротной вене после приема пищи;
4. влияет на суточный ритм уровня глюкозы в крови (опосредуют действие супрахиазматического ядра гипоталамуса).

Эффекты симпатической иннервации:

1. деградация гликогена и повышение уровня глюкозы в крови,
2. усиление глюконеогенеза;
3. торможение образования и выделения желчи;
4. противовоспалительное действие,
5. усиление образования коллагена,
6. подавление симпатической системы приводит к активации процессов регенерации,
7. влияет на суточный ритм уровня глюкозы в крови (опосредуют действие супрахиазматического ядра гипоталамуса).
8. сосудосуживающее действие.

Чувствительная иннервация печени: афферентные волокна имеются как в парасимпатических, так и в симпатических нервах.

Чувствительные нейроны нижнего узла блуждающего нерва воспринимают физиологические стимулы (регистрируют информацию от осмо-, баро-, метаболических рецепторов), а также токсины (тошнота и рвота).

Симпатические чувствительные волокна от чувствительных нейронов спинальных ганглиев регистрируют сигналы от ноцицепторов.

Боль от паренхимы печени слабо локализована, как и для всех производных передней кишки, она ощущается в **эпигастральной области**. Капсула печени получает соматическую чувствительную иннервацию от межреберных нервов, которые также иннервируют париетальную брюшину. Растяжение или повреждение капсулы печени вызывает острую, четко локализованную боль. Висцеральная брюшина, покрывающая диафрагмальную поверхность печени получает чувствительную иннервацию через

диафрагмальный нерв. При ее повреждении или раздражении наблюдается «френикус-симптом» – острая боль, иррадиирующая в область шеи.

Желчный пузырь

Желчный пузырь и внепеченочные желчные протоки получают вегетативную иннервацию от **чревного и печеночного сплетений**, которые содержат парасимпатические, симпатические и висцеральные афферентные волокна.

Парасимпатические волокна обеспечивают сокращение стенки желчного пузыря и желчных протоков, расслабление сфинктеров. **Симпатические волокна** вызывают сокращение сфинктеров и расслабление стенки желчного пузыря. **Болевая чувствительность от желчного пузыря** проводится по симпатическим нервам. **Отраженная боль** от желчного пузыря локализуется в **эпигастральной области и правом подреберье**.

Поджелудочная железа

Секреторная активность поджелудочной железы находится под контролем вегетативной нервной и эндокринной систем. Вегетативную иннервацию получает как экзокринная, так и эндокринная часть поджелудочной железы.

Преганглионарные парасимпатические нейроны находятся в **дорзальном ядре** блуждающего нерва.

Преганглионарные парасимпатические волокна достигают поджелудочной железы в составе его печеночных, желудочных и чревных ветвей.

Постганглионарные парасимпатические нейроны располагаются одиночно или образуют небольшие узлы в междольковой соединительной ткани, внутри долек и панкреатических островков. Парасимпатические узлы сосредоточены преимущественно в головке и шейке железы. Они содержат холинергические нейроны, а также петидергические, дофаминергические, NO-ергические. На этих нейронах заканчиваются не только преганглионарные парасимпатические волокна блуждающего нерва, но и аксоны нейронов энтеральной системы желудка и двенадцатиперстной кишки.

Постганглионарные парасимпатические волокна стимулируют секреторную активность экзокринной части и модулируют секреторную активность эндокринной части поджелудочной железы.

Преганглионарные симпатические нейроны расположены в **промежуточно-латеральном ядре** 6-12 грудных сегментов спинного мозга. **Преганглионарные симпатические волокна** проходят путь: передние корешки спинномозговых нервов, спинномозговые нервы, белые соединительные ветви, симпатический ствол, большой и

малый внутренностные нервы. **Постганглионарные симпатические нейроны** располагаются в **чревных и верхнем брыжеечном узлах**.

Постганглионарные симпатические волокна достигают железы периартериально. Симпатическая иннервация вызывает сосудосуживающее действие и подавляет секреторную активность экзокринной части поджелудочной железы.

Физиологическая чувствительность от поджелудочной железы проводится афферентными волокнами блуждающего нерва. Болевая чувствительность от поджелудочной железы проводится по симпатическим нервам. **Боль** от поджелудочной железы слабо локализована, ощущается в **эпигастральной области**. При воспалительных или инфильтративных заболеваниях поджелудочной железы в патологический процесс вовлекаются ткани забрюшинного пространства, иннервируемые соматическими нервами. В этих случаях боль локализуется в грудной части спины.

Автономная иннервация тазовых органов

Непосредственная иннервация тазовых органов осуществляется из **нижнего подчревного, или тазового, сплетения** (*plexus hypogastricus inferior, seu pelvicus*), которое содержит симпатические, парасимпатические и висцеральные афферентные волокна.

Преганглионарные парасимпатические нейроны находятся в **крестцовых парасимпатических ядрах** (Онуфровича) (*nuclei parasympathici sacrales*) в 2-4 крестцовых сегментах (S₂-S₄) спинного мозга.

Преганглионарные парасимпатические волокна выходят из спинного мозга через передние корешки 2-4 крестцовых спинномозговых нервов, отделяются от спинномозговых нервов в виде **тазовых внутренностных нервов** (*nn. splanchnici pelvini*) (не следует путать их с крестцовыми внутренностными нервами, которые являются симпатическими), присоединяются к **нижнему подчревному сплетению** (*plexus hypogastricus inferior*), расположенному на боковой стенке малого таза.

Преганглионарные симпатические нейроны находятся в **промежуточно-латеральном ядре** (*n. intermediolateralis*) (9)10-12 грудных сегментов и 1-2 поясничных сегментов.

Преганглионарные симпатические волокна от нейронов Th(9)10-12 идут через белые соединительные ветви к 9-12 **грудным узлам** симпатического ствола, проходят через них транзитно и в составе *nn. splanchnici major, minor, imus* достигают **чревного сплетения**. **Переключение** происходит в **узлах чревного сплетения**. **Постганглионарные симпатические волокна** идут через межбрыжеечное сплетение (*plexus intermesentericus*), верхнее подчревное сплетение (*plexus hypogastricus superior*) и

через подчревный нерв (*n. hypogastricus*) достигают **нижнего подчревного сплетения** (*plexus hypogastricus inferior*).

Преганглионарные симпатические волокна от L1-2 идут двумя путями:

1) через белые соединительные ветви к **поясничным узлам** симпатического ствола, проходят через них, не переключаясь, и в виде **поясничных внутренностных нервов** (*nn. splanchnici lumbales*) присоединяются к межбрыжеечному сплетению, нижнему брыжеечному сплетению, верхнему подчревному сплетению и от него, через подчревный нерв, к нижнему подчревному сплетению;

2) через белые соединительные ветви 1-2 поясничных спинномозговых нервов входят в симпатический ствол, по межузловым ветвям спускаются вниз к **крестцовым узлам** симпатического ствола, проходят через них транзитно и в составе **крестцовых внутренностных нервов** (*n. splanchnici sacrales*) присоединяются к **нижнему подчревному сплетению**.

Нижнее подчревное сплетение разделяется на:

1. среднее и нижнее прямокишечные сплетения (*plexus rectalis medius/inferior*),
2. маточно-влагалищное сплетение ♀ (*plexus uterovaginalis*),
3. простатическое сплетение ♂ (*plexus prostaticus*),
4. сплетение семявыносящего протока ♂ (*plexus deferentialis*),
5. мочепузырное сплетение (*plexus vesicalis*).

У мужчин от *plexus vesicalis* отходит **пещеристый нерв полового члена** (*n. cavernosus penis*) для иннервации эректильных тканей. У женщин ход **пещеристого нерва клитора** (*n. cavernosus clitoridis*) не совсем ясен, возможно, они отходят от *plexus uterovaginalis*. Волокна для эректильных тканей у обоих полов идут в глубоком кармане промежности.

Постганглионарные парасимпатические нейроны являются интрамуральными, они располагаются внутри стенок иннервируемых органов.

Эффекты парасимпатической иннервации:

1. расширение кровеносных сосудов, которое требуется для инициации и поддержания эрекции;
2. стимулируют эрекцию;
3. сокращение мышцы, выталкивающей мочу (*m. detrusor vesicae*),
4. расслабление мышц мочепузырного треугольника и внутреннего сфинктера мочеиспускательного канала (*m. sphincter uretrae internus*);
5. стимулирует перистальтику дистального отдела прямой кишки и секрецию желез слизистой оболочки;

6. расслабление внутреннего анального сфинктера
7. ингибируют сокращение мускулатуры матки (наряду с гормонами).

Эффекты симпатической иннервации:

1. сосудосуживающее действие;
2. у мужчин стимулируют сокращение семявыносящего протока и желез репродуктивного тракта (семенных пузырьков, простаты) при одновременном сокращении сфинктера уретры, обеспечивает эякуляцию;
3. у женщин стимулирует сокращение мускулатуры матки (но следует помнить, что мускулатура матки находится также под гормональным контролем);
4. расслабление мышцы, выталкивающей мочу;
5. сокращение внутреннего сфинктера мочеиспускательного канала;
6. подавление перистальтики прямой кишки;
7. сокращение внутреннего сфинктера прямой кишки.

Висцеральные афферентные волокна идут как с парасимпатическими, так и с симпатическими нервами, при этом боль от тазовых органов проводят и те, и другие.

Список литературы

1. Международная анатомическая терминология / Под ред. Л. Л. Колесникова. – М. : Медицина, 2003. – 424 с.
2. Мтуи Э., Грюнер Г., Докери П. Клиническая нейроанатомия и неврология по Фитцджеральду. Перевод седьмого издания. М.: Издательство Панфилова, 2018. – 400 с.: илл.
3. Фелтен Д.Л., О'Бэнион М.К., Майда М.С. Перевод третьего издания. М.: Издательство Панфилова, 2018. – 472 с.: илл.
4. Carlson B. M. Human embryology and developmental biology 6th Edition. – Elsevier Science, 2018. – 564 p.: ill.
5. Drake R.L., Vogl W., Mitchell A.W.M. Gray's anatomy for students. – Elsevier, 2005. – 1058 p.: ill.
6. Gray's anatomy. The anatomical basis of clinical practice. – Elsevier, 2016. – 1562 p.: ill.
7. Haines D. E., Mihailoff G.A. Fundamental neuroscience for basic and clinical applications. – Elsevier, 2018. – 516 p.: ill.
8. Netter F. H. Atlas of human anatomy. – Elsevier, 2011. – 578 p.: ill.
9. Terminologia Histologica. Международные термины по цитологии и гистологии человека с официальным списком русских эквивалентов / под ред. чл.-корр. РАМН В.В. Банина и проф. В.Л. Быкова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 272 с.