



**ЛЕКЦИЯ № 7**  
**по физиологии**

## Физиология вегетативной нервной системы (ВНС)

- **ВНС** – это часть нервной системы регулирующая работу внутренних органов, просвет сосудов, обмен веществ и энергии. Основной функцией ее является поддержание постоянства внутренней среды организма.
- Структурно она состоит из
  1. симпатического.
  2. парасимпатического.
  3. метасимпатического отделов.

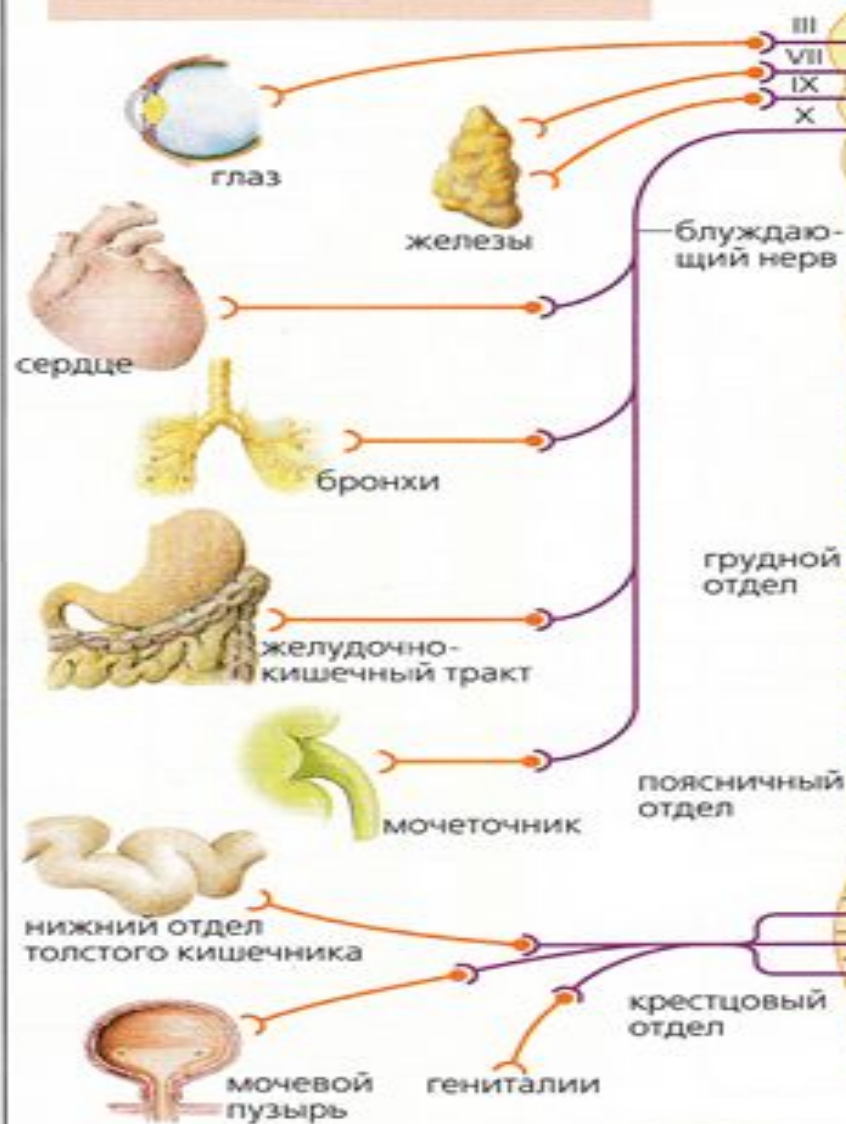
# Схема вегетативной нервной системы

## Парасимпатический отдел

(черепно-крестцовые центры)

Вещества-медиаторы:

преганглионарное – ацетилхолин,  
постганглионарное – ацетилхолин



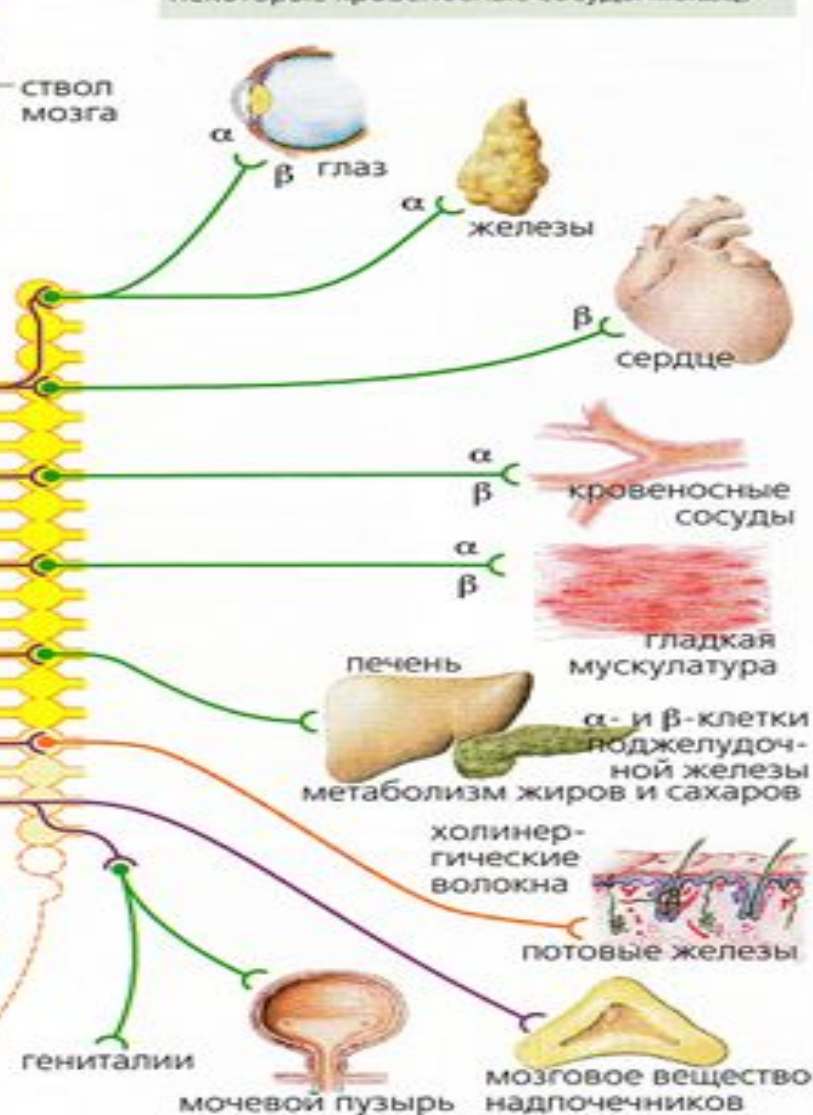
## Симпатический отдел

(грудной и поясничный центры)

Вещества-медиаторы:

преганглионарное – ацетилхолин,  
постганглионарное – норадреналин  
(исключение: потовые железы,  
некоторые кровеносные сосуды мышц)

контролируется  
высшими  
центрами



## Центры ВНС

- Гипоталамус - главный вегетативный центр ЦНС.
- 1.мезенцефальный отдел (средний мозг)
- 2.бульбарный отдел (продолговатый мозг).
- 3.торако-люмбальный отдел спинного мозга.
- 4. сакральный отдел СМ.

## Влияния ВНС

- Вегетативная нервная система оказывает на органы **корректирующее и пусковое влияние.**
- *Корректирующее* влияние заключается в том что, импульсы приходящие по вегетативным нервам, усиливают или ослабляют деятельность органа.
- Если работа органа не является постоянной, а возбуждается импульсами от симпатических или парасимпатических нервов это *пусковое* влияние ВНС.

## Отличия ВНС от соматической

- 1) локализацией ядер в ЦНС,
- 2) малой величиной нейронов,
- 3) очаговым выходом волокон из мозга и отсутствием четкой сегментарности их распределения на периферии,
- 4) наличием вегетативных ганглиев на периферии,
- 5) эфферентные волокна первого нейрона после выхода из мозга в ганглиях образуют синапсы со вторым нейроном.
- 6) непосредственное влияние на внутренние органы оказывают аксоны ганглионарных нейронов.

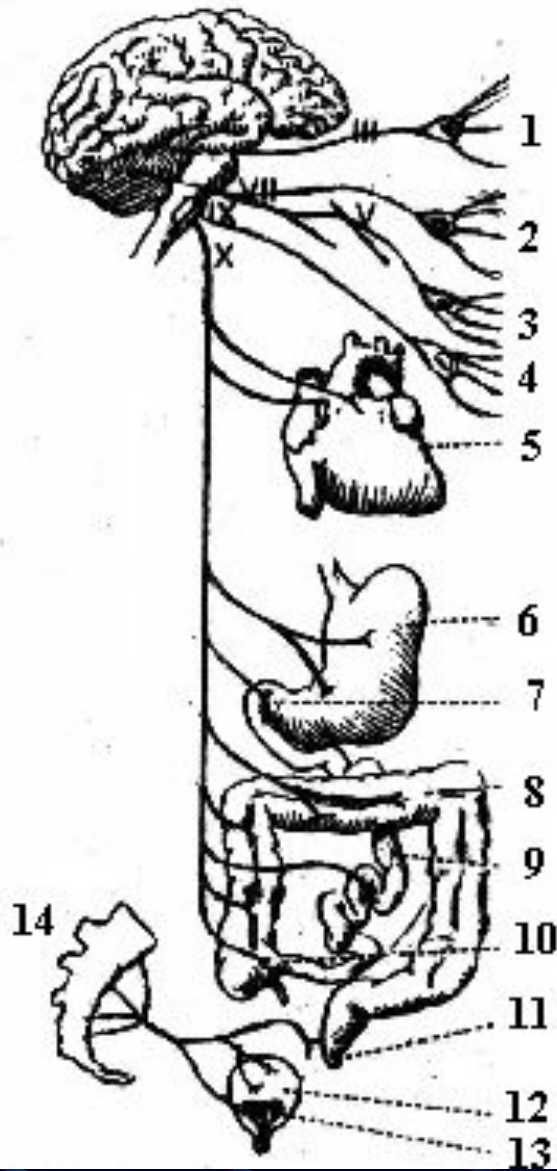
## Функциональная структура ВНС

**В основе деятельности вегетативной нервной системы лежит рефлекторный принцип. Простейшая дуга вегетативного рефлекса состоит из трех звеньев: чувствительного (афферентного), вставочного и двигательного (эффекторного). Чувствительные нейроны находятся в спинномозговых узлах и в чувствительных узлах черепных нервов. Периферические отростки вегеточувствительных нейронов имеются во внутренних органах, коже, стенках сосудов (интерорецепторы).**

## *Ганглии парасимпатического отдела*

- Тело первого нейрона парасимпатического отдела ВНС расположено в мозге , а второго нейрона внутри органов или вблизи них (интрамурально).

# Парасимпатическая иннервация



- 1) в среднем мозге : вегетативные волокна идут в составе глазодвигательного нерва;
- 2) в продолговатом мозге : эфферентные волокна проходят в составе лицевого, языкоглоточного и блуждающего нервов;
- 3) в боковых рогах крестцовых сегментов спинного мозга (сакральные центры): волокна от них идут в составе тазовых нервов.

**В среднем мозге находится парасимпатическое добавочное ядро глазодвигательного нерва (ядро Якубовича). От этого ядра преганглионарные волокна идут в составе глазодвигательного нерва к ресничному узлу. От него постганглионарные волокна доходят до глазного яблока и иннервируют мышцу, которая сужает зрачки, и ресничную мышцу глаза.**

**В продолговатом мозге и мосте расположены верхнее слюноотделительное ядро (VII пара), нижнее слюноотделительное ядро языкоглоточного нерва (IX пара) и заднее ядро вагуса (X пара). Аксоны верхнего слюноотделительного ядра вместе с лицевым нервом в составе барабанной струны достигают подчелюстного и подъязычного узла. Их постганглионарные волокна идут к подчелюстной и подъязычной железе, слизистой неба и полости носа.**

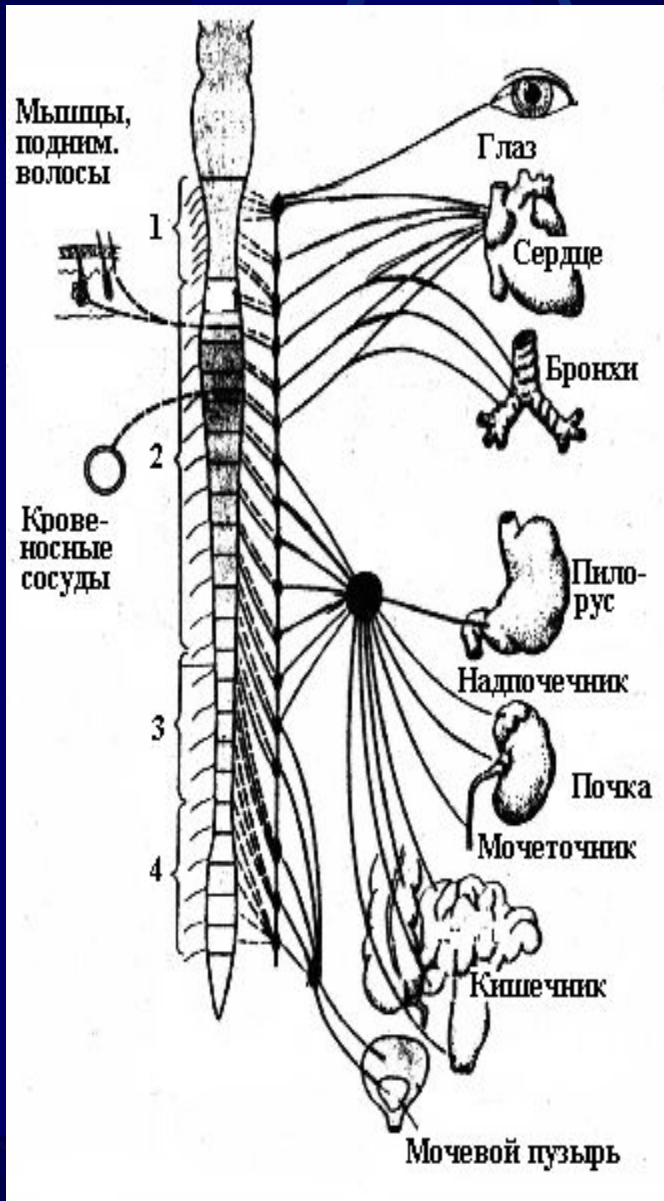
От нижнего слюноотделительного ядра преганглионарные парасимпатические волокна идут в составе языкоглоточного нерва, а затем барабанного нерва достигают ушного узла. Постганглионарные волокна клеток ушного узла направляются к околоушной слюнной железе и обеспечивают ее секреторную иннервацию.

Преганглионарные волокна от заднего ядра блуждающего нерва идут вместе с соматическими волокнами в область головы, шеи, грудной и брюшной полостей и доходят до парасимпатических узлов вегетативных сплетений (околоорганных и внутриорганных). Такие узлы входят в состав глоточного, гортанного, легочного, сердечного, пищеводного, кишечного и других висцеральных вегетативных сплетений. В околоорганных и внутриорганных парасимпатических узлах лежат клетки второго нейрона. Отростки этих клеток образуют короткие постганглионарные волокна которые иннервируют гладкую мускулатуру стенок внутренних органов и желез.

**Крестцовый отдел представлен крестцовыми парасимпатическими ядрами бокового рога спинного мозга на уровне 11-1V крестцовых сегментов. Преганглионарные волокна выходят из мозга в составе передних корешков, разветвляются и образуют тазовые нервы. Последние достигают органов мочеполовой системы и части толстой кишки. В стенках органов или около них располагаются прямокишечное, предстательное, мочепузырное сплетения и тазовые узлы. На их клетках заканчиваются преганглионарные волокна. Постганглионарные волокна тазовых узлов направляются в органы и обеспечивают парасимпатическую иннервацию гладких мышц и желез.**

- Парасимпатические нервы не иннервируют кровеностные сосуды, потовые железы и мышцы поднимающие волосы. Их иннервируют симпатические постганглионарные волокна типа С - медиатором в которых является ацетилхолин.

# Симпатическая иннервация



- Центральные нейроны расположены в боковых рогах спинного мозга от I грудного до IV поясничного сегмента. (тораколюмбальный отдел).
- Вегетативные волокна от них выходят через переднее рога спинного мозга вместе с отростками мотонейронов и достигают постганглионарного нейрона .

## *Ганглии симпатического отдела*

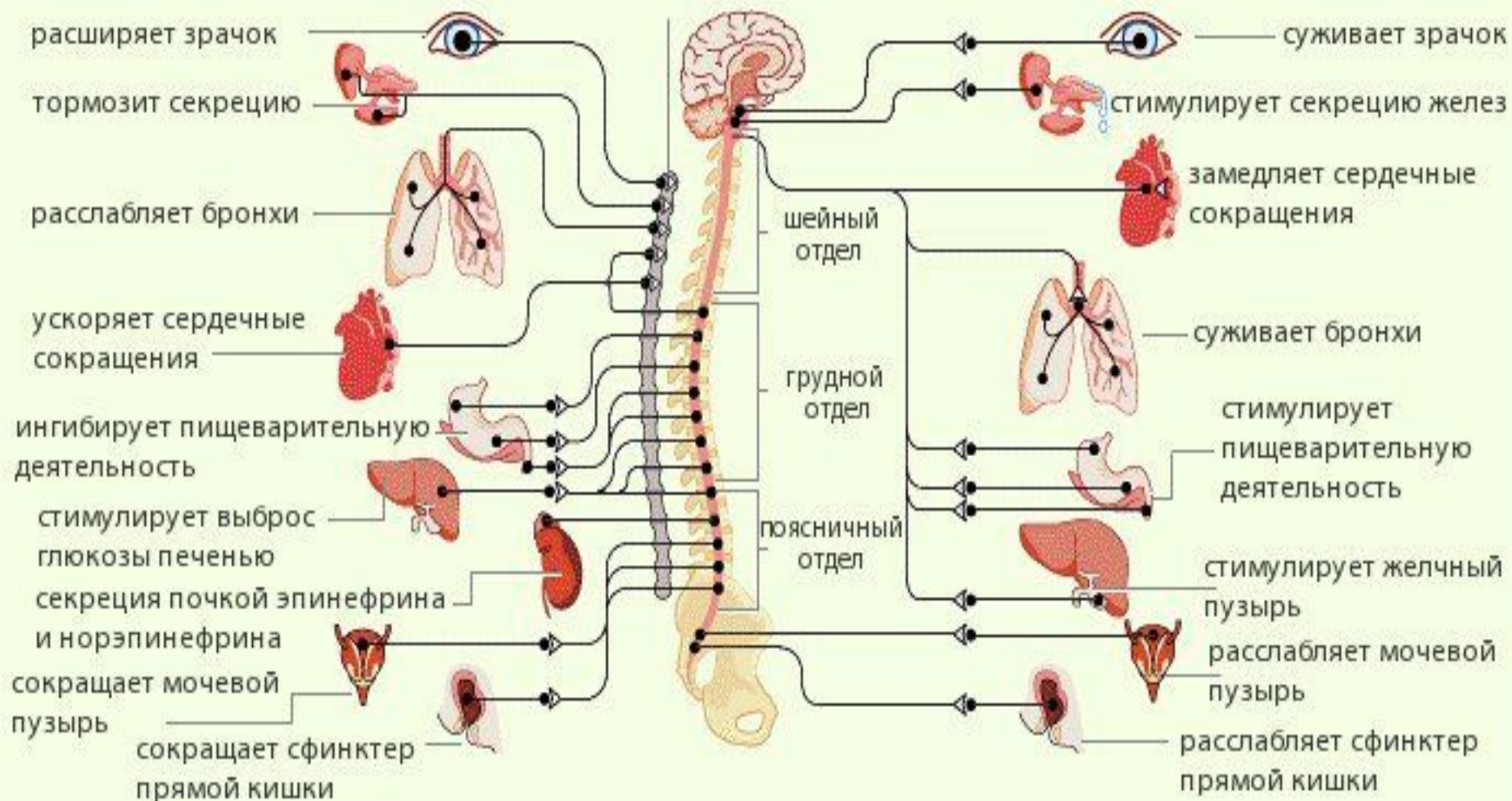
- Вертебральные ( паравертебральные или околопозвоночные) они расположены по обе стороны позвоночника и образуют truncus sympathicus.
- Превертебральные ганглии расположены на удалении от спинного мозга.

**Топографически симпатический ствол делится на четыре отдела: шейный, грудной, поясничный и крестцовый. Шейный отдел представлен тремя узлами: верхним, средним и нижним (звездчатым). От верхнего шейного узла отходят ветви, которые осуществляют симпатическую иннервацию органов, кожи, сосудов головы и шеи. Средний шейный узел отдает ветви для иннервации сердца, сосудов шеи, щитовидной и паращитовидной желез. Звездчатый узел отдает ветви для иннервации щитовидной железы, сосудов головного и спинного мозга, органов средостения, сердца. Грудной отдел симпатического ствола состоит из 10-12 грудных узлов. От узлов этого отдела отходят ветви к аорте, сердцу, легким, бронхам, пищеводу, образующие органные сплетения. Поясничный и крестцовый отдел участвуют в образовании вегетативных нервных сплетений таза.**

# Физиология вегетативной нервной системы

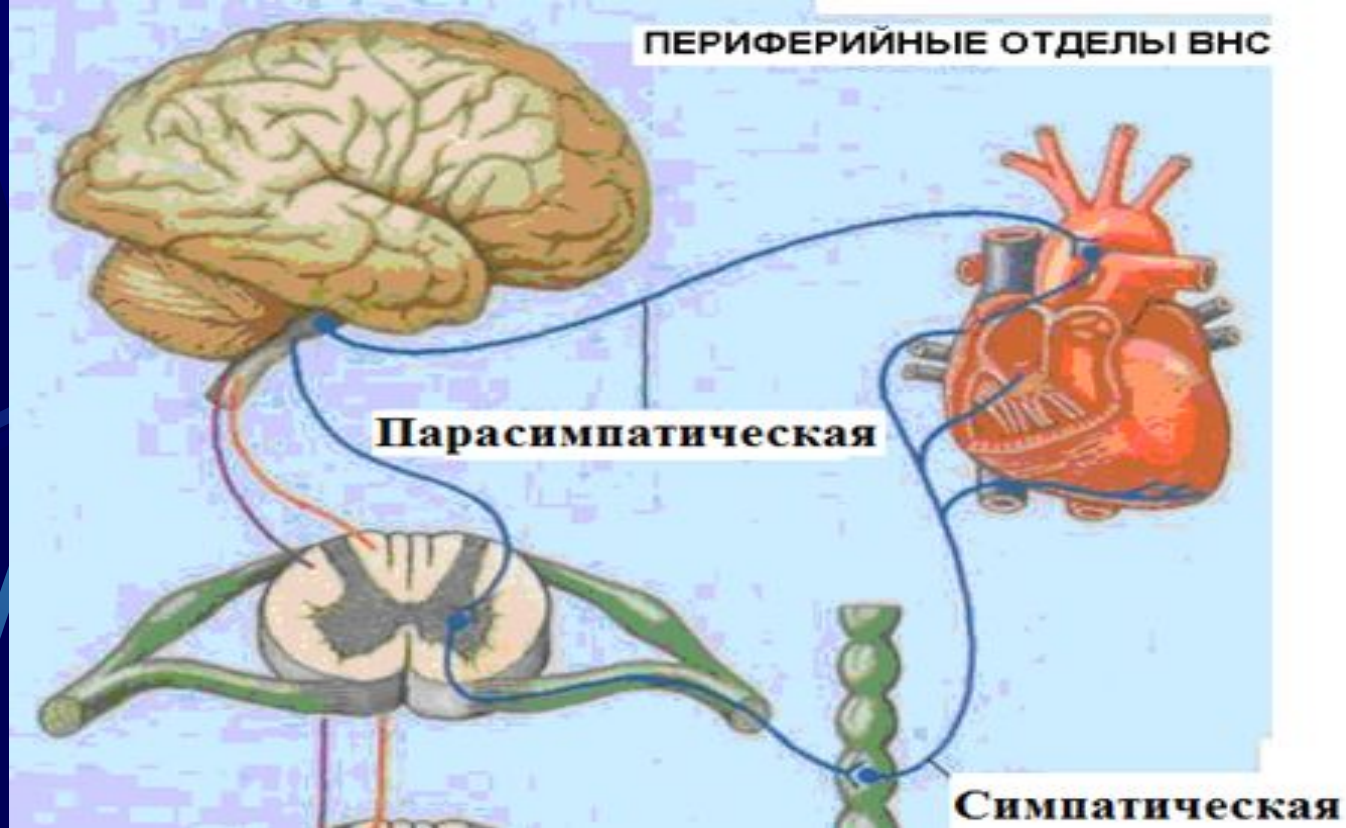
## Симпатический отдел

## Парасимпатический отдел



## Реакция на стресс симпатической нервной системы

- Увеличение артериального давления.
- Увеличение кровотока через активные мышцы при одновременном снижении кровотока через такие органы, как желудочно-кишечный тракт и почки, которые не являются необходимыми для мощной мышечной деятельности.
- Увеличение интенсивности метаболизма во всех клетках организма.
- Увеличение концентрации глюкозы в крови.
- Усиление процессов гликолиза в печени и мышцах.
- Увеличение силы мышечных сокращений.
- Улучшение умственной деятельности.
- Увеличение скорости свертывания крови.

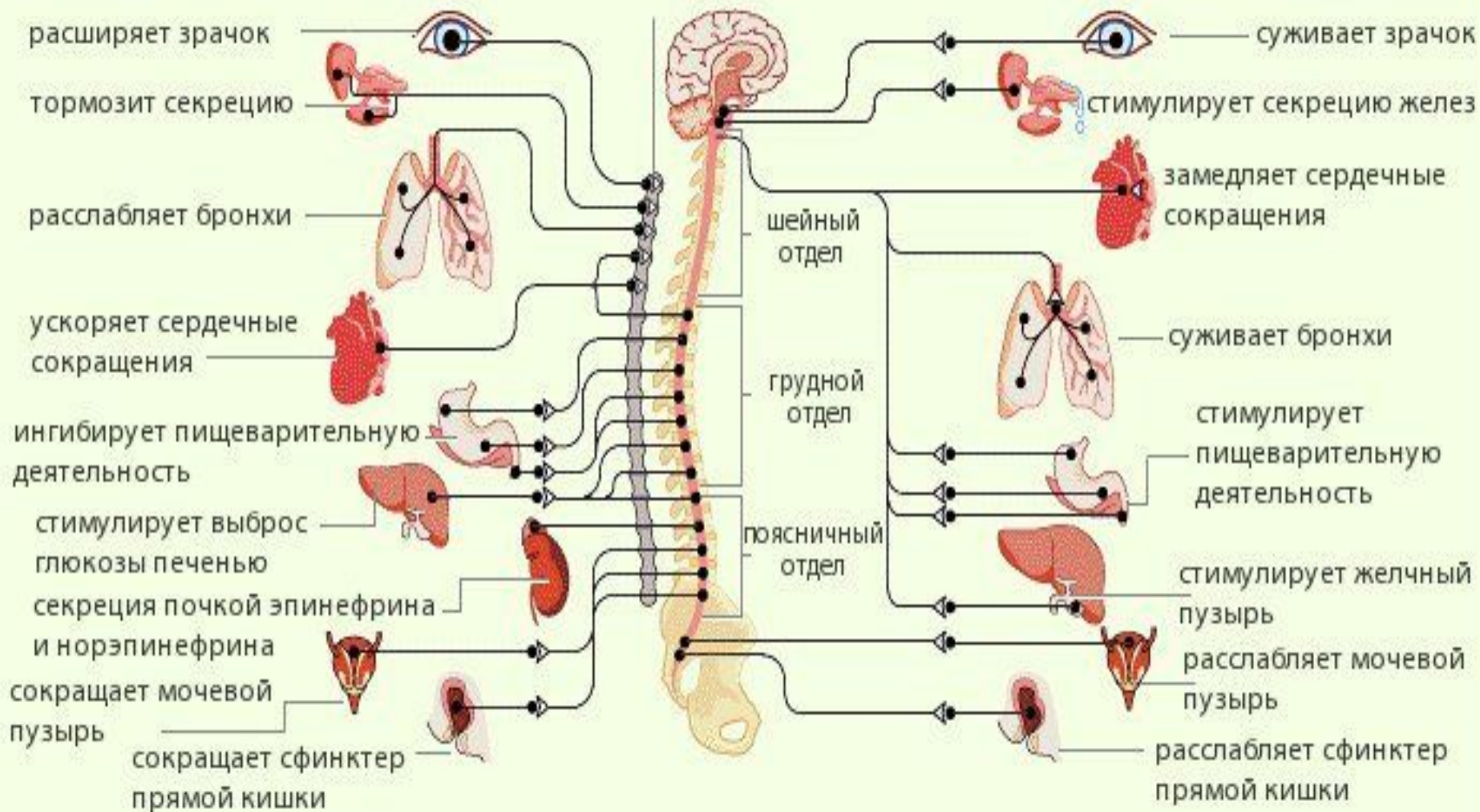


**У многих органов имеется двойная иннервация (например сердце, легкие) поэтому центры ВНС оказывают эффект антагонизма.**

# Физиология вегетативной нервной системы

## Симпатический отдел

## Парасимпатический отдел



| Орган или система                                                                                  | Симпатические нервы и адренорецепторы                                                     | Парасимпатические нервы           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Пищеварение: продольные и циркулярные мышцы сфинктеры                                              | Ослабление моторики $\alpha$ $\beta$<br>Сокращение $\alpha$                               | Усиление моторики<br>Расслабление |
| Мочевой пузырь: треугольник внутренний сфинктер                                                    | Расслабление $\beta$<br>Сокращение $\alpha$                                               | Сокращение<br>-                   |
| Бронхи                                                                                             | Расслабление $\beta$                                                                      | Сокращение                        |
| Внутриглазные мышцы: расширяющие зрачок сфинктер зрачка цилиарная                                  | Сокращение $\alpha$<br>Сокращение $\alpha$<br>Расслабление $\beta$                        | -<br>Сокращение<br>Сокращение     |
| Пиломоторы                                                                                         | Сокращение $\alpha$                                                                       | -                                 |
| Половые органы: семенные пузырьки семявыносящий проток матки (в зависимости от гормонального фона) | Сокращение $\alpha$<br>Сокращение $\alpha$<br>Сокращение $\alpha$<br>Расслабление $\beta$ | -<br>-<br>-<br>-                  |
| Сердце: ритм сила сокращения                                                                       | Ускорение $\beta$<br>Усиление $\beta$                                                     | Замедление<br>Ослабление          |
| Кровеносные сосуды: артерии артерии сердца скелетных мышц                                          | Сужение $\alpha$<br>Сужение $\alpha$<br>Расширение $\beta$<br>Сужение $\alpha$            | Расширение<br>-<br>-<br>-         |
| Железы: слюнные слезные пищеварительные потовые                                                    | Секреция $\alpha$<br>Секреция $\alpha$<br>Угнетение $\alpha$<br>Секреция (холинер.)       | Секреция<br>-<br>Секреция<br>-    |
| Метаболизм: печень жировые клетки секреция инсулина                                                | Гликогенолиз<br>Гликогеногенез<br>Липолиз $\beta$<br>Снижение $\beta$                     | -<br>-<br>-                       |

**Изменения функций различных органов при стимуляции симпатических и парасимпатических нервов**

**В органах с двойной вегетативной иннервацией наблюдается взаимодействие симпатических и парасимпатических нервов в форме согласованного антагонизма:**

| <b>симпатический отдел</b>                                         | <b>парасимпатический отдел</b>                                 |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <b>1 – расширяет зрачок</b>                                        | <b>суживает зрачок</b>                                         |
| <b>2 – суживает сосуды</b>                                         | <b>расширяет сосуды</b>                                        |
| <b>3 – учащает и усиливает работу сердца</b>                       | <b>урежает и ослабляет работу сердца</b>                       |
| <b>4 – тормозит перистальтику кишечника</b>                        | <b>усиливает перистальтику кишечника</b>                       |
| <b>5 – угнетает секрецию желез</b>                                 | <b>возбуждает секрецию желез</b>                               |
| <b>6 – расширяет бронхи</b>                                        | <b>суживает бронхи</b>                                         |
| <b>7 – учащает и усиливает дыхание</b>                             | <b>урежает и ослабляет дыхание</b>                             |
| <b>8 – сокращает сфинктер и расслабляет стенку мочевого пузыря</b> | <b>расслабляет сфинктер и сокращает стенку мочевого пузыря</b> |

## **Метасимпатическая нервная система.**

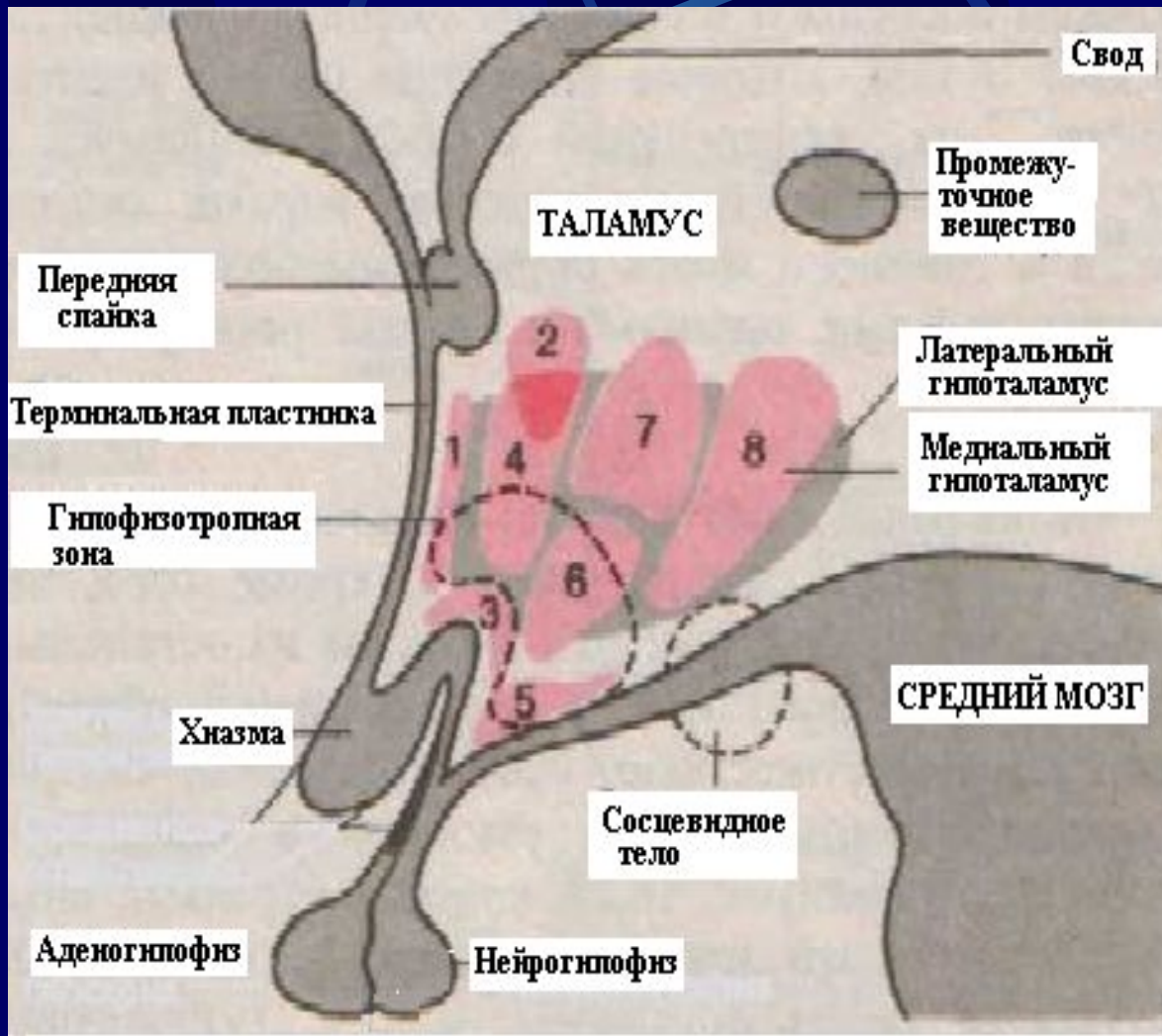
- Метасимпатическая нервная система является независимой интегративной системой, способной самостоятельно обрабатывать сенсорную информацию и координировать активность эффекторов. Метасимпатическая регуляция может осуществляться при полном выключении связей с центральными структурами. Функциональная автономия объясняется тем, что в стенках этих органов имеется внутриорганный нервный аппарат (интрамуральные нейроны), обладающие собственным автоматизмом и имеющие необходимые для автономной рефлекторной и интегративной деятельности звенья. Под этим термином понимается комплекс микроганглиев, которые находятся в стенке внутренних органов, и обладают моторной активностью. Интраорганный нервный аппарат желудочно-кишечного тракта это сплетения Мейснера и Ауэрбаха

## **Мозжечок и ВНС**

- **Мозжечок играет важное значение в регуляции вегетативных функций при адаптации к мышечной работе. Он влияет на деятельность сердца, величину артериального давления, глубину и частоту дыхания, моторную, секреторную и всасывательную функцию желудочно-кишечного тракта. При повреждении мозжечка нарушается обмен веществ и энергии, процессы терморегуляции.**

# Гипоталамус- центр ВНС

- Гипоталамус – это высший центр ВНС и эндокринной системы, он
- объединяет их в единую нейро-эндокринную систему.



**Гипоталамус регулирует основные гомеостатические функции организма. Здесь расположены вегетативные центры, регулирующие обмен веществ, обеспечивающие поддержание температуры тела, кровяное давление, водный баланс, регулирующие чувство голода и насыщения. В нем содержится 32 пары ядер, которые разделяют на три группы: передние, средние и задние. Раздражение задних ядер гипоталамуса вызывает симпатические влияния, а стимуляция передних ядер гипоталамуса - парасимпатические эффекты.**

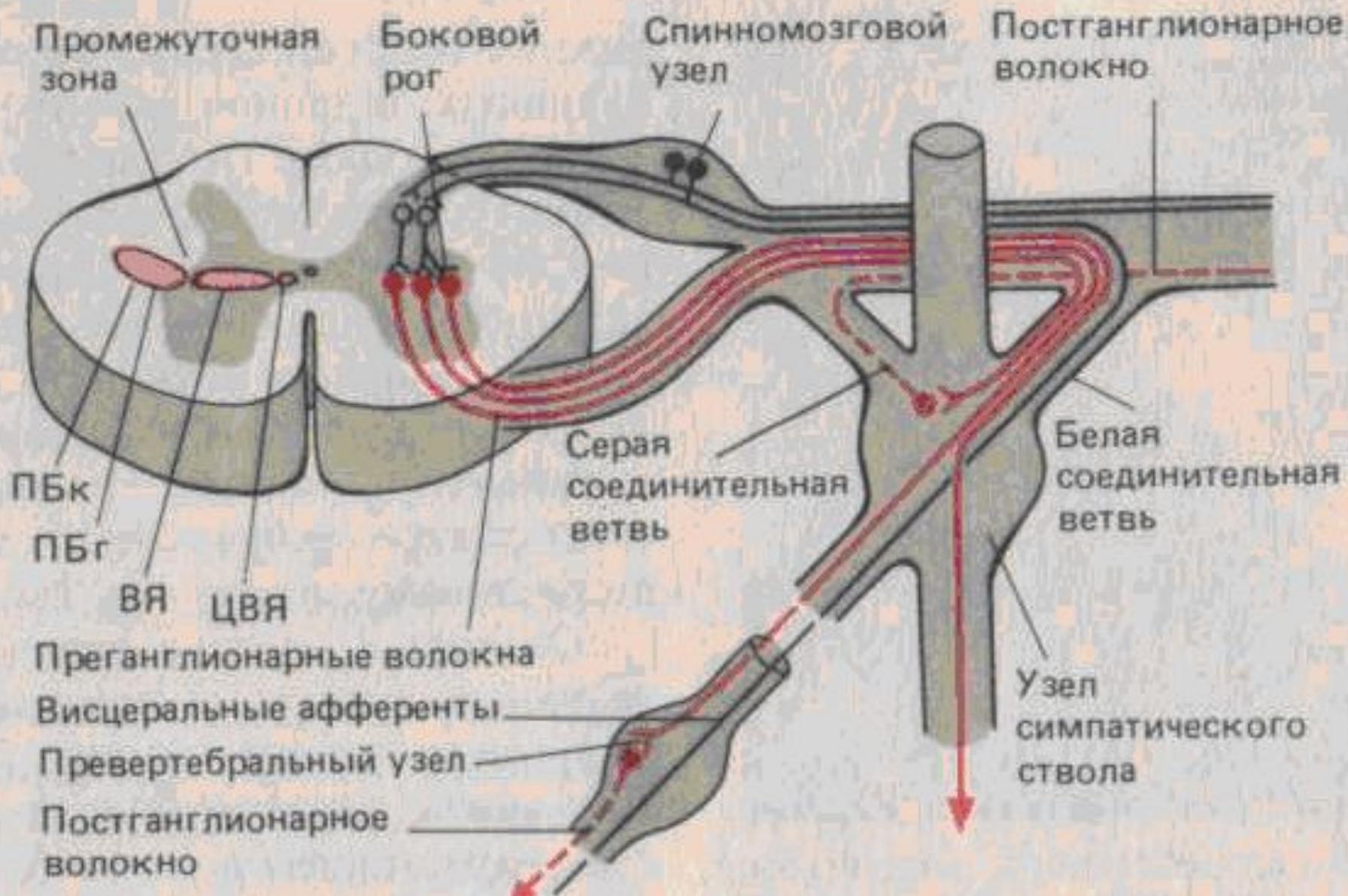
## Тонус нервных центров ВНС

- Центры вегетативной нервной системы постоянно находятся в состоянии активности или тонуса .
- Ведущее значение в природе этого тонуса имеют афферентные нервные сигналы, приходящие от интеро- и от экстерорецепторов.
- Важную роль на центры оказывают факторы крови и спинномозговой жидкости.
- В органах с двойной иннервацией в состоянии физиологического покоя превалирует влияние парасимпатического центра.

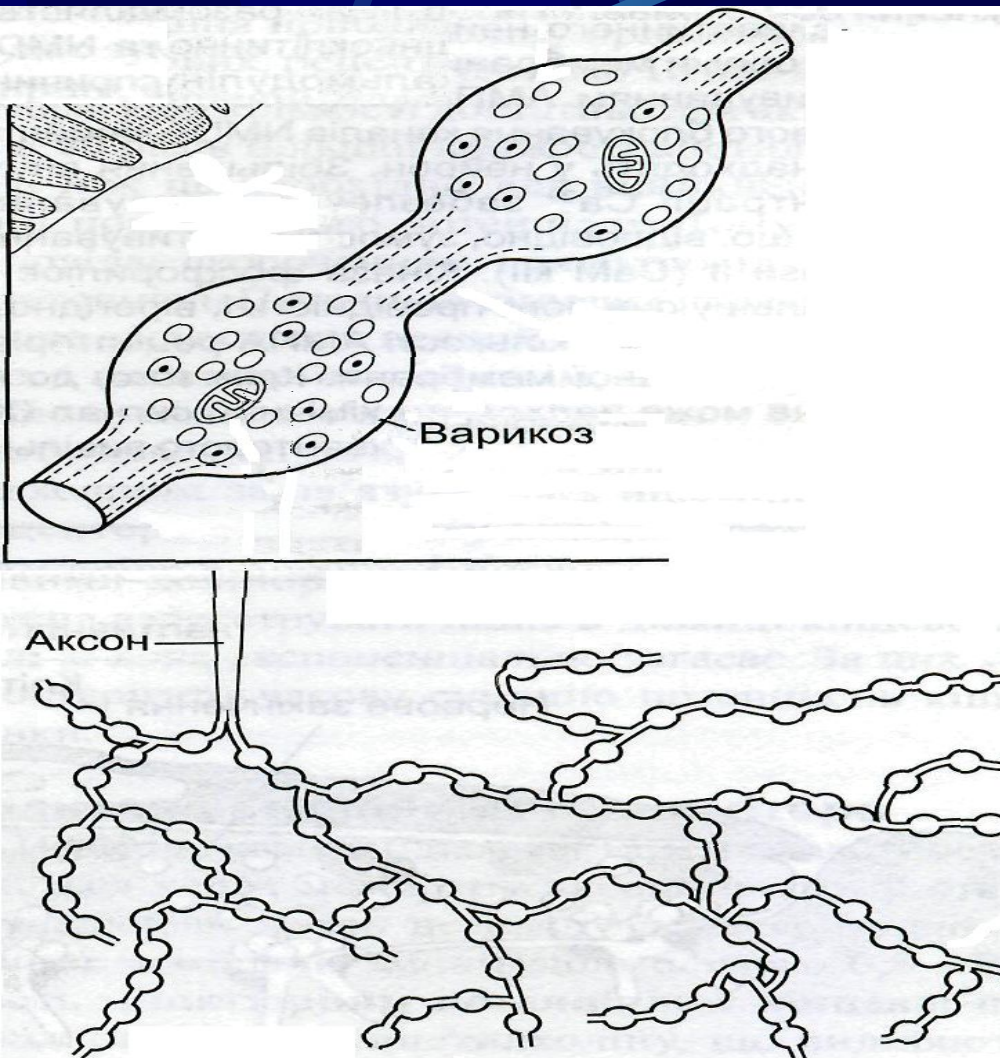
## *Двухнейронная структура эфферентной рефлекторной дуги ВНС.*

- Тело *первого нейрона* находится в ЦНС, его аксон доходит до нервного ганглия. Здесь находится тело *второго нейрона*.
- Аксон второго нейрона иннервирует соответствующий орган.
- Волокна первого нейрона являются - *преганглионарными*, а второго нейрона - *постганглионарными*.

# Сегмент спинного мозга



# Варикозы эфферентных нервов ВНС



- Нервные окончания ВНС не образуют типичных синапсов.
- Медиатор( ацетилхолин ил норадреналин) находится в варикозах и выделяется в межклеточную жидкость.
- Рецепторы к нему расположены по всей мембране клеток гладких мышц и др.

# МЕДИАТОРЫ ВНС

- МЕДИАТОРЫ

- *Ацетилхолин (АХ)*

Холинергическими являются преганглионарные нейроны обоих отделов вегетативной нервной системы и постганглионарные парасимпатические волокна.

- *Норадреналин (НА)*

Адренергическими являются эфферентные нейроны симпатических ганглиев

- РЕЦЕПТОРЫ

- М- и Н-холинорецепторы

- $\alpha$ - и  $\beta$ -адренорецепторы

$\beta_1$  и  $\beta_2$

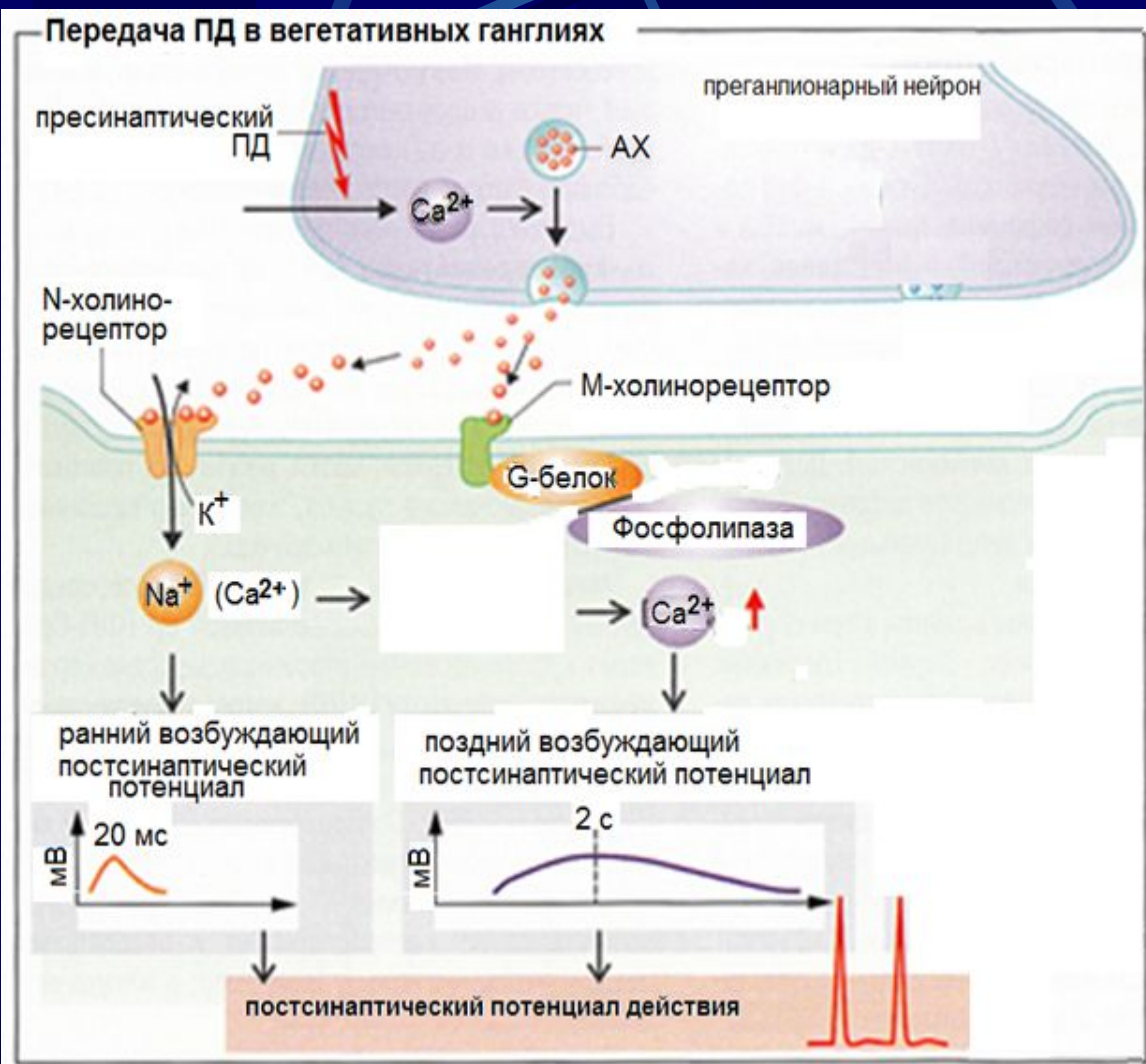
$\alpha_1$  и  $\alpha_2$

- Особенностью действия ацетилхолина в синапсах ганглиев является то, что оно не прекращается после введения атропина и мускарина, но исчезает после никотина.

Такие синапсы относятся к *Н-холинергическим*.

- Во всех постгангионарных структурах АХ взаимодействует с *М-холинорецептором*.

## Передача ПД АХ



АХ выделяется поступающим  $Ca^{2+}$ .

Взаимодействие АХ с М-рецептором посредством G-белка включает вторые посредники ( $Ca^{2+}$ ).

Взаимодействие АХ с N-рецептором (в ганглиях)

открывает ионные каналы ( $Na^+$ ).

В обоих случаях появляется ПСПД.

## *Другие медиаторы ВНС*

- **Дофадмин** (свои рецепторы), тормозит выделение норадреналина;
- **серотонин** - эффект серотонина напоминает действие медиатора ацетилхолина;
- **пуриновые основания** -АТФ и продукты ее распада - аденозин : главные антагонисты по отношению к холинергической системе.

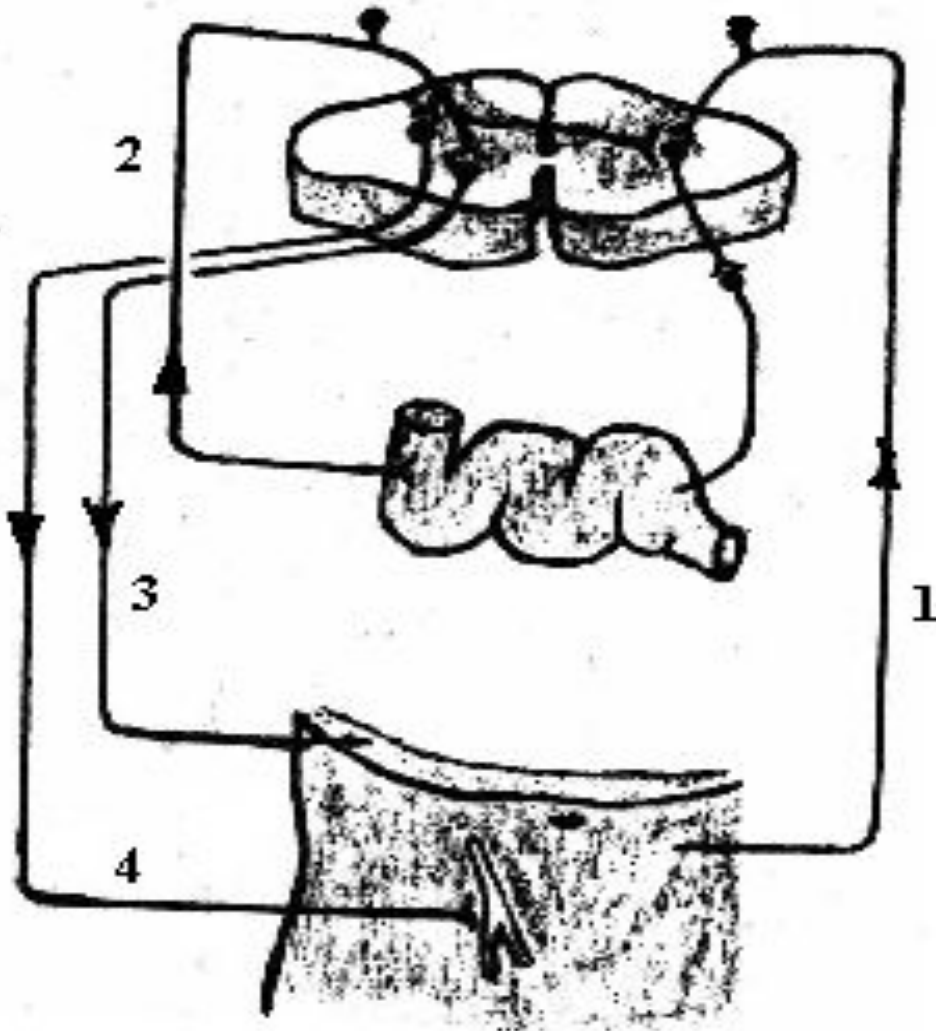
# Функции вегетативных ганглий

- Вегетативные ганглии играют важную роль в распределении и распространении проходящих через них нервных влияний.
- Особенности ганглиев.
- Во-первых, число нервных клеток в несколько раз (в верхнем шейном узле - в 10 раз, в ресничном узле - в 2 раза) больше числа приходящих к ганглию преганглионарных волокон.
- Во-вторых, каждое из пресинаптических волокон сильно ветвится, образуя синапсы на многих клетках ганглия.

## **Рефлексы, замыкающиеся на уровне ганглиев ВНС, называют рефлексами метасимпатического отдела ВНС**

- В некоторых ганглиях парасимпатического отдела имеются все нейроны, необходимые для выполнения рефлекторного переключения (афферентные, эфферентные, вставочные и тормозные).
- Такие рефлексы широко представлены в органах ЖКТ и сердце.

# Взаимодействие вегетативных и соматических путей спинальных рефлексов

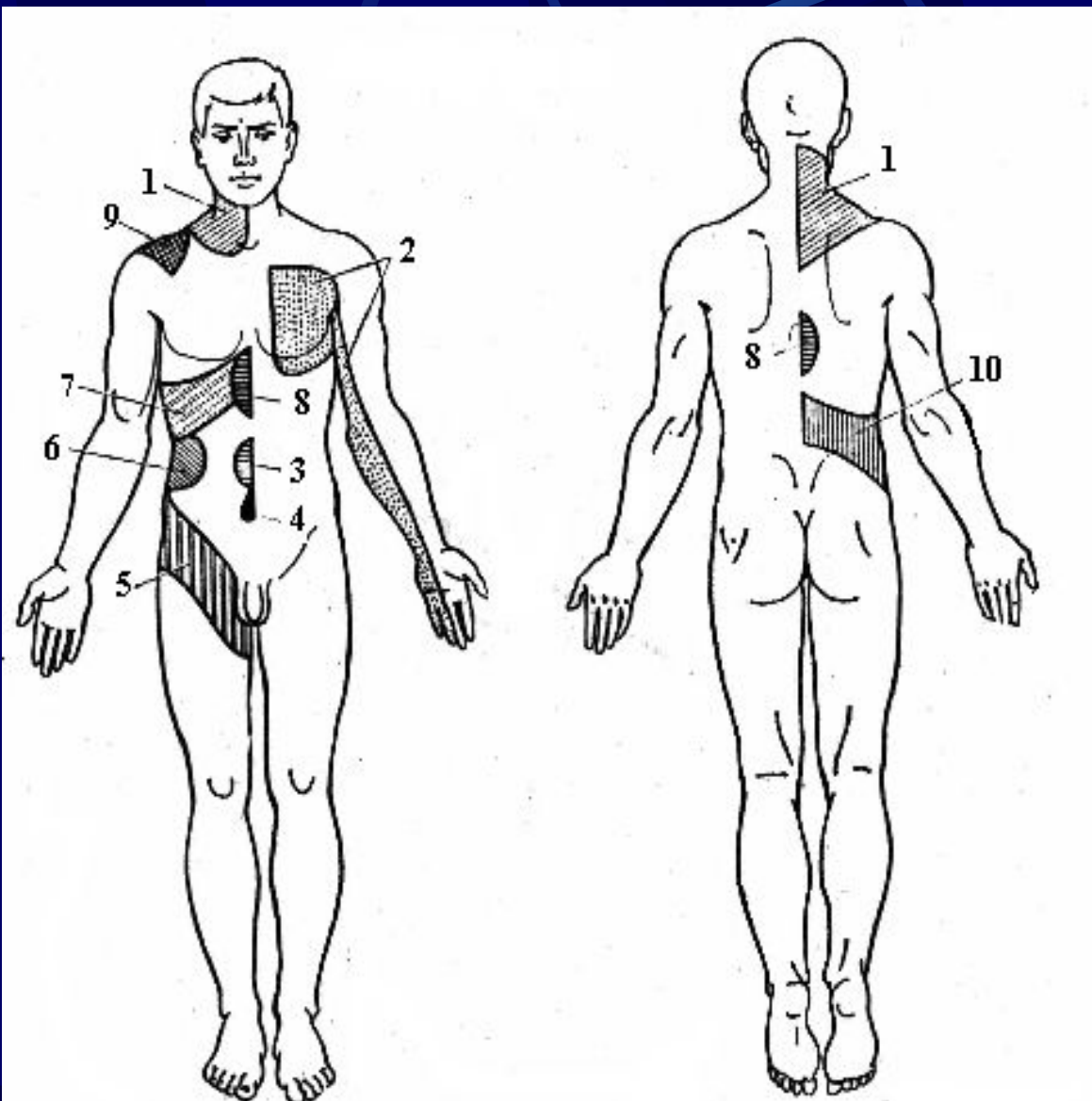


- 1 - афферентный путь кожного нерва соматической нервной системы,
- 2 - афферентный путь вегетативного нерва,
- 3 - эфферентный путь соматического рефлекса,
- 4 - эфферентный путь вегетативного рефлекса

# Вегетативные рефлексы

- *Висцеро-висцеральные рефлексы*
- *Висцеро-дермальные рефлексы*
- *Дермато-висцеральные рефлексы*
- *Сомато-висцеральные рефлексы*

# Зоны Гедд-Захарьина



- 1 - легкие и бронхи,
- 2 - сердце,
- 3 - кишечник,
- 4 - мочевой пузырь,
- 5 - мочеточник,
- 6 - почки,
- 7, 9 - печень,
- 8 - желудок и поджелудочная железа,
- 10 - мочеполовые органы.

## РЕФЛЕКСЫ СТВОЛА МОЗГА

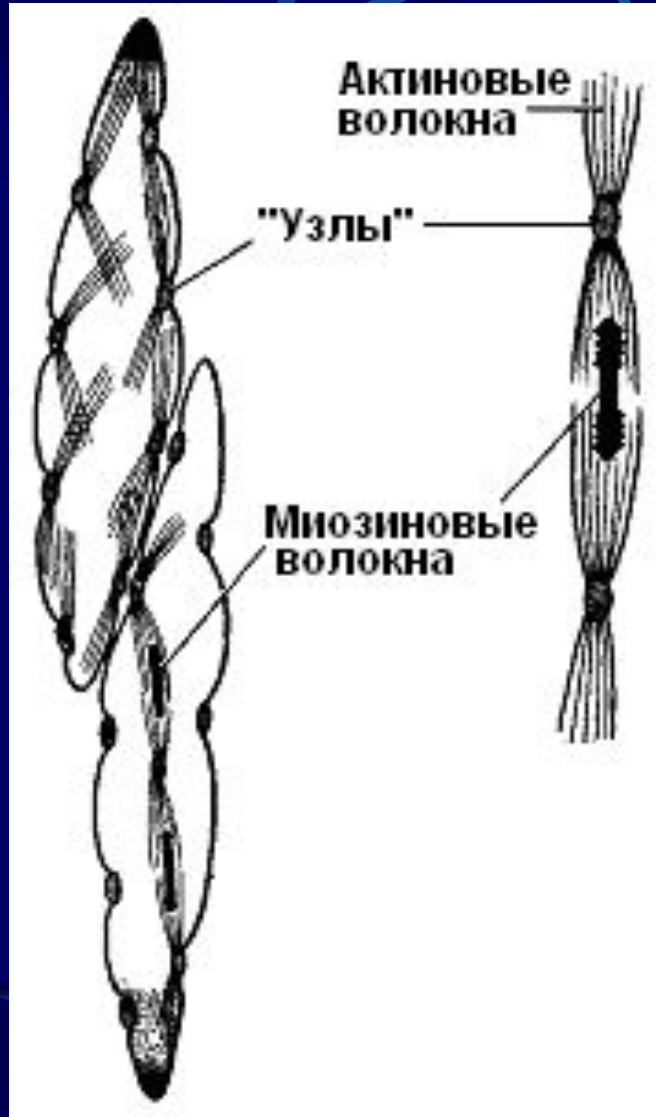
- В продолговатом мозге расположен бульбарный отдел вазомоторного центра, регулирующий деятельность дыхания, сердца и сосудов. Здесь же имеются центры слезоотделения, жевания, глотания, кашля, рвоты *и регуляции обмена веществ.*
- *В среднем мозге* находятся нервные центры зрачкового рефлекса и аккомодации глаза. Эти рефлекторные реакции осуществляются с помощью вегетативной части глазодвигательного нерва и передних бугорков четверохолмия.
- Эти центры относятся к парасимпатическому отделу.

## Некоторые рефлексы ствола и клиника

- Глазо-сердечный рефлекс, или рефлекс Данини-Ашнера (кратковременное урежение сердцебиений при надавливании на глазные яблоки),
- дыхательно-сердечный рефлекс, или так называемая дыхательная аритмия (урежение сердечных сокращений в конце выдоха перед началом следующего вдоха),
- ортостатическая реакция (учащение сердечных сокращений и повышение артериального давления при переходе из положения лежа в положение стоя) .

**Гладкие мышцы – один из основных эффекторов влияний ВНС. На всей их мембране есть рецепторы к медиаторам ВНС.**

Два типа гладкомышечных клеток:  
а) располагающиеся отдельно (multi-unit),  
б) образующие функциональный синцитий (single-unit).



## Иннервация гладких мышц

- Гладкие мышцы не имеют типичных синапсов. Имеющиеся между ними *нексусы* обеспечивают межклеточную передачу ПД. Поэтому плотность иннервации таких мышц невелика. Медиатор выделяется ими достаточно далеко от клеток (более 50 нм), а рецепторы к медиаторам располагаются по всей мембране.
- Взаимодействие медиаторов с соответствующими им рецепторами приводит как к сокращению, так и расслаблению мышцы. Дело в том, что при взаимодействии «лиганд-рецептор» возможно два типа ответа:
  - а) открываются ионные каналы,
  - б) меняется активность внутриклеточных посредников.
- Включение последних и приводит к модуляции ответной реакции.

## **АНТОГОНИЗМ ВЛИЯНИЙ**

- В большинстве органов, иннервируемых вегетативной нервной системой, раздражение симпатических и парасимпатических волокон вызывает противоположный эффект.
- Сильное раздражение блуждающего нерва вызывает уменьшение ритма и силы сердечных сокращений, а раздражение симпатического нерва увеличивает ритм и силу сердечных сокращений.

# **Взаимодействие между отделами ВНС при двойной иннервации**

- **1-й уровень: между нервными окончаниями.**
- **2-й уровень: межцентральный (продолговатый мозг и симпатические и парасимпатические отделы спинного мозга).**
- **3-й уровень: гипоталамус.**

## РОЛЬ ГИПОТАЛАМУСА В РЕГУЛЯЦИИ ВЕГЕТАТИВНЫХ ФУНКЦИЙ

- Гипоталамус имеет 32 пары ядер. Это высший отдел координации функций ВНС.

Возбуждение *задних ядер* гипоталамуса вызывает реакции, аналогичные активации симпатической нервной системы,

*передние ядра* гипоталамуса- воздействуют через парасимпатический отдел,

*средние ядра* гипоталамуса участвуют в регуляции обмена веществ.

# Роль симпатического и парасимпатического отделов ВНС

- Парасимпатический отдел вегетативной нервной системы – это система текущей регуляции физиологических процессов, обеспечивающая поддержание и восстановление гомеостаза.
- В отличие от этого симпатический отдел – система "защиты", система мобилизации резервов, адаптации организма, необходимые для активного взаимодействия организма со средой. Такая мобилизация требует генерализованного включения в реакцию многих органов.
- Этому условию соответствуют структурные особенности симпатического отдела:
  - а) непрерывное расположение нервных центров в спинном мозге, б) ганглии симпатического отдела (паравертебральные и превертебральные), находятся на большом расстоянии от иннервируемых органов и тканей. Все это обеспечивает генерализованное воздействие на многие структуры организма.

A photograph of a path covered in cherry blossoms. The path is a narrow, straight walkway that stretches from the bottom center towards the top center of the image. It is flanked on both sides by dense, overhanging branches of cherry blossom trees. The blossoms are a pale pink or light purple color, creating a tunnel-like effect. The path itself appears to be made of dark, wet pavement, reflecting the light from above. In the center of the image, there is a light green oval with a thin black border. Inside this oval, the Russian text "Спасибо за внимание" is written in a bold, red, sans-serif font. The background of the entire image is a dark blue gradient with faint, light blue geometric patterns, likely a presentation slide background.

**Спасибо за  
внимание**