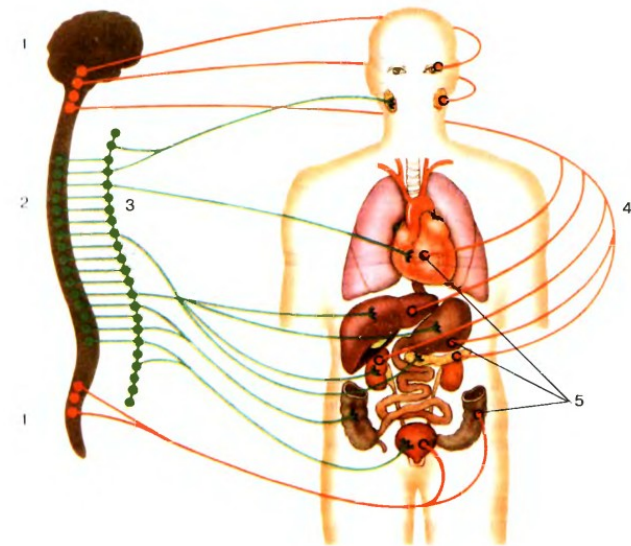


# Волгоградский государственный медицинский университет

## Кафедра нормальной физиологии

### Лекция №6

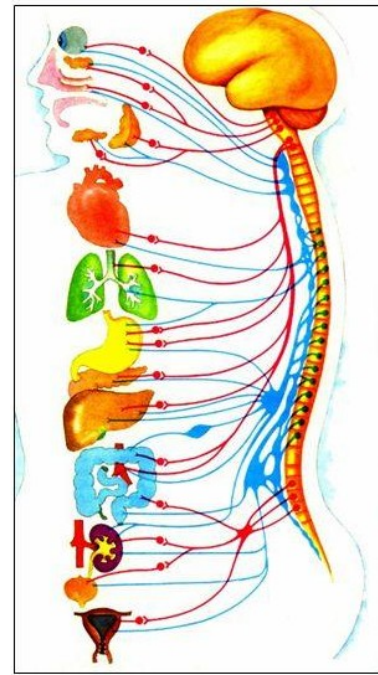
### Физиология вегетативной нервной системы



Доцент, к.м.н. Е.В.Лифанова

# План:

- Структурно-функциональные особенности вегетативной нервной системы.
- Метасимпатическая нервная система.
- Симпатический и парасимпатический отделы.
- Принципы организации эфферентного звена вегетативных рефлексов. Механизмы и особенности передачи возбуждения в ганглиях вегетативной нервной системы.
- Влияние симпатического и парасимпатического отделов на и системы.
- Вегетативные центры.
- Вегетативные рефлексы.
- Возрастные особенности работы ЦНС.



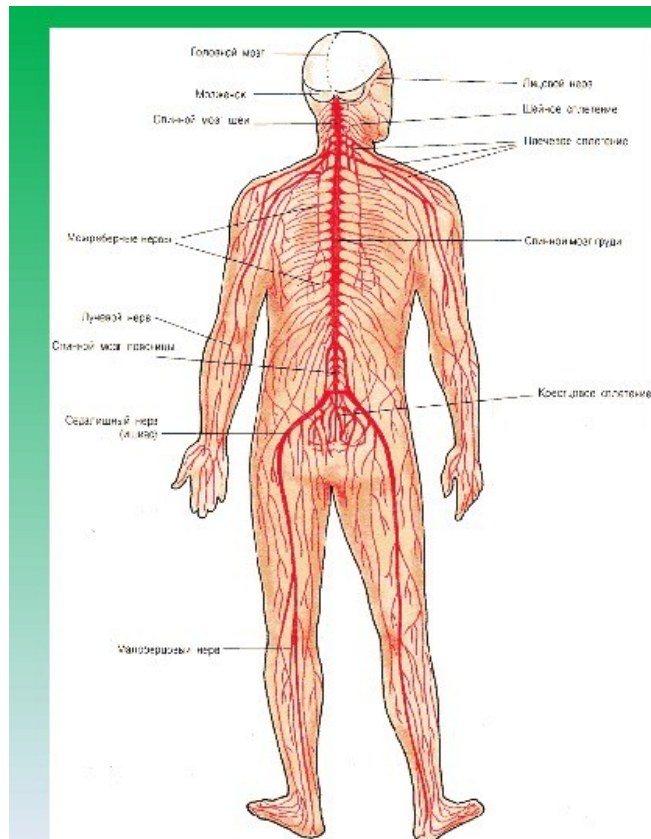
# Функции организма человека

- **Анимальные или соматические** (восприятие раздражений и двигательные реакции скелетной мускулатуры).
- **Вегетативные или автономные** (обеспечение обмена веществ в целостном организме – пищеварения, кровообращения, дыхания, выделения, роста и размножения).



# Функции соматической нервной системы

- Экстероцептивная.
- Моторная.
- Сенсорная.



- Соматическая нервная система

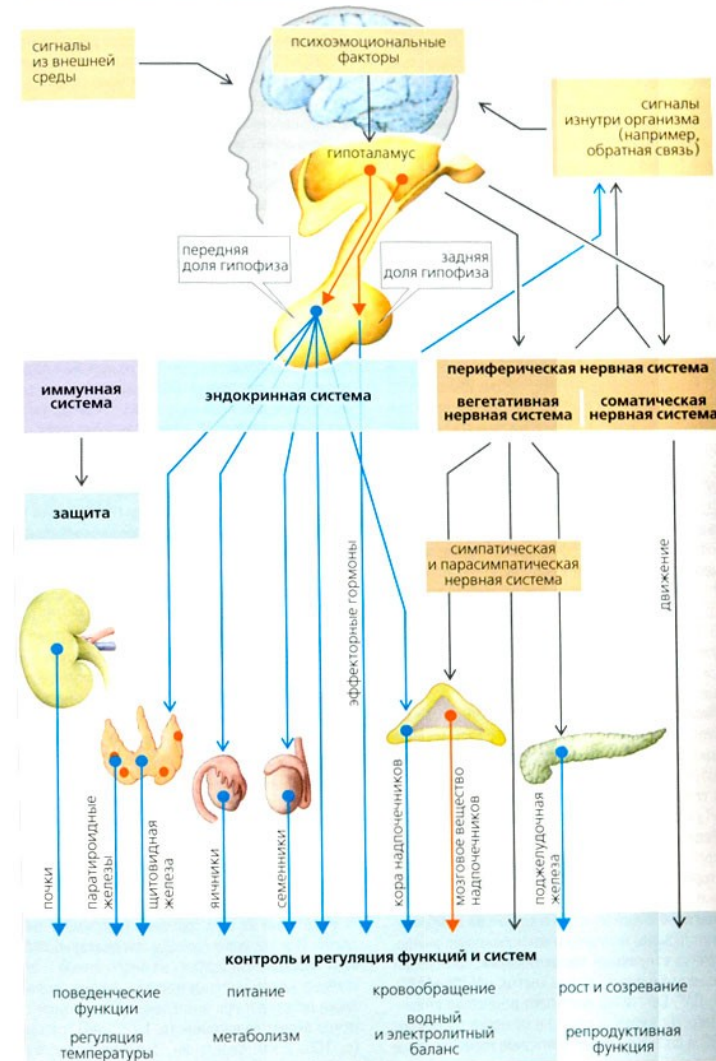


# Функции вегетативной нервной системы

Вегетативная нервная система (непроизвольная или автономная) обеспечивает

- эфферентную иннервацию всех внутренних органов, сосудов и потовых желез, а также
- трофическую иннервацию скелетной мускулатуры, рецепторов и самой нервной системы.

А. Регуляция функций вегетативной нервной системы (общие сведения)



# Анатомо-физиологические отличия ВНС от соматической НС

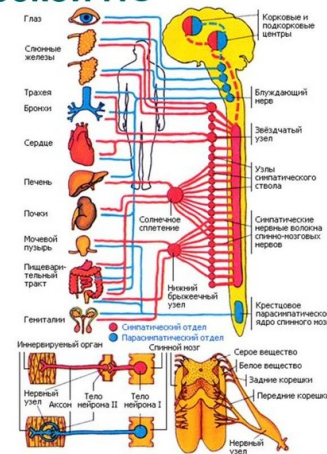
- отсутствие метамерности в выходе сигнальных проводников;
- меньший диаметр вегетативных волокон;
- частое отсутствие в них мякотной оболочки;
- более медленное проведение по ним нервного импульса.

Вегетативные ганглии образуются позже, чем ЦНС. В них интегрируются афферентная и эфферентная импульсация на внутренние органы.

Нейроны вегетативных ганглиев наиболее близки к мотонейронам (им присущи тормозные свойства).

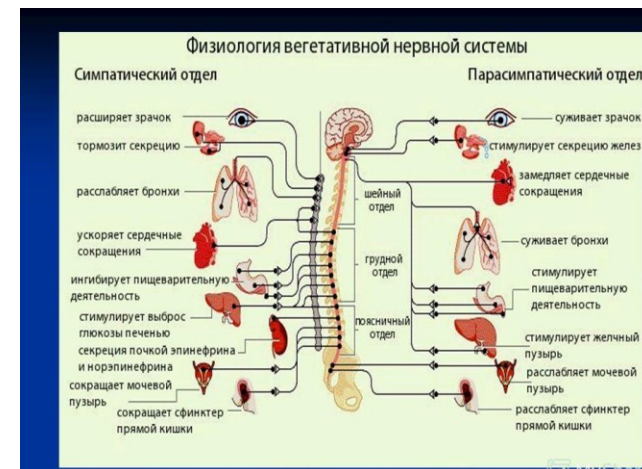
## Структурные отличия ВНС от соматической НС

Координацию работы всех отделов вегетативной нервной системы осуществляют: **гипоталамус** промежуточного мозга и **кора большого мозга**.



# Структурно-функциональные особенности вегетативной нервной системы

- Термин «автономная НС» полностью заменил ранее существовавшие: «органическая», «висцеральная».
- В отечественной литературе традиционно применяется термин «вегетативная НС».
- **Автономная НС** – это комплекс центральных и периферических клеточных структур, регулирующих необходимый для адекватной реакции всех систем функциональный уровень внутренней жизни организма.

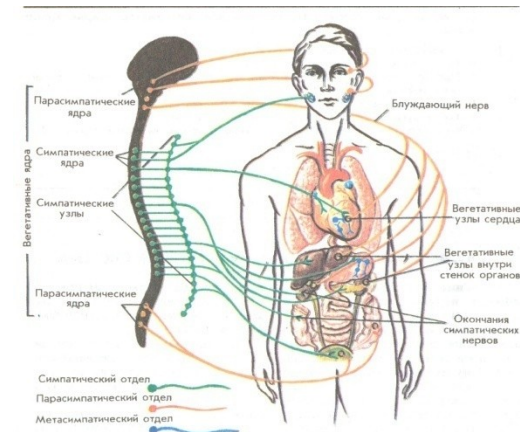


# Вегетативная нервная система

построена из

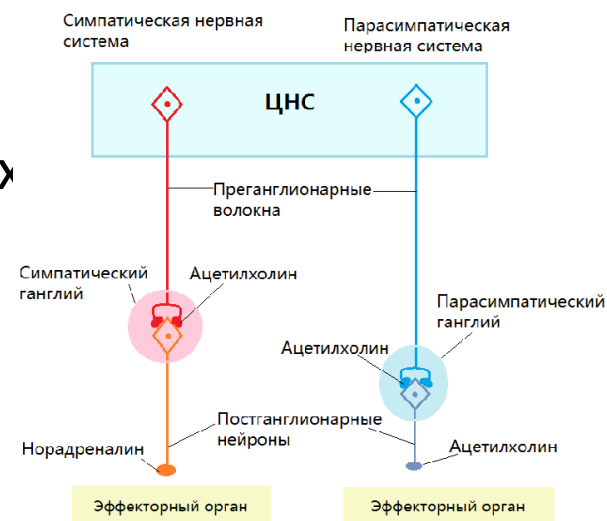
- специфических и неспецифических афферентных путей,
- нервных центров, заложенных на различных уровнях ЦНС;
- преганглионарных нервных волокон,
- ганглиев, расположенных вне ЦНС и
- постганглионарных волокон, оканчивающихся в иннервируемых ими органах.

На основании структурно-функциональных свойств автономная НС делится на симпатическую, парасимпатическую и метасимпатическую части.



# Передача возбуждения в ВНС

- Возбуждение в вегетативной НС передаётся при помощи ацетилхолина, который участвует в выделении катехоламинов в адренергических синапсах. Концентрация же катехоламинов в крови влияет на синаптическую передачу в вегетативных узлах и в головном мозге.
- Аfferентное звено, рефлекторный центр, эффектор этой дуги воспринимают рефлекторные реакции от ЦНС.
- Вегетативные ганглии являются периферическими рефлекторными центрами, которые, благодаря наличию афферентных проводников, находятся под постоянным контролем ЦНС. При этом ВНС имеет собственные рефлекторные дуги и рецепторы, аналогичные спинальным.



# Отделы вегетативной нервной системы (ВНС)

В вегетативной нервной системе различают три отдела:

- симпатический;
- парасимпатический;
- метасимпатический.



В целом ВНС обеспечивает работу всех внутренних органов.

Она выполняет следующие функции по поддержанию гомеостаза:

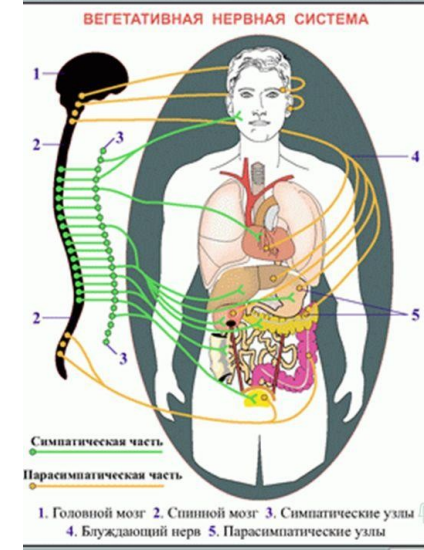
- сохранение постоянства внутренней среды;
- подготовка к борьбе;
- возвращение к исходному состоянию.

Эти функции ВНС получили название **триады Кеннона**.



# Влияние ВНС на жизнедеятельность организма человека

- **Функциональные влияния** – переводят орган из недействительного состояния в состояние активности или, наоборот, тормозят её. Например, воздействие симпатического нерва на потовые железы, которые секретируют при раздражении этого нерва.
- **Сосудистые влияния** – изменяют доставку крови, а, следовательно, и питательных веществ и кислорода к органу в соответствии с уровнем его функциональной активности.
- **Трофические влияния** – влияния на процесс обмена веществ, необходимый для обеспечения жизнедеятельности.



# Влияние ВНС на жизнедеятельность организма человека

- *Адаптационные влияния* – влияния приспособления или адаптации к функционированию в условиях утомления. При этом нервная система, как при нормальных условиях, так и в условиях патологии обеспечивает приспособительные и защитно-компенсаторные процессы организма. Поскольку любая адаптация осуществляется благодаря изменению уровня обмена веществ и физико-химических свойств, то такое явление обозначили как *адаптационно-трофическое (феномен Орбели-Гинецинского)*.

# Влияние ВНС на жизнедеятельность организма человека

- *Регулирующие влияния* – влияния на органы, обладающие автоматией (сердце, кишечник, сосуды). При этом вегетативная нервная система либо усиливает, либо ослабляет их деятельность.
- *Пусковые влияния* – запускают работу органа (то есть если работа органа не происходит непрерывно, то она запускается под влиянием импульсов со стороны вегетативной нервной системы).

# Отличия в строении автономной НС от соматической

## 1. Положение двигательного (эффекторного) нейрона.

- В соматической дуге вставочная и двигательные клетки располагаются в сером веществе СМ.
- В автономной НС располагается в периферических ганглиях.

## 2. Выход нервных волокон.

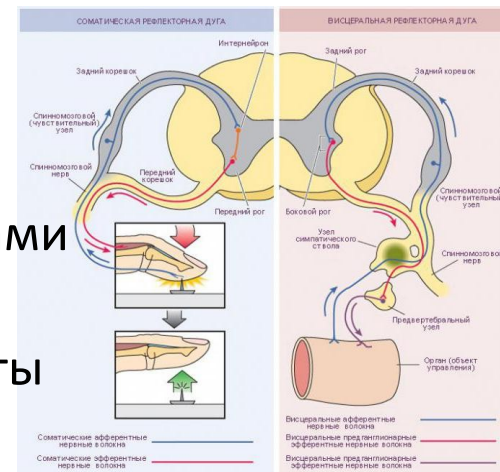
- Соматические покидают ствол мозга, спинной мозг **сегментарно**, (и перекрывают иннервируемые области трех смежных сегментов), начиная с передних бугров четверохолмия и кончая крестцовым отделом СМ.

Волокна автономной НС выходят **из ограниченных участков мозга**:

- 1) краниобульбарного,
- 2) тораколумбального,
- 3) сакрального.

В первом они выходят из 2х областей ствола:

- Мезэнцефалического и бульбарного (парасимпатическая НС).
- Во втором участке волокна покидают СМ начиная с I-II грудных и кончая III-IV поясничными сегментами (симпатическая НС)
- Третьим участком является I-V крестцовые сегменты (парасимпатическая НС).



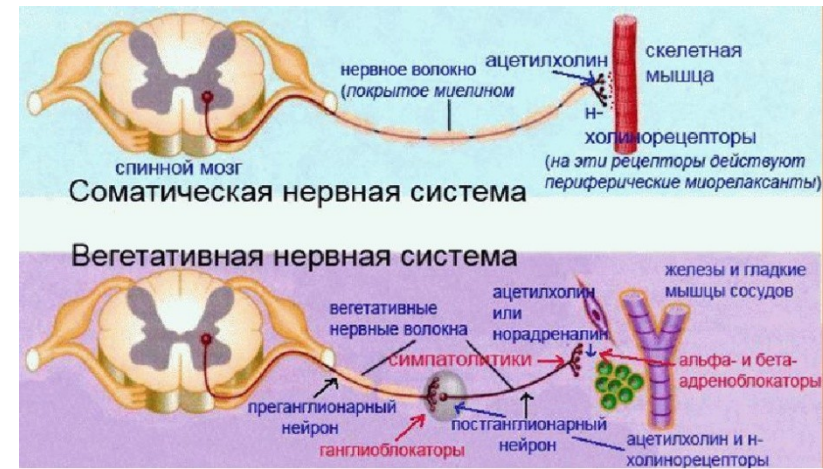
# Отличия в строении автономной НС от соматической

## 3. Различие относится к распределению волокон на периферии.

- Соматические волокна распределены строго сегментарно.
- Волокна автономной НС иннервируют все ткани и органы без исключения, а часть органов имеют двойную и даже тройную иннервацию – симпатическую, парасимпатическую и метасимпатическую.

## 4. Морфологические различия.

- Соматические эфферентные волокна – мякотные, толстые;  $d=12-14$  мкм.
- Волокна автономной НС в большинстве безмякотные, тонкие, с  $d=7$  мкм.
- 1-3 мсек;



# Отличия в строении автономной НС от соматической

**5. Скорость проведения возбуждения определяется особенностями строения.**

- В соматической НС толстые мякотные волокна, по ним возбуждение распространяется значительно быстрее 70-100м/сек.
- Скорость проведения возбуждения в автономной НС значительно меньше 1-3 м/сек.

**6. Возбудимость.**

- В соматической НС – высокая.
- В автономной – низкая.

**7. Рефрактерный период.**

- В соматической НС короткий 0,5-2,0 мсек;
- В автономной НС длинный 6,0-7,0 мсек;

**8. Хронаксия.**

- В соматической НС короткая 0,1-0,8 мсек;
- В автономной НС длинная

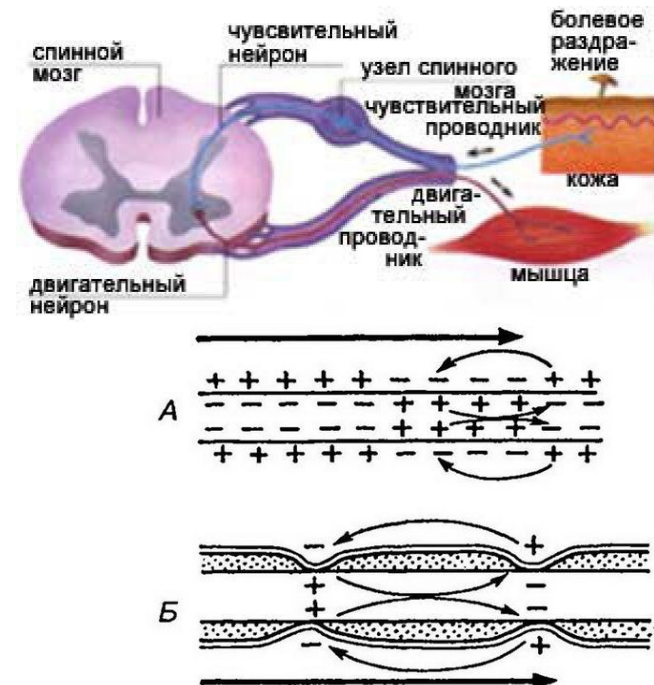
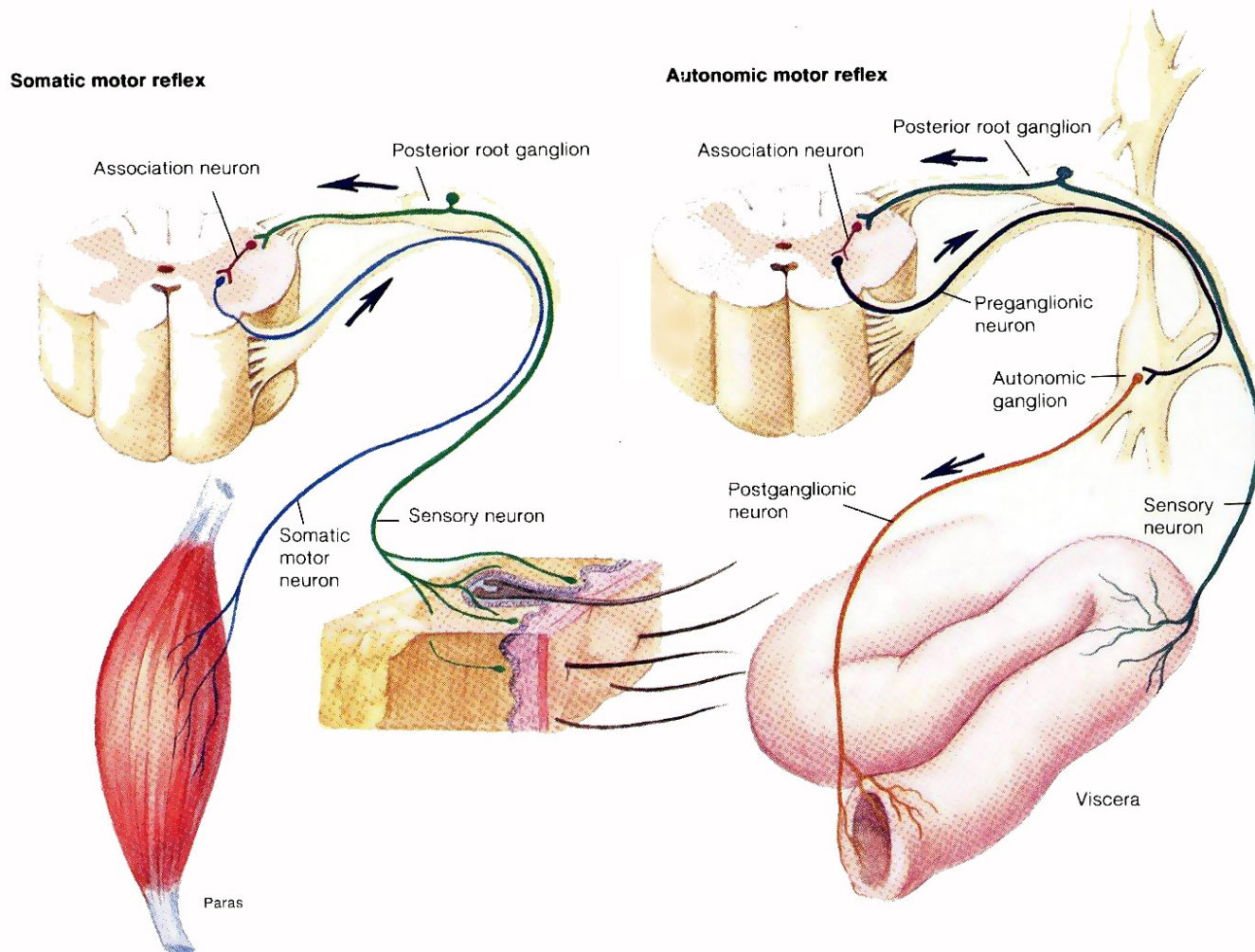


Рис. 4. Распространение местных токов по безмиелиновому (А) и миелиновому (Б) нервным волокнам



# Отличия соматической и вегетативной рефлекторной дуги



# 1. Локализация ядер

- у **симпатического** отдела ВНС – нейроны боковых рогов VIII шейного, грудных и I-IV поясничных сегментов спинного мозга (торако-люмбальный отдел);
- у **парасимпатического** отдела ВНС – средний мозг, Варолиев мост, продолговатый мозг, боковые рога V поясничного и I-V крестцовых сегментов спинного мозга (сакральный отдел);
- у **метасимпатического** отдела ВНС – стенки внутренних (полых) органов;
- у **соматической** нервной системы – серое вещество спинного мозга (вставочные и двигательные нейроны).

## 2. Морфологические различия волокон

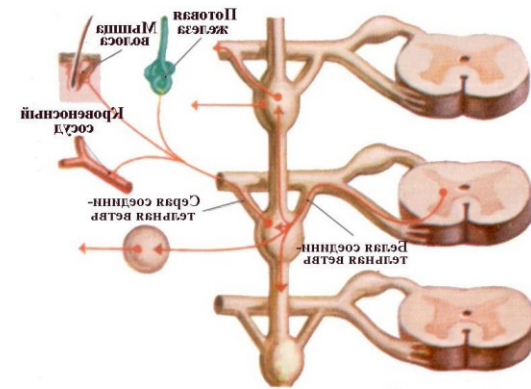
- у **вегетативной** нервной системы - преганглионарные волокна тонкие мякотные (тип В), диаметр = 1 мкм, скорость = 3-15 м/с;
- у **вегетативной** нервной системы - постганглионарные волокна безмякотные (тип С), диаметр < 1 мкм, скорость = 0,5-3 м/с;
- у **соматической** нервной системы - волокна толстые мякотные (тип А), диаметр = 3-15 мкм, скорость = 70-120 м/с.

# 3. Скорость проведения возбуждения

- у **вегетативной** нервной системы – возбуждение распространяется относительно медленно – 1-3 м/с;
- у **соматической** нервной системы - возбуждение распространяется быстро – в среднем со скоростью 15-120 м/с.

# 4. Сравнительная характеристика отростков

- у **симпатического** отдела ВНС – прерываются в ганглиях: преганглионарные – короткие (тип В); постганглионарные – длинные (тип С);
- у **парасимпатического** отдела ВНС – прерываются в ганглиях: преганглионарные – длинные (тип В); постганглионарные – короткие (тип С);
- у **метасимпатического** отдела ВНС – прерываются в ганглиях: преганглионарные – длинные (тип В); постганглионарные – короткие (тип С);
- у **соматической** нервной системы – аксоны длинные, на всем протяжении не прерываются (тип А).



# 5. Локализация ганглиев (ганглии характерны только для ВНС)

- у **симпатического** отдела ВНС – паравертебральные (пограничные столбы), превертебральные (чревное, солнечное сплетения, брыжеечные узлы);
- у **парасимпатического** отдела ВНС – в иннервируемых органах (интрамурально) или рядом с ними (экстрамурально);
- у **метасимпатического** отдела ВНС – только во внутренних органах (интрамурально);
- у **соматической** нервной системы – нет эффекторных ганглиев.





# Иерархия образований вегетативной НС

Первый этаж представлен интрамуральным сплетением (метасимпатической НС).

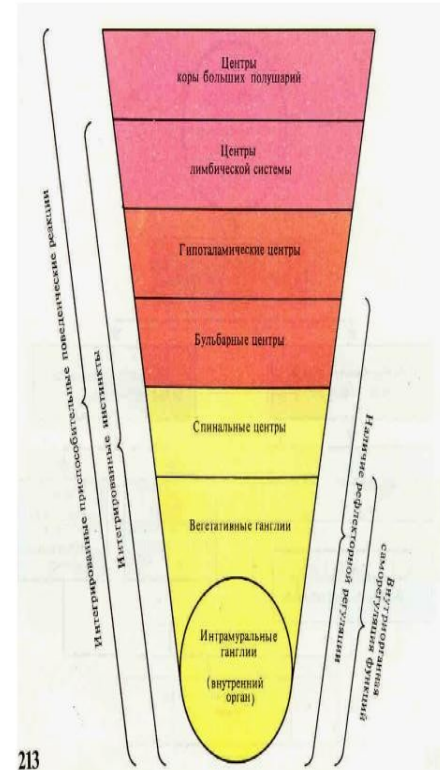
Второй этаж представлен паравертебральными и превертебральными ганглиями, в которых могут замыкаться вегетативные рефлексы.

Третий этаж – центральные структуры симпатической и парасимпатической системы (скопления преганглионарных нейронов в стволе мозга и в спинном мозге).

Четвертый этаж представлен высшими вегетативными центрами, гипоталамусом, ретикулярной формацией, мозжечком, базальными ганглиями, корой БП.

Иерархия в управлении деятельностью внутренних органов

## Иерархия вегетативного контроля



# Функции вегетативной нервной системы



**Основная функция ВНС** – регуляция деятельности внутренних органов.

**Симпатическая НС**, как правило, вызывает

- мобилизацию деятельности жизненно важных органов,
- повышает энергообразование в организме – за счет активации процессов гликогенолиза, глюконеогенеза, липолиза,
- оказывает эрготропное влияние.

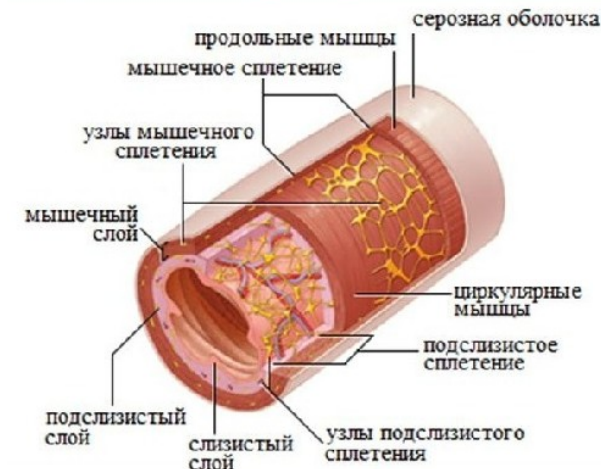
**Парасимпатическая НС** оказывает трофотропное действие,

- способствует восстановлению нарушенного во время активности организма гомеостаза.

**Метасимпатическая НС** оказывает регулирующее воздействие на мышечные структуры в ЖКТ, регулируя его моторику, и в сердце, регулируя его сократительную активность.

# Метасимпатическая нервная система

- Большинство внутренних органов после перерезки симпатических и парасимпатических путей или после извлечения их из организма продолжают осуществлять присущие им функции (например, кишка сохраняет координированную перистальтическую функцию, перфузируемое раствором сердце сокращается. Вырезанные участки матки, мочеточника, желчного пузыря продолжают сокращаться с частотой и амплитудой, характерной для каждого из этих органов).



**Понятие метасимпатической НС** довольно широкое, т.к.

включает в себя весь комплекс полых висцеральных органов (в том числе и пищеварительный тракт), обладающих собственной автоматической двигательной деятельностью.

**Функциональная автономия** объясняется наличием в стенке этих органов нервной ганглиозной системы, обладающей собственным автоматизмом и имеющей необходимые для автономной рефлекторной и интерактивной деятельности все звенья морфологической основы (чувствительное, вставочное, двигательное), медиаторы, генераторы автоматической деятельности. Следовательно, большинство полых висцеральных органов наряду с экстраорганными симпатическим и парасимпатическим механизмами имеют собственный базовый механизм нервной регуляции.

**Управление их работой обеспечивается**

рефлексами, которые замыкаются в пределах самого органа.



# Функции метасимпатического отдела ВНС

**Осуществление текущей регуляции функций висцеральных органов.**

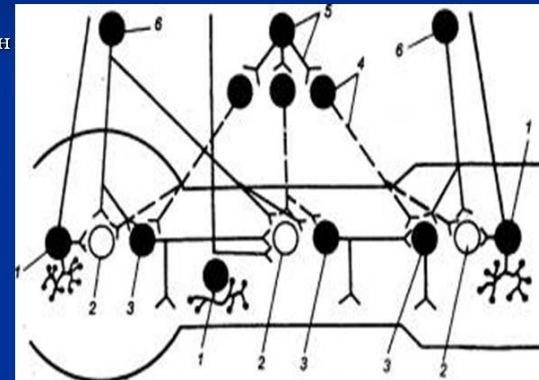
**Увеличение надёжности местной регуляции функций.**

**Обеспечение постоянства внутренней среды организма.**

**Освобождение ЦНС от избыточной информации.**

## Функциональный модуль метасимпатической нервной системы

- 1 — чувствительный нейрон
- 2 — интернейрон
- 3 — эфферентный нейрон
- 4 — постганглионарный симпатический нейрон и его волокно
- 5 — преганглионарный симпатический нейрон и его волокно
- 6 — преганглионарный парасимпатический нейрон и его волокно.





# Метасимпатический отдел ВНС

Локализуется в интрамуральных ганглиях, расположенных в толще стенок этих органов.

Структурной основой процессов, реализуемых с участием метасимпатической НС, является тетрада:

афферентный

вставочный

нейроны

Эфферентный

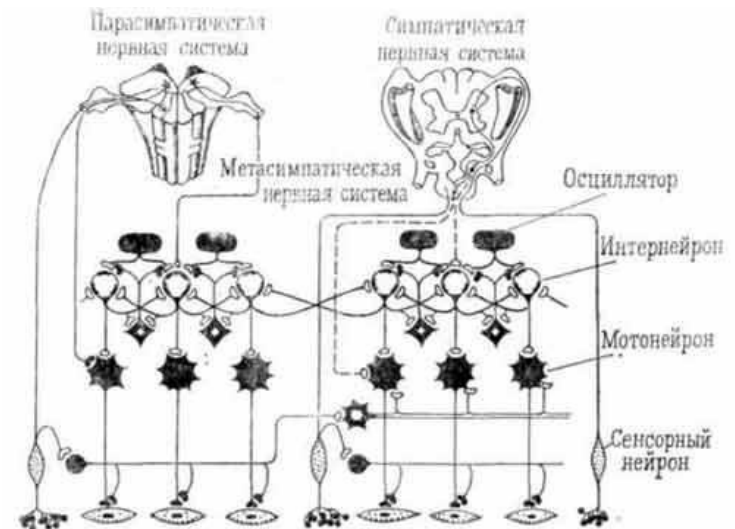
Осциллятор

Осциллятор – источник периодической активности.

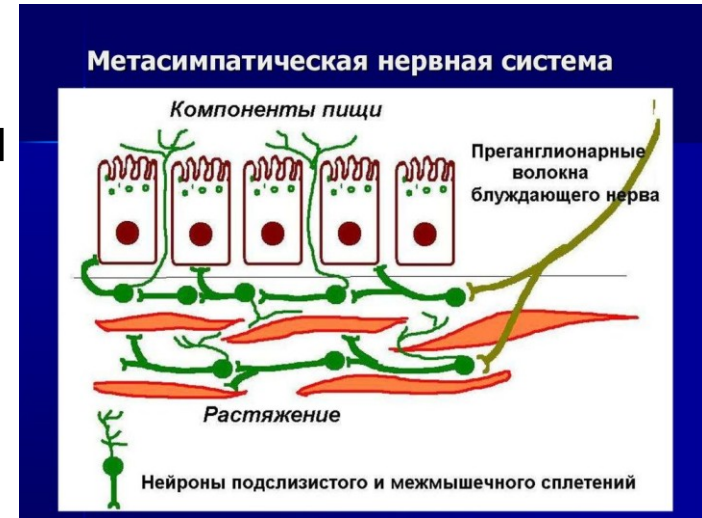
Метасимпатическая рефлексорная дуга



периферическая вегетативная дуга оказывается **двухнейронной**, а с помощью ассоциативных нейронов возбуждение распространяется на соседние вегетативные ганглии. В результате образуются более сложные (трёхнейронные и т.д.),



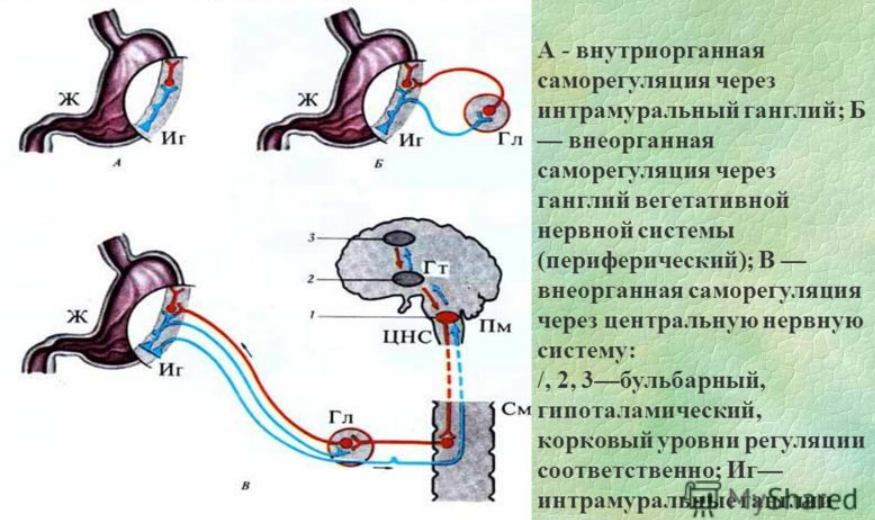
Информация о местных применениях химических, температурных, механических свойств среды воспринимается соответствующими рецепторами, посредством сенсорного нейрона передаются на вставочный нейрон **метасимпатической тетрады** и в вышележащие структуры (пре- или паравертебральные ганглии, ядра ЦНС). Со вставочными и эфферентными нейронами метасимпатического модуля контактируют симпатические и парасимпатические волокна. Благодаря этим контактам местные рефлексы внутренних органов могут быть включены в общие процессы адаптации организма к меняющимся условиям существования.



# Метасимпатическая НС обладает признаками отличающими ее от других частей автономной НС:

- 1) она образуется в результате миграции пронеуробластов по парасимпатическим и симпатическим нервам и развитие происходит, когда нервные клетки находятся в стадии пронеуробласт – нейробласт.
- 2) иннервирует только внутренние органы, наделенные собственной моторной активностью (симпатические и парасимпатические иннервируют все органы).
- 3) получает синаптические входы от симпатической и парасимпатической системы и не имеет синаптических контактов с эфферентной частью соматической рефлекторной дуги.

## Метасимпатическая н.с. (пример саморегуляции)

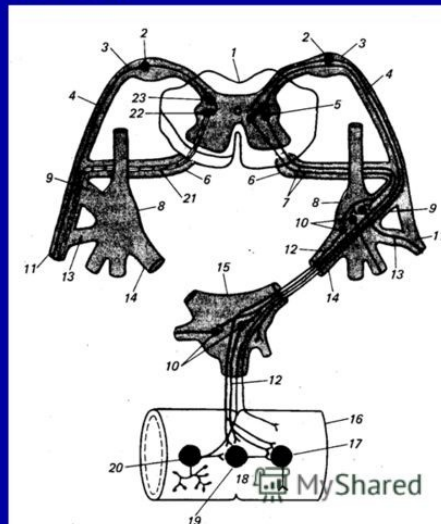


- 4) наряду с общим для всех 3х частей афферентным путем имеет и собственное сенсорное звено;
- 5) не находится в антагонистических отношениях с другими частями НС.
- 6) представляя истинно базовую иннервацию обладает гораздо большей, чем симпатическая и парасимпатическая, независимостью от ЦНС.

В то время как органы с разрушенными или выключенными с помощью ганглиоблокаторов клетками утрачивают способность координировать и регулировать ритмическую моторную функцию желудка, кишечника.

## Метасимпатическая нервная система.

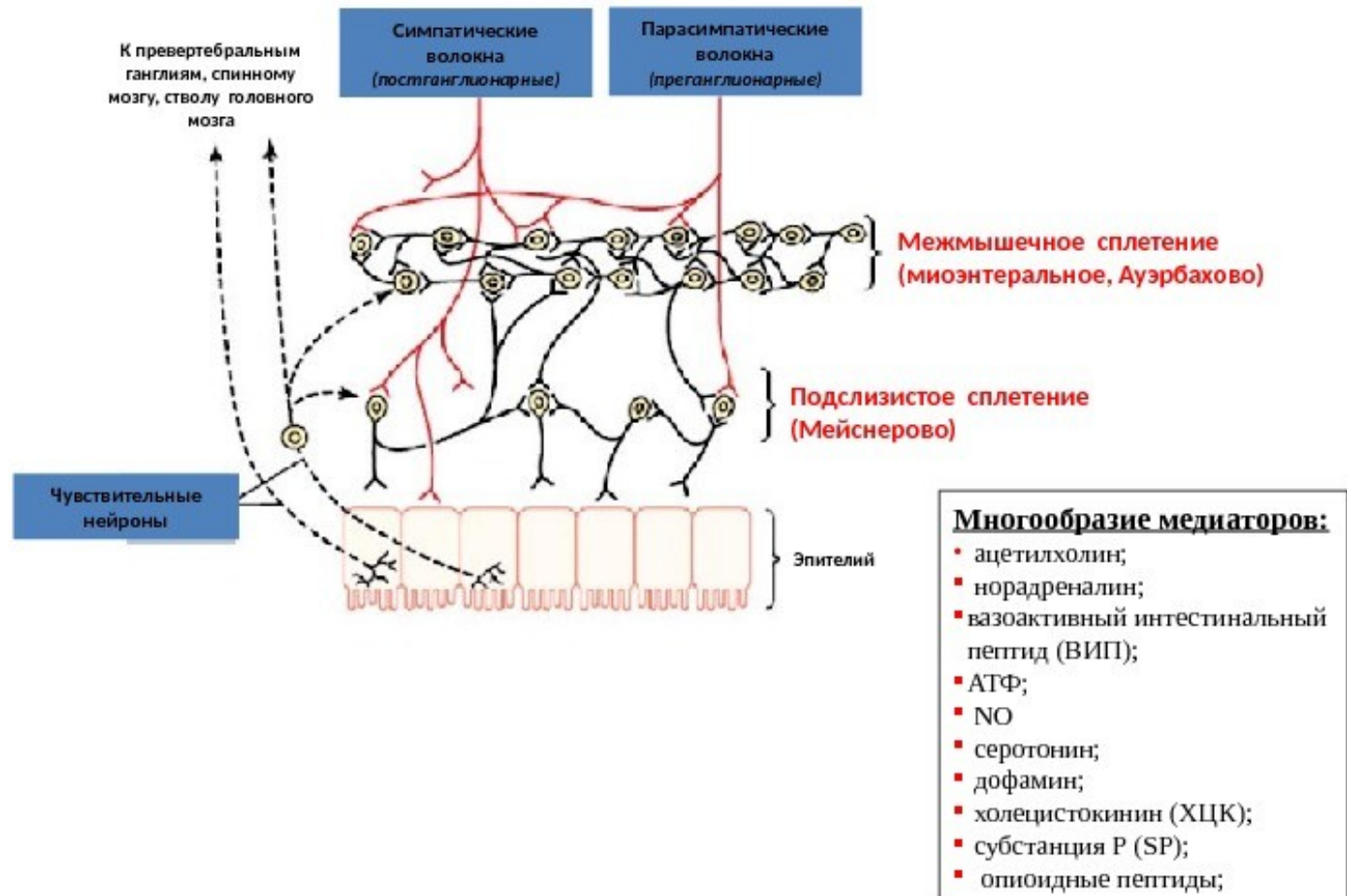
- Метасимпатическая нервная система локализована в стенках полых органов и способна без внешнего управления обеспечивать управление моторикой или секрецией отдельного органа.



Метасимпатическая НС обладает признаками отличающимися ее от других частей автономной НС:

7) Метасимпатическая система имеет собственный медиатор.

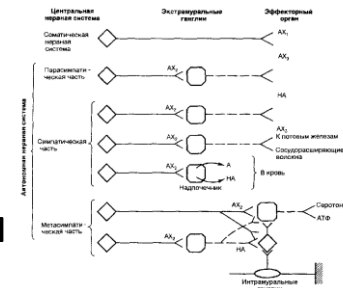
### Энтеральная (метасимпатическая) нервная система





# Отличительные признаки метасимпатического отдела от других отделов вегетативной НС

- 1) – иннервирует только внутренние органы, наделенные собственной моторной активностью. В сфере ее иннервации находятся гладкая мышца, всасывающий и секретирующий эпителий, локальный кровоток, местное эндокринное образование;
- 2) – получает синаптические входы от симпатических и парасимпатических отделов вегетативной НС, не имеет прямых синаптических контактов с эфферентным звеном морфологической основы соматического рефлекса;
- 3) – наряду с общим висцеральным афферентным путем имеет собственное сенсорное звено;
- 4) – не находится в антагонистических отношениях с другими отделами НС;
- 5) – представляя истинно базовую иннервацию, обладает гораздо большей независимостью от ЦНС, чем симпатический и парасимпатический отделы;
- 6) – органы с разрушенными или выключенными с помощью ганглиоблокаторов метасимпатическими механизмами утрачивают присущую им способность к осуществлению координированной ритмической моторной функции;
- 7) – имеет собственное медиаторное звено.



## Классификация основных медиаторов метасимпатического отдела ВНС

Медиатор	Характеристика
Серотонин	Эффект аналогичен действию ацетилхолина, но сохраняется после блокады М-холинорецепторов
АТФ	Тормозит двигательную активность ЖКТ
Дофамин	Взаимодействует с $\alpha$ -адренорецепторами пресинаптической мембраны и тем самым тормозит выделение норадреналина
Гистамин	Медиатор широкого спектра действия, взаимодействует с Н-гистаминорецепторами, которые имеются в ЖКТ, легких
ГАМК ( $\gamma$ -аминомасляная кислота)	Преимущественно тормозной медиатор, имеется в синапсах вегетативных ганглиев и ЖКТ
Субстанция Р	Содержится в гипоталамусе и стенках кишечника
Глицин	Содержится в спинном мозге и является спутником холинергических нейронов



## Функция метасимпатической системы

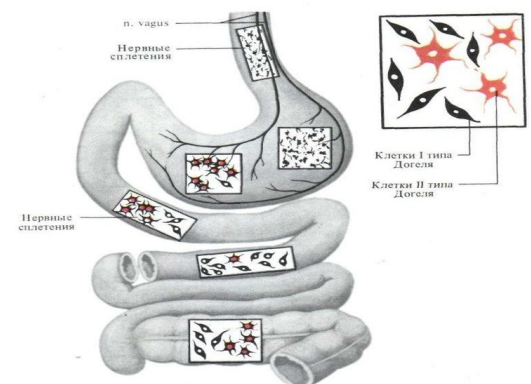
Уподобляется микропроцессору, расположенному в непосредственной близости от эффекторов, который инициирует и программирует их работу.

В сфере управления метасимпатических модулей находятся

- практически все основные проявления деятельности полых висцеральных органов, включая регуляцию моторной активности, секреторные и экскреторные процессы,
- капиллярная проницаемость,
- регуляция деятельности местных эндокринных элементов.

В стрессорных условиях МНС осуществляет регуляцию различных висцеральных функций, обеспечивающих гомеостаз, в то время как симпатическая НС рассматривается как система тревоги. мобилизации защитных сил и ресурсов для активного взаимодействия с факторами среды.

## Метасимпатическая система

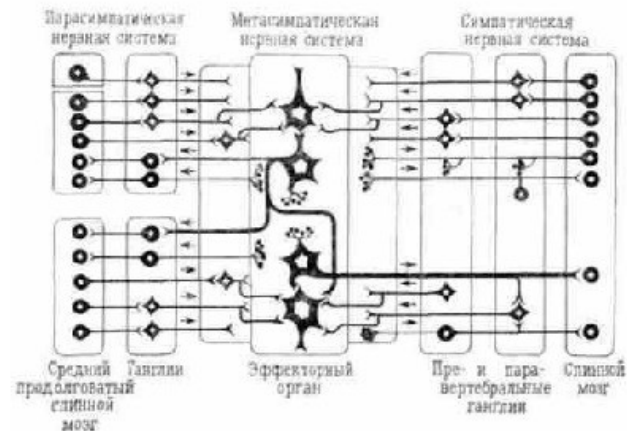


**Метасимпатическая система** характеризуется рядом специфических топографических особенностей и представляет собой **базовую (местную) иннервацию**.

Ее клетки и волокна лежат в стенках внутренних органов (сердце, пищевой тракт, мочевой пузырь) и только их иннервируют.

**Связь с центральными структурами** осуществляется посредством общих с симпатической и парасимпатической системой путей, а также по их эфферентным волокнам.

- Метасимпатическая система – это комплекс нейронов, расположенных в стенках внутренних органов, обладающих моторной активностью, направленной на работу сердца, ЖКТ и т.д.
- Нейроны располагаются в интрамуральных ганглиях.
- Метасимпатическая система включает в себя эфферентные, вставочные и афферентные волокна.



# Симпатический и парасимпатический отделы

**Анатомически симпатическая и парасимпатическая системы**

- отличаются прежде всего **очагами выхода из ЦНС.**

**Симпатические волокна** выходят из спинного мозга в пределах одного протяженного участка от I-II грудных, до II-IV поясничных сегментов;

**парасимпатические** – из черепного и крестцового отделов.

В **симпатической** части отростки спинномозговых нейронов короче; ганглионарных – длиннее.

В **парасимпатической** системе, наоборот, отростки спинномозговых клеток длиннее, ганглионарных – короче.

**Симпатические волокна** иннервируют все без исключения органы, в то время как

область иннервации **парасимпатических** более ограничена (их лишены надпочечники, стенки большинства кровеносных сосудов).

Часть органов имеет только симпатическую иннервацию, другие – двойную, а иннервация большинства внутренних полых органов осуществляется еще и волокнами метасимпатической системы.



**ЦЕНТРЫ  
ВЕГЕТАТИВНОЙ  
НЕРВНОЙ  
СИСТЕМЫ**

# Функциональные различия

Например, **раздражение** шейной части пограничного **симпатического** ствола сопровождается расширением зрачка, сокращение мигательной перепонки, расширением глазной щели;

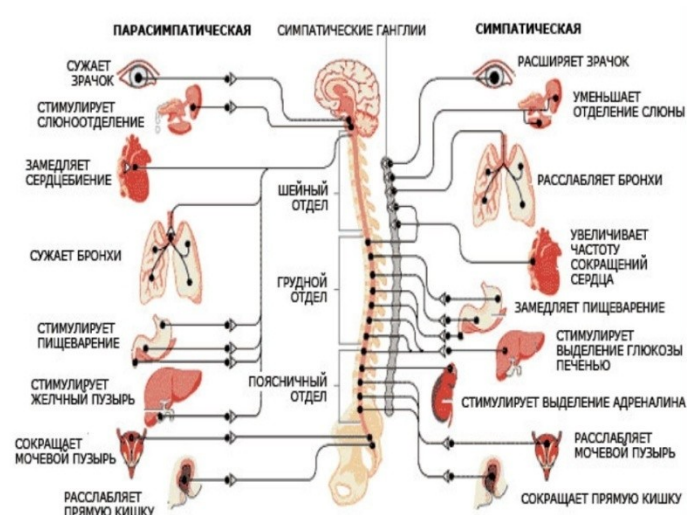
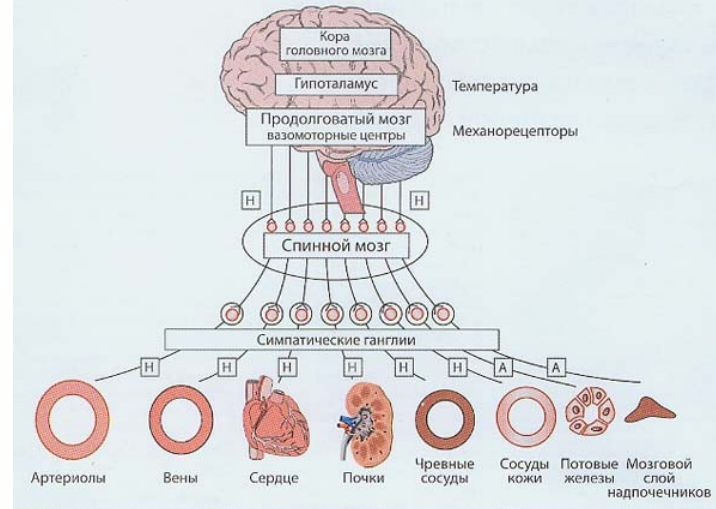
**Стимуляция парасимпатических волокон** сопровождается противоположным эффектом.

## Двигательная активность ЖКТ

- возрастает при возбуждении блуждающего нерва и
- тормозится симпатическими импульсами.

## ЧСС

- возрастает при возбуждении симпатической части и
- понижается при раздражении блуждающего нерва.
- Вместе с тем, во взаимоотношениях отчетливо выступает и синергизм, способствующий более тонкой регуляции функций.



# Симпатические и парасимпатические эффекты

<b>ОРГАНЫ</b>	<b>Симпатическая</b>	<b>Парасимпатическая</b>
<b>Сердце</b>	<b>4 положительных вида действия (<math>\beta</math>)</b>	<b>4 отрицательных вида действия</b>
<b>Мышцы бронхов</b>	<b>Расслабление (<math>\beta</math>)</b>	<b>Сокращение</b>
<b>Железы бронхов</b>	<b>Увеличение секреции (<math>\beta</math>) Снижение секреции (<math>\alpha</math>)</b>	<b>Снижение секреции</b>
<b>Слезные железы</b>	<b>Увеличение секреции (<math>\alpha</math>)</b>	<b>Увеличение секреции</b>
<b>Слюнные железы</b>	<b>Рост секреции слизи (<math>\alpha</math>) Рост секреции амилазы (<math>\beta</math>)</b>	<b>Рост секреции воды</b>
<b>Секреция инсулина</b>	<b>Увеличение (<math>\beta</math>)</b>	<b>Увеличение</b>
<b>Мочеточник</b>	<b>Сокращение и тонус (<math>\alpha</math>)</b>	<b>Сокращение и тонус</b>
<b>Желудок и кишечник</b>	<b>Падение сокращений и тонуса (<math>\alpha, \beta</math>) Сокращение сфинктера (<math>\alpha</math>) Падение секреции (<math>\alpha</math>)</b>	<b>Рост сокращений и тонуса Расслабление сфинктера Увеличение секреции</b>

# Функции симпатического отдела ВНС

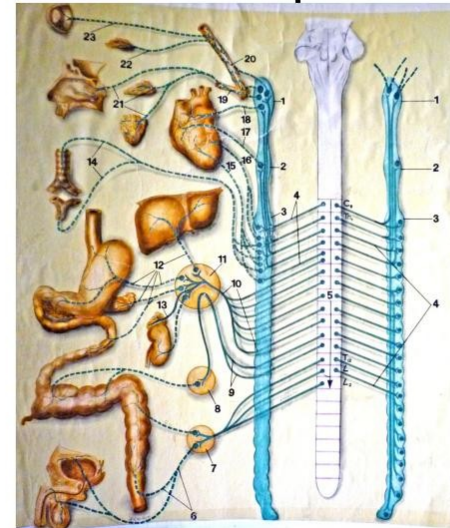
Адаптационно-трофическая функция

(приспособление интенсивности обменных процессов к текущим условиям существования).

Обеспечение деятельного состояния организма.

Стимуляция катаболизма, быстрого («аварийного») и эффективного расхода энергии.

Мобилизация защитных сил и ресурсов. Симпатическая нервная система



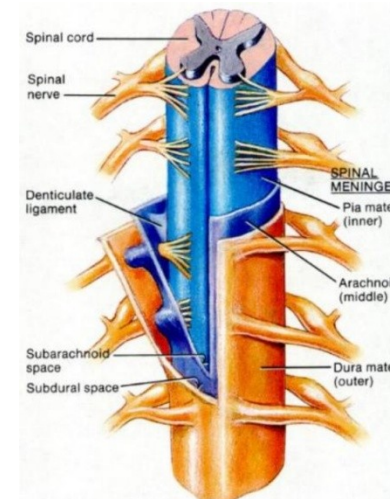


# Симпатическая система

Тела преганглионарных симпатических нейронов лежат в боковых рогах грудных и поясничных сегментов СМ. Аксоны этих нейронов тонкие, хотя многие из них миелинизированы, скорость от 1 до 20 м/сек. Аксоны покидают СМ в составе передних корешков и белых соединительных ветвей и оканчиваются в парных паравертебральных ганглиях или непарных превертебральных.

Посредством нервных веточек паравертебральные ганглии соединены в симпатические стволы, идущие по обе стороны позвоночника от основания черепа до крестца.

От симпатических стволов отходят более тонкие немиелинизированные постганглионарные аксоны, которые либо направляются к периферическим органам в составе серых соединительных ветвей, либо образуют специальные нервы, снабжающие органы головы, брюшной и тазовой полостей.



## Симпатические ядра

★ расположены в спинном мозге, в боковых рогах. Отходящие от него нервные волокна заканчиваются за пределами спинного мозга в симпатических узлах.

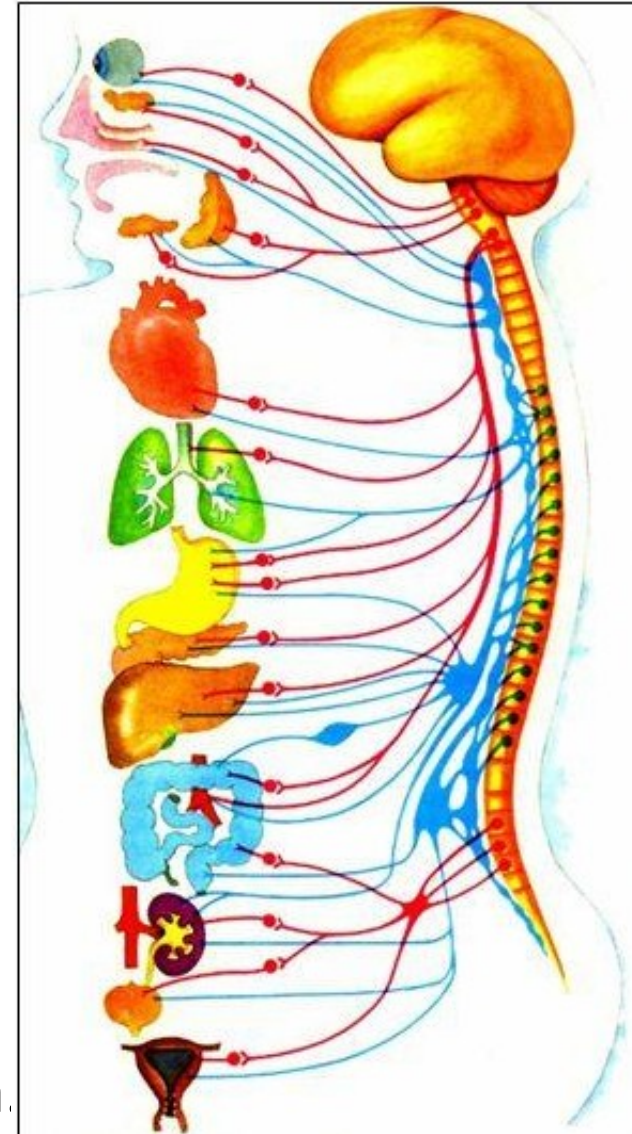
Отсюда берут начало другие нервные волокна, которые широко распределяются по всему телу. Эти волокна подходят ко всем внутренним органам, коже, кровеносным сосудам, потовым железам, органам чувств.



**Постганглионарные волокна от превертебральных ганглиев** (чревного, верхнего и нижнего брызжеечных) идут через сплетения или в составе особых нервов к органам брюшной полости и полости таза.

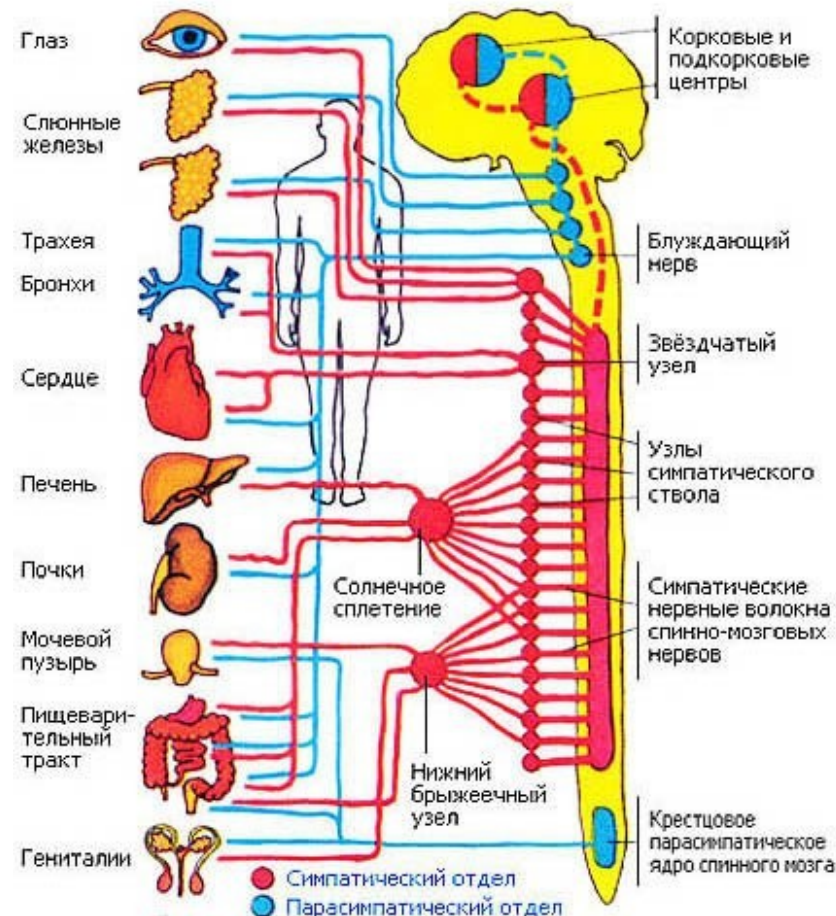
Большинство симпатических ганглиев **удалено** от иннервируемых органов, и поэтому от этих ганглиев идут довольно длинные постганглионарные аксоны.

Исключение составляют лишь некоторые относительно небольшие симпатические ганглии, расположенные рядом с половыми органами и посылающие к ним короткие постганглионарные волокна.



**К эффекторам, снабжаемым симпатической системой, относятся гладкие мышцы всех органов (сосудов, органов брюшной полости, выделительных органов, легких, волос и зрачка), сердце и некоторые железы (потовые, слюнные, пищеварительные).**

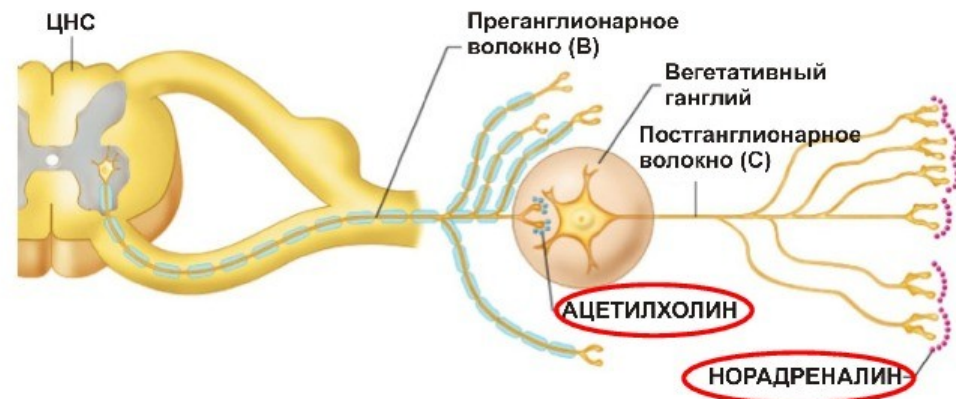
Кроме того, симпатические постганглионарные волокна иннервируют клетки подкожной жировой клетчатки и печени и, возможно, канальцы почек.



# Медиаторные процессы симпатической нервной системы

В преганглионарных волокнах, которые контактируют с постганглионарным нейроном (нейрон, расположенный в симпатическом ганглии) – выделяется ацетилхолин, т.е. волокна и сам преганглионарный нейрон является холинэргическими.

## Эфферентное звено симпатического отдела ВНС



- Короткий преганглионарный аксон
- Длинный постганглионарный аксон
- Расширение зоны влияния (одновременное вовлечение большого числа эффекторов)

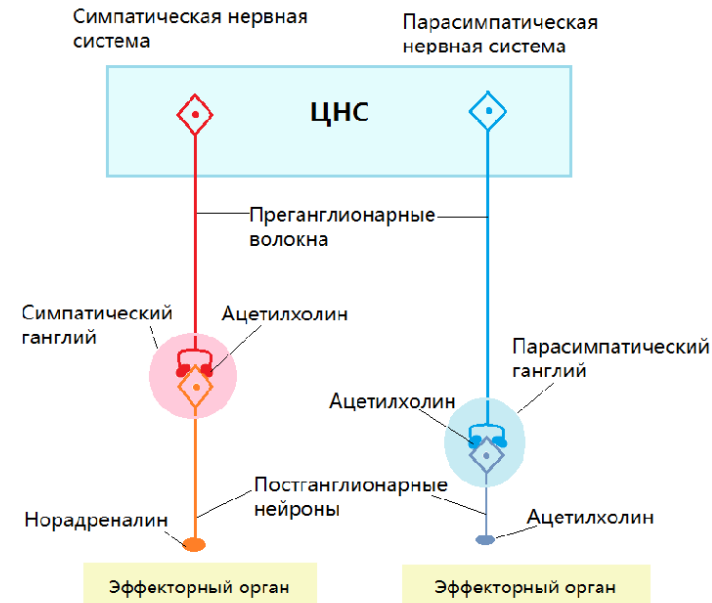
Исключение – потовые железы **АЦЕТИЛХОЛИН**

**Постганглионарные волокна**, как правило, являются **адренэргическими**, в их окончаниях выделяется норадреналин. Но в **постганглионарных симпатических волокнах потовых желез** выделяется **ацетилхолин**, который взаимодействует с М-холинорецепторами (мускаринчувствительными холинорецепторами), при взаимодействии с которыми происходит возбуждение потовых желез (волокна называются симпатическими холинэргическими).

Норадреналин, для того, чтобы произвести необходимый эффект, должен взаимодействовать с адренорецепторами.

**Выделяют**  $\alpha$ -1,  $\alpha$ -2 адренорецепторы  
 $\beta$ -1,  $\beta$ -2

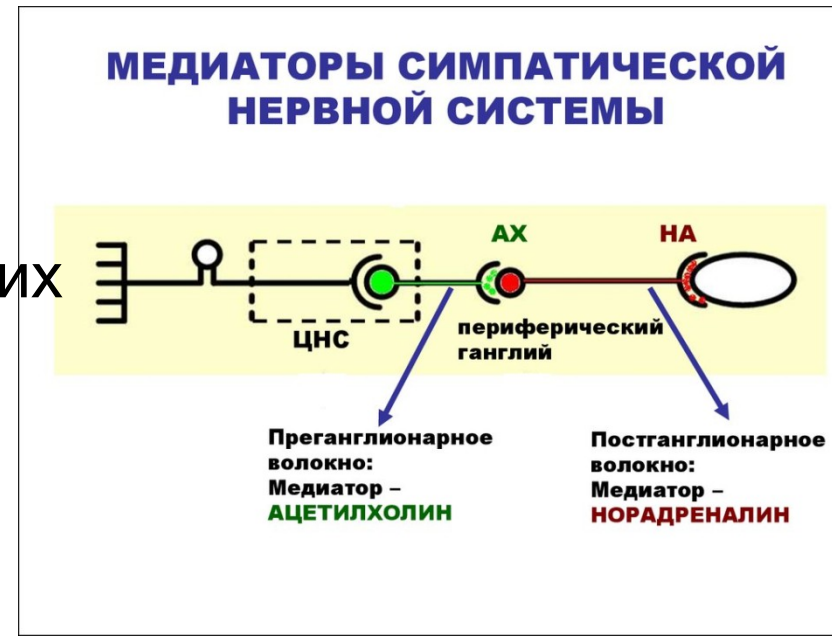
Конечный эффект возбуждения зависит от преобладающей популяции адренорецепторов на постсинаптической мембране.



Ацетилхолин взаимодействует с Н-холинорецепторами (никотин – чувствительные рецепторы), в результате происходит передача возбуждения с преганглионарного волокна на постганглионарный.

Эти Н-холинорецепторы не блокируются кураре, но блокируются под влиянием веществ (ганглиоблокаторов, н-р, бензогексония).

Никотин, (содержащийся в табачном дыме) в малых количествах возбуждает Н-холинорецепторы, в больших концентрациях – тормозит, блокирует.



# Варианты иннервации органа симпатическими волокнами

1. **Прямой контакт** симпатического волокна с иннервируемым органом (клетками). Например, матка, семявыносящий проток – в этих объектах каждая ГМК (гладкомышечная клетка) получает терминаль симпатического волокна.
2. **Опосредованный контакт** – в этом случае симпатические волокна иннервируют сосуд органа, а медиатор, выделяющийся в результате возбуждения симпатического волокна, диффундирует от сосуда к окружающим тканям и здесь (местно) оказывает свой эффект. (Этот тип наиболее типичен для симпатической НС) (в печеночной и жировой тканях).
3. Взаимодействие с органом **через контакт с метасимпатической НС.**



# Влияние норадреналина

На рабочие элементы (ГМК, миокардиоцит) определяется особенностями данного органа.

**1 вариант:** норадренолин после взаимодействия с адренорецептором меняет проницаемость мембраны для ионов, что приводит к деполяризации (за счет повышения проницаемости для  $\text{Na}^+$ ), либо к гиперполяризации (повышение проницаемости для  $\text{K}^+$ ).

## Пример:

В сердечной мышце после взаимодействия НА с  $\beta$ -1 АР происходит гиперполяризация, что приводит к учащению сердечного ритма, увеличению силы сердечных сокращений. При взаимодействии НА с  $\beta$ -2 АР матки происходит гиперполяризация, которая вызывает угнетение активности гладкомышечных клеток.

**2 вариант:** после взаимодействия НА с адренорецептором происходит изменение активности аденилатциклазы (фермента, способствующего образованию внутри клетки циклического 3,5 – циклического АМФ – мессенджера). Под влиянием этого вещества может происходить активация протеинкиназ – внутриклеточных регуляторных белков, определяющих направленность и интенсивность ряда внутриклеточных процессов.

Например, имеются протеинкиназы, усиливающие работу кальциевых насосов гладкомышечных клеток, способствуя релаксации гладкомышечных клеток.



## **В симпатических ганглиях**

**во-первых**, происходит мультипликация (одно преганглионарное волокно передает сигнал ко многим постганглионарным нейронам, что ведет к «размножению» сигнала. За счет этого влияния симпатическая НС приобретает генерализованный характер).

**Во-вторых**, возможно замыкание местных (периферических) рефлексов (осуществляется почти автономная регуляция).

Следовательно, **симпатическая НС иннервирует**

почти все органы: сердце, сосуды, бронхи, ГМК ЖКТ, ГМК мочеполовой системы, потовые железы, печень, мышцы зрачка, матку, ткани, в которых совершается липолиз, гликогенолиз, надпочечники и ряд других желез внутренней секреции.

Способствует значительному повышению работоспособности организма и жизненных резервов.

Именно поэтому возбуждение симпатической НС происходит при стрессе с участием высших вегетативных центров и эндокринных механизмов (выброс в кровь катехоламинов из мозгового слоя надпочечника).

# МЕДИАТОРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

**МЕДИАТОР**

**РЕЦЕПТОР**

**МЕХАНИЗМ ЭФФЕКТА**

**АЦЕТИЛХОЛИН**

**НИКОТИНОВЫЙ  
N – ХОЛИНОРЕЦЕПТОР**

**АКТИВАЦИЯ  
Na<sup>+</sup> – K<sup>+</sup>- каналов**

**АЦЕТИЛХОЛИН**

**МУСКАРИНОВЫЕ  
M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, M<sub>4</sub> -  
ХОЛИНОРЕЦЕПТОРЫ**

**ЭФФЕКТ НА цАМФ, цГМФ, ИФ<sub>3</sub>,  
G-ПРОТЕИН ОПОСРЕДОВАННЫЙ  
ЭФФЕКТ НА K<sup>+</sup>- КАНАЛЫ**

**НОРАДРЕНАЛИН**

**$\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  –  
АДРЕНOREЦЕПТОРЫ**

**ЭФФЕКТ НА цАМФ, ИФ<sub>3</sub>,  
ФОСФОЛИПАЗУ C, G-ПРОТЕИН  
ОПОСРЕДОВАННЫЙ ЭФФЕКТ НА  
K<sup>+</sup> и Ca<sup>++</sup> - КАНАЛЫ**

# Синаптическая передача импульсов в ВНС

Холинэргические синапсы имеют:

- парасимпатические нервы;
- преганглионарные симпатические волокна;
- постганглионарные симпатические волокна, иннервирующие потовые железы и вызывающие расширение сосудов мышц.

В их пресинаптической части выделяется медиатор ацетилхолин. Он взаимодействует с холинорецепторами и на постсинаптической части образуется медиатор-рецепторный комплекс:

связывание с М-холинорецептором угнетает выход АХ – отрицательная обратная связь;

связывание с Н-холинорецептором усиливает освобождение медиатора – положительная обратная связь.

# Синаптическая передача импульсов в ВНС

Адренергические синапсы имеют – постганглиональные симпатические волокна, за исключением тех, которые вызывают потоотделение и расширение сосудов скелетных мышц. В их пресинаптической части выделяется норадреналин. Он взаимодействует с адренорецептором и образуется медиатор-рецепторный комплекс:

- связывание с  $\alpha$ -адренорецепторами пресинаптических мембран угнетает освобождение медиатора – отрицательная обратная связь;
- связывание с  $\beta$ -адренорецепторами усиливает освобождение медиатора – положительная обратная связь.

В обоих случаях при образовании медиатор-рецепторного комплекса:

- активируются рецептор-управляемые ионные каналы и изменяется заряд мембраны – развивается потенциал действия;
- активируется система вторичных посредников в клетках – инозитолтрифосфата и кальция, а также гуанилатциклазы.

# Симпатические и парасимпатические эффекты

<b>ОРГАНЫ</b>	<b>Симпатическая</b>	<b>Парасимпатическая</b>
<b>Сердце</b>	<b>4 положительных вида действия (<math>\beta</math>)</b>	<b>4 отрицательных вида действия</b>
<b>Мышцы бронхов</b>	<b>Расслабление (<math>\beta</math>)</b>	<b>Сокращение</b>
<b>Железы бронхов</b>	<b>Увеличение секреции (<math>\beta</math>) Снижение секреции (<math>\alpha</math>)</b>	<b>Снижение секреции</b>
<b>Слезные железы</b>	<b>Увеличение секреции (<math>\alpha</math>)</b>	<b>Увеличение секреции</b>
<b>Слюнные железы</b>	<b>Рост секреции слизи (<math>\alpha</math>) Рост секреции амилазы (<math>\beta</math>)</b>	<b>Рост секреции воды</b>
<b>Секреция инсулина</b>	<b>Увеличение (<math>\beta</math>)</b>	<b>Увеличение</b>
<b>Мочеточник</b>	<b>Сокращение и тонус (<math>\alpha</math>)</b>	<b>Сокращение и тонус</b>
<b>Желудок и кишечник</b>	<b>Падение сокращений и тонуса (<math>\alpha, \beta</math>) Сокращение сфинктера (<math>\alpha</math>) Падение секреции (<math>\alpha</math>)</b>	<b>Рост сокращений и тонуса Расслабление сфинктера Увеличение секреции</b>

# Симпатические синапсы

образуются не только в области многочисленных концевых ветвлений симпатического нерва, как у всех других нервных волокон, но и у мембран варикозов – многочисленных расширений периферических участков симпатических волокон в области иннервируемых тканей.

**Основным медиатором** симпатических синапсов является **норадреналин**, и такие синапсы называются **адренэргическими**.

**Рецепторы**, связывающие адренэргический медиатор получили название адренорецепторов. Различают два типа адренорецепторов –  $\alpha$  и  $\beta$ , каждый из которых делят на два подтипа – 1 и 2.

**Небольшая часть** симпатических синапсов использует медиатор ацетилхолин, и синапсы называют **холинэргическими**, а рецепторы – холинорецепторами. Холинэргические синапсы симпатической НС обнаружены в потовых железах.

В адренэргических синапсах кроме норадреналина в меньших количествах содержится адреналин и дофамин.

Синтез норадреналина происходит во всех частях постганглионарного нейрона: его теле, аксоне, варикозах и терминальных синаптических окончаниях. Однако из тела с током аксоплазмы поступает меньше 1% норадреналина, основная часть медиатора синтезируется в периферических отделах аксона и хранится в гранулах синаптических пузырьков.

Содержащийся в гранулах **норадреналин** находится в двух фондах

**стабильном или резервном (85-90%)** и

**лабильном, мобилизуемом** в синаптическую щель при передаче возбуждения.

Норадреналин лабильного фонда в случае необходимости пополняется из стабильного фонда. Пополнение запасов норадреналина, кроме процессов синтеза, осуществляется мощным обратным его захватом из синаптической щели пресинаптической мембраной (до 50% выделенного в синаптическую щель количества), после чего захваченный медиатор частично поступает в пузырьки, а не попавший в пузырьки – разрушается ферментом MAO.

Освобождение медиатора в синаптическую щель происходит квантами под влиянием импульса возбуждения, при этом число квантов пропорционально частоте нервных импульсов. Процесс высвобождения медиатора протекает с помощью экзоцитоза и является Ca- зависимым.



## **Выделение норадреналина в синаптическую щель регулируется несколькими специальными механизмами:**

- 1) связывание норадреналина в синаптической щели с  $\alpha$ -2-адренорецепторами пресинаптической мембраны, что играет роль отрицательной обратной связи и угнетает освобождение медиатора;
- 2) связывание норадреналина с пресинаптическими  $\beta$ -адренорецепторами, что играет роль положительной обратной связи и усиливает освобождение медиатора. При этом, если порции освобождающегося норадреналина небольшие, то медиатор взаимодействует с  $\beta$ -адренорецепторами, что ускоряет освобождение, а при высоких концентрациях медиатор связывается с  $\alpha$ -2 адренорецептором, что замедляет дальнейшее освобождение;
- 3) образование клетками эффекта и выделение в синаптическую щель простагландинов гр. E, подавляющих освобождение медиатора через пресинаптическую мембрану.
- 4) поступление в синаптическую щель адренэргетического синапса из рядом расположенного холинэргического синапса ацетилхолина, связывающегося с M-холинорецептором пресинаптической мембраны и вызывающего подавление высвобождения норадреналина.

## **Судьба выделившегося в синаптическую щель медиатора зависит от 4 процессов:**

- 1) связывания с рецепторами пост- и пресинаптических мембран;
- 2) обратного захвата пресинаптической мембраной;
- 3) разрушения в области рецепторов постсинаптической мембраны с помощью фермента катехол-О- метилтрансферазы;
- 4) диффузии из синаптической щели в кровотоки, откуда норадреналин активно захватывается клетками многих тканей.

# медиатор – рецепторный комплекс

**Диффундируя к постсинаптической мембране, норадреналин** связывается с находящимися на ней адренорецепторами 2х типов –  $\alpha$ -1 и  $\beta$ , образуя **медиатор – рецепторный комплекс**.

**Количество  $\alpha$ -1 и  $\beta$  – адренорецепторов** в различных тканях неодинаково, например, в гладких мышцах артериальных сосудов внутренних органов преобладают  $\alpha$ -адренорецепторы, а в клетках миокарда –  $\beta$  – адренорецепторы.

**Активация медиатором  $\alpha$ -1- адренорецепторов** приводит к деполяризации и формированию ВПСП более длительного, чем ВПСП нервных клеток и ПКП скелетных мышц.

Стимуляция  $\alpha$ -адренорецепторов вызывает также сдвиг метаболизма в мембране клеток и образование специфических молекул, называемых **вторичными посредниками медиаторного эффекта** (инозитол – 3 – фосфат и ионизированный  $Ca^{++}$ ).

**$\beta$ -адренорецепторы** также как и  $\alpha$ , делят на 2 подтипа:  
 **$\beta$ -1 и  $\beta$ -2.**

**$\beta$ -1 – адренорецепторы** находятся в сердечной мышце и их стимуляция обеспечивает активацию основных физиологических свойств миокарда (автоматии, возбудимости, проводимости и сократимости).

**$\beta$ -2 - адренорецепторы** расположены в гладких мышцах артериальных сосудов, особенно скелетных мышц, коронарных артерий, бронхов, матки, мочевого пузыря и их стимуляция вызывает тормозный эффект в виде расслабления гладких мышц. Хотя при этом и происходит гиперполяризация постсинаптической мембраны, выявить ТПСР не удастся из-за очень медленного процесса и низких амплитуд гиперполяризации.

Стимуляция  $\beta$ -адренорецепторов приводит в действие систему вторичных посредников аденилатциклаза – цАМФ.

**Симпатическая НС является важнейшим регулятором обмена веществ в организме.** Классическим подтверждением трофического влияния симпатической НС является феномен Орбели-Гинецинского.

# Функции парасимпатического отдела ВНС

**Рефлекторные реакции защитного характера** (сужение зрачка при вспышке света).

**Рефлекторные реакции, направленные на сохранение состава внутренней среды организма** (при необходимости способствует, например, опорожнению полых органов)

**Усиление анаболических процессов.**

Парасимпатическая нервная система



# Парасимпатическая система

Центральные (преганглионарные) нейроны парасимпатической НС расположены в среднем, продолговатом мозге и люмбосакральном отделе спинного мозга.

**В среднем мозге** расположены 2 парасимпатических ядра, относящихся к III – паре – ядро Якубовича (иннервация сфинктера зрачка) и ядро Перма, иннервирующего ресничную мышцу глаза.

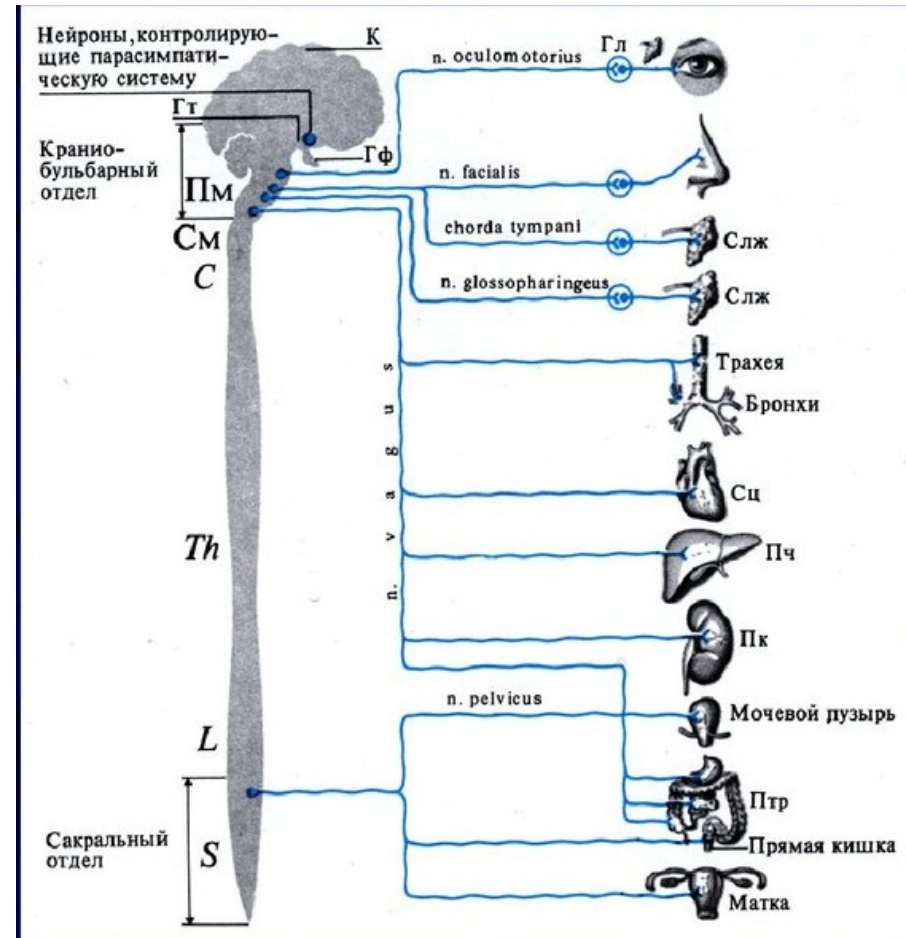
**В продолговатом мозге** имеются парасимпатические ядра VII, IX, X пар ч-м нервов.

Парасимпатическое ядро VII пары иннервирует слизистые железы полости носа, слезную железу, а через *chorda tympani* – подъязычную и подчелюстную слюнные железы.

Парасимпатическое ядро IX пары иннервирует околоушную железу.

Парасимпатическое ядро X пары иннервирует органы шеи, грудной и брюшной полостей (сердце, легкие, ЖКТ).

**В пояснично-сакральном отделе СМ** расположены парасимпатические нейроны, которые образуют центры мочеиспускания, дефекации, эрекции.



# Распространенность влияния парасимпатического отдела

- более ограничена, чем симпатического.
- Почти все сосуды не имеют парасимпатических волокон.
- Исключение – сосуды языка, слюнных желез и половых органов.
- Ганглии ПНС находятся в толще органа (центральные ганглии), преганглионарные волокна – длинные,
- постганглионарные – короткие.
- С органом контактируют постганглионарные волокна, которые непосредственно взаимодействуют с клетками этого органа (ГМК, железы), либо опосредованно через метасимпатическую НС.



# Парасимпатическая система иннервирует

- гладкую мускулатуру и железы ЖКТ, выделительные и половые органы и легкие, а также предсердия, слезные и слюнные железы и глазные мышцы.

Парасимпатические нервы снабжают гладкие мышцы кровеносных сосудов, за исключением артерий половых органов (полового члена, клитора и малых половых губ) и, возможно, артерий мозга.

## Парасимпатические постганглионарные или периферические синапсы

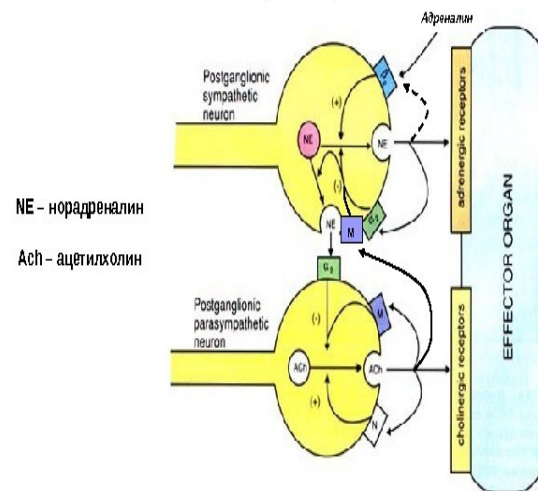
Используют в качестве медиатора ацетилхолин, который находится в аксоплазме и синаптических пузырьках пресинаптических терминалей в **3х основных фондах**:

- 1) **стабильный**, прочно связанный с белком, не готовый к освобождению.
- 2) **мобилизационный**, менее прочно связанный и пригодный к освобождению.
- 3) готовится к освобождению (постоянно) **спонтанно или активно выделяется**.

В пресинаптическом окончании происходит постоянное перемещение фондов с целью пополнения активного пула, поскольку медиатор активного пула содержится в пузырьках, которые непосредственно прилежат к мембране.

Освобождение медиатора происходит квантами, спонтанное выделение квантов сменяется активным при поступлении импульсов возбуждения, деполяризующих пресинаптическую мембрану. Процесс освобождения квантов медиатора является Ca-зависимым.

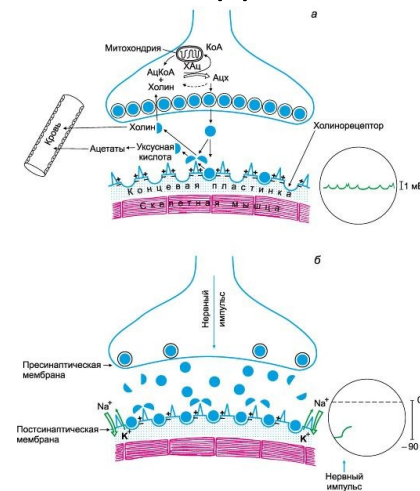
### Пресинаптические рецепторы симпатических и парасимпатических постганглионарных нервных волокон



# Регуляция освобождения ацетилхолина

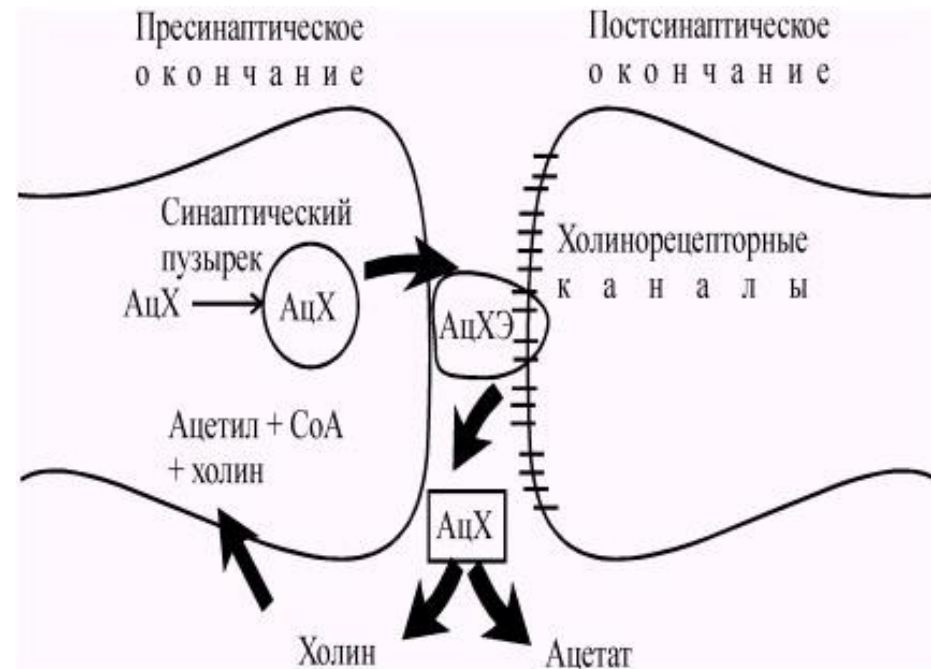
в синаптическую цепь обеспечивается (4) путями:

- 1) связыванием АХ с М-холинорецепторами пресинаптической мембраны, что оказывает тормозящее влияние на выход АХ – **отрицательная обратная связь**;
- 2) связыванием АХ с Н-холинорецептором, что усиливает освобождение медиатора – **положительная обратная связь**.
- 3) поступлением в синаптическую щель парасимпатического синапса норадреналина из рядом располагающегося симпатического синапса, что оказывает **тормозной эффект на освобождение АХ**.
- 4) выделением в синаптическую щель под влиянием АХ из постсинаптической клетки большого числа молекул АТФ, которые связываются с пуриnergическими рецепторами пресинаптической мембраны и подавляют освобождение медиатора – **ретро-ингибирование**.



## Выделившийся в синаптическую щель АХ удаляется из нее несколькими путями (3):

- 1) часть медиатора связывается с холинорецепторами пост- и пресинаптической мембраны.
- 2) медиатор разрушается ацетилхолинэстеразой с образованием холина и уксусной кислоты, которые подвергаются обратному захвату пресинаптической мембраной и вновь используются для синтеза ацетилхолина.
- 3) медиатор путем диффузии выносятся в межклеточное пространство и кровь, причем этот процесс происходит после связывания медиатора с рецептором (так инактивируется почти половина выделившегося АХ).



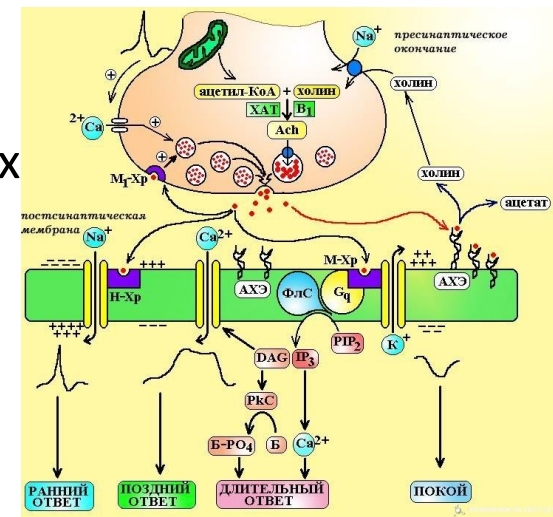
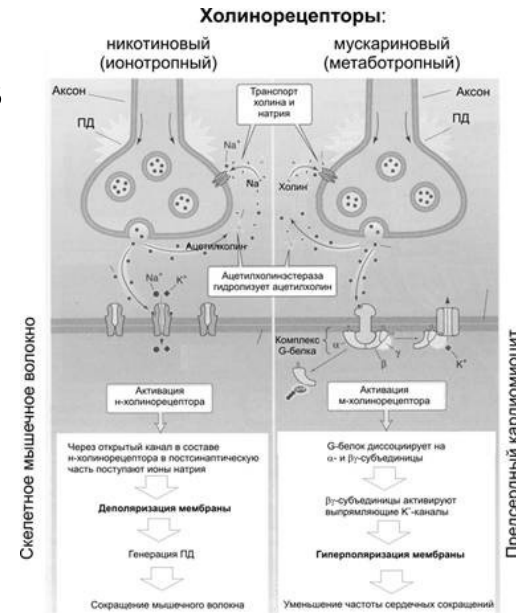
# На постсинаптической мембране

АХ связывается с холинорецепторами, относящимися к М (мускариновичувствительному) типу. Образование на мембране медиатор-рецепторного комплекса приводит к **общим** для разных видов клеток **реакциям**:

- 1) к активации рецепторуправляемых ионных каналов и изменению заряда мембраны;
- 2) к активации систем вторичных посредников в клетках.

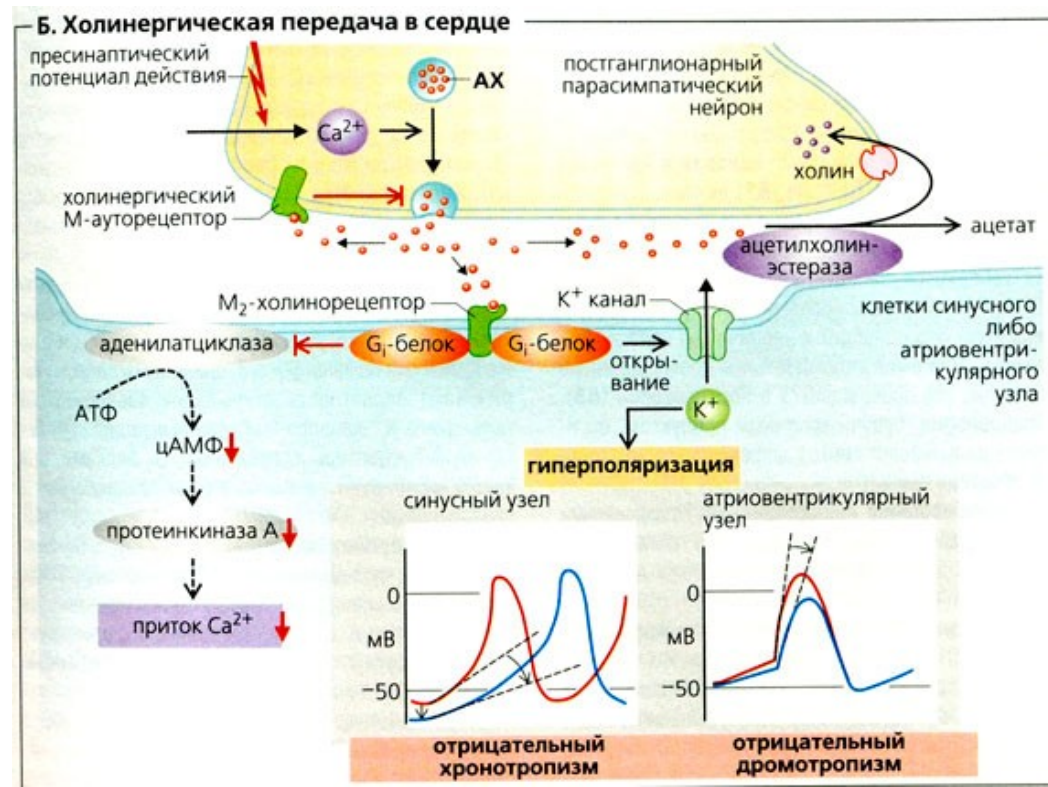
В гладкомышечных и секреторных клетках ЖКТ, мочевого пузыря и мочеточника, бронхов, коронарных и легочных сосудов комплекс ацетилхолин М-холинорецептор активирует Na-каналы, приводит к **деполяризации** и формированию ВПСП, вследствие чего клетки возбуждаются и происходит сокращение гладких мышц или секреция пищеварительных соков.

Этому же эффекту способствует активация вторичных посредников – инозитол – 3 фосфата и Ca.



В то же время **в клетках проводящей системы сердца**, гладких мышцах сосудов половых органов комплекс ацетилохолин – М-холинорецептор активирует K-каналы и выходящий ток K<sup>+</sup>, приводя к **гиперполяризации** и тормозным эффектам – снижению автоматии, проводимости и возбудимости в миокарде, расширению артерий половых органов.

Одновременно активизируется система вторичных посредников – гуанилатциклаза-циклический гуанозинмонофосфат.



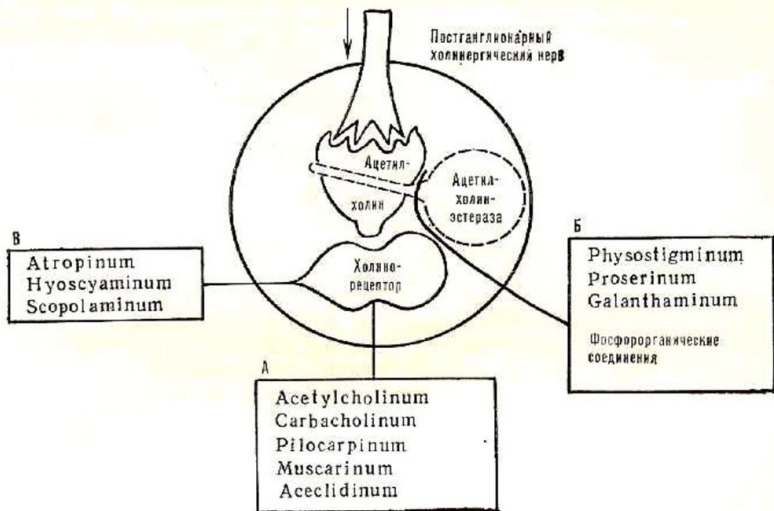


# Разнонаправленность эффектов парасимпатической регуляции

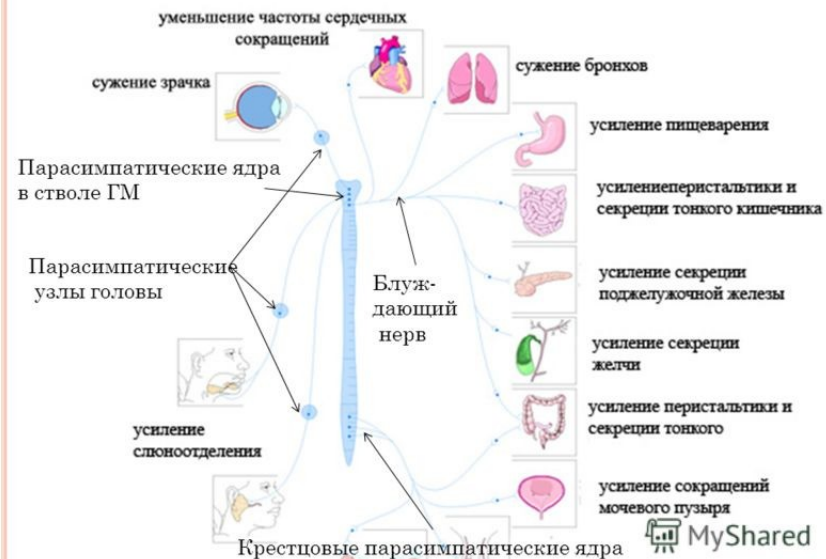
при образовании на мембранах разных клеток комплекса ацетилхолин – М холинорецептор дает основание предполагать наличие на постсинаптической мембране постганглионарных синапсов 2х типов – М-холинорецепторов, подобно типам адренорецепторов.

Вместе с тем, **все М-холинорецепторы** блокируются атропином, что снимает как парасимпатическую стимуляцию сокращения гладких мышц, так и парасимпатическое торможение деятельности сердца.

Локализация веществ, стимулирующих (А, Б) и блокирующих (В) м-холинорецепторы



## Парасимпатическая система





# Механизмы действия спазмолитиков



**Эффективность синаптической передачи** зависит от количества основных рецепторов на постсинаптической мембране, что отражает функции эффекторной клетки, синтезирующей мембранные рецепторы.

Клетка эффектора регулирует число мембранных рецепторов в зависимости от интенсивности работы синапса, т.е. выделения в нем медиатора. Так, при перерезке вегетативного нерва (прекращение выделения медиатора) чувствительность иннервируемой им ткани к соответствующему медиатору возрастает из-за увеличения числа мембранных рецепторов, способных связывать медиатор.

Повышение чувствительности денервированных структур или сенситизация ткани является примером саморегуляции на уровне эффектора.

**Ацетилхолин** (5% нейронов, главный медиатор периферической НС)

Синтез из холина и ацетил-КоА в ЦНС (кора, таламус, хвостатое ядро, ретикулярная формация), вегетативных ганглиях, мотонейронах.

**Рецепторы: 2 типа -**

**Н (никотиновые):** N1- мышечные, N2- нейронные.

Действие на катионный канал, Блокируются курарином.

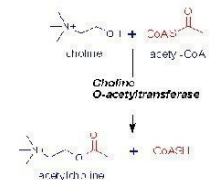
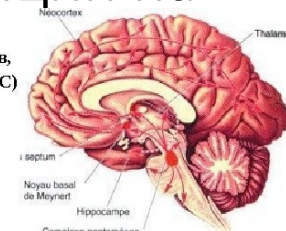
**М (мускариновые):**

M1, M2, M5 – действие на ИФЗ путь

M2 – действие на Gi (открытие K<sup>+</sup> канала)

Блокатор – атропин (белладонна)

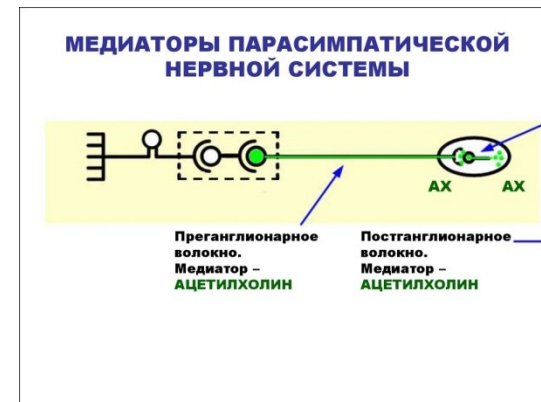
**Роль:** движение, мнестические процессы (старческое слабоумие)



# Медиаторные процессы

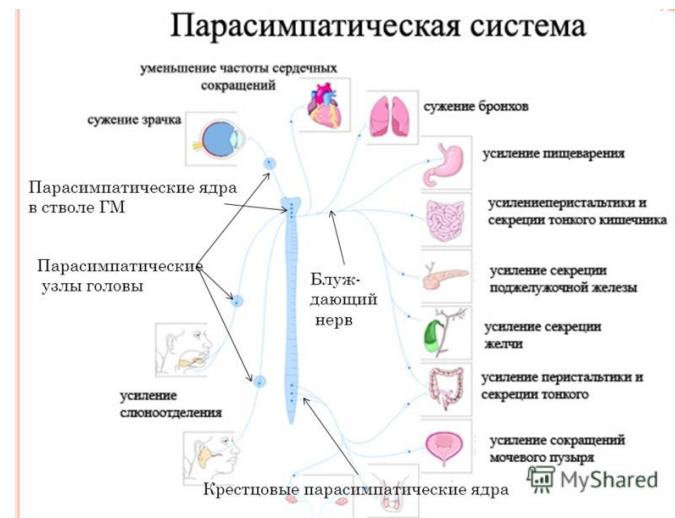
В преганглионарных волокнах парасимпатической НС медиатором является **ацетилхолин**, который взаимодействует на постсинаптической мембране постганглионарного нейрона с Н-холинорецепторами, которые блокируются ганглиоблокаторами (передача возбуждения с преганглионарного на постганглионарный нейрон в ПНС осуществляется так же, как и в симпатической НС).

В окончаниях **постганглионарных** волокон ПНС в отличие от симпатической, выделяется **ацетилхолин**, рецепторы, расположенные на постсинаптической мембране органа (или нейрона метасимпатической системы) – это **М-холинорецепторы** (мускаринчувствительные), которые блокируются веществами типа атропина.



# Эффекты парасимпатической нервной системы

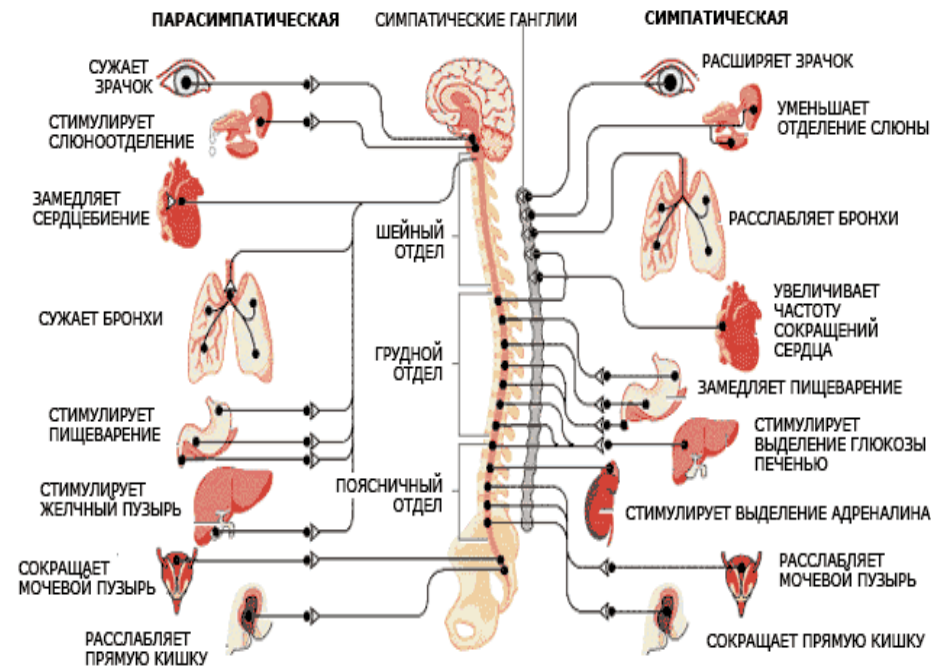
- На сердце – угнетение частоты, силы, проводимости, возбудимости;
- ГМК бронхов – активация (сужение бронхов);
- секреторные клетки трахеи и бронхов – активация;
- ГМК и секреторные клетки ЖКТ – активация;
- сфинктеры ЖКТ, сфинктеры мочевого пузыря – расслабление,
- детрузор (мышца мочевого пузыря) – активация;
- сфинктер зрачка – активация;
- ресничная мышца глаза – активация (увеличивается кривизна хрусталика, усиливается преломляющая способность),
- усиливается кровенаполнение сосудов половых органов,
- активация слюноотделения,
- усиливается секреция слезной жидкости.
- В целом, возбуждение ПНС приводит к восстановлению гомеостаза, т.е. к **трофотропному эффекту**.



# Влияние симпатического и парасимпатического отделов на ткани, органы, системы

Влияние периферической вегетативной нервной системы на различные органы можно исследовать в опытах с электрическим раздражением вегетативных нервов.

Поскольку большинство эффектов симпатической и парасимпатической нервной регуляции являются противоположными, их взаимоотношения характеризуют иногда как антагонистические. Вместе с тем, существующие взаимосвязи между высшими вегетативными центрами и даже на уровнях постганглионарных синапсов в тканях, получающих двойную иннервацию, позволяют применять **понятие о реципрокной регуляции.**



# Пример реципрокных взаимоотношений на уровне эффектора

**акцентированный антагонизм или взаимоусиливающее противодействие.** Так, благодаря близкому расположению симпатических и парасимпатических синапсов на клетках миокарда, происходит взаимодействие между ними как на уровне пресинаптических, так и постсинаптических мембран.

**Пресинаптический** тип взаимодействия заключается в подавлении через рецепторы пресинаптической мембраны медиатором одной системы выделения медиатора другой системы.

**На постсинаптическом уровне** взаимодействие осуществляется за счет вторичных посредников цАМФ, цГМФ и  $Ca^{2+}$ .

Проявляется акцентированный антагонизм на уровне миокарда тем, что тормозной эффект одного и того же уровня парасимпатической активности, например, замедление сердечного ритма тем сильнее, чем выше уровень симпатической активности, т.е. частота ритма.



# Примеры антагонистических влияний

Так, раздражение **симпатических нервов** приводит к увеличению ЧСС и УО сердца, снижению двигательной активности кишечника, расслаблению желчного пузыря и бронхов и сокращению сфинктеров ЖКТ.

Стимуляция **парасимпатических волокон** оказывает противоположный эффект: ЧСС и сила сокращений предсердий снижается, моторика кишечника усиливается, желчный пузырь и бронхи сокращаются, сфинктеры ЖКТ расслабляются.

В физиологических условиях деятельность этих органов зависит от преобладания тех или иных влияний.

Однако, **взаимодействие СНС и ПНС** может быть не только по типу антагонизма, но и **синергизма**. Так, например, оба отдела вызывают повышение слюноотделения. Наиболее ярко синергизм проявляется во влиянии на трофику тканей. Вообще, повышение тонуса одного отдела вегетативной НС обычно вызывает прирост активности и другого отдела.

Взаимодействие двух отделов проявляется и при реализации адаптивных реакций, когда

**симпатическая НС** обеспечивает быструю «аварийную» мобилизацию энергетических ресурсов и активизирует функциональные ответы на раздражители, а

**парасимпатическая НС** – корригирует и поддерживает гомеостаз, обеспечивая резервы для аварийной регуляции.

Считается, что **симпатические влияния обеспечивают эрготропную регуляцию** приспособления, а

**парасимпатические – трофотропную регуляцию.**



## **Функциональная синергия особенно хорошо видна на примере рефлексов на сердце с барорецепторов**

Возбуждение барорецепторов в результате повышения АД приводит к снижению частоты и силы сокращений сердца. Этот эффект обусловлен как увеличением активности парасимпатических нервных волокон, так и снижением активности симпатических волокон.

Во многих органах, имеющих и симпатическую, и парасимпатическую иннервацию, в физиологических условиях преобладают регуляторные влияния парасимпатических нервов.

К таким органам относятся мочевой пузырь и некоторые экзокринные железы.

Существуют также органы, снабжаемые только симпатическими или только парасимпатическими нервами; к ним относятся почти все кровеносные сосуды, селезенка, гладкие мышцы глаза, некоторые экзокринные железы, гладкие мышцы волосяных луковиц.

Под действием симпатических нервов может усиливаться гликогенолиз печени и липолиз в жировых клетках, что приводит к увеличению концентрации глюкозы и свободных жирных кислот в крови.

Парасимпатические нервы не влияют на эти процессы.

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СИМПАТИЧЕСКОЙ И ПАРАСИМПАТИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ

- ПРОСТОЙ АНТАГОНИЗМ
- АКЦЕНТИРОВАННЫЙ АНТАГОНИЗМ
- ПРОСТОЙ СИНЕРГИЗМ
- ДОПОЛНЯЮЩИЙ СИНЕРГИЗМ
- ОТСУТСТВИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

# Особенности взаимодействия отделов ВНС

В основе лежит **принцип реципрокной регуляции** – при взаимодействии на уровне пресинаптических и постсинаптических мембран (за счёт близкого расположения симпатических и парасимпатических синапсов).

Выделяют **два типа взаимодействия:**

**пресинаптический тип** – подавление через рецепторы пресинаптической мембраны медиатором одной системы выделения медиатора другой системы;

**постсинаптический тип** – взаимодействие осуществляется за счёт вторичных посредников ( $\text{Ca}^{++}$  и других).

# Антагонизм отделов ВНС

- Стимуляция **симпатических** нервов: увеличение ЧСС и УО; снижение двигательной активности кишечника; расслабление желчного пузыря и бронхов; сокращение сфинктеров ЖКТ.
- Стимуляция **парасимпатических** волокон: снижение ЧСС и УО; усиление моторики кишечника; сокращение желчного пузыря и бронхов; расслабление сфинктеров ЖКТ.

# Синергизм отделов ВНС

Стимуляция слюноотделения:

**симпатический** отдел ВНС – стимулирует секрецию небольшого количества вязкой, слизистой (богатой муцином) слюны;

**парасимпатический** отдел ВНС – стимулирует секрецию большого количества жидкой серозной слюны.

Оба отдела ВНС стимулируют обменные процессы, но симпатические влияния усиливают диссимиляцию (катаболизм), а парасимпатические – ассимиляцию (анаболизм).

При возбуждении симпатической системы активируется парасимпатическая система, и, наоборот.

# Механизмы и особенности передачи возбуждения в вегетативных ганглиях

**Преганглионарные синапсы** образуются нервными отростками вставочных нейронов вегетативных центров на нервных клетках вегетативных ганглиев.

Преганглионарные синапсы отличают **три особенности**:

- 1) значительная синаптическая задержка проведения, примерно в 5 раз продолжительнее, чем в центральных синапсах;
- 2) существенно большая длительность ВПСП;
- 3) наличие выраженной и продолжительной следовой гиперполяризации нейронов ганглия.

Кроме того, **преганглионарные синапсы**

- обладают невысокой лабильностью и
- обеспечивают трансформацию ритма возбуждения с частотой импульсации в постганглионарном волокне не более 15/с.

**Медиатором во всех преганглионарных синапсах и симпатического, и парасимпатического отделов** вегетативной НС является **ацетилхолин**.

Холинорецепторы относят в преганглионарных синапсах к никотинчувствительным т.к. они активируются никотином (Н – Холинорецепторы). Специфическими блокаторами этих рецепторов являются кураре и курареподобные вещества (бензогексоний, дитилин), входящие в группу ганглиоблокаторов.

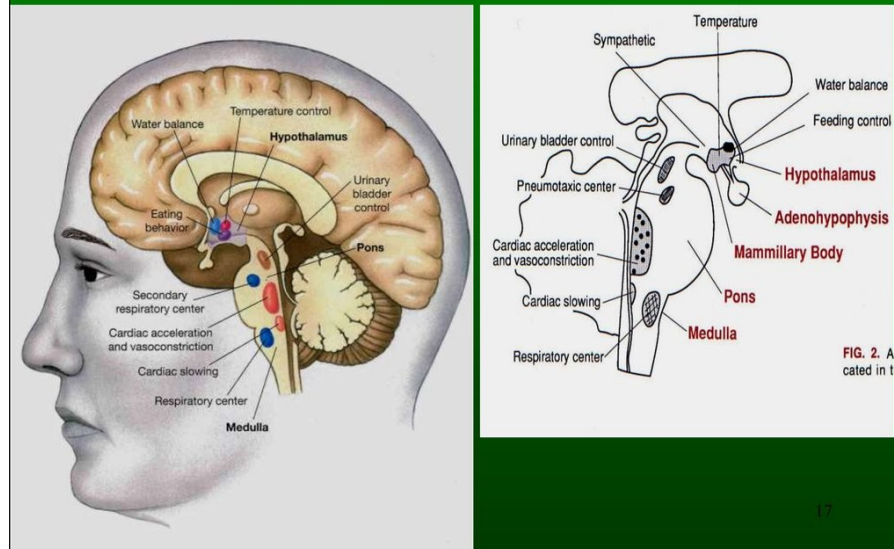
Кроме основных, участвующих в передаче возбуждения Н-холинорецепторов, преганглионарные синапсы имеют и М-холинорецепторы (активируются алкалоидом мускарином - мускариночувствительные), роль которых, по-видимому, сводится к регуляции освобождения медиатора и чувствительности Н-холинорецепторов.

**Постганглионарные синапсы**, образуемые эфферентным проводником на эффекторе, отличаются у двух описываемых отделов вегетативной НС.

# Вегетативные центры

Помимо тораколюмбальных и краниосакральных центров замыкания вегетативных рефлексов в структурах ГМ имеется большое количество иерархически взаимосвязанных образований, меняющих вегетативную нервную деятельность в зависимости от потребности организма.

## Надсегментарные (высшие) вегетативные центры





# Высшие центры вегетативной регуляции

- **ПЕРЕДНИЙ ГИПОТАЛАМУС** → трофотропные центры (парасимпатические).
- **ЗАДНИЙ ГИПОТАЛАМУС** → эрготрофные центры (симпатические).
- **СРЕДНИЙ ГИПОТАЛАМУС** → центры обмена веществ и терморегуляции.
- **ЛИМБИЧЕСКАЯ СИСТЕМА** → центры интеграции вегетативных и соматических функций, эмоциональных реакций.
- **КОРА ГОЛОВНОГО МОЗГА** → центры условных рефлексов, организации поведения.

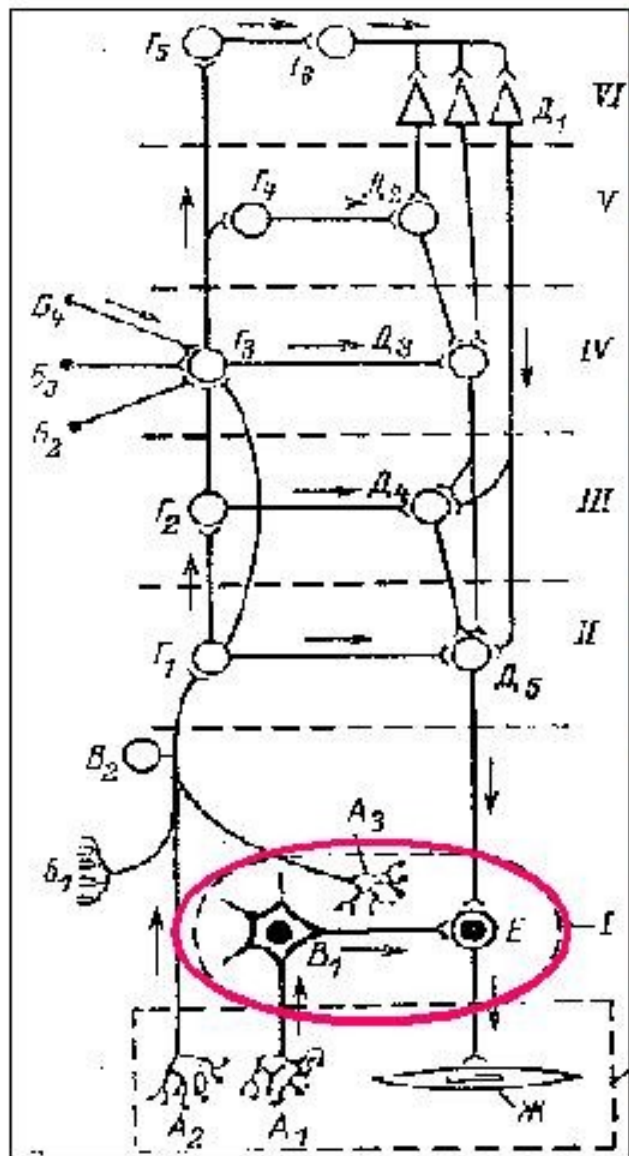


# Уровни центральной регуляции вегетативных рефлексов

- 1. Базальный** – обеспечивает интеграцию симпатических и парасимпатических рефлексов (цель – поддержание вегетативного гомеостаза). Осуществляется центрами, расположенными в области ствола мозга и гипоталамуса.
- 2. Обеспечивает** координацию соматических и вегетативных рефлекторных актов (цель – соответствующее вегетативное обеспечение внутренних произвольных процессов поддержания жизнедеятельности). Осуществляется центрами ствола мозга, среднего мозга и ретикулярной формации, мозжечка и лимбической системы.
- 3. Регулирует** вегетативное обеспечение произвольной деятельности, физического и умственного труда, поведения человека (цель – подчинение и коррекция деятельности первого и второго уровней регуляции).

Осуществляется различными отделами коры БП. Обеспечивает интеграцию, координацию вегетативных и соматических функций в сложных поведенческих реакциях организма.

# Иерархия вегетативных центров



Кора полушарий

Лимбическая система

Гипоталамус мозжечок (адаптация)

Пусковые и регуляторные центры ствола

Спинальный мозг

Вегетативные ганглии

орган

## I этаж

### Вегетативные ганглии

- 1-й и 3-й нейроны дуги образуют короткую местную рефлекторную дугу.
- Могут осуществлять регуляцию деятельности внутренних органов автоматически.

# Три физиологических уровня центральной регуляции вегетативных рефлексов

## Первый уровень

обеспечивает интеграцию симпатических и парасимпатических рефлексов с целью поддержания вегетативного гомеостаза при отсутствии сильных возмущающих воздействий внешней среды и двигательной активности. Этот **базальный уровень интеграции** обеспечивается центрами, расположенными в области ствола мозга и гипоталамуса. В стволовых отделах ГМ располагаются сердечно-сосудистый и дыхательный центры, центры глотания, слюноотделения, чихания, рвоты и т.п.

**Главным центром** интеграции вегетативных функций считается **гипоталамус**, где располагается более 40 пар ядер, обеспечивающих регуляцию большинства висцеральных функций. Структуры гипоталамуса трудно делить на симпатические и парасимпатические, поскольку каждая из них меняет соотношение активности этих отделов вегетативной НС. Тем не менее, **заднегипоталамические ядра** считаются центрами симпатического контроля, поскольку их раздражение вызывает типичные для возбуждения симпатического отдела эффекты – повышение АД, учащение ЧСС, увеличение сахара в крови.

**Переднегипоталамические ядра** относят к центрам парасимпатического контроля, поскольку их раздражение вызывает снижение системного давления крови, замедление сердечного ритма, усиление перистальтики кишечника. **Ядра средней части гипоталамуса** (латеральные и вентромедиальные) регулируют аппетит и пищевое поведение. Раздражение ядер заднего и среднего гипоталамуса вызывает агрессивное поведение или эмоции удовольствия. Гипоталамус регулирует функцию желез внутренней секреции и практически все виды обмена веществ.

Организация афферентных и эфферентных связей гипоталамуса свидетельствует о том, что он служит **важным центром для соматических, вегетативных и эндокринных функций.**

# Три физиологических уровня центральной регуляции вегетативных рефлексов

## Второй уровень

обеспечивает **координацию соматических и вегетативных** рефлекторных актов, т.е. связей и отношений организма с внешней средой с соответствующим их вегетативным обеспечением за счет внутренних процессов жизнедеятельности.

Этот уровень интеграции реализует огромное количество сопряженных сомато-вегетативных рефлексов, осуществление которых координируется центрами ствола мозга, среднего мозга и ретикулярной формации, мозжечка и лимбической системы.

На уровне ствола, например, локализуются вестибулярные ядра, получающие информацию от рецепторов внутреннего уха и обеспечивающие регуляцию тонуса скелетных мышц и позы тела при одновременном изменении их кровоснабжения.

В ядрах ретикулярной формации располагаются нейроны, обеспечивающие координацию вегетативной регуляции пищеварения, выделения, дыхания и кровообращения.

Структуры лимбической системы, принимающие участие в организации мотиваций и эмоционального поведения, обеспечивают и соответствующие вегетативные компоненты эмоций, например, повышение ЧСС, бледность кожи из-за спазма сосудов при гневе, повышение потоотделения при страхе.

# Три физиологических уровня центральной регуляции вегетативных рефлексов

## Третий уровень

**реализует вегетативное обеспечение произвольной деятельности, физического и умственного труда, поведения человека.**

Центры этого уровня интеграции локализованы в различных отделах коры БП.

Благодаря многочисленным синаптическим связям и широкой сети ассоциативных нейронов, афферентная информация от интерорецепторов поступает и в кору БП, что позволяет вырабатывать условные рефлексy с изменением висцеральных функций.

Хотя произвольное изменение висцеральных функций удается не каждому человеку. С помощью особых способов тренировки произвольно «управлять» деятельностью внутренних органов, например, резко замедлять ЧСС, пользуются йоги.

Кора БП подчиняет и корригирует деятельность двух других уровней интеграции.

# Значение гипоталамуса в регуляции вегетативных функций

Деятельность вегетативных центров, расположенных в спинном, продолговатом и среднем мозге регулируется высшими вегетативными центрами гипоталамуса, имеющем 32 пары ядер, условно разделенных на 3 группы: передние, средние и задние.

## Ядра гипоталамуса связаны нервными волокнами с

- передним мозгом,
- таламусом,
- лимбической системой, а также
- нижележащими образованиями, в частности с РФ мозгового ствола.

Обширные нервные и сосудистые связи существуют между гипоталамусом и гипофизом, что обеспечивает интегрирование нервной и гормональной регуляции функций организма.

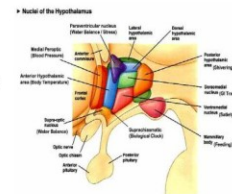
Ядра гипоталамуса обильно кровоснабжаются, а их капиллярная проницаемость более высокая, ГЭБ фактически отсутствует, следовательно, на нервные клетки гипоталамуса могут оказывать влияние поступающие с кровью крупномолекулярные соединения.

### Гипоталамус

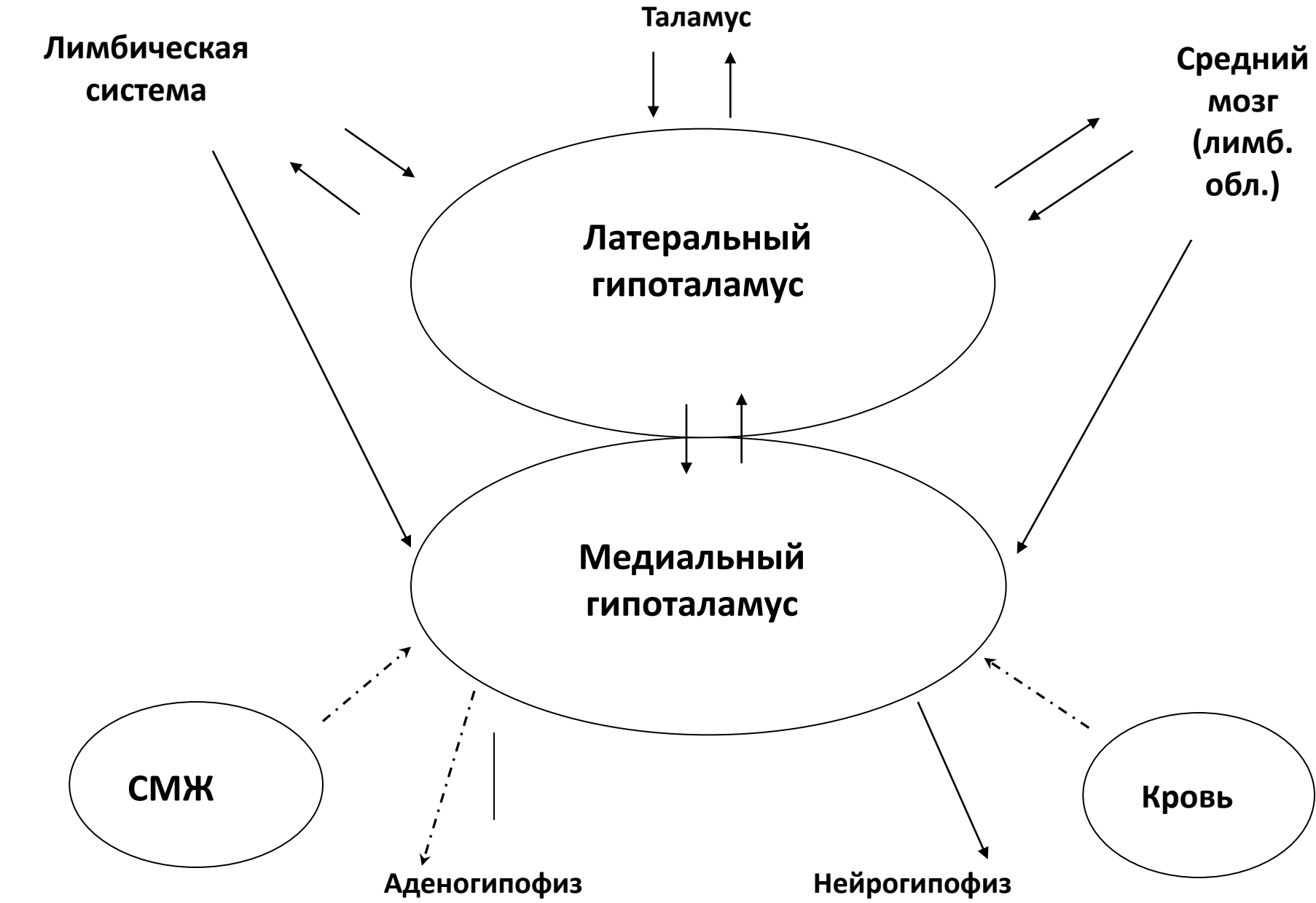
- Содержит осморцепторы, терморецепторы, глюкозацепторы.
- Имеет центры регуляции насыщения, голода, жажды, сна, полового поведения.

#### Функции:

1. Высший подкорковый центр вегетативной нервной системы.
2. Высший центр регуляции вегетативных функций. Образует нейромедиаторы – либерины и статины гормонов аденогипофиза, выделяет окситоцин и вазопрессин в заднюю долю гипофиза.
3. Регуляция мотиваций пищевого поведения.
4. Высший трофический центр.
5. Его центры регулируют все виды обмена.
6. Вегетативное обеспечение и реализация эмоций.
6. Половые, оборонительные, агрессивные мотивации.





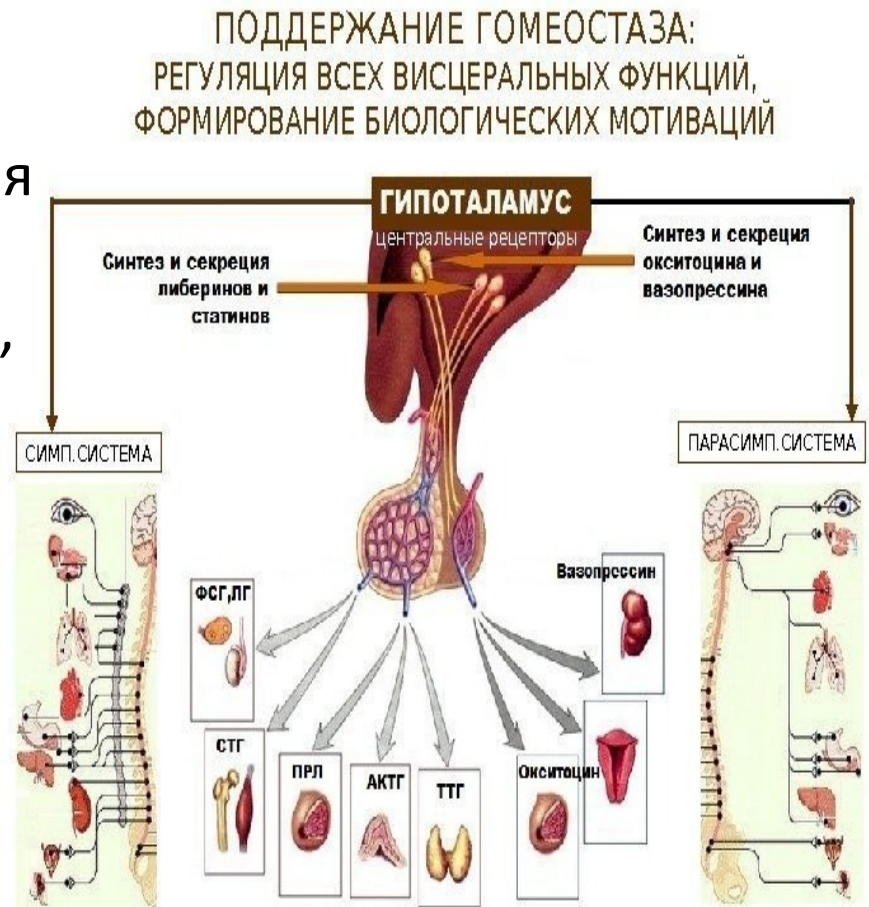


- - - - -> Гуморальные  
 —————> Нервные влияния  
 ВЛИЯНИЯ

**Рисунок 1. Аfferентные и эfferентные связи гипоталамуса.**

# Гипоталамус регулирует

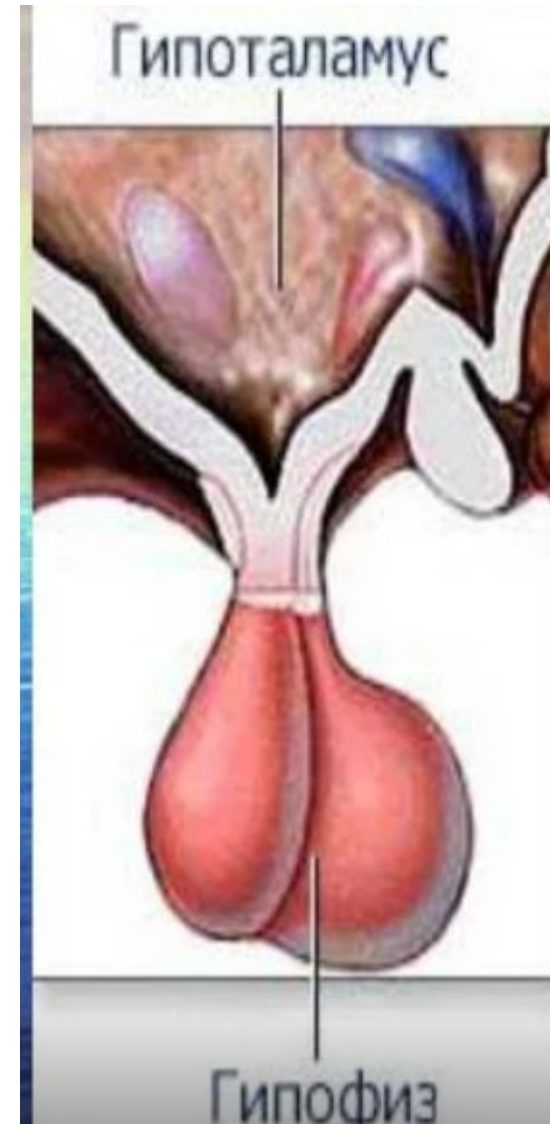
- вегетативные функции и особенно те, которые необходимы для поддержания гомеостаза,
- сердечно-сосудистую систему,
- органы пищеварения,
- водно-солевой,
- углеводный,
- жировой и белковый обмен,
- мочеотделение,
- функции желез внутренней секреции,
- поддерживает постоянную температуру тела.



**Для регуляции указанных функций на уровне гипоталамуса** происходят сложные взаимодействия, нервный компонент которых дополняется гормональным.

Возбуждение ядер гипоталамуса обусловлено как поступлением к ним нервных влияний от таламуса и других отделов ГМ, так и наличием чувствительности некоторых клеток гипоталамуса к физико-химическим воздействиям.

В гипоталамусе имеются осморорецепторы, чувствительные к изменениям осмотического давления внутренней среды и терморорецепторы – клетки, чувствительные к изменениям температуры крови.



# Влияние гипоталамуса на отдельные функции организма

**Задние ядра** гипоталамуса вызывают

- расширение зрачков и глазных щелей,
- учащение сердцебиений,
- сужение сосудов и повышение АД,
- торможение моторной функции желудка и кишечника,
- повышение содержания в крови НА и А,
- увеличение концентрации глюкозы в крови. В задних ядрах гипоталамуса центры связаны с симпатическим отделом ВНС (об этом свидетельствуют явления при десимпатизации).

**Передние ядра** гипоталамуса вызывают:

- сужение зрачков и глазных щелей;
- замедление сердечной деятельности;
- понижение тонуса артерий и снижение АД;
- повышение секреции желудочных желез, повышение моторной деятельности желудка и кишечника;
- повышение секреции инсулина, снижение содержания глюкозы в крови;
- мочеиспускание и дефекация.
- В передних ядрах гипоталамуса находятся группы клеток, регулирующих функции центров парасимпатических отделов ВНС.

## **Влияние гипоталамуса на отдельные функции организма**

**Средние ядра** гипоталамуса участвуют в регуляции обмена веществ.

Например,

**разрушение вентромедиальных ядер** ведет к ожирению и повышению потребления пищи (ц. насыщения), а

двухстороннее **разрушение латеральных ядер** (ц. голода) ведет к отказу от пищи.

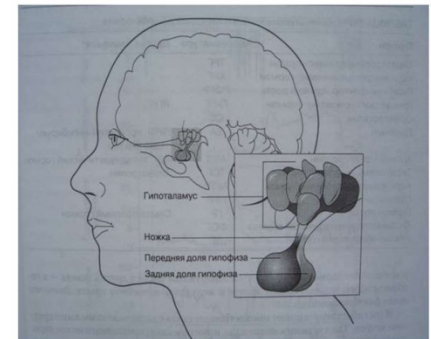
**Раздражение паравентрикулярного ядра** гипоталамуса вызывает жажду и резко увеличивает потребность в воде (полидипсия).

Хроническое раздражение средних ядер вызывает повышение содержания липидов в крови и появление атеросклеротических бляшек.

В гипоталамусе центры терморегуляции.

**Реакции, возникающие при раздражении разных участков гипоталамуса, являются комплексными, интегрированными, что определяется широкими связями гипоталамуса с различными отделами ЦНС.**

Гипоталамус и гипофиз



# Ядра гипоталамуса принимают участие

- в организации многих общих, в том числе поведенческих реакций организма.
- Гипоталамус участвует в половых и
- агрессивно-оборонительных реакциях.
- Гипоталамус, реализуя функции симпатического и парасимпатического отделов ВНС и секреторные функции эндокринных желез, **обеспечивает вегетативный компонент всех сложных реакций организма.**

# Регуляция вегетативных функций с помощью гормонов

Регуляция вегетативных функций может быть связана с их **гормональной регуляцией**

Например:

Возбуждение *СИМПАТИЧЕСКОГО отдела* увеличивает секрецию *адреналина* и *норадреналина* в мозговом слое надпочечников. Следствием является повышение *сахара* в крови.

Возбуждение *ПАРАСИМПАТИЧЕСКОГО отдела* стимулирует выход *инсулина* в островках Лангерганса поджелудочной железы, следствием чего является отложение *сахара* в печени в форме *гликогена*.

Таким образом, центральная регуляция вегетативных функций осуществляется сложным многоэтажным комплексом центров и многокомпонентными нервными образованиями с участием гормональных механизмов.



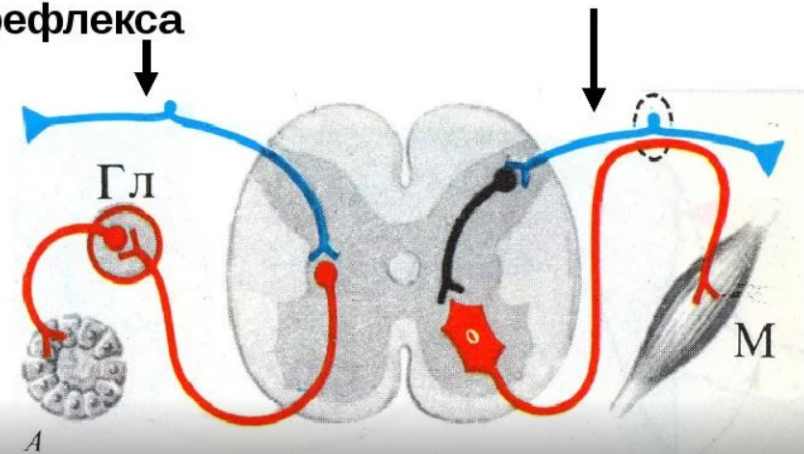
# ВЕГЕТАТИВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ-

рефлексы, регулирующие деятельность желез, сосудов, внутренних органов, особенно гладких мышц, и оказывающие адаптационно-трофическое влияние на различные функции соматической нервной системы.

Вегетативные рефлексы осуществляются через нервные пути и аппараты симпатической и парасимпатической нервной системы.

Как и в соматических рефлексах, дуга Вегетативного рефлекса состоит из афферентной и эфферентной частей.

- Дуга вегетативного симпатического рефлекса
- Дуга соматического рефлекса



# ВЕГЕТАТИВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ

замыкаются на уровне спинного мозга, в стволе мозга, гипоталамической области, в других отделах лимбической системы и коры головного мозга, которые регулируют деятельность вегетативной нервной системы.

можно разделить на

**сегментарные** (рефлексы, которые замыкаются на уровне спинного мозга и ствола головного мозга) и

**надсегментарные** (координация которых осуществляется в вегетативных центрах, расположенных в ретикулярной формации ствола мозга, мозжечке, гипоталамусе, лимбических образованиях и коре больших полушарий).

О тоне вегетативной нервной системы судят по состоянию рефлексов, а также по результатам ряда специальных проб.

**Рефлекторные дуги (кольца) вегетативных рефлексов** весьма сложны, т.к. включают ряд образований :

- а) экстеро - и интерорецепторы;
- б) афферентные (чувствительные) нервные волокна соматической и вегетативной нервной систем;
- в) чувствительные нейроны в спинномозговых ганглиях или в ядрах черепномозговых нервов;
- г) преганглионарные (промежуточные) нейроны в ЦНС;
- д) постганглионарные (эфферентные) нейроны в вегетативных ганглиях;
- е) волокна, передающие возбуждение на клетку - эффектор.

# Вегетативные рефлексы группируются следующим образом (В.И. Георгиевский, 1990):

Несмотря на многообразие рефлекторных дуг, все

- **1. Рефлексы, начинающиеся с экстерорецепторов** (например, кожа) и заканчивающиеся во внутренних органах и сосудах.
- Эти рефлексы обеспечивают, в частности, терморегуляцию организма, необходимый уровень энергетического обмена, проявление вегетативных компонентов двигательных актов и др.
- **2. Рефлексы, начинающиеся с интерорецепторов** одних и заканчивающихся в других внутренних органах.
- Примером этих рефлексов может служить изменение сердечной деятельности при раздражении сосудистых рецепторов или слюноотделение при растяжении желудка и кишечника ( при метеоризме кишечника).
- **3. Рефлексы, начинающиеся от интерорецепторов одних органов и заканчивающихся в тех же внутренних органах.** Сюда относятся рефлексы, которые осуществляют саморегуляцию деятельности сердца и тонуса сосудов, опорожнение мочевого пузыря и др.
- **4. Аксон - рефлексы**, т.е. рефлексы, осуществляемые без участия цнс. При этом возбуждение, возникающее в рецепторах, доходит по афферентным волокнам до ганглия, где переключается на эфферентные симпатические или парасимпатические пути (рис. 91).
- Такие рефлексы возникают, например, в желудочнокишечном тракте (распространение импульсов на соседние отделы) или в коже (сосудистые и потоотделительные реакции на местные раздражения).

# ВИДЫ ВЕГЕТАТИВНЫХ РЕФЛЕКСОВ

- Висцеро-висцеральный рефлекс
  - - аксон-рефлекс
- Висцеро-соматический рефлекс
- Висцеро-сенсорный рефлекс
- Висцеро-дермальный рефлекс
- Соматовисцеральный рефлекс
- Дермо-висцеральный рефлекс

# Виды вегетативных рефлексов

По характеру взаимосвязей афферентного и эфферентного звеньев, а также внутрицентральных взаимоотношений подразделяют на:

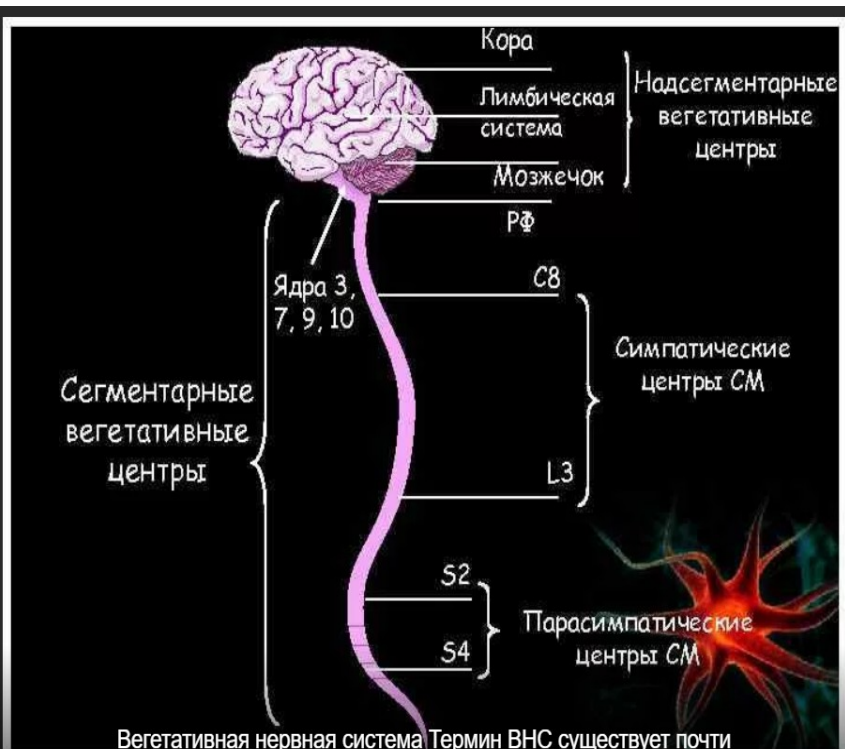
- 1) висцеро-висцеральные**, когда и афферентные и эфферентные звенья, т.е. начало и эффект рефлекса относят к внутренним органам (гастро-дуоденальный, гастрокардиальный, ангиокардиальные и др).
- 2) висцеро-соматические**, когда начинающийся раздражением интерорецепторов рефлекс за счет ассоциативных связей ЦНС реализуется в виде соматического эффекта.  
Например, при раздражении хеморецепторов каротидного синуса избытком CO<sub>2</sub> усиливается деятельность дыхательных м/р мышц и дыхание учащается.
- 3) висцеро-сенсорные** – изменение сенсорной информации от экстерорецепторов при раздражении интерорецепторов.  
Например, при кислородном голодании миокарда имеют место так называемые отраженные боли (зоны Хеда), получающих сенсорные проводники из тех же сегментов СМ.
- 4) сомато-висцеральные**, когда при раздражении афферентных входов соматического рефлекса реализуется вегетативный рефлекс.  
Например, при термическом раздражении кожи расширяются кожные сосуды и суживаются сосуды органов брюшной полости. Рефлекс Данини - Ашнера – урежение PS при надавливании на глазное яблоко.

# Вегетативные рефлексы

подразделяются на

**сегментарные** т.е. реализуемые СМ и стволовыми структурами ГМ и

**надсегментарные**, реализация которых обеспечивается высшими центрами вегетативной регуляции, расположенными в надсегментарных структурах ГМ.

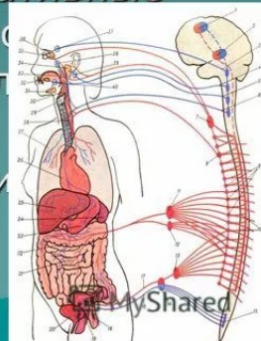


- ♦ Структура ВНС представлена **сегментарными и надсегментарными отделами.**

Надсегментарные вегетативные структуры: лимбико-ретикулярный комплекс и гипоталамо-стволовые образования головного мозга.

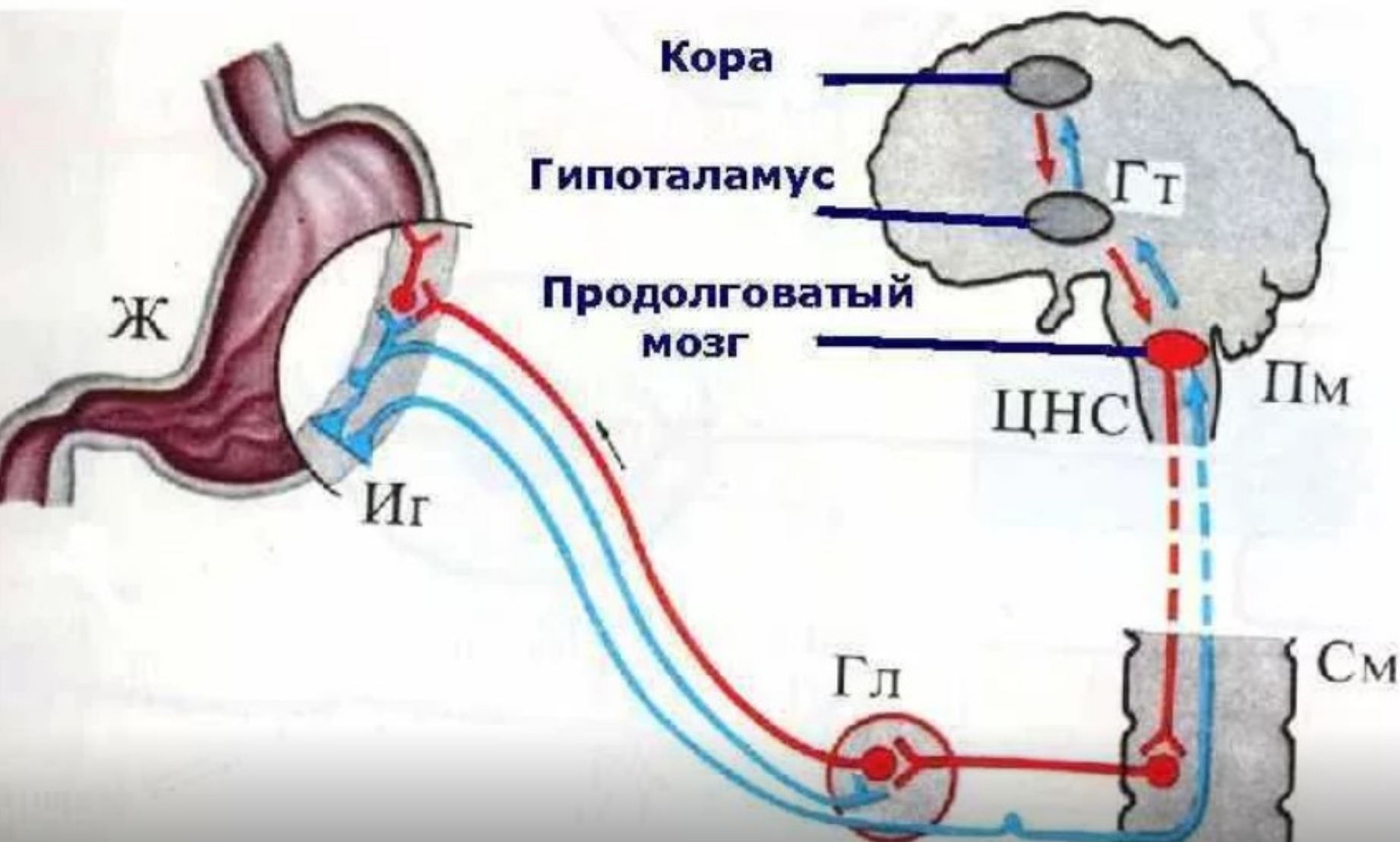
Сегментарный отдел - это вегетативные центры ствола головного и спинного мозга, располагающиеся четырьмя отделными группами:

- ♦ мезэнцефалический (парасимпатический)
- ♦ бульбарный (парасимпатический);
- ♦ тораколумбальный (симпатический) - ядра боковых рогов С V III-L III





# Регуляция вегетативных функций на уровне сегментарного и надсегментарного отделов АНС



Регуляция активности висцеральных систем Нервная регуляция в

# Классификации вегетативных рефлексов

## Вегетативные рефлексы

- Эти рефлексы многочисленны. Они участвуют во многих регуляциях организма человека. При осуществлении вегетативных рефлексов влияния передаются по соответствующим нервам (симпатическим или парасимпатическим) из ЦНС.
- В медицинской практике наибольшее значение придают висцеро - висцеральным (от одного внутреннего органа на другой), висцеро-дермальным (от внутренних органов на кожу) и дермо - висцеральным (от кожи на внутренние органы) рефлексам.

### По уровню замыкания рефлекторной дуги

#### Центральные:

- 1) спинномозговые;
- 2) стволовые;
- 3) гипоталамические;
- 4) корковые и др;

#### Периферические:

- 1) интра- и экстраорганные;
- 2) аксон-рефлексы;

## Классификация вегетативных рефлексов

### 1) По локализации центров:



### 2) По сигнальному значению:



## Вегетативные рефлексы

- Вследствие сегментарной организации вегетативной и соматической иннервации при заболевании внутренних органов в ограниченных участках кожи возникает повышение тактильной и болевой чувствительности. Эти боли называются отраженными, а области, в которых они появляются, - зонами Захарьина-Хеда.
- Кутано-висцеральные – рефлексы с рецепторов кожи на сосуды и другие структуры внутренних органов. Кутановисцеральный рефлекс включает пути, вовлекающие активацию экстерорецепторов и соматических афферентных волокон и заканчивающиеся в висцеральных органах, вызывая изменение их функций. Примером такого рефлекса может служить сосудистая реакция при термических воздействиях на рецепторы кожи.
- Висцеросоматический рефлекс включает пути, по которым возбуждение в дополнение к висцеральным вызывает также соматические ответы в виде усиления или торможения сокращений. Например, сильное раздражение рецепторов пищеварительного тракта вызывает сокращение мышц брюшного пресса или движение конечностей.

# Центральные вегетативные рефлексы

**Висцеро-висцеральные** – афферентные и эфферентные звенья относятся к внутренним органам (например, гастродуоденальный, гастрокардиальный, ангиокардиальный; рефлекс Гольца).

**Висцеро-соматические** – вызываемые раздражением интерорецепторов рефлексы за счёт ассоциативных связей реализуется в виде соматического эффекта (например, раздражение каротидного синуса избытком углекислого газа усиливает деятельность дыхательных мышц).

**Висцеро-сенсорные** – изменение сенсорной информации от экстрорецепторов при раздражении интерорецепторов (например, кислородное голодание миокарда приводит к появлению отражённых болей в зонах Захарьина-Геда).

**Сомато-висцеральные** – раздражение афферентных входов соматического рефлекса приводит к вегетативному рефлексу (например,

- (1) температурное раздражение кожи расширяет кожные сосуды и суживает сосуды органов брюшной полости;
- (2) – глазосердечный рефлекс Данини-Ашнера).



## Периферические вегетативные рефлексы

Протекают без участия ЦНС. Рефлекторные дуги замыкаются в вегетативных узлах и сплетениях.

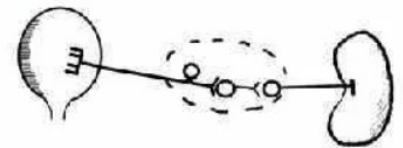
Возбуждение, возникающее в рецепторе, по чувствительным нервным волокнам доходит до ганглия.

Затем по эфферентным симпатическим и парасимпатическим волокнам достигает исполнительного органа.

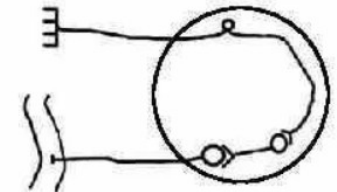
Например, внутрисердечные периферические рефлексы (растяжение миокарда правого предсердия приводит к усилению сокращений миокарда левого желудочка).

### *Периферические вегетативные рефлексы*

Межорганный



Внутриорганный



Аксон-рефлекс



# «Ложные» рефлексы (аксон-рефлексы)

Осуществляются в пределах двух разветвлений одного аксона без участия ЦНС и вегетативных ганглиев.

Возбуждение проходит от рецептора до общего ствола разветвлённого нервного волокна, а оттуда по второй его ветви к эффектору.

Возникают под влиянием ограниченных, чисто местных раздражителей кожи теплом, холодом, под действием фармакологических веществ, механического и болевого раздражения.

В ответ появляются ограниченные сосудистые, потоотделительные, пилоmotorные и др. реакции.

Например, покраснение кожи в результате расширения кожных сосудов при действии горчичников.



# Применение вегетативных рефлексов в практической медицине

Ряд **вегетативных рефлексов** используется в практической медицине для **оценки** состояния **вегетативной нервной системы** (вегетативные функциональные пробы)

Например: **глазо-сердечный рефлекс Ашнера**

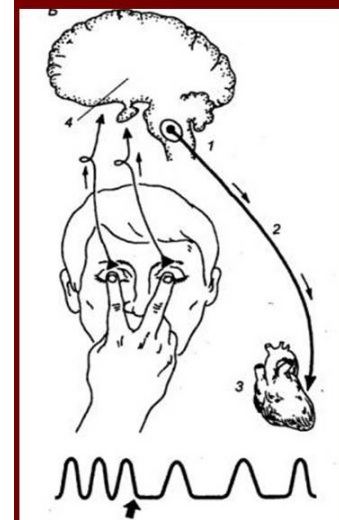
**Дыхательно-сердечный рефлекс** –

урежение сердцебиений в конце выдоха перед началом следующего вдоха

**Ортостатическая реакция** –

учащение сердцебиения и повышение артериального давления при переходе из положения лёжа в положение стоя

Рефлекс Даньини- Ашнера



# Применение вегетативных рефлексов в практической медицине

Для суждения о *сосудистых реакциях* в клинике исследуют рефлекторное изменение состояния сосудов при механическом раздражении кожи, которое вызывают проведением по коже тупым предметом

У многих *здоровых* людей при этом возникает местное сужение артериол, проявляющееся непродолжительного побледнения раздражаемого участка кожи (*белый дермографизм*)

При *более высокой чувствительности* появляется красная полоска расширенных кровеносных сосудов, окаймлённая бледными полосами суженных сосудов (*красный дермографизм*)

При *очень высокой чувствительности* – полоса вздутия кожи (отёк)



# Оценка дермографизма

- В норме дермографизм представлен штрихами розового цвета, держится несколько секунд
- Белый дермографизм свидетельствует о преобладании симпатико-тонических реакций
- Розовый или красный, сохраняющийся несколько дольше, - о ваготонии
- Смешанный (розовый или красный с белым валиком по периферии) - о сосудистой дистонии



# Возрастные особенности работы ЦНС

## Вегетативная НС ребенка

отличается морфо-функциональной зрелостью.

Оба отдела функционально напряжены в связи с высоким уровнем обмена.

Особенностями детского возраста являются

- высокая возбудимость,
- лабильность и
- склонность к генерации вегетативных реакций.

# Выделяют три периода становления ВНС у ребенка

- от момента рождения до 2 мес. ВНС различно дифференцирована в разных органах, вегетативные эффекты склонны к переходу с органа на орган, систему, к генерализации.
- от 2 до 7 мес. Возбудимость ВНС повышается, преобладает симпатотония.
- от 9 до 18 мес. Возникает дифференцировка и центральная регуляция ее деятельности.
- к 4 - 6 годам реакции приобретают индивидуальную устойчивость, а
- к 11 – 12 годам зрелость ВНС достигает уровня взрослого человека.

## **Степень участия различных отделов ВНС (симпатического и парасимпатического) в регуляции функций внутренних органов**

в отношении регуляции деятельности сердца  
симпатическая НС включается раньше вагусной.

Симпатическая НС начинает функционировать не как целостная система на определенном этапе онтогенеза, а отдельными звеньями в различные сроки индивидуального развития различных органов.

Так, в отношении ЖКТ сначала включается парасимпатическая НС.

Симпатическая регуляция начинает осуществляться в период отнятия от груди.

## **Функциональное созревание периферических отделов ВНС**

**находится в тесном взаимоотношении с состоянием  
высших отделов ЦНС**

На ранних этапах онтогенеза тонус парасимпатической НС, в частности тонус блуждающего нерва отсутствует.

Блуждающий нерв включается в рефлекторные реакции на 2-3 месяце жизни.

После рождения, на ранних этапах постнатального онтогенеза основное регулирующее влияние оказывают центры симпатической НС.

Центры симпатической НС оказывают на иннервируемые органы тонические влияния.

# Исследование вегетативной НС

## Глазосердечный рефлекс:

Давление на боковые поверхности глаза вызывает

- замедление PS,
- снижение АД,
- расширение границ сердца,
- замедление дыхания с увеличением его глубины, появление сосудодвигательных реакций,
- торможение кишечника.

**Продолжительность рефлекса** не должна превышать одной минуты (лучше 20-40 секунд). PS считают каждые 5 сек.

Может проявляться быстро, через 2-3 секунды, или медленно через 8-10 сек. Действие рефлекса продолжается после прекращения давления на глаз в течение от 20 сек. до 1 мин.

### Рефлекс с

- замедлением пульса на 4-12 ударов считается **положительным**,
- больше чем на 15 ударов – **резко положительным**,
- при отсутствии изменений PS считается **отрицательным**, а
- при ускорении PS (больше +4) – **извращенным**.

Глазосердечный рефлекс может быть вызван на 7-9 день жизни, причем он проявляется учащением PS. Нормализуется в возрасте 1-3 месяцев.

# Эпигастральный рефлекс

(понижающий давление, солярный).

Ребенка укладывают на спину с расслабленными стенками живота и по возможности с пустым желудком.

На стенку живота в эпигастральной области между мечевидным отростком и пупком производят давление, равномерно увеличивая его до ощущения пульсации аорты. Рука занимает плоское ладонное положение с согнутыми фалангами пальцев с целью оказания ровного и одинакового по силе давления.

**Ответная реакция** заключается в

- замедлении PS на 4-12 уд/мин,
- снижении АД.
- Более значительное замедление PS указывает на повышенную активность парасимпатического отдела ВНС.



# Клиноостатический рефлекс



Клиноостатический рефлекс –  
уменьшение ЧСС на 4-6/мин

Ребенка из положения стоя плавно переводят в положение лежа.

**Рефлекторная реакция:** замедление PS на 4-6 уд/мин.

Счет производят в течение первых 15-20 сек. после перевода в положение лежа.

**Резко положительный** клиноостатический рефлекс дает замедление PS на 8-12 уд/мин и встречается при повышенной возбудимости n.vagus.



Ортостатический рефлекс –  
увеличение ЧСС на 6-24/мин

## Ортостатический рефлекс

Исследуемый из положения лежа плавно переходит в положение стоя.

Наступающие рефлекторные изменения обратны реакциям клиностатического рефлекса:

PS ускоряется от 6 до 24 уд/мин и обычно нормализуется в течение первой минуты.

Резко положительный ортостатический рефлекс сопровождается учащением PS более чем на 24 уд/мин.



# Дермографические рефлексы кожи

**Штриховой рефлекс** вызывается раздражением кожи, производимым шпателем.

Через 5-20 секунд в области раздражения появляется белая или красная полоса.

**Белая полоса** исчезает через 8-12 сек,  
**красная** – через 3 мин.

Интенсивно выраженная и долго не исчезающая белая полоса указывает на **повышенную активацию симпатической иннервации,**

выраженная и длительно сохраняющаяся красная полоса – на **повышенную активацию сосудорасширяющей парасимпатической нервации.**

Широкая красная полоса с белым отечным валиком и красной каймой в середине (возвышающийся дермографизм) обусловлена повышением проницаемости сосудистой стенки при **гиперактивации парасимпатического отдела.**

Штриховой дермографизм может быть обнаружен в первые часы жизни новорожденного.

## Тест ультрафиолетовой биодозы

Для определения чувствительности кожи к ультрафиолетовым лучам используют биодозиметр Горбачева.

**Оценивают:**

- 1) порог чувствительности кожи к ультрафиолетовым лучам;
- 2) интенсивность и характер эритемы;
- 3) асимметрию реакции на правой и левой сторонах.

**Повышенная активация симпатического отдела обуславливает замедленность и слабость проявления ответной реакции кожи на ультрафиолетовое облучение.**

**Быстрое возникновение и резко выраженный характер ответной реакции указывают на чрезмерную активацию парасимпатической иннервации.**

**Ультрафиолетовая эритема** является вазодилататорным рефлексом, основная дуга которого, по-видимому, замыкается в гипоталамусе, при его поражении отмечается ослабление или угнетение чувствительности кожи к ультрафиолетовым лучам.

Ультрафиолетовое  
излучение



Парасимпатический отдел

Симпатический отдел

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

