

Кафедра нормальной физиологии  
Белорусского государственного медицинского университета  
Дисциплина «Физиология с основами анатомии человека»

# Лекция № 7

## ФИЗИОЛОГИЯ И МОРФОЛОГИЯ АВТОНОМНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ (АНС)



# Вопрос № 1. Понятие о системной регуляции вегетативных функций.

- **Функция** – специфическое проявление жизнедеятельности клетки, органа, системы, организма.

*На уровне целостного организма выделяют две главных группы функций: 1) соматические функции свойственные животным; 2) вегетативные функции, свойственные и растениям и животным.*

<b>ФУНКЦИИ организма</b>	
<b>соматические</b>	<b>вегетативные</b>
1) Движение тела в пространстве; 2) Психика (поведение); 3) восприятие сигналов внешней среды	1) Обмен веществ и энергии; 2) пищеварение; 3) дыхание; 4) размножение; 5) терморегуляция; 6) выделение; 7) работа ССС

Системная регуляция функций происходит с участием нервной и эндокринной систем (нервных и эндокринных /гуморальных/ механизмов). В соответствии с регулируемыми функциями в единой нервной системе (человека) выделяют два отдела – соматический и автономный (вегетативный).

# *Нервная система*

<b>Соматическая НС, её функции</b>	<b>Автономная (вегетативная) НС, её функции</b>
<p>1) восприятие сигналов из внешней среды</p> <p>2) Проведение информации в ЦНС</p> <p>3) Пусковое влияние на скелетные мышцы (часто осознаваемое)</p> <p>4) Регуляция поведения (психической и физической активности)</p>	<p>1) Восприятие сигналов из внутренней среды</p> <p>2) Проведение информации в вегетативные ганглии и в ЦНС</p> <p>3) Корректирующее влияние на гладкие мышцы желез, внутренние органы (обычно не осознаваемое, нередко без участия ЦНС)</p> <p>4) Метаболическое обеспечение различных форм психической и физической активности человека</p>

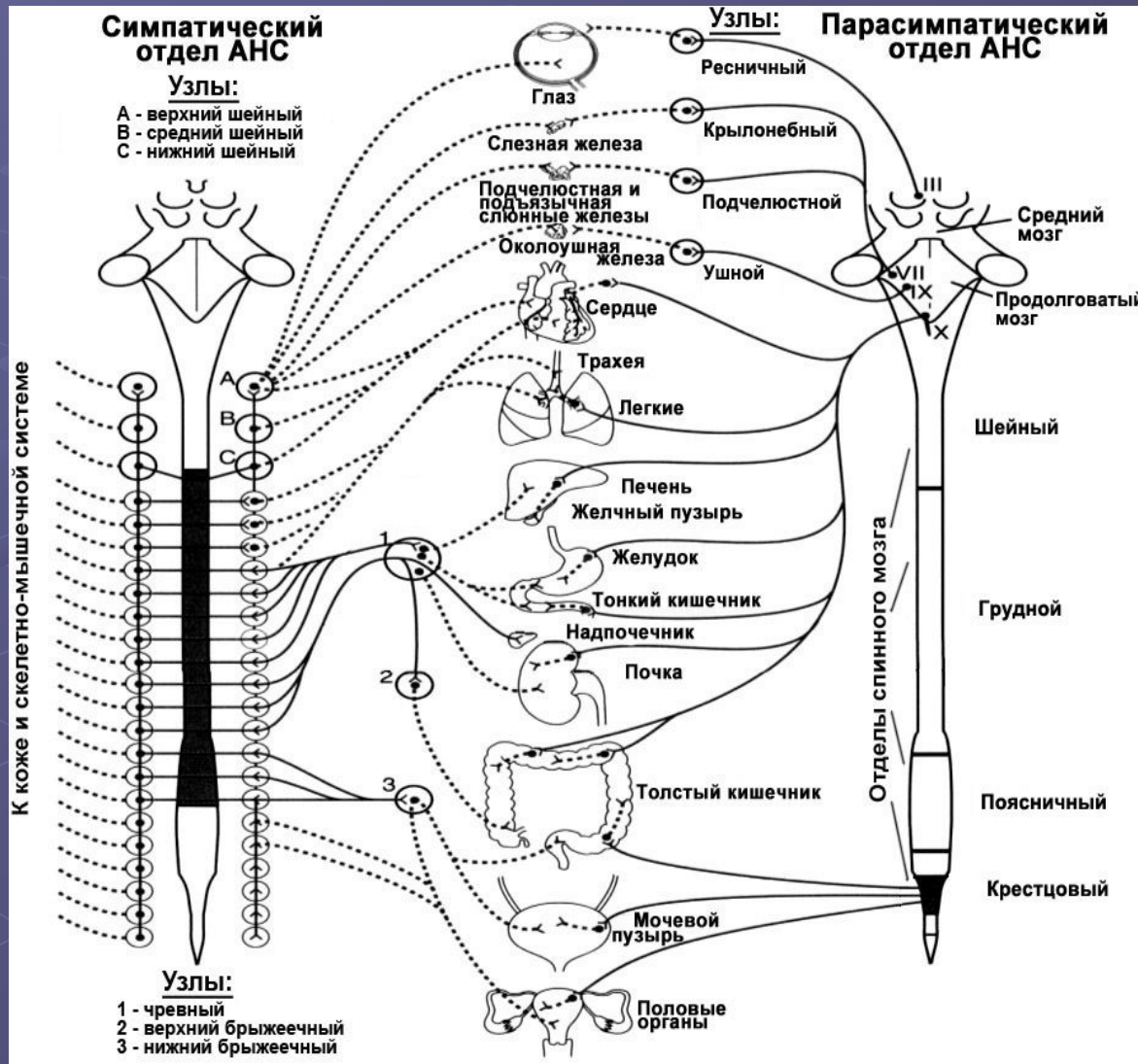
- Для регуляции целого ряда функций (например, дыхания, пищеварения и др.) используются оба отдела НС.
- Интеграция системной регуляции функций организма происходит в ЦНС, на её различных уровнях и, прежде всего, коры большого мозга, гипоталамуса, коры мозжечка и других отделов



## Вопрос № 2. Морфофизиологическая характеристика АНС. Общий обзор строения АНС.

- **Автономная (вегетативная) нервная система (АНС)** – это часть НС, которая обеспечивает иннервацию и регуляцию функций гладких мышц, сосудов (кровеносных и лимфатических), желез (экзо- и эндокринных) и других **внутренних (висцеральных) органов**, трофическую иннервацию скелетной мускулатуры, органов чувств и самой центральной нервной системы, а также восприятие сигналов из **внутренней среды организма (рис 1)**.

# Вопрос № 2. Морфофизиологическая характеристика АНС. Общий обзор строения АНС.



(Соматическая нервная система обеспечивает иннервацию и регуляцию активности скелетной (соматической, поперечно-полосатой) мускулатуры, а также восприятие информационных сигналов (раздражений) из внешней среды).

В настоящее время согласно действующей Международной анатомической номенклатуры термин «автономная нервная система» полностью заменяет все ранее существовавшие, в том числе и термин «вегетативная нервная система».

Рис.1. Строение АНС и иннервация ею различных органов.

## 2.1. Части и уровни организации АНС.

В АНС выделяют центральную и периферическую части (рис1).

Все образования АНС делят на три уровня (рис.1):

- 1) *Первый уровень* – периферическая часть АНС – вегетативные ганглионарные нейроны, находящиеся в вегетативных ганглиях за пределами ЦНС.
- 2) *Второй уровень* – вегетативные преганглионарные нейроны ствола мозга и спинного мозга.
- 3) *Третий уровень* – высшие вегетативные центры ЦНС – премоторные нейроны гипоталамуса, ретикулярной формации ствола мозга, мозжечка, миндалина, коры больших полушарий (КБП).

Нейроны 3-го уровня регулируют активность как АНС, так и соматической нервной системы, а также интегрируют нервные и гуморальные механизмы регуляции функций.



## **2.2. Расположение эфферентных (ганглионарных) нейронов за пределами спинного и головного мозга в вегетативных ганглиях или сплетениях, которые являются паренхиматозными органами.**

Аксоны этих ганглионарных нейронов называются постганглионарными волокнами. В соматической нервной системе эфферентные нейроны (мотонейроны) располагаются в передних рогах серого вещества спинного мозга (рис 2.) или в двигательных ядрах черепных нервов.

**2.3 Наличие многочисленных вегетативных ганглиев и нервных сплетений, состоящих из микроганглиев, в периферической части АНС. (см. вопрос № 5)**

**2.4. Активность АНС не находится под прямым контролем сознания (отсюда её название автономная НС).**

Соматическая же нервная система во многих случаях контролируется сознанием.

**2.5. АНС отличается локализацией преганглионарных нейронов и очаговым выходом их аксонов из ЦНС;**

## • 2.6. Тонус вегетативных центров

обусловлен постоянной активностью многих преганглионарных и ганглионарных нейронов. Формирование тонуса связано: а) со способностью клеток-осцилляторов вегетативных ганглиев и многих нейронов вегетативных центров ЦНС к спонтанной активности (автоматии); б) с постоянным поступлением к ним информации от периферических сенсорных рецепторов; в) с действием на них биологически активных веществ и метаболитов. Значение тонуса вегетативных центров заключается в создании постоянного контроля над клетками, обладающими собственной активностью, и обеспечении их возможности к ответу двойной направленности (активации или торможению функции), а также в коррекции активности иннервируемых клеток в плавном режиме и без промедления.

**2.7. Корректирующий характер влияния на клетки-мишени в виде стимуляции или торможения их работы.**

**2.8. Объект управления: гладкие миоциты, кардиомиоциты (которые сами обладают активностью), железы, сосуды и т.д.**

**2.9. В АНС выделяют три отдела ([рис. 1](#); таблица 1 в вопросе 4): симпатический (торако-люмбальный, адренергический, сосудистый); парасимпатический (кранио-сакральный, холинергический); метасимпатический (интраорганный, не адренергический и нехолинергический).**



# Вопрос № 3. Вегетативные рефлексы. Строение дуги вегетативного рефлекса.

*Вегетативный рефлекс* – это стереотипная ответная реакция организма на действие раздражителя, осуществляемая при участии АНС.

# *Классификации вегетативных рефлексов*

*По уровню замыкания рефлекторной дуги*

**Центральные:**

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

**Периферические:**

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

# Классификации вегетативных рефлексов

## По расположению рецепторов и органа эффектора

<b>Висцеро- висцеральные рефлексы</b>	<b>Сомато- висцеральные рефлексы</b>	<b>Висцеро- соматические рефлексы</b>
вызывают изменение деятельности внутренних органов в ответ на раздражение сенсорных рецепторов этих же или других висцеральных органов и/или сосудов	вызывают изменение активности внутренних органов в ответ на раздражение сенсорных рецепторов скелетных мышц, суставов, кожи, органов чувств. Афферентное звено этих рефлексов относится к соматической нервной системе, а эфферентное – к АНС.	вызывают изменение соматической деятельности при возбуждении сенсорных рецепторов внутренних органов или сосудов. Проявления висцеро-соматических рефлексов могут служить важным диагностическим признаком

# Строение дуги вегетативного рефлекса и особенности его афферентного, центрального и эфферентного звеньев представлены на рисунке 2.

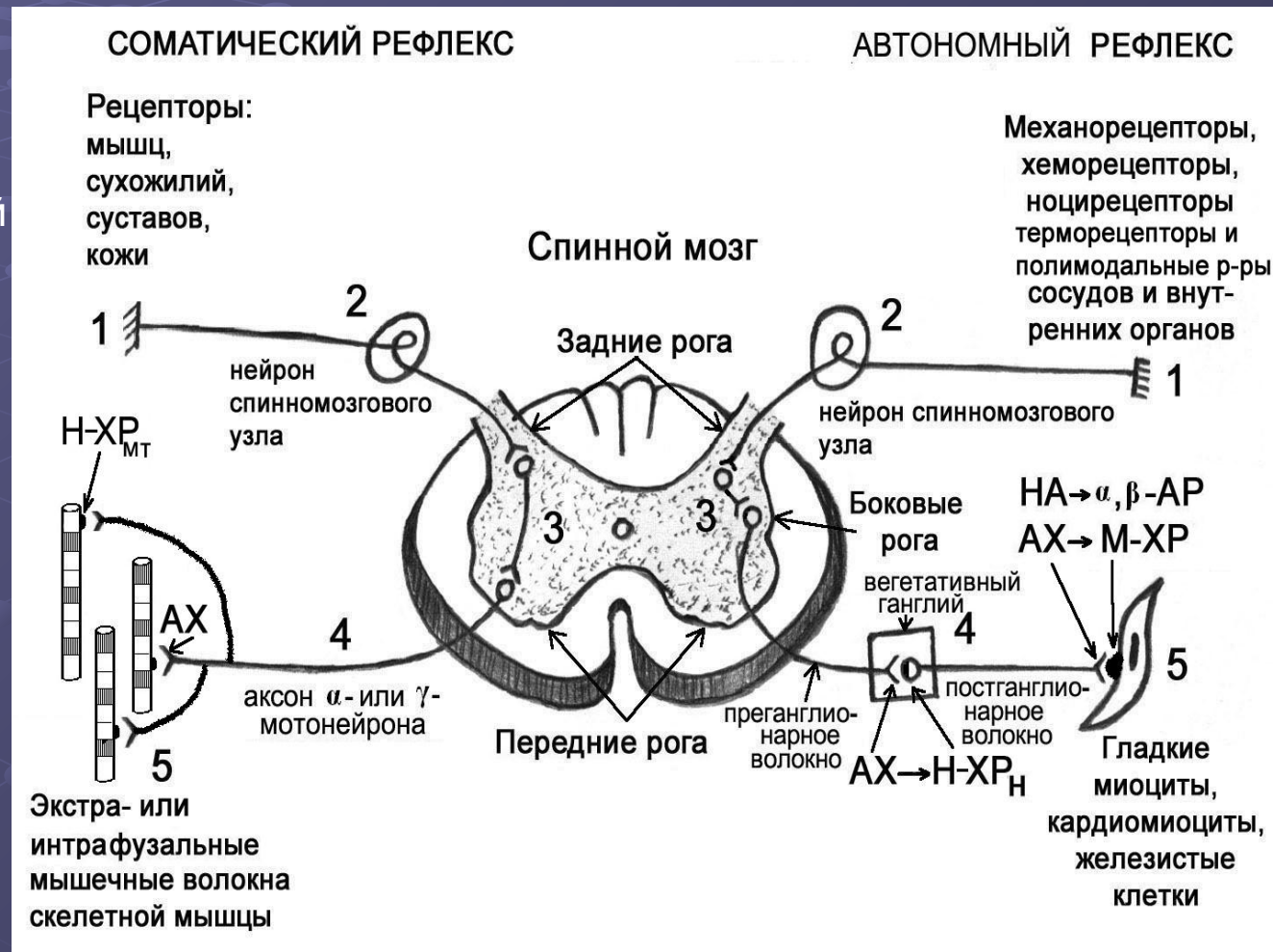
- Дуга центрального вегетативного рефлекса включает как минимум четыре нейрона: чувствительный (в спинномозговом ганглии), промежуточный и преганглионарный (в спинном мозге) и эфферентный (в вегетативном ганглии).
- Вторая особенность вегетативного рефлекса заключается в том, что его дуга может замыкаться вне ЦНС в вегетативных ганглиях и состоять в самом простом варианте только из одного (аксон-рефлекс) или двух вегетативных нейронов – афферентного и эфферентного. Такие рефлексы называют периферическими.



Рисунок 2.

# Схема рефлекторных дуг соматического и автономного (вегетативного) рефлексов, замыкающихся в спинном мозге.

Обозначения: Звенья рефлекторной дуги: 1 – рецепторное; 2 – афферентное; 3 – центральное (вставочное); 4 – эфферентное; 5 – исполнительное (рабочий орган); АХ – ацетилхолин; Н-ХР – никотиновый холинорецептор постсинаптической мембраны (Н-ХР<sub>МТ</sub> – Н-ХР мышечного типа; Н-ХР<sub>Н</sub> – Н-ХР нейронального типа); М-ХР – мускариновый холинорецептор постсинаптической мембраны (M1-, M2-, M3-ХР подтипы); НА – норадреналин; α-, β-АР – альфа-, бета-адренорецепторы постсинаптической мембраны (α1-АР; α2-АР; β1-АР; β2-АР; β3-АР подтипы АР).



# Вопрос № 4. Топография вегетативных центров. Представление о высших вегетативных центрах.

## Понятие о висцеральном мозге.

Таблица 1.

<b>Топография вегетативных центров (нейронов I, II, III уровней).</b>			
<b>Отдел АНС</b>	<b>симпатический</b>	<b>парасимпатический</b>	<b>метасимпатический</b>
Топография вегетативных ганглиев (нейроны 1 уровня)	Вблизи СМ (паравертебрально) в правом и левом симпатических стволах; в превертебральных ганглиях	Экстрамурально, интрамурально или в составе ганглиев МО АНС	Исключительно экстрамурально или интрамурально-но (отсюда название Интраорганная)
Топография низших вегетативных центров ЦНС (преганглионарных нейронов II уровня)	Боковые рога СМ (ядра: промежуточное боковое, вставочное, центральное, вегетативное) сегменты Th1-L3. Отсюда название тораколумбальный отдел АНС	ВЯ (вегетативные ядра) ЧН (черепных нервов) 3,7,9 и 10 пар ствола ГМ (головного мозга), а также СМ на уровне крестцовых сегментов S2-S4. Отсюда название кранио-сакральный отдел АНС.	<b>Нет представительства</b>
Топография высших вегетативных центров ЦНС (премоторных нейронов III уровня)	Нейроны КБМ, гипоталамуса, (преимущественно задней группы ядер), мозжечка и др. областей ЦНС	Нейроны КБМ, гипоталамуса, (преимущественно передней группы ядер), миндалина и др. областей ЦНС	<b>Нет представительства</b>

# Представление о высших вегетативных центрах. Понятие о висцеральном мозге.

**Высший (высшие центры АНС) уровень представлен премоторными нейронами (III уровня), расположенными в основном в гипоталамусе, а также в лимбической системе, коре больших полушарий головного мозга (висцеральный мозг).**

Нейроны, расположенные в переднем гипоталамусе, контролируют активность (*тонус*) нейронов более низких уровней парасимпатической части АНС (ПСНС), а нейроны заднего гипоталамуса – активность нейронов симпатической части АНС (СНС).



- Активность преромоторных нейронов гипоталамуса зависит от поступления к ним сигналов, источниками которых могут быть различные отделы головного мозга, другие структуры ЦНС, сенсорные рецепторы, сигнальные молекулы. Гипоталамус получает многочисленные волокна от нейронов коры головного мозга, в том числе от передних участков лобной коры, структур лимбической системы, стволовых структур, сетчатки, обонятельного тракта и других структур ЦНС. Благодаря сниженной проницаемости ГЭБ в области гипоталамуса, в него проникают из крови многие гормоны, цитокины и другие сигнальные молекулы. В самом гипоталамусе расположены нейроны чувствительные к изменениям температуры, осмотического давления, уровня глюкозы и других показателей внутренней среды организма. Усиление притока сигналов к гипоталамусу по перечисленным и другим путям обычно сопровождается повышением тонуса его нейронов. В зависимости от преобладания поступления сигналов в передний или задний гипоталамус это ведет к активации (повышению тонуса) нейронов, расположенных на более низких уровнях АНС и принадлежащих либо к ПСНС, либо к СНС, соответственно.

- Изменение тонуса нейронов высших центров ПСНС и СНС лежит в основе оказываемых ими регуляторных влияний на функции, контролируемые АНС. Эти регуляторные влияния проявляются координацией рефлекторных и других ответных реакций организма, контролируемых группами нейронов ПСНС (ствол, сакральный отдел спинного мозга) и СНС (тораколюмбальный отдел спинного мозга).

- Примерами роли высших центров АНС в регуляции состояния функций организма, контролируемых АНС, являются изменение функционирования многих систем организма парасимпатической направленности при переходе от состояния бодрствования ко сну и, наоборот, симпатической направленности при переходе от сна к бодрствованию. Усиление реакций симпатической направленности за счет повышения тонуса нейронов заднего гипоталамуса наблюдается при психоэмоциональном возбуждении, физической нагрузке, гипогликемии и других состояниях. Так, при гипогликемии - снижении уровня глюкозы в крови ниже 2,8 ммоль/литр, повышается активность чувствительных к уровню глюкозы крови нейронов гипоталамуса, и они в свою очередь активируют преганглионарные нейроны СНС, расположенные в боковых рогах 9-10 сегментов грудного отдела спинного мозга. Повышение их активности ведет к запуску в организме согласованных ответных реакций, которые приводят к восстановлению уровня глюкозы. Одной из этих реакций является активация мозгового вещества надпочечников, увеличение секреции в кровь адреналина и норадреналина, которые стимулируют  $\beta$ -адренорецепторы гепатоцитов, запускают реакцию расщепления гликогена (гликогенолиз) и повышают в крови уровень глюкозы.

- Высшие центры АНС участвуют в осуществлении интегративных реакций при организации целенаправленной адаптивной деятельности организма. Особо важную роль в осуществлении высшими центрами АНС интегративных реакций организма играет гипоталамус, функции которого дополнительно рассматриваются в разделе частная физиология ЦНС.

- Высшие центры АНС используют для организации адаптивного поведения сегментарные и ганглионарные структуры симпатического и парасимпатического отделов АНС, а при необходимости способствуют включению в эти реакции соматического отдела ЦНС и эндокринной системы. Основой такой возможности включения высшими центрами АНС в ответные реакции разных отделов ЦНС и эндокринной системы, является то, что в их структуре имеется множество нейронов с полимодальной чувствительностью и полифункциональными свойствами. Из этих особенностей структурной организации высших центров АНС вытекает причинная обусловленность характера нарушений, наблюдаемых в организме при повреждении этих центров. Они могут проявляться не только нарушением функций АНС, но и нарушением соматических (психических и/или двигательных) и эндокринных функций.

- Нейроны высшего уровня АНС регулируют не только активность нижележащих уровней АНС, но и участвуют в реализации функций соматической нервной системы. Известно, что повышение тонуса СНС во время испуга, в напряженной обстановке, ведет к обострению всех видов чувствительности, обусловленному понижением порогов чувствительности сенсорных рецепторов соматической нервной системы. Усиление кровообращения, в условиях повышения тонуса СНС, создает предпосылки для повышения физической работоспособности.



**Вопрос № 5. Периферический отдел АНС. Микроструктура ганглиев, пре- и постганглионарных волокон. Механизм передачи возбуждения в ганглиях.**

- ***Периферический отдел АНС представлен вегетативными ганглиями (ВГ) и вегетативными нервными волокнами, которые могут образовывать нервные стволы (например, правый и левый симпатический) и сплетения (верхнее и нижнее брыжеечные, сосудистые и др.).***

# Вопрос № 5

- Число нейронов в вегетативных ганглиях (ВГ) превышает число клеток в СМ. ВГ содержат 4 типа нейронов: эфферентные (моторные и секреторные, клетки I типа по Догелю), афферентные (сенсорные, чувствительные, клетки II типа по Догелю), вставочные (ассоциативные, III типа по Догелю) и клетки-осцилляторы, обладающие автоматией (способностью к самовозбуждению).
- ВГ выполняют функции нервных центров и в них могут замыкаться вегетативные рефлексy. Нервная регуляция висцеральных функций может происходить в этом случае полностью в автономном режиме (отсюда название «АНС») без участия нейронов ЦНС.

# Вопрос № 5

Передача возбуждения в ВГ имеет свои особенности:

- 1) выраженный феномен мультипликации (дивергенции);
- 2) большая длительность синаптической задержки от 1,5 до 30 мс (в синапсах ЦНС – 0,3-0,5 мс);
- 3) низкая лабильность ганглионарных нейронов с частотой генерации потенциалов действия в среднем от 2 до 15 Гц (у  $\gamma$ -мотонейронов до 200 Гц).

Нервные волокна идущие от преганглионарных нейронов к ганглионарным нейронам ВГ называются преганглионарными и относятся к типу В (тонкие миелиновые волокна). Нервные волокна, идущие от ганглионарных нейронов к клеткам-мишеням называются постганглионарными и относятся к типам В и С (тонкие безмиелиновые волокна). Поэтому вегетативные нервные волокна менее возбудимы и лабильны, длительность ПД в них составляет 5-7 мс, а скорость его проведения – от 0,5 до 18 м/с.

# Механизм передачи возбуждения в ганглиях.

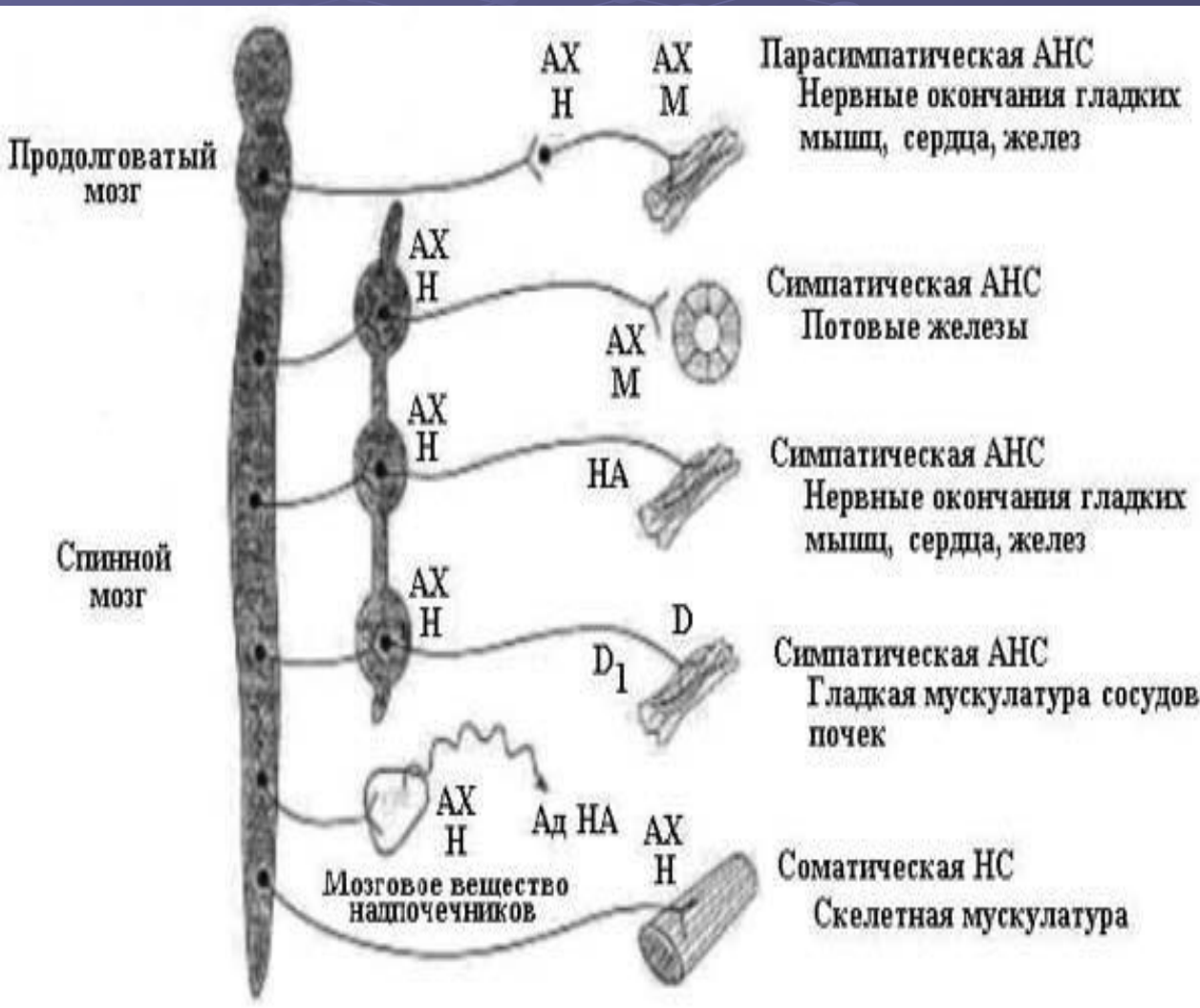
- Передача информации между нейронами в ЦНС и в вегетативных ганглиях, а также между нейронами и иннервируемыми клетками других тканей осуществляется через синапсы тремя способами: электрическим, химическим и смешанным. **Основным из них является химический способ с помощью химических веществ, называемых медиаторами (рис. 1 и рис 2)**



# Передача с помощью медиаторов

- Он осуществляется по определенным закономерностям согласно *двух принципов*. *Первый заключается* в том, что нейрон со всеми своими отростками выделяет один основной медиатор (1-й принцип Дейла) и, как установлено в последние десятилетия, нескольких дополнительных. Их называют комедиаторами, или котрансмиттерами. Наряду с медиаторами из пресинаптических нервных окончаний могут выделяться и другие вещества – ферменты, трофогены. Например, вместе с медиатором ацетилхолином (АХ) часто выделяется комедиатор ВИП (вазо-интестинальный пептид), а с норадреналином (НА) – нейропептид Y и фермент дофамин-β-гидроксилаза. *Второй принцип гласит*, что действие каждого медиатора на клетку мишень (нейрон, миоцит, железистую клетку) *зависит от природы рецептора постсинаптической мембраны* (табл. 1).

# Схема анатомических нейромедиаторных признаков вегетативных и соматических моторных нервов.



- Обозначения: Показаны только основные трансмиссерные субстанции.

Парасимпатические ганглии не показаны, так как они главным образом расположены или около, или в стенках иннервируемых органов. Обратите внимание, что некоторые симпатические постганглионарные волокна выделяют ацетилхолин или дофамин, а не норадреналин. Мозговое вещество надпочечников (модифицированный симпатический ганглий) получает симпатические преганглионарные волокна и выделяет адреналин и норадреналин в кровь. АХ - ацетилхолин; D - дофамин; Ад - адреналин; НА - норадреналин; Н - никотиновые рецепторы; М - мускариновые рецепторы.

# Механизм действия медиаторов

Медиатором в нервно-мышечном синапсе скелетных мышц является АХ (рис. 1 и 2), который через никотиновые холинорецепторы (Н-ХР) мышечного типа (Н-ХРМТ) концевой пластинки вызывает ее деполяризацию (табл. 1.), а затем возбуждение мышечного волокна и его сокращение. Н-ХР высокочувствительны к АХ и алкалоиду никотину (отсюда их название). Действие медиатора быстро прекращается путем его разрушения ферментом ацетилхолинэстеразой, локализованным рядом с Н-ХРМТ.

**Медиатором преганглионарных нервных волокон во всех вегетативных ганглиях (рис. 1 и 2) и мозговом веществе надпочечников является АХ. Он действует на ганглионарные нейроны через другой, нейрональный тип Н-ХР – Н-ХРН (рис. 1 и 2, табл. 1).**

**Таким образом, все выходящие из ЦНС нервные волокна имеют в качестве основного медиатора АХ, который действует на эффекторные клетки посредством активации их Н-ХР (Н-ХРМТ и Н-ХРН).**

# Типы и подтипы холинорецепторов (ХР) и адренорецепторов (АР).

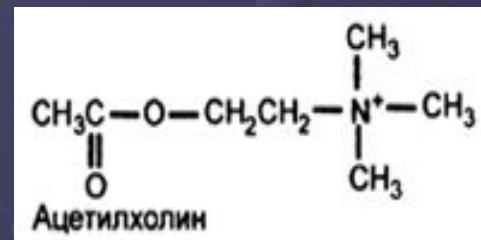
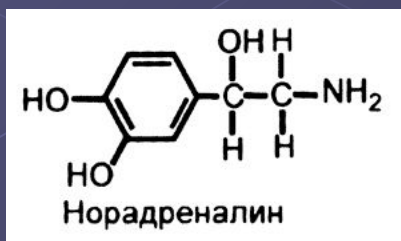
<b>Типы и подтипы рецепторов</b>	<b>Расположение</b>	<b>Пострецепторный механизм</b>
<b><u>Н-ХРМТ– никотиновый ХР мышечного типа</u></b>	на концевой пластинке мышечных волокон скелетных мышц	Открытие Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> -каналов и деполяризация концевой пластинки ; сокращение мышечного волокна
<b><u>Н-ХРН– никотиновый ХР нейронального типа</u></b>	Нейроны вегетативных ганглиев, ЦНС, мозгового вещества надпочечников	Открытие Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> -каналов и деполяризация постсинаптической мембраны; активация постсинаптического нейрона
<b><u>М1-ХР – мускариновый ХР (М-ХР), подтип 1</u></b>	Нейроны и их отростки, экзокринные клетки желудка	Фосфолипазный путь (ФЛС) внутриклеточной передачи сигнала; усиление секреции желез желудка
<b><u>М2-ХР –М-ХР, подтип 2, сердечный</u></b>	Кардиомиоциты, нейроны и их отростки, гладкие миоциты сфинктеров и др.	G-белок зависимое угнетение АЦ и ↑ проницаемости K <sup>+</sup> -каналов, гиперполяризация; ↓ ЧСС, усиление моторики и расслабление сфинктеров ЖКТ, ↑ секреции слюны
<b><u>М3-ХР – М-ХР, подтип 3, железистый</u></b>	Железистые клетки, гладкие миоциты, эндотелиоциты,	Фосфолипазный путь (ФЛС) внутриклеточной передачи сигнала, ↑ секреции желез, сокращение гладких миоцитов выводных протоков
<b><u>α<sub>1</sub>-адренорецептор, α<sub>1</sub>-АР, 7ТМС рецептор, ассоциированный с G-белком</u></b>	Гладкие миоциты сосудов, сфинктеров, дилатора зрачка, железистые клетки	Фосфолипазный путь (ФЛС) внутриклеточной передачи сигнала; сужение сосудов, расширение зрачка; снижение моторики, сокращение сфинктеров, угнетение секреции желез ЖКТ
<b><u>α<sub>2</sub> адренорецептор, α<sub>2</sub>-АР, 7ТМС рецептор, ассоциированный с G-белком</u></b>	Мембрана аксонной терминали Преганглионарных нейронов вегетативных ганглиев и ЦНС, тромбоциты, жировые клетки	Регуляция обратного захвата нейромедиаторов, агрегация тромбоцитов
<b><u>β-адренорецепторы, β-АР (подтипы: β<sub>1</sub>-АР, β<sub>2</sub>-АР, β<sub>3</sub>-АР), 7ТМС рецепторы, ассоциированные с G-белком</u></b>	β1-АР– пейсмекерные и сократительные кардиомиоциты; β2-АР – гладкие миоциты полых органов, сосудов; гепатоциты; β3-АР – адипоциты	Активация аденилатциклазного пути внутриклеточной передачи сигнала; повышение частоты и силы сокращений сердца; угнетение моторики ЖКТ; расширение сосудов, бронхов, активация гликогенолиза и липолиза



# Вопрос № 6. Механизм передачи возбуждения с постганглионарных волокон на рабочие органы. Разнообразии нейромедиаторов и рецепторов эффекторных клеток.

Передача сигналов с ганглионарных нейронов на клетки эффекторных органов имеет ряд особенностей и происходит через синаптоподобные структуры, называемые нейроэффекторными соединениями.

Нейромедиатором постганглионарных волокон СНС является **норадреналин (НА)**, но в окончаниях, иннервирующих потовые железы, – **ацетилхолин (АХ)**. Нейромедиатором постганглионарных волокон ПНС является АХ. В некоторых случаях для передачи сигналов в АНС могут использоваться **дофамин, серотонин, гистамин, аденозинтрифосфат**.



# Вопрос № 6. Механизм передачи возбуждения с постганглионарных волокон на рабочие органы.

Характер влияния нейромедиаторов на клетки иннервируемых АНС органов зависит не только от природы медиатора. Он определяется, прежде всего, природой молекулярных рецепторов эффекторной клетки (табл. 2) и внутриклеточными путями передачи информации.

Из приведенных в таблице 2 данных видно, что реализация влияния АНС на эффекторные органы осуществляется с помощью высвобождения из постганглионарных волокон нейромедиаторов и стимуляции ими специфических клеточных рецепторов цитоплазматической мембраны эффекторных клеток. Обращает на себя внимание, что как адренорецепторы СНС, так и холинорецепторы ПСНС относятся к семействам 7ТМС рецепторов, ассоциированных с G-белками. Таким образом, характер влияния АНС на эффекторную клетку определяется теми внутриклеточными путями передачи нейромедиаторного сигнала, который будет инициирован G-белком и вторыми посредниками. Эффекты нейромедиаторов АНС на клетки можно разбить на несколько групп.

**Вопрос № 7. Строение и физиологические особенности парасимпатической части АНС (ПСНС). Физиологические эффекты, вызываемые возбуждением Н- и М-холинорецепторов.**

***Парасимпатическая (краниосакральная, холинергическая) часть (отдел) АНС - ПСНС. ПСНС имеет трёхуровневую организацию.***

# Уровни организации ПНС

**I уровень - ганглионарный.** Концевые ганглии обычно располагаются вблизи, на поверхности (экстрамурально) или внутри (интрамурально), в самом иннервируемом органе. Поэтому **преганглионарные волокна – длинные, а постганглионарные – короткие.** **Все эфферентные парасимпатические волокна тонкие и миелинизированные, т.е. относятся к типу В.**

Скорость проведения потенциалов действия по ним составляет 3 – 18 м/с. В парасимпатических ганглиях обычно одно преганглионарное волокно образует синапс с одним ганглионарным нейроном. Поэтому парасимпатическая регуляция достаточно точная и локальная. Выделяют два варианта парасимпатической иннервации органов прямой контакт с эффекторными клетками через нейро-эффекторное соединение (синапс) и не прямой контакт через взаимодействие с другими отделами АНС.



**II уровень - преганглионарный.** Центральные парасимпатические преганглионарные нейроны расположены на большом удалении друг от друга в трех частях ЦНС: в среднем мозге, продолговатом мозге и в сакральном отделе спинного мозга. Отсюда происходит анатомическое название этого отдела «краниосакральный».

**III уровень – высший.** Он представлен *премоторными нейронами*, расположенными в основном в гипоталамусе (в передних отделах), а также в лимбической системе, коре больших полушарий головного мозга (висцеральный мозг) и контролирующими активность (*тонус*) нейронов более низких уровней ПСНС.

# Физиологические особенности ПНС

## Выполняет три основных функции:

- 1 – передает в ЦНС информацию от сенсорных рецепторов сосудов и внутренних органов;
- 2 – снабжает моторными и секреторными волокнами гладкую мускулатуру, железы, сердце и внутренние органы;
- 3 – оказывает трофотропное действие и способствует восстановлению нарушенного во время активности организма гомеостаза.

# Физиологические эффекты, вызываемые возбуждением Н- и М-холинорецепторов

Преобладание эффектов активации парасимпатической отдела АНС.

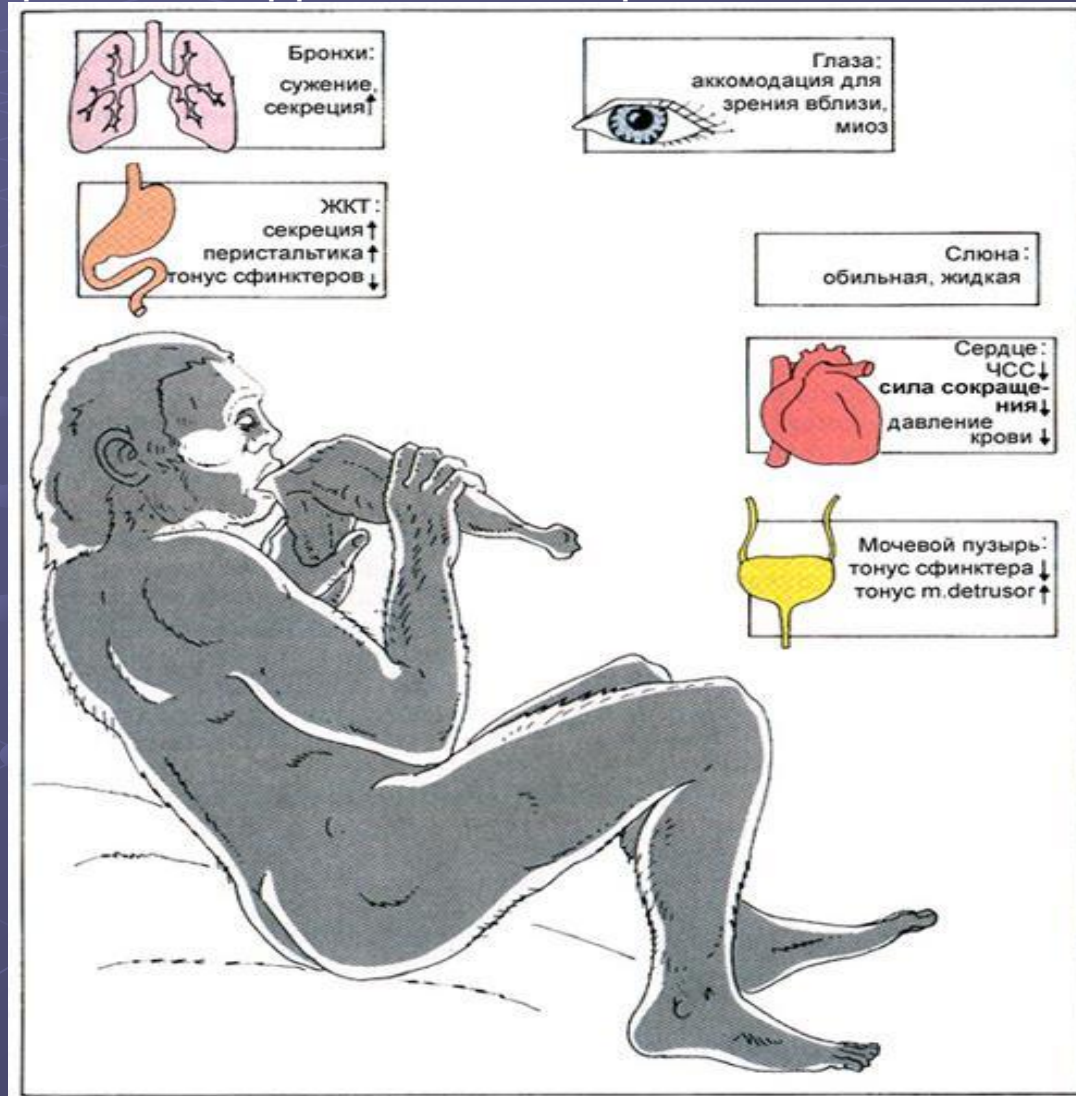


Рис. 3.

**Вопрос № 8. Строение и физиологические особенности симпатической части АНС (СНС). Физиологические эффекты, вызываемые возбуждением  $\alpha$ - и  $\beta$ -адренорецепторов.**

*Симпатическая (тораколюмбальная, адренергическая, сосудистая) часть (отдел) АНС - СНС. СНС имеет трёхуровневую организацию.*



# I уровень - ганглионарный.

Симпатические ганглии обычно удалены от иннервируемых ими органов. Они образуют симпатические стволы, состоящие из 22 пар паравертебральных ганглиев, расположенных цепочкой по обе стороны позвоночника, а также превертебральные ганглии или образуют нервные сосудистые сплетения (отсюда название сосудистая АНС). Поэтому преганглионарные волокна обычно короткие или средней длины, а постганглионарные волокна – длинные или средние. В симпатических ганглиях выражено явление мультипликации (дивергенции). Одно преганглионарное волокно передает сигнал ко многим ганглионарным нейронам. Постганглионарные симпатические волокна могут ветвиться и образовывать целые сплетения в иннервируемых органах, контактировать и передавать информацию сразу сотням или тысячам эффекторных клеток за счет выделения медиатора не только из нервных окончаний, но и из расширений (варикозов) аксона. За счет этого влияние симпатического отдела АНС приобретает генерализованный характер.

## II уровень - преганглионарный.

Центральные симпатические преганглионарные нейроны расположены в вегетативных ядрах боковых рогов серого вещества сегментов спинного мозга, начиная с 8-го шейного, всех грудных и заканчиваясь во 2-ом или в 3-ем поясничном сегменте включительно. Отсюда происходит анатомическое название этого отдела «тораколумбальный».

## III уровень – высший.

Он представлен премоторными нейронами, расположенными в основном в гипоталамусе (в задних отделах), а также в лимбической системе, коре больших полушарий головного мозга (висцеральный мозг) и контролирующими активность (*тонус*) нейронов более низких уровней СНС.

# Физиологические эффекты, вызываемые возбуждением $\alpha$ - и $\beta$ -адренорецепторов.

*Физиологические эффекты СНС на функции исполнительных органов реализуются через медиаторы СНС (норадреналин – основной; реже ацетилхолин, дофамин, серотонин) и рецепторы клеток-мишеней ( $\alpha$ - и  $\beta$ -адренорецепторы). Отсюда название **адренергический отдел.***

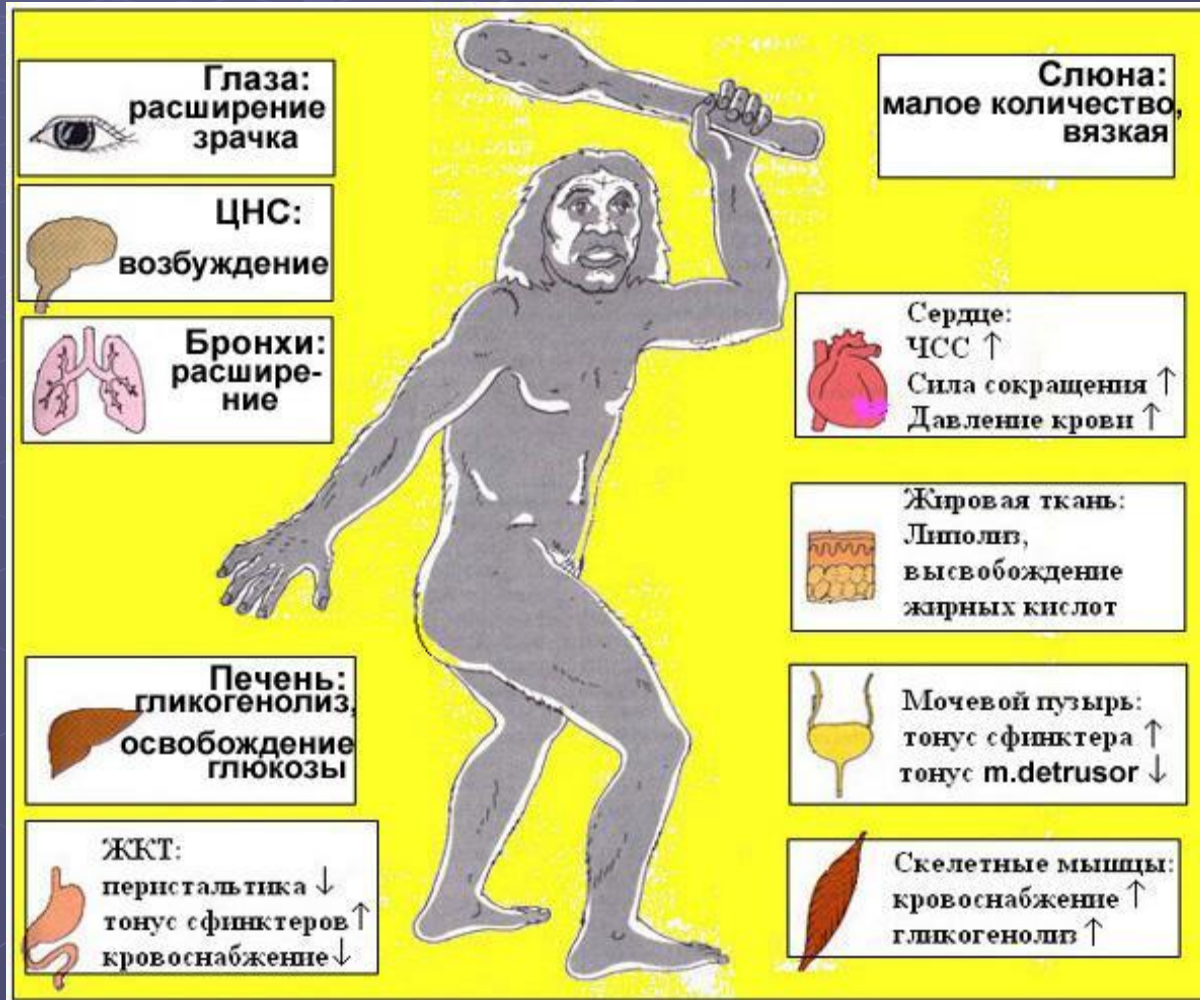
## Физиологические эффекты, вызываемые возбуждением $\alpha$ - и $\beta$ -адренорецепторов.

Основные типы нейромедиаторов, рецепторов СНС и примеры эффектов их стимуляции уже упоминались выше и приведены в [таблице 2](#) и на рисунке 4: расширение зрачков (мидриаз) вследствие сокращения дилататора зрачка; сокращение гладких мышц сфинктеров и расслабление гладких мышц полых органов – трахеи и бронхов и улучшение их проходимости, расслабление желудка и кишечника и торможение их перистальтики, расслабление мочевого пузыря и накопление в нем мочи; повышение активности кардиомиоцитов – увеличение частоты и силы сокращения сердца; стимуляция гликогенолиза (распада гликогена) и гликолиза в скелетных мышцах и повышение их работоспособности; активация гликогенолиза и глюконеогенеза (образования глюкозы из других органических веществ – жирных кислот и аминокислот) в печени и повышение уровня глюкозы в крови, а также стимуляция липолиза в жировой ткани и повышение уровня липидов в крови; сужение сосудов (например, артерий органов брюшной полости, кожи, слизистых оболочек и большинства вен) вследствие активации  $\alpha$ -АР их гладких мышц (табл.1 и 2) и расширение сосудов (например скелетных мышц, сердца), гладкие мышцы которых имеют преимущественно  $\beta$ -АР или иннервируются волокнами вазодилататорами; увеличение потоотделения; уменьшение секреции желез желудочно-кишечного тракта; повышение возбудимости сенсорных рецепторов, нейронов, ЦНС; стимуляция секреции нейrogормонов хромаффинными клетками мозгового вещества надпочечников.



# Рис.4.

## Проявления повышения активности симпатического отдела АНС



**Вопрос № 9. Взаимодействие  
симпатических и  
парасимпатических  
периферических влияний.**

**Взаимодействие между  
отделами АНС**

в регуляции вегетативных  
функций реализуется на двух  
уровнях: периферическом и  
центральнойном.

# Взаимодействие на периферическом уровне

Взаимодействие на периферическом уровне имеет место на эффекторных клетках, которые получают двойную (или даже тройную) вегетативную иннервацию, на уровне нервных окончаний и в вегетативных ганглиях. Основой этого взаимодействия является антагонизм во влиянии на иннервируемые клетки парасимпатического и симпатического отделов АНС. Так, стимуляция симпатических нервов вызывает усиление сердечной деятельности, торможение перистальтики кишечника (см. выше), а парасимпатических волокон вагуса – угнетение работы сердца, стимуляцию моторики кишечника и т.д. Антагонистические эффекты взаимодействия имеют место и на других уровнях. Так, на уровне нервных окончаний постганглионарных волокон может наблюдаться реципрокное торможение высвобождения медиаторов: из симпатических волокон НА под действием АХ (через пресинаптические  $M_2$ -ХР), а и из парасимпатических АХ под влиянием НА (через  $\alpha_2$ -АР). Передача возбуждения в симпатических ганглиях тормозится парасимпатическими влияниями, а в парасимпатических ганглиях – симпатическими.

# Взаимодействие на центральном уровне\*

Взаимодействие между различными  
отделами АНС на центральном уровне  
носит сложный, кооперативный,  
взаимосодействующий и  
взаимоконтролирующий характер.



**Вопрос № 10. Строение и физиологические особенности метасимпатической части АНС (МНС).  
Вегетативные сплетения грудной и брюшной полостей.**

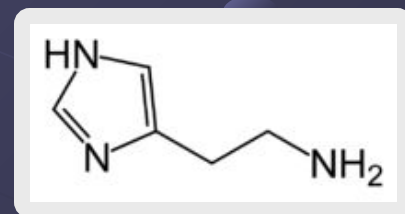
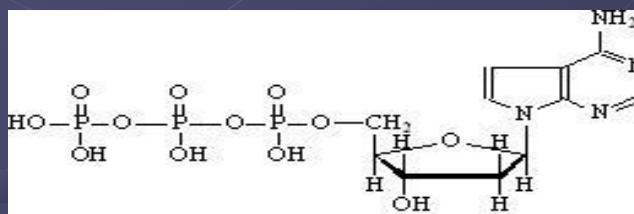
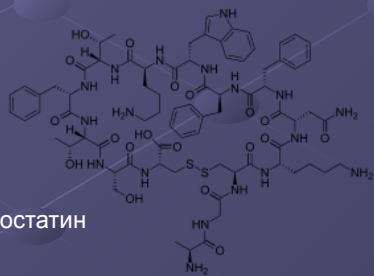
***Метасимпатический (интраорганный, неадренергический и нехолинергический) отдел АНС*** – это комплекс микроганглионарных образований, образующих нервные сплетения и расположенных в стенках внутренних органов (отсюда название «интраорганный»)

# Метасимпатическая часть АНС

Речь идет о наличии микроганглиев в желудке, кишечнике, мочевом пузыре, сердце, бронхах. Наиболее изучены метасимпатические отделы кишечника и сердца. Метасимпатический отдел кишечника (часто называемый энтеральная нервная система) включает межмышечное (ауэрбахово) и подслизистое (мейснерово) сплетения. Они состоят из множества микроганглиев, особенности которых описаны выше, и получают преганглионарные волокна из парасимпатического отдела АНС и постганглионарные симпатические волокна, а также чувствительные волокна собственных афферентных нейронов, передающие информацию от сенсорных рецепторов стенки кишечника. Постганглионарные волокна эфферентных нейронов этих сплетений идут к гладким миоцитам и железистым клеткам кишечника и контролируют их активность.

# Медиаторы и рецепторы метасимпатической части АНС

В метасимпатическом отделе АНС наряду с холинергическими и адренергическими нейронами очень широко представлены нехолинергические и неадренергические нейроны (отсюда название «нехолинергический и неадренергический отдел»). В качестве медиаторов в них могут находиться пептиды (динорфин, холецистокинин, нейропептид Y, соматостатин, ВИП), биогенные амины (серотонин, гистамин, мелатонин), пурины (АТФ) и другие. Некоторые моторные нейроны содержат одновременно до пяти различных медиаторов. Вероятно, что это необходимо для очень тонкой регуляции работы эффекторных клеток, например, для управления моторикой кишечника, приуроченной к процессам гидролиза и всасывания питательных веществ.



# Основные функции метасимпатического отдела МНС

Выделяют три основные функции  
метасимпатического отдела АНС:

- 1) выполняет роль периферических нервных центров и обеспечивает постоянный и непрерывный контроль за работой внутренних органов;
- 2) совместно (с парасимпатическим отделом) осуществляет механизмы, обеспечивающие поддержание гомеостаза;
- 3) обеспечивает (с участием симпатического и парасимпатического отделов) передачу информации от сенсорных рецепторов внутренних органов в ЦНС.



# Вопрос № 11. Понятие о способах регулирования функциональной активности органов и тканей, иннервируемых АНС

Влияние на функции, контролируемые ПСНС также может быть оказано на различных уровнях передачи регуляторных сигналов на клетки-мишени.

# Способы регулирования функциональной активности органов и тканей, иннервируемых АНС

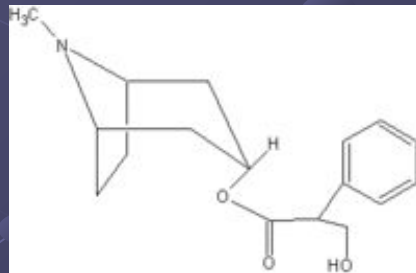
- I способ - введение в организм нейромедиатора ПНС - синтетического ацетилхолина. Однако в крови и других жидкостях организма имеется высокий уровень фермента ацетилхолинэстеразы, который очень быстро разрушает ацетилхолин. К эффекторным клеткам он попадает в очень низких концентрациях и оказывает очень кратковременные эффекты. Поэтому были синтезированы вещества (пилокарпин, метахолин), которые стимулируют м-холинорецепторы, оказывают такие же эффекты как ацетилхолин, но не разрушаются ацетилхолинэстеразой. Эти вещества получили название парасимпатомиметиков или холиномиметиков.

# Способы регулирования функциональной активности органов и тканей, иннервируемых АНС

- II способ - Усилить эффекты ПСНС на иннервируемые органы можно введением веществ (физостигмин, неостигмин и др.), обратимо блокирующих активность фермента ацетилхолинэстеразы. Эти вещества не оказывают прямого действия на эффекторные клетки, но после их введения ацетилхолин меньше разрушается и может в больших концентрациях и более длительно стимулировать холинорецепторы, увеличивая тем самым эффекты ПСНС.

# Способы регулирования функциональной активности органов и тканей, иннервируемых АНС

- III способ - *Ослабление эффектов ПСНС.*  
Ослабление эффектов ПСНС достигается введением веществ (атропин, гоматропин, скопаламин), блокирующих м-холинорецепторы эффекторных клеток. Ослабление может также вызываться действием ганглиоблокирующих веществ (см. выше).



Атропин



# Способы регулирования функциональной активности органов и тканей, иннервируемых АНС

- **IV способ** - Один из нефармакологических подходов к коррекции эффектов АНС, основан на том, что тонус центров АНС на любом ее уровне зависит от притока афферентных нервных импульсов от сенсорных рецепторов как самой АНС, так и рецепторов, образованных соматической нервной системой. Так, если подвергнуть легкому механическому или электрическому раздражению определенные участки кожи, например, в области шеи над каротидным синусом, то можно вызвать рефлекторное снижение артериального давления крови, замедление частоты и силы сокращений сердца. Эти подходы реализованы в физиотерапии и получили название рефлексотерапии, афферентной терапии.

Спасибо за внимание!

