

ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

АФК. ЛЕКЦИЯ № 3.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

- целостная морфологическая и функциональная совокупность различных взаимосвязанных **нервных** структур, которая совместно с эндокринной **системой** обеспечивает взаимосвязанную регуляцию деятельности всех **систем** организма и реакцию на изменение условий внутренней и внешней среды.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

- морфофункциональная совокупность нейронов и глиальных клеток, объединяющая работу всех органов и систем организма при постоянном взаимодействии со средой.

Общая характеристика нервной системы

- Одна из функций нервной системы - **восприятие различных** сигналов (раздражителей) внешней и внутренней среды организма.
- Воспринимать разнообразные сигналы среды существования могут любые клетки с помощью специализированных клеточных рецепторов, но воспринимать жизненно важные сигналы и мгновенно передать информацию другим клеткам приспособлены

- Воздействие раздражителей воспринимается специализированными сенсорными рецепторами.
- Раздражители: кванты света, звуки, тепло, холод, механические воздействия (гравитация, изменение давления, вибрация, ускорение, сжатие, растяжение), а также сигналы сложной природы (цвет, сложные звуки, слово).

- Для оценки биологической значимости воспринятых сигналов и организации на них адекватной ответной реакции в рецепторах нервной системы осуществляется их превращение **кодирование** в универсальную форму сигналов - нервные импульсы, понятную нервной системе, **проведение (передача)** которых по нервным волокнам и путям в нервные центры необходимы для их **анализа**.

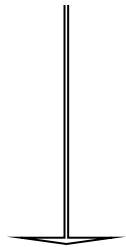
- Благодаря нервной системе осуществляется адекватное взаимодействие организма с окружающей средой не только через организацию ответных реакций эффекторными системами, но и через ее собственные психические реакции - эмоции, мотивации, сознание, мышление, память, высшие познавательные и творческие процессы.

НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ

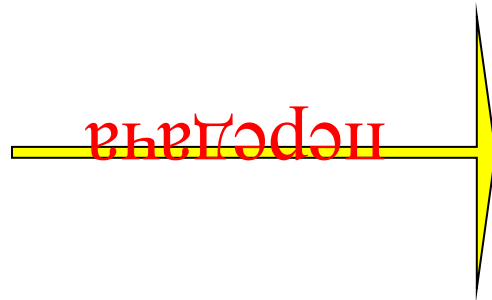
- регулирующее воздействие **нервной системы** на ткани, органы и их системы, обеспечивающее согласованность их деятельности и нормальное существование организма как целого в меняющихся условиях среды.

НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ

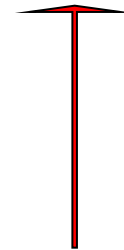
Восприятие
информации
(внешнего или
внутреннего
воздействия)



Обработка
информации



Ответная реакция
организма



Оценка и принятие
решения

В организме существует единство нервной и гуморальной регуляции функций.

Каждый орган получает регулирующие влияния от ЦНС двумя путями:

- Нервным
- и гуморальным.

Отделы нервной системы



Отделы нервной системы

Анатомически выделяют:

- 1) ЦНС - спинной и головной мозг;
- 2) Периферическая нервная система - нервы и ганглии (узлы).

Физиологически выделяют:

- 1) соматическая нервная система, иннервирует скелетные мышцы
- 2) автономная (вегетативная) нервная система, регулирует деятельность внутренних органов, сосудов и желез:
 - симпатическая,
 - парасимпатическая,
 - метасимпатическая.

ЦНС состоит из:

- $\approx$ 100 млрд **нейронов**,
- в 10-50 раз больше **глиальных клеток**.

Главные функции ЦНС:

1. регуляция функций организма;
2. интеграция частей организма в единое целое;
3. взаимодействие организма с окружающей средой (в том числе социальной) и адаптация к ней;
4. формирование целенаправленного поведения;

Функциональные уровни ЦНС:

- **1.Клеточный уровень:** нейроны и глиоциты.
- **2.Нейронные цепи:** рефлекторный дуги, нервные центры.
- **3.Системная организация -**
взаимодействие нервных центров.

Характеристика клеточного функционального уровня нервной системы

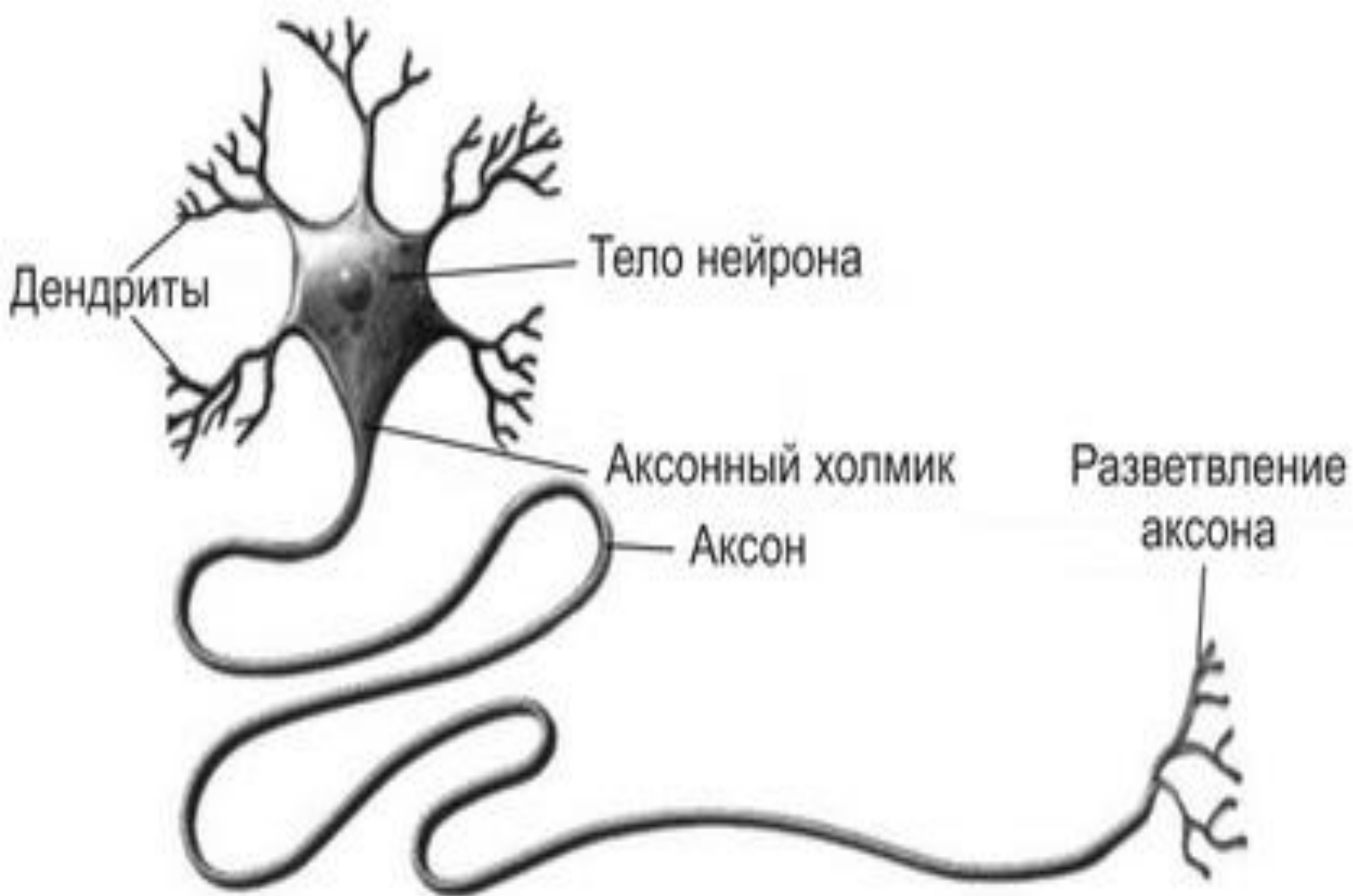


НЕЙРОН (нервная клетка)

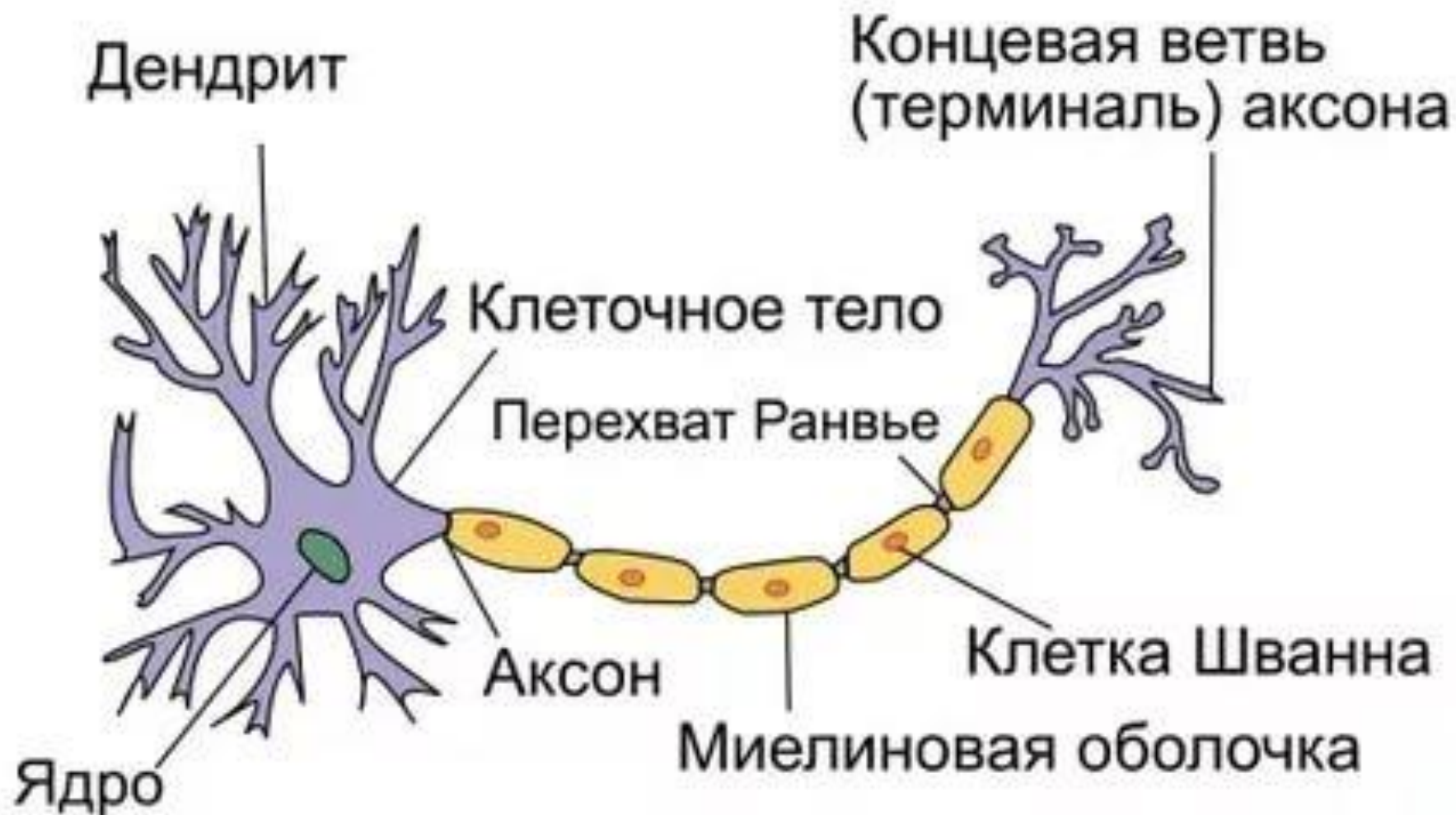
- структурно-функциональная единица нервной системы (нервной ткани), строение и функции которой обеспечивают обработку, кодирование, хранение и передачу информации.

Нейрон состоит из:

- тела нервной клетки;
- дендритов;
- аксона;
- синапса;



Типичная структура нейрона



Тело (сома, перикарион) нейрона

- содержит ядро и органеллы,
- выполняет трофическую функцию, обеспечивает регенерацию аксона при повреждении,
- центр осуществления процессов синтеза медиаторов и клеточных белков.
- при разрушении сомы дегенерирует вся клетка.

Дендрит

- разветвлённый отросток нейрона, который получает информацию через химические (или электрические) синапсы от аксонов (или дендритов и сомы) других нейронов и передаёт её через электрический сигнал телу нейрона (перикариону), из которого вырастает.
- **Дендриты** образуются в результате древовидного разветвления множества отростков нервной клетки, их функция заключается в восприятии информации.

- **Дендриты** образуют множество синапсов с другими нейронами, воспринимают информацию через рецепторы, расположенными на их мембране, обладают еще большим порогом, чем сома. На дендритах есть выросты - шипики, которые значительно увеличивают постсинаптическую поверхность дендрита. Они являются лабильными образованиями и при различных функциональных состояниях могут менять свою конфигурацию, дегенерировать и вновь появляться. В результате меняется число синапсов, меняется эффективность передачи в них

Дендриты:

- м.б. более 1мм длиной;
- занимают более 90% поверхности тела;
- проксимальные части Д. – содержат тельца Ниссля и аппарат Гольджи;
- большую часть Д. занимают микротрубочки и нейрофиламенты;
- обладают потенциал-зависимым проведением импульса (связано с Са-каналами);

Аксон

- длинный цилиндрический отросток нервной клетки, который начинается от тела, по которому нервные импульсы идут от тела клетки (сомы) к иннервируемым органам и другим нервным клеткам.
- **Основная функция аксона** - проведение нервного импульса на нервные клетки и исполнительные органы

Пресинаптическое окончание аксона

- содержит нейросекреторный аппарат (синаптические пузырьки, содержащие медиаторы), для передачи возбуждения на другие нейроны или эффекторные клетки, а также содержит значительное число кальциевых каналов.
- Пресинаптическое окончание аксона образует синапс с нервной, мышечной или железистой клеткой.

Аксонный транспорт

- перемещение по аксону различного биологического материала. Аксоны являются каналами для транспорта различных веществ от тела клетки к его окончанию и обратно.

Два вида аксонного транспорта:

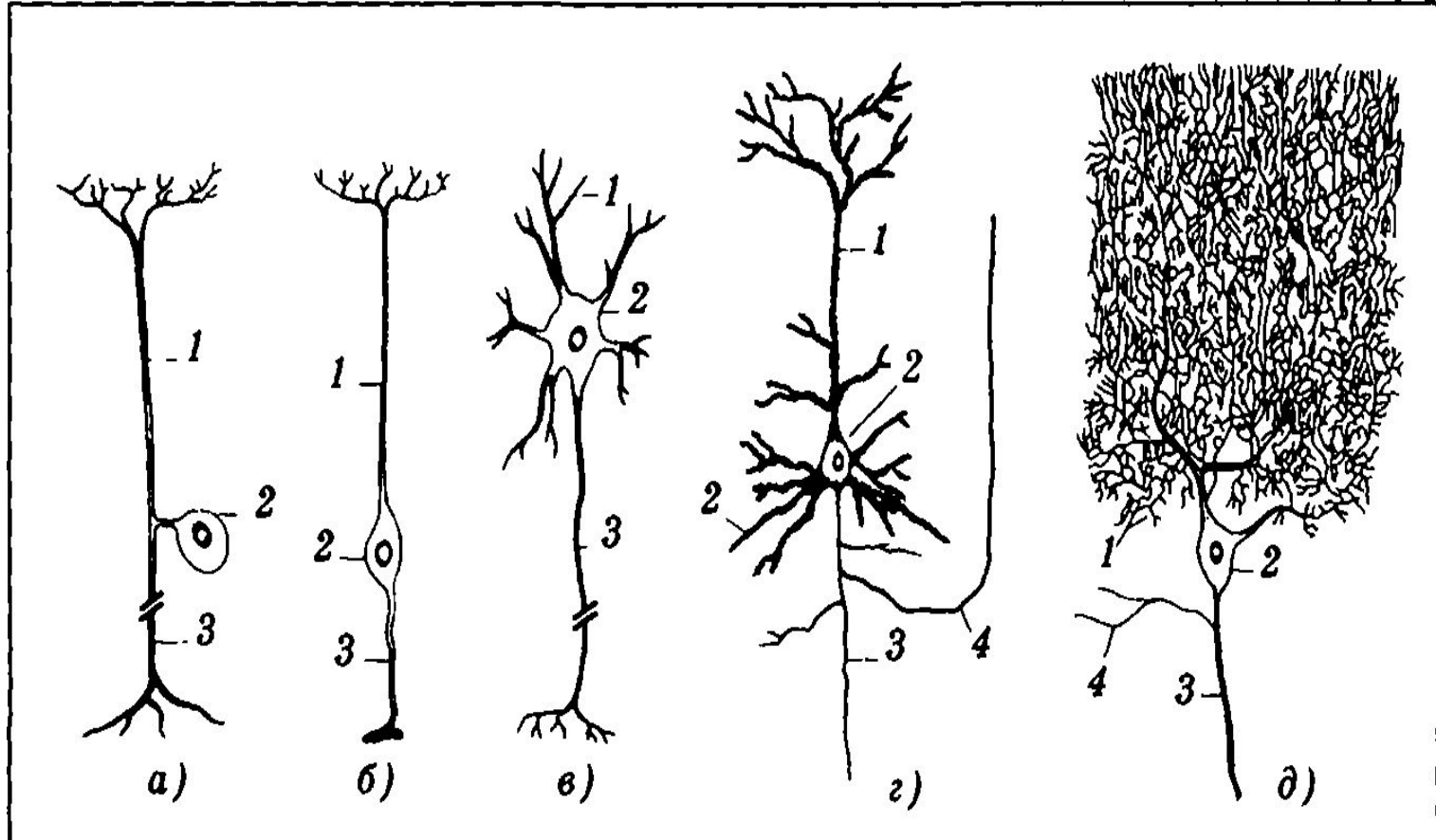
- Быстрый;
- Медленный.

Аксонный транспорт

- **Быстрый антероградный** – транспорт везикул, митохондрий и некоторых белковых частиц со скоростью 250-400 мм/сутки от тела клетки к терминалям аксона.
- **Быстрый ретроградный** (от терминалей аксона к телу клетки) перемещает лизосомы, везикулы, возникающие в процессе пиноцитоза (холинэстеразы, токсинов, вирусов) со скоростью 220 мм/сутки.

Аксонный транспорт

- **Медленный транспорт** обеспечивает перемещение со скоростью 1-4 мм/сутки белков и структур цитоплазмы в дистальном направлении; имеет особое значение в процессах роста и регенерации отростков нейрона.



Типы нейронов:

а - псевдоуниполярный нейрон; б - биполярный нейрон;

в - мотонейрон спинного мозга;

г - пирамидный нейрон коры больших полушарий;

д - клетка Пуркинье мозжечка;

1 - дендрит; 2 - тело нейрона; 3 —аксон; 4 - коллатераль аксона

Медиатор (нейромедиатор)

- биологически активное химическое вещество, опосредующее передачу нервного импульса (сигнала) от одной клетки (нейрона) к другой эффекторной клетке (нейрону).

Медиаторы:

Возбуждающие:

1. Норадреналин (НА),
2. Ацетилхолин (АХ)
3. Допамин
4. Гистамин

- Тормозные:
- Гамма-аминомасляная кислота (ГАМК)
- Глицин

РЕФЛЕКТОРНЫЙ ПРИНЦИП ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

- Сейчас в естествознании нет более популярной идеи, чем идея рефлекса.
- Идея Р. Декарта об отраженном действии зародилась прежде всего как общефилософская идея без серьезного экспериментального обоснования.
- П.К.Анохин писал «концепция рефлекса нужна была Декарту скорее как метод убеждения, чем как предмет научного исследования».

Рефлекс

- реакция организма на изменения внешней или внутренней среды (на раздражение рецепторов), осуществляемая при участии ЦНС с обратной связью.
- **Рефлекс** - функциональная единица нервной системы.
- **Рефлекс** - основная форма деятельности ЦНС.



Значение рефлексов

- поддержание функциональной целостности организма и постоянства его внутренней среды (гомеостаза), а также в обеспечение эффективного взаимодействия организма с внешней средой - адаптивного поведения.

Рефлекторная дуга

- совокупность нейронов, участвующих в осуществлении рефлекса.
- путь, по которому проходит возбуждение.
- **Рефлекторная дуга** - структурная основа рефлекса.

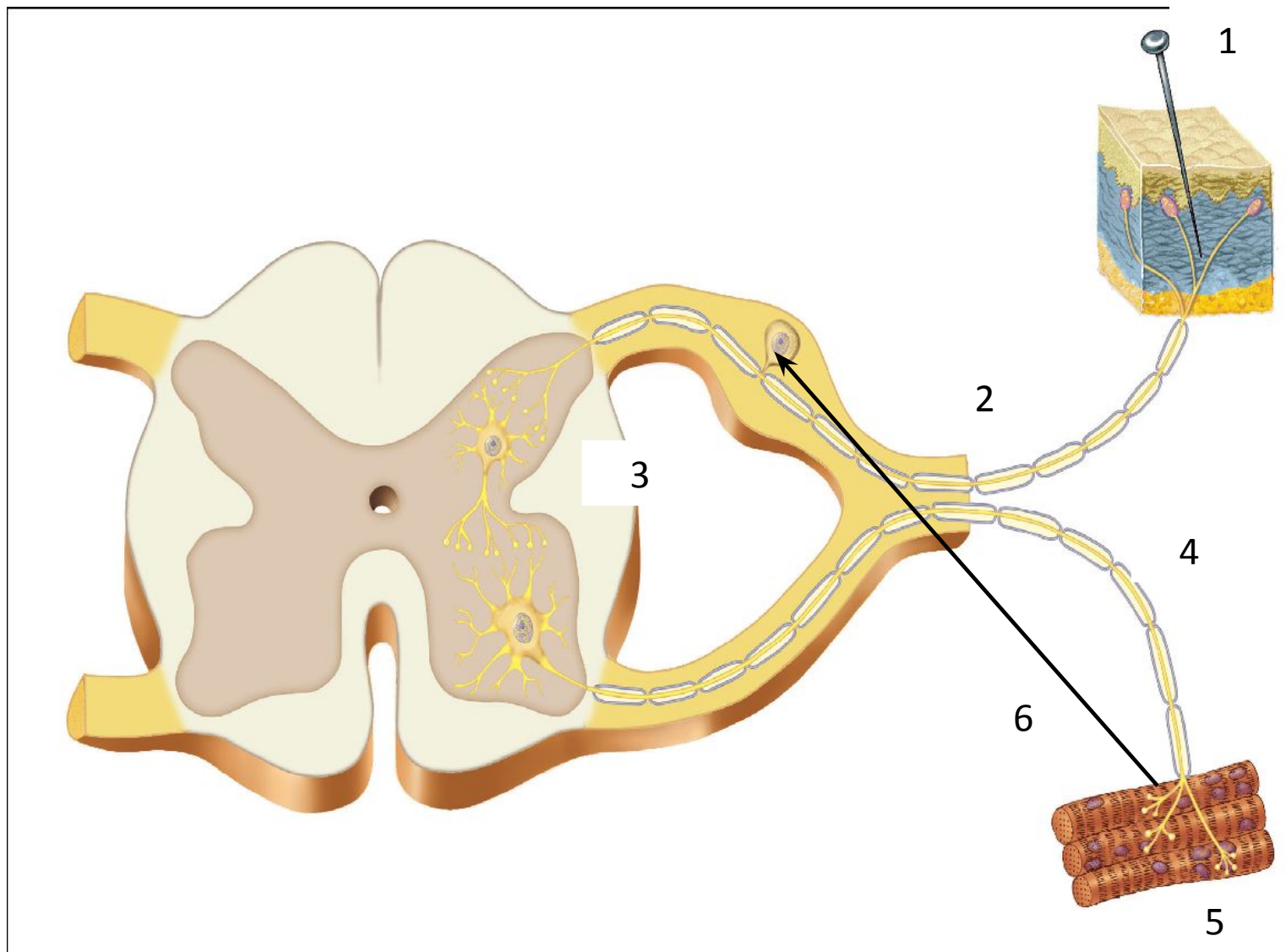
Пять звеньев рефлекторной дуги:

- рецептор (сенсор);
- афферентный путь;
- центральное звено;
- эфферентный путь;
- эффектор.

Компоненты рефлекторной дуги:

- 1. Рецепторное звено** - восприятие и кодирование раздражителей.
- 2. Афферентное звено** (центростемительное, чувствительное)- проведение возбуждения в ЦНС.
- 3. Центральное звено** - анализ и синтез афферентной импульсации и выработка команды.
- 4. Эфферентное звено** (центробежное, двигательное)- проведение возбуждения, из ЦНС.
- 5. Эффекторное звено** - исполнительные органы.
- 6. Звено обратной афферентации** - ее значение - информирует о результате рефлекса, корректирует рефлекс.

Рефлекторная дуга



ТОРМОЖЕНИЕ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ

- Процессы возбуждения и торможения тесно связаны между собой, протекают одновременно и являются различными проявлениями единого процесса.
- Очаги возбуждения и торможения подвижны, охватывают большие или меньшие области нейронных популяций и могут быть более или менее выраженными.
- Возбуждение непременно сменяется торможением, и наоборот, между торможением и возбуждением существуют индукционные отношения.

Торможение

- активный нервный процесс, результатом которого является прекращение или ослабление возбуждения.
- Торможение лежит в основе координации движений, также координирует условно-рефлекторную деятельность у животных и человека, им обеспечивается защита центральных нервных элементов от чрезмерных воздействий.

Торможение в ЦНС открыл И.М. Сеченов в 1863 г.



*Иван Михайлович
Сеченов
(1829—1905)*

Опыт Сеченова:

- он удалил у лягушки головной мозг на уровне зрительных бугров, определял время сгибательного рефлекса, затем на зрительные бугры клал кристалл соли и наблюдал увеличение продолжительности рефлекса. При раздражении зрительных бугров наблюдалось торможение рефлекторной активности спинного мозга. Сеченов предположил, что в зрительных буграх существуют тормозные центры - это неверно.
- Он показал, что сильное химическое раздражение (NaCl) зрительных бугров лягушки с удаленными большими полушариями вызывает торможение спинномозговых рефлексов.

В опыте на таламической лягушке он определял латентное время сгибательного рефлекса при погружении задней конечности в слабый раствор серной кислоты.

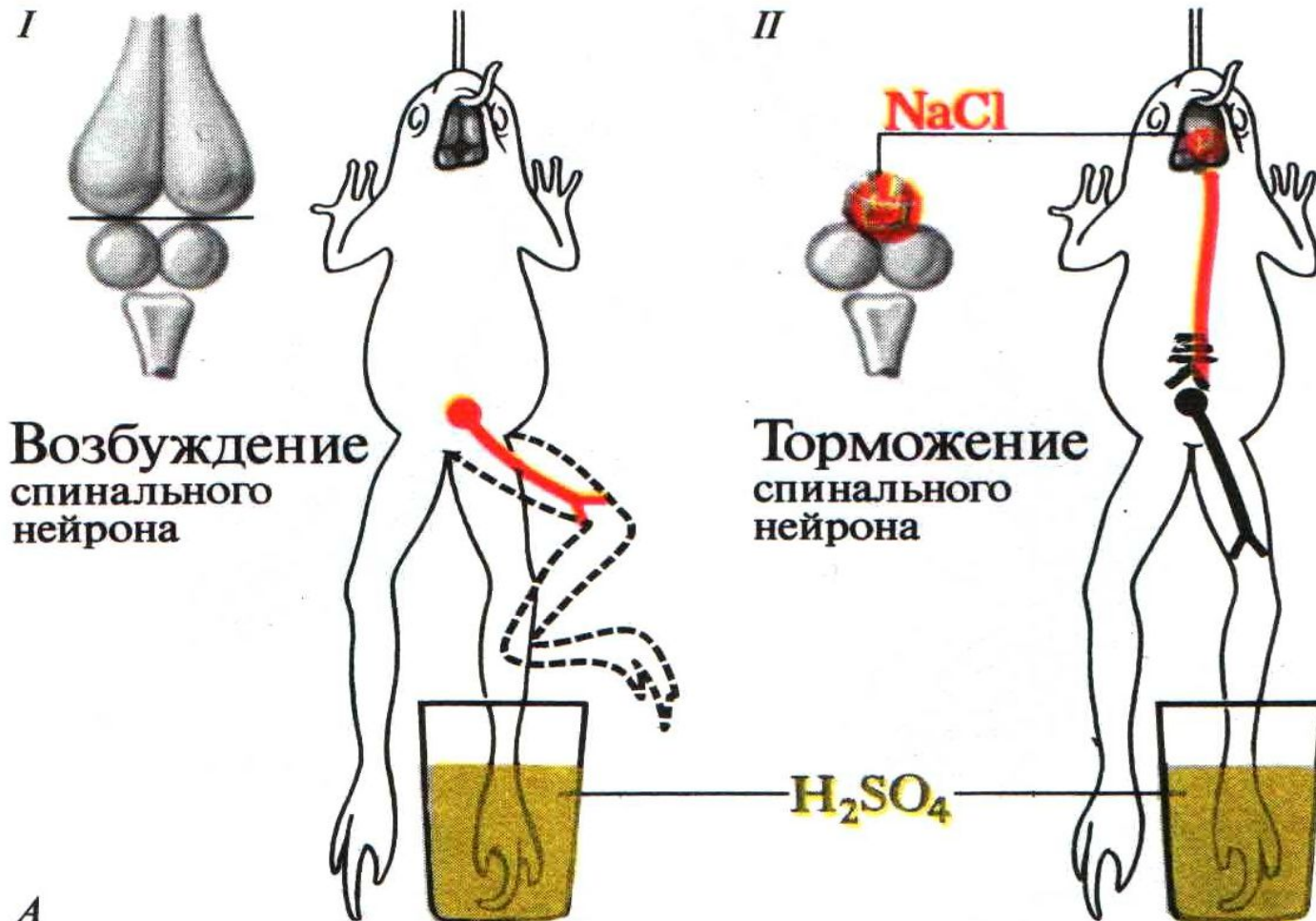
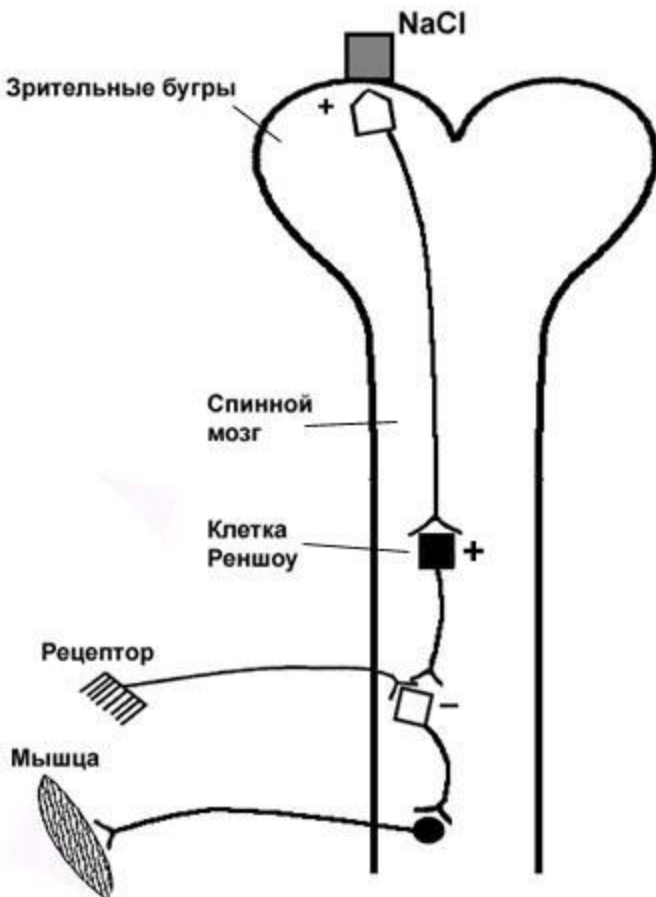


Схема опыта "Сеченовское торможение"

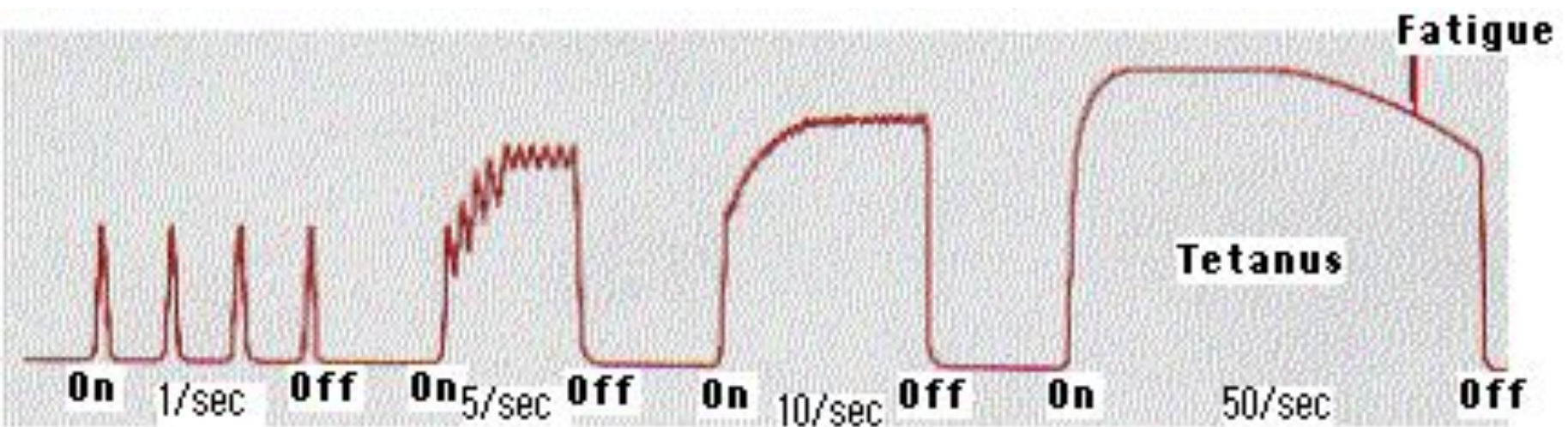
Накладывая кристаллик NaCl на таламус лягушки, он обнаружил увеличение времени двигательной рефлекторной реакции на раздражитель.

Это послужило основанием для заключения, что в ЦНС имеются тормозные центры, возбуждение которых кристалликом соли вызывает торможение спинномозговых рефлексов.

Позднее было доказано, что специфическими тормозными центрами могут являться клетки Реншоу, выделяющие тормозной медиатор - ГАМК.



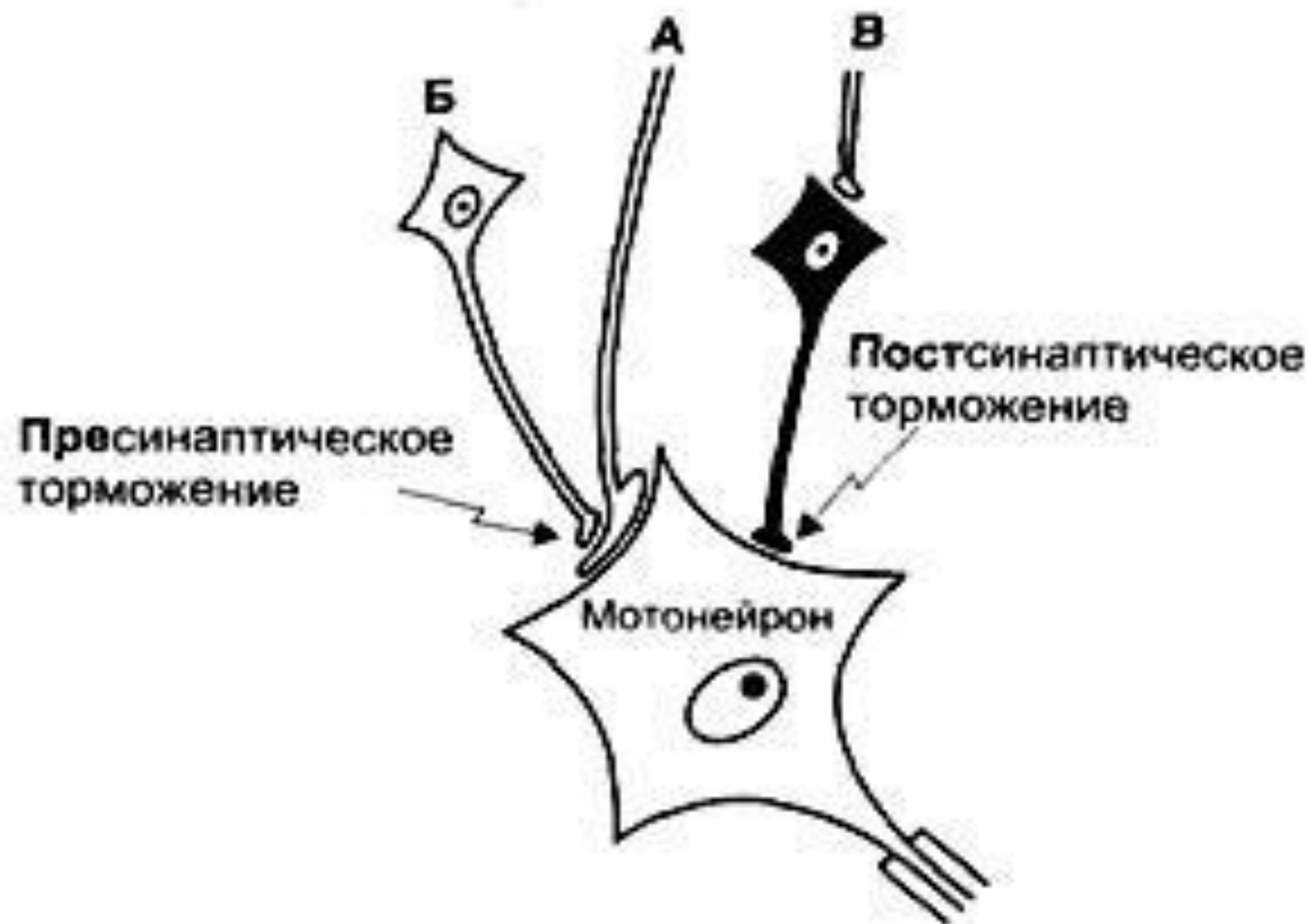
- **Н.Е. Введенским** (1886) было показано, что при частом раздражении нерва, возникает процесс пессимального торможения, т.е. торможение является процессом перевозбуждения.
- Механизм пессимального торможения заключается в длительной, застойной деполяризации постсинаптической мембраны, вызванной избытком медиатора АХ, выделяющего при частой стимуляции нервов. Мембрана полностью теряет возбудимость из-за инактивации натриевых каналов и не в состоянии ответить – возникает торможение



Механизм торможения через тормозные синапсы

- Эти синапсы по механизму передачи возбуждения сходны с синапсами возбуждающего действия.
- В тормозных синапсах медиатор (глицин, ГАМК), взаимодействуя с рецепторами постсинаптической мембраны, открывает в ней Cl^- (или K^+) каналы, это приводит к развитию **гиперполяризации** ($\uparrow$ МПП) на постсинаптической мембране.
- Возникает так называемый **тормозной постсинаптический потенциал (ТПСП)**.

1



ЗНАЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ТОРМОЖЕНИЯ

1. Выполняет координирующую роль - направляет возбуждение по определенному пути, к определенным нервным центрам, выключая нейроны и пути, деятельность которых в данный момент является несущественной. Результат такой координации - строго определенная приспособительная реакция организма к окружающей среде.
2. Играет важную роль в формировании условных рефлексов, освобождает ЦНС от переработки менее существенной информации.
3. Выполняет охранительную функцию или защитную, предохраняя нервные клетки от перевозбуждения и истощения, особенно при действии сверхсильных и длительных раздражителей.

**ВЕГЕТАТИВНАЯ
(АВТОНОМНАЯ)
НЕРВНАЯ СИСТЕМА
ВНС (АНС)**

Нервная система



```
graph TD; A[Нервная система] --> B[Соматическая]; A --> C[Вегетативная]; C --> D[Симпатическая]; C --> E[Парасимпатическая];
```

Соматическая

Регулирует работу скелетных мышц
Подчиняется воле человека
Центры находятся в коре головного мозга

Вегетативная

Регулирует работу внутренних органов
Не подчиняется воле человека
Центры находятся в стволовой части головного мозга

Симпатическая

Включается во время интенсивной работы, требующей затраты энергии
Тела первых нейронов лежат в грудном и поясничном отделах спинного мозга

Парасимпатическая

Способствует восстановлению запасов энергии во время сна и отдыха
Тела первых нейронов лежат в среднем, продолговатом мозге и в крестцовом отделе спинного мозга

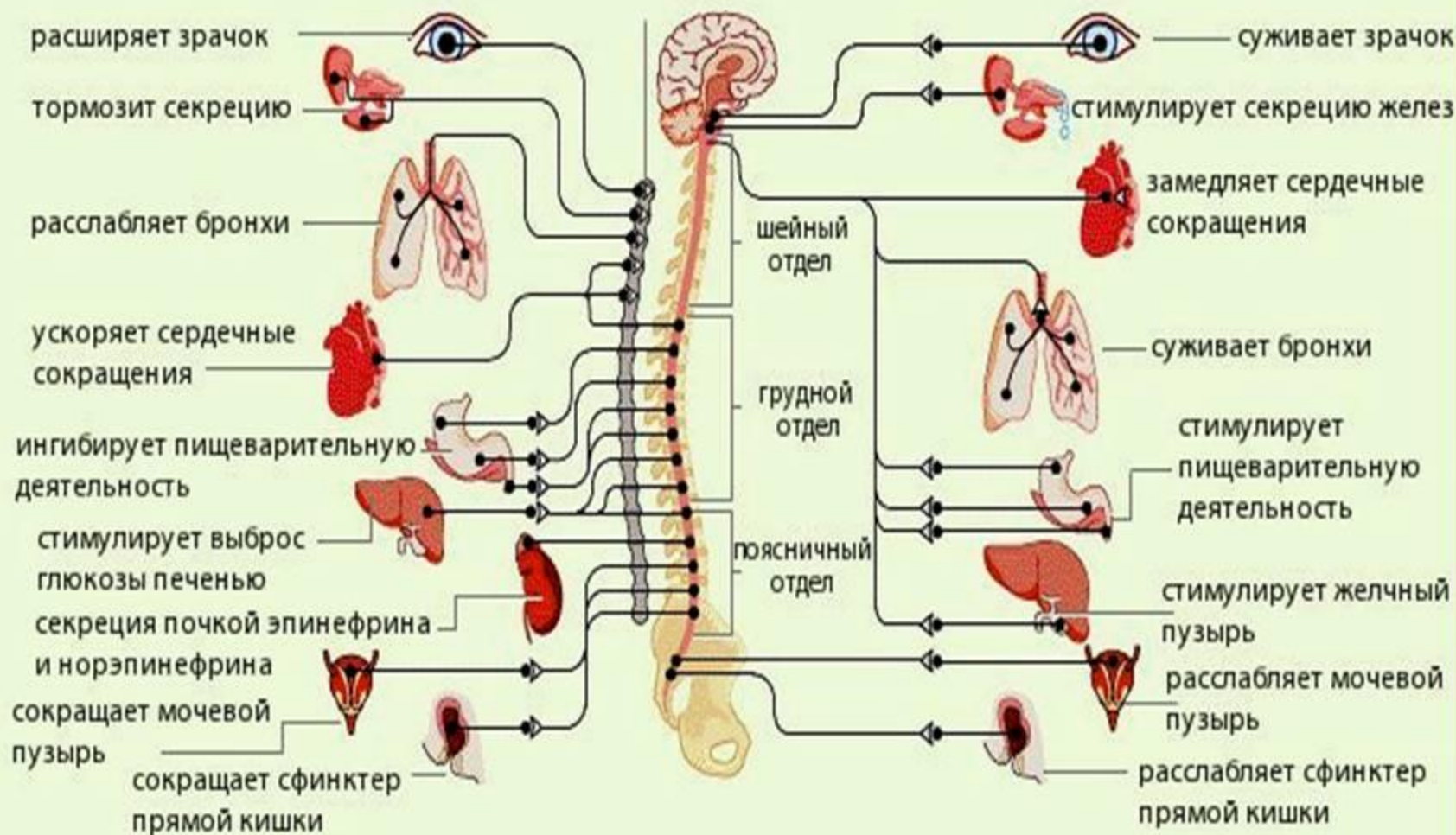
Вегетативная нервная система

- часть (отдел) нервной системы организма, комплекс центральных и периферических клеточных структур, регулирующих деятельность:
 - внутренних органов,
 - желез внутренней и внешней секреции,
 - кровеносных, лимфатических сосудов
 - и функциональный уровень организма, необходимый для адекватной реакции его систем.

Физиология вегетативной нервной системы

Симпатический отдел

Парасимпатический отдел



Ганглии АНС

располагаются:

- около позвоночника паравертебральные),
- вблизи внутренних органов (превертебральные),
- в стенках внутренних органов (интрамуральные).

- Перерезка передних корешков спинного мозга приводит к нарушению двигательных функций и не влияет на вегетативные функции, так как их эффекторный нейрон находится за пределами спинного мозга.

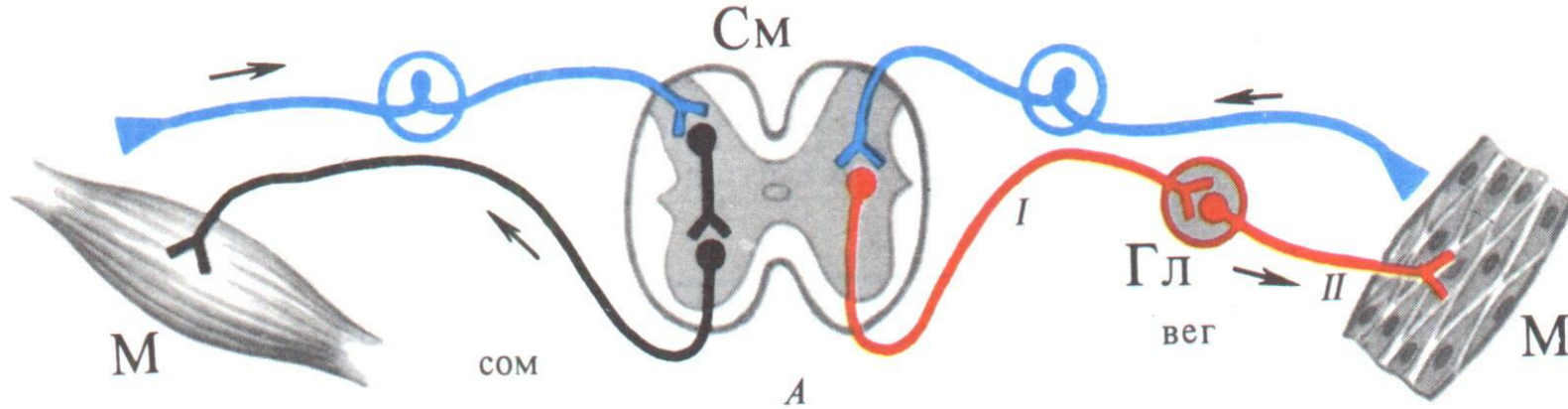
**В этом и состоит автономия
данного отдела ЦНС.**

- АНС и СНС действуют в организме содружественно.
- Их нервные центры тесно связаны друг с другом.
- Между этими двумя системами существует много различий, особенно это касается их периферических отделов.

Различия между АНС и СНС:

- **АНС** - непроизвольная, т.е. не контролируется сознанием.
- **СНС** - является произвольной.
- **АНС** - иннервирует внутренние органы, железы внешней и внутренней секреции, кровеносные и лимфатические сосуды, гладкую и скелетную мускулатуру, а также ЦНС, поддерживает постоянство внутренней среды организма.
- **СНС** - иннервирует поперечно-полосатую мускулатуру.

Рефлекторная дуга СНС и АНС состоит из тех же звеньев.



Афферентное звено - общее как для СНС, так и для АНС. Однако **Различия между АНС и СНС:**

- В **СНС** эффекторные нейроны находятся в сером веществе спинного мозга (передние рога).
- В **АНС** эффекторный нейрон располагается за пределами спинного или головного мозга и находится **в ганглиях**.

Различия между АНС и СНС:

- Волокна **АНС** выходят из ЦНС только на определенных участках головного мозга и спинного мозга.
- Волокна **СНС** выходят из спинного мозга сегментарно на всем протяжении

Различия между АНС и СНС:

Нервные волокна **АНС** относятся к типу В (миелиновые), типу С (безмиелиновые).

Соматические нервные волокна относятся к типу А.

Отсюда и различная скорость проведения нервных импульсов.

Различия между АНС и СНС:

- Медиатором **СНС** является только АХ.
- В **АНС** медиаторов множество, главными из которых являются:
 - АХ,
 - *норадреналин (НА),*
 - *адреналин (А),*
 - *серотонин,*
 - *дофамин.*

Структура Симпатического и парасимпатического отделов, имеют общую структуру:

- 1. Центры – преганглионарные ядра**
- 2. Преганглионарные волокна**
- 3. Ганглии**
- 4. Постганглионарные волокна**
- 5. Нейроэффektorные синапсы**

СИМПАТИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ АВТОНОМНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Симпатический отдел АНС

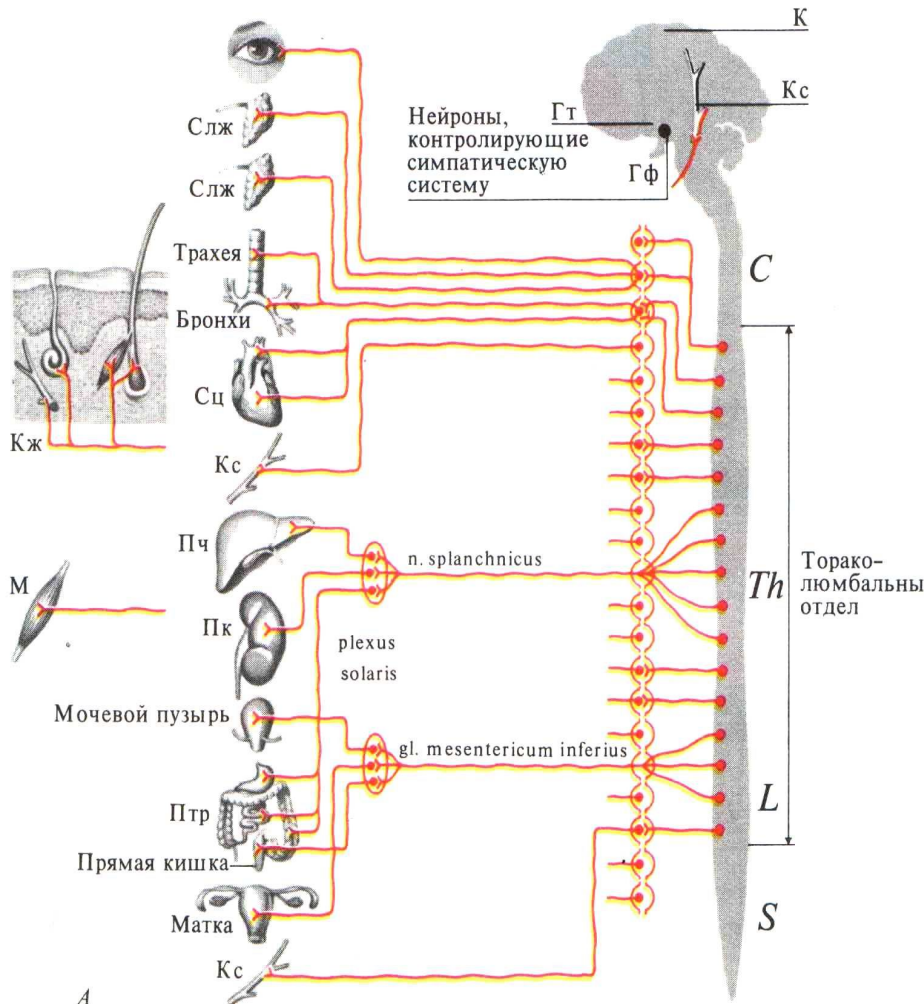
1. Симпатические центры



- находятся в боковых рогах серого вещества спинного мозга: с Th 1 по L4 сегментов - в виде преганглионарных нейронов (ядра).

2. Преганглионарные волокна

- аксоны преганглионарных нейронов, относятся к типу В (тонкие миелиновые), выходят из спинного мозга в составе передних корешков, вступают в ганглии (узлы) симпатического ствола.

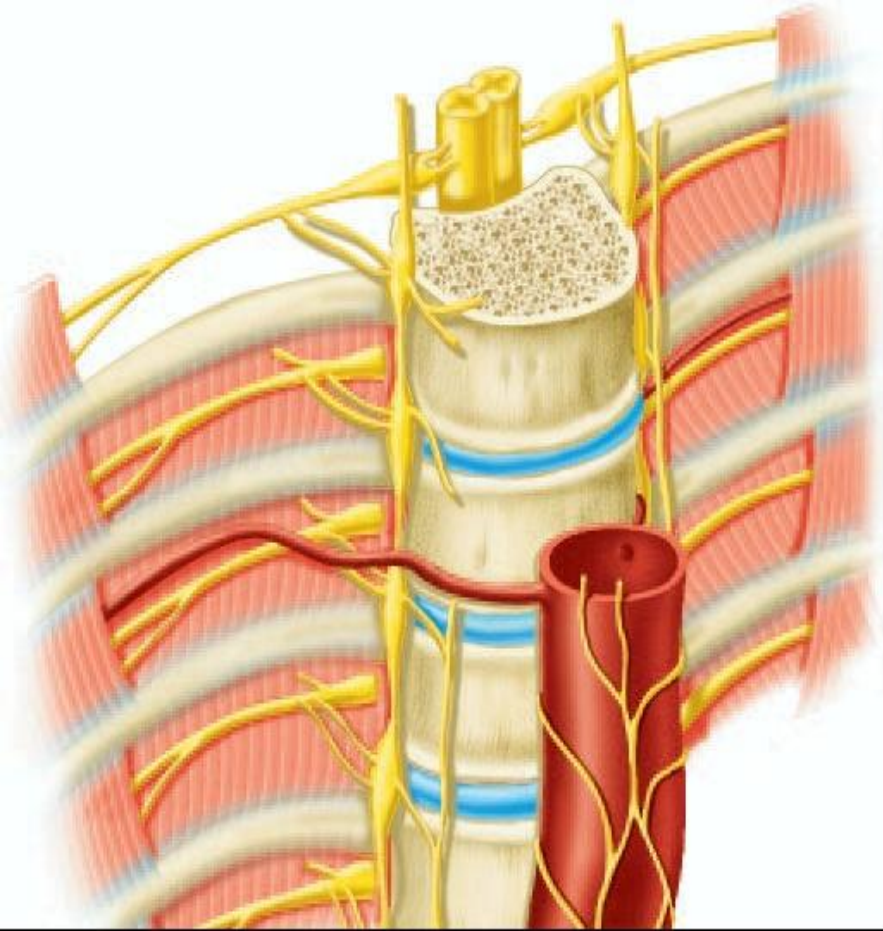


3. Ганглии:

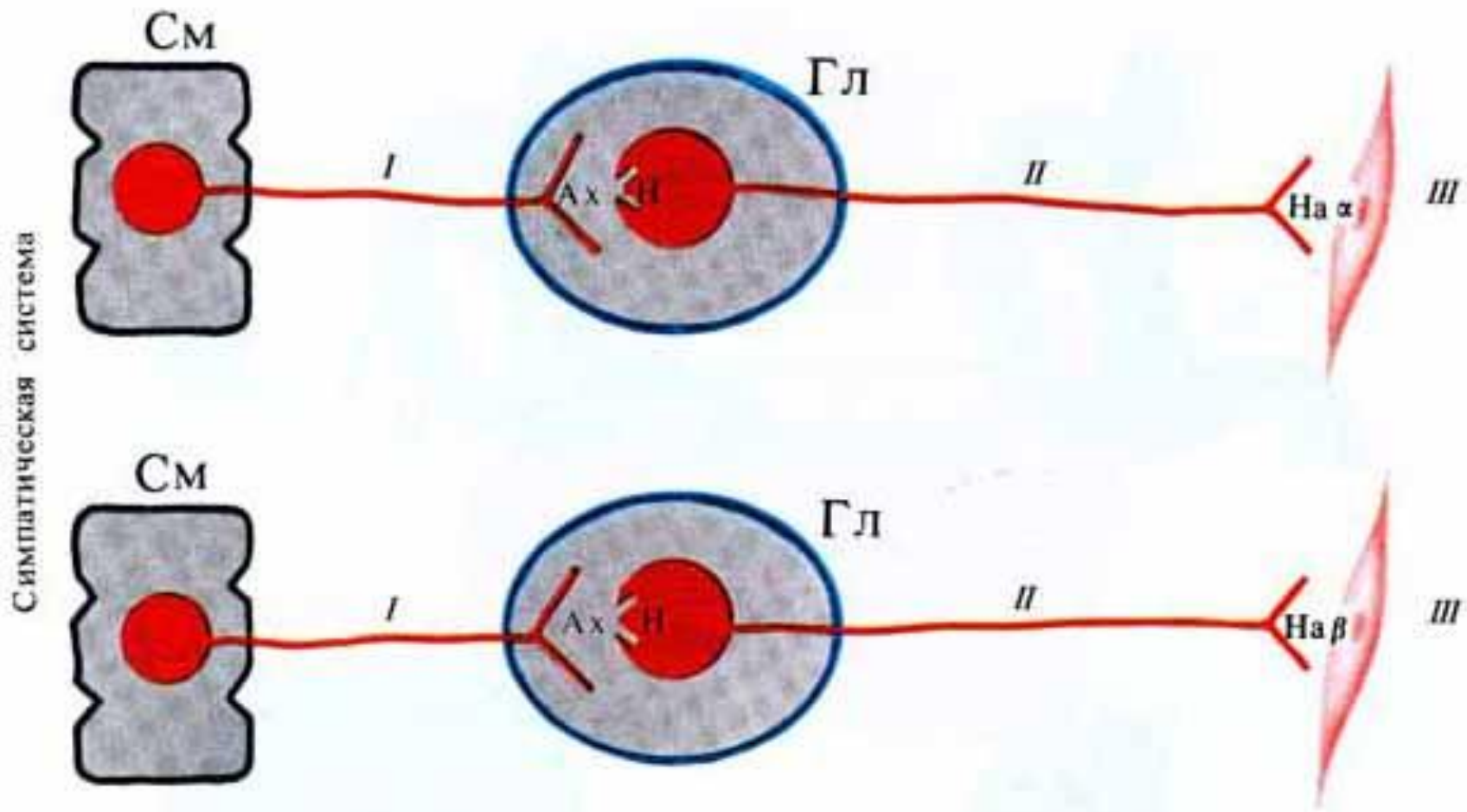
- Паравертебральные (околопозвоночные),
- превертебральные (чревный – солнечного сплетения, верхний и нижний брыжеечные узлы).

Механизм передачи

возбуждения в ганглиях:
медиатор **АХ** действует на **Н-холинорецептор**
(никотинчувствительный, активируется никотином и ацетилхолином), содержит в своем составе Na^+/K^+ -канал, открытие которого формирует входящий Na^+ ток и деполяризацию



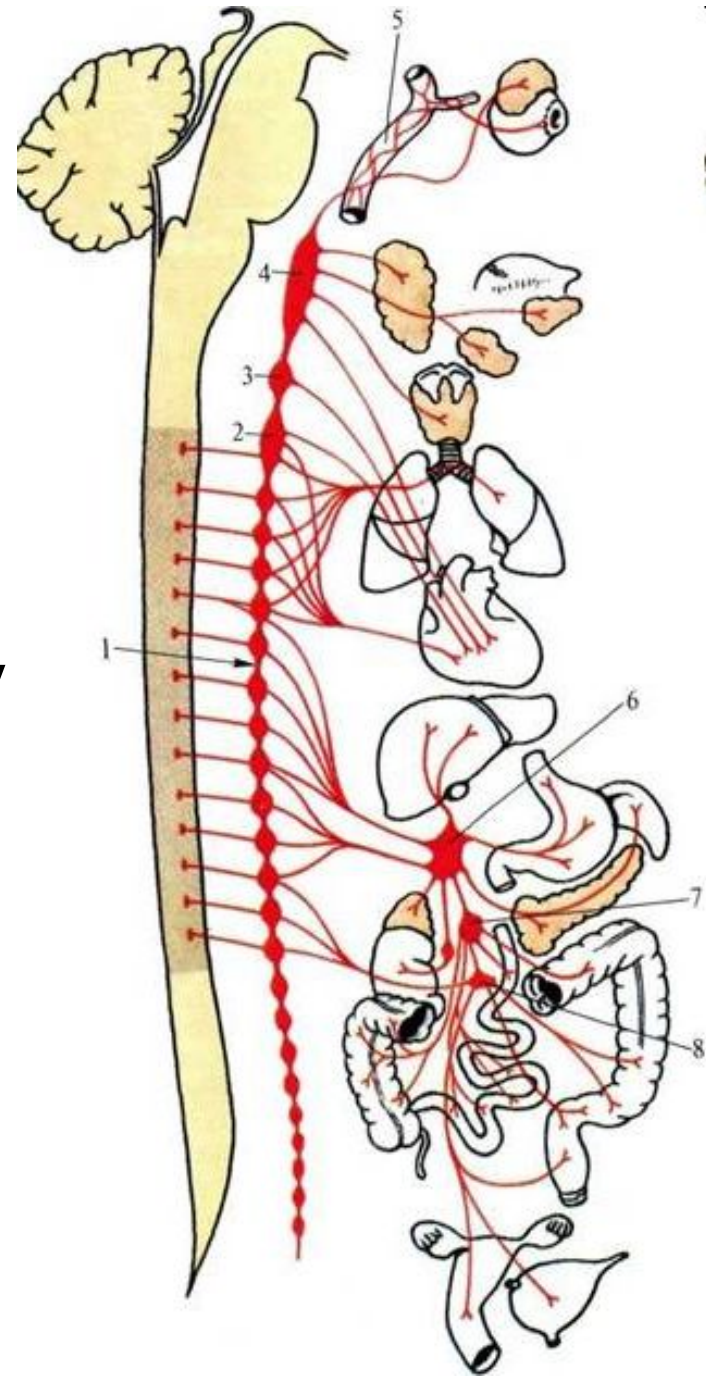
Медиаторы и рецепторы в ганглиях



4.

Постганглионарные волокна

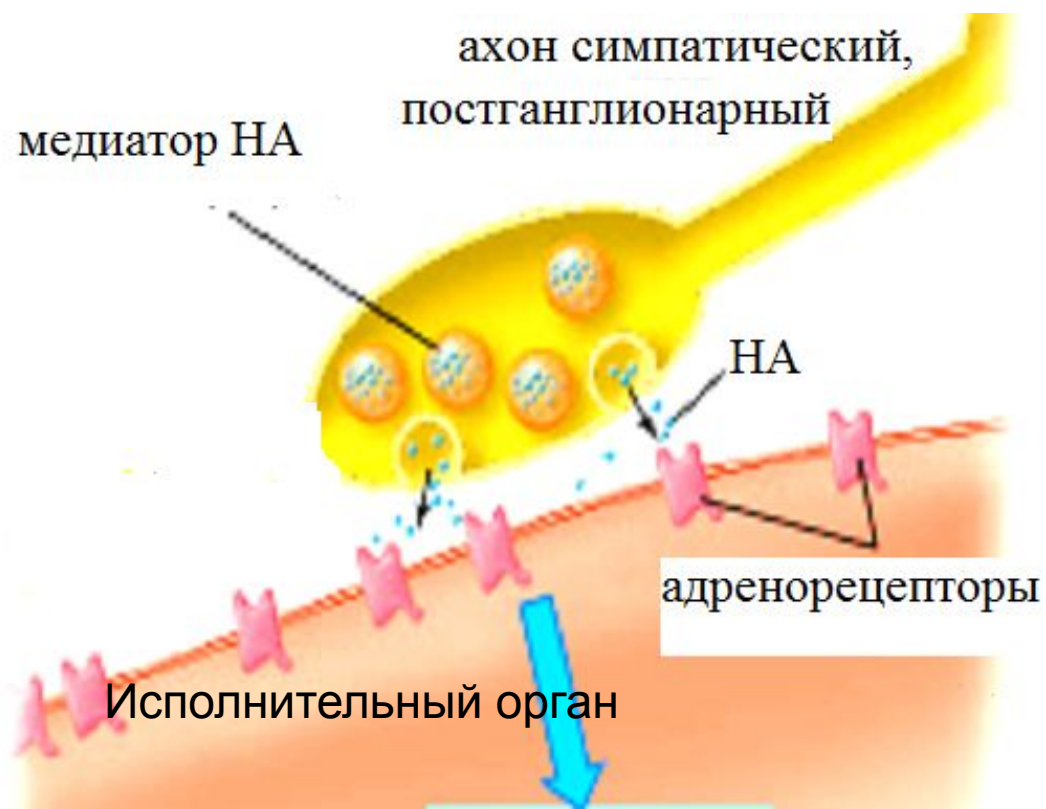
- аксоны ганглионарных нейронов, относятся к типу С,
- более длинные, по сравнению с преганглионарными



5. Нейроэффektorные синапсы

- окончания постганглионарного нервного волокна на исполнительных органах - медиаторы **норадреналин (НА) - 90%, адреналин (7%), дофамин (3%)**.

- **НА** действует **α -адренорецептор**,
- **А** -действует на **β -адренорецептор** (блокаторы рецепторов фентоламин, дроперидол).



Функции симпатической

СИСТЕМЫ:

- Симпатическая система отвечает на любой **стресс**. Её возбуждение приводит к увеличению активности мозгового вещества надпочечников и выделению **адреналина**, что вместе образует симпатоадреналовую систему.
- Симпатический отдел АНС - это система тревоги, мобилизации защитных сил и ресурсов организма.

Функции симпатической

системы:

- иннервирует все органы и ткани организма, в том числе скелетные мышцы и ЦНС.

При возбуждении симпатических нервов:

- усиливается работа сердца,
- расслабляется мускулатура бронхов и увеличивается их просвет,
- снижается моторная и секреторная деятельность ЖКТ,
- происходит сокращение сфинктеров мочевого и желчного пузыря и расслабление их тел, что приводит к прекращению выделения мочи и желчи расширяется

Функции симпатической

СИСТЕМЫ;

Возбуждение симпатической нервной системы приводит к:

- повышению кровяного давления,
- Учащению ЧСС
- выходу крови из депо,
- поступлению в кровь глюкозы, ферментов,
- повышению метаболизма тканей.

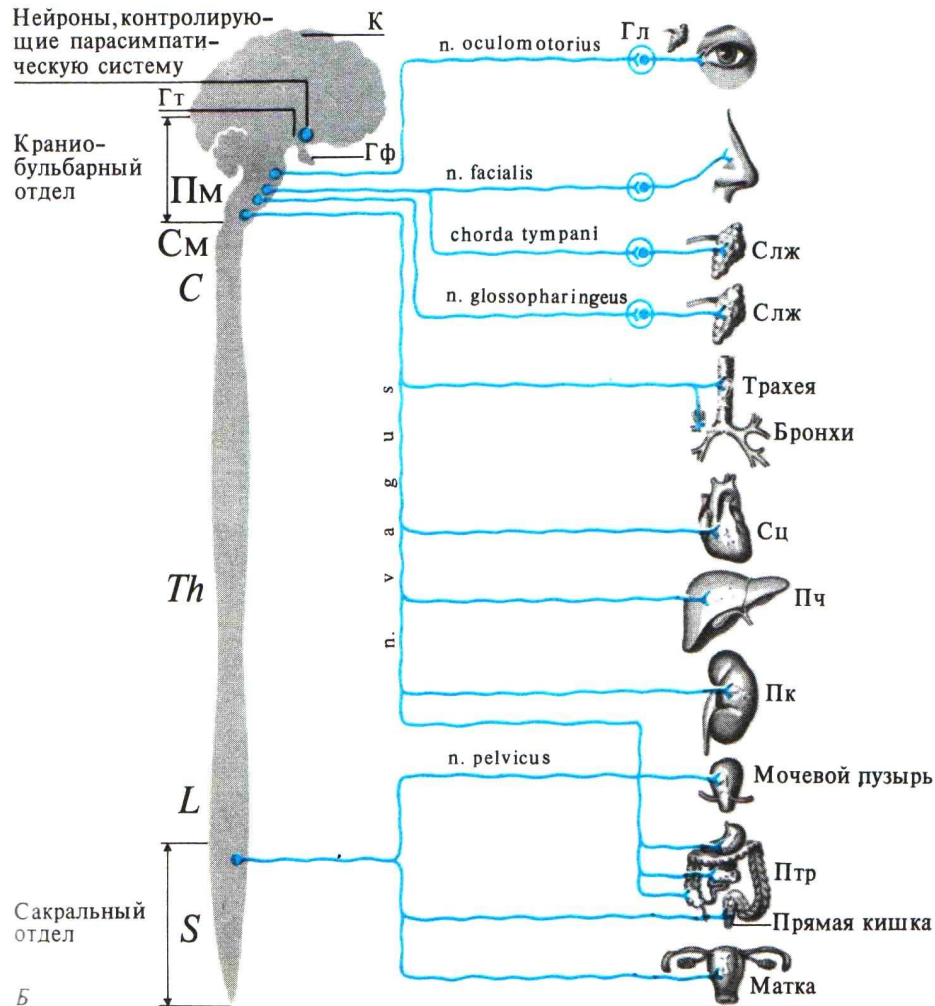
Все эти процессы связаны с расходом энергии в организме, т. е. симпатическая нервная система выполняет ***эрготрофную функцию.***

ПАРАСИМПАТИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ АВТОНОМНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

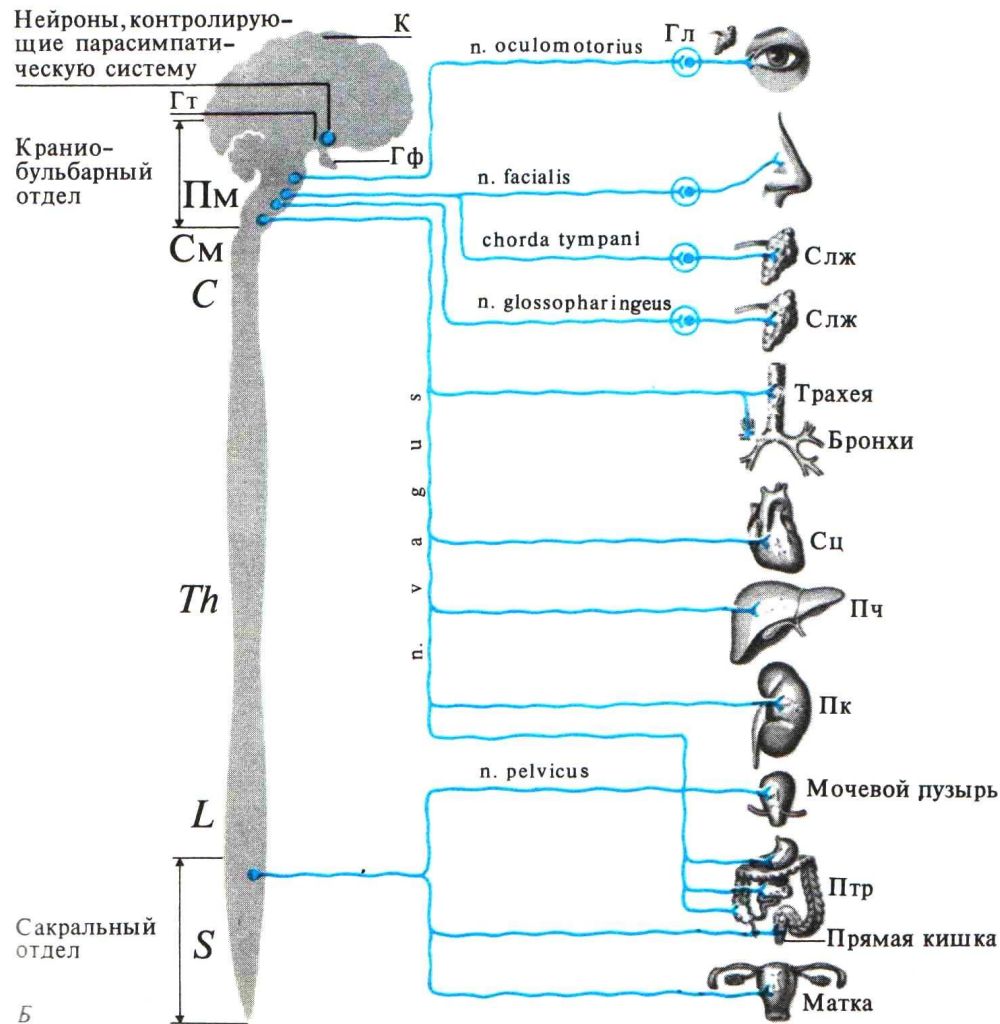
Парасимпатический отдел АНС

1. Парасимпатические центры находятся:

- 1) в **среднем** мозге (ядра III пары черепно-мозговых нервов),
- 2) **продолговатом** мозге (ядра VII, IX и X пары черепно-мозговых нервов)
- 3) в **крестцовом** отделе спинного мозга (ядра тазовых внутренних органов)



2. Преганглионарные волокна



- аксоны

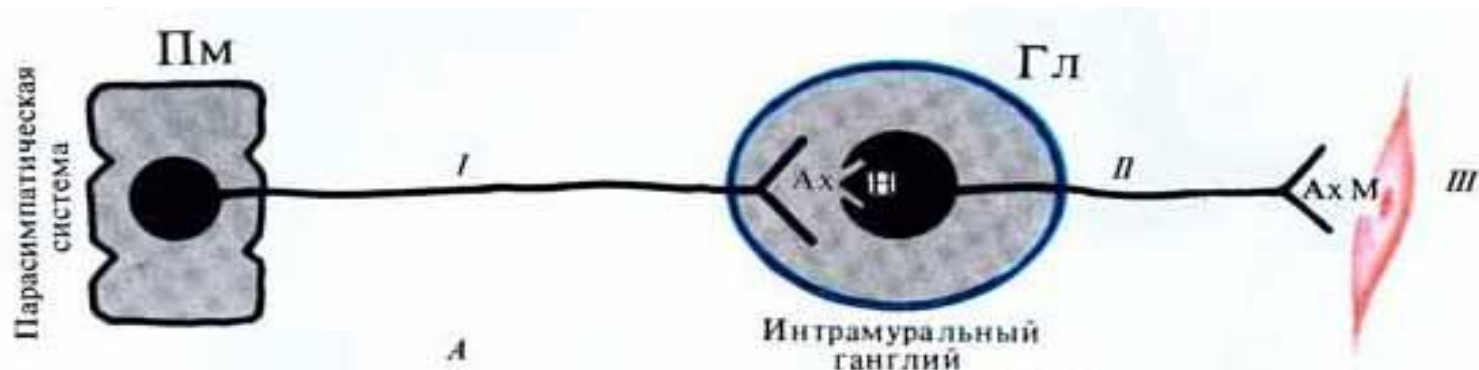
преганглионарных
нейронов относятся к
типу В,

- 1) из среднего мозга
отходят в составе
глазодвигательного
нерва
- 2) из продолговатого
мозга выходят в
составе лицевого,
языкоглоточного и
блуждающих нервов
- 3) от крестцового отдела
в составе тазового
нерва.

3. Ганглии

расположены вблизи иннервируемого органа, либо в стенке органа (интрамурально),
поэтому преганглионарные волокна длинные, а
постганглионарные волокна короткие, по сравнению
с волокнами симпатического отдела

- **Механизм передачи** возбуждения в ганглиях:
медиатор **ацетилхолин** действует на **Н-**
холинорецептор,



- 4. Постганглионарные волокна** - аксоны ганглионарных нейронов, относятся к типу С, они короткие, т.к. ганглий находится вблизи органа
- 5. Нейроэффektorные синапсы** - (окончания постганглионарного нейрона на исполнительных органах) - медиатор **ацетилхолин** действует на **М-холинорецепторы** постсинаптической мембраны (блокатор - атропин).
- **М-холинорецепторы** свое название получили от мускарина - токсина мухомора, активирующий эти рецепторы и вызывающий такой же эффект как и ацетилхолин.

Функции парасимпатической системы

иннервирует определенные части тела.

Парасимпатическая нервная система не иннервирует:

- скелетные мышцы,
 - головной мозг,
 - желудочки сердца,
 - гладкие мышцы кровеносных сосудов,
- за исключением сосудов языка, слюнных желез, половых желез и коронарных артерий, органов чувств и мозговое вещество надпочечников.

При возбуждении парасимпатических нервов

- тормозится работа сердца,
- повышается тонус гладкой мускулатуры бронхов, в результате чего уменьшается их просвет,
- сужается зрачок,
- стимулируются процессы пищеварения (моторика и секреция), обеспечивая тем самым восстановление уровня питательных веществ в организме,
- происходит опорожнение желчного пузыря, мочевого пузыря, прямой кишки.

- Действие парасимпатической нервной системы направлено на восстановление и поддержание постоянства состава внутренней среды организма, нарушенного в результате возбуждения симпатической нервной системы.
- Парасимпатическая система преобладает во сне, в покое, когда восстанавливается гомеостаз организма
- Парасимпатическая нервная система выполняет в организме **трофотропную функцию.**

Влияние этих симпатического и парасимпатического отделов носит антагонистический характер

- Антагонизм относителен.
- Имеется много примеров, когда симпатический и парасимпатический отделы действуют **синергично**, т.е. обеспечивают для организма полезный приспособительный результат. Обычно повышение тонуса одного отдела АНС вызывает усиление активности другого.

Спасибо за внимание!