

# ТЕМА: ФУНКЦИИ НЕЙРОНА. ПЕРЕДАЧА ВОЗБУЖДЕНИЯ В СИНАПСАХ.

## ПЛАН:

1. Нейрон - как структурная и функциональная единица ЦНС.
2. Нейроглия, ее функции.
3. Гематоэнцефалический барьер, его функции.
4. Синапсы, структура.
5. Механизм передачи возбуждения в синапсах.
6. Химические и электрические синапсы.

Нервная система делится на **ЦНС** и **периферическую**.

Головной мозг  
ЦНС ЦНС  
Спинной мозг

Периферическая нервная система:-  
нервные волокна, ганглии.

## ЦНС осуществляет:

1. Индивидуальное приспособление организма к внешней среде.
2. Интегративную и координирующую функции.
3. Формирует целенаправленное поведение.
4. Осуществляет анализ и синтез поступивших стимулов.
5. Формирует поток эфферентных импульсов.
6. Поддерживает тонус систем организма.

В основе современного представления о ЦНС лежит нейронная теория.

## Структурно -функциональные элементы ЦНС.

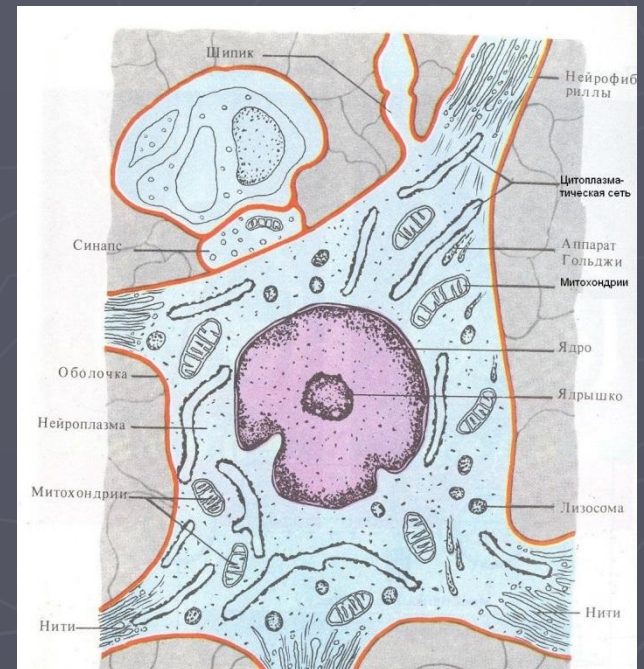
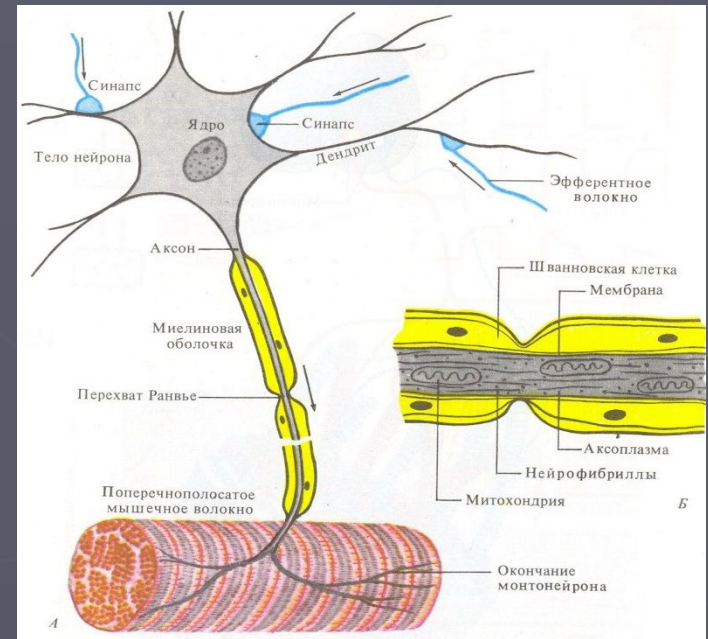
**ЦНС** - скопление нервных клеток или нейронов.

**Нейрон.** Размеры от 3 до 130 мк. Все нейроны независимо от размеров состоят:

1. Тело (сома).
2. Отростки

Аксон ← дендриты

Скопление тел нейронов составляет серое вещество ЦНС, а скопление отростков - белое вещество.



Каждый элемент клетки выполняет определенную функцию:

**Тело нейрона** содержит различные внутриклеточные органеллы и обеспечивает жизнедеятельность клетки.

**Мембрана** тела покрыта синапсами, поэтому осуществляет восприятие и интеграцию импульсов, поступающих от других нейронов.

**Аксон** (длинный отросток) – проведение нервного импульса от тела нервной клетки на периферию или к другим нейронам.

**Дендриты** (короткие, ветвящиеся) – проводят нервные импульсы к телу нервной клетки. На периферическом конце имеют воспринимающий аппарат – рецептор.

# КЛАССИФИКАЦИЯ НЕЙРОНОВ

## 1. В зависимости от количества отростков различают:

- **униполярные** – один отросток (в ядрах тройничного нерва)
- **биполярные** – один аксон и один дендрит
- **мультиполярные** – несколько дендритов и один аксон

## 2. В функциональном отношении:

- **афферентные или рецепторные** - (воспринимают сигналы от рецепторов и проводят в ЦНС)
- **вставочные** - обеспечивают связь афферентных и эфферентных нейронов.
- **эфферентные** – проводят импульсы от ЦНС на периферию.

Они делятся на мотонейроны и нейроны ВНС

- **возбуждающие**
- **тормозные**

# Нейроглия

Нейроглия заполняет пространство между нейронами, представлена клетками различной формы:

**1. Астроциты** осуществляют:

- ▶ гематоэнцефальный барьер,
- ▶ резорбцию медиаторов,
- ▶ иммунные реакции

## 2. Олигогендроциты:

- ▶ Образуют миелиновую оболочку
- ▶ Фагоцитоз

## 3. Микроглиальные клетки:

- ▶ Фагоцитоз
- ▶ Часть РЭС

## 4. Эпендимная глия

- ▶ Образует ликвор
- ▶ Гематоэнцефальный барьер



# Гематоэнфалический барьер включает:

## 1. Гистогематический барьер, состоящий из:

- ▶ Стенки капилляров,
- ▶ Эндотелия кровеносных сосудов,
- ▶ Базальной мембраны,
- ▶ Эндоплазматической сети,
- ▶ Ядерной оболочки,
- ▶ Эритроцитов.

## 2. Нейроглию

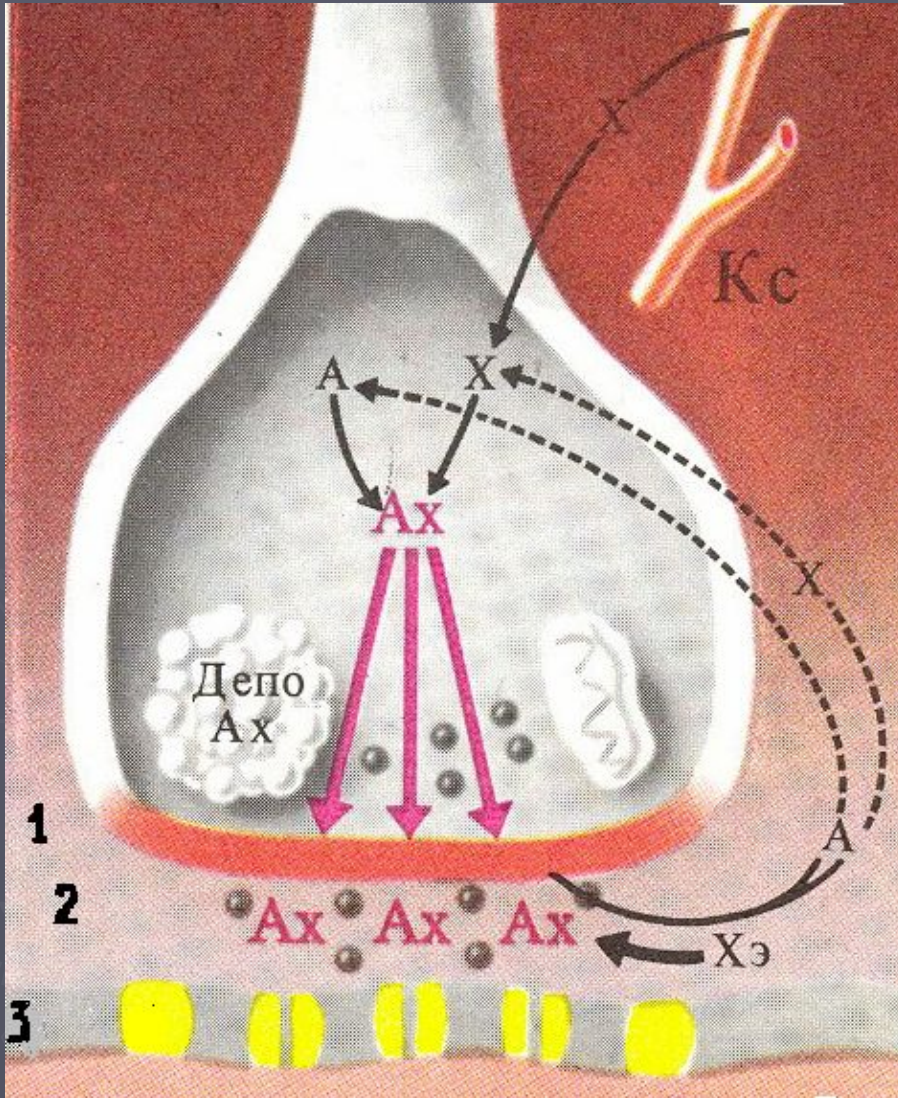
## 3. Систему ликворных пространств

# Функции гематоэнцефалического барьера

1. Регулирует проникновение из крови в мозг биологически активных веществ (БАВ).
2. Препятствует поступлению в мозг чужеродных веществ, токсинов.

**Синапс** – это структуры, обеспечивающие переход возбуждения с нервного волокна на иннервируемую им клетку

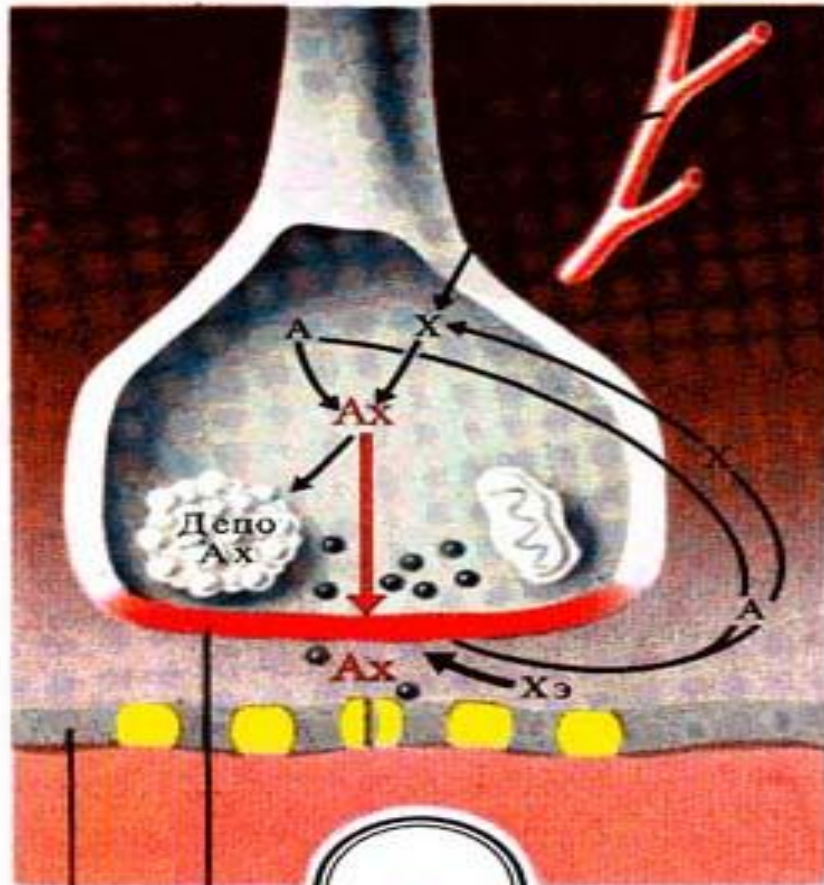
## Структура синапсов



1. Пресинаптическая мембрана
2. Синаптическая щель
3. Постсинаптическая мембрана с рецепторами.

Рецепторы: холинорецепторы (М и N холинорецепторы), адренорецепторы –  $\alpha$  и  $\beta$

# Покой

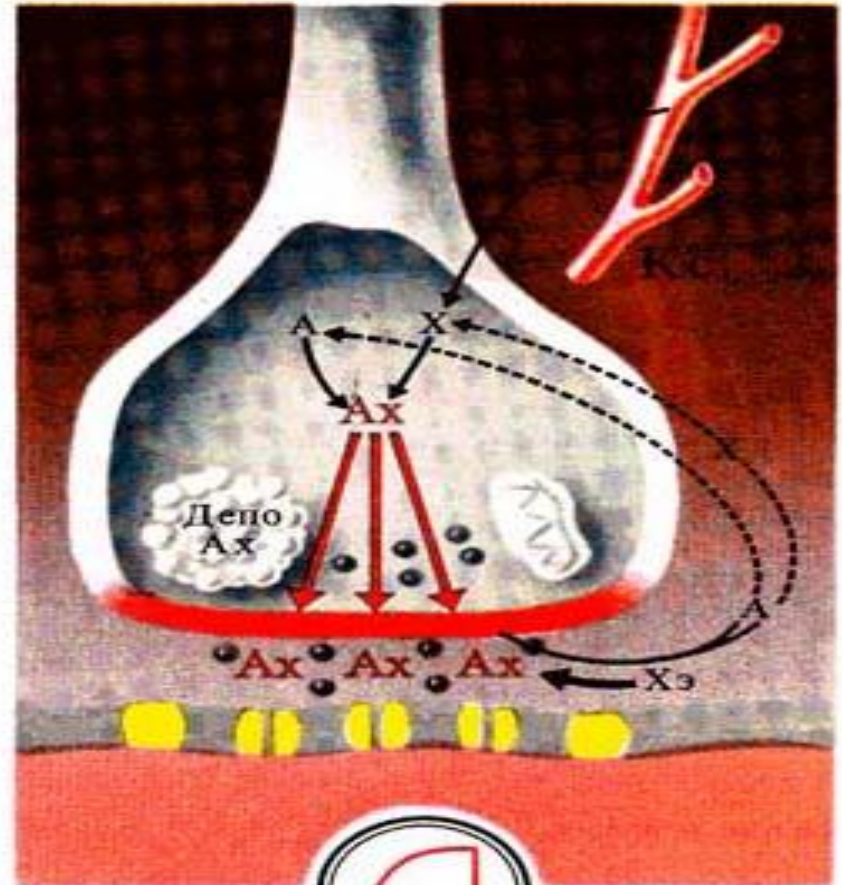


Миниатюрный потенциал

Пресинаптическая мембрана

Постсинаптическая мембрана

# Возбуждение



ВПСП

# Медиаторы

Ацетилхолин, норадреналин, гамма-аминомасляная кислота (ГАМК), глицин, гистамин, серотонин, дофамин.

**Ацетилхолин** передает возбуждение между клетками в ЦНС, от преганглионарных симпатических волокон на клетки ганглиев, от парасимпатических – на эффектор, от двигательных – на ППМ.

**Норадреналин** передает возбуждение от постганглионарных симпатических волокон на эффектор

# КЛАССИФИКАЦИЯ СИНАПСОВ:

## 1. По месту расположения:

- аксоаксональные
- аксодендритические
- нервномышечные
- дендродендритические
- аксосоматические

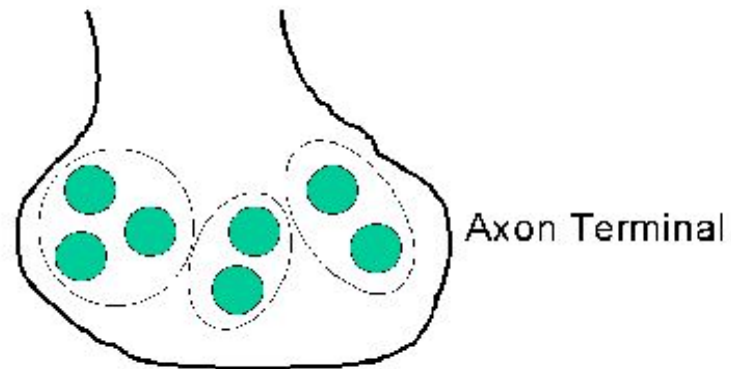
## 2. По характеру действия: возбуждающие и тормозные.

## 3. По способу передачи сигнала:

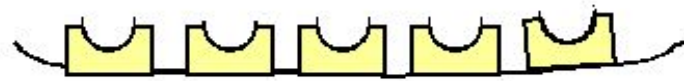
- электрические
- химические
- смешанные

## Механизм передачи возбуждения в химических синапсах

Механизм передачи возбуждения в возбуждающем синапсе (химический синапс): импульс → нервное окончание в синаптические бляшки → деполяризация пресинаптической мембраны (вход  $Ca^{++}$  и выход медиаторов) → медиаторы → синаптическая щель → постсинаптическая мембрана (взаимодействие с рецепторами) → генерация ВПСП → ПД.



Synaptic Gap



Post-Synaptic Cell



В тормозных синапсах механизм  
следующий импульс → деполяризация  
пресинаптической мембраны →  
выделение тормозного медиатора →  
гиперполяризация постсинаптической  
мембраны (за счет  $K^+$ ) → ТПСР.

## **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХИМИЧЕСКИХ СИНАПСОВ:**

- 1. Возбуждение передается при помощи медиаторов.**
- 2. Обладают односторонним проведением возбуждения.**
- 3. Быстрая утомляемость (истощение запасов медиатора).**
- 4. Низкая лабильность 100-125 имп./сек.**
- 5. Суммация возбуждения**
- 6. Проторение пути**
- 7. Синаптическая задержка (0,2-0,5 м/с).**
- 8. Избирательная чувствительность к фармакологическим и биологическим веществам.**
- 9. Чувствительны к изменениям температуры.**
- 10. Существует следовая деполяризация.**

# Физиологические свойства электрических синапсов (эффапс).

1. Электрическая передача возбуждения
2. Двухстороннее проведение возбуждения
3. Высокая лабильность
4. Отсутствие синаптической задержки
5. Только возбуждающие.

# **ТЕМА: Общая физиология ЦНС. Общие принципы регуляции функций. Нервные центры и их свойства. Механизмы координационной и интегративной деятельности ЦНС.**

## **ПЛАН:**

1. Роль ЦНС в интегративной, приспособительной деятельности организма.
2. Рефлекторный принцип регуляции функций.
3. История развития рефлекторной теории.
4. Методы изучения ЦНС.

# РЕФЛЕКТОРНЫЙ ПРИНЦИП РЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИИ

Деятельность организма это закономерная рефлекторная реакция на стимул.

В развитии рефлекторной теории различают следующие периоды:

1. Декартовский (16 век)
2. Сеченовский
3. Павловский
4. Современный, нейрокибернетический.

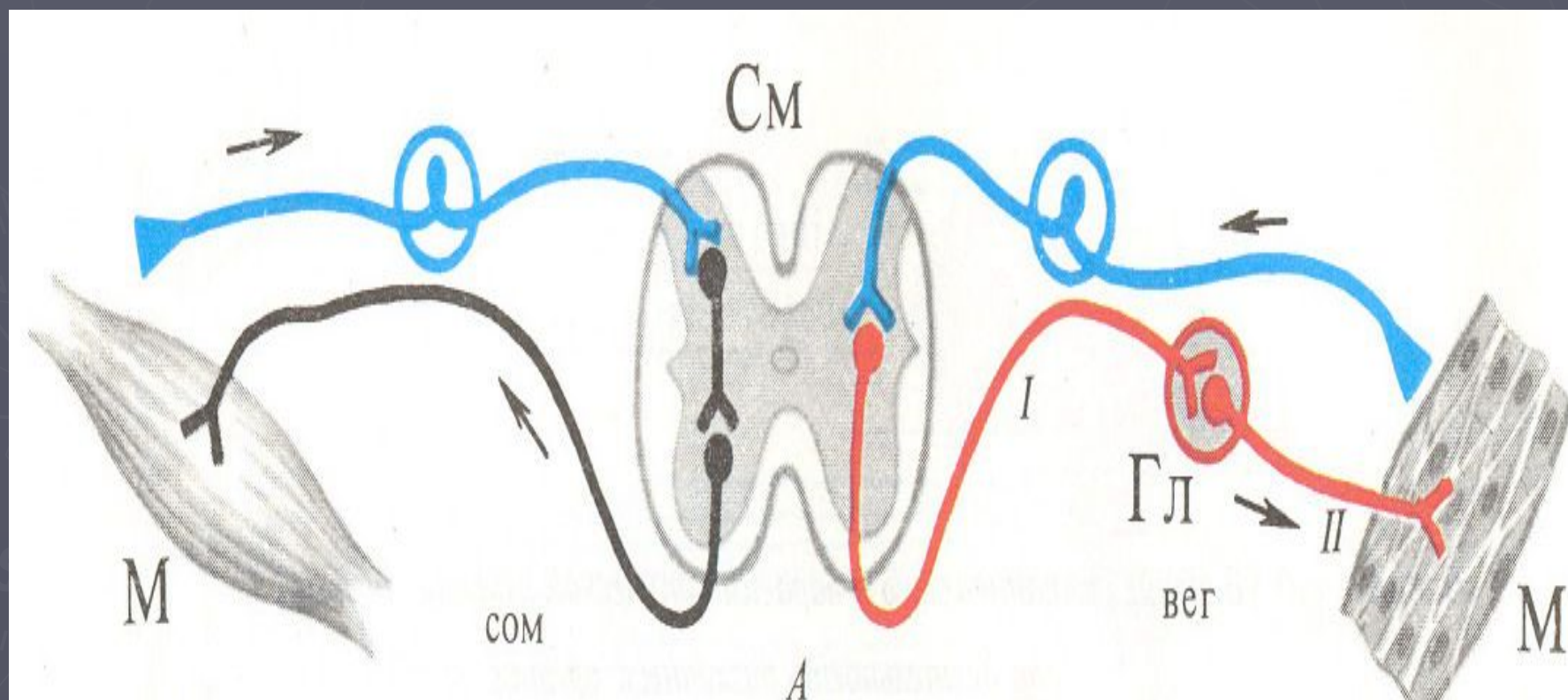
ЦНС осуществляет две функции рефлекторную и проводниковую.

Рефлекторная деятельность осуществляется за счет рефлексов.

РЕФЛЕКС – реакция организма, возникающая на раздражение рецепторов и осуществляемая с участием ЦНС.

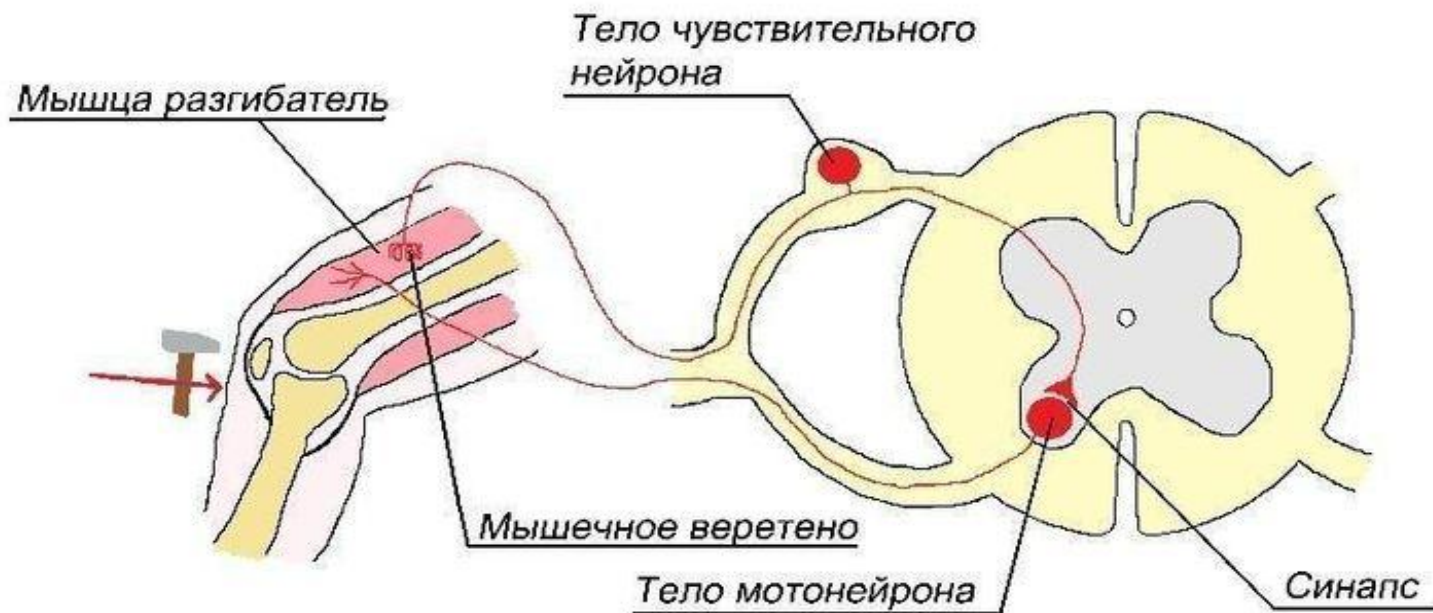
# последовательно соединенная цепочка нервных клеток

1. рецептор,
2. афферентный нейрон (тело находится в спинальном ганглии),
3. вставочный нейрон (тело находится в задних рогах),
4. эфферентный нейрон (тело находится в передних рогах)
5. эффектор или рабочий орган



# Сухожильные рефлекс человека (коленный, локтевой, ахиллов)

## Схема коленного рефлекса





# Рефлекторное кольцо -

совокупность структур нервной системы, участвующих в осуществлении рефлекса и передаче информации о характере и силе рефлекторного действия в центральной нервной системе. Термин введен Бернштейном Н. А. и Анохиным П. К. взамен термина Рефлекторная дуга.

Рефлекторное кольцо включает в себя:

- ▶ рефлекторную дугу
- ▶ обратную афферентацию от эффекторного органа в центральную нервную систему.

**ВРЕМЯ РЕФЛЕКСА** - это время, необходимое для осуществления рефлекса, складывается из 5 компонентов:

- латентный период рецептора
- время для прохождения возбуждения по афферентным нервным волокнам
- центральное время рефлекса (время передачи возбуждения в ЦНС от афферентного нейрона к эфферентному)
- время прохождения возбуждения по эфферентным нервным волокнам
- латентный период эффектора

# 2. КЛАССИФИКАЦИЯ РЕФЛЕКСОВ

## 1. По способу вызывания:

- безусловные рефлексы
- условные

## 2. По месту расположения рецептора:

- экстероцептивные (болевые, температурные, тактильные)
- интероцептивные
- проприоцептивные (локтевой, коленный, ахиллов)

### 3. В зависимости от расположения центров

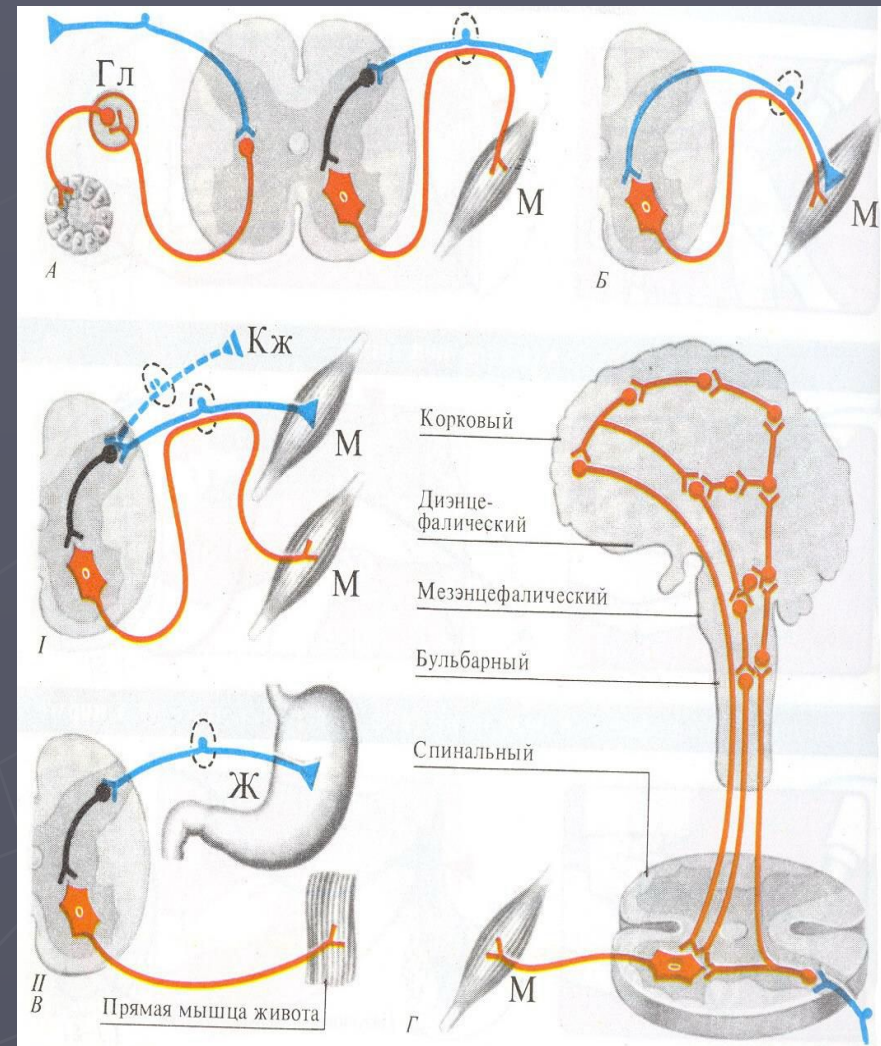
- спинномозговые

- бульбарные -

мезенцефальные

- диэнцефальные

- кортикальные



#### **4. По биологическому значению**

- пищевые
- оборонительные
- половые и др.

#### **5. По характеру ответной реакции:**

- моторные
- секреторные
- сосудодвигательные

#### **6. По длительности ответной реакции**

- фазические
- тонические

#### **7. По количеству нейронов:**

- двухнейронные
- трехнейронные и более

#### **8. По количеству синапсов**

- моносинаптические
- полисинаптические

#### **9. Истинные, ложные**

# ТОРМОЖЕНИЕ В ЦНС

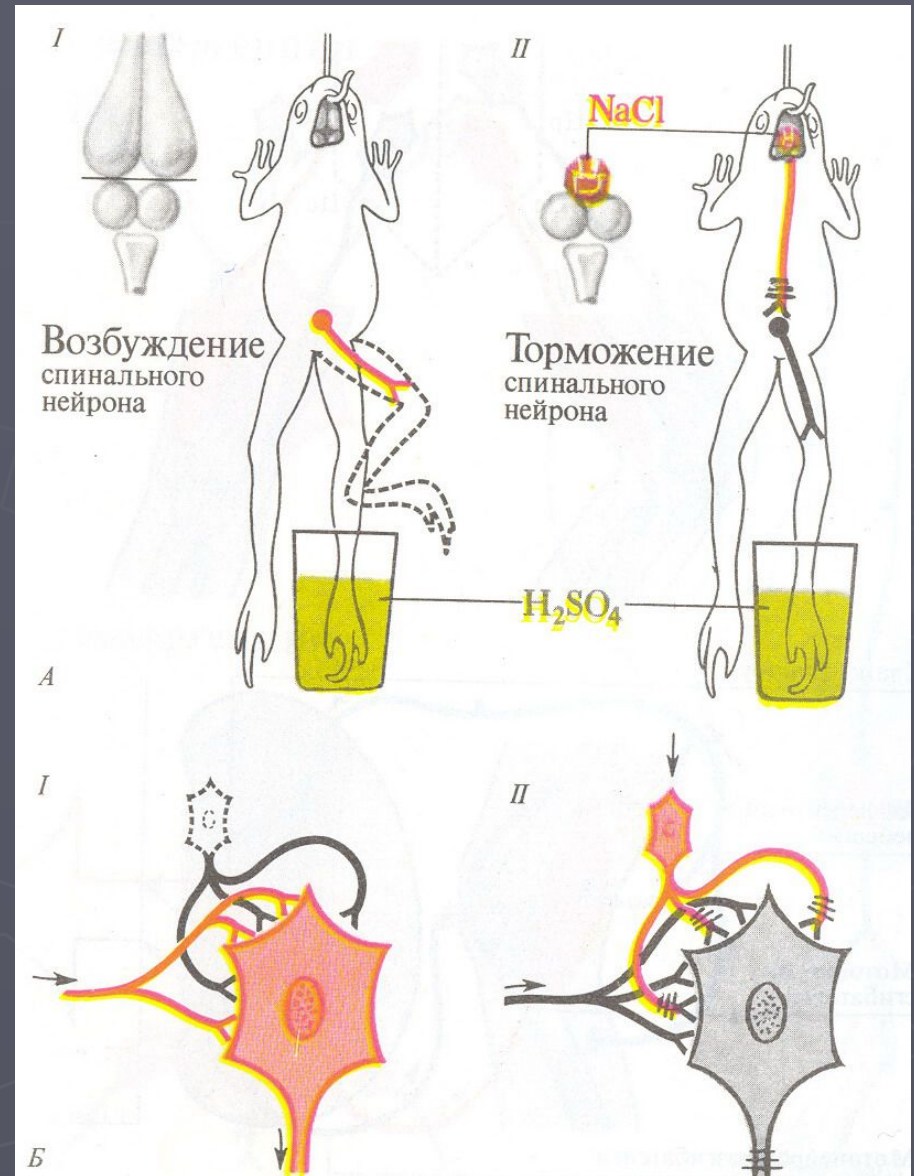
## Интегративная деятельность в ЦНС

осуществляется при участии возбуждающих и тормозных процессов.

Явление торможения в 1863 году открыл акад. И.М. Сеченов.

Ч. Шеррингтон, Н. Е. Введенский, А.А. Ухтомский, И.П. Павлов показали, что торможение имеет место в работе всех отделов мозга.

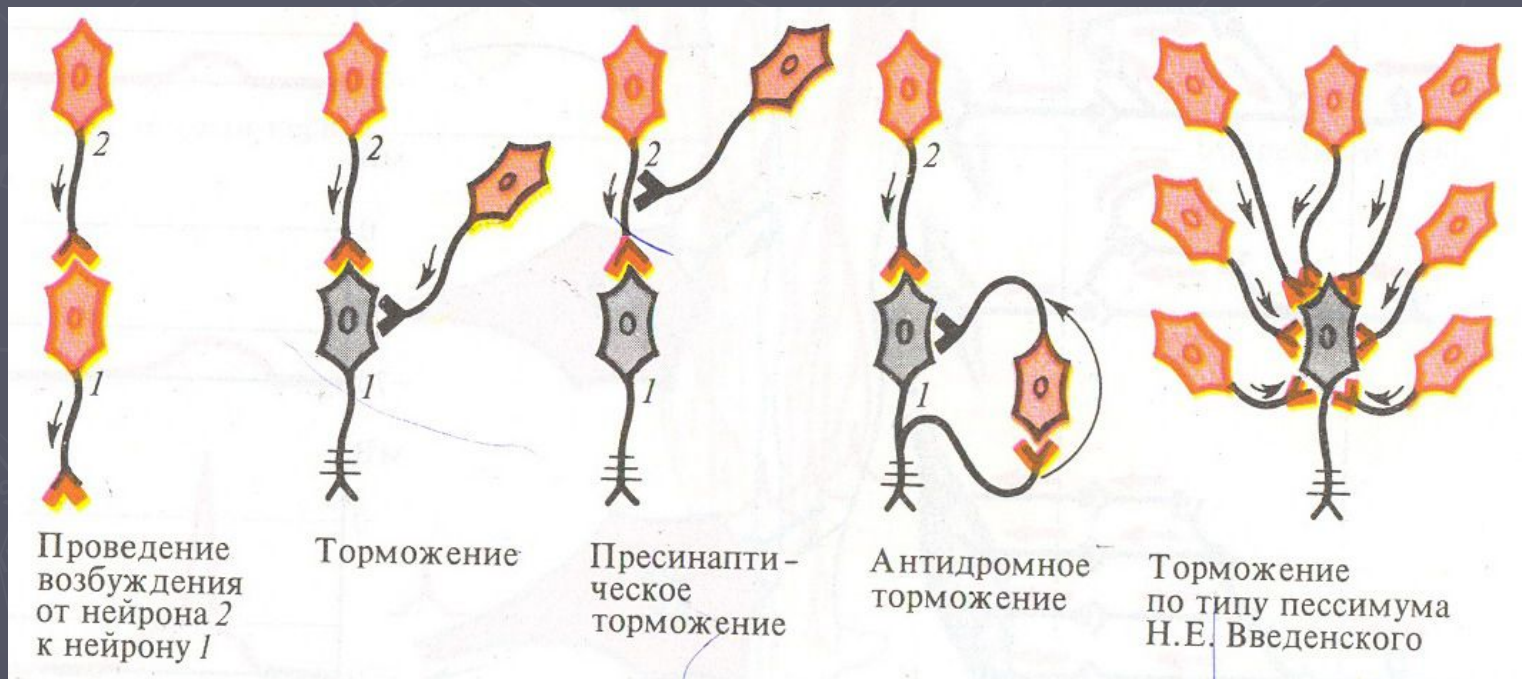
**Торможение** – активный процесс, проявляющийся внешне в подавлении или ослаблении процесса возбуждения.



**МЕХАНИЗМ ТОРМОЖЕНИЯ.** (Экклс, Реншоу),  
осуществляется с помощью вставочных структур  
(клетки Реншоу, Пуркинье ), имеющих связь с  
двигательными нейронами. Возбуждение  
тормозных клеток вызывает выделение тормозного  
медиатора, который воздействует на двигательный  
нейрон. В результате развивается процесс  
торможения.

## В зависимости от механизма различают четыре вида центрального торможения:

1. Постсинаптическое (гиперполяризация)
2. Пресинаптическое (деполяриция)
3. Пессимальное (стойкая деполяризация)
4. Возбуждение после торможения (следовая гиперполяризация)





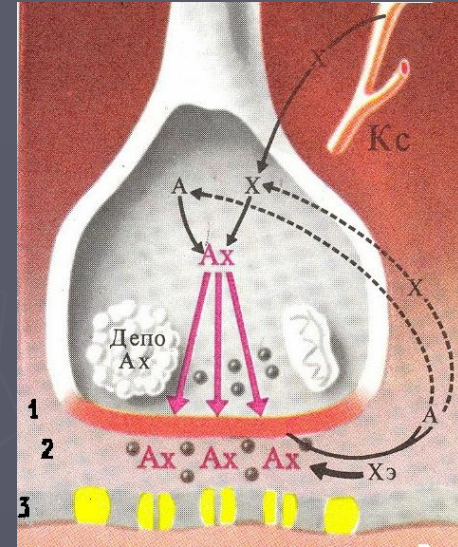
- ▶ **Пресинаптическое** – морфологическим субстратом является аксо-аксональный синапс, в котором выделяется медиатор и вызывает стойкую длительную деполяризацию.
- ▶ Причины ее:
- ▶ Катодическая депрессия
- ▶ Медленная деполяризация блокирует проницаемость мембраны для ионов натрия, усиливая работу натрий-калиевой АТФ-азы.

- ▶ **Постсинаптическое** – связано с деятельностью специфических тормозных клеток. При возбуждении тормозной клетки выделяется специфический тормозный медиатор (глицин, ГАМК). В ответ на взаимодействие тормозного медиатора с рецептором постсинаптической мембраны, на мембране развивается гиперполяризация – **тормозный постсинаптический потенциал (ТПСП)**.
- ▶ Причина ее: увеличение проницаемости мембраны для ионов калия, который выходит из клетки.
- ▶ Постсинаптическое торможение менее избирательно и нейрон выключается из нервной деятельности.

**НЕРВНЫЙ ЦЕНТР** – это совокупность нейронов (структур) ЦНС, необходимых для осуществления рефлекса и регуляции отдельных функций организма.

# ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ (НЦ)

1. Одностороннее проведение возбуждения



2. Синаптическая задержка. Одна синаптическая задержка равняется 1-2 мс (0,5 мс на выделение медиатора, 1,5 мс на диффузию медиатора).
3. Высокая утомляемость (истощение запасов медиатора, энергетических ресурсов, адаптация постсинаптического рецептора к медиатору)
4. Суммация возбуждения – (В 1863 году открыл И.М. Сеченов) способность НЦ суммировать возбуждения подпороговой силы и давать рефлекторный акт

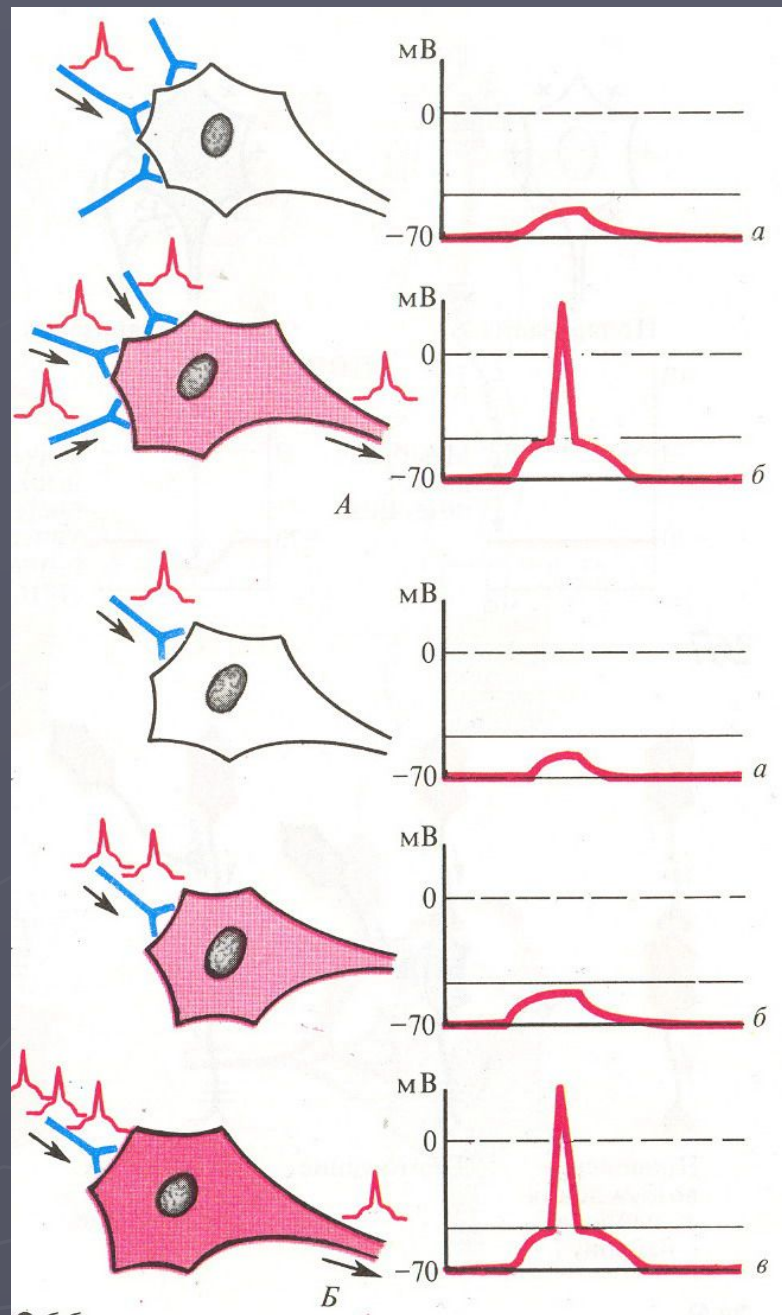
Различают два вида

суммации:

- пространственная

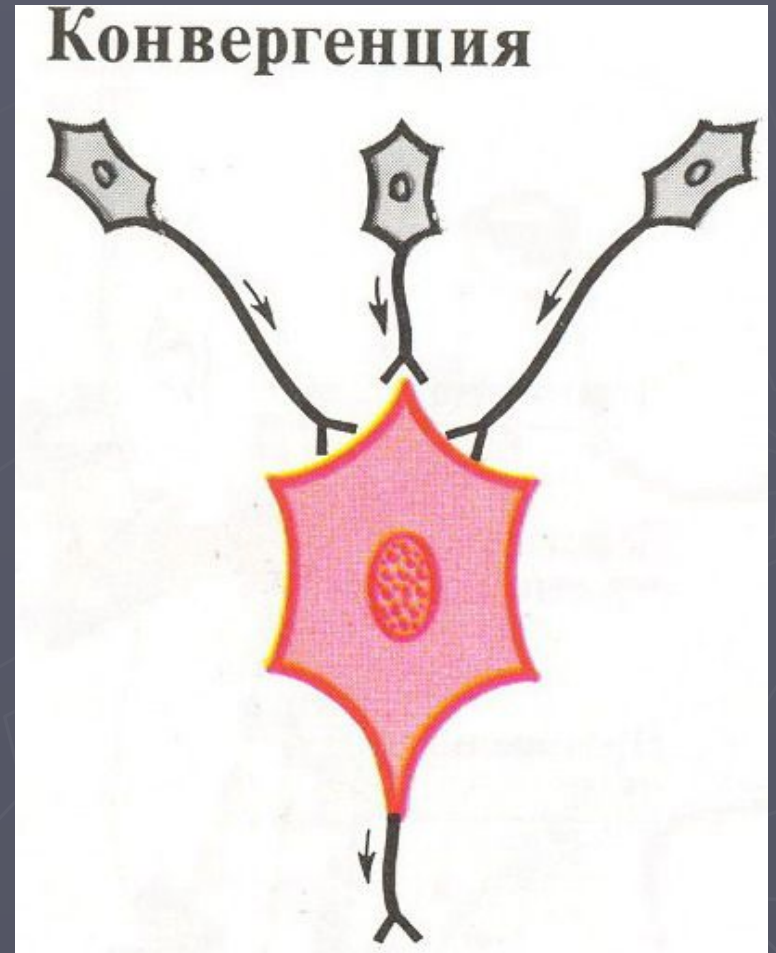
- последовательная или

временная



5. Конвергенция – схождения импульсов разной модальности на одних и тех же нервных центрах. Различают следующие виды конвергенции:

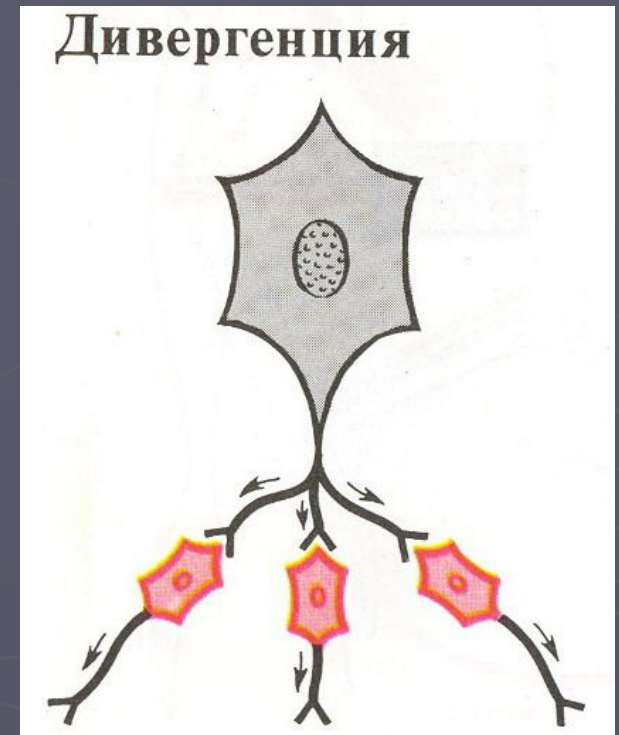
- мультисенсорная
- мультибиологическая
- сенсорно-биологическая
- аксональносенсорная



## 6. Дивергенция – способность НЦ

устанавливать многочисленные синаптические связи с различными клетками.

Благодаря этому НК могут участвовать в нескольких рефлекторных актах. Таким образом между НЦ отсутствует жесткая стабильность и координационные отношения могут меняться и в результате возникает адекватная рефлекторная реакция.

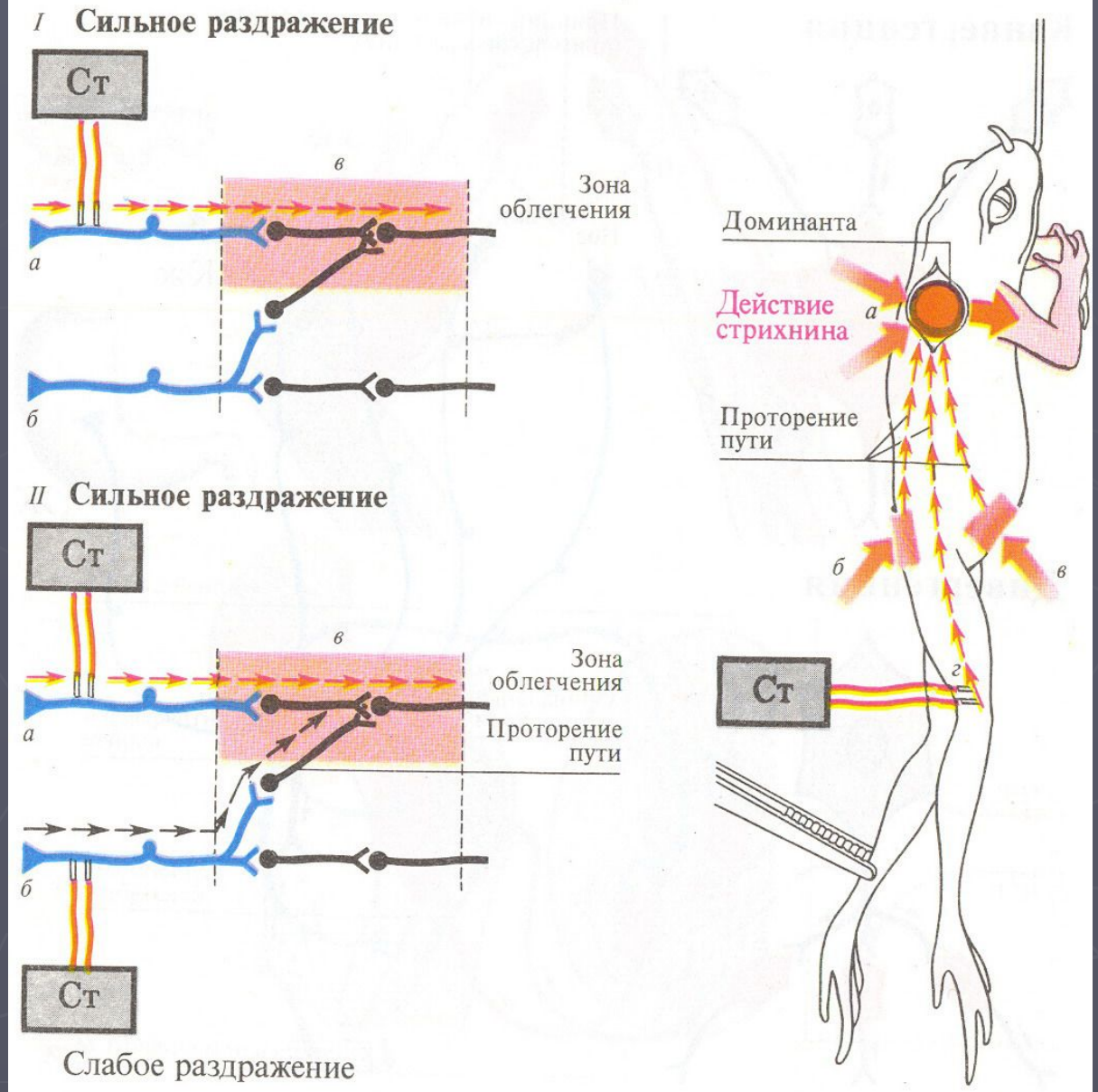


Конвергенция объясняет пространственную и временную суммацию

7. Окклюзия - «закупорка». Имеют частично перекрывающиеся рецептивные поля. Нервные центры
8. Облегчение – суммарная реакция выше арифметической суммы реакции при изолированном раздражении
9. Трансформация ритма и силы стимула
10. Последствие (продолжение реакции после прекращения раздражения)
  - кратковременное (следовая деполяризация)
  - длительное – циркуляция импульсов по замкнутым нейронным цепям.



# 11. Проторение пути



12. Низкая лабильность

13. Высокая чувствительность к гипоксии

14. Избирательная чувствительность к  
фармакологическим веществам

15. Тонус (фоновая активность)

16. Пластичность

**КООРДИНАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ.** Координация – взаимодействие нейронов в НЦ, обеспечивающее согласованную интегрированную деятельность всех центров, в результате которой возникает адекватная рефлекторная реакция.

Интегрированную, координированную функцию обеспечивают следующие закономерности:

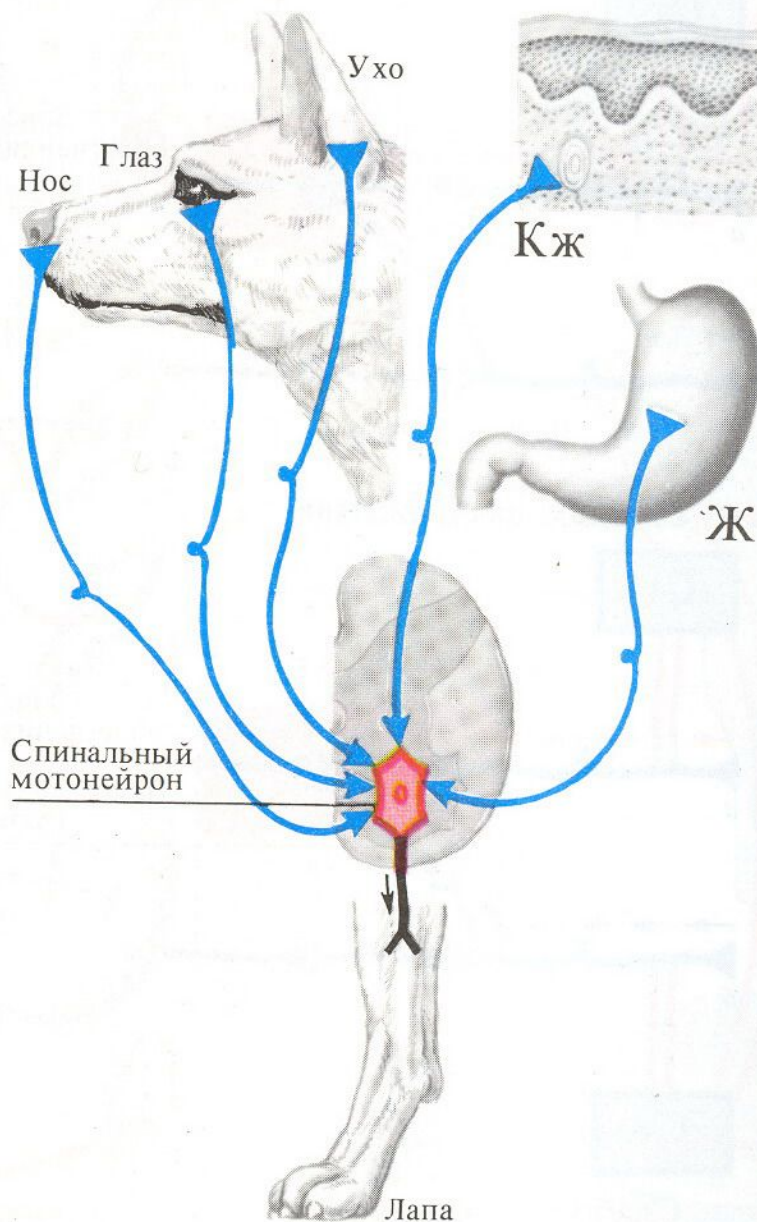
1. Иррадиация
2. Концентрация
3. Индукция – наведение противоположного процесса.

Виды индукции:

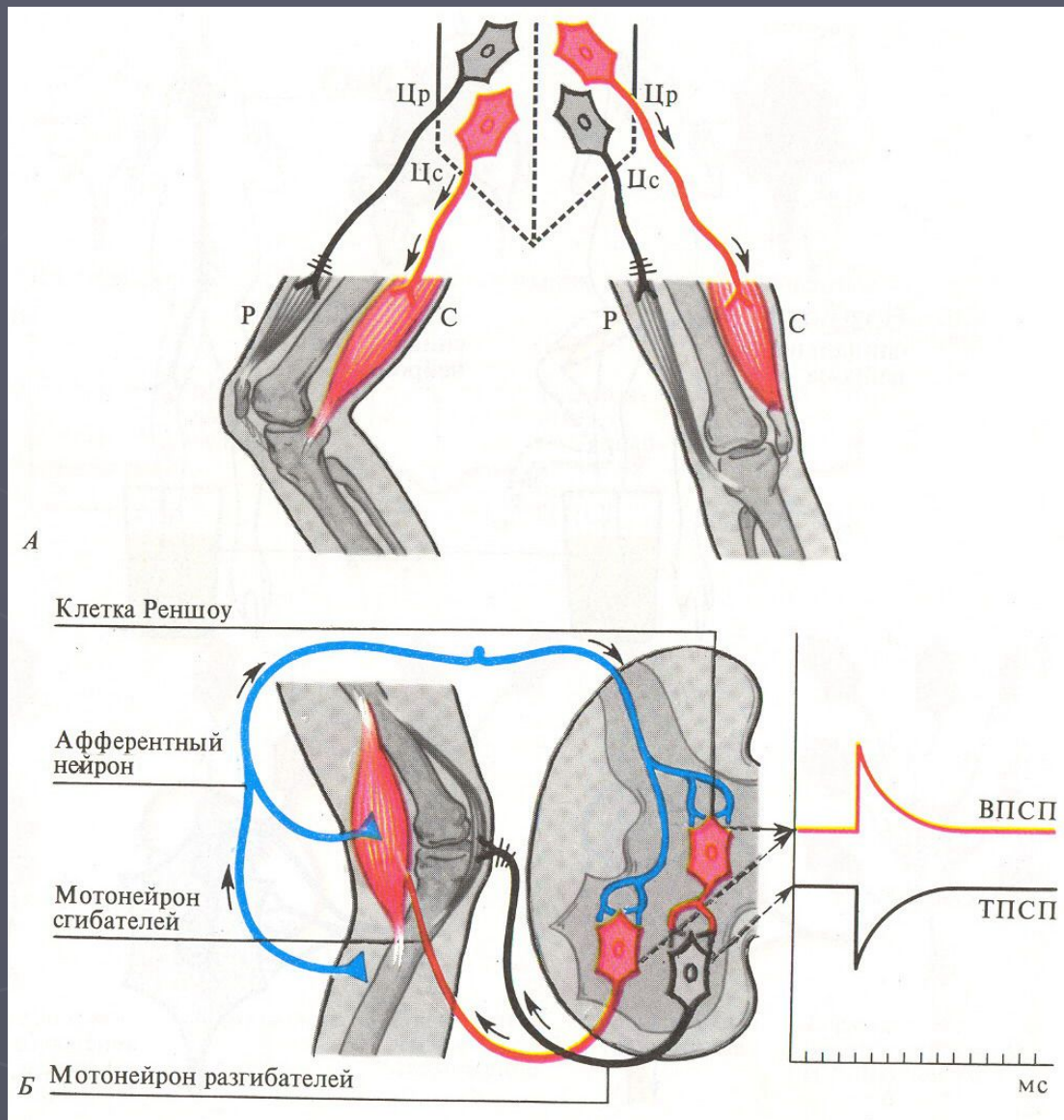
- одновременная
- последовательная
- положительная
- отрицательная

IV. Принцип общего конечного пути («воронки»), установил Ч. Шеррингтон.

Принцип «общего конечного пути»  
(пример конвергенции)



V. Принцип реципрокности, т.е. сопряженная, взаимосвязанная иннервация. (мышцы - антагонисты), (вдох — выдох).



VI. Принцип обратной связи

VII. Доминанта – открыл А.А. Ухтомский. Доминанта – временно господствующий очаг возбуждения, характеризуется следующими свойствами:

1. способность суммировать возбуждения
2. повышенная возбудимость
3. стойкость возбуждения
4. инертность возбуждения
5. сопряженное торможение других центров
6. способность притягивать импульсы, приходящие к другим центрам.