
Лекция 2

***Общая физиология
центральной нервной
СИСТЕМЫ***

*Клетки центральной нервной системы,
функции и особенности строения*

ИХ

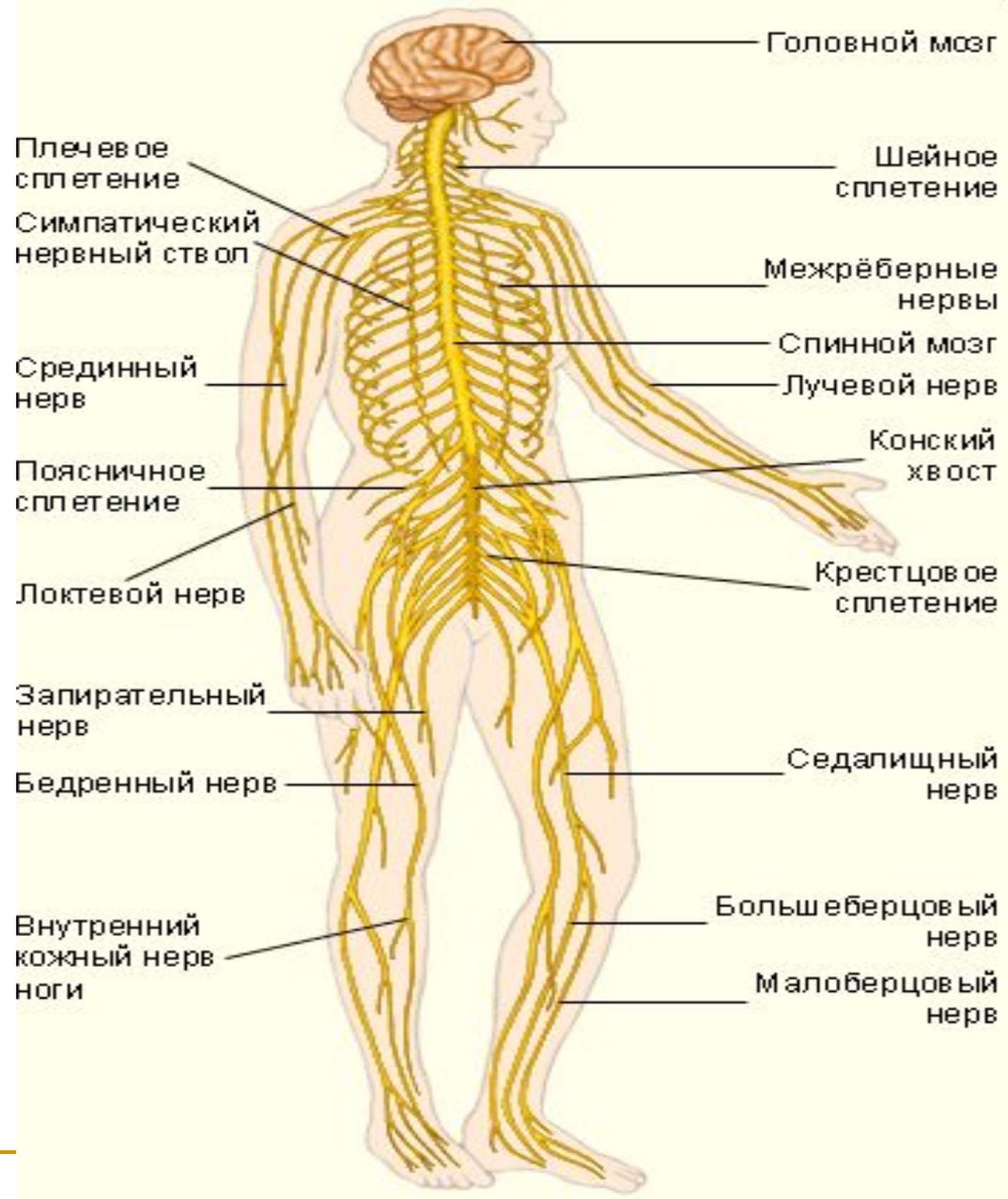
ТЕМА: НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ

ПЛАН

1. Физиологические свойства нервных центров
 2. Механизмы координационной деятельности
-

НЕРВНАЯ СИСТЕМА -

сложная сеть структур, пронизывающая весь организм и обеспечивающая саморегуляцию его жизнедеятельности благодаря способности реагировать на внешние и внутренние воздействия (стимулы).



Нервная система:

- **Центральная** - головной и спинной мозг;
 - **Периферическая** - все нервы и узлы, лежащие за пределами ЦНС.

 - **Соматическая** - регулирует работу скелетных мышц и органов чувств;
 - **Вегетативная** - регулирует работу внутренних органов и желез.
-

-
- Принципы нейронной организации (Р.Кахаль):
 - Нейроны с отростками составляют единое морфологическое целое;
 - Нейроны генетически едины, происходят из одних нейробластов;
 - Нейрон един функционально;
 - Возбуждение по нейрону распространяется в одном направлении от дендритов-к аксонам;
 - Нейрону присуще трофическое единство (при удалении тел нейронов погибают аксоны и при перевязке аксона возникает гибель клетки).
 - Нейрон как единое целое участвует в патологических реакциях
-

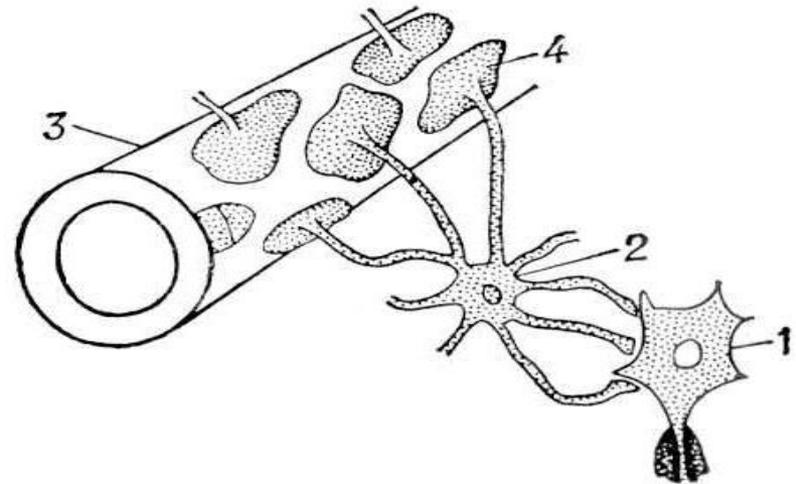
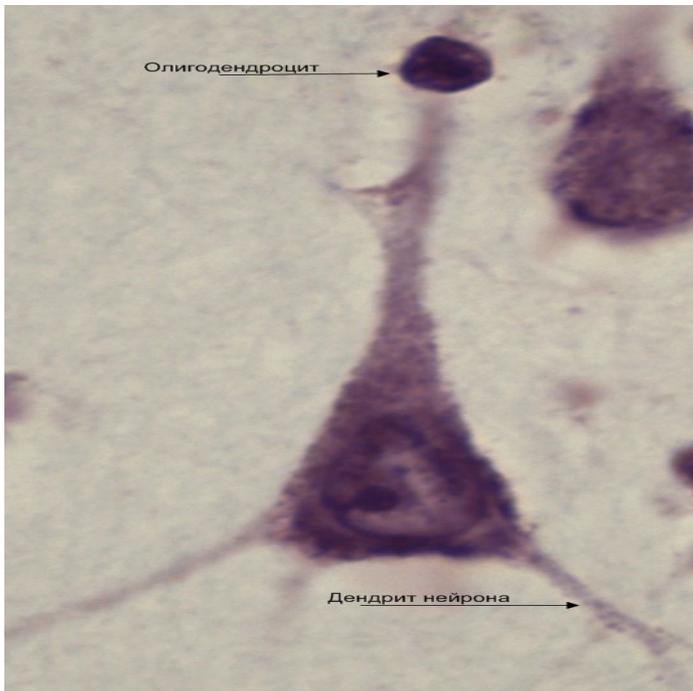
НЕРВНАЯ СИСТЕМА -

нервные клетки (нейроны) – 10%

Обеспечивают генерацию, проведение, анализ нервных импульсов;

клетки нейроглии – 90%;

Выполняют опорные, защитные, трофические, изоляционные функции.

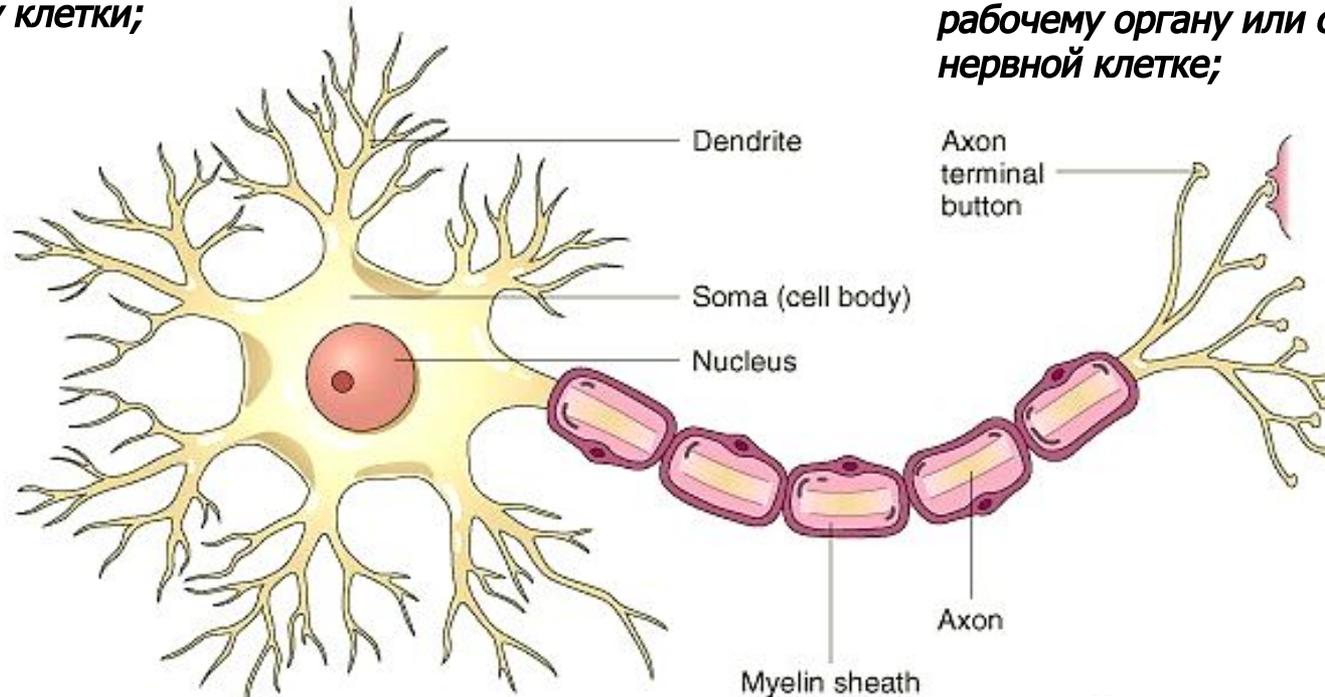


Схематическое изображение взаимоотношений нейрона (1), глиальной клетки (2) и капилляра (3); 4 — окончание отростка глиальной клетки на стенке капилляра.

Строение нейрона

Дендрит

Функция : получение сенсорной информации и проведение ее к телу клетки;



АКСОН

Функция: проведение нервного импульса от тела клетки к рабочему органу или соседней нервной клетке;

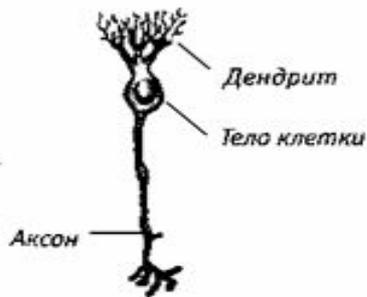
Тело (перикарион)

Функция: сбор, анализ поступающей информации, синтез медиатора и АТФ;

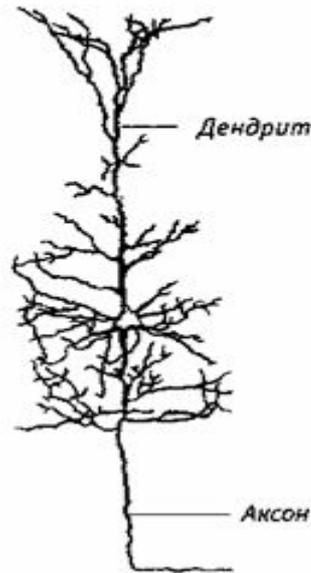
АКСОННЫЙ ХОЛМИК

Функция: генерация нервного импульса;

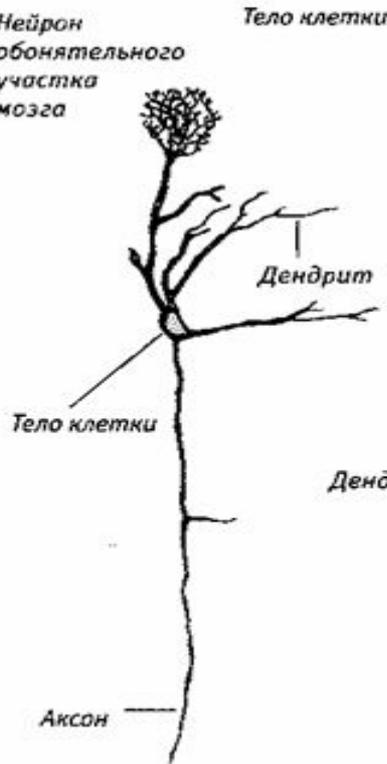
Нейрон сетчатки глаза



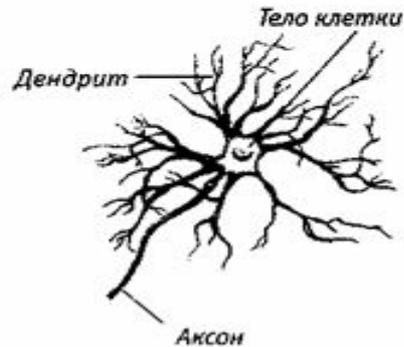
Нейрон коры мозга



Нейрон обонятельного участка мозга



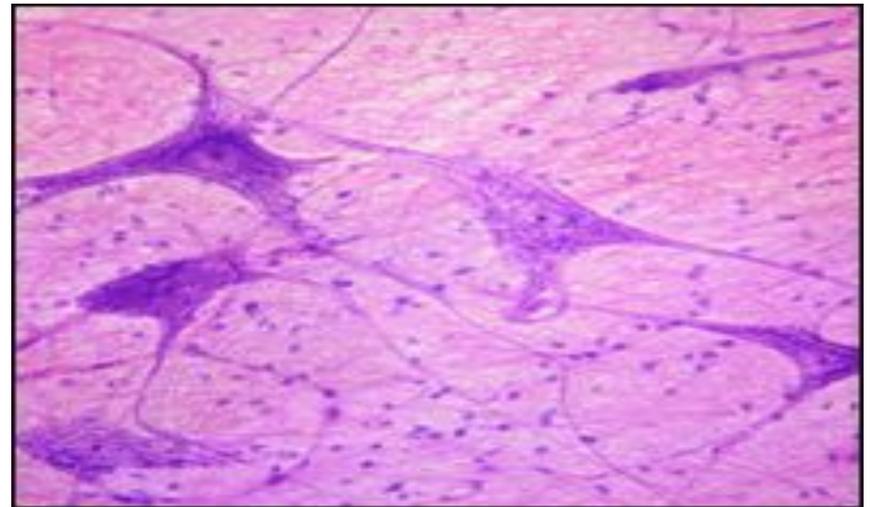
Нейрон спинного мозга



Виды нейронов

По форме:

- Пирамидные;
- Веретенообразные;
- Звездчатые;
- Сферические;
- Зернистые и др.,



Виды нейронов

По химической структуре преимущественно выделяемых в окончаниях их аксонов веществ:

- холинергические,
- пептидергические,
- норадренергические,
- дофаминергические,
- серотонинергические и др.

По чувствительности к действию раздражителей:

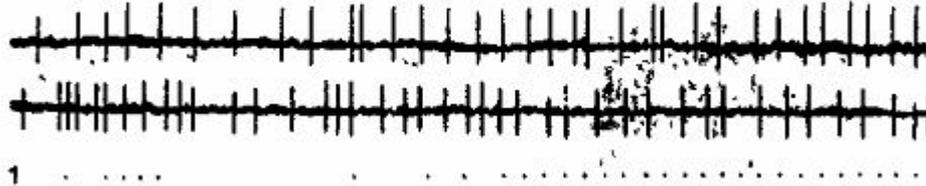
- Моносенсорные (располагаются чаще в первичных проекционных зонах коры и реагируют только на сигналы своей модальности);
 - Бисенсорные (чаще располагаются во вторичных зонах коры какого-либо анализатора и могут реагировать на сигналы как своей, так и другой модальности);
 - Полисенсорные (это чаще всего нейроны ассоциативных зон мозга; они способны реагировать на сигналы нескольких сенсорных систем).
-

Виды нейронов

- **Молчащие нейроны** - проявляют импульсную активность только в ответ на какое-либо раздражение.
- **Фоновые нейроны** (фоновоактивные)- проявляющие свою активность вне воздействия раздражителя;

Типы активности фоновых нейронов:

- 1) непрерывно-аритмичный тип (нейроны могут генерировать импульсы непрерывно с некоторым замедлением или увеличением частоты разрядов); значение – обеспечивают тонус нервных центров.



- 2) пачечный тип (нейроны выдают группу импульсов с коротким межимпульсным интервалом, после этого наступает период молчания и вновь возникает группа, или пачка, импульсов



- 3) Групповой тип активности – характеризуется аperiodическим появлением в фоне группы импульсов (межимпульсные интервалы составляют от 3 до 30 мс), сменяющихся периодом молчания.



Виды нейронов

По выполняемым функциям:

- **Чувствительные (афферентные)**

Функция: получение информации от рецепторов и передача ее в вышележащие структуры ЦНС.

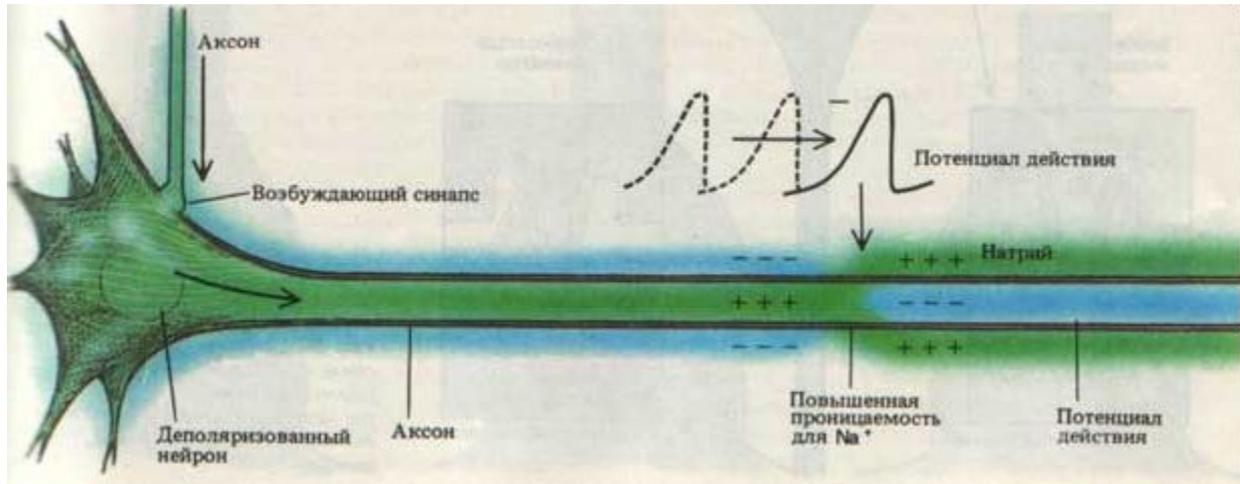
- **Вставочные (ассоциативные).**

Функция: получение информации от одной нервной клетки и передача ее другой. Обеспечивают взаимодействие между нейронами ЦНС.

- **Двигательные (эфферентные);**

Функция: передача информации от нервной клетки к рабочим органам (мышцам, секреторным клеткам).

Проводимость нейрона



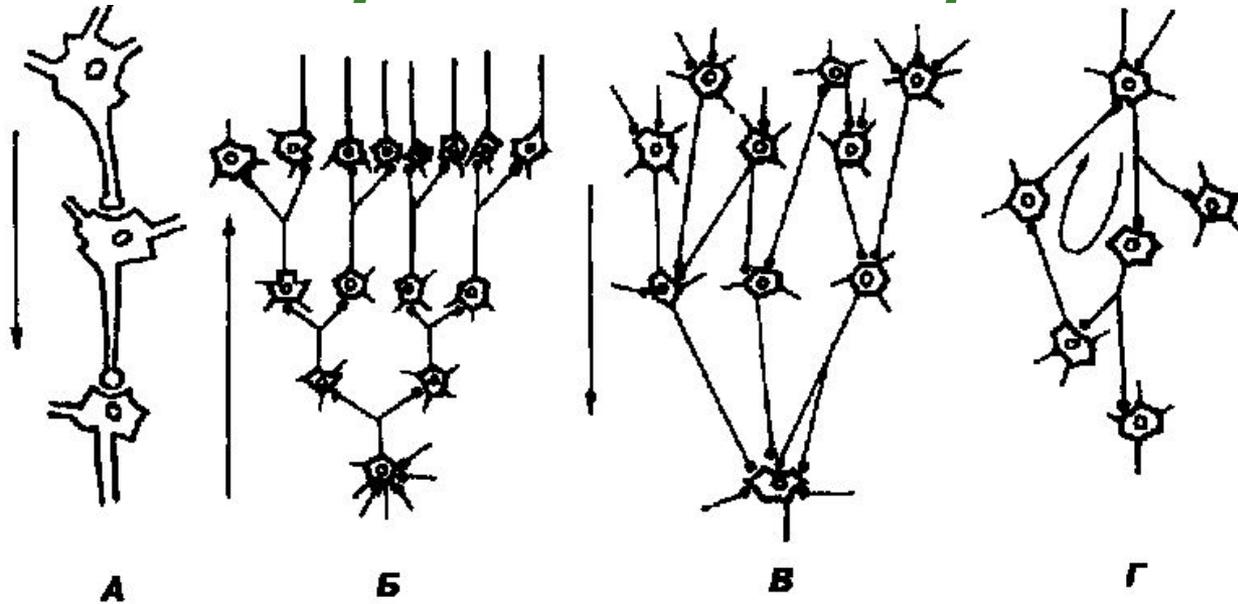
Скорость проведения по нейрону зависит от строения нервного волокна (наличия, отсутствия миелиновой оболочки) и его диаметра.

- Миелиновые волокна проводят нервный импульс со скоростью 5-120 м/с;
- Немиелинизированные нервные волокна – 0,5-2 м/с.

Функции нейронов:

- Рецепторная;
 - Хранение информации;
 - Интегративная;
 - Синтезирующая;
 - Транспортная;
 - Генераторная;
 - Кодировочная;
 - Проводниковая;
 - Секреторная;
 - Трофическая
-

Функциональные межнейронные образования в ЦНС



- А. НЕРВНЫЕ ЦЕПИ
 - Б. ДИВЕРГЕНТНЫЕ СЕТИ
 - В. КОНВЕРГЕНТНЫЕ СЕТИ
 - Г. КОЛЬЦЕВЫЕ СЕТИ
-
- НЕЙРОННЫЕ АНСАМБЛИ - группа нейронов, всегда работающих совместно
 - НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ - это совокупность нейронов, расположенных в различных отделах ЦНС, которые принимают участие в осуществлении какого-либо рефлекторного акта.

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

Классификация по локализации:

спинальные, стволловые,
мозжечковые, подкорковые,
корковые

По функциональной активности:

- Моторные;
- Сенсорные;



По сложности:

- Простые;
- Сложные;

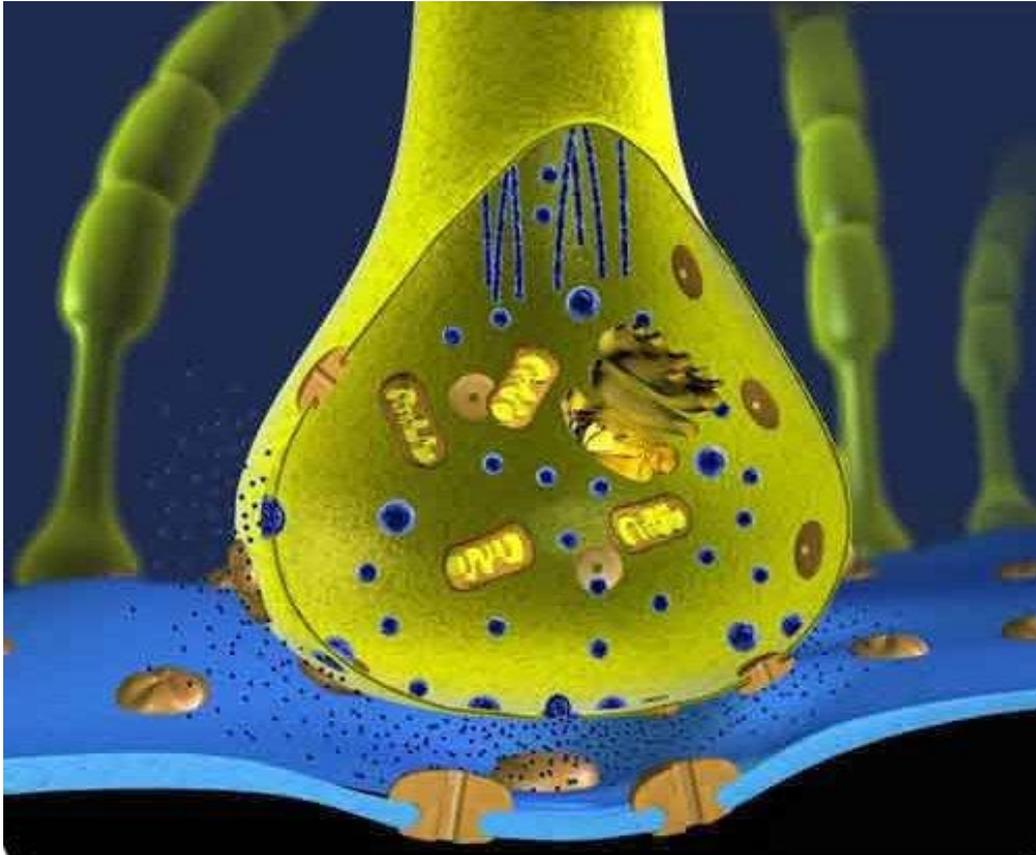


От типа регулируемых функций:

- Соматические;
- Вегетативные;
- Психические.



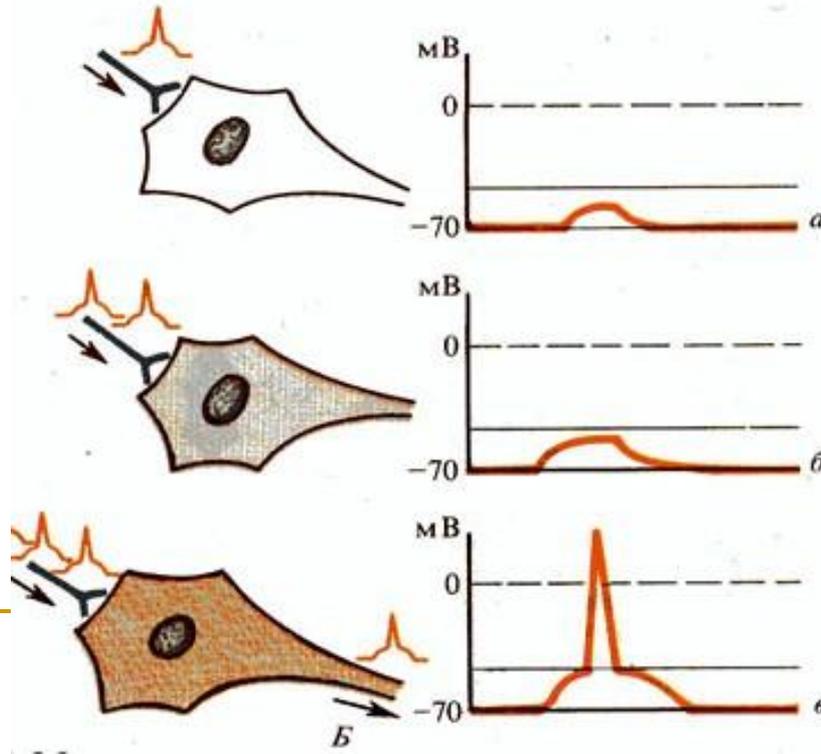
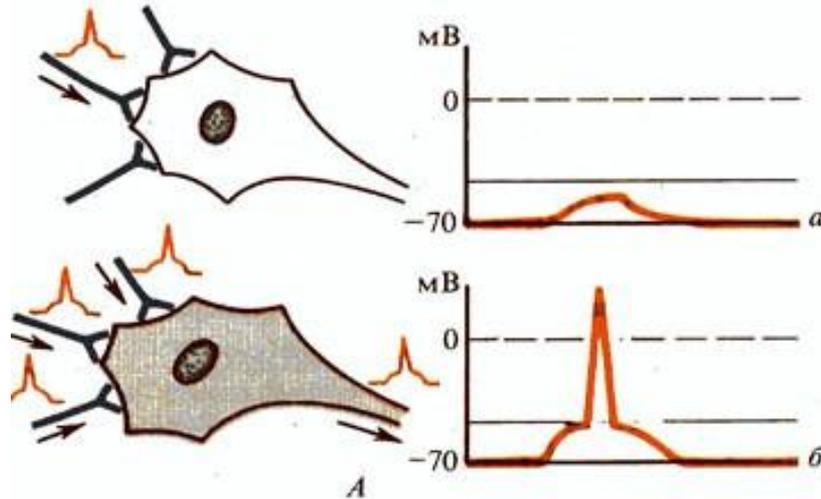
Свойства нервных центров



1. Одностороннее
проведение
возбуждения от рецептора
к эффектору -связано с
тем, что химические
синапсы пропускают
возбуждение только в
сторону
постсинаптической
мембраны

2. Явление суммации:

- А — **пространственная** суммация в результате одновременно наносимых раздражений:
 - а — передача возбуждения с одного аксона (уменьшение мембранного потенциала),
 - б — передача возбуждения с трех аксонов и генерация потенциала действия;
- Б — **временная** суммация в результате последовательно наносимых раздражений:
 - а - одно раздражение,
 - б - два раздражения,
 - в - три раздражения и генерация потенциала действия.



3. Центральная задержка возбуждения

Время прохождения возбуждения через синапс составляет 0,05-0,07 мсек. Чем больше синапсов в нервном центре, тем больше центральное время рефлекса.

-
- 4.низкая функциональная лабильность (значительное время распространения по нейронам н.ц.)
-

5. Высокая чувствительность к изменениям внутренней среды

- $t^{\circ}\text{C}$,
- O_2 ,
- pH,
- ГЛЮКОЗЫ,
- ТОКСИНАМ.

6. Быстрая утомляемость (*синаптическая депрессия, истощение запаса медиатора*)

- Ионы,
- метаболиты,
- pH,
- энергия,
- медиаторы.

7. Пластичность (*способность к перестройкам, синаптическое облегчение и депрессия*)

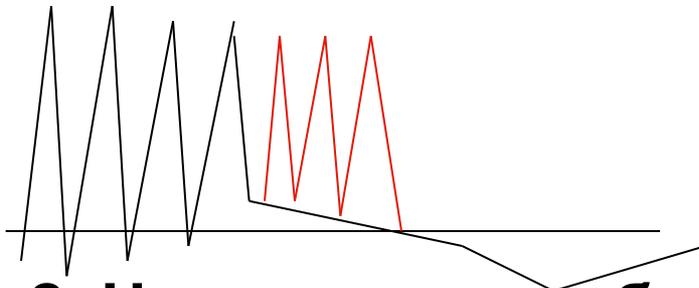
8. Селективная хемочувствительность

Избирательная чувствительность к различным химическим агентам обусловлена наличием на мембране нейронов разнообразных белковых рецепторов.

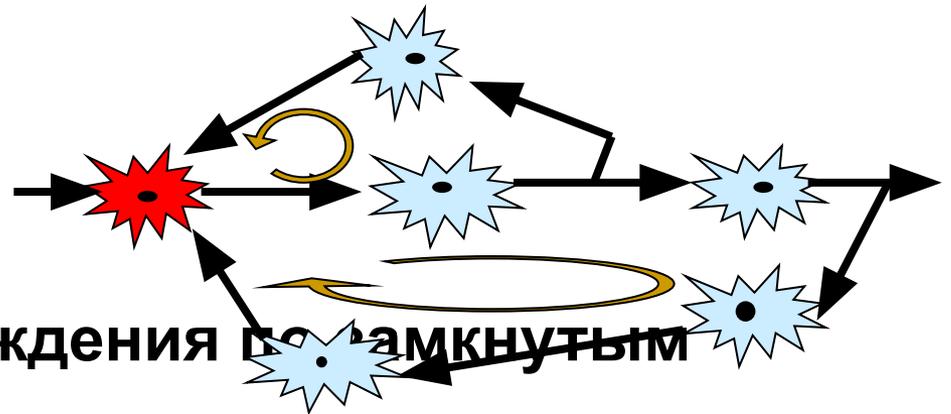
9.Рефлекторное последствие – продолжение рефлекторного акта после прекращения поступления афферентных сигналов.

Причины:

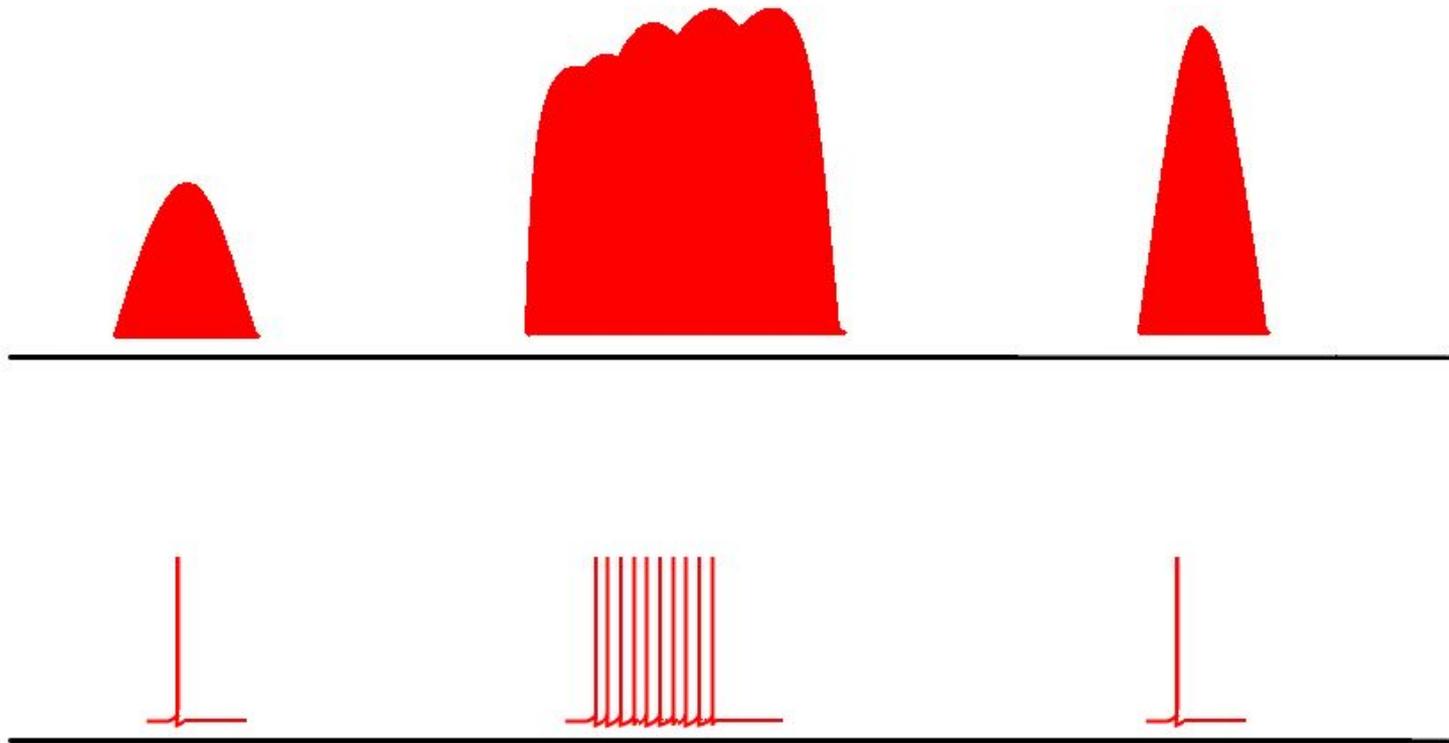
1. Суммация следовой деполяризации при длительном возбуждении



2. Циркуляция возбуждения по замкнутому нейронным цепям



10. Посттетаническая потенция



выражается в облегчении передачи сигнала через синапс в течение десятков секунд или нескольких минут после периода синаптической активности. В основе ПТП лежит увеличение вероятности выделения квантов медиатора из пресинаптических нервных окончаний. Предполагается, что ПТП — один из механизмов обучения и памяти.

10. Фоновая активность (тонус) нервных

центров определяется:

- Состояние доминанты (опыт В.А. Ухтомского);
 - Субординация и реципрокность в работе н.ц.
-

Принцип доминанты открыт А. А. Ухтомским

- Учение о доминанте как рабочем принципе работы нервной системы.
- Доминантным называется временно господствующий в нервных центрах очаг (доминантный центр) повышенной возбудимости.
- Свойства: повышенная возбудимость, стойкость, инертность возбуждения, способность к суммированию возбуждения, торможение рефлексов, не входящих в систему доминантной ответной реакции.

11. Высокая чувствительность к гипоксии

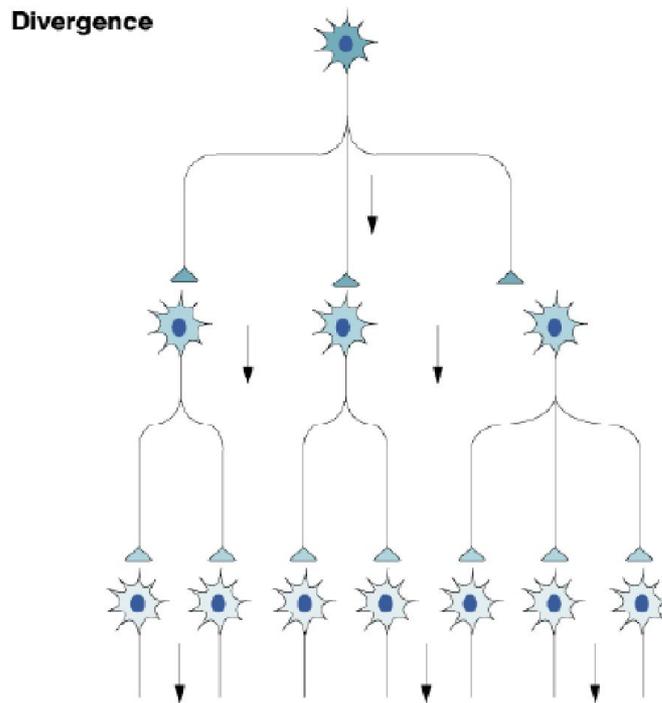
Обусловлена тем, что энергию для своей работы нервные клетки получают исключительно за счет окислительного фосфорилирования глюкозы.

Чем более «продвинут» эволюционно отдел ЦНС, тем меньшее время он может жить без кислорода.

Кора мозга – 5 минут, спинальные нейроны – до 1 часа.

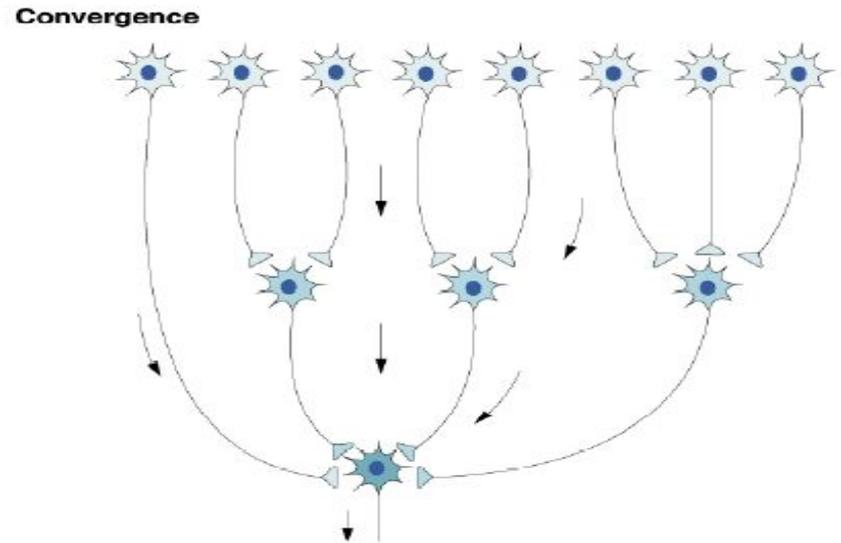
Особенности распространения возбуждения в ЦНС

- 1. иррадиация (дивергенция) возбуждения – распространение возбуждения по афферентным волокнам от одного нейрона через коллатерали его аксона к другим нервным клеткам.

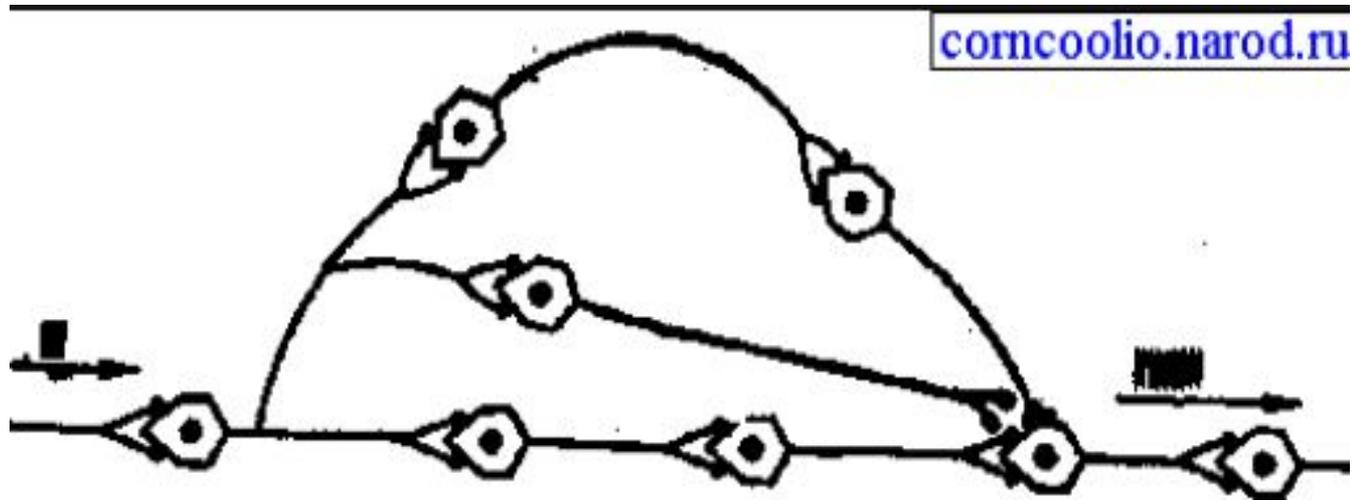


Принципы координации деятельности нервных центров

2. **Конвергенция – схождение импульсов по множеству афферентных волокон, к одному нейрону: мультисенсорное, мультибиологическое, сенсорно-биологическое, аксонально-сенсорно-биологическое**



3. мультипликация возбуждения – благодаря синаптическим задержкам импульсы по параллельным цепям направляются на общий эфферентный нейрон



4.Пролонгирование возбуждений (импульс проходит по основной цепи, а копии по коллатерали через промежуточный нейрон повторно возбуждая исходную клетку. Количество импульсов = времени циркуляции возбуждений в системе вставочных нейронов)

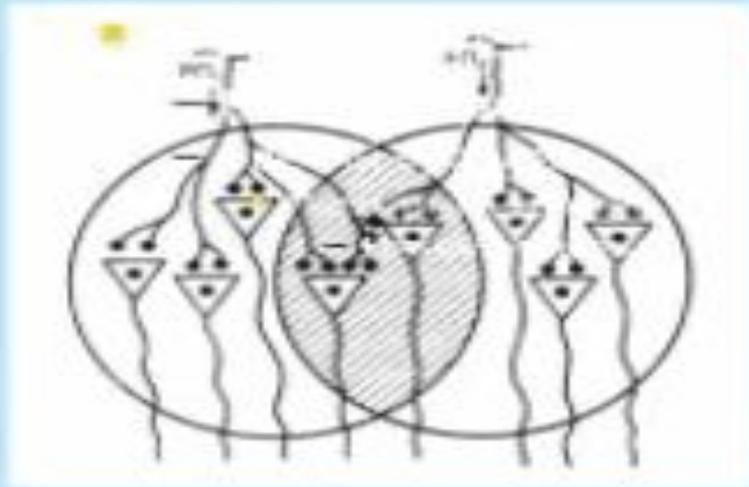
РЕВЕРБЕРАЦИЯ И ПРОЛОНГИРОВАНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ В НЕРВНОЙ СЕТИ по Лоренто-де-Но

Циркуляция сигналов в замкнутых сетях нейронов удлинняет время возбуждения нейронов в сети



5. Оклюзия (закупорка) – суммарный результат реакции может оказаться меньшим, чем сумма взаимодействующих реакций.

Особенности распространения возбуждения в ЦНС: окклюзия



Феномен окклюзии (по Шеррингтону).
PP1, PP2 – рецептивные поля.

Феномен окклюзии (<лат. *occlusus* запертый) – уменьшение (ослабление) ответной реакции при совместном раздражении двух рецептивных полей по сравнению с арифметической суммой реакций при изолированном (раздельном) раздражении каждого из рецептивных полей.

Причина феномена – перекрытие лутей на вставочных или эфферентных нейронах благодаря конвергенции.

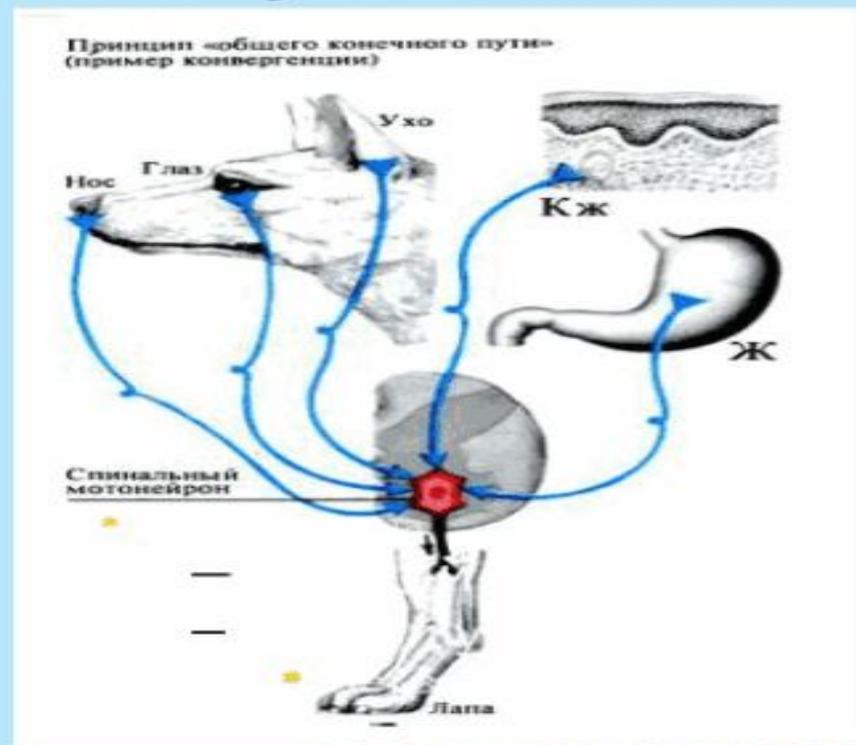
6. Принцип общего конечного пути Ч.Шеррингтона – мотонейроны спинного мозга представляют конечный путь разнообразных рефлексов (возникает конкуренция различных возбуждений ЦНС)

Принципы координации нервных центров: «общий конечный путь»

Согласно этому принципу к одному мотонейрону приходит множество импульсов от различных рефлексогенных зон, но только некоторые из них приобретают рабочее значение.

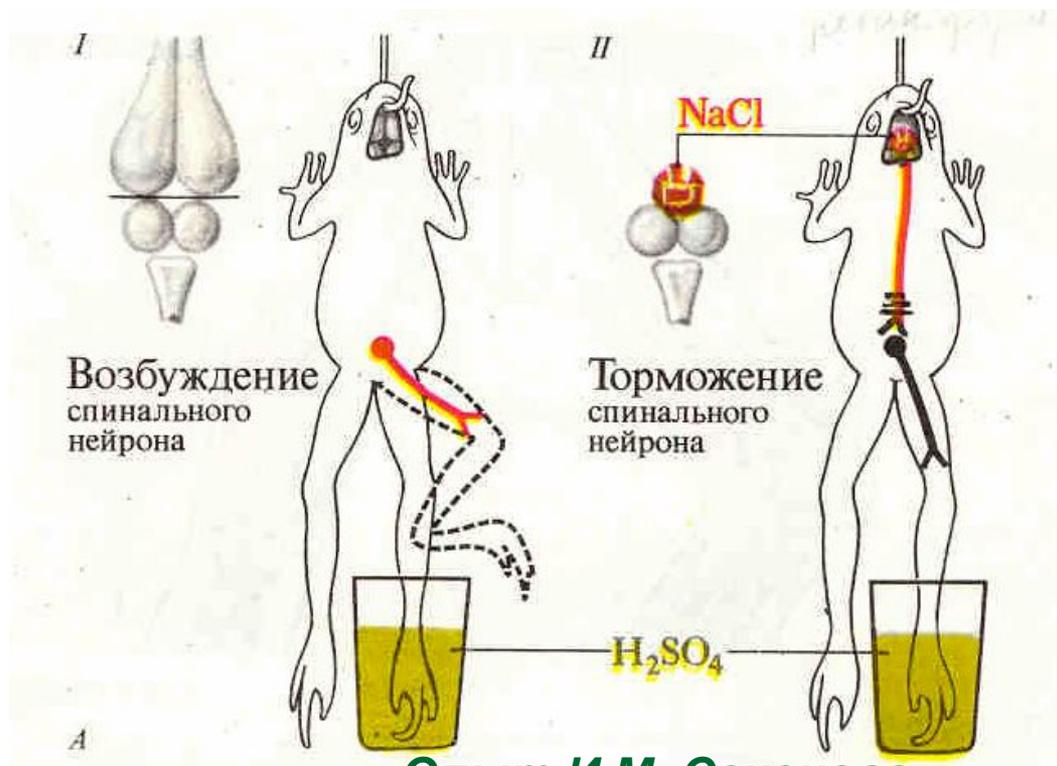
Самые разнообразные стимулы могут стать причиной одной и той же рефлекторной реакции, т.е. происходит борьба за «общий конечный путь».

Функциональные особенности нервных центров определяют какой из импульсов, сталкивающихся на пути к мотонейрону, окажется победителем и завладеет общим конечным путем.



Торможение в ЦНС

- активный самостоятельный нервный процесс, проявляющийся внешне в подавлении или ослаблении процесса возбуждения и характеризующийся определенной интенсивностью и длительностью.



Опыт И.М. Сеченова

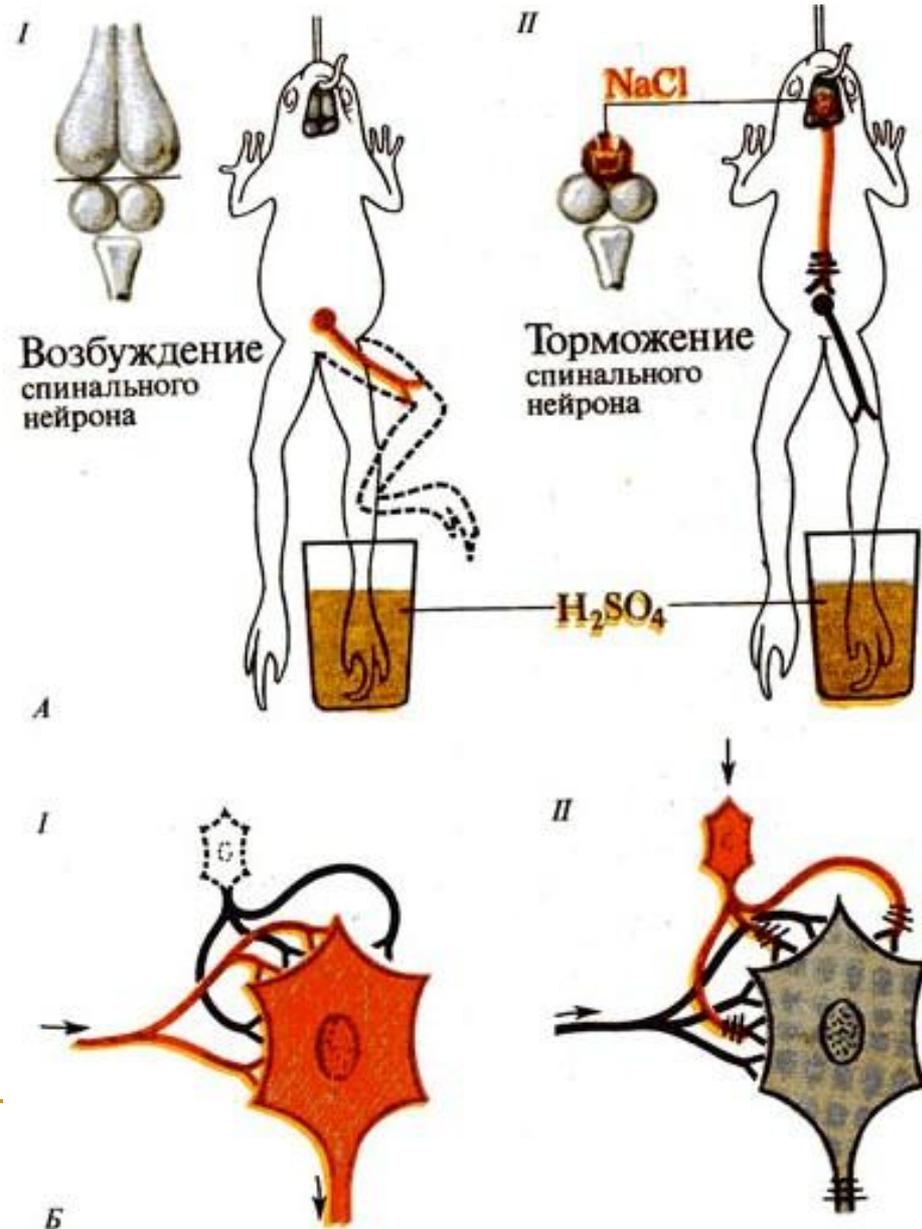
«Сеченовское торможение»:

А - схема опыта:

- I - определение времени рефлекса у бесполушарной лягушки,
- II - увеличение времени рефлекса у той же лягушки после наложения кристаллика NaCl на область зрительных долей;

Б - предполагаемый механизм торможения:

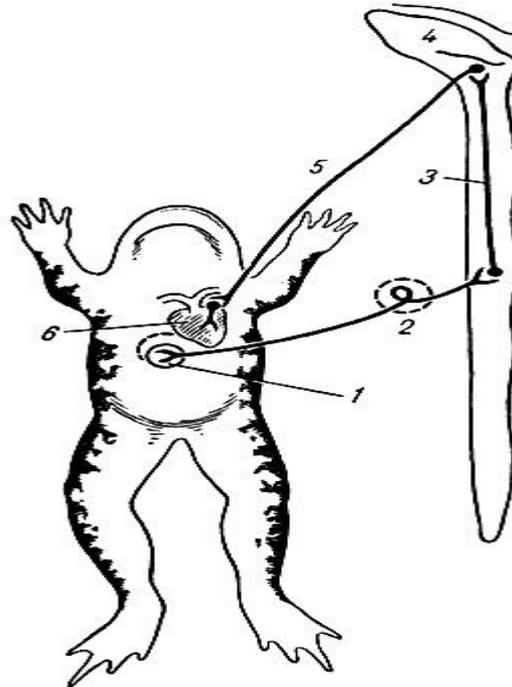
- I - проведение возбуждения к мотонейрону,
- II - нисходящее тормозное влияние на мотонейрон (возбуждающие синапсы обозначены красным, тормозящие — черным).



-
- вывод И.М. Сеченова : торможение является следствием взаимодействия 2-х и более возбуждений на спинальных нейронах: возбуждение обусловленного раздражением рецепторов соляной кислотой, и возбуждение , обусловленного раздражением зрительных бугорков кристалликом соли.
-

Опыт Гольца

- Возбуждение рецепторов внутренних органов, если оно достаточно сильное, может изменить деятельность сердца. В 60-х годах XIX столетия Гольцем были описаны рефлексорные влияния на сердце, идущие от рецепторов кишечника или желудка. При легком поколачивании по кишечнику или желудку лягушки Гольц наблюдал резкое угнетение деятельности сердца вплоть до ее прекращения. Рефлекторная дуга этого рефлекса (рис. 15) начинается от рецепторов внутренних органов, от которых нервные импульсы поступают по чревному нерву через узлы симпатической цепочки и соединительные веточки в спинной мозг; по спинному мозгу возбуждение достигает центра блуждающих нервов в продолговатом мозге. Под влиянием пришедших нервных импульсов резко увеличивается активность нейронов ядер блуждающих нервов, что приводит к типичному их влиянию на деятельность сердца.



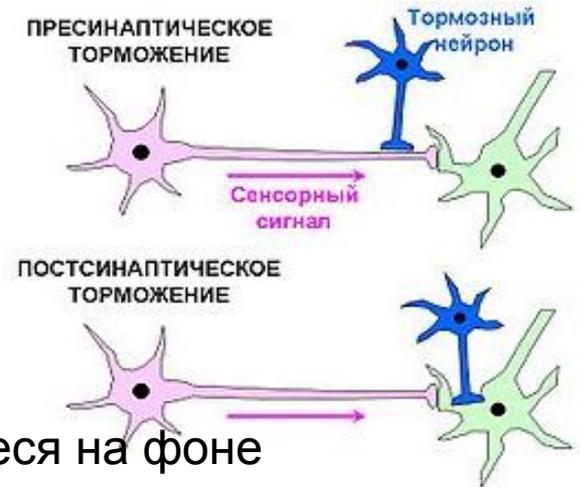
Опыт Мегун

- Наличие специальных тормозных структур в продолговатом мозге доказал Х.Мегун (1944). В опытах на кошках при изучении разгибательного рефлекса Х.Мегун установил, что раздражение медиальной части ретикулярной формации продолговатого мозга тормозит рефлекторную активность спинного мозга.

Виды торможения

- **Первичное торможение** – вид торможения, для возникновения которого необходимо наличие специальных тормозных структур;

Постсинаптическое Пресинаптическое



- **Вторичное торможение** – состояние, развивающееся на фоне предыдущего возбуждения и не требующее для своего возникновения специальных тормозных структур;

Пессимальное

развивается в возбуждающих синапсах в результате сильной деполяризации постсинаптической мембраны под влиянием частого поступления нервных импульсов, не соответствующее лабильности синапсов;

Парабиотическое

развивается при патологических состояниях, когда лабильность структур центральной нервной системы снижается или происходит очень массивное одновременное возбуждение большого числа афферентных путей, как, например, при травматическом шоке;

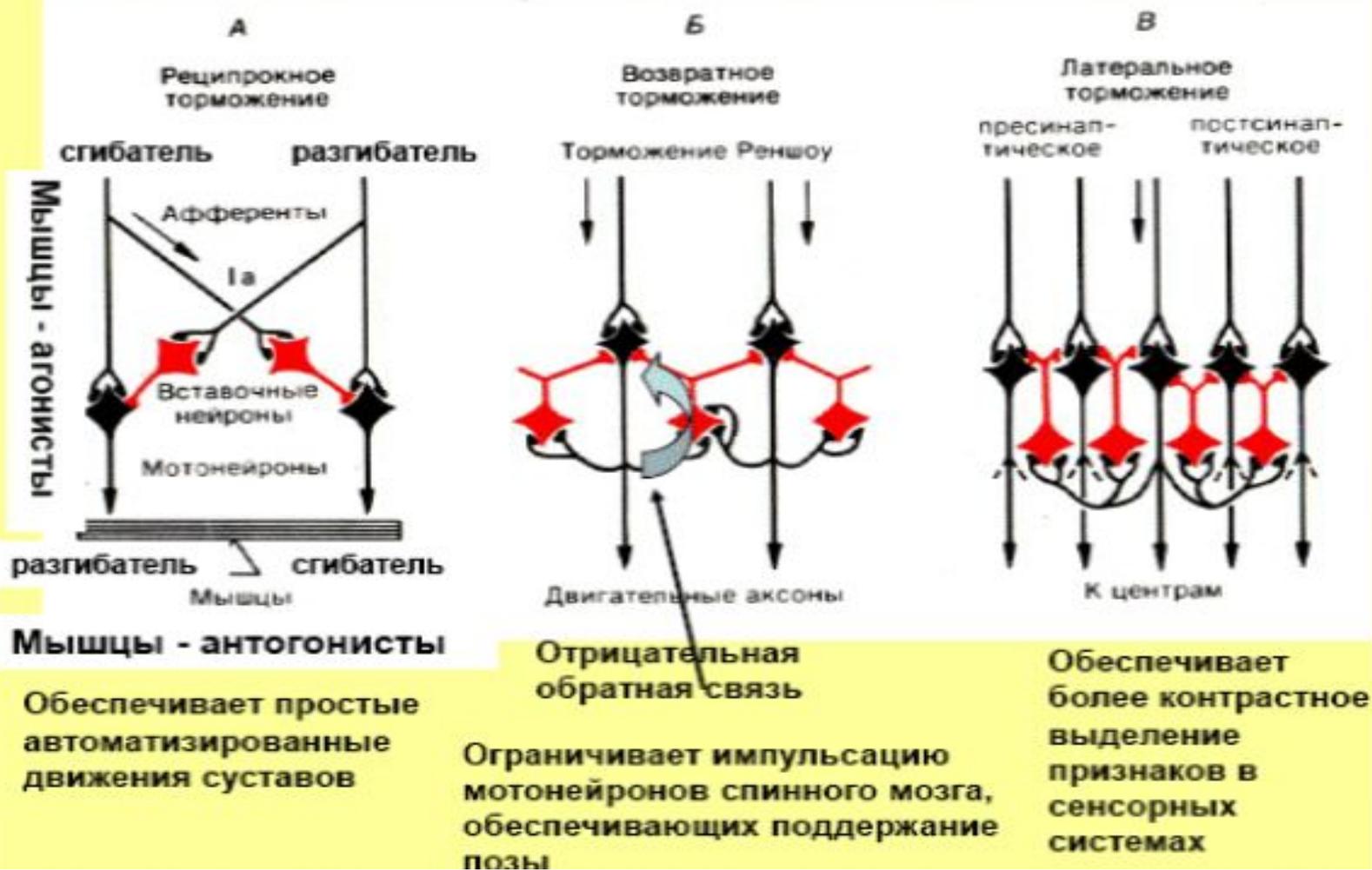
Индукционное торможение

развивается в нейронах после окончания возбуждения в результате сильной следовой гиперполяризации мембраны (постсинаптической).

По конфигурации нейрональных связей:

- возвратное (тормозящее действие вставочных нейронов на те клетки, которые их активируют)- процесс торможения эфферентных нейронов вызывается импульсами, возвращающимися к ним через промежуточные тормозные нейроны;
- Латеральное – торможение вызванное возбуждением соседних групп нейронов;
- Реципрокное – поочередное торможение эфферентных нейронов с участием тормозных клеток.

Торможение в локальных нейронных сетях



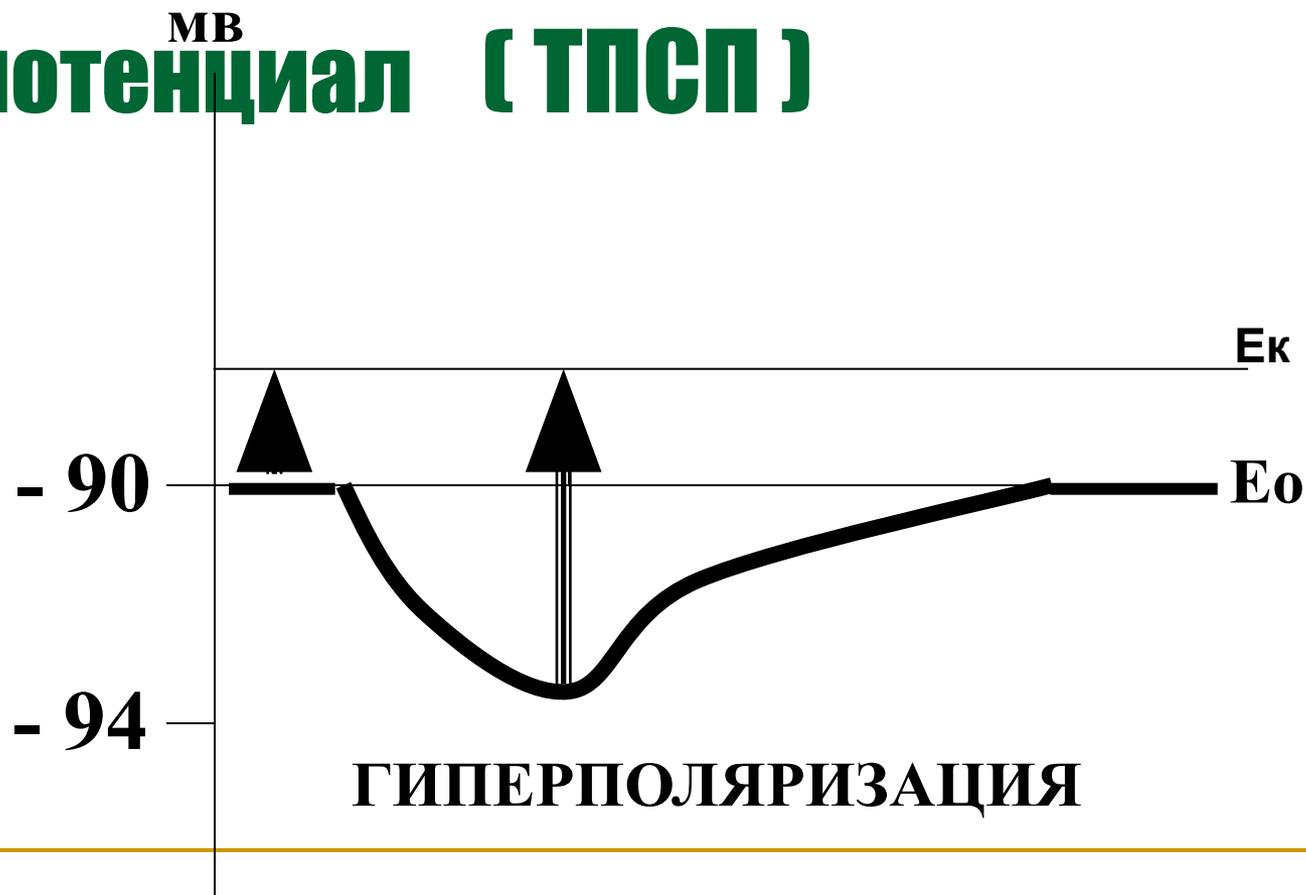
По отделам:

- Спинальное, ретикулярное, таламическое, мозжечковое, корковое.
-

По локализации на теле нейрона:

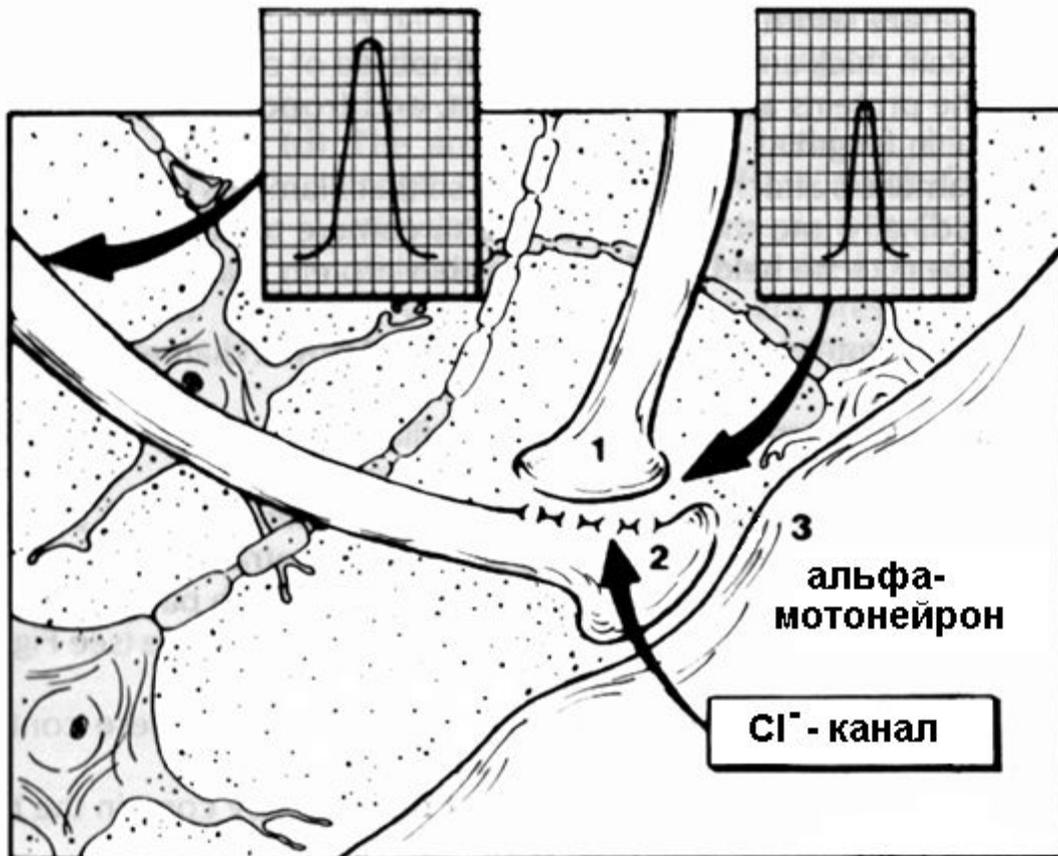
- Постсинаптическое торможение – возникает при обязательном участии тормозного вставочного нейрона;
 - Пресинаптическое при участии аксо-аксонального вставочного нейрона на пресинаптическом окончании основного нейрона с выделением ГАМК хлора, деполяризацией мембраны;
-

Постсинаптическое торможение Тормозной постсинаптический потенциал (ТПСП)

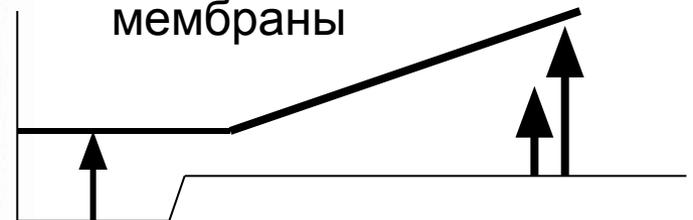


ПРЕСИНАПТИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ

1 - аксон тормозного нейрона; 2 - аксон возбуждающего нейрона; 3 -
постсинаптическая мембрана альфа-мотонейрона

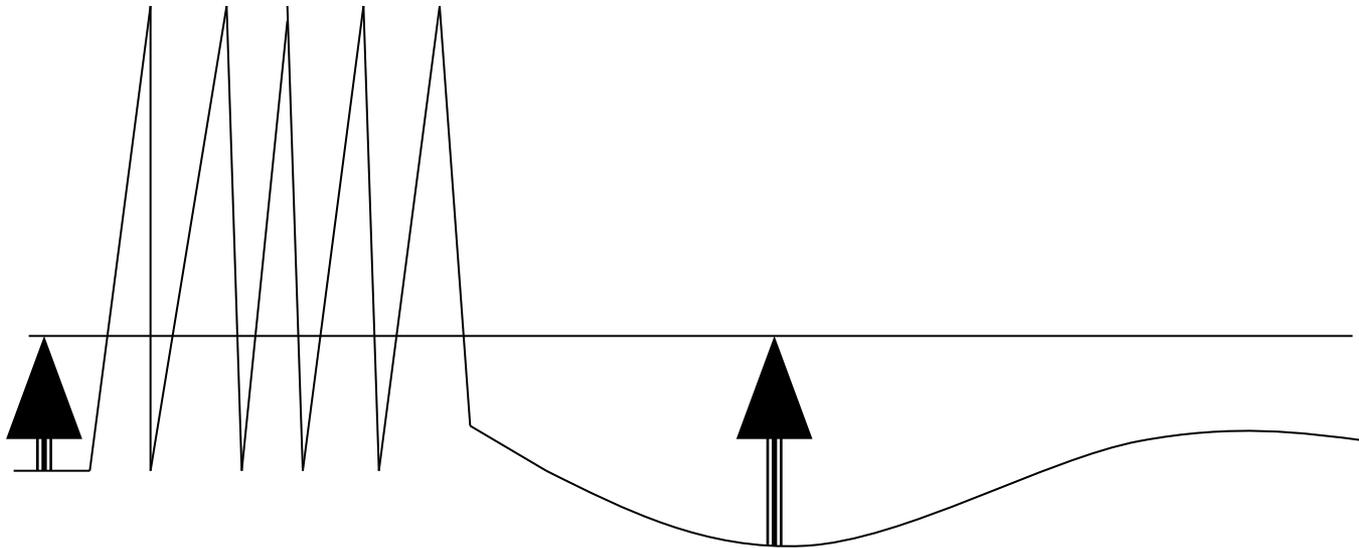


Катодическая депрессия в аксо-аксональном синапсе при длительной деполяризации его постсинаптической мембраны



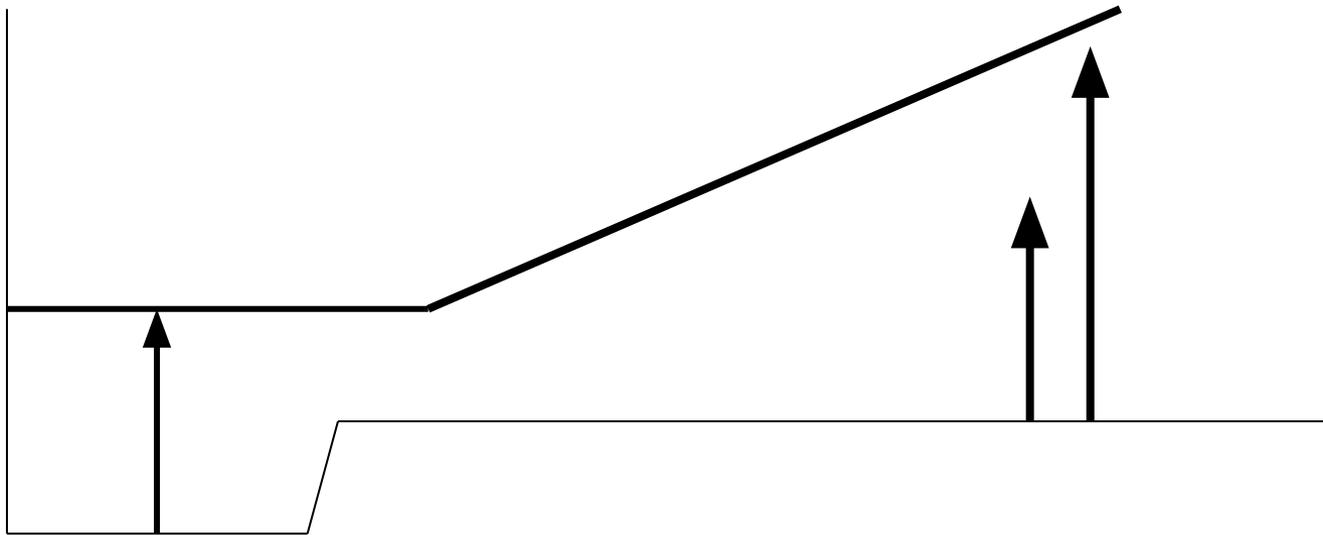
Посттетаническое торможение

- Суммация следовой гиперполяризации после серии возбуждений



Пессимальное торможение

- Развитие катодической депрессии в результате длительной деполяризации при длительном частом раздражении



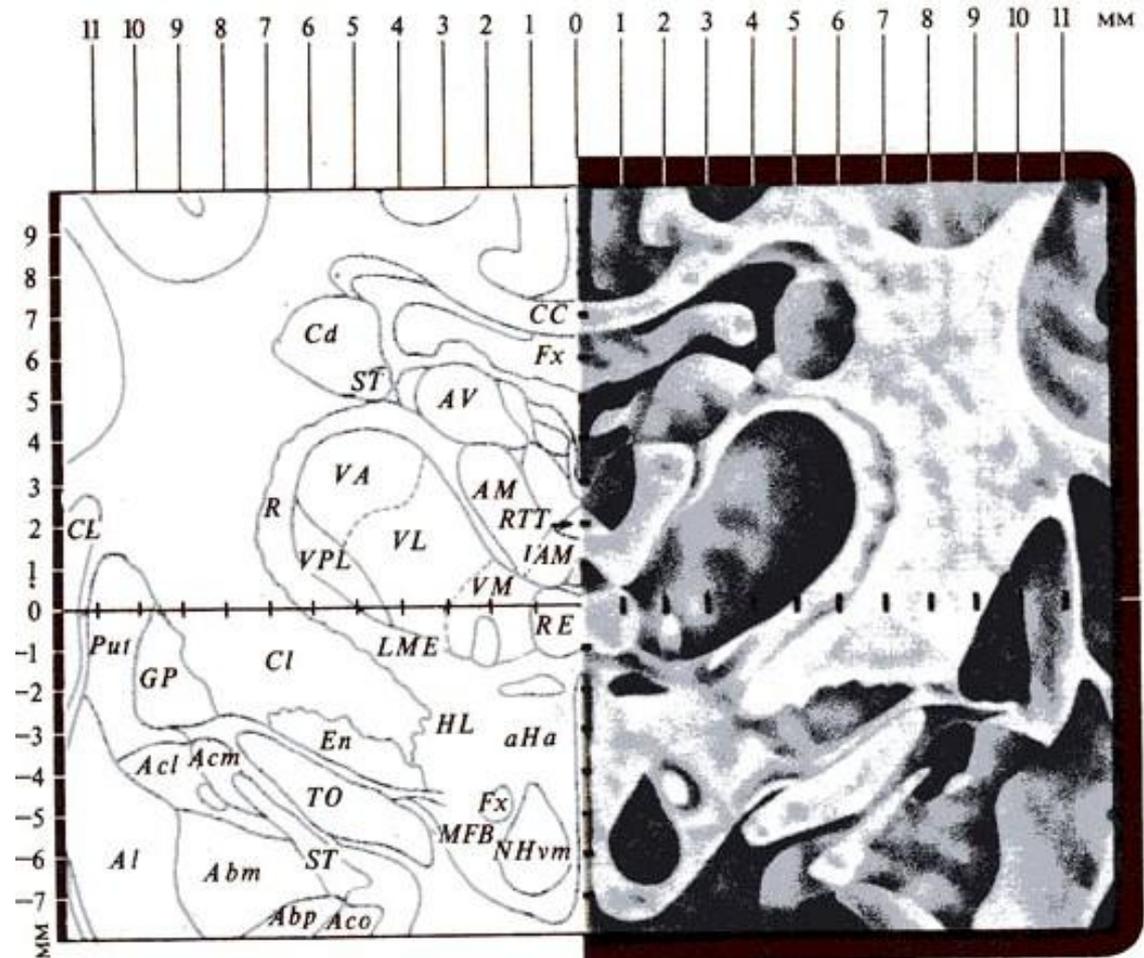
По мембранным механизмам:

- Гиперполяризация –увеличение заряда мембраны постсинаптической за счет тормозного медиатора;
- Устойчивая деполяризация – в условиях абсолютной рефрактерности (избыток медиатора);
- Устойчивая поляризация (при сохраненной проницаемости мембраны для натрия и калия) –конкурентное торможение.

Стереотаксическая техника как метод исследования функций ЦНС. Стереотаксическая техника применяется для точного введения электродов, микропипеток, миниатюрных термодар или других микроинструментов в глубоколежащие структуры мозга. Она значительно расширила возможности нейрофизиологических исследований.

Стереотаксическая методика основана на детальном анатомическом исследовании расположения различных структур головного мозга относительно определенных участков черепа. Локализацию мозговых структур выражают в специальной трехкоординатной системе, пользуясь которой определяют пространственное положение отдельных нервных центров.

■ фронтальный срез мозга кошки с осями координат и буквенными обозначениями подкорковых структур мозга (из атласа Джаспера и Аймон-Марсана)



A

Fr 11,5MM

Электрическая активность отдельных нейронов и ее регистрация (внеклеточное отведение)

А — схема опыта;

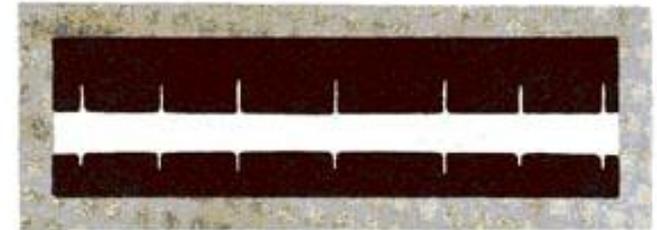
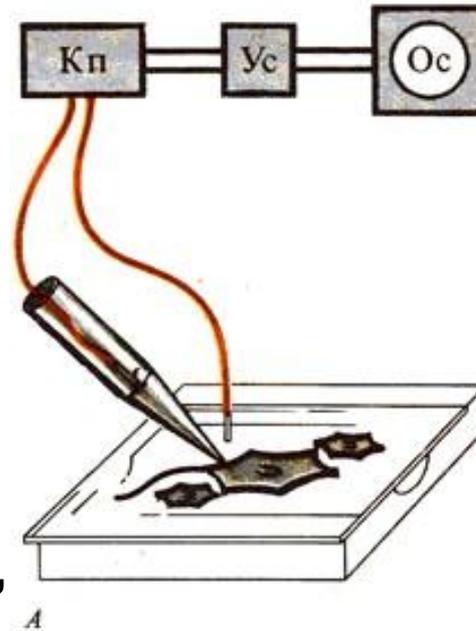
Б — типы спайковой активности нейронов различных отделов мозга:

I - активность нейронов зрительной коры,

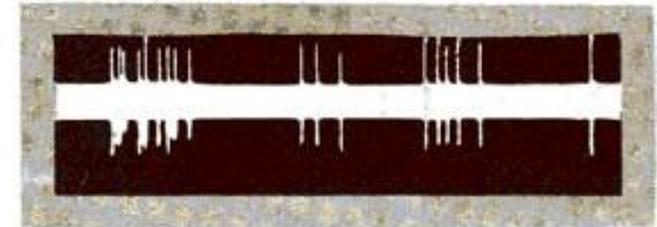
II - активность нейронов гиппокампа,

III - клеток Пуркине,

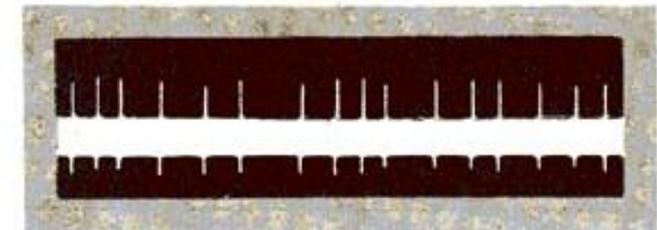
Кп - катодный повторитель.



I
Сплошной тип



II
Пачечный тип



III
Сплошной тип

1 мВ
0.5 с
Б

Электрэнцефалография -метод исследования деятельности головного мозга животных и человека; основан на суммарной регистрации биоэлектрической активности отдельных зон, областей, долей мозга.

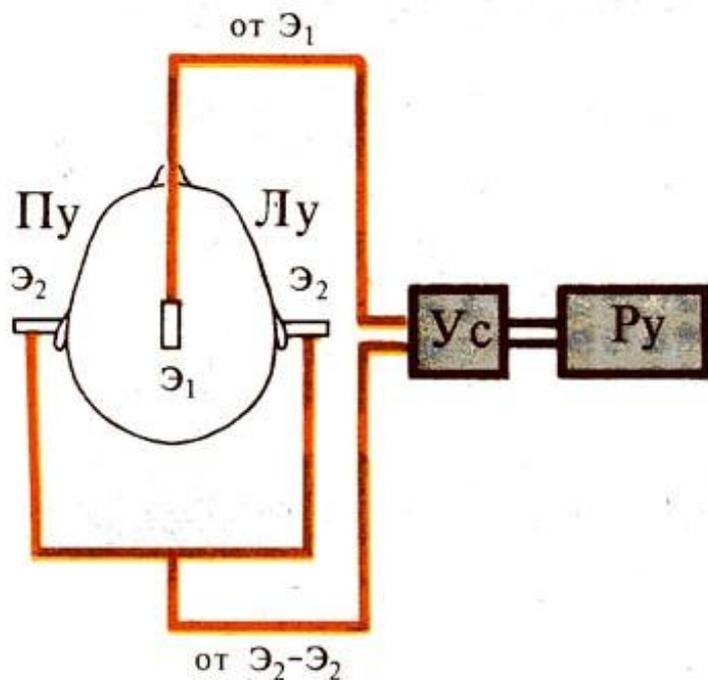
А — схема регистрации и ЭЭГ;

Б — основные ритмы ЭЭГ:

Э1 - активный электрод,

Э2 - индифферентные электроды,

ПУ и ЛУ — правое и левое ухо



А

Бета-ритм



Альфа-ритм



Тета-ритм



Дельта-ритм



Судорожные разряды



Б