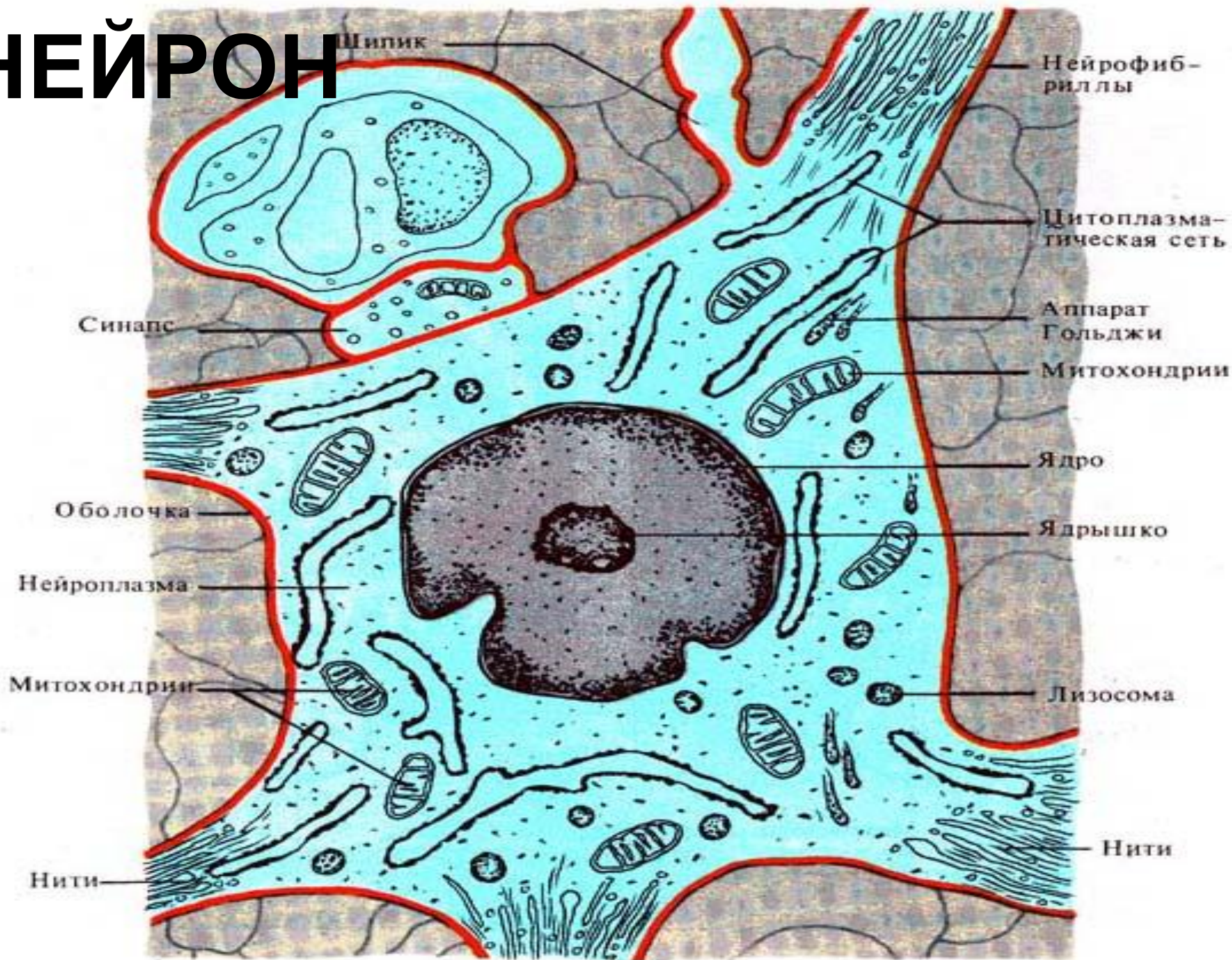


Физиология нейронов ЦНС

НЕЙРОН



Общее число нейронов.

- В нервной системе человека их число превышает 100 млрд. (10^{11} в 11 степени), а по некоторым оценкам достигает одного триллиона (10^{12} в 12 степени).
- При этом на одном нейроне может быть до 10 000 синапсов, т.е. входов.

Морфологические особенности нейронов

- Самые мелкие нейроны имеют диаметр тела 4-5 мкм, самые крупные - около 140-150 мкм.
- Длина отростков нервных клеток варьирует от десятых долей миллиметра до 1,5 м.

Биохимические особенности нейронов

- В нейронах *углеводы* являются основным источником ресинтеза АТФ
- *Глюкоза*, поступая в нервную клетку, превращается в гликоген
- При необходимости *гликоген* под влиянием ферментов гликогенолиза, находящихся в нейроне, вновь превращается в глюкозу.
- Вследствие низких запасов гликогена, при работе нейрона он не способен полностью обеспечить энергией нейрон. Поэтому источником энергии для нервной клетки *служит глюкоза крови*.

- Глюкоза расщепляется в нейроне преимущественно *аэробным путем*.
- Этим объясняется *высокая чувствительность* нервных клеток к недостатку кислорода.
- Увеличение в крови *адреналина* и активация симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС) *повышают потребления углеводов* нейронами и образование энергии в нейроне

- В состоянии покоя нейроны в качестве источника энергии используют преимущественно жирные кислоты и углеводы.
- При возбуждении нейрон полностью переключается на потребление углеводов как источника ресинтеза АТФ.
- При возбуждении нейрона потребление кислорода в нем возрастает в 2 раза.

Классификации нейронов

Морфологическая классификация нейронов

учитывает количество отростков
у нейронов и подразделяет
все нейроны **на три типа:**

1. униполярные,
2. биполярные
3. мультиполярные.

Функциональная классификация нейронов

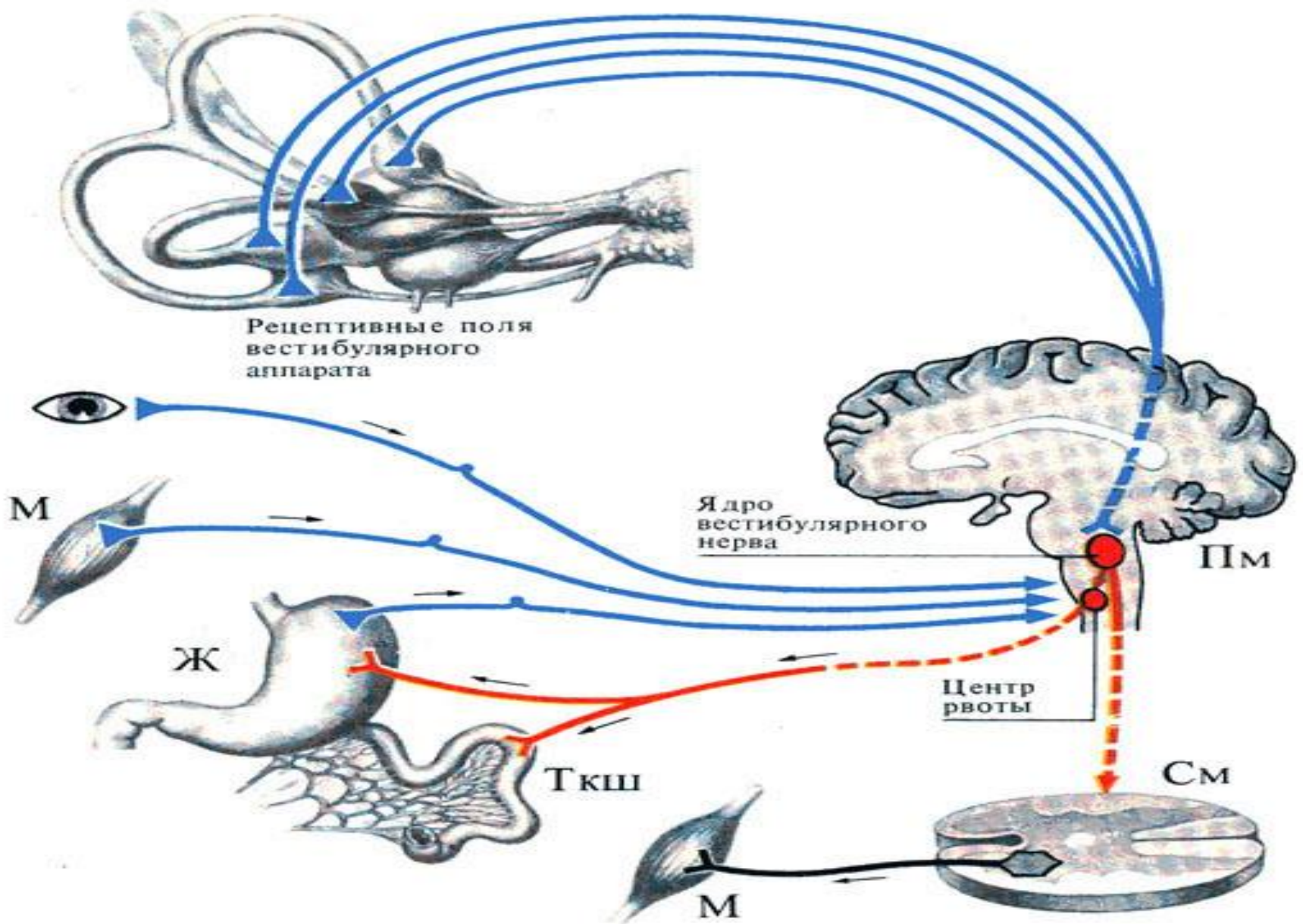
разделяет их по характеру выполняемой ими функции (в том числе в соответствии с их местом в рефлекторной дуге на три типа):

1. **афферентные** (чувствительные, сенсорные),
- 2 **эфферентные** (двигательные соматические, двигательные вегетативные)
- 3 **ассоциативные, или вставочные**

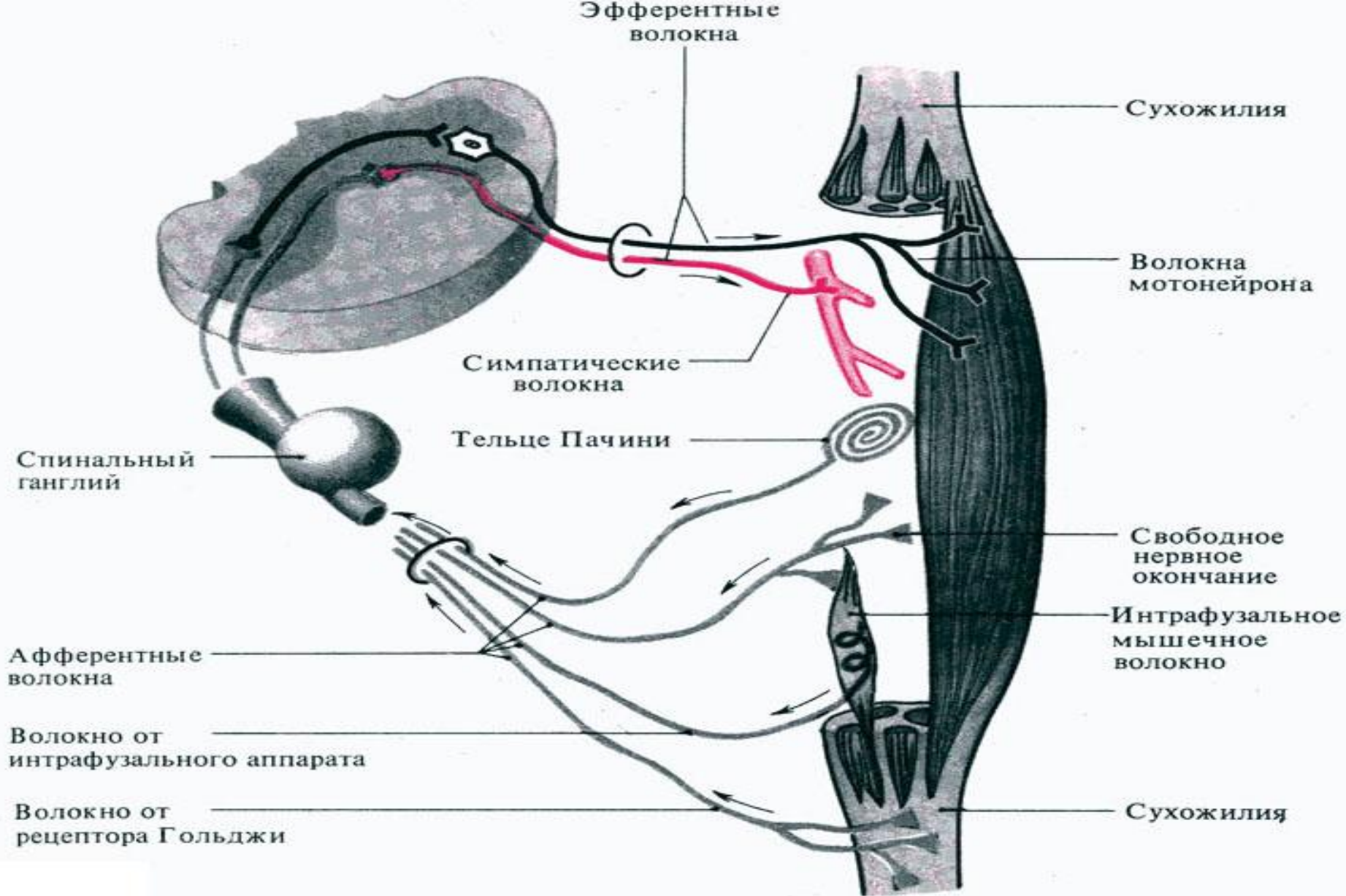
Афферентные нейроны

Афферентные нейроны
(чувствительные,
рецепторные,
сенсорные
центростремительные):

- Их тела располагаются не в ЦНС, а в спинномозговых узлах или чувствительных узлах черепно-мозговых нервов.



Афферентные (сенсорные) нейроны



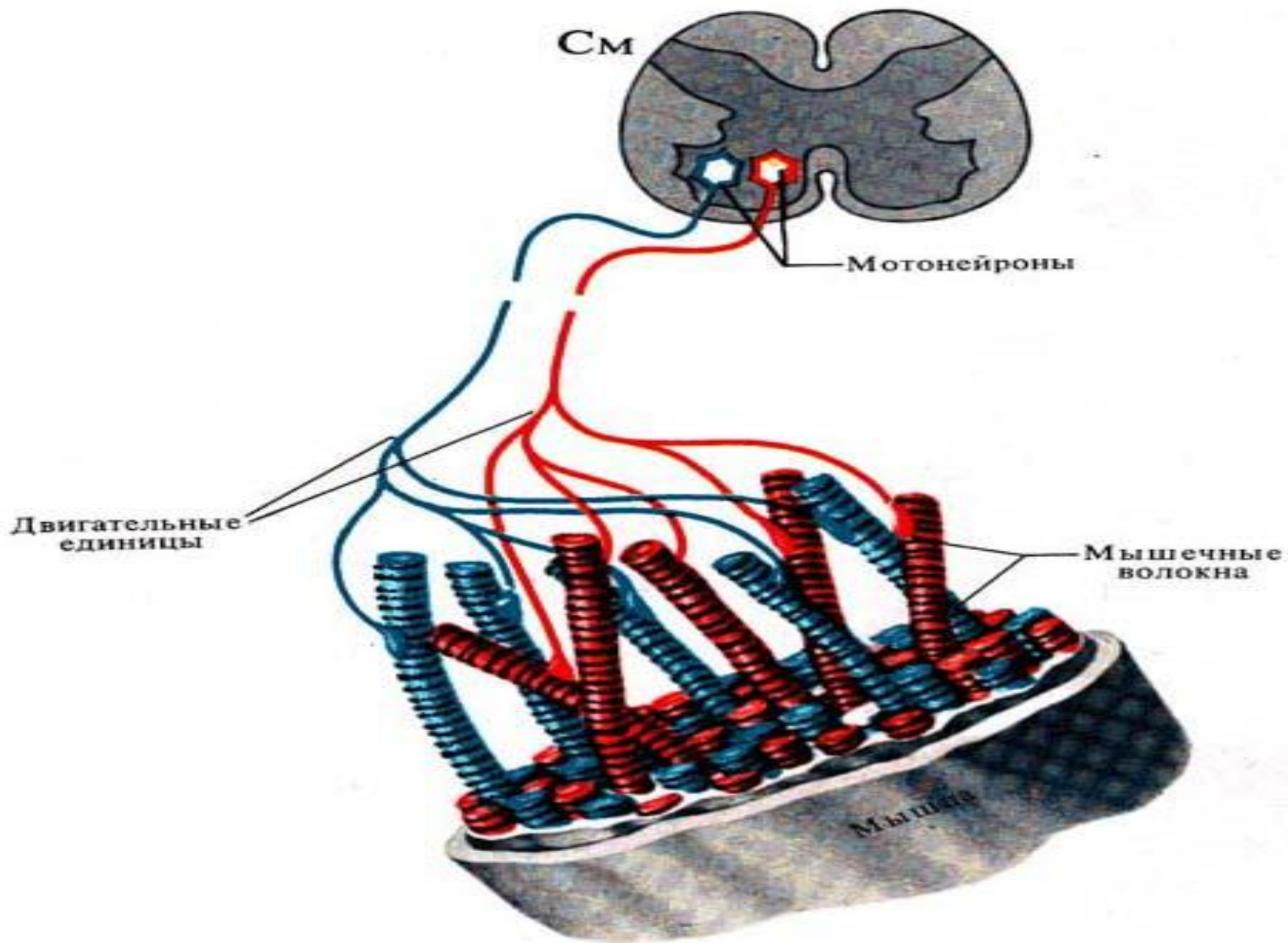
Афферентные нейроны (нейроны спинномозговых ганглиев)

- **Часть афферентных нейронов, расположенных в коре, принято делить в зависимости от чувствительности к действию раздражителей на**

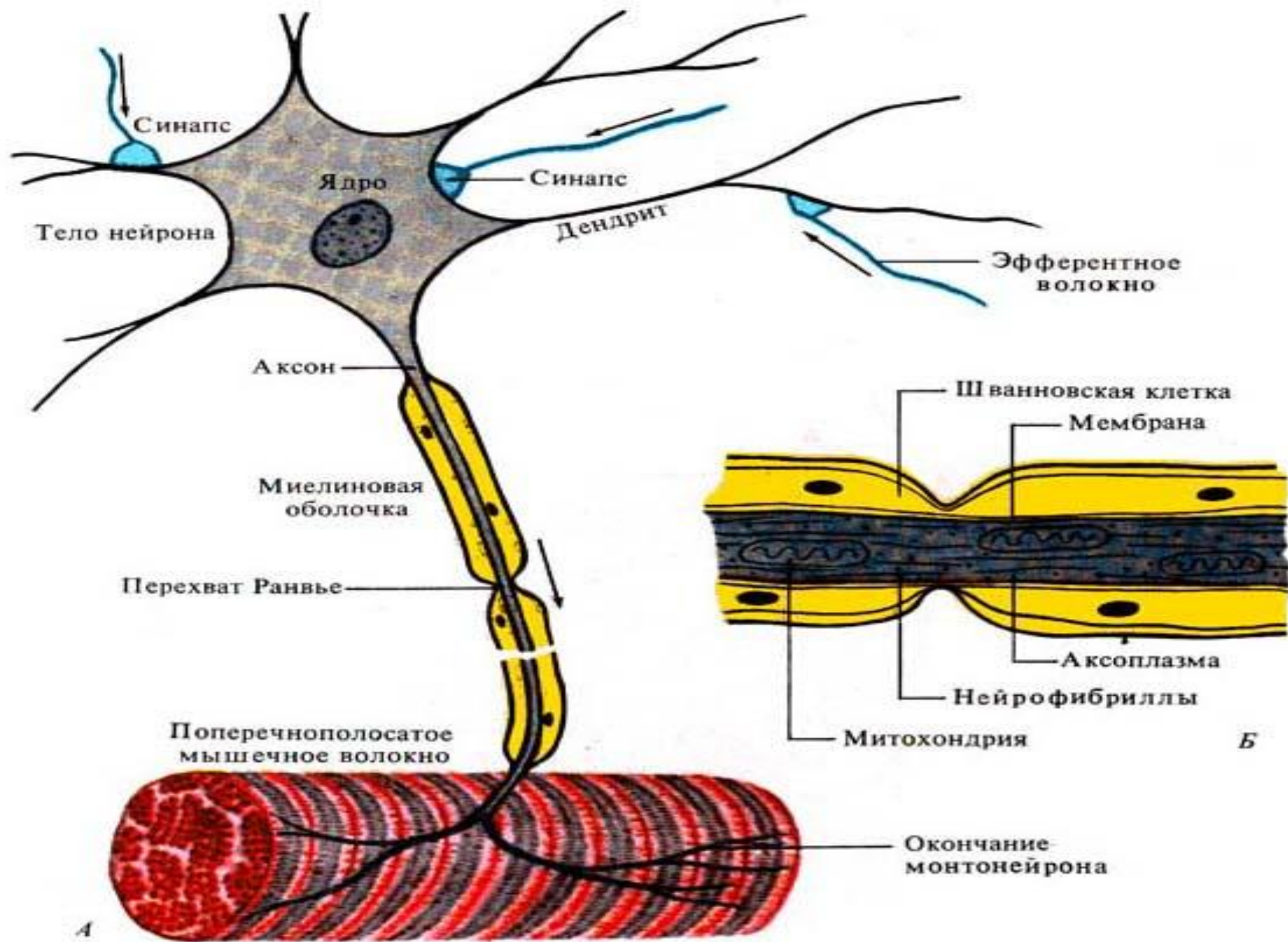
- 1) моносенсорные,**
- 2) бисенсорные**
- 3) полисенсорные.**

Эфферентные нейроны

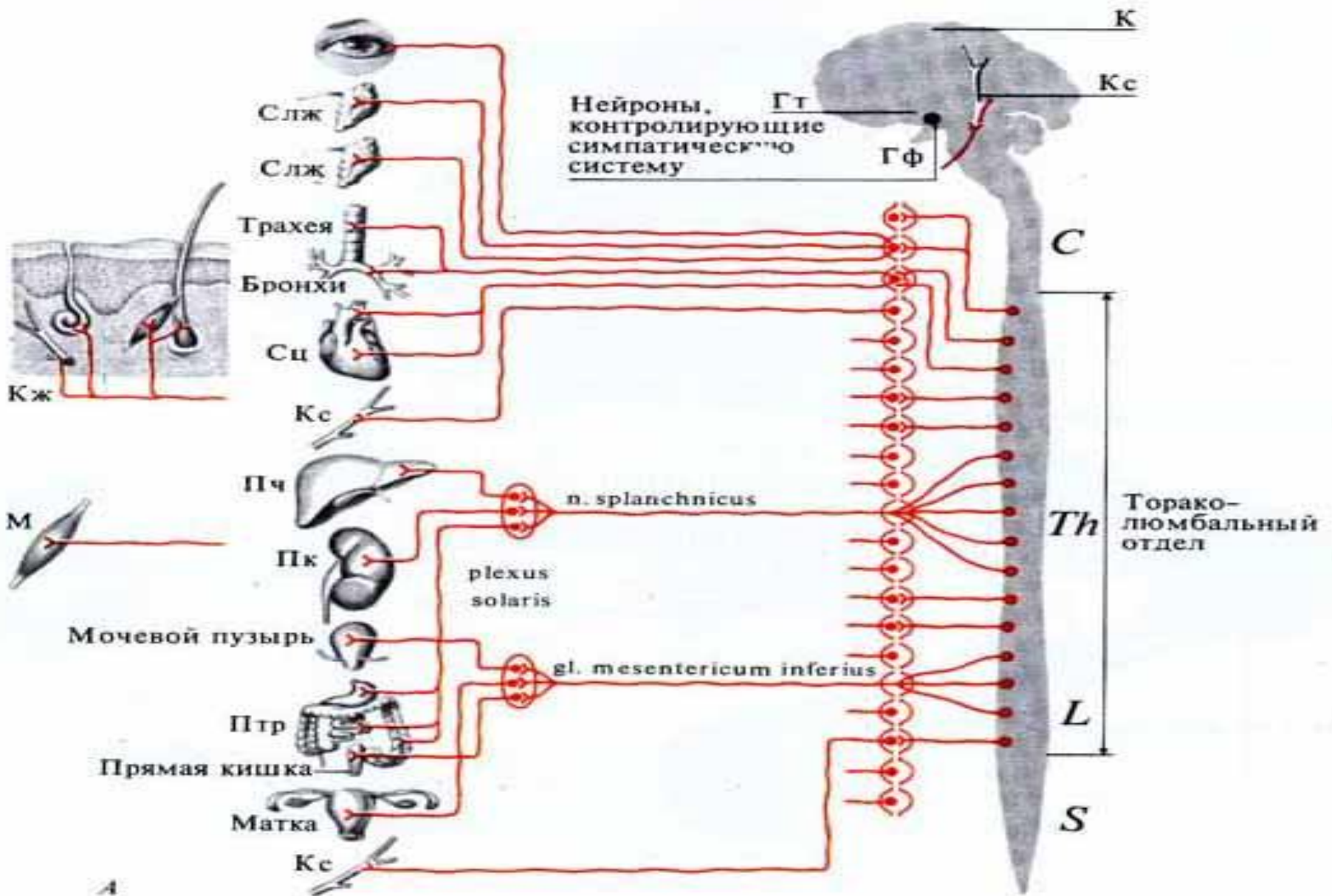
- Эфферентные нейроны (двигательные,
- моторные,
- секреторные,
- сердечные,
- Сосудодвигательные,
- *центробежные* и пр.)
- предназначены для передачи информации от ЦНС на периферию, к рабочим органам.



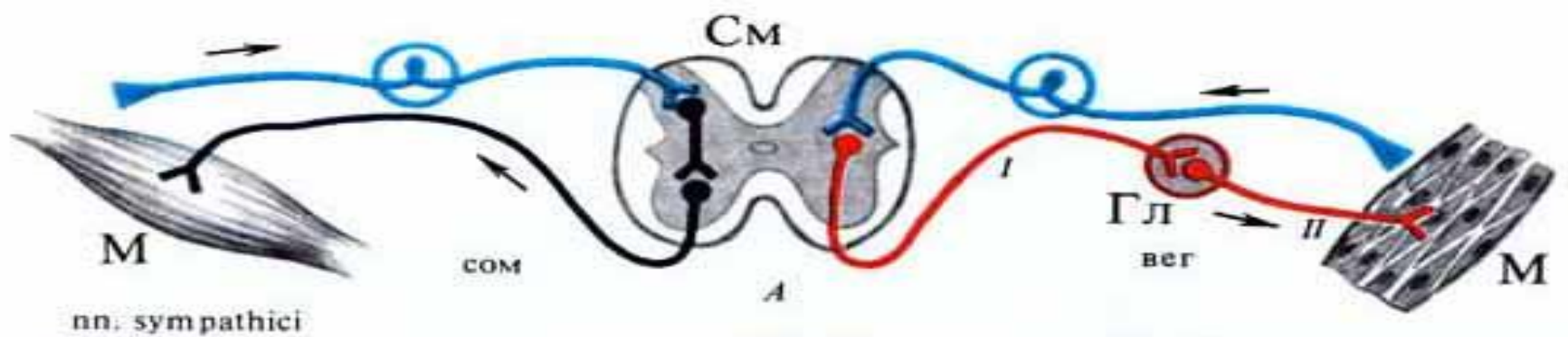
Эфферентные нейроны (альфа- мотонейроны)



Альфа- мотонейрон



Эфферентные нейроны вегетативной Н С



Постганглионарный нейрон в превентебральном ганглии



Постганглионарный нейрон в паравентебральном ганглии



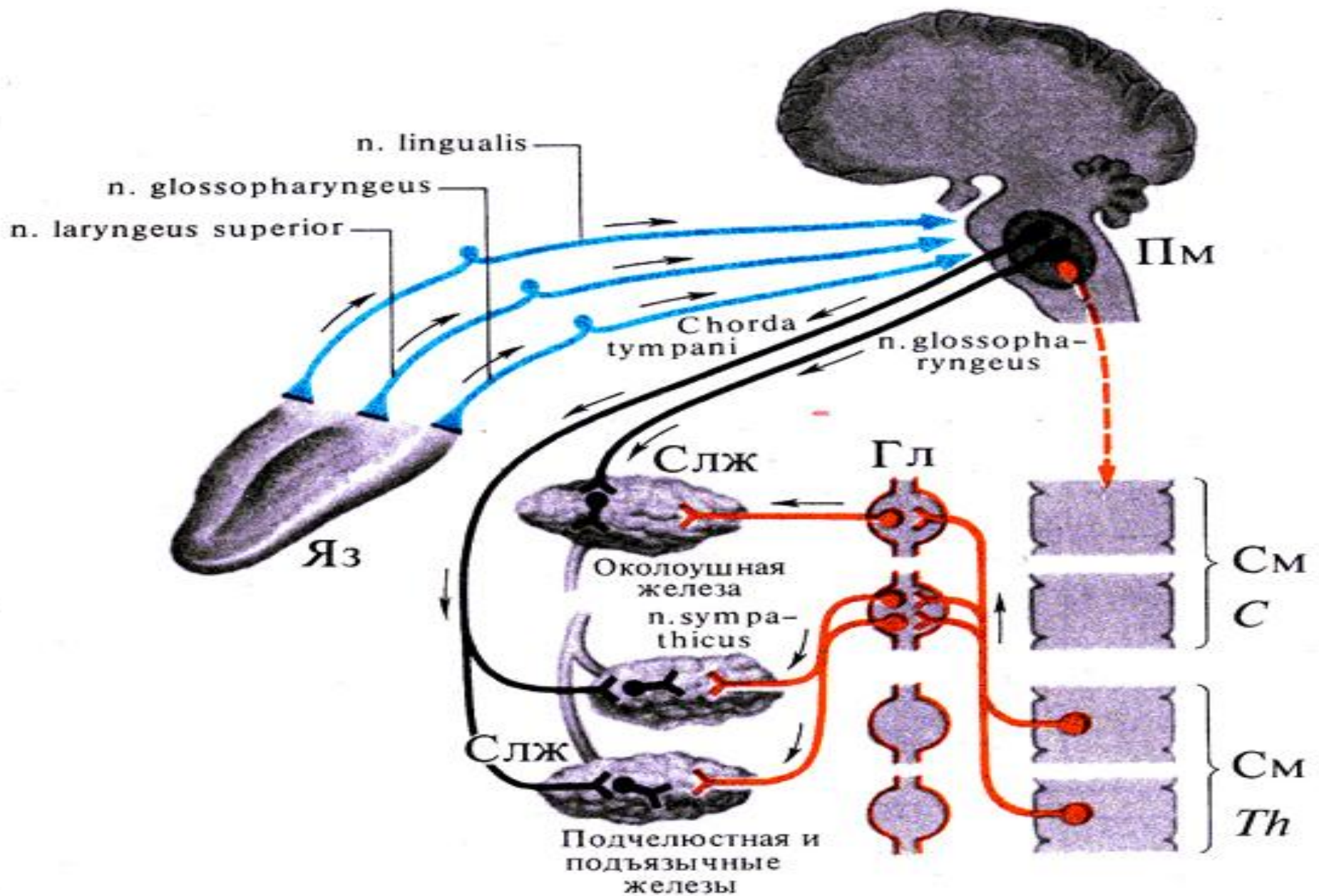
Постганглионарный нейрон отсутствует



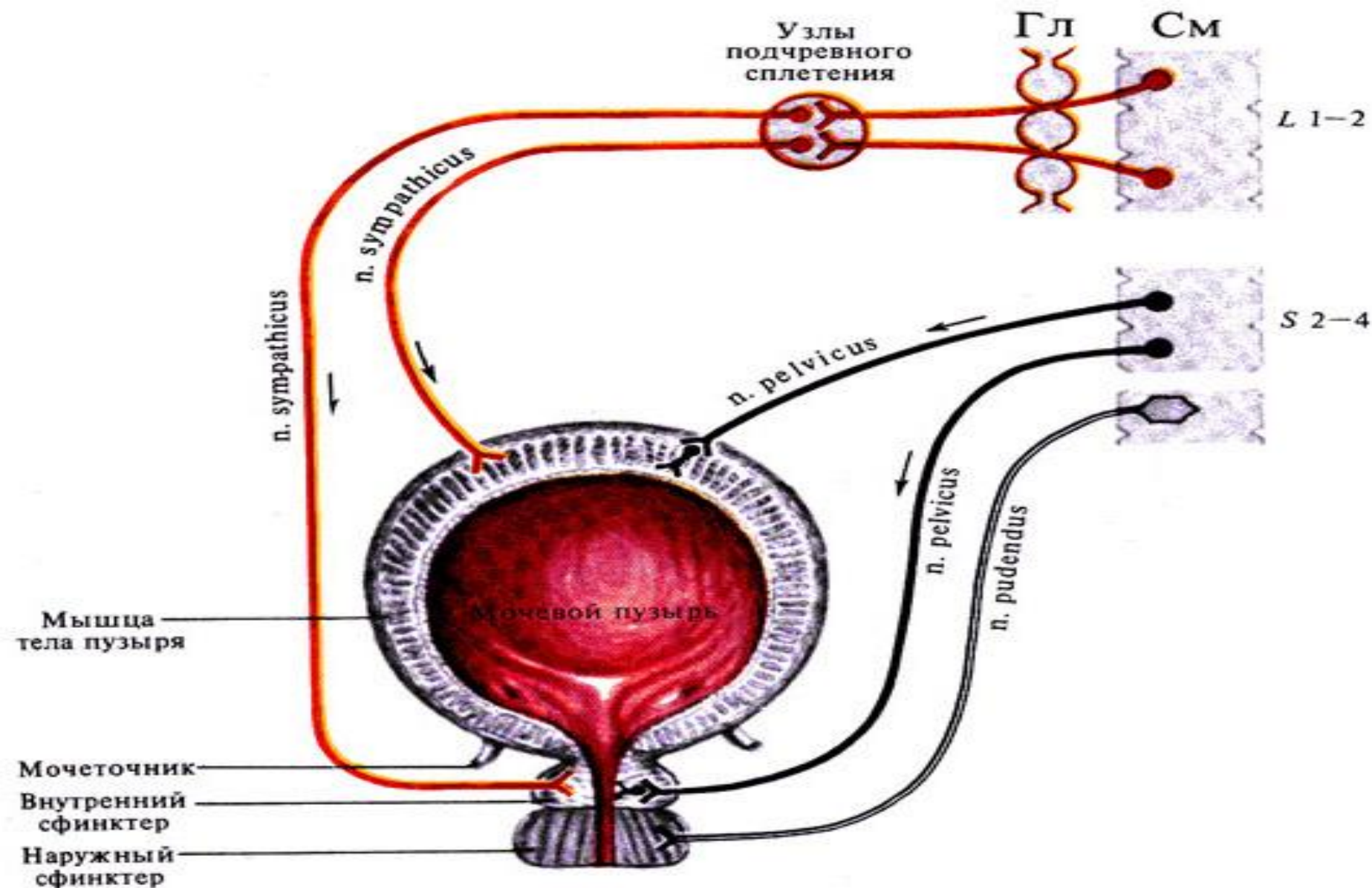
Постганглионарный нейрон в интрамуральном ганглии

Б

Нейроны в соматической и вегетативной рефлекторной дуги



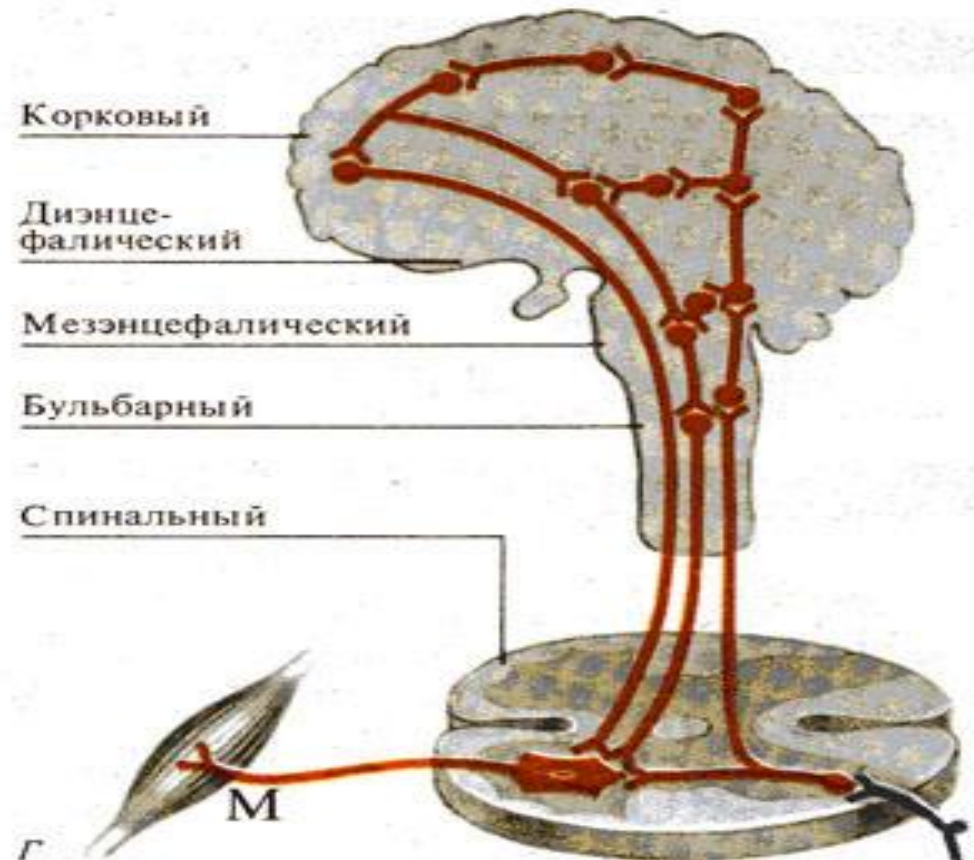
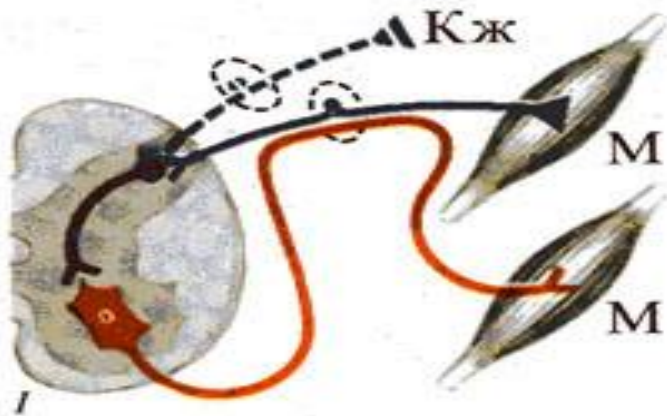
Пр.: организация нейронов при регуляции деятельности слюнных желез



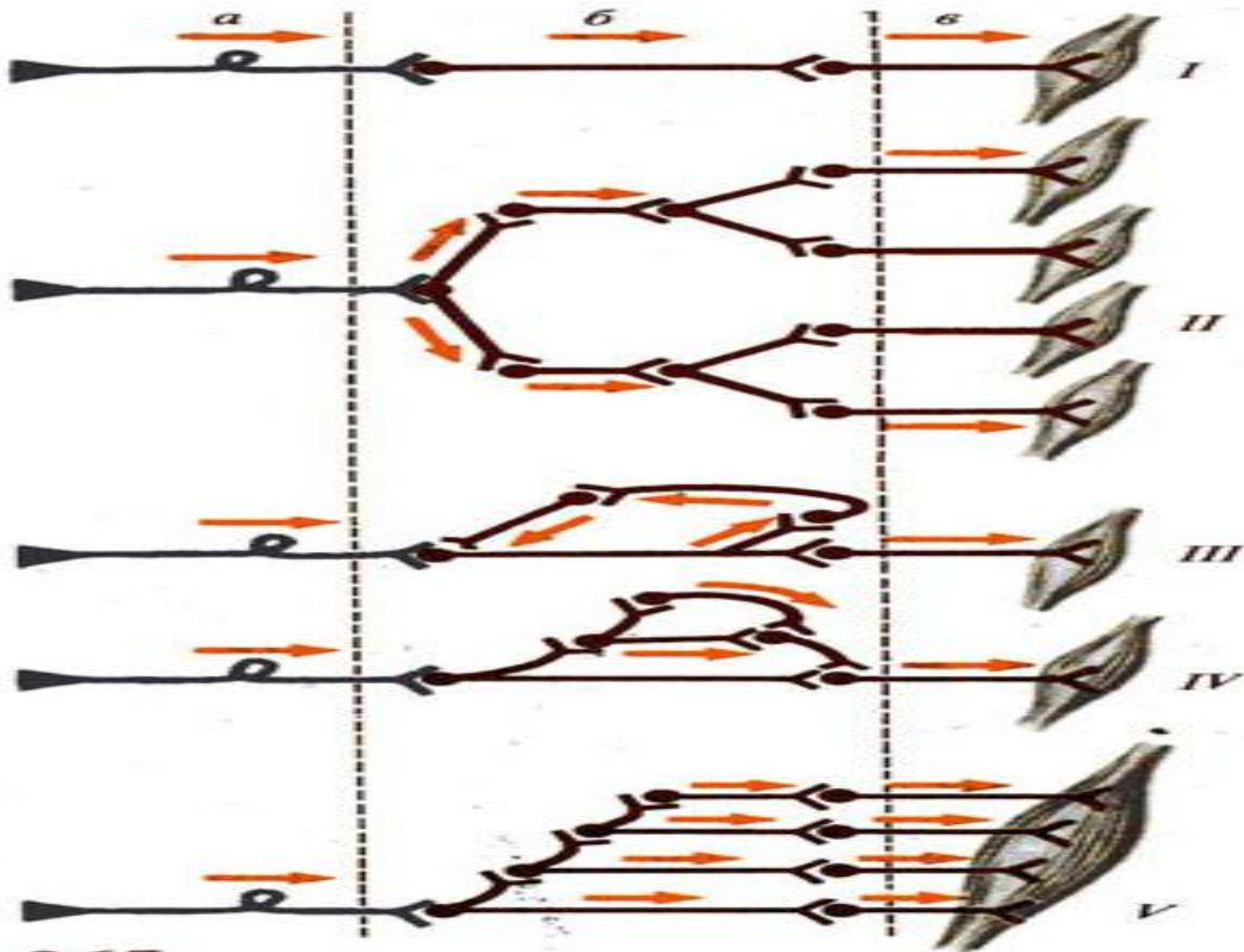
Пример организации нейронов при регуляции мочеиспускания

Вставочные нейроны

- **Вставочные нейроны**
(интернейроны, контактные, ассоциативные, коммуникативные, объединяющие, замыкательные, проводниковые, кондукторные).
- Они осуществляют передачу нервного импульса с афферентного (чувствительного) нейрона на эфферентный (двигательный) нейрон.



Вставочные нейроны в рефлекторной дуге



Роль вставочных нейронов

Виды вставочных нейронов

- 1) командные,
- 2) пейсмекерные («водители ритма»)
- 3) гормонпродуцирующие (например, кортиколиберинпродуцирующие)
- 4) потребностно-мотивационные,
- 5) гностические
- 6) другие виды нейронов

Биохимическая классификация нейронов

(основана на химической природе нейромедиаторов)

- 1. Холин-ергические,**
- 2. Адрен-ергические,**
- 3. Серотонин-ергические,**
- 4. Дофамин-ергические**
- 5. ГАМК-ергические,**
- 6. Глицин-ергичесмкие,**
- 7. Глутамат-ергические,**
- 8. Пурин-ергические**
- 9. Пептид-ергические**
- 10. другие виды нейронов**

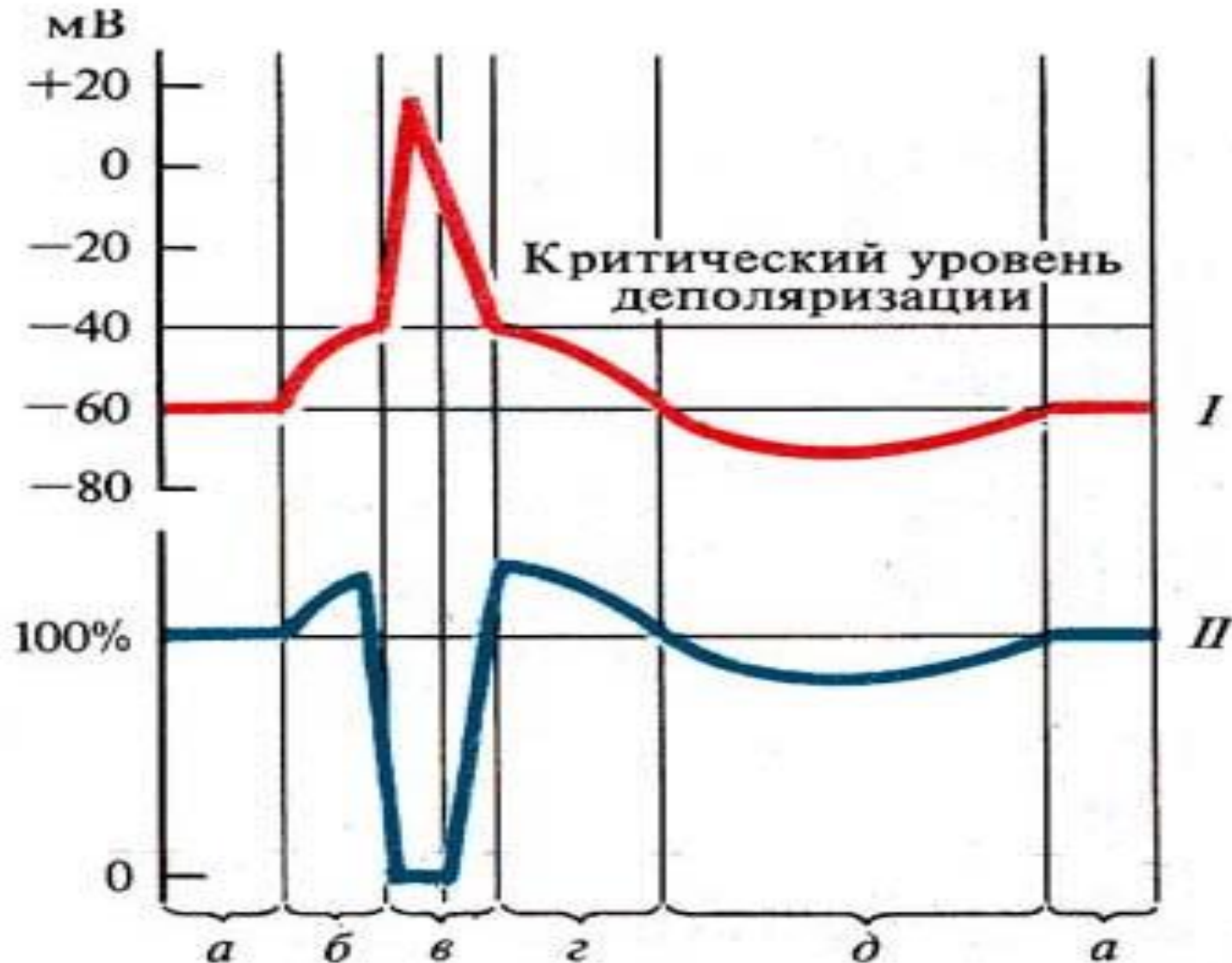
Функции нейрона

- обеспечение информационных процессов в ЦНС, в том числе с помощью веществ-передатчиков (нейромедиаторов)
- нейроны осуществляют прием, кодирование, обработку, хранение и передачу информации

Особенности потенциалов действия (ПД) нейронов

- относительно небольшая амплитуда (80-110 мВ)
- Форма ПД - пикообразная
- Длительность спайка 1-3 мс, длительность АРФ (абсолютной рефрактерной фазы) – 2-3 мс
- Выраженная следовой гиперполяризация (особенно у альфа-мотонейронов спинного мозга), в результате чего нередко возбудимость нейрона после возбуждения понижается.

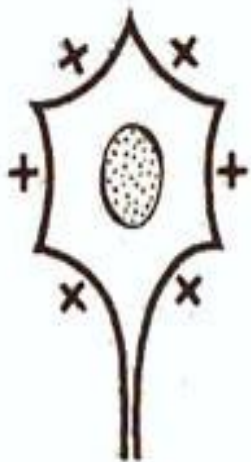
Потенциал действия (ПД) нейронов (красная кривая) и изменение возбудимости при генерации ПД (голубая кривая)



Функциональные состояния нейрона.

Нейрон может находиться
в **трех основных состояниях** –

- 1) в состоянии покоя,
- 2) в состоянии активности,
или возбуждения,
- 3) в состоянии торможения



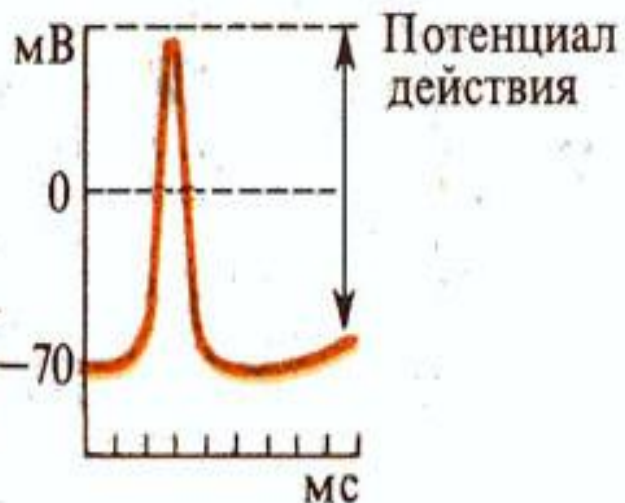
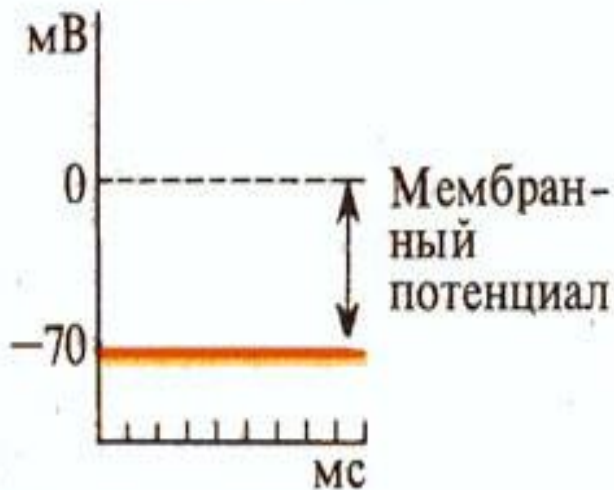
Поляризация



Гиперполяризация



Деполяризация



Три состояния нейрона - покой (белый цвет), торможение (зеленый цвет) и возбуждение (красный цвет)

Состояние покоя

нейрон имеет стабильный уровень мембранного потенциала.

В любой момент нейрон готов возбудиться, т.е. генерировать потенциал действия, либо перейти в состояние торможения.

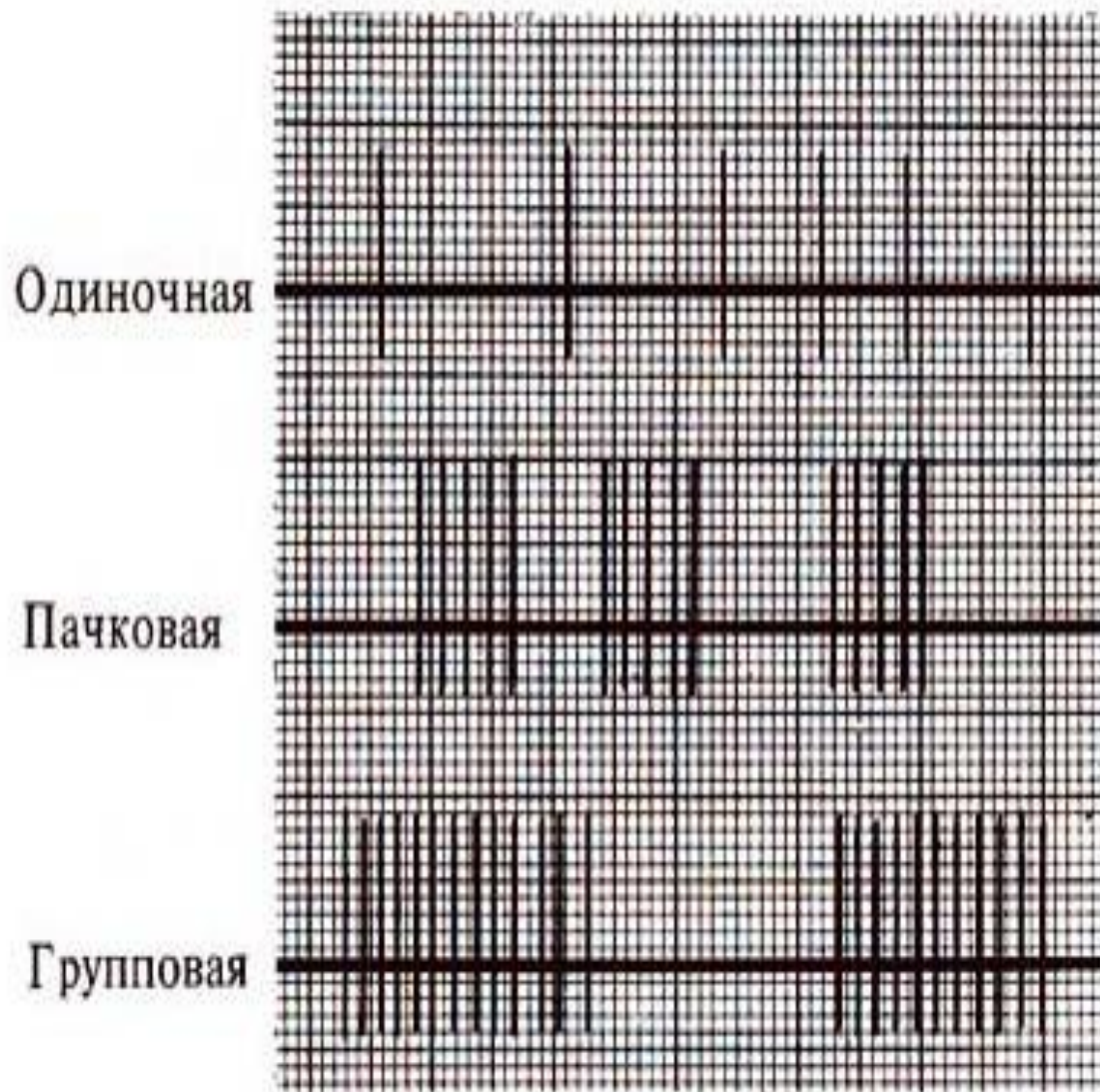
Состояние активности

При возбуждении нейрон генерирует

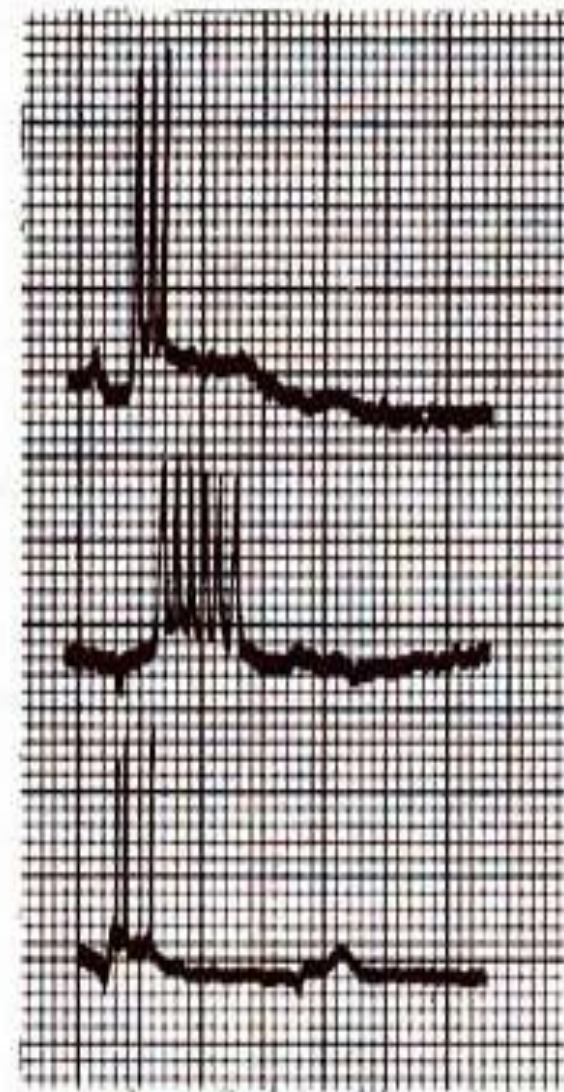
- а) потенциал действия
- б) чаще – группу потенциалов действия (серия ПД, пачка ПД, вспышка возбуждения).

Частота следования потенциалов действия внутри данной серии ПД, **длительность** этой серии, а также **скважность** (интервалы) между последовательными сериями – все эти показатели широко варьируют и являются составляющей **кода нейронов**.

Виды электрической активности нейронов



А



Б

- **Чаще всего состояние активности индуцируется.**
- **Это, происходит за счет поступления импульсов к нейрону от других нейронов.**

- Для некоторых нейронов активное состояние возникает спонтанно, т. е. автоматически, причем, чаще всего автоматия нейрона проявляется периодической генерацией серии импульсов.
- Примером таких *нейронов-пейсмекеров, т.е. водителей ритма* являются нейроны дыхательного центра продолговатого мозга.

- Спонтанно активные нейроны называют фоновоактивными нейронам.
- По характеру реакции на приходящие импульсы они делятся на
 - 1) тормозные
 - 2) возбуждающие.
- Тормозные нейроны снижает свою фоновую частоту разрядов в ответ на внешний сигнал, а возбуждающиеся – увеличивают частоту фоновой активности.

- Существует как минимум три вида фоновой активности нейронов
- 1) непрерывно-аритмичный,
- 2) пачечный
- 3) групповой.

- **Непрерывно-аритмичные нейроны** генерируют импульсы непрерывно с некоторым замедлением или увеличением частоты разрядов.
- Эти нейроны обеспечивают тонус нервных центров.
- **Фоновоактивные нейроны** имеют большое значение в поддержании уровня возбуждения коры и других структур мозга.
- Число фоновоактивных нейронов увеличивается в состоянии бодрствования.

- **Пачечный тип активности** -
- **нейроны выдают группу импульсов с коротким межимпульсным интервалом, после этого наступает период молчания, а затем вновь возникает пачка импульсов. Обычно межимпульсные интервалы в пачке равны приблизительно 1-3 мс, а интервал между пачками ПД составляет 15-120 мс**
- **Считается что такой тип активности создает условия для проведения сигналов при снижении функциональных возможностей проводящих или воспринимающих структур мозга**

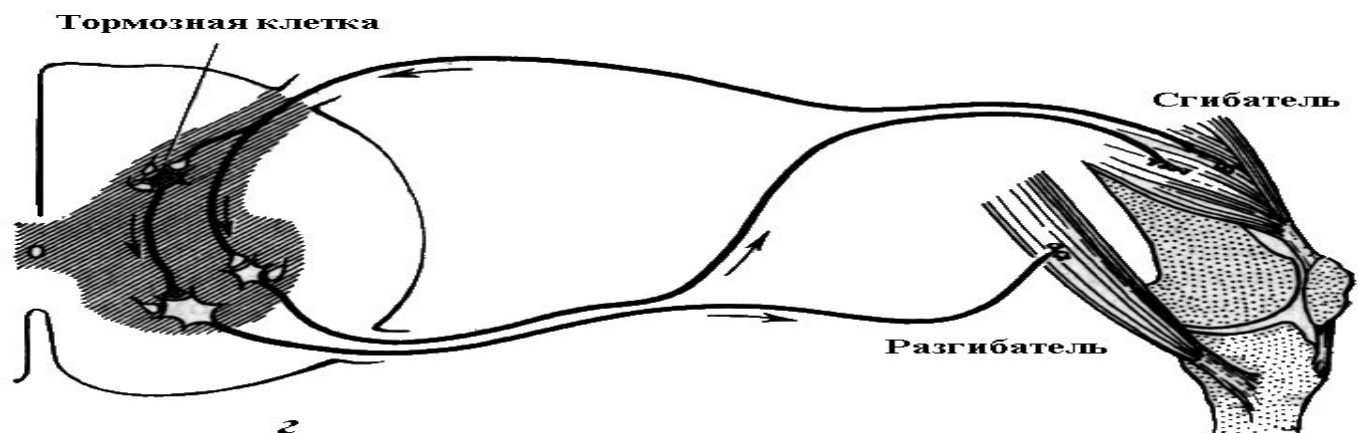
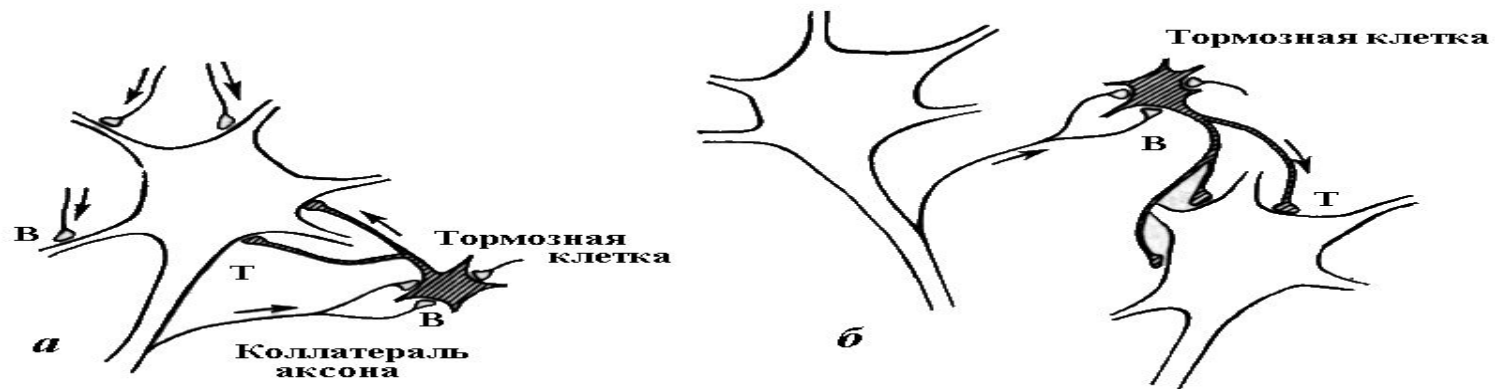
Групповая форма активности

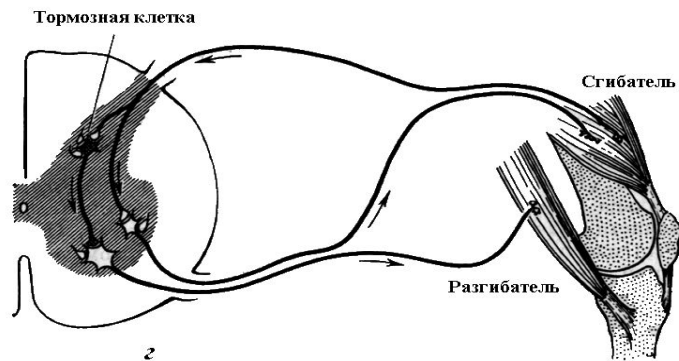
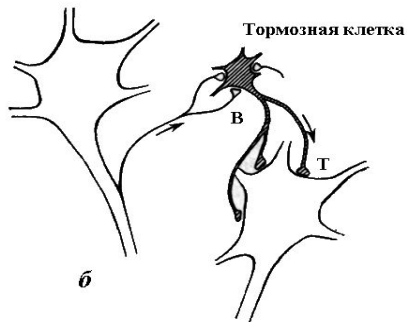
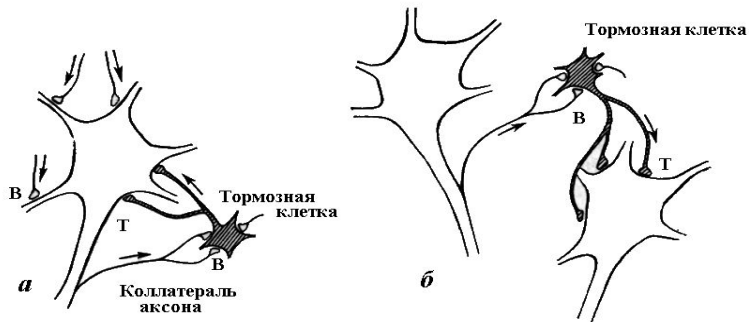
- характеризуется аperiодическим появлением в фоне группы импульсов (межимпульсные интервалы составляют от 3 до 30 мс), сменяющихся периодом молчания.

Состояние торможения нейрона

- проявляется в том, что фоновоактивный нейрон или нейрон, получающий возбуждающее воздействие из вне, **прекращает свою импульсную активность.**
- В состояние торможения нейрон может переходить и из состояния покоя.

ТОРМОЖЕНИЕ В ЦНС

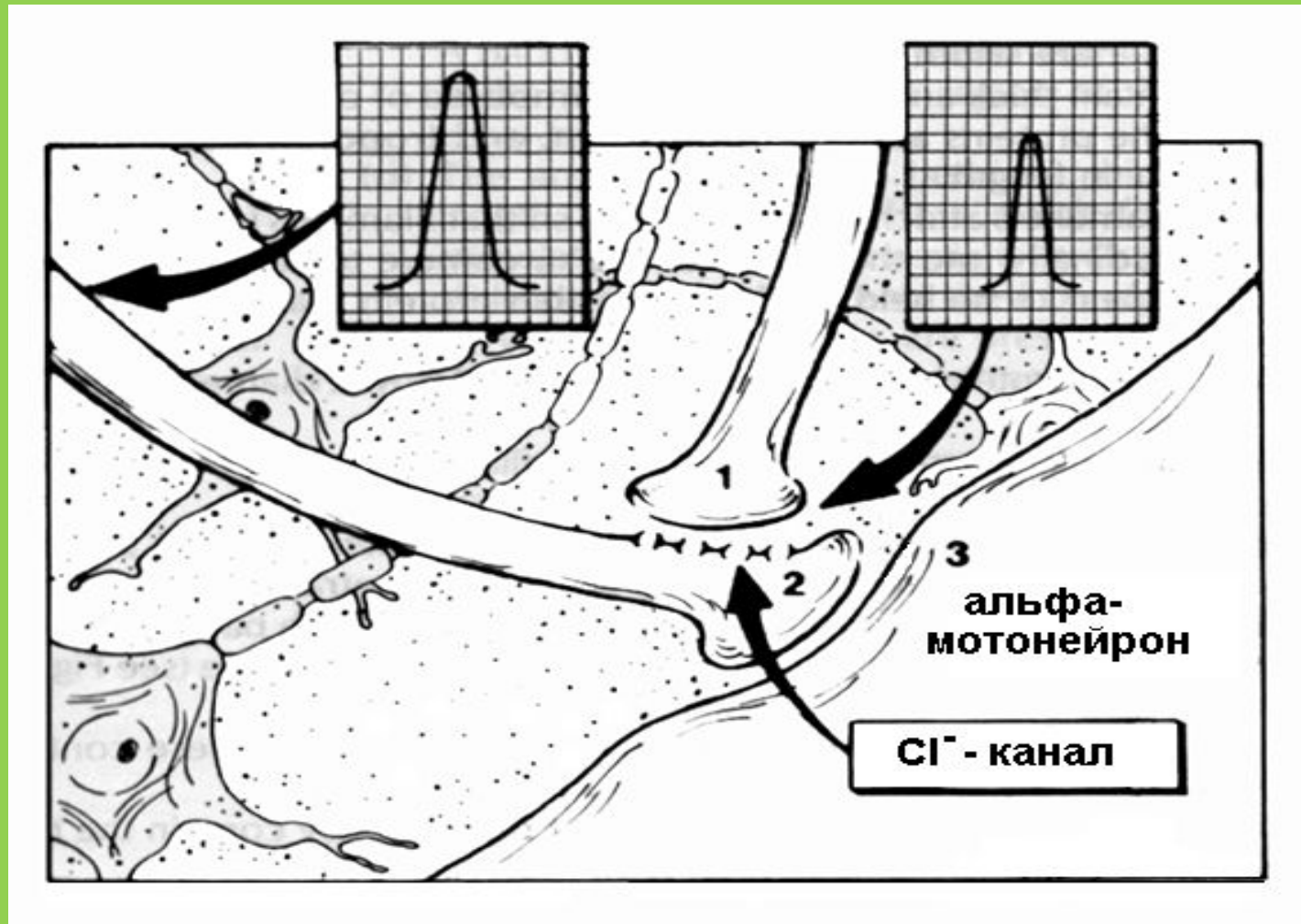




- а) Возвратное торможение по Реншоу
- б) Латеральное торможение
- г) Реципрокное торможение
- В - возбуждение
- Т - торможение
- Стрелки указывают направление движения нервного импульса

- Во всех случаях в основе торможения лежит явление *гиперполяризации нейрона* (это характерно для постсинаптического торможения) или активное прекращение поступающей импульсации от других нейронов, что наблюдается в условиях *пресинаптического торможения*.

ПРЕСИНАПТИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ



1 - аксон тормозного нейрона

2 - аксон возбуждающего нейрона

3 - постсинаптическая мембрана альфа-мото-нейрона

Виды объединения нейронов

**Объединение нейронов -
это один из фундаментальных
принципов организации работы мозга**

Виды объединения нейронов

- 1) Нервный центр
- 2) Нейронные цепи
- 3) Нейронные сети
- 4) Нейронные ансамбли

Нервный центр –

- это комплекс нейронов, сосредоточенных в одной структуре ЦНС (например, дыхательный центр продолговатого мозга), которые выполняют **близкие функции**.
- Понятие «нервный центр» базируется главным образом на анатомических принципах.

- **Нервный центр** - совокупность нейронов, обеспечивающих реализацию определенного рефлекса
- **Нервный центр** - функционально связанная совокупность нейронных ансамблей разных этажей нервной системы, обеспечивающих регуляцию определенных функций организма

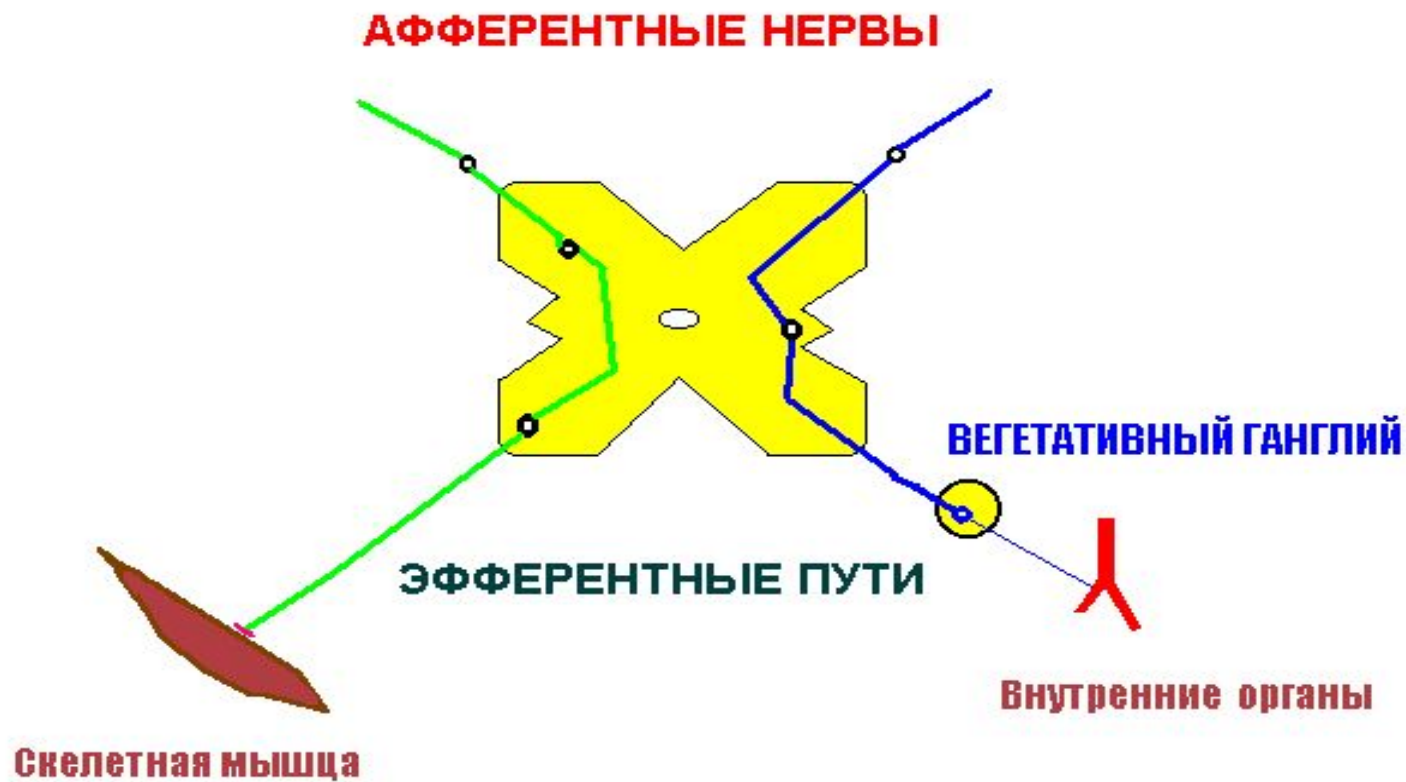
Центры продолговатого мозга

- | | |
|------------------------|---------------|
| 1) Дыхательный | 7) Мигания |
| 2) Сердечно-сосудистый | 8) Рвоты |
| 3) Слюноотделения | 9) Сосания |
| 4) Слезотделения | 10) Жевания |
| 5) Кашля | 11) Глотания |
| 6) Чихания | 12) Рефлексов |
- поддержания
позы

Нейронные цепи

- это соответствующим образом (последовательно) соединенные между собой нейроны, которые **выполняют определенную задачу.**
- **Рефлекторная дуга** является частным случаем организации нейронов **по типу нейронных цепей.**

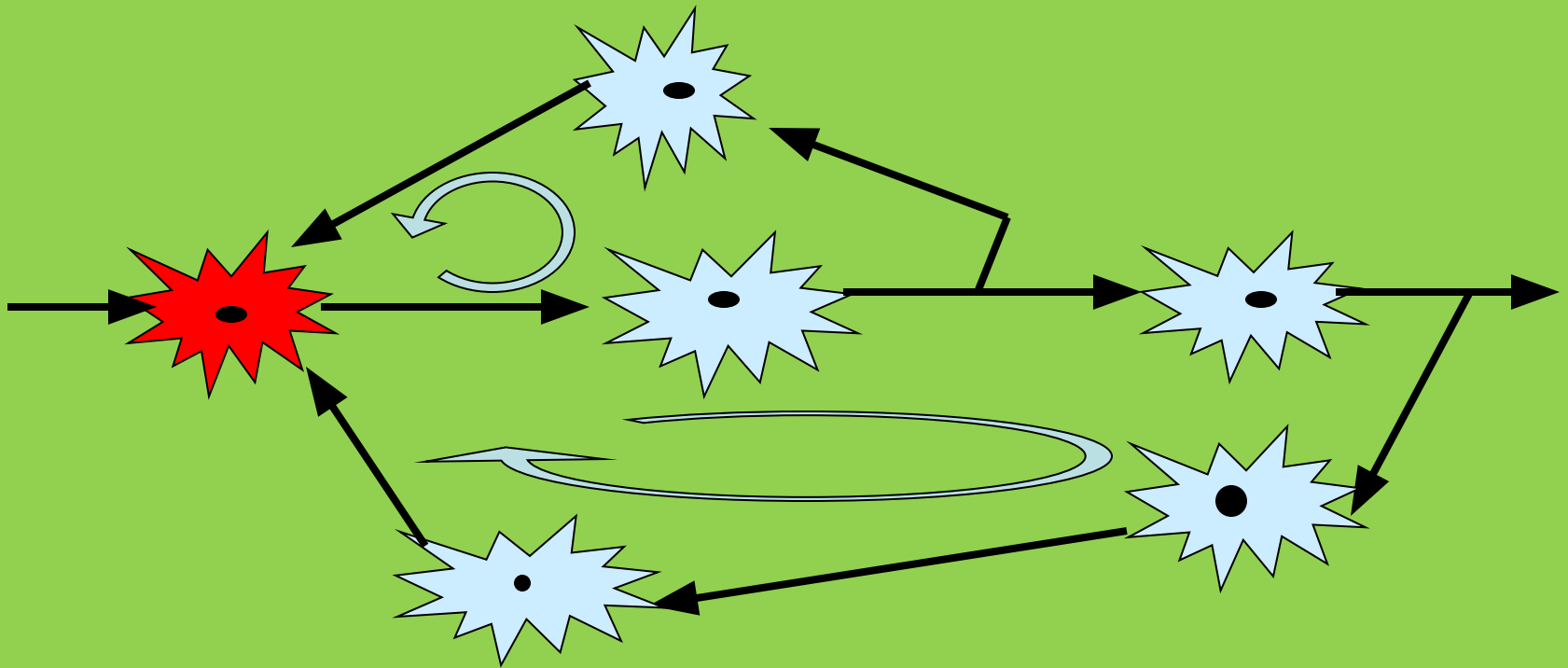
СОМАТИЧЕСКАЯ И ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕФЛЕКТОРНЫЕ ДУГИ



Нейронные сети

- это объединение нейронов, которое содержит множество параллельно расположенных и связанных между собой последовательных цепей нейронов. Такие объединения выполняют сложные задачи.
Например, сенсорные сети выполняют задачу по обработке сенсорной информации.
- Объединенные в нейронные сети нейроны могут приобретать новые свойства, отсутствующие в отдельности. Поэтому элементарная нейронная сеть считается важной единицей функциональной активности ЦНС.

РЕВЕРБЕРАЦИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ В НЕРВНОЙ СЕТИ по Лоренто-де-Но



- В настоящее время **сетевой принцип** в обеспечении процессов переработки информации получает все большее распространение.
- В основе этого направления лежат **идеи о сетях нейроноподобных элементов, объединение которых порождает новые системные качества, которые не присущи отдельным элементам этой сети.**

Типы нейронных сетей.

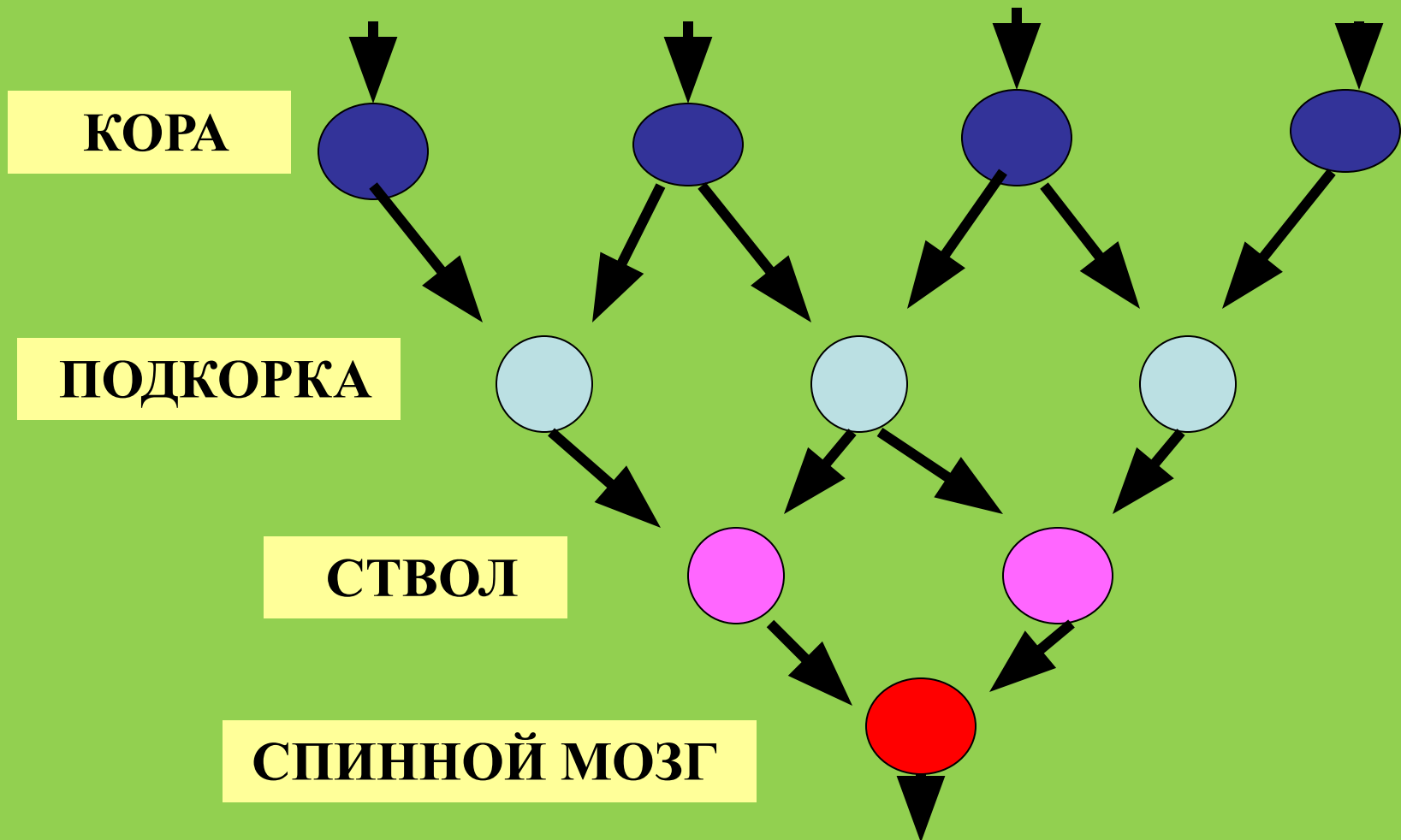
По характеру организации в нервной системе выделяют три типа сетей:

- 1) иерархические,**
- 2) локальные**
- 3) дивергентные.**

Иерархические сети

- характеризуются свойствами **конвергенции** (несколько нейронов одного уровня контактируют с меньшим числом нейронов другого уровня) и **дивергенции** (нейрон нижележащего уровня контактирует с большим числом нейронов вышележащего уровня).
- Благодаря этому информация может многократно фильтроваться и усиливаться.
- Такой тип сетей наиболее **характерен для строения сенсорных и двигательных путей.**

ПРИНЦИП ОБЩЕГО КОНЕЧНОГО ПУТИ



Локальные сети

- характеризуются тем, что в них поток информации удерживается в пределах одного иерархического уровня, оказывая на нейроны-мишени возбуждающее или тормозящее действие, что позволяет модулировать поток информации.
- Таким образом, нейроны локальных сетей действуют как своеобразные фильтры, отбирая и сохраняя нужную информацию.
- Предполагается, что подобные сети имеются на всех уровнях организации мозга.

Дивергентные сети

- характеризуются наличием нейронов, которые, имея один вход, на выходе образуют контакты с множеством других нейронов.
- Таким путем эти сети могут влиять одновременно на активность множества элементов, которые могут быть связаны с разными иерархическими уровнями
- Являясь интегративными по принципу строения, эти сети, вероятно, выполняют централизованную регуляцию и управление динамикой информационного процесса.

Конвергентные и дивергентные сети

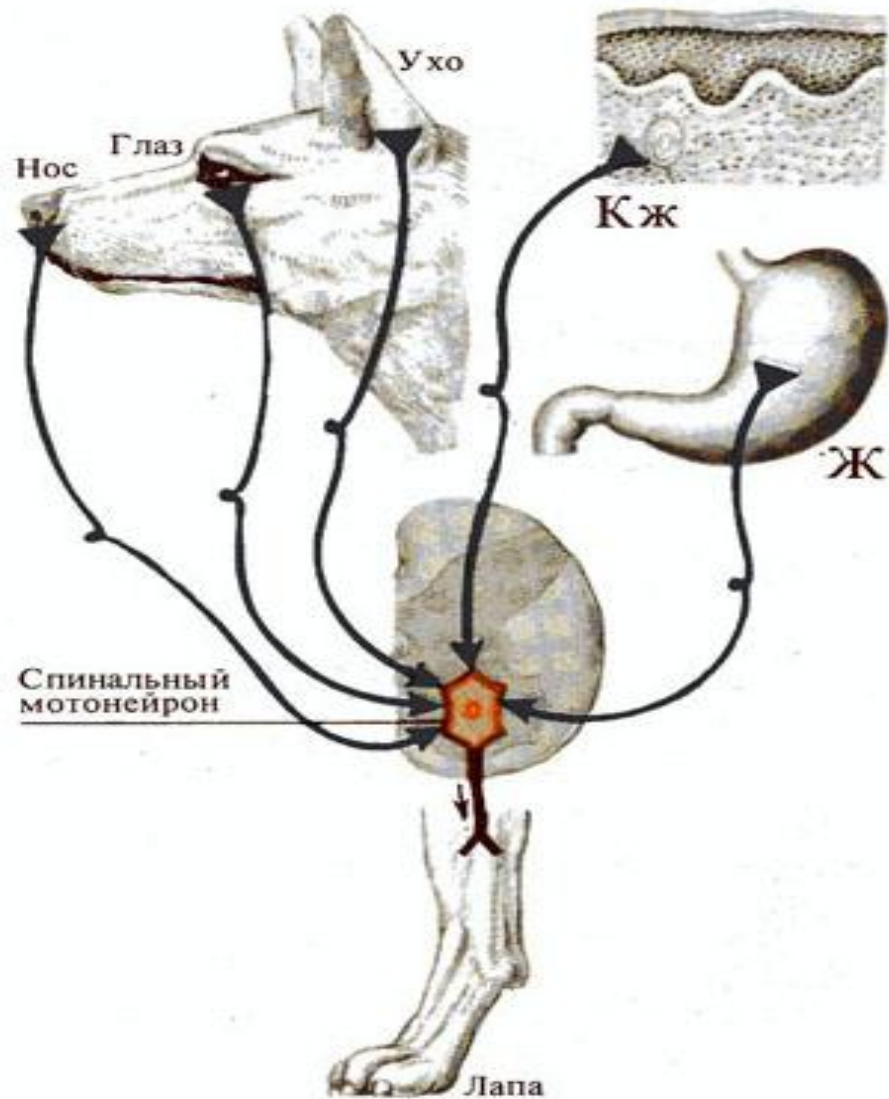
Конвергенция



Дивергенция



Принцип «общего конечного пути»
(пример конвергенции)

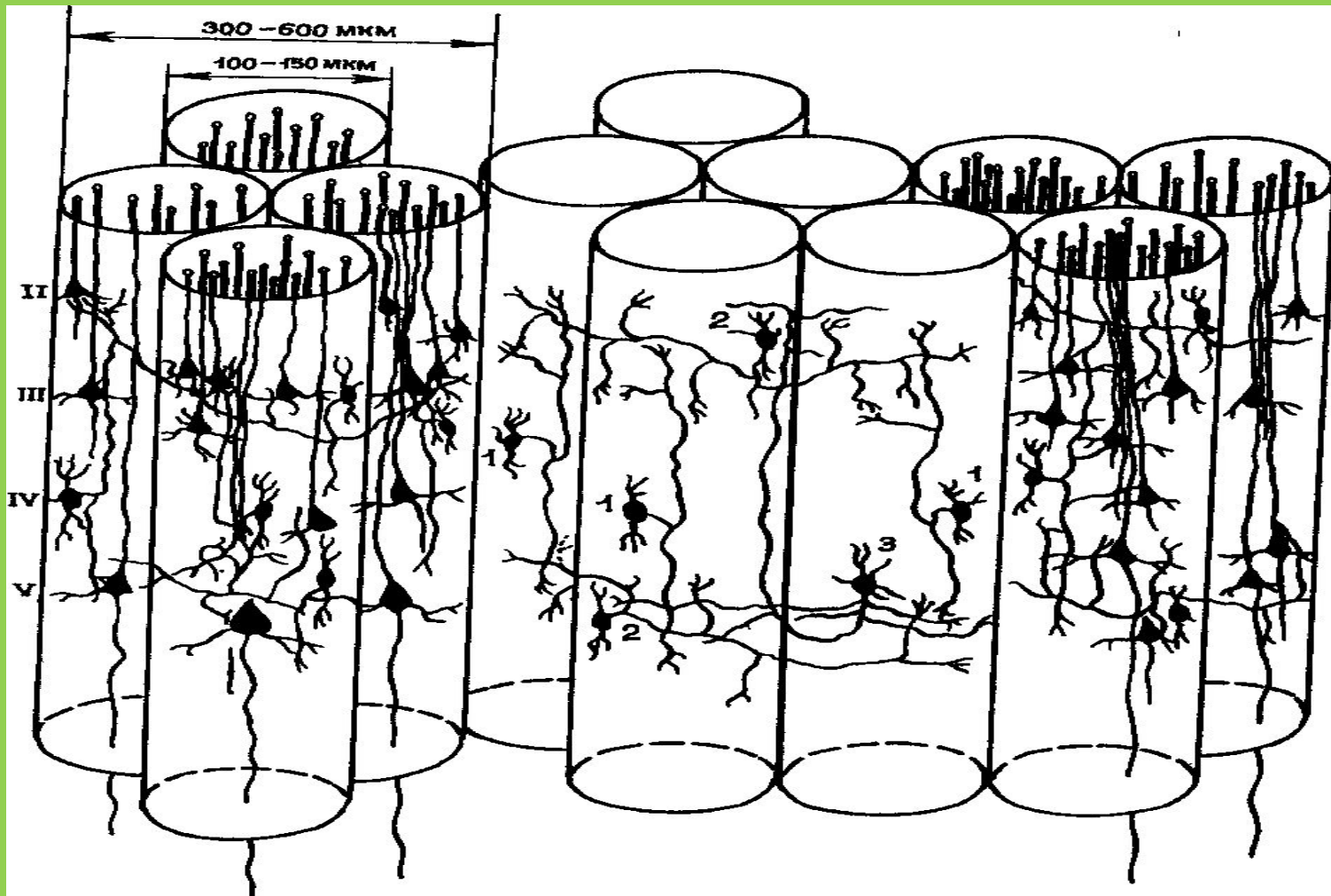


Нейронные ансамбли

например, колонки коры больших полушарий)

- это элементарное (простейшее) объединение нейронов для выполнения различных сенсорных и семантических задач.
- нейронными ансамблями принято называть группу нейронов диаметром 300-500 мкм, включающую пирамидные и звездчатые нейроны коры большого мозга, которые генерируют одночастотные паттерны.
- Предполагается , что нейронные ансамбли играют исключительно важную роль при обучении и в процессах запоминания

Схема взаимоотношений колонок (микромодулей) и функциональных модулей в коре мозга низших приматов,



Основы рефлекторной теории

René Descartes, 1596-1650



- Рене Декарт (XVII в.).
французский
философ и врач
- Сформулировал
понятие об ответной
реакции организма
(но *рефлексом* ее не
называл)

Рене Декарт (XVII в.).

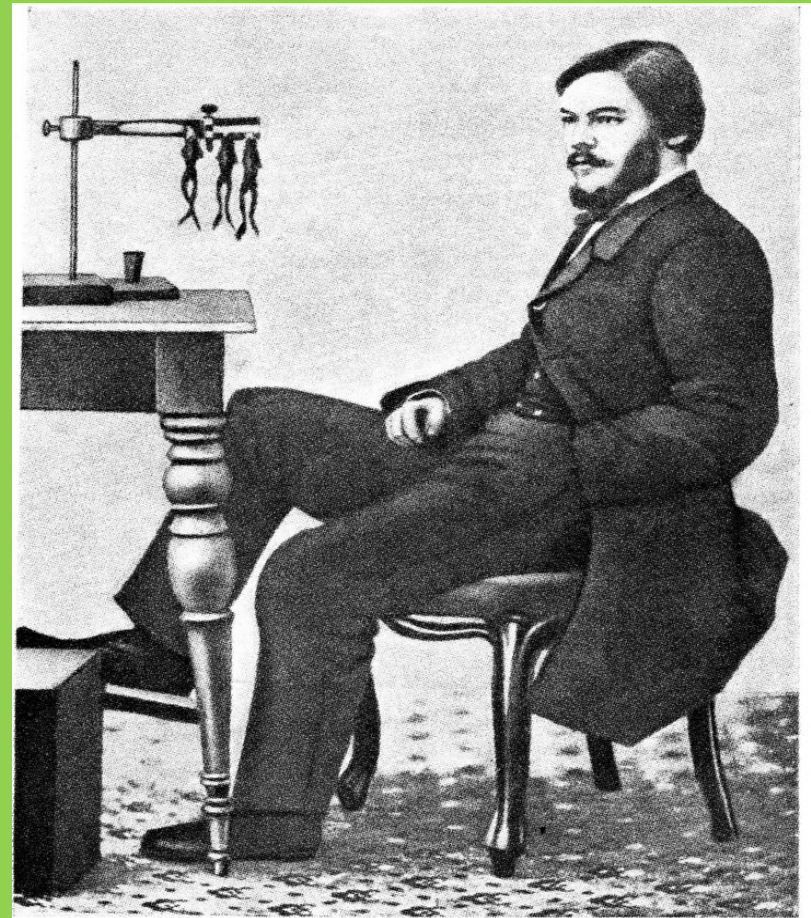
**предположил, что организм,
наделенный нервной системой,
способен отвечать на действие
внешних раздражителей по типу
«кнопка – ответ»**

**Иржи Прохазка (конец XVIII в.).
ввел термин «рефлекс»,
т.е. отражение.**

Иван Михайлович Сеченов

1829–1905

- функции опорно-двигательного аппарата
- *газы крови*
- *Рефлексы головного мозга (1863)*
- *Кому и как разрабатывать психологию (1873)*
- *Элементы мысли (1878)*



И. М. Сеченов в своей лаборатории в Медико-хирургической академии (1860-е годы).

**И.М. Сеченов (1863) издал книгу
«Рефлексы головного мозга»**

Основные положения;

- 1) все сознательное и
бессознательное совершается по
типу рефлекса, т.е. отражения.**
- 2) рефлекторная деятельность
осуществляется с участием
тормозных процессов в ЦНС,**

Иван Петрович Павлов

1849–1936



Иван Петрович Павлов
1849-1936

- лаборатория при клинике С.П. Боткина в ВМА
- О центробежных нервах сердца (1883)
- Лекции о работе главных пищеварительных желез (1897)
- Нобелевская премия 1904
- условный рефлекс, высшая нервная деятельность
- Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности животных (1923)

И.П. Павлов (начало XX века)

- **Считал, что рефлекс является основой деятельности ЦНС,**
- **Выделил особый класс рефлексов, он назвал их «условными рефлексами»**
- **Установил условия, необходимые для их выработки.**
- **Сформулировал представление о ВНД - высшей нервной деятельности .**

А.А. Ухтомский в 1923 году создал учение о доминанте, т.е. О господствующем очаге возбуждения в ЦНС.

Это одно из самых фундаментальных представлений, позволяющих понять принцип рефлекторной деятельности мозга

Принципы рефлексорной теории

**Основоположники - И.М. Сеченов, И.
П. Павлов, А.А. Ухтомский**

- 1. принцип детерминизма
(причинности)**
- 2. принцип единства анализа и синтеза**
- 3. принцип единства структуры и
функции.**

Принцип детерминизма

Любой рефлекс возникает под влиянием определенной причины (стимула), т.е. он причинно обусловлен.

Принцип единства анализа и синтеза

Рефлекс представляет собой внешнее отражение процессов анализа и синтеза сенсорных сигналов, происходящих в соответствующих отделах спинного или головного мозга.

Принцип единства структуры и функции

Для формирования и реализации рефлекса необходимо наличие в нервной системе определенных структур (нейронов), объединенных соответствующим образом друг с другом и имеющих необходимое функциональное состояние, обеспечивающее их взаимодействие.

П. К. Анохин (XX век)

**Все многообразие целенаправленной
деятельности человека и животного
объясняется теорией
функциональных систем**

Современный этап развития рефлекторной теории:

***Есть ли что – либо другое, помимо
рефлекса, объясняющее работу
ЦНС?***

Основы рефлекторной теории

- В основе функциональной организации деятельности ЦНС лежит рефлекторный (отражательный) принцип – любые проявления работы мозга - это ответы мозга на те или иные внешние и внутренние воздействия.

Определение

1) РЕФЛЕКС

(от лат. – reflexus – повернутый назад, отраженный) – это закономерная ответная реакция организма на действие раздражителя, возбуждающего сенсорные рецепторы; эта реакция осуществляется при обязательном участии ЦНС.

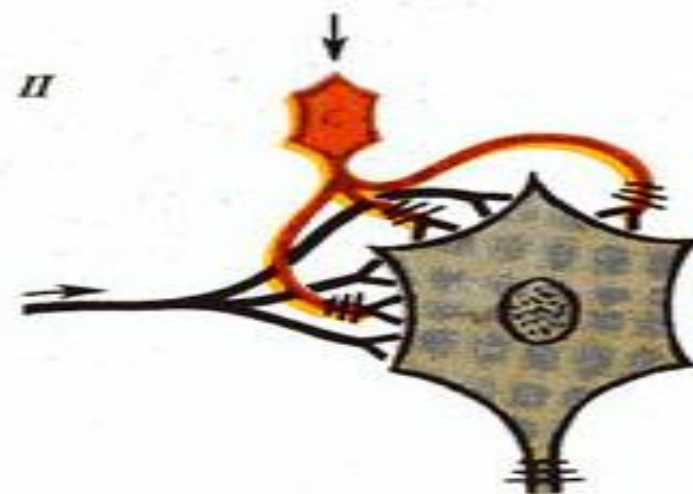
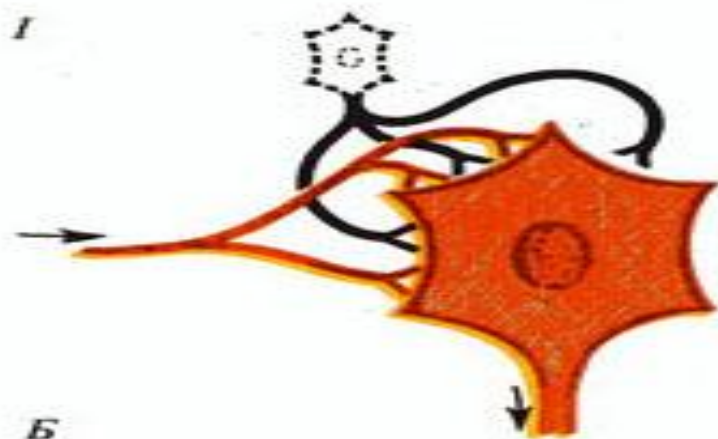
2) РЕФЛЕКС –

это возникновение, изменение или прекращение функциональной активности органов, тканей или целостного организма, осуществляемое при участии ЦНС в ответ на раздражение рецепторов организма

(Словарь физиологических терминов, 1987).

Пример одного из самых известных рефлексов (он вызывается по методике Тюрка)

- При погружении левой лапки спинальной лягушки в раствор 0,1 % раствор серной кислоты возникает сгибание в коленном суставе левой лапки.**



Основы рефлексорной теории. Методика Тюрка.
Сеченовское торможение

Рефлекторная дуга

- ***Рефлекторная дуга*** (рефлекторный путь) - это совокупность образований, необходимых для осуществления рефлекса,
- ***Рефлекторная дуга*** - это последовательно соединенная цепь нейронов, по которой проводится возбуждение в процессе осуществления рефлекса.

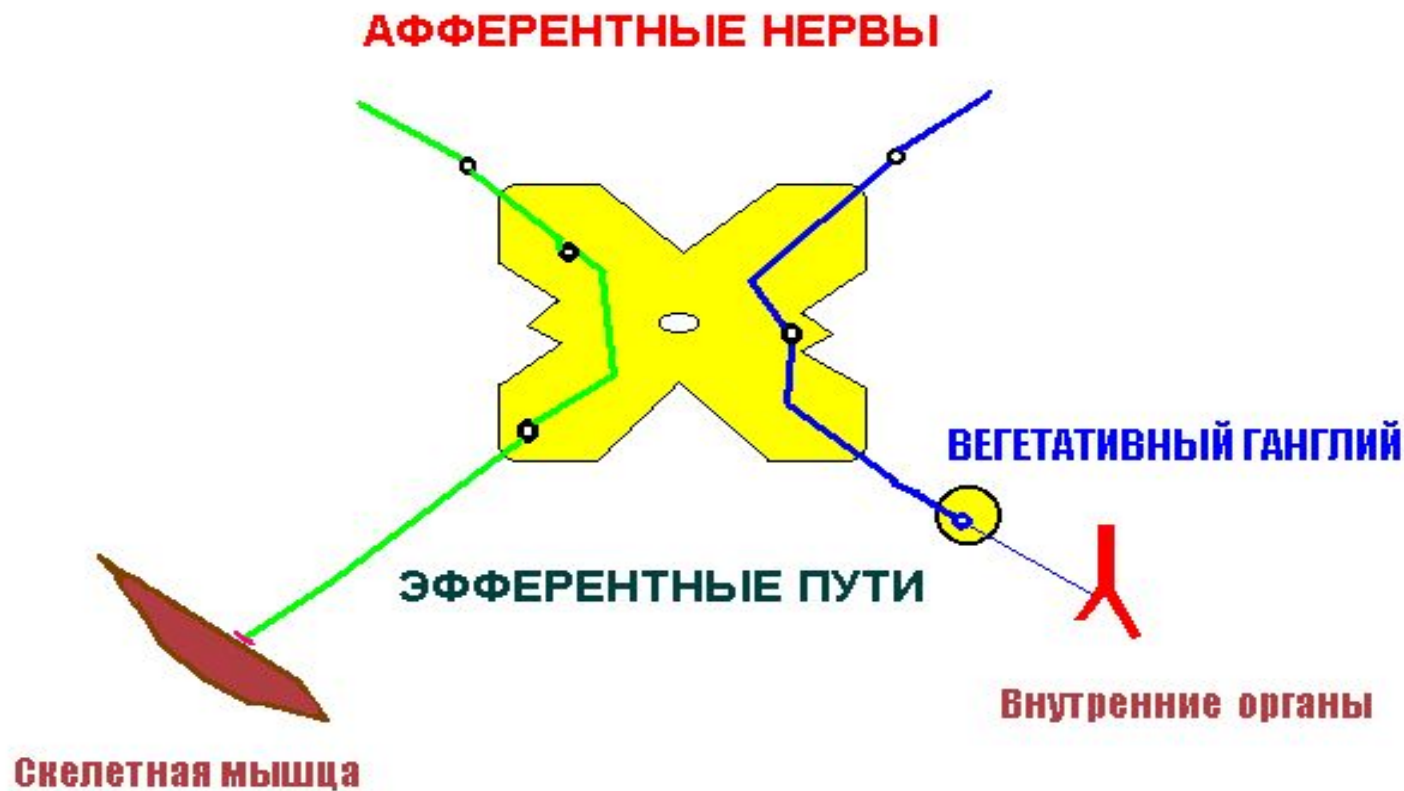
- рефлекторная дуга **безусловного рефлекса** генетически запрограммирована.
- рефлекторная дуга **условного рефлекса** возникает заново на базе дуги безусловного рефлекса. (т.е. генетически запрограммированная цепь нейронов является лишь компонентом вновь создаваемой цепи нейронов) .

5 основных звеньев дуги безусловного рефлекса:

- 1. рецепторы (трансформируют энергию внешнего раздражения в энергию нервного импульса)**
- 2. афферентный, или сенсорный, нейрон (находится в спинномозговом ганглии)**
- 3. вставочный нейрон (находится в спинном мозге или в других отделах мозга)**
- 4. эфферентный (двигательный) нейрон**
- 5. эффектор (скелетная мышца, железа, сердце, нейрон)**

Примечание: вставочные нейроны могут отсутствовать.

СОМАТИЧЕСКАЯ И ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕФЛЕКТОРНЫЕ ДУГИ



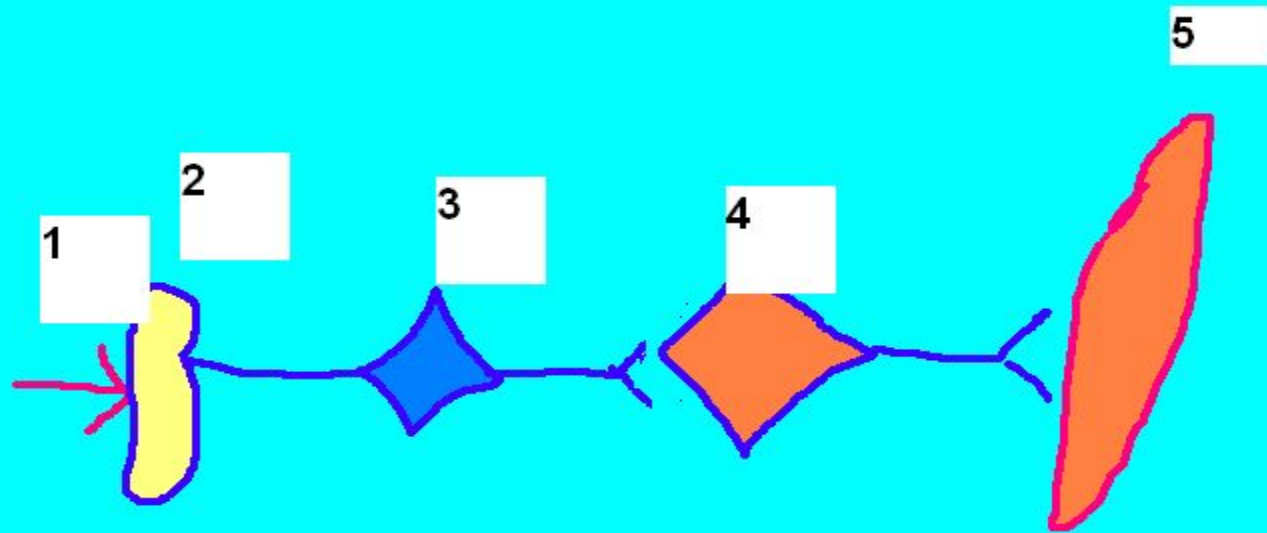


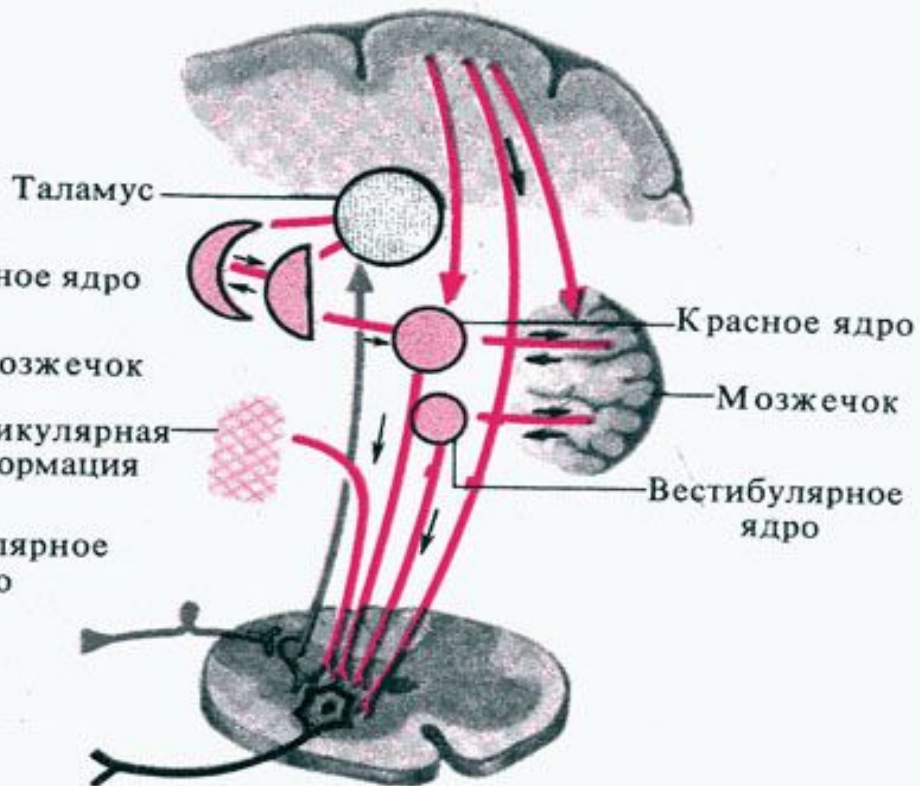
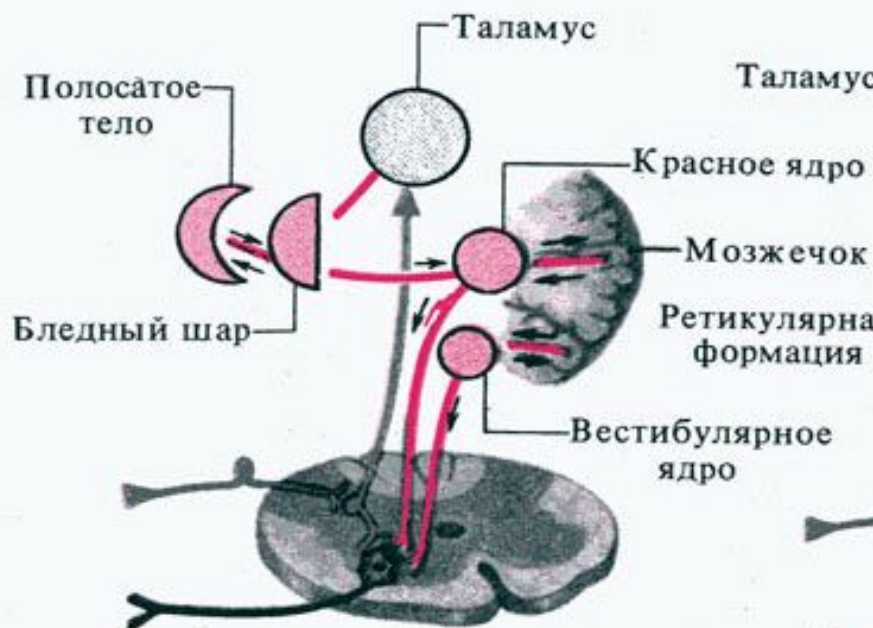
Схема моносинаптической рефлексорной дуги
1- раздражитель, 2-рецептор, 3-афферентный нейрон,
4- эфферентный нейрон, 5- эффектор (мышца)

Моносинаптическая рефлексорная дуга

Спинальная рефлексорная дуга



А



Б

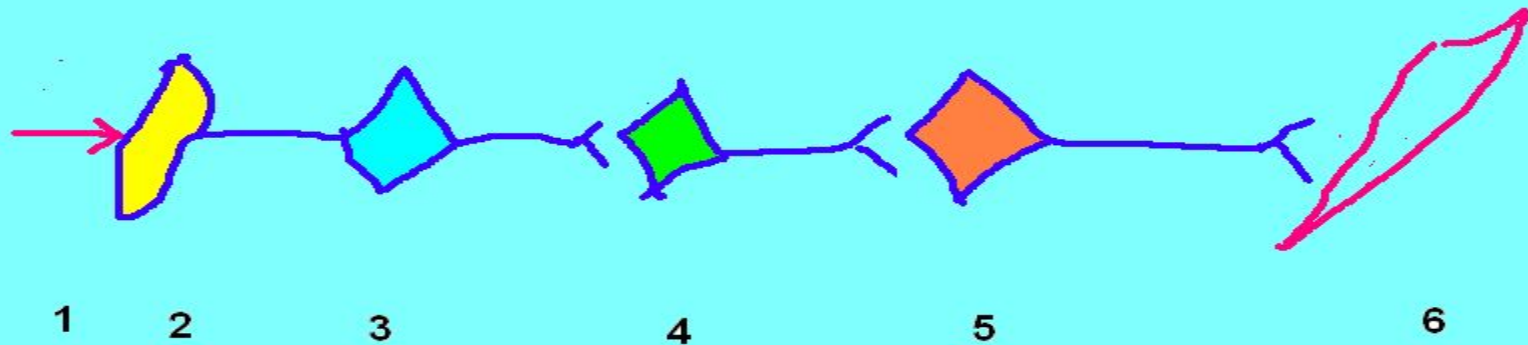


Схема бисинаптической рефлексорной дуги
1- раздражитель, 2-рецептор, 3-афферентный
нейрон, 4- вставочный нейрон, 5- эфферентный
нейрон, 6- эффектор (мышца)

Время рефлекса, или латентный (скрытый) период

- **это время от момента раздражения сенсорного рецептора до появления ответной реакции**

Рефлекторный ответ мышцы

Раздражитель



Латентный
период

Латентный период рефлекса

Основы рефлекторной теории

В латентный период происходят следующие процессы:

- 1) восприятие раздражителя,
- 2) проведение возбуждения по афферентному пути,
- 3) передача возбуждения на эфферентный нейрон,
- 4) проведение возбуждения от эфферентного нейрона к мышце,
- 5) переход возбуждения через нервно-мышечный синапс,
- 6) инициация сокращения

Центральное время рефлекса (ЦВР)

**это время, в течение которого
происходит передача возбуждения
в структурах ЦНС**

- **Центральное время рефлекса (ЦВР)
отражает число синапсов,
участвующих в реализации данного
рефлекса, т.е. входящих в состав
рефлекторной дуги**

Основы рефлекторной теории

- У теплокровного животного на прохождение каждого синапса в ЦНС требуется 1,5 мс, а еще 2 мс затрачивается на остальные процессы в ЦНС.
- Т.е. центральное время рефлекса, или ЦВР, $\text{ЦВР} = 2 + 1,5 \times n$,
- где n – число синапсов в ЦНС.
- Пример: при наличии 1 синапса в рефлекторной дуге $\text{ЦВР} = 3,5$ мс,
- При наличии 2 синапсов – $\text{ЦВР} = 5,0$ мс

Основные физиологические процессы, необходимые для реализации рефлекса

- 1) прием информации от рецептора,**
- 2) расшифровка этой информации и программирование адекватного ответа**
- 3) реализация ответа путем передачи сигнала к исполнительным органам**
- 4) контроль за правильностью осуществления программы.**

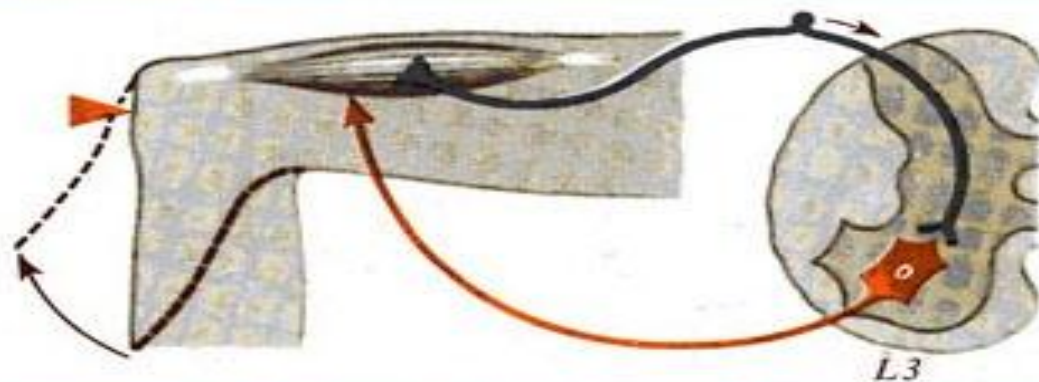
Виды рефлекторных дуг

1) Моносинаптические дуги
(содержат 2 нейрона - афферентный и эфферентный;

- латентный период - 50-100 мс,
- центральное время рефлекса - 3,5 мс.

- Пример - коленный, или миотатический рефлекс, возникающий в ответ на растяжение четырехглавой мышцы бедра

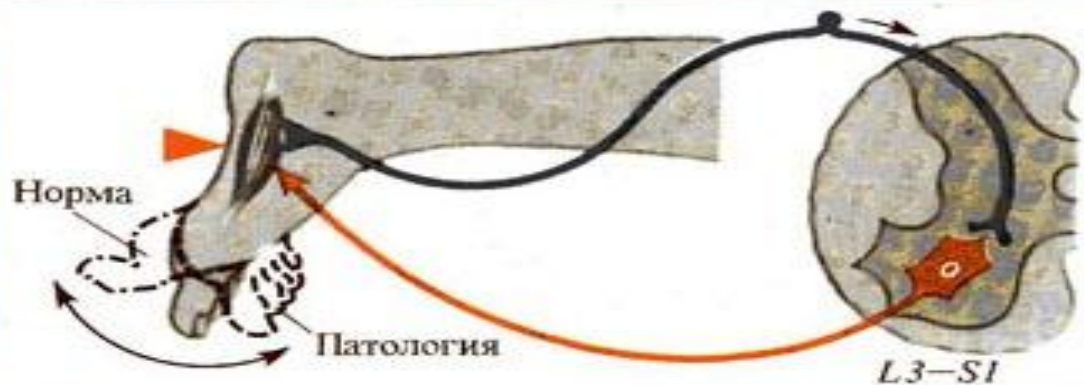
Коленный рефлекс



Ахиллов рефлекс



Подошвенный рефлекс в патологии (рефлекс Бабинского) и в норме

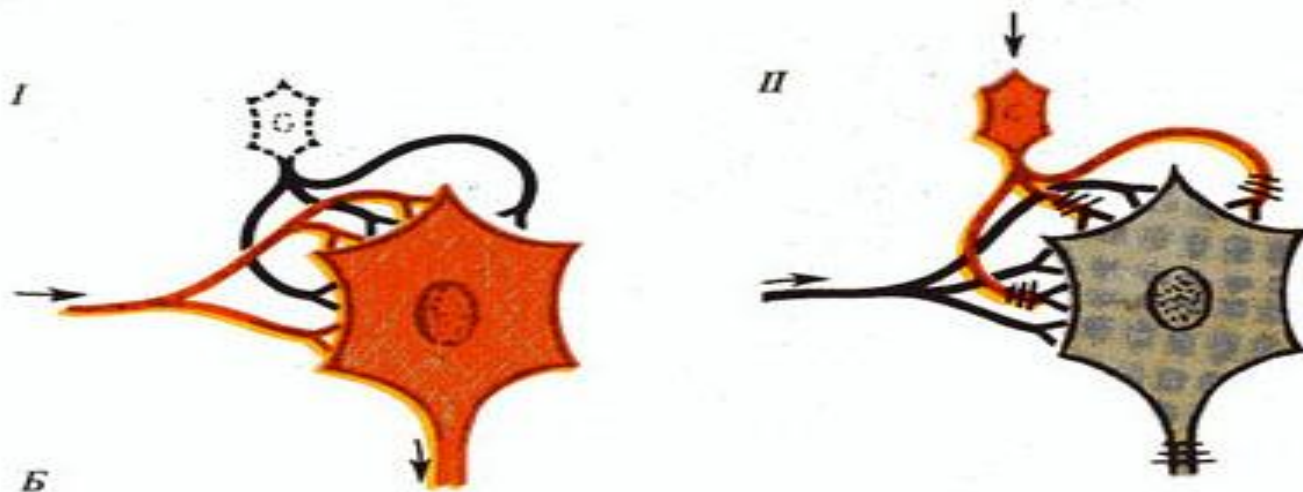
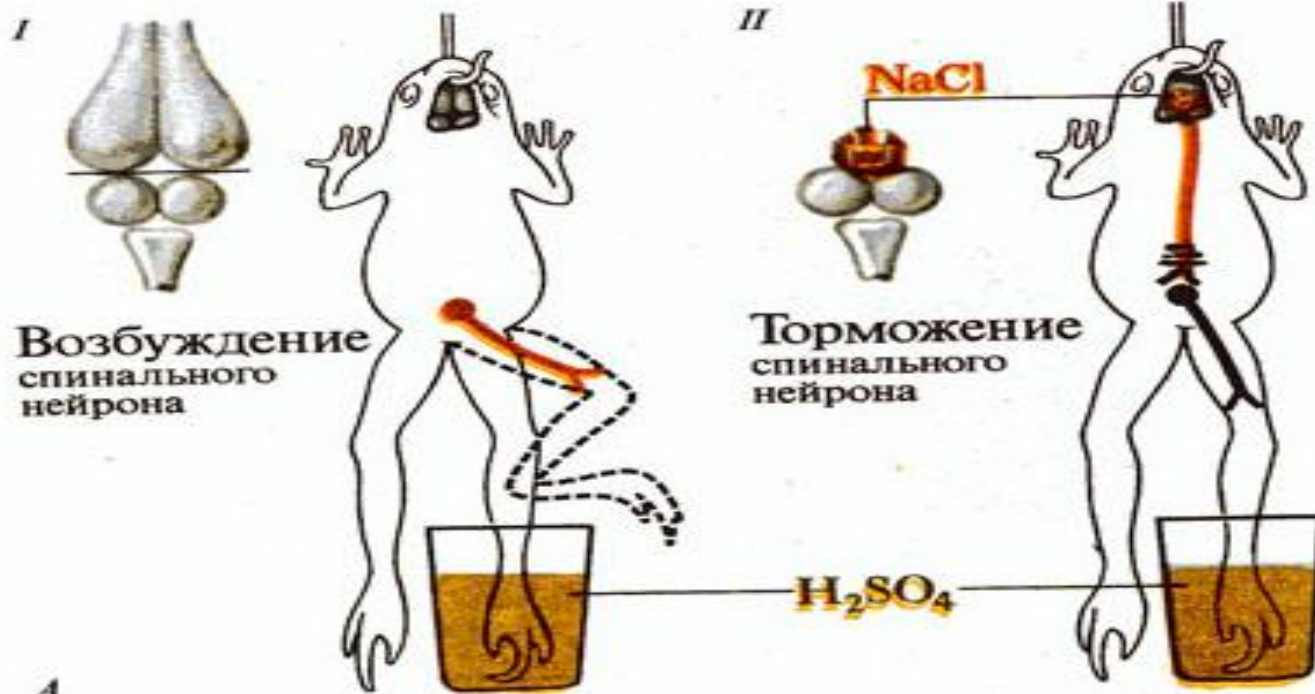


- **2) Полисинаптические дуги**
(содержат больше 2 нейронов)

**Центральное время рефлекса -
больше 3,5 мс (при 2 синаптических
переключениях – 5 мс).**

**Пример - сгибательный рефлекс у
лягушки (возникает при раздражении
рецепторов кожи серной кислотой).**

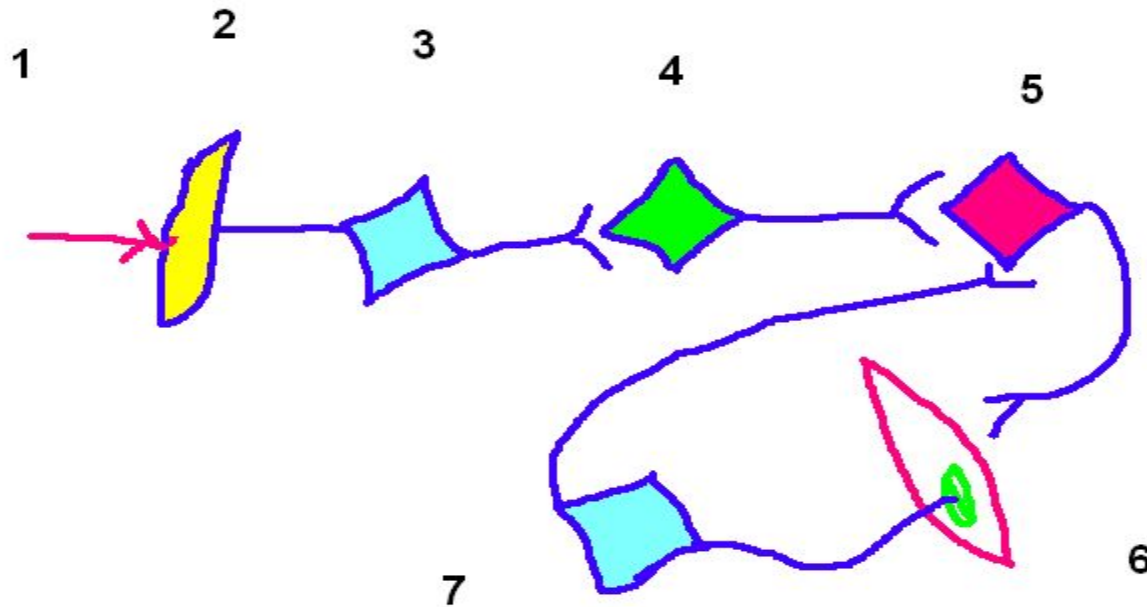
Сгибательный рефлекс как пример полисинаптического рефлекса



Рефлекторное кольцо, или рефлекторный путь

**Это рефлекторная дуга + звено
обратной афферентации
(от эффекторного органа) в ЦНС.**

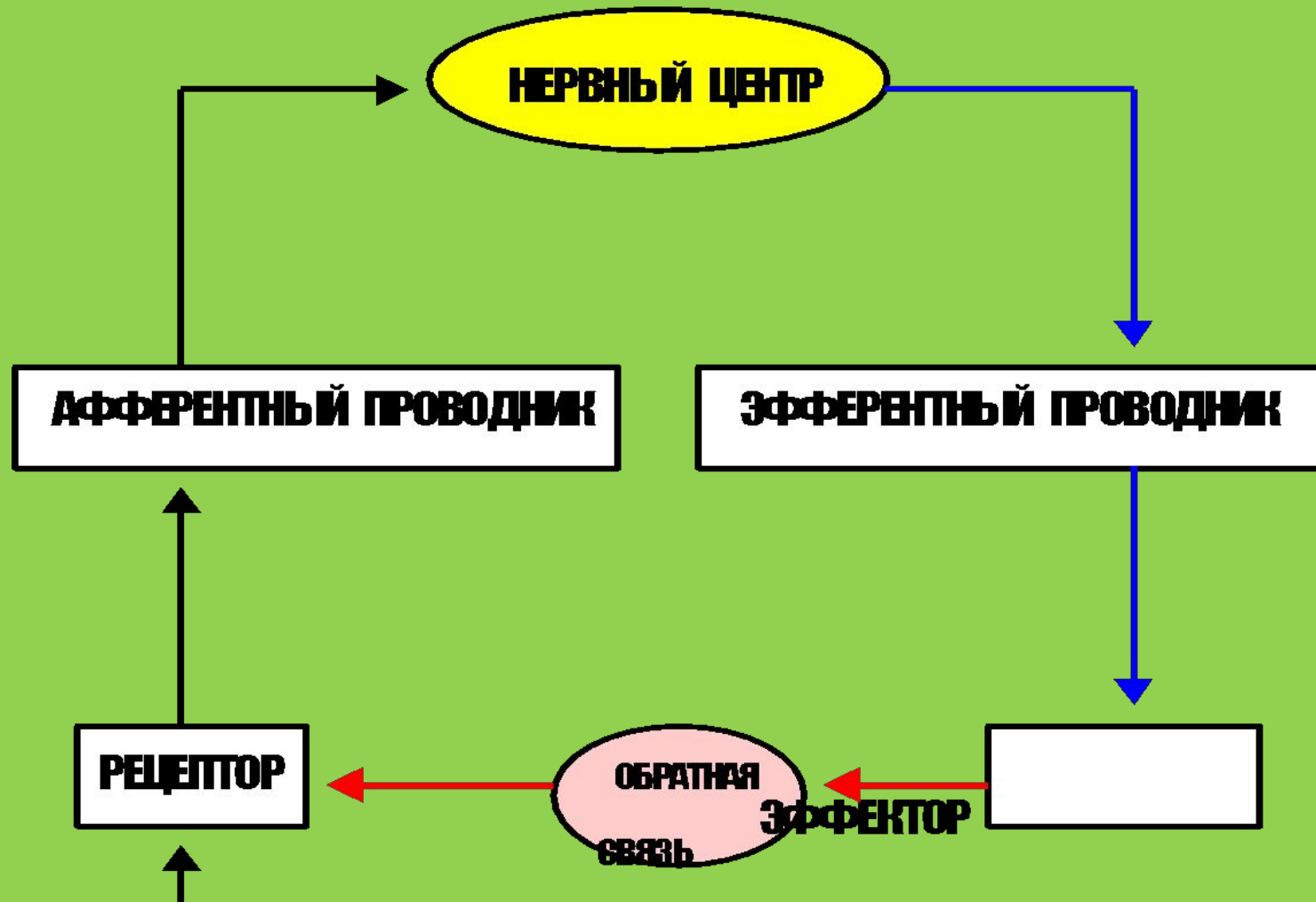
**Это звено информирует
эфферентный нейрон
о результате действия**



Рефлекторное кольцо.

1 – раздражитель, 2 - рецептор, 3 - афферентный нейрон (А), 4 – вставочный нейрон, 5 - эфферентный нейрон, 6 – эффектор (мышца) и рецептор, 7- афферентный нейрон (обратная связь)

РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА И РЕФЛЕКТОРНОЕ КОЛЬЦО



Основы рефлекторной теории

Рецептивное поле, или рефлексогенная зона, рефлекса

- это участок поверхности тела (органа) с расположенными здесь рецепторными клетками, раздражение которых вызывает рефлекс

Рецепторы как начальное звено рефлекторной дуги.

Виды рецепторов

1) экстероцепторы (экстерорецепторы-воспринимают раздражение из внешней среды.

Расположены в наружных покровах тела (в коже и слизистых оболочках) и входят в состав сенсорных систем организма

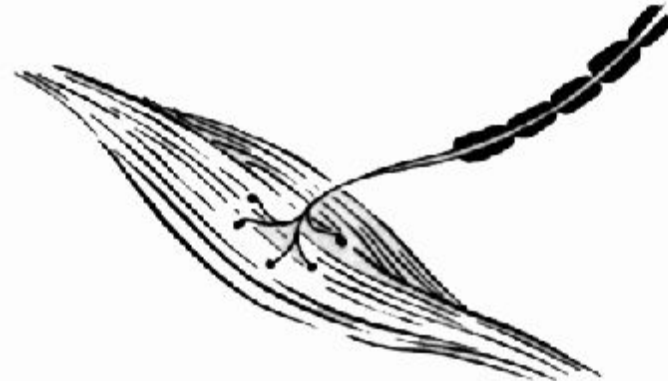
При их возбуждении возникают экстерорецептивные рефлексы

ВИДЫ РЕЦЕПТОРОВ КОЖИ (Экстерорецепторы)

А. Тельце Пачини



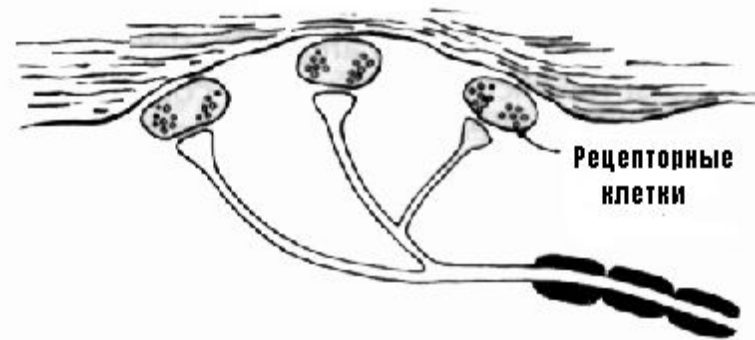
В. Окончание Руффини



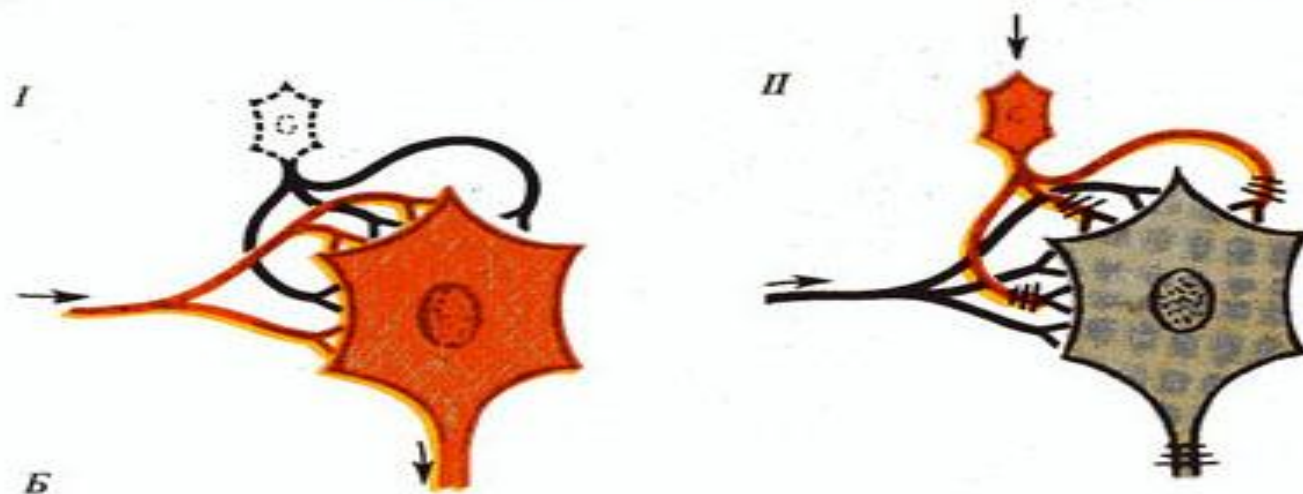
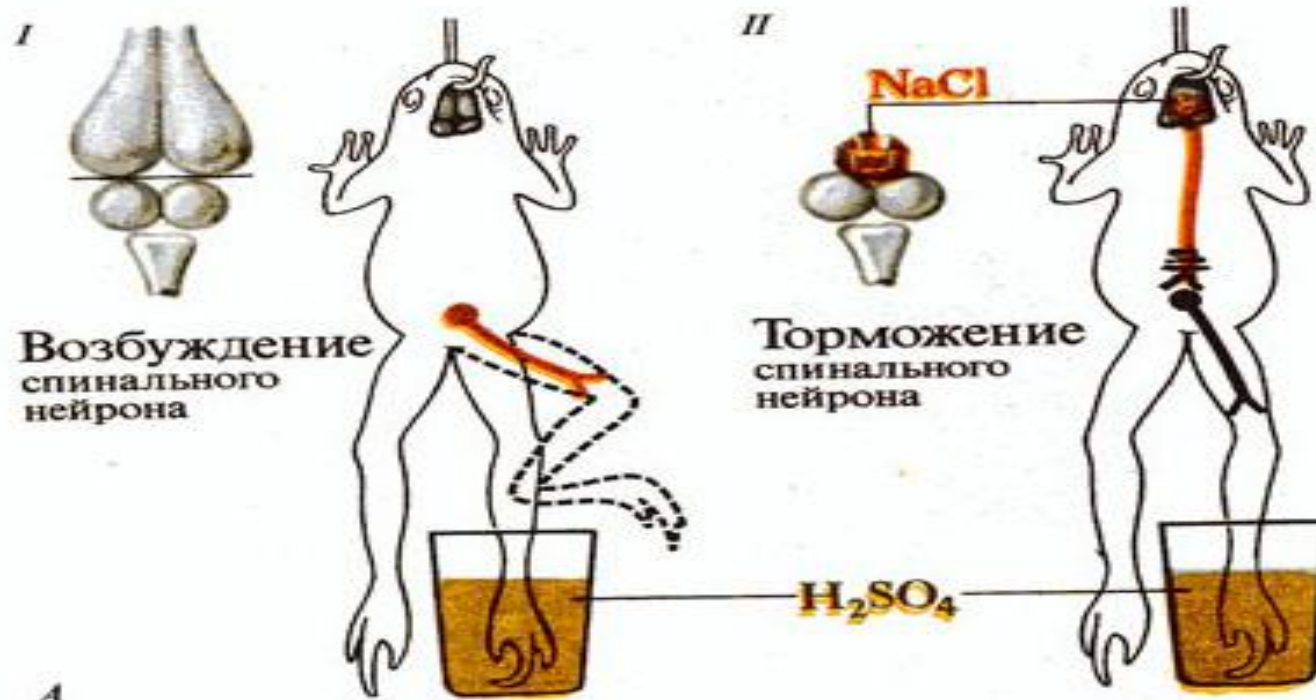
С. Тельце Мейснера



Д. Диски Меркеля



Сгибательный рефлекс как пример экстерорецептивного рефлекса

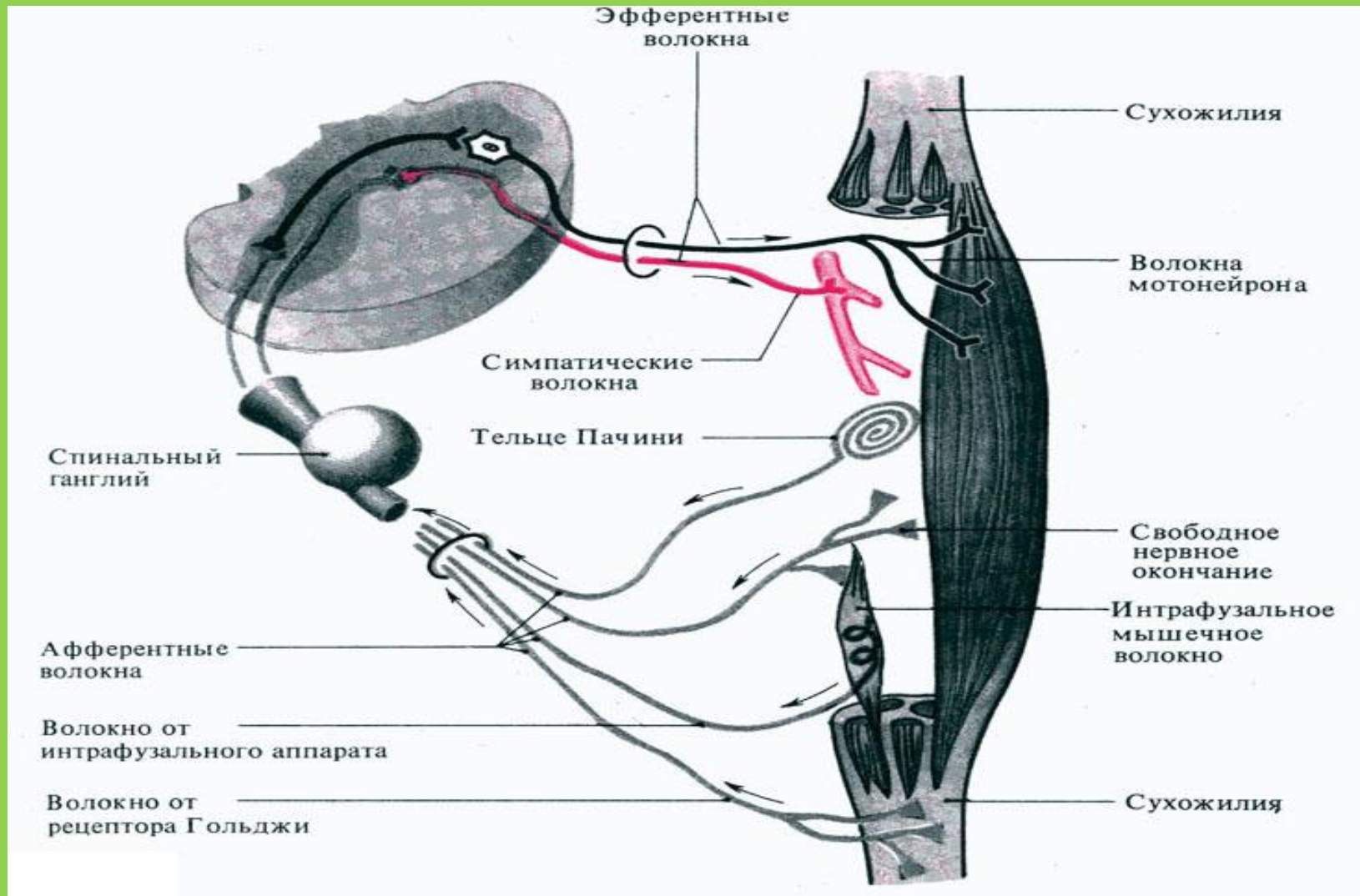


**2) проприоцепторы, или
проприорецепторы -
располагаются в опорно-
двигательном аппарате.**

**Воспринимают раздражения в
суставных капсулах, связках,
фасциях, сухожилиях, мышцах**

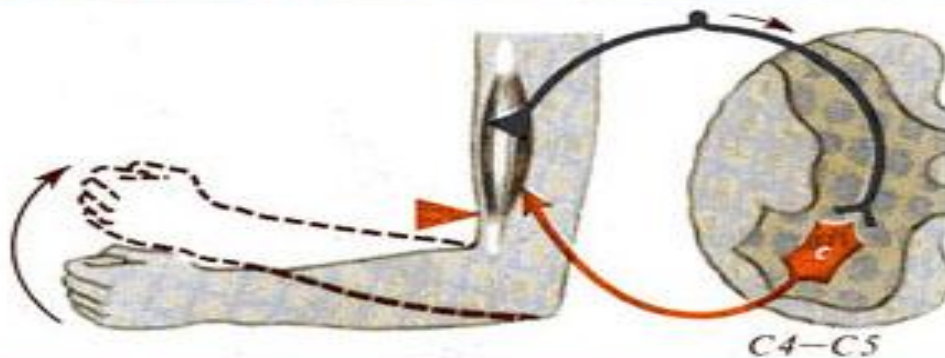
**При их возбуждении возникают
проприорецептивные рефлексы**

Проприорецепторы, проприоцептивные рефлексy



Проприоцептивные (сухожильные, миотатические рефлексы)

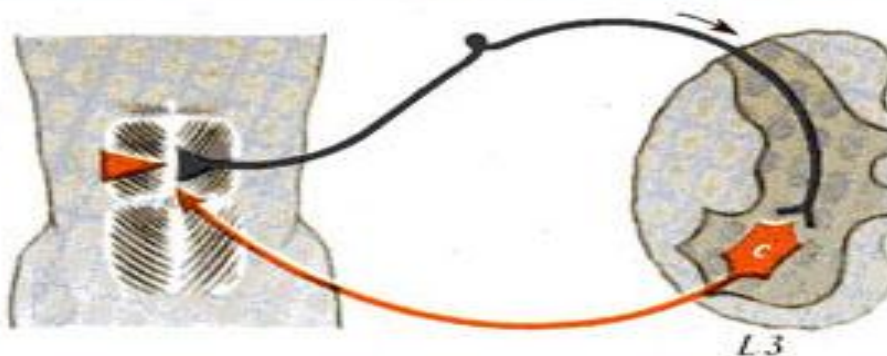
Сгибательный рефлекс предплечья



Разгибательный рефлекс предплечья



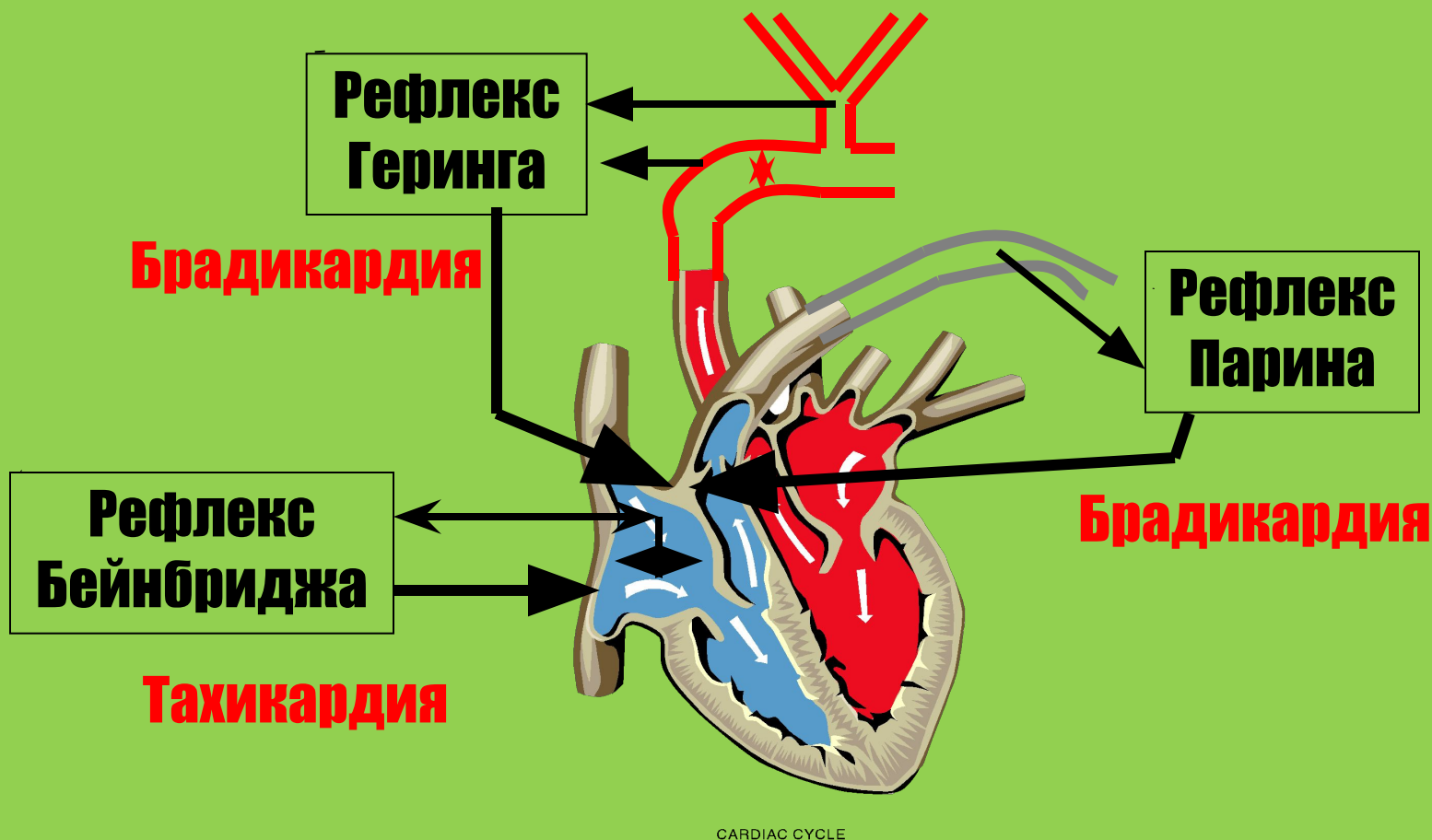
Брюшной рефлекс



3) интероцепторы (интерорецепторы)
- получают раздражения при
изменениях химического состава
внутренней среды организма, при
изменении кровяного давления

При их возбуждении возникают
интероцептивные (висцеральные)
рефлексы

Интерорецепторы в рефлексогенных зонах (каротидная, аортальная, зона легочной артерии, зона правого предсердия)



Классификация рефлексов человека и животных

1. В зависимости от появления в эволюции (по А.Б. Когану).

- 1) элементарные безусловные рефлексы,
- 2) координационные безусловные рефлексы,
- 3) интегративные безусловные рефлексы,
- 4) сложнейшие безусловные рефлексы, или инстинкты,
- 5) элементарные условные рефлексы,
- 6) сложные формы высшей нервной деятельности.

2. В зависимости от происхождения, или способа формирования в процессе индивидуального развития

1) простые безусловные рефлексы (врожденные)

2) сложные безусловные рефлексы, или инстинкты (врожденные)

3) условные рефлексы (приобретенные в процессе постнатального онтогенеза)

3. в зависимости от онтогенеза безусловные рефлексы бывают:

- 1) постоянно существующие,**
- 2) рудиментарные,**
- 3) исчезающие с определенного периода онтогенеза (например, хватательный рефлекс Робинсона исчезает к 2-4 месяцам, рефлекс Бабинского - к 2 годам)**
- 4) возникающие в период развития, в том числе во время полового созревания**

4. В зависимости от состояния здоровья

- 1) рефлексы здорового организма,**
- 2). патологические рефлексы**
(например, рефлексы, возникающие
при нарушении функции спинного
мозга; например, разгибательный
рефлекс Бабинского (разгибание
большого пальца стопы в сторону
тыла при раздражении подошвы
стопы штриховым движением)

5. В зависимости от числа синапсов

- 1) моносинаптические**
- 2) полисинаптические**

6. В зависимости от рецепторов, активация которых вызывает рефлекс

- 1. экстероцептивные
(болевые температурные, тактильные),**
- 2. интероцептивные (хеморецепторные, барорецепторные, осморецепторные),**
- 3. проприоцептивные
(с рецепторов мышц, сухожилий и суставов)**

7. В зависимости от локализации рефлексогенных зон

- 1) аортальные, каротидные (от рецепторов сонной артерии),**
- 2) кожные,**
- 3) сухожильные,**
- 4) сердечные,**
- 5) сосудистые,**
- 6) висцеральные,**
- 7) мышечные,**

8. В зависимости от отдела мозга, необходимого для реализации рефлекса

- 1) спинномозговые (спинальные)**
- 2) стволовые (бульбарные, мезенцефальные, понтийные),**
- 3) диэнцефальные (гипоталамические)**
- 4) мозжечковые**
- 5) корковые**

9. В зависимости от систем мозга, ответственных за реализацию рефлекса

- 1) вегетативные
(симпатические, парасимпатические, метасимпатические),**
- 2) двигательные,**
- 3) сенсорные**
- 4) интеллектуальные**

**10. В зависимости от органа,
деятельность которого изменяется
при реализации рефлекса**

- 1) сердечные,**
- 2) сосудистые,**
- 3) дыхательные,**
- 4) бронхиальные,**
- 5) мышечные,**
- 6) слюноотделительные,**
- 7) желчеотделительные,**
- 8) терморегуляционные**
- 9) другие рефлексy**

11. В зависимости от эффекта, возникающих при реализации рефлекса

- 1) дыхательные, чихательные, кашлевые,**
- 2) сосательные, жевательные, слюноотделительные, желчеотделительные, сокоотделительные, всасывательные,**
- 3) хватательные, локомоторные, статокинетические, статические, миотатические, разгибательные, сгибательные,**
- 4) глазодвигательные, в том числе нистагм глаз**
- 5) эрекционный, эякуляционный,**
- 6) дефекационный, мочеиспускательный,**
- 7) ортостатический, клиностатический**

12. В зависимости от биологического значения

- 1) пищевые,**
- 2) питьевые,**
- 3) оборонительные**
- 4) защитные**
- 5) половые,**
- 6) родительские и т. д.**

13. В зависимости от вида потребности, удовлетворяемой при реализации рефлекса (по П.В. Симонову)

- 1) витальные, или биологические**
(пищевые, питьевые, оборонительные, регулирующие цикл «сон бодрствование», экономии сил),
- 2) зоосоциальные, или ролевые**
(половые, родительские, стадные, инстинкты доминирования и территориального поведения, включая инстинкты миграции, инстинкты эмоционального резонанса)
- 3) инстинкты саморазвития**
(поисково-исследовательские, или информационные, инстинкты сопротивления, или рефлекс свободы, инстинкты превентивной «вооруженности» – имитационные и игровые)

Торможение в ЦНС

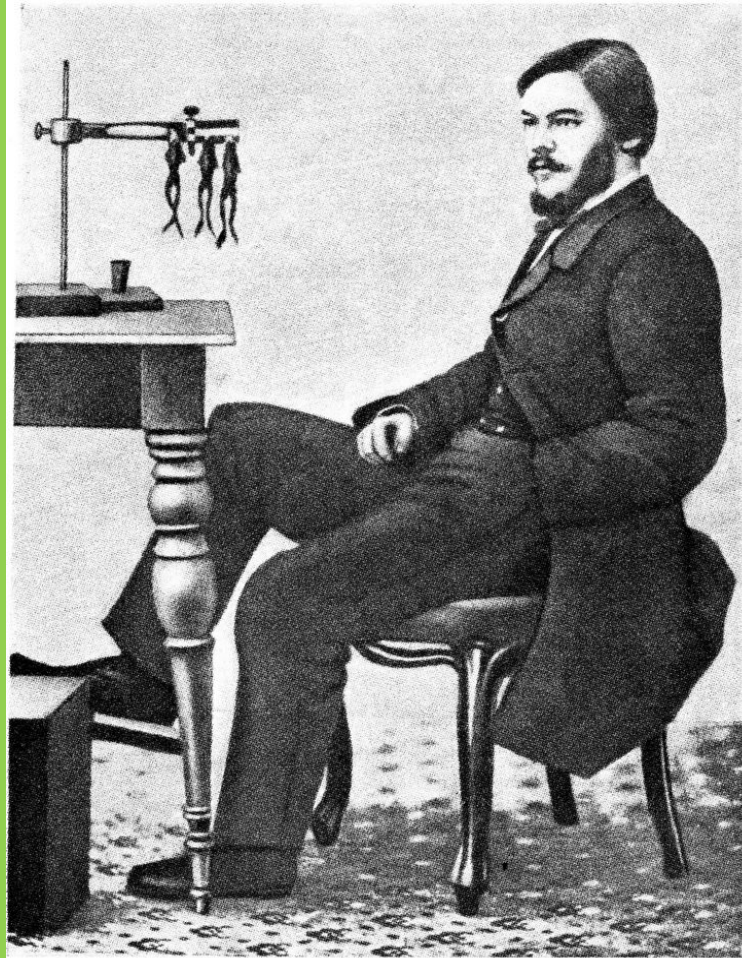
Открытие процесса торможения в ЦНС

И.М. Сеченов, (1863)

- 1) И.М. Сеченов исследовал сгибательный рефлекс лягушки (по методике Тюрка), который возникал в ответ на погружение лапы животного в раствор кислоты.**
- 2) 2) Раздражение зрительного бугра (таламуса) лягушки кристаллами NaCl тормозило рефлекс - удлиняло времени сгибательного рефлекса.**
Это получило название сеченовского, или центрального, торможения

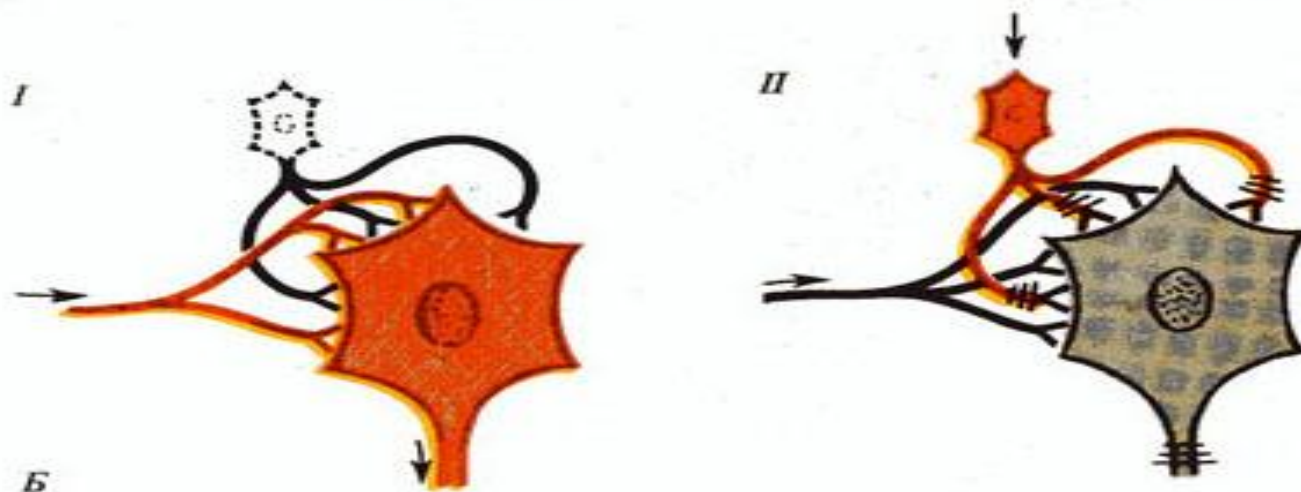
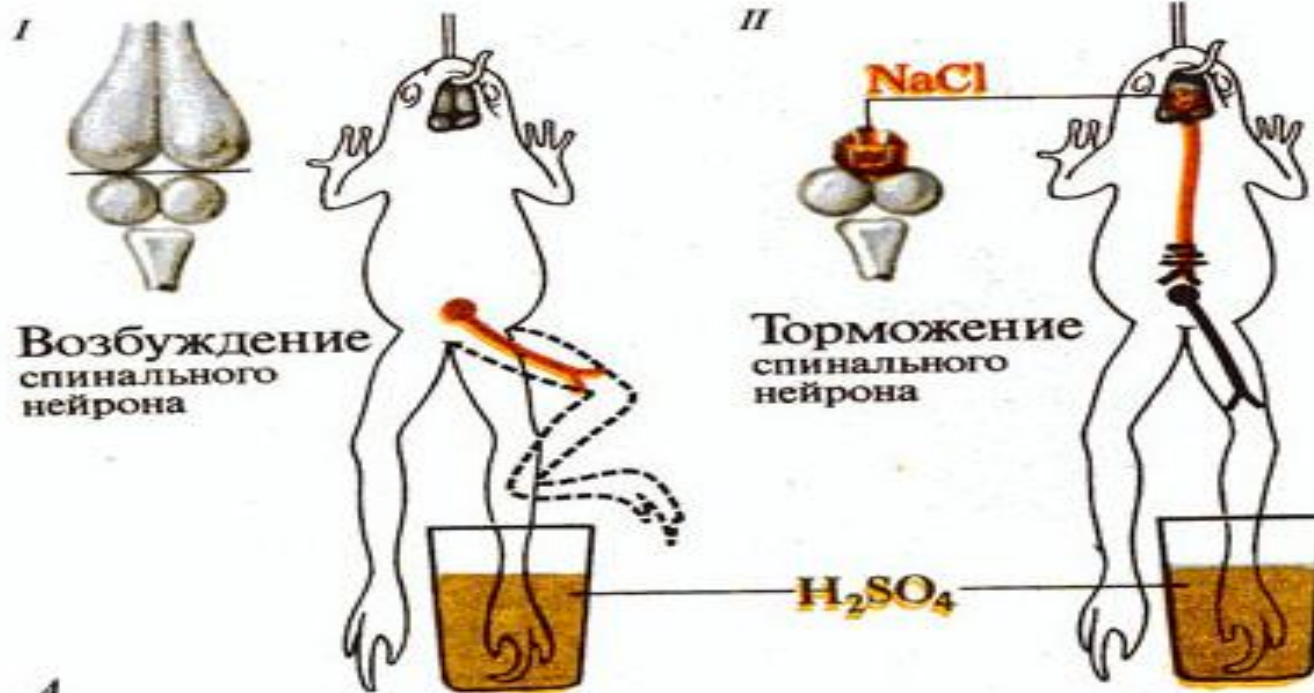
Иван Михайлович Сеченов

1829–1905



И. М. Сеченов в своей лаборатории в Медико-хирургической академии (1860-е годы).

Сгибательный рефлекс как пример экстерорецептивного рефлекса



Периферическое торможение **(Фридрих Л. Гольц)**

**- торможение безусловных
рефлексов (сгибательного рефлекса)
лягушки, при нанесении
дополнительного раздражителя на
периферии (на кожу конечности)**

Классификация торможения в ЦНС.

- 1) **первичное торможение**
(с участием тормозных нейронов)
 - а) пресинаптическое
(фильтрационное)
 - б) постсинаптическое
(координационное), в том числе
реципрокное, возвратное, или
антидромное, и латеральное.
- 2) **вторичное торможение**
(без участия тормозных нейронов)
 - а) пессимальное торможение
 - б) торможение вслед за возбуждением

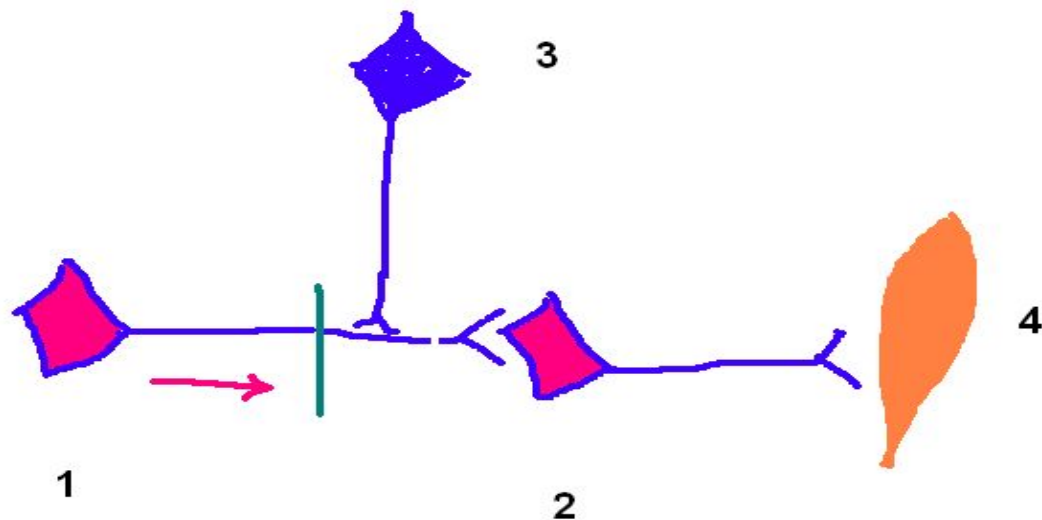
**Тормозные нейроны ЦНС -
это специализированные
вставочные нейроны, или
интернейроны,**

Виды тормозных нейронов:

- 1) клетки Реншоу,**
- 2) клетки Уилкинсона**
- 3) грушевидные клетки Пуркинье
(в мозжечке)**
- 4) звездчатые клетки коры больших
полушарий**

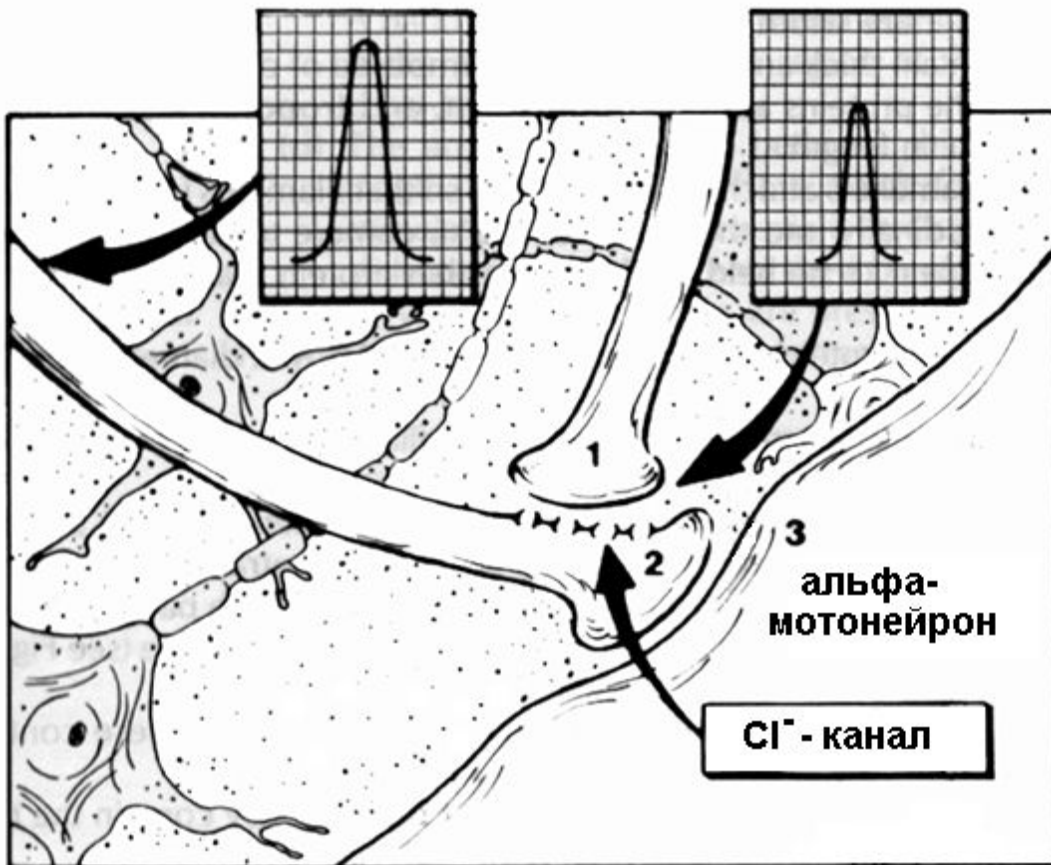
Пресинаптическое (фильтрационное) торможение

- развивается в пресинаптическом звене путем угнетения процесса высвобождения медиатора возбуждающими нервными окончаниями
- Структурной основой является аксо-аксональные синапсы
- Механизм - под влиянием медиатора тормозного нейрона развивается стойкая деполяризация.
- Она вызывает инактивацию натриевых каналов (подобно катодической депрессии Вериге), а тем самым - вызывает блок проведения возбуждения.
- При этом виде торможения прекращается доступ информации к нейрону только по одному из многочисленных входов, т.е. происходит фильтрация информации.



Пресинаптическое торможение.
1 и 2 –возбуждающие нейроны,
3 - тормозной нейрон, 4 – эффектор (мышца)

ПРЕСИНАПТИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ



**1 - аксон тормозного
нейрона**

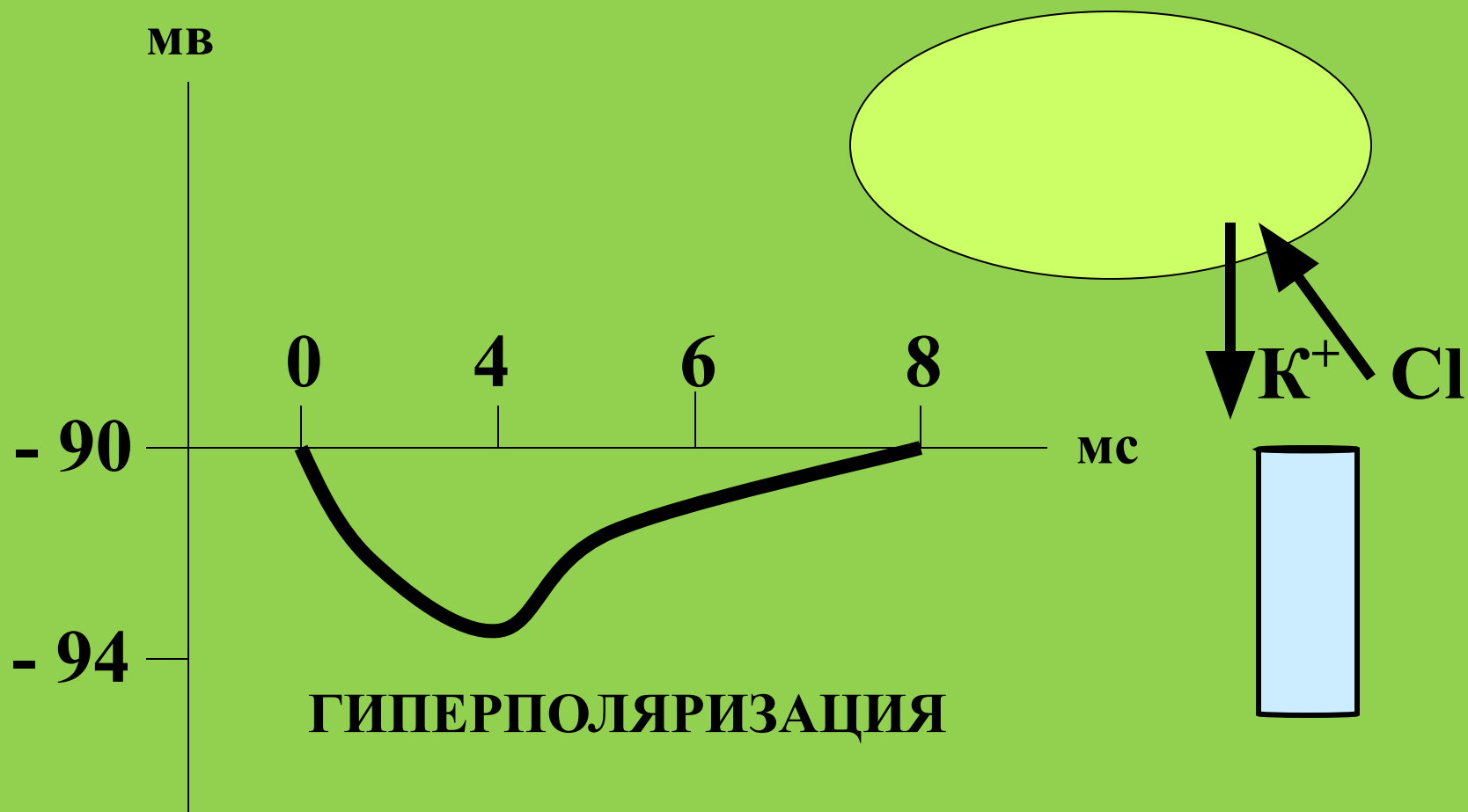
**2 - аксон возбуждающего
нейрона**

**3 - постсинаптическая
мембрана альфа-мото-
нейрона**

Постсинаптическое, или координационное, торможение

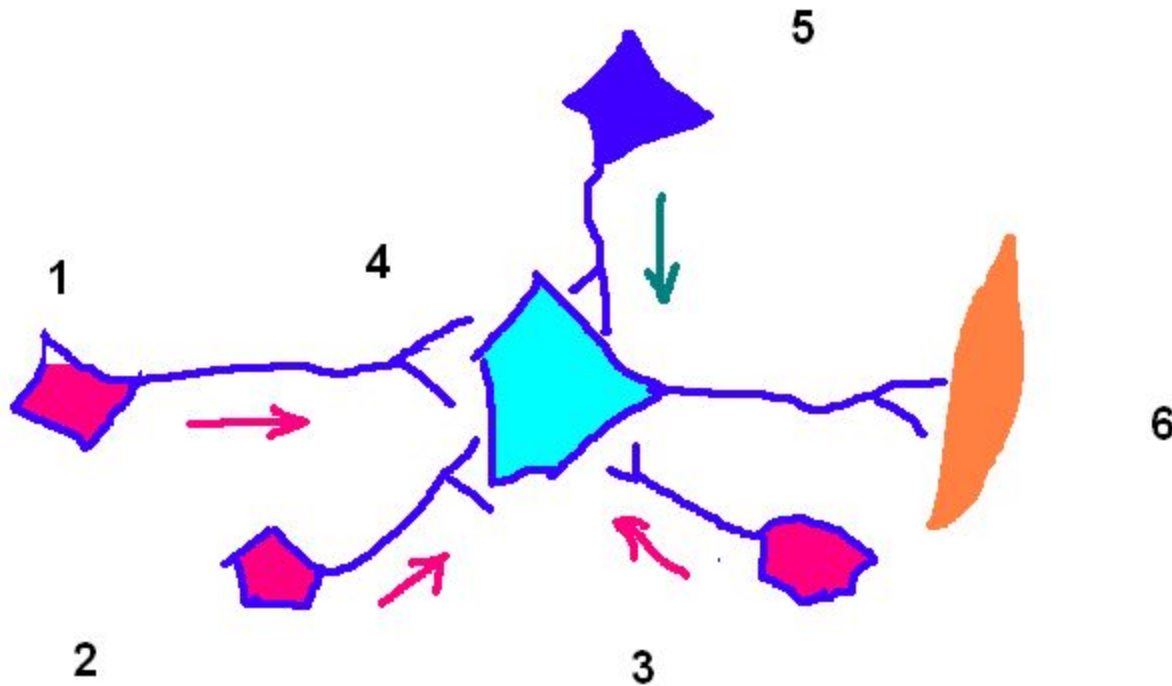
**Основой постсинаптического
торможения является
гиперполяризация
постсинаптической мембраны
тормозимого нейрона,
т.е. тормозной постсинаптический
потенциал (ТПСП).**

Тормозной постсинаптический потенциал (ТПСП)



Постсинаптическое торможение.

1, 2, 3 и 4 – возбуждающие нейроны, 5- тормозной нейрон, 6 – эффектор (мышца)



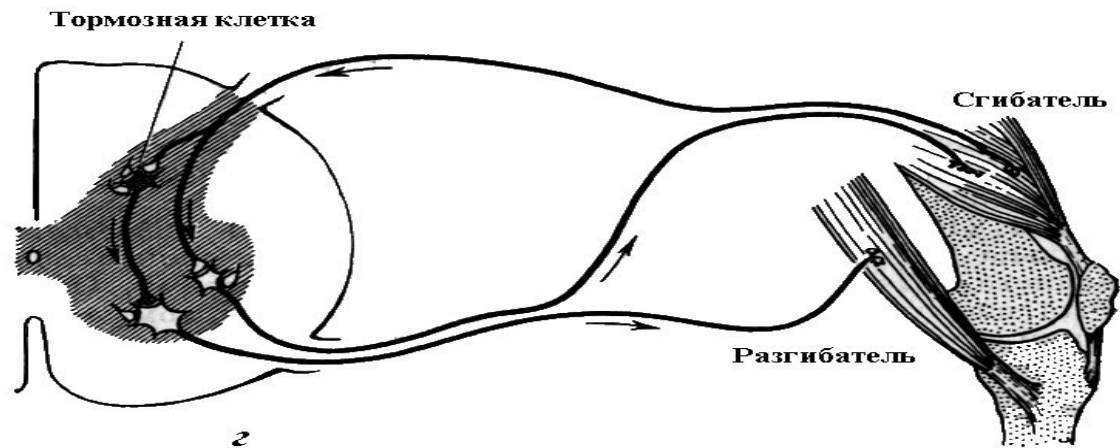
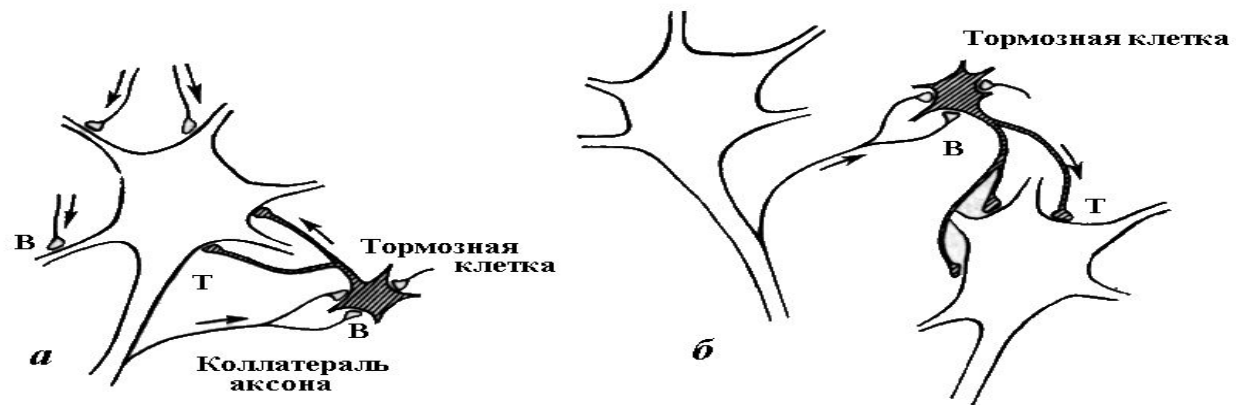
Торможение в ЦНС

Медиаторы постсинаптического торможения

- 1) Гамма-аминомасляная кислота (ГАМК). Его эффект блокируется бикикулином, усиливается баклофеном.
- 2) Глицин. Его эффект блокируется стрихнином и столбнячным токсином.
- 3) Норадреналин, дофамин, серотонин.
- 4) Эндогенные бензодиазепины (эндозепины),
- 5) Эндогенные опиоиды (эндорфин, энкефалин и др.), фактор J (Флори),
- 6) Другие вещества

Реальное использование первичного торможения в ЦНС

- 1) Реципрокное торможение**
- 2) Возвратное, или антидромное торможение (по Реншоу)**
- 3) Латеральное торможение**



Реципрокное торможение

(от лат. *reciprocus* – взаимный).

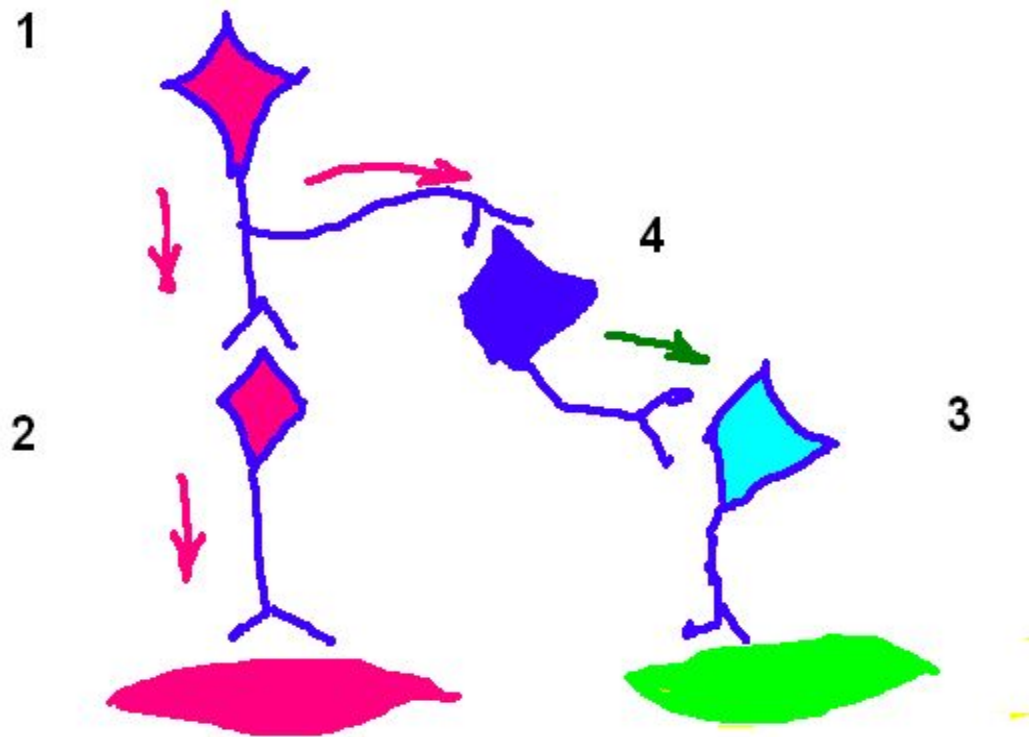
Открыто Ч. Шеррингтоном и Н.Е. Введенским.

Основано на том, что одни и те же афферентные пути, через которые осуществляется возбуждение одной группы нервных клеток, обеспечивают через вставочные нейроны торможение других групп нейронов.

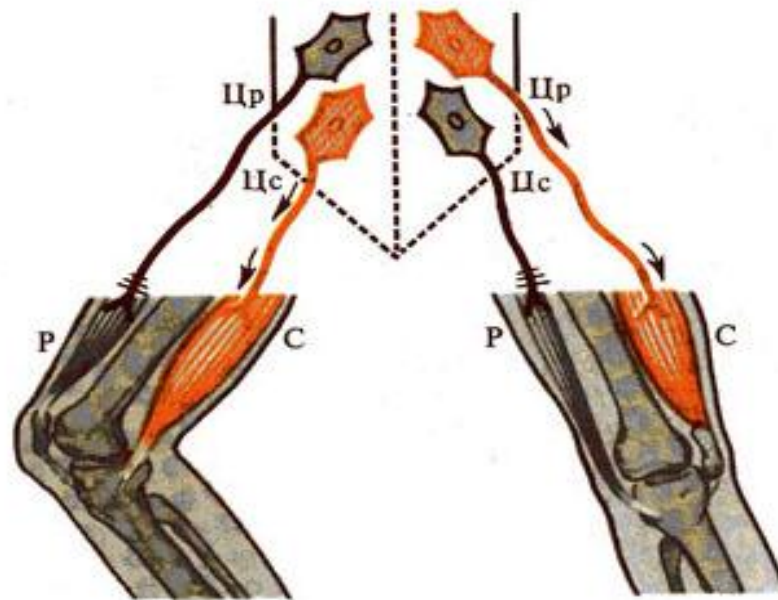
Характерно как для спинного и головного мозга.

Реципрокное торможение.

1,2 и 3 - возбуждающие нейроны, 4-тормозной нейрон.



Реципрокное торможение по Ч. Шеррингтону (1897)



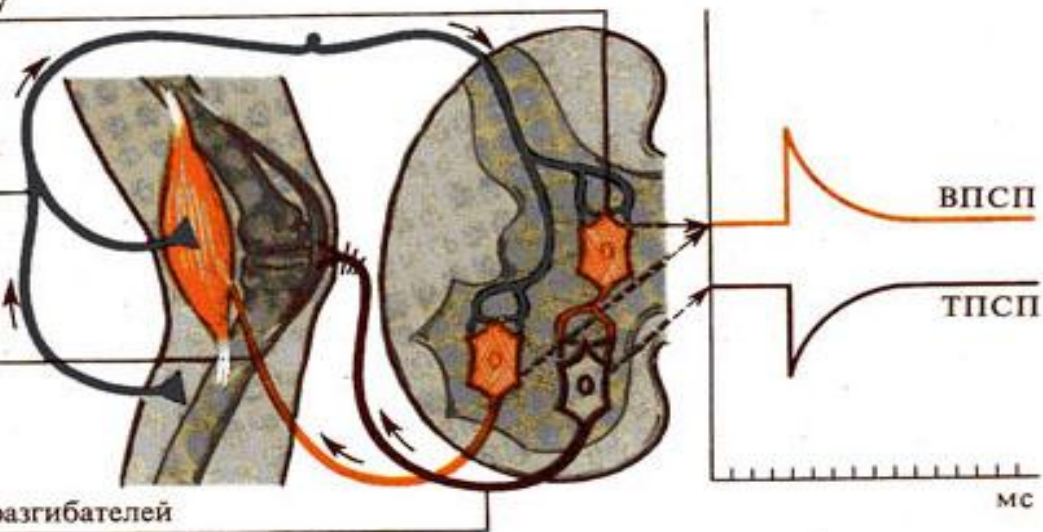
А

Клетка Реншоу

Афферентный
нейрон

Мотонейрон
сгибателей

Б Мотонейрон разгибателей



2. Возвратное, или антидромное, торможение

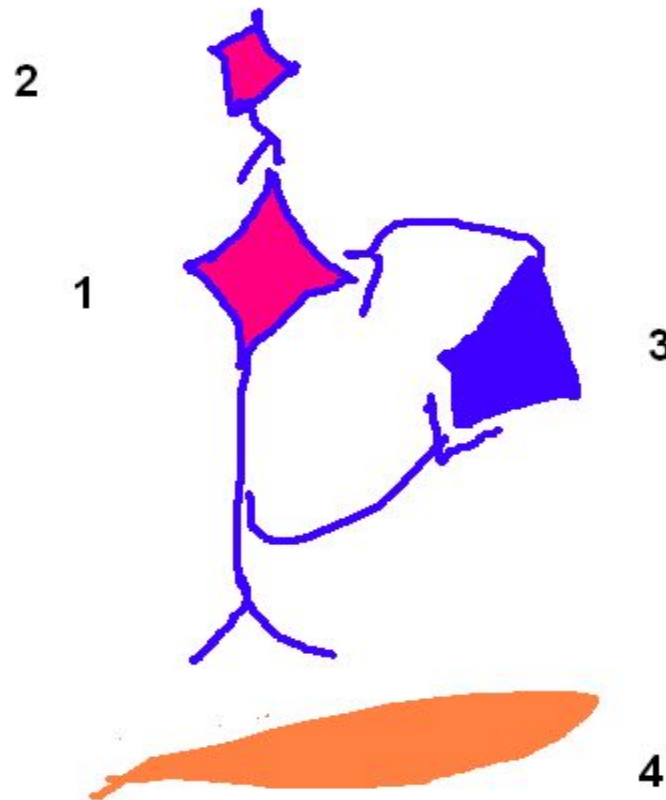
Оно характерно для альфа-мотонейронов спинного мозга):

При возбуждении альфа-мотонейрона нервный импульс направляется к мышечным волокнам, возбуждая их.

Одновременно по коллатерали, идущей к тормозному нейрону (клетка Реншоу), импульс возбуждает эту тормозную клетку, Клетка Реншоу тормозит альфа-мотонейрон.

Таким образом, альфа-мотонейрон, активируясь, он через систему тормозного нейрона сам себя затормаживает (возвратно, или антидромно)

Возвратное (антидромное) торможение
1- альфа-мотонейрон, 2-возбуждающий нейрон,
3- тормозной нейрон (клетка Реншоу), 4- мышца



Виды торможения в ЦНС



Проведение возбуждения от нейрона 2 к нейрону 1



Торможение



Пресинаптическое торможение



Антидромное торможение



Торможение по типу пессимума Н.Е. Введенского

3. Латеральное торможение как вариант возвратного торможения

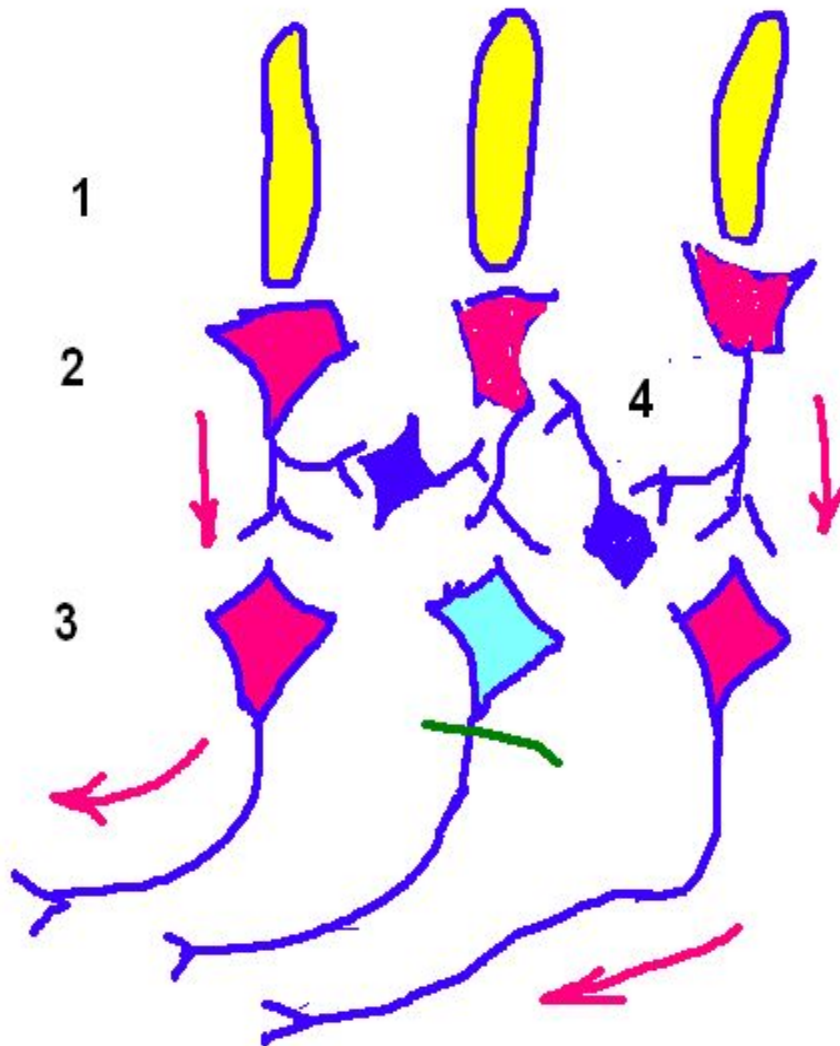
Существует несколько его видов

Пример (сетчатка глаза).

- под влиянием квантов света активируется фоторецептор;**
- это вызывает изменение активности биполярной клетки:**
 - одновременно активируется рядом расположенный тормозной нейрон, который блокирует проведение возбуждения от соседнего фоторецептора к ганглиозной клетке.**
- Тем самым происходит торможение передачи информации в соседних участках.**
- Таким способом создаются условия для четкого видения предмета так как две точки на сетчатке рассматриваются как две отдельные точки в том случае, если между ними есть невозбужденные участки.**

Латеральное торможение в сетчатке.

1-колбочки, 2-биполярные нейроны, 3-ганглионарные нейроны, 4-тормозные нейроны

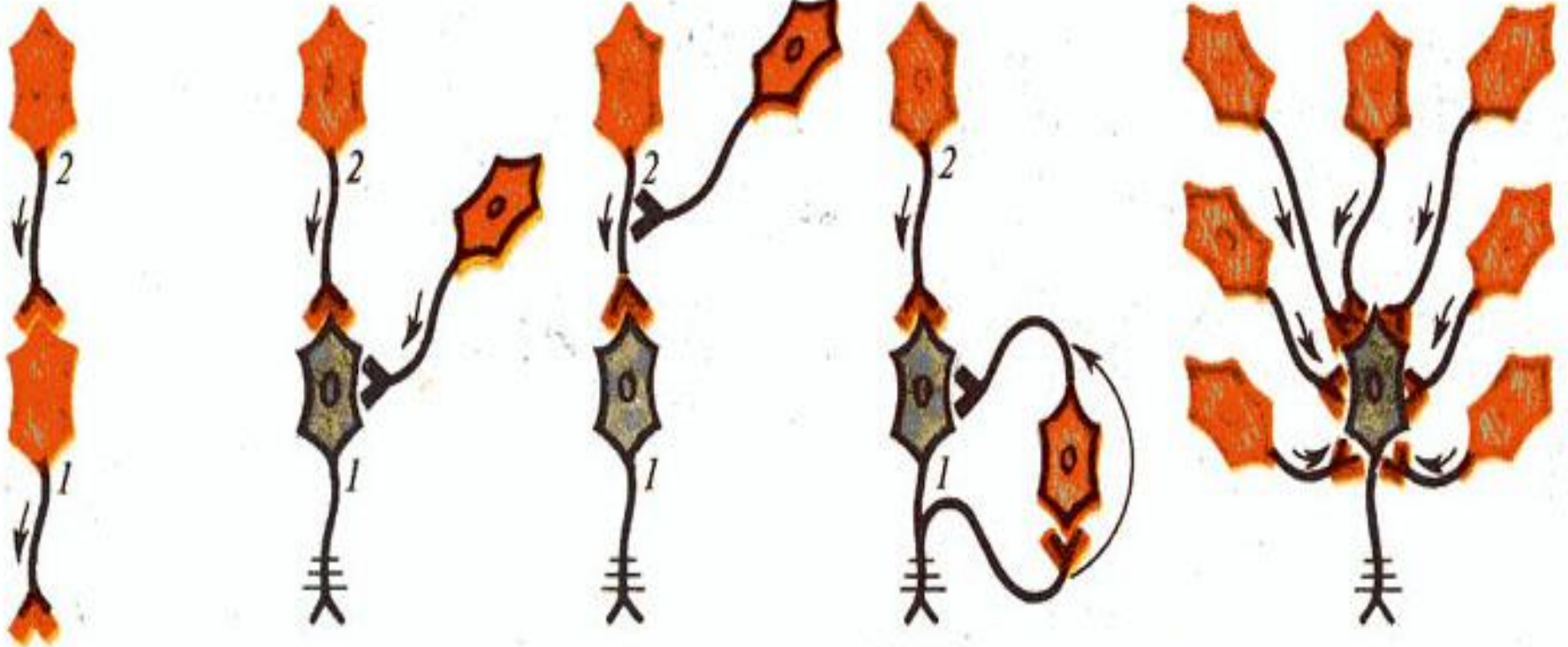


Пессимальное торможение как разновидность вторичного торможения

Оно развивается в возбуждающих синапсах в результате сильной и длительной деполяризации постсинаптической мембраны приходящими сюда высокочастотными импульсными потоками.

- Это явление подобно пессимуму Введенского в нервно-мышечном синапсе либо катодической депрессии Вериги**
- При пессимальном торможении происходят аккомодационные изменения и снижается возбудимость (повышается порог возбуждения) в постсинаптической мембране. Клетка становится неактивной.**

Виды торможения в ЦНС



Проведение
возбуждения
от нейрона 2
к нейрону 1

Торможение

Пресинапти-
ческое
торможение

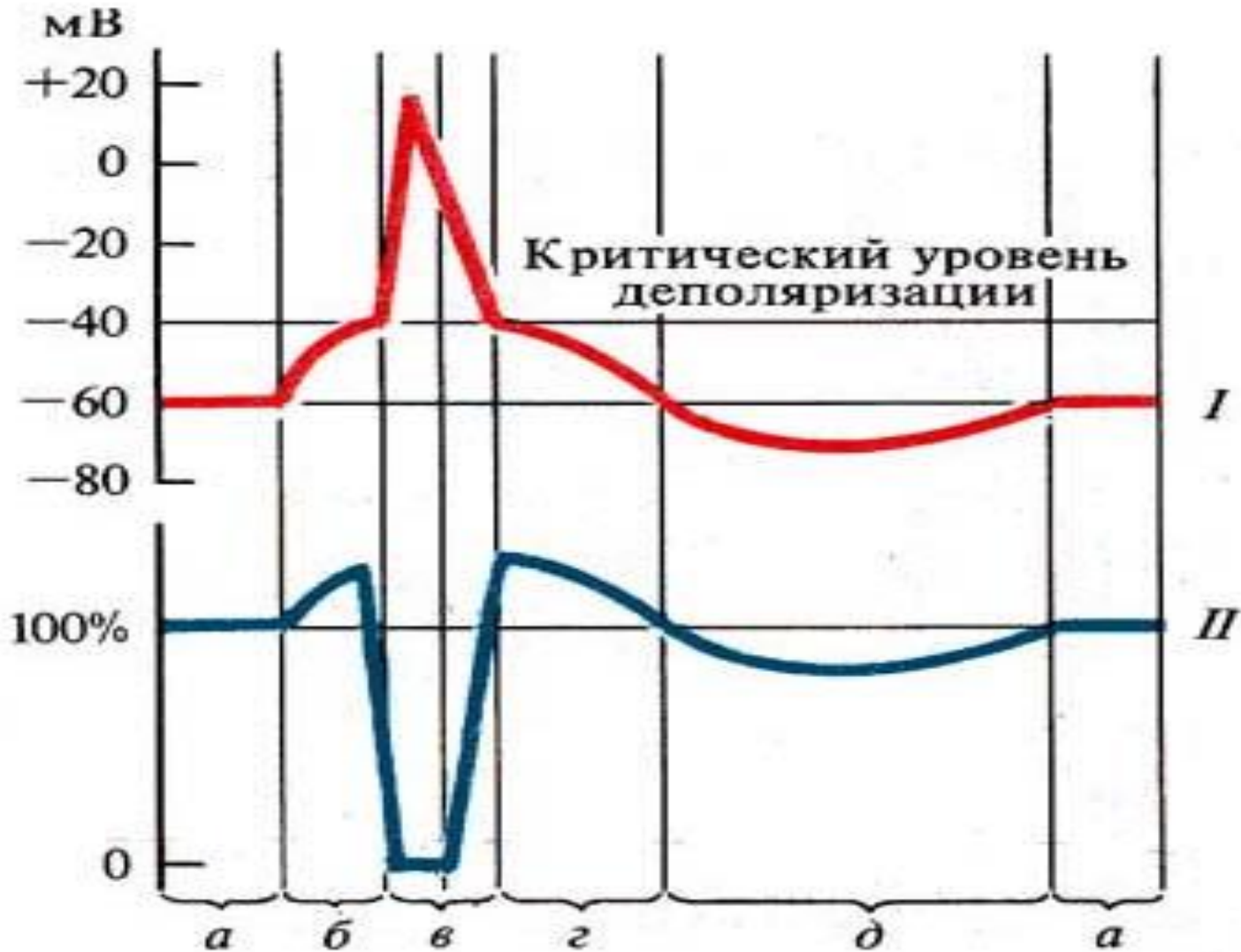
Антидромное
торможение

Торможение
по типу пессимума
Н.Е. Введенского

Торможение вслед за возбуждением – как еще одна разновидность вторичного торможения

- 1) возникает во время следовой гиперполяризации мембраны нейрона после очередного его возбуждения.**
- 2) Для него характерна кратковременность**

Формирование торможения вслед за возбуждением за счет
снижения возбудимости нейрона в период следовой
гиперполяризации



Значение торможения в ЦНС

**С участием процессов торможения
осуществляется вся многообразная
деятельность ЦНС**