

# 11. Пластичность:

**Взаимосвязь между нейронами обеспечивается синапсами.**

Для повышения эффективности синаптической передачи существует два способа:

1. гомосинаптическая модуляция,
2. гетеросинаптическая модуляция

# Гомосинаптическая модуляция

частое (тетаническое) раздражение  
пресинаптической мембраны



повышение  $[Ca^{2+}]$  в синаптическом окончании



увеличение выделения медиатора



увеличение амплитуды ПСП

Это явление аналогично тетанической  
потенциации.

# Гомосинаптическая модуляция

- На постсинаптической мембране возрастает концентрация рецепторов, поэтому повышается чувствительность к медиатору и, как следствие, снижается время синаптической задержки.

# Гетеросинаптическая модуляция

Этапы:

Выделение медиатора

→ ↑ цАМФ

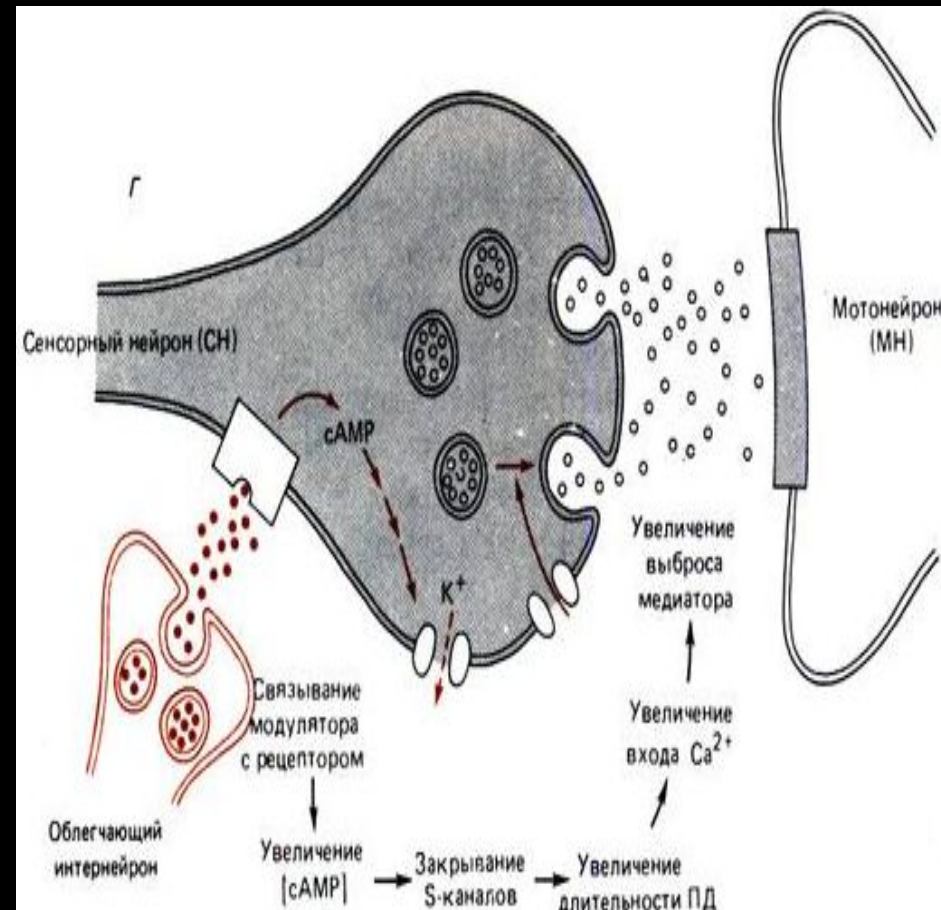
→ инактивация S- K<sup>+</sup>-каналов

→ удлинение фазы  
деполяризации ПД

→ больше входящего Ca<sup>2+</sup>

→ больше выделение  
медиатора

→ больше амплитуда ПСП



# ТОРМОЖЕНИЕ В ЦНС, КООРДИНАЦИОННЫЕ ПРИНЦИПЫ



# Торможение и его функции

- **ТОРМОЖЕНИЕ** - это *самостоятельный нервный процесс*, вызываемый возбуждением и проявляющийся в подавлении другого возбуждения.

В отличие от возбуждения, торможение может развиваться только в форме локального ответа.

- **ФУНКЦИИ ТОРМОЖЕНИЯ:**

- 1. Координация рефлекторных реакций;
- 2. Охранительное, т.е. защита нервных центров от истощения и утомления;
- 3. Участие в переработке информации;
- 4. Ограничение возбудительного процесса;
- 5. Формирование условных рефлексов.

# Виды торможения

1. **ЦЕНТРАЛЬНОЕ (Сеченовское)**
2. **ВОЗВРАТНОЕ**
  - а) **собственно возвратное**
  - б) **латеральное**
  - в) **медиальная зона**
3. **РЕЦИПРОКНОЕ**
4. **ТОРМОЖЕНИЕ ВСЛЕД ЗА ВОЗБУЖДЕНИЕМ**
5. **ПЕССИМАЛЬНОЕ (по Н.Введенскому)**

# Тормозные нейроны

- В ЦНС имеются нейроны со специфической функцией торможения: **клетки Реншоу** спинного мозга ; **клетки Пуркинье** мозжечка; **корзинчатые клетки** гиппокампа, входящего в состав лимбической системы и др.

**В коре головного мозга 4 вида тормозных клеток:**

**большие корзинчатые нейроны** - 3, 4, 5 слои коры головного мозга, их аксоны сильно ветвятся и образуют сплетения на площади около 500 мкм. Они тормозят активность нейронов 3, 4, 5 слоев;

**малые корзинчатые клетки нейроны** - 2, 3 слои коры - их аксоны ветвятся на меньшей площади, около 50 мкм, и тормозят 2 и 3 слои;

**нейроны с кистеобразным аксоном** - 1 слой коры, образует аксон, на конце которого разветвление в виде кисти; тормозит клетки 1-го слоя;

**канделяброобразные нейроны** - на границе между 2 и 3 слоями, вниз от них идет аксон и дает несколько ответвлений вверх, тормозят активность всех слоев.



# ТИПЫ ТОРМОЖЕНИЯ

---

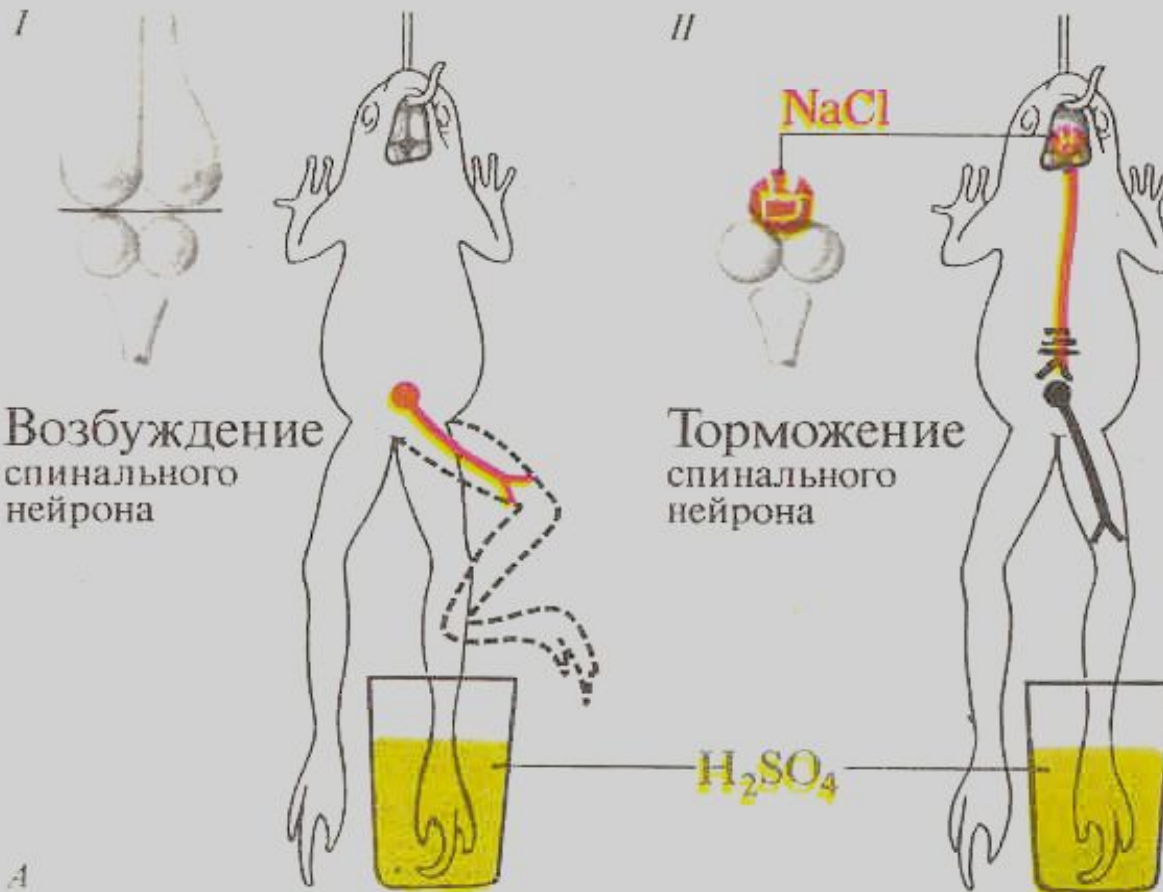
- **П Е Р В И Ч Н О Е:**

- А) ЦЕНТРАЛЬНОЕ (СЕЧЕНОВСКОЕ)
- Б) ВОЗВРАТНОЕ
- В) РЕЦИПРОКНОЕ

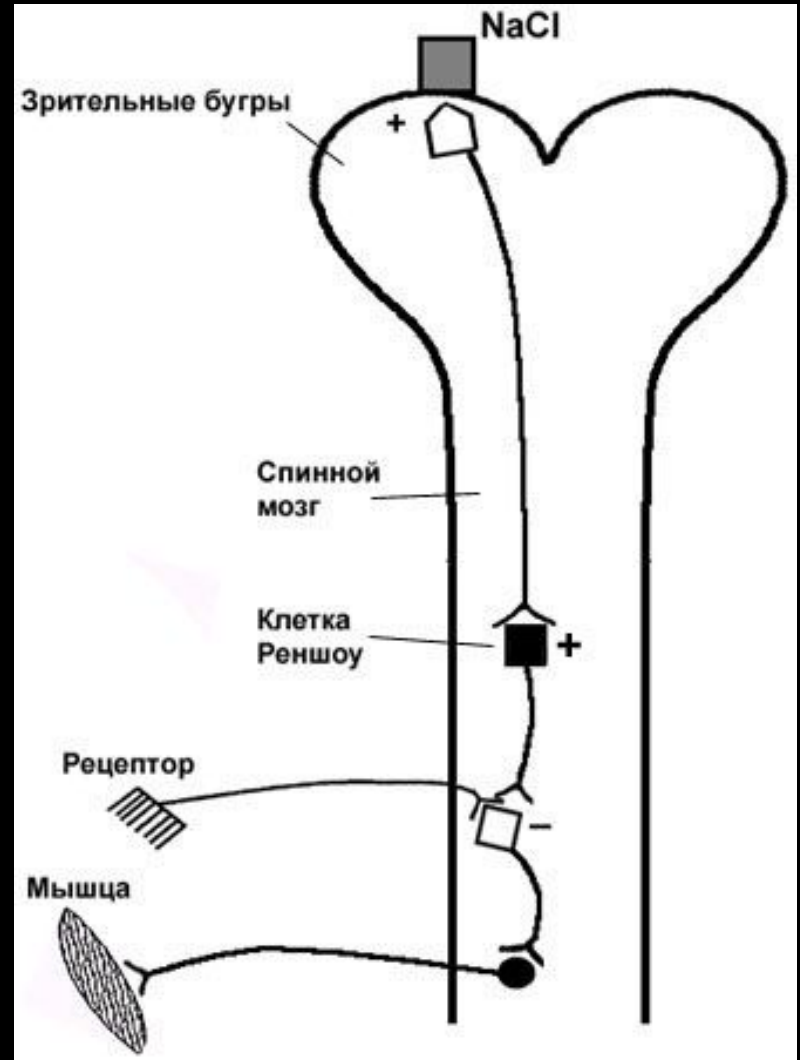
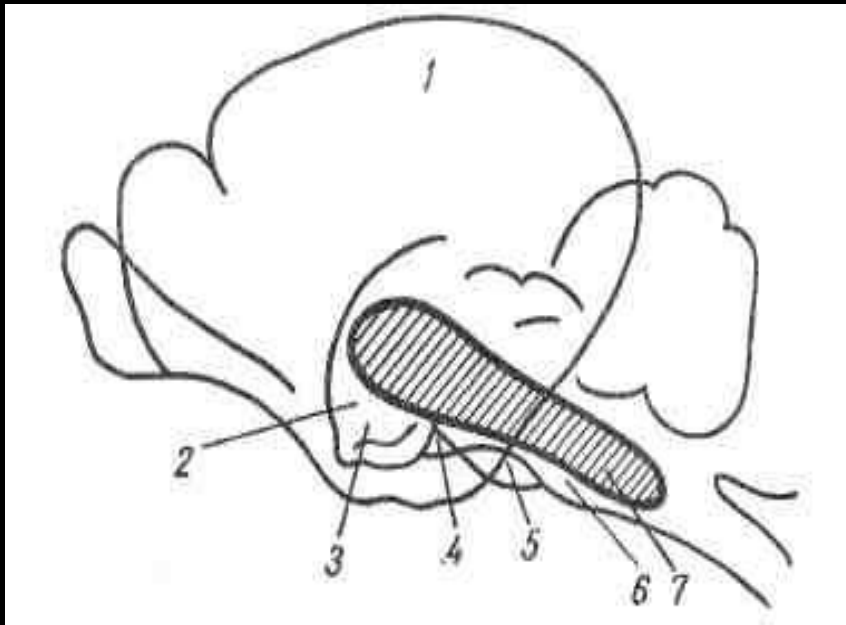
- **В Т О Р И Ч Н О Е:**

- А) ПЕССИМАЛЬНОЕ (по Н.Введенскому)
- Б) ТОРМОЖЕНИЕ ВСЛЕД ЗА ВОЗБУЖДЕНИЕМ

# Торможение в ЦНС (опыт центрального торможения И.М. Сеченова)



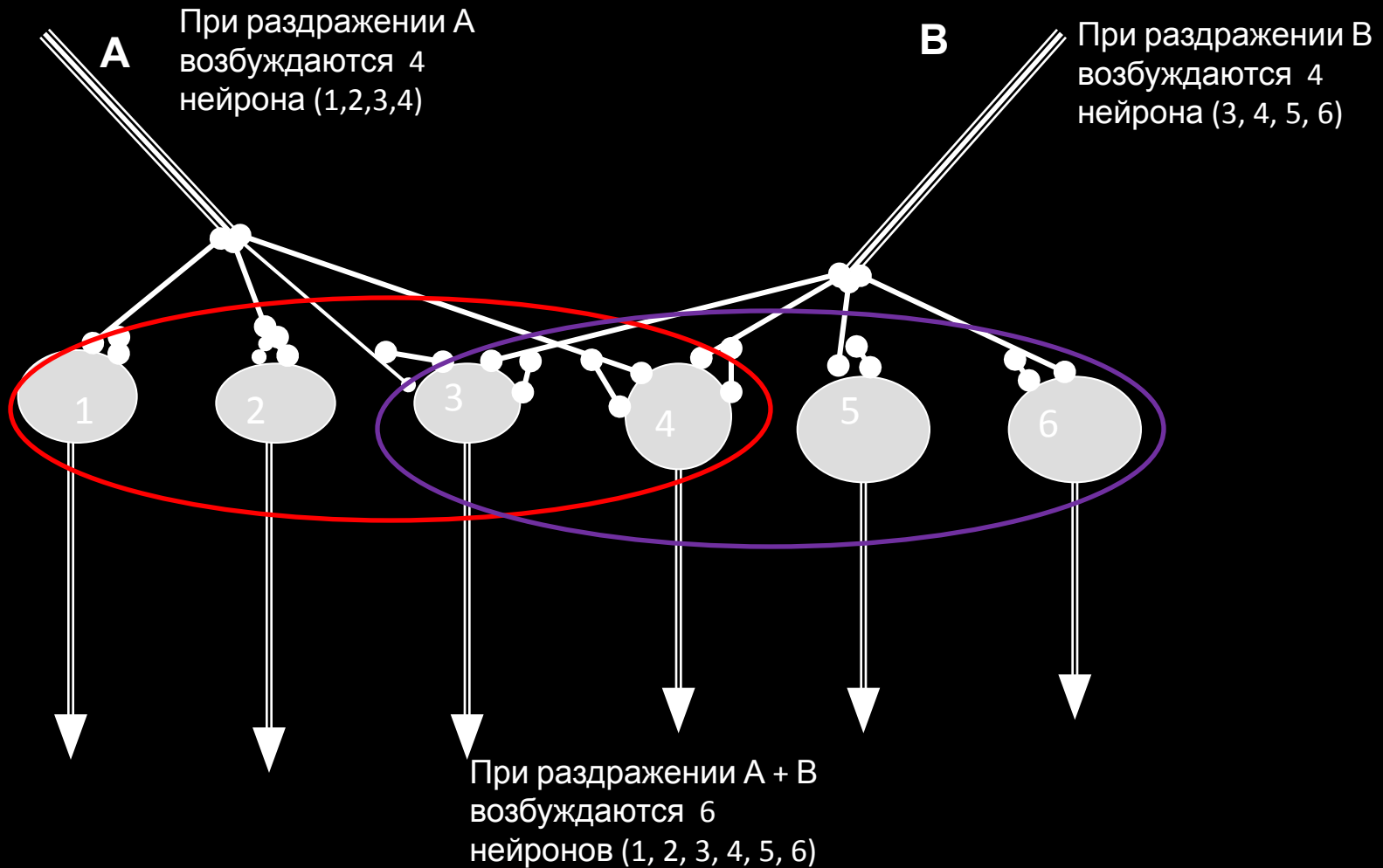
# Центральное торможение



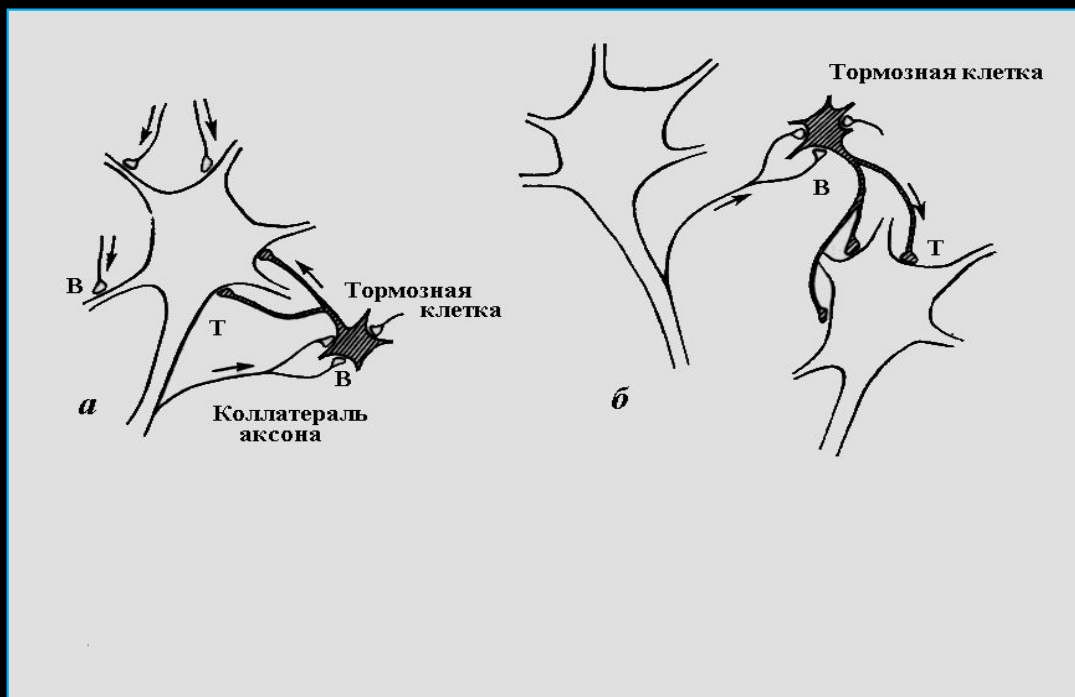


Перед тем, как приступить к работе по  
Гольцу

# Окклюзия

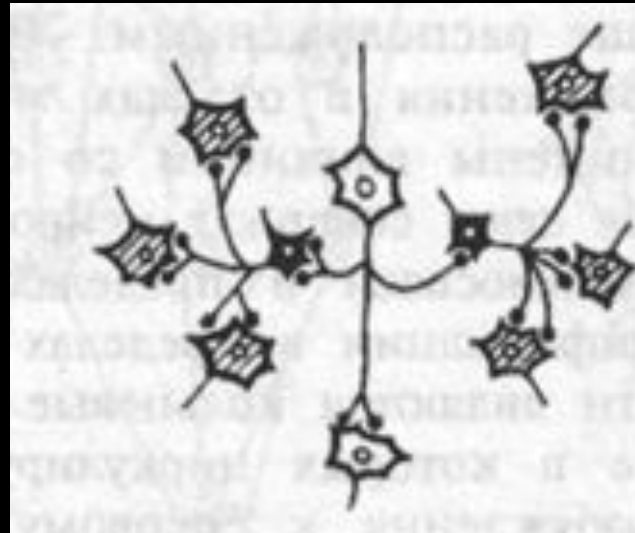


# ТОРМОЖЕНИЕ В ЦНС



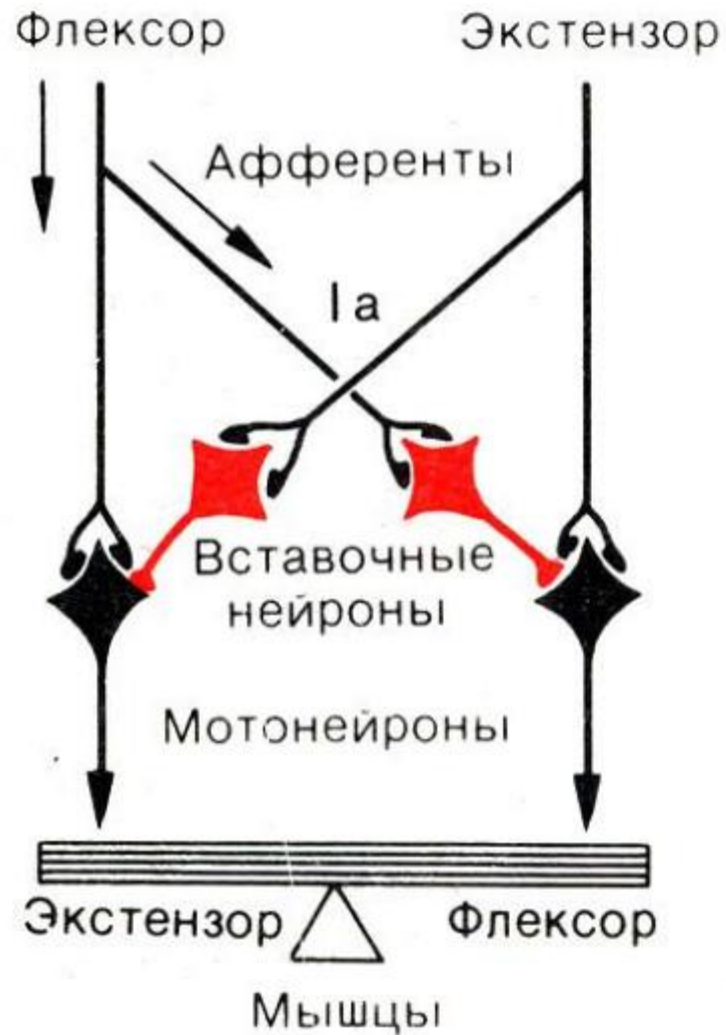
**а) Собственно возвратное торможение (по Реншоу)**

**б) Латеральное торможение**



Медиальная тормозная  
зона

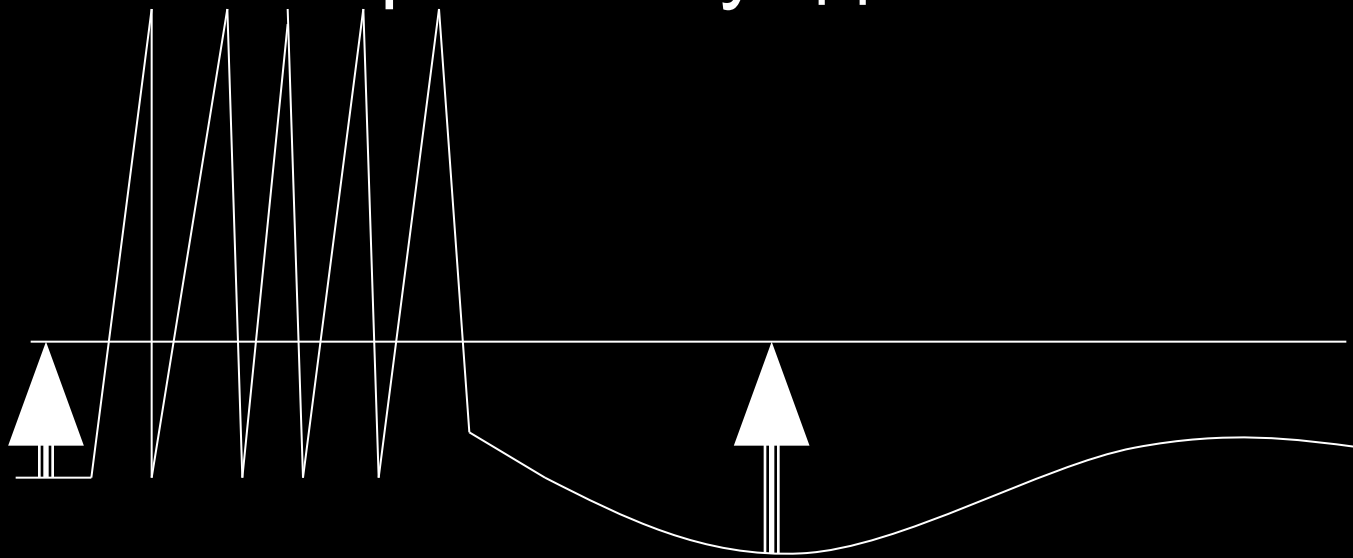
# Сопряженное (реципркное) торможение





# Торможение вслед за возбуждением

- Суммация следовой гиперполяризации после серии возбуждений



# Пессимальное торможение

- 1. При частом раздражении постсинаптические потенциалы суммируются, что приводит к стойкой деполяризации постсинаптической мембраны (это является причиной десинтезации) и развитию блока проведения.
- 2. При длительном раздражении нерва нарушение синаптической передачи может развиваться в связи с истощением запасов медиатора. Кроме этого, под влиянием продуктов обмена в межсинаптической щели - может происходить снижение чувствительности к АЦХ.
- 3. Когда частота стимулов очень высокая, проведение возбуждения с нерва на мышцу может быть заблокировано на пресинаптической мембране (она безмиелиновая), которая обладает меньшей лабильностью, чем миелиновая мембрана нервного волокна.

Данный механизм нарушения передачи возбуждения сходен с катодической депрессией.

# **Механизмы торможения:**

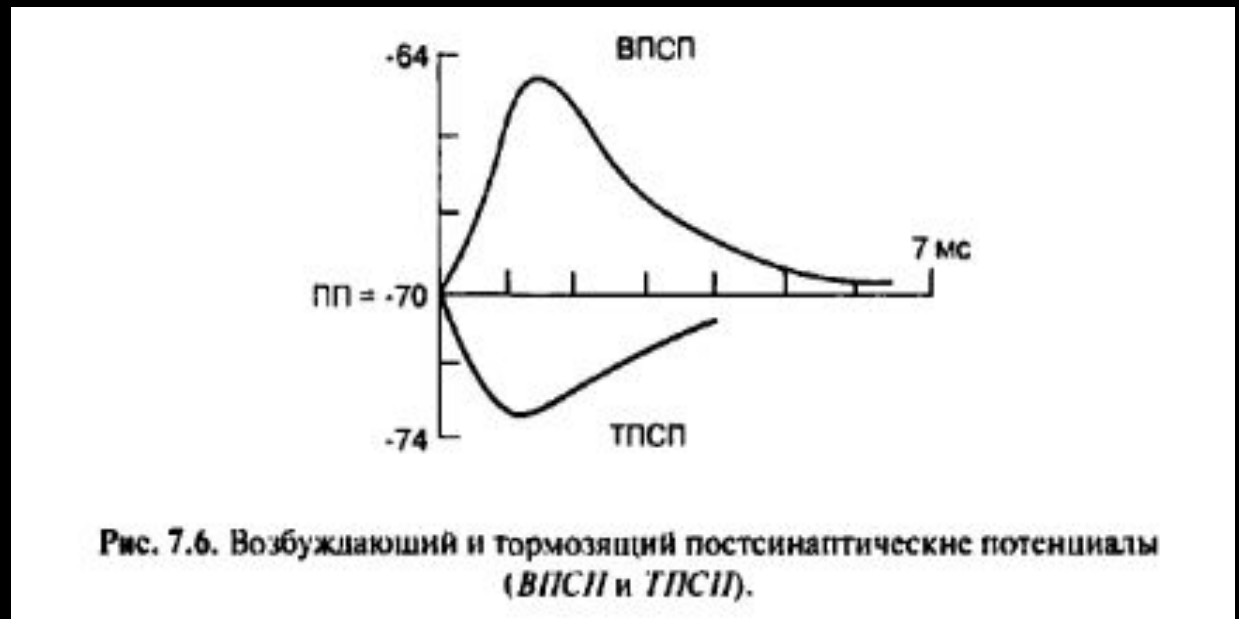
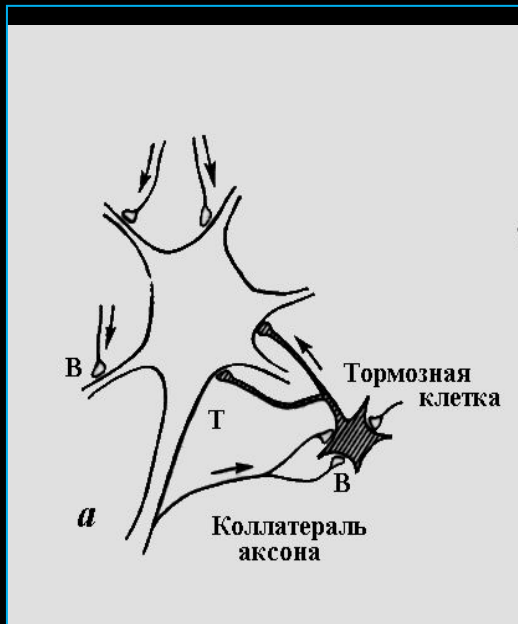
- I. Пресинаптическое торможение**
- II. Постсинаптическое торможение**

# Механизм постсинаптического торможения

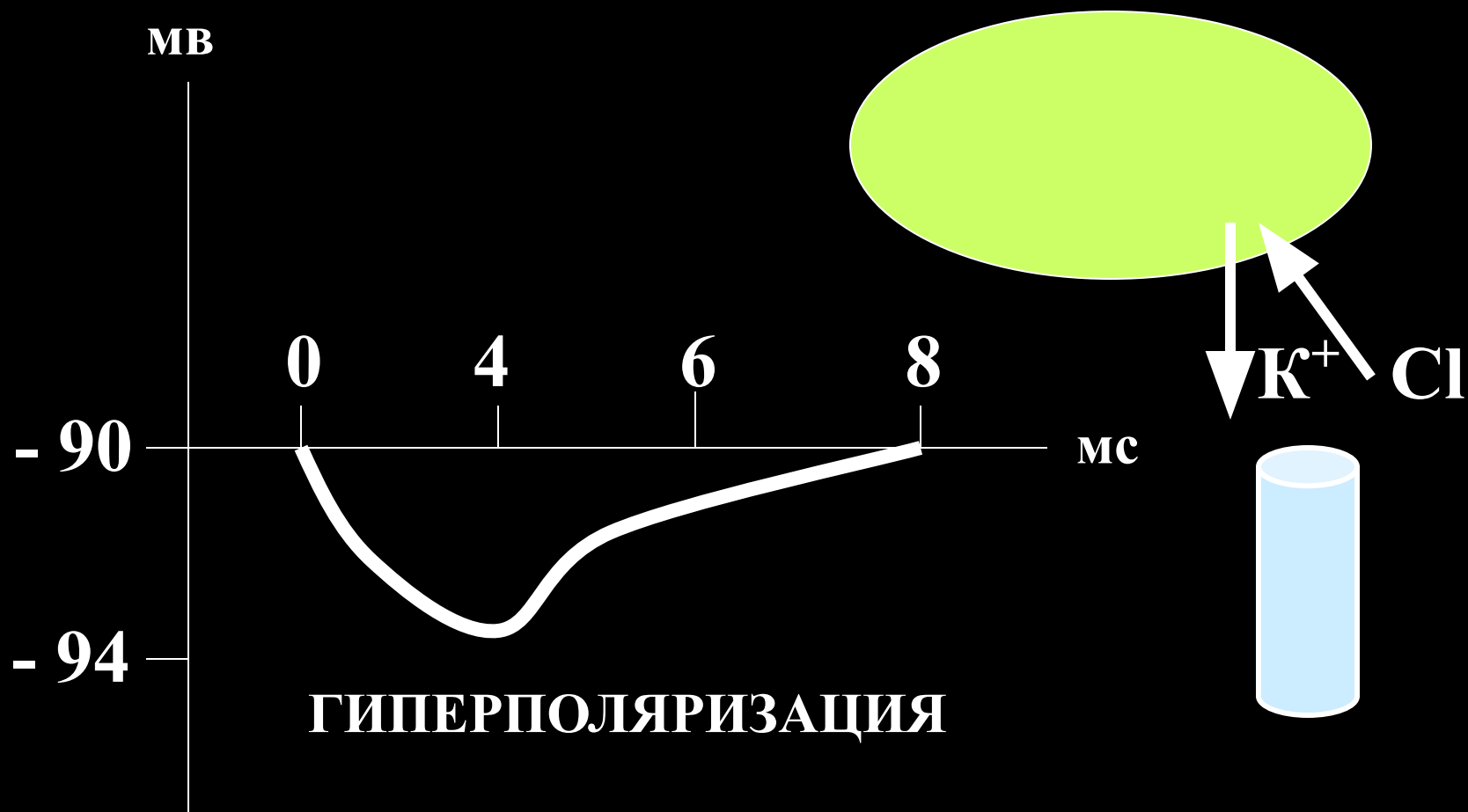
- Связан с воздействием тормозного медиатора (глицина) на постсинаптическую мембрану и развитием ТПСП, как следствие – снижением возбудимости.
- **Глицин** увеличивает выход ионов  $K^+$  из клетки и вход ионов  $Cl^-$  – в клетку через постсинаптическую мембрану. За счет электротонического распространения происходит увеличение МП. Глицин является основным тормозным медиатором спинного мозга.
- **ТПСП** – представляет собой зеркальное отражение **ВПСП** с временем нарастания 1-2 мс и спада 10-12 мс.
- Блокаторы , препятствующие развитию механизма постсинаптического торможения в нейронах спинного мозга, провоцируют мышечные судороги:

**стрихнин и столбнячный токсин.**

# ПОСТСИНАПТИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ



# Тормозной постсинаптический потенциал (ТПСП)



# НАРУШЕНИЕ ПОСТСИНАПТИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ:

---

СТРИХНИН – КОНКУРИРУЕТ С ГЛИЦИНОМ ЗА СВЯЗЫВАНИЕ С РЕЦЕПТОРАМИ НА ПОСТСИНАПТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЕ

СТОЛБНЯЧНЫЙ ТОКСИН - НАРУШАЕТ ОСВОБОЖДЕНИЯ ГЛИЦИНА ИЗ ПРЕСИНАПТИЧЕСКИХ ОКОНЧАНИЙ

# МЕХАНИЗМ ПРЕСИНАПТИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ

- Возникает в области аксо-аксональных синапсов, на пресинаптических терминалях. Сопровождается медленной и длительной деполяризацией пресинаптической мембраны, вследствие активации **ГАМК** выхода ионов  $\text{Cl}^-$  наружу.

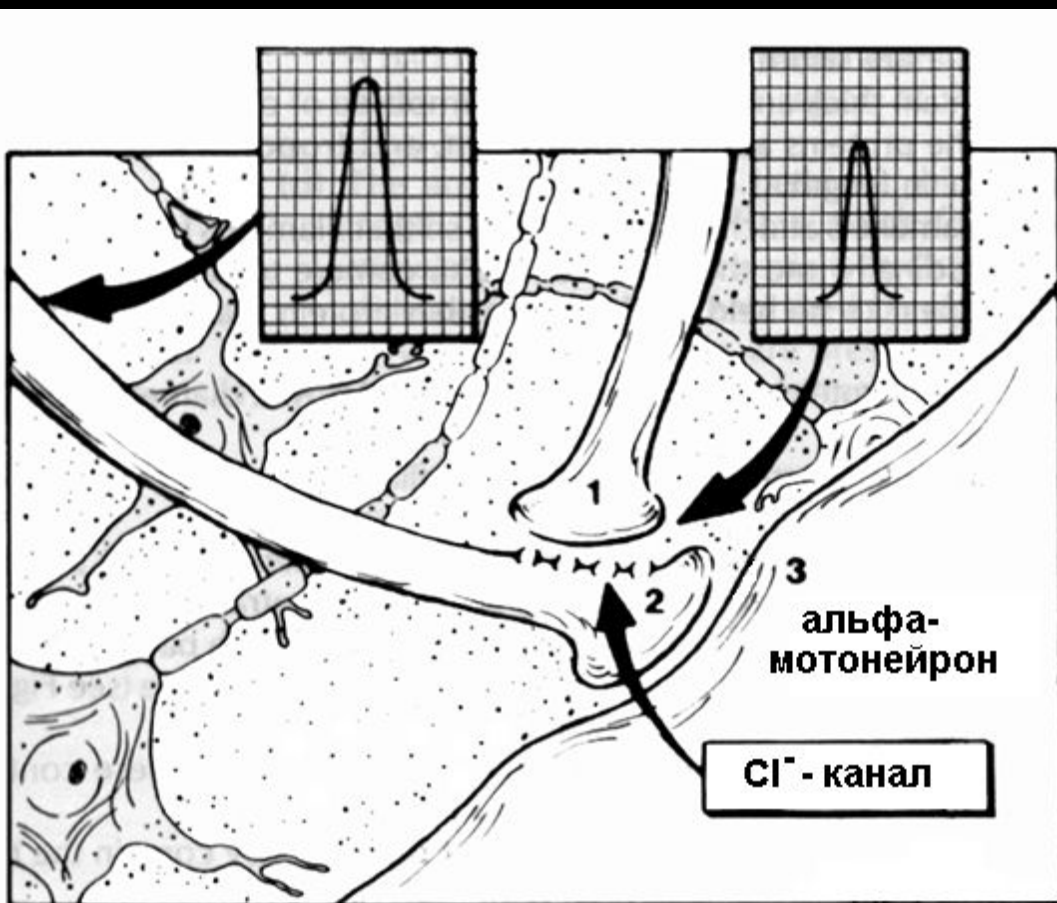
При этом происходит инактивация  $\text{Na}^+$ -каналов, уменьшение амплитуды ПД, уменьшение входящего  $\text{Ca}^{2+}$  тока и уменьшение количества высвобождающегося медиатора.

- Временной ход пресинаптического торможения более длительный по сравнению с постсинаптическим торможением – время нарастания 15-20 мс, спада – 100/150 мс. Возникает, так называемая, **деполяризация первичных афферентов**.

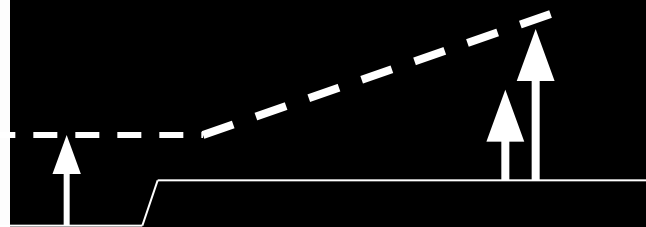


# ПРЕСИНАПТИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ

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



Развитие деполяризации по механизму сходному с аккомодацией - в аксо-аксональном синапсе



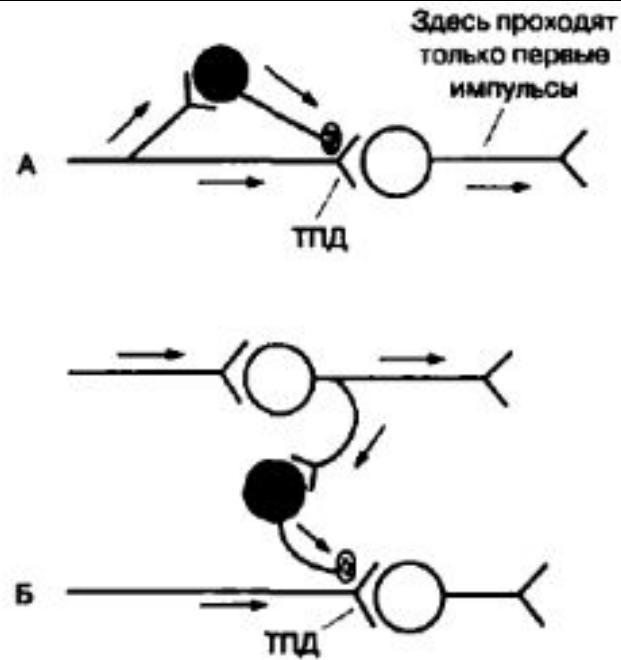
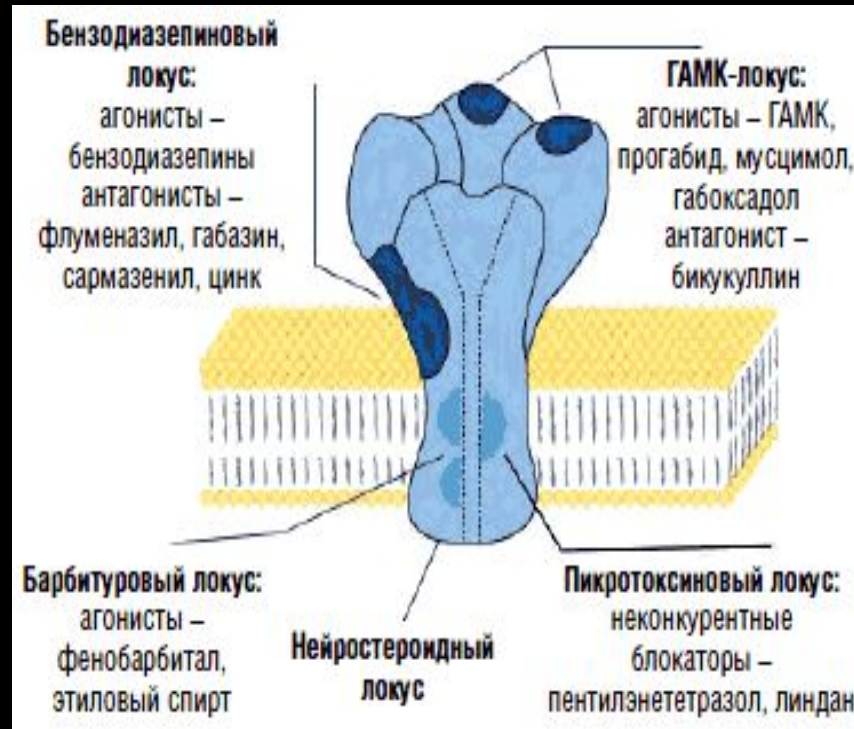


Рис. 7.8. Разновидности пресинаптического торможения: А – параллельное, Б – латеральное. Нейроны: светлые – возбуждающие, черные – тормозящие.

# ГАМК-рецептор



Агонист ГАМК-рецепторов – мусцимол .

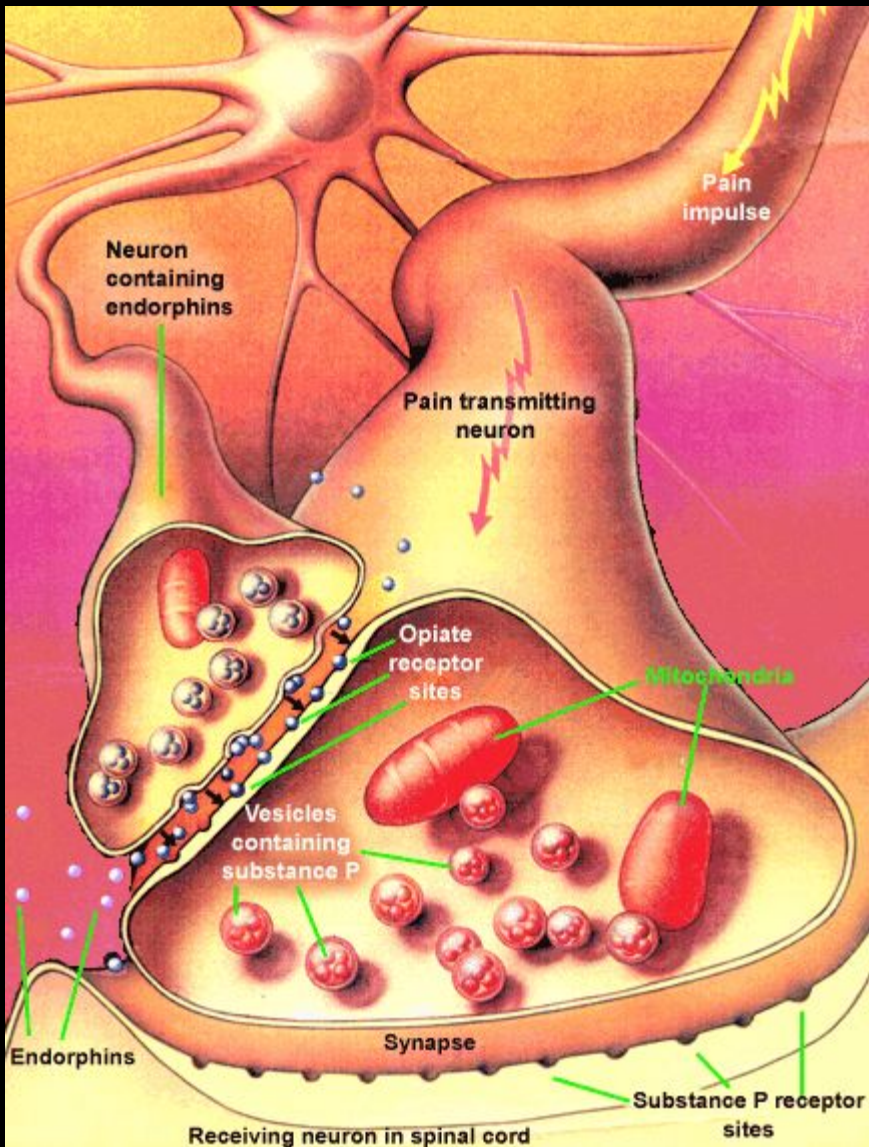
Антогонист ГАМК-рецепторов - бичукуллин

# Блокаторы и агонисты ГАМК-рецепторов

- Основным ядом, блокирующим пресинаптическое торможение является **бикучулин**.
- Вещества, усиливающие ингибиторный эффект ГАМК, - **релаксанты и транквилизаторы**.
- Из яда мухомора получают агонист ГАМК-рецепторов – **мусцимол**, который применяется для блокады судорог.



Растения семейства дымянковых *Fumariaceae* (хохлатка полая, хохлатка Горчакова, хохлатка Маршалла) содержат ядовитые алкалоиды группы бульбокапнина - бульбокапнин, бикикулин и др.



Антиноцицептивная система выделяет биологически активные эндогенные опиоидные вещества – это «внутренние наркотики».

Они называются **эндорфины, энкефалины, динарфины**. Все они по химическому строению являются короткими *пептидными* цепочками, как бы кусочками белковых молекул, т. е. состоят из аминокислот.

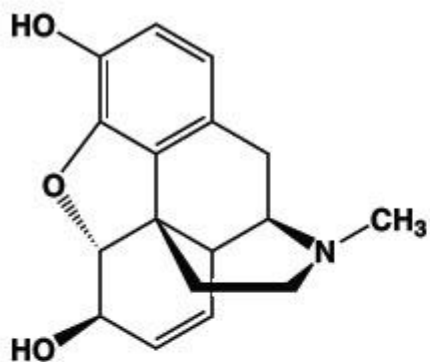
Отсюда и название: *неuropeпиды, опиоидные пептиды*. Опиоидные — т. е. подобные по действию наркотическим веществам опийного мака.

На многих нейронах болевой системы существуют специальные молекулярные рецепторы к этим веществам. Когда опиоиды связываются с этими рецепторами, то возникает пресинаптическое и/или постсинаптическое **торможение** в нейронах болевой системы.

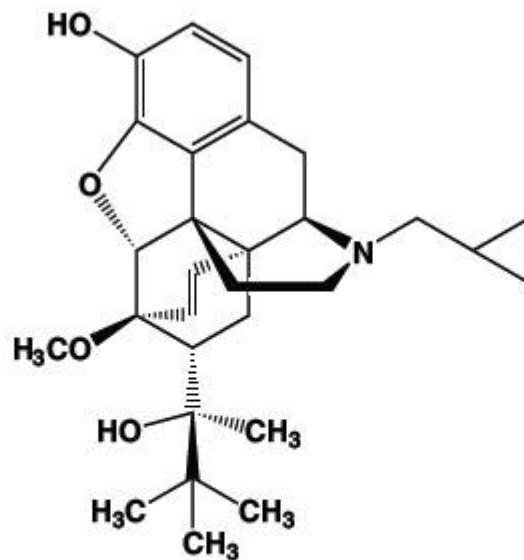
Болевая ноцицептивная система **тормозится** и слабо реагирует на боль.

На рисунке более мелкий АНЦ-нейрон (он слева) тормозит синапс болевого нейрона и мешает ему передавать болевое возбуждение дальше.

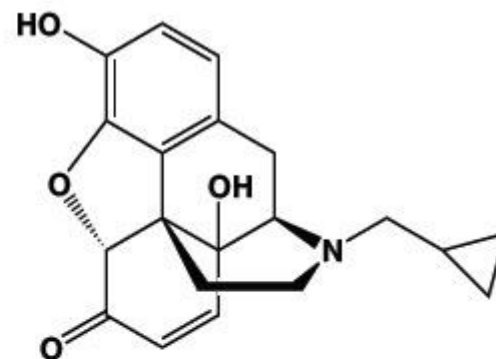
**Налоксон** — антагонист опиоидных



Морфин



Бупренорфин



Налтрексон

Рис. 3. Структуры молекул морфина («полный агонист»), бупренорфина («частичный агонист») и полного антагониста налтрексона (абсолютно лишен анальгетической активности)

# **Координация нервных процессов в ЦНС**



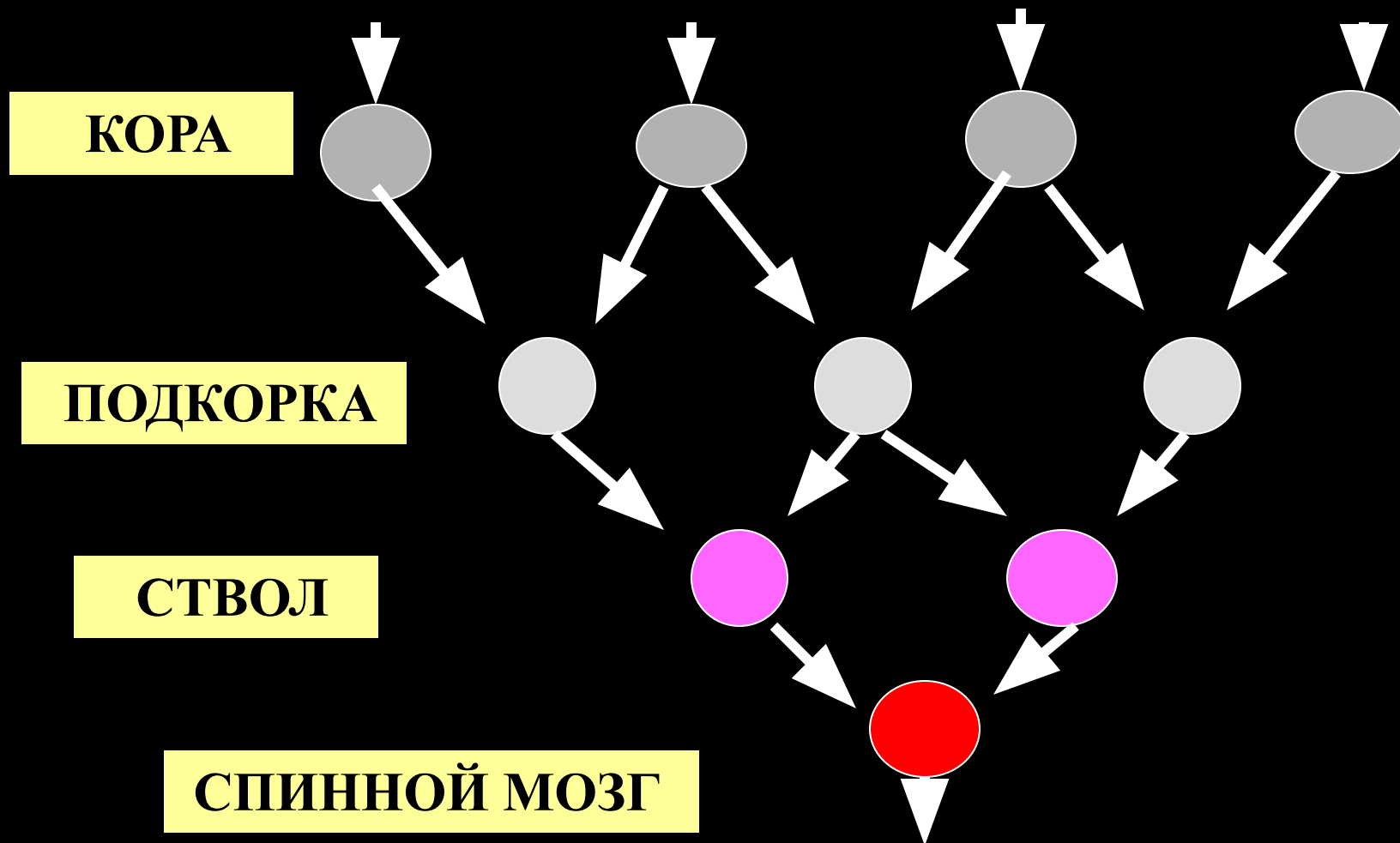
# Функции координированной деятельности:

- 1) обеспечивает четкое выполнение определенных функций, рефлексов;
- 2) обеспечивает последовательное включение в работу различных нервных центров для обеспечения сложных форм деятельности;
- 3) обеспечивает согласованную работу различных нервных центров.

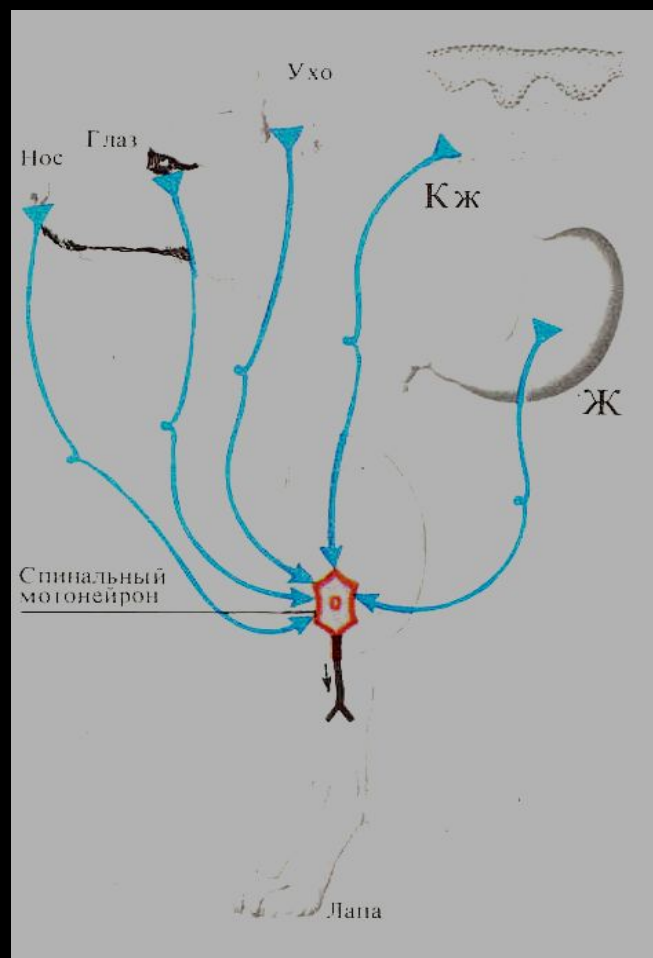
# **ПРИНЦИПЫ КООРДИНАЦИИ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЦНС**

- 1. КОНВЕРГЕНЦИИ ИЛИ ОБЩЕГО КОНЕЧНОГО ПУТИ (по Шеррингтону)**
- 2. ДИВЕРГЕНТНОСТИ (ИРРАДИАЦИЯ)**
- 3. ОБРАТНОЙ АФФЕРЕНТАЦИИ**
- 4. ДОМИНАНТА**
- 5. СУБОРДИНАЦИИ НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ**
- 6. РЕЦИПРОКНОСТИ**
- 7. СОДРУЖЕСТВЕННОЙ РАБОТЫ НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ**
- 8. ПЛАСТИЧНОСТИ НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ**

# ПРИНЦИП ОБЩЕГО КОНЕЧНОГО ПУТИ

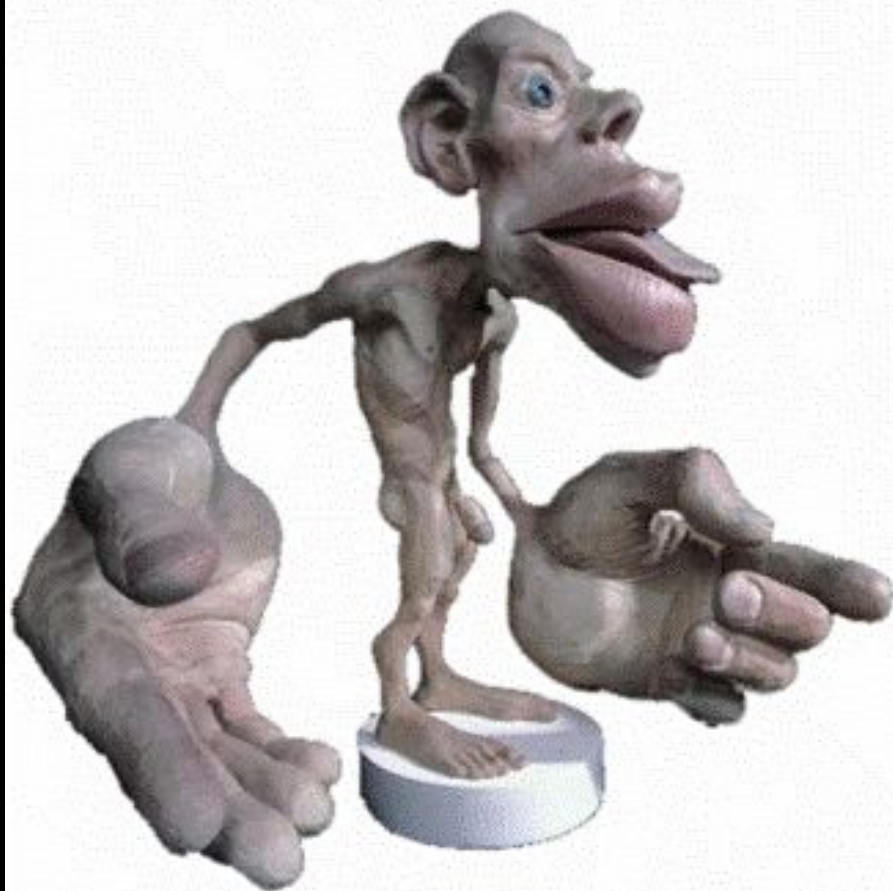


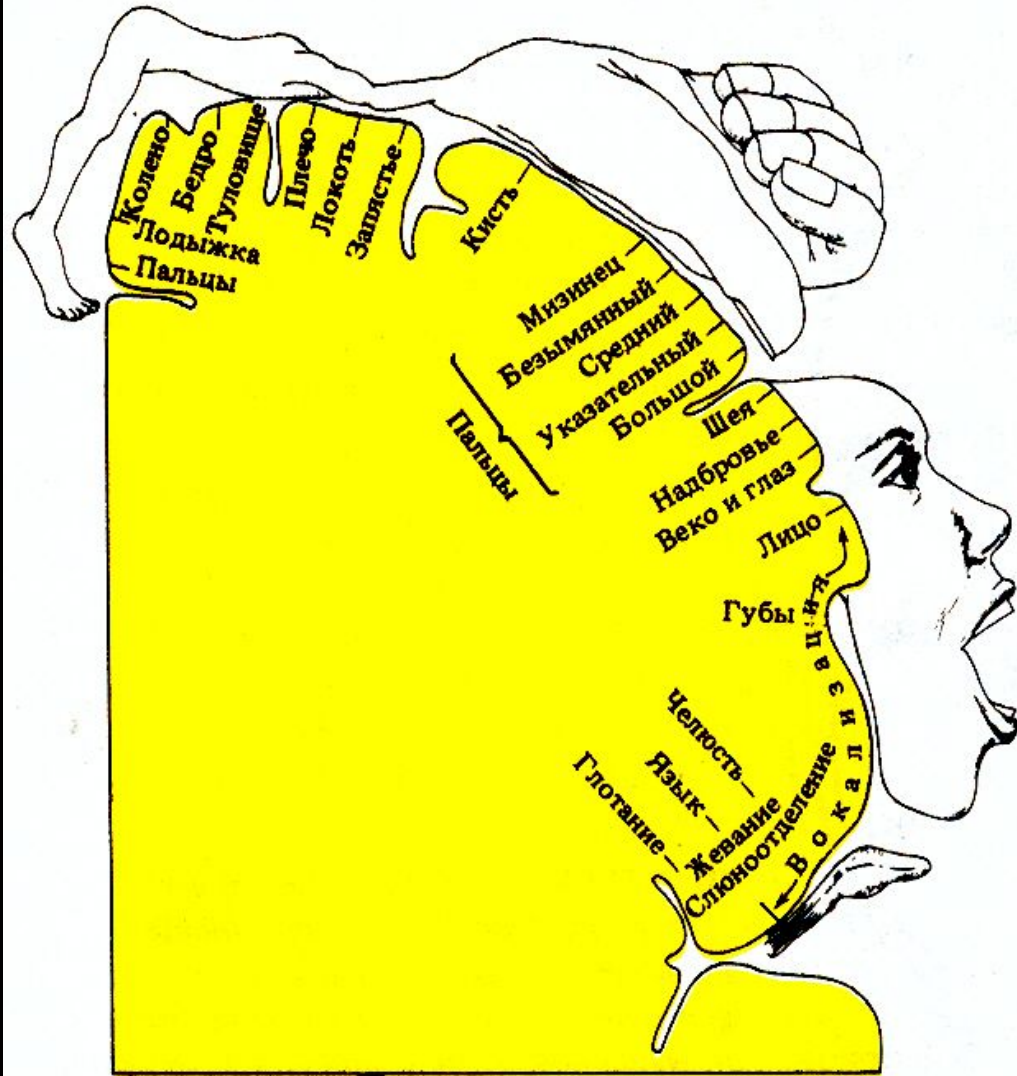
# Принцип общего конечного пути (по Шеррингтону) в спинном мозге:



# **ДИВЕРГЕНЦИЯ НЕРВНЫХ ИМПУЛЬСОВ В ЦНС**

## Гомункулус Пенфилда





**Рис. 58.** Двигательная область коры головного мозга человека. На этой карте показаны участки двигательной коры, стимуляция которых приводит к сокращению определенных групп мышц. В частности, отдельные области, по-видимому, могут кодировать угловое положение суставов, приводимых в движение соответствующими мышцами.

## Обратные связи

```
graph TD; A[Обратные связи] --> B[Положительные]; A --> C[Отрицательные];
```

### Положительные

импульсы с периферии,  
возникающие в  
результате какой-либо  
рефлекторной реакции,  
ее усиливают.

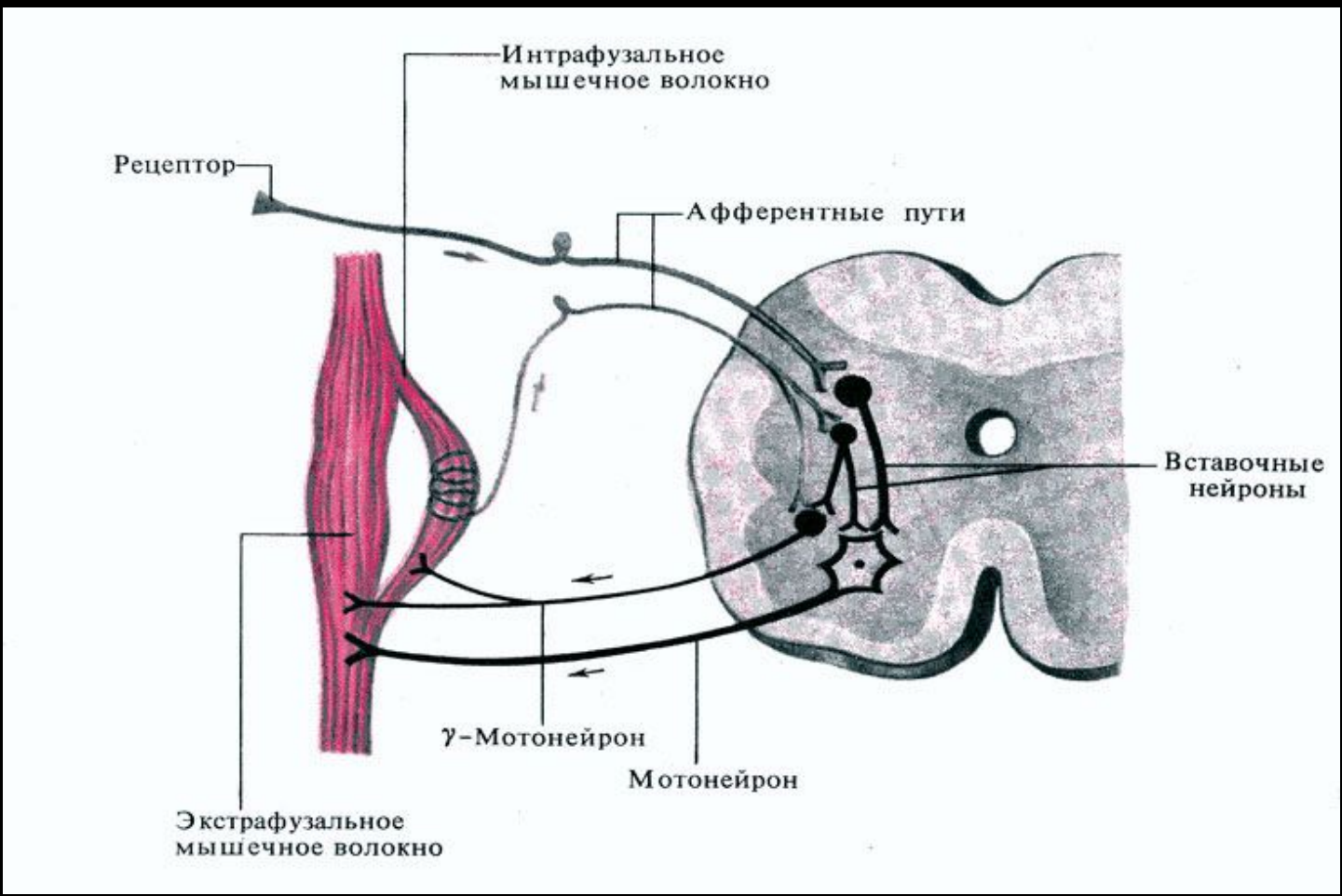
### Отрицательные

импульсы с периферии,  
возникающие в  
результате какой-либо  
рефлекторной реакции,  
ее угнетают.



# РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА И РЕФЛЕКТОРНОЕ КОЛЬЦО

# ПРИНЦИП ОБРАТНОЙ АФФЕРЕНТАЦИИ



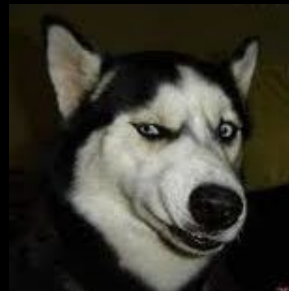
# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОМИНАНТЫ ( ПО А.А.Ухтомскому, 1931)

- Доминанта - временно господствующий рефлекс или поведенческий акт, которым трансформируется и направляется для данного времени при прочих равных условиях работа прочих рефлекторных дуг, рефлекторного аппарата и поведения в целом.





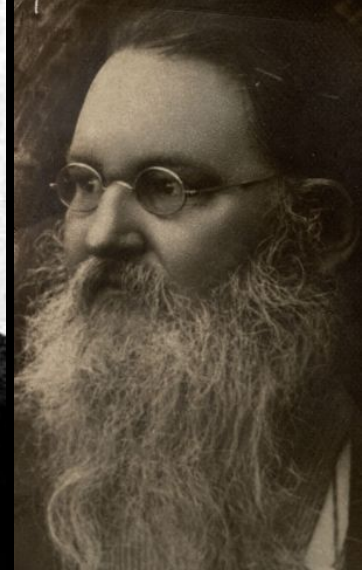
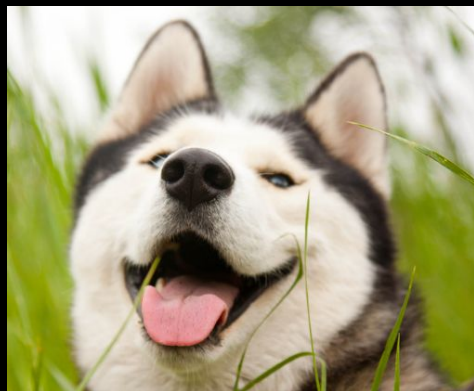
Собака – с переполненным кишечником



Укол конечности



Акт дефекации



УХТОМСКИЙ А.А.  
в 1902-1903 г.г.  
думает что произошло



# **Основные свойства доминанты ( по А.А.Ухтомскому)**

- **1. Повышенная возбудимость доминантного центра**
- **2. Способность к суммации (подкреплять свое возбуждение посторонними импульсами)**
- **3. Стойкость возбуждения в доминантном центре**  
**(способность тормозить другие текущие рефлексy на общем конечном пути)**
- **4. Инертность доминантного центра**

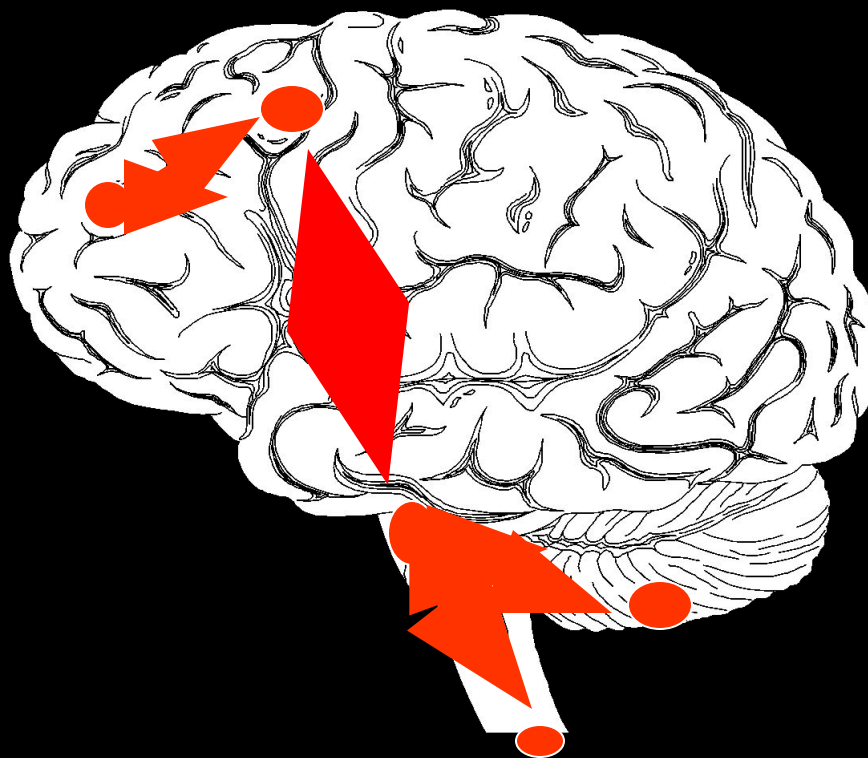
# Виды доминант

- **Внутренние доминанты** – ведущую роль играет гормональный фон.
- **Внешние доминанты** – ведущую роль играет психическая деятельность.

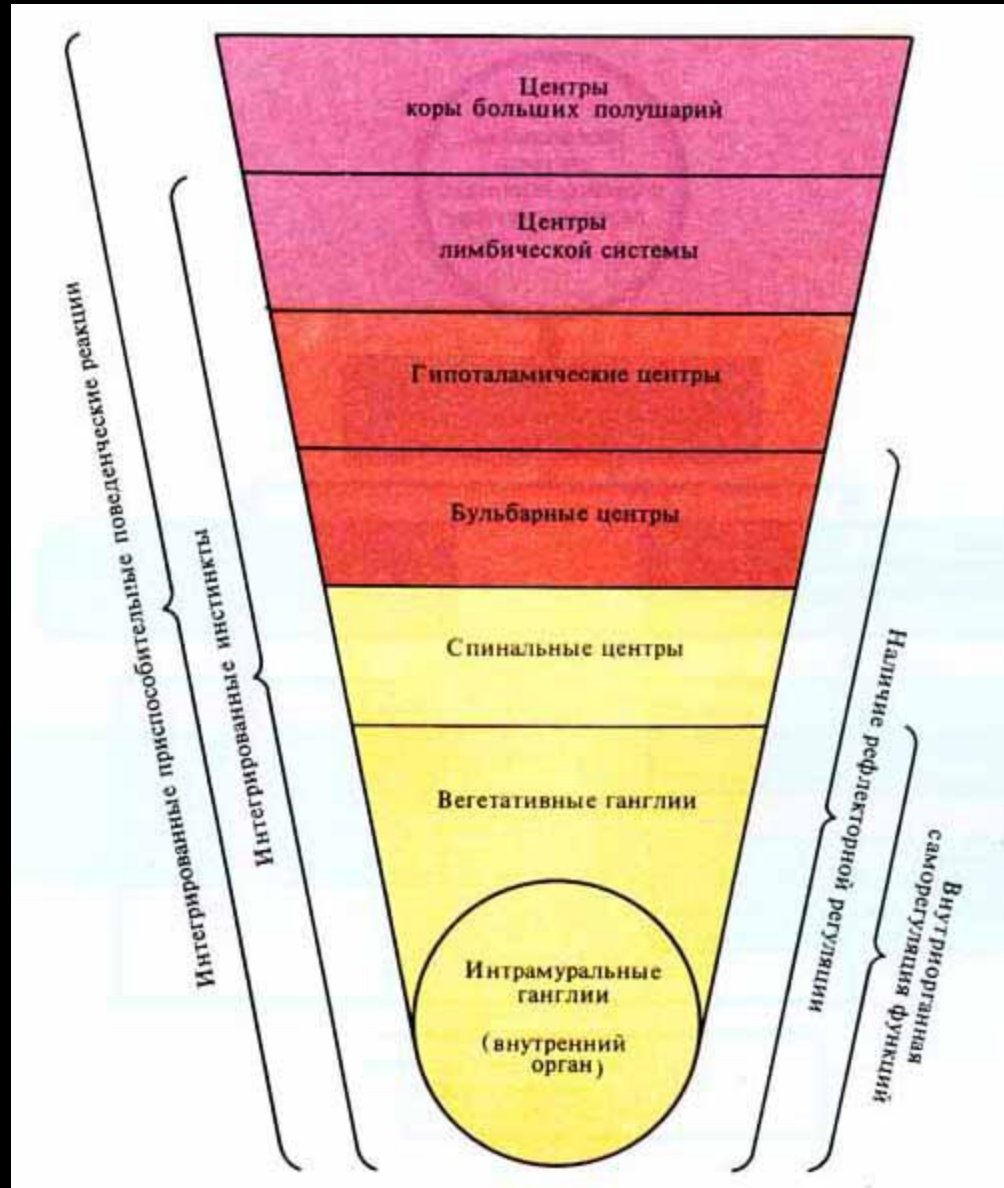
# Причины прекращения существования доминанты

1. Достижение результата
2. Появление новой, более значимой доминанты
3. Запредельное торможение

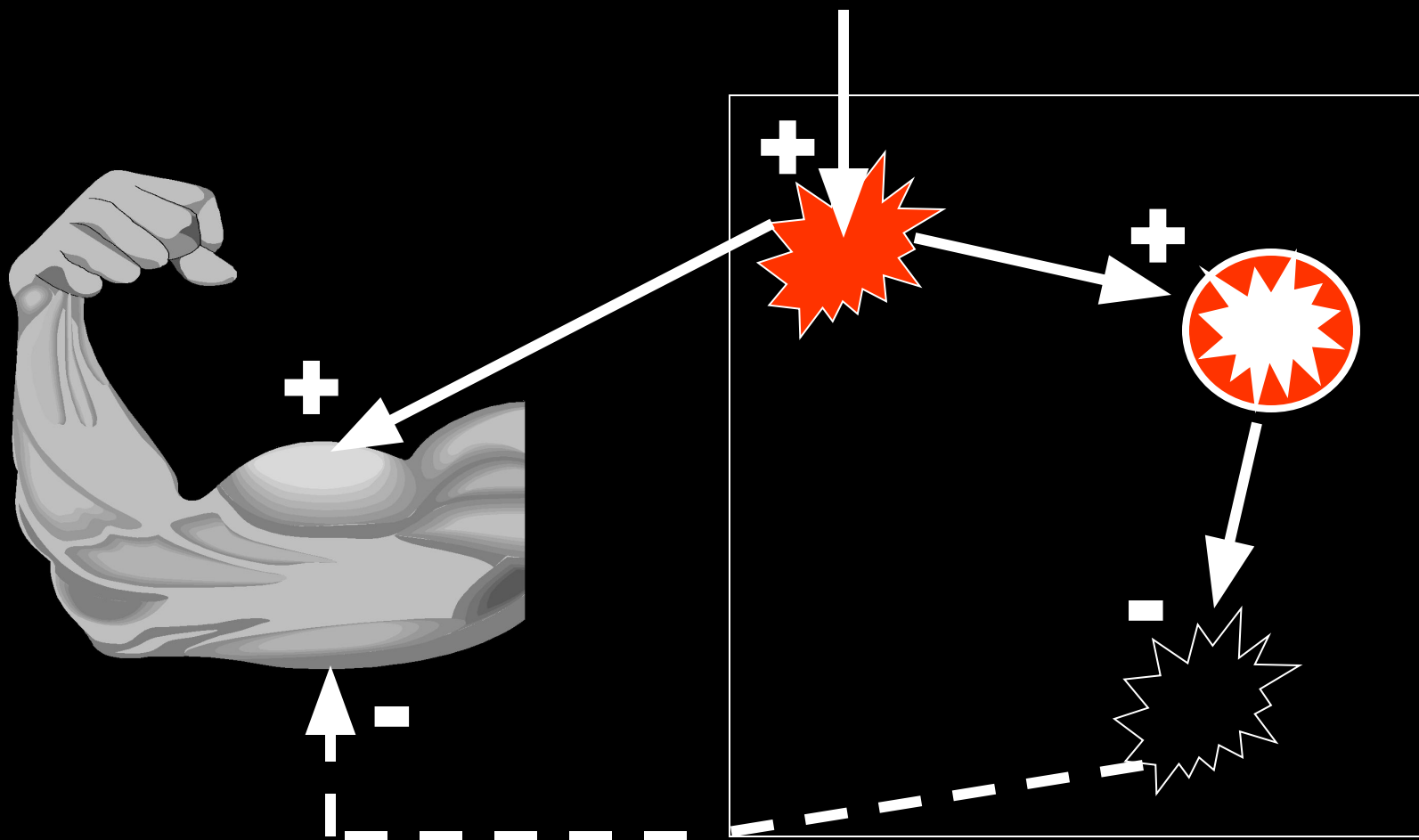
# ПРИНЦИП СУБОРДИНАЦИИ НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ







# ПРИНЦИП РЕЦИПРОКНОСТИ (СОПРЯЖЕННОГО ТОРМОЖЕНИЯ)



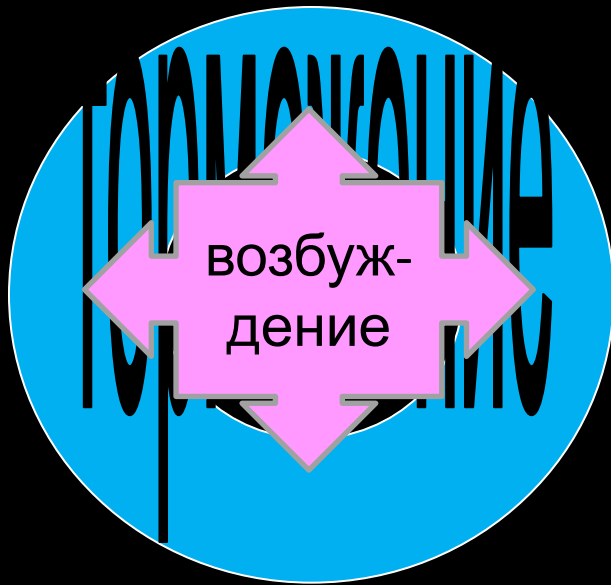
# Динамика основных нервных процессов:

- Процессы иррадиации и концентрации составляют основу индукционных отношений в ЦНС.
- **Индукция** – свойство возбуждения или торможения вызывать вокруг себя или после себя противоположный эффект.
- Если очаг возбуждения или торможения вызывает в рядом расположенном участке коры противоположный эффект – это называется **одновременной индукцией**.
- Если после прекращения возбуждения или торможения в данном участке коры возникает противоположный эффект – это **последовательная индукция**.

- Возникновение **торможения** при последовательной индукции называется -
- **отрицательной последовательной индукцией.**
  
- Возникновение **возбуждения** при последовательной индукции называется –
- **положительной последовательной индукцией.**
  
- Одновременное возникновение возбуждения вокруг очага торможения называется –
- **одновременной положительной индукцией.**
  
- Одновременное возникновение участка торможения, вокруг очага возбуждения называется –
- **одновременная отрицательная индукция.**

## 9. Принцип индукции

Индукция ограничивает распространение нервных процессов и обеспечивает концентрацию.

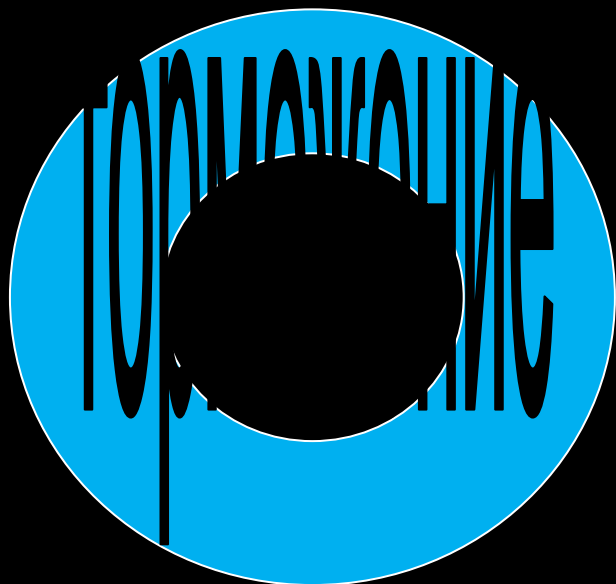


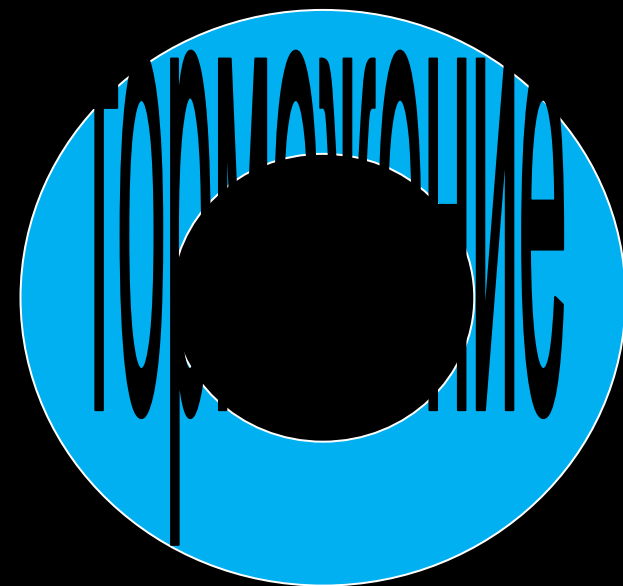
одновременная  
отрицательная  
индукция



одновременная  
положительная  
индукция

# последовательная положительная индукция

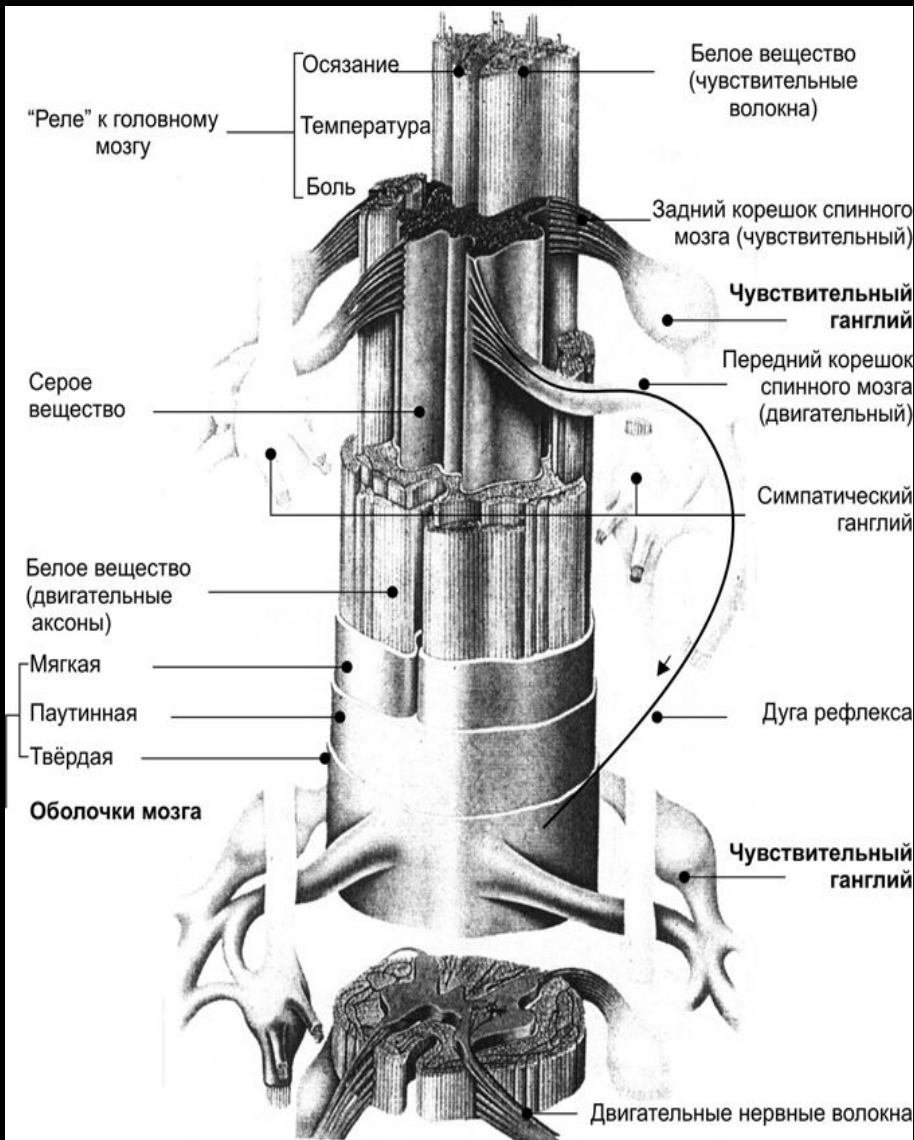




последовательная  
отрицательная индукция

От степени развития индукции зависит подвижность нервных процессов, возможность выполнения движений скоростного характера, требующих быстрой смены возбуждения и торможения.

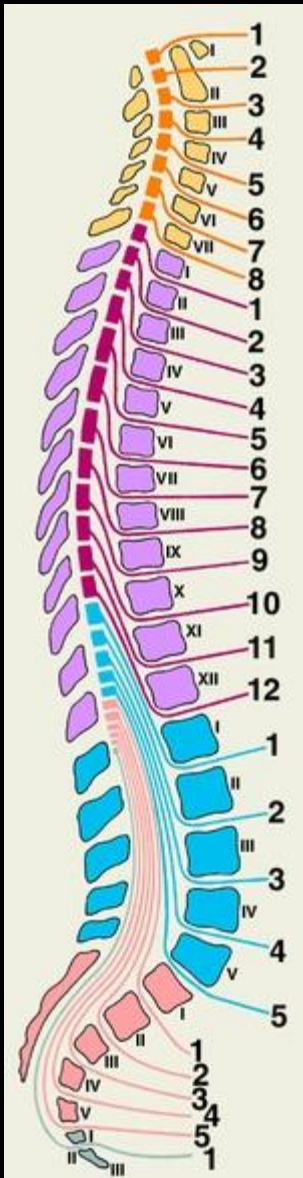
# Частная ЦНС



**СПИННОЙ  
МОЗГ.  
ФИЗИОЛОГИЯ  
СТВОЛА  
МОЗГА.**

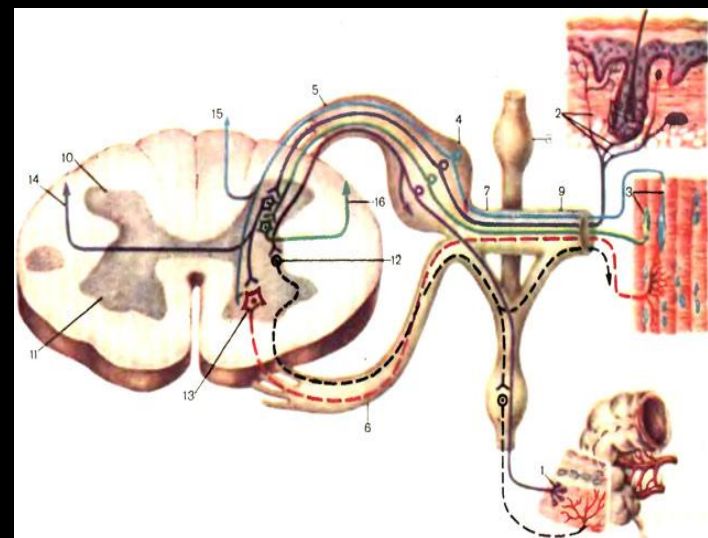
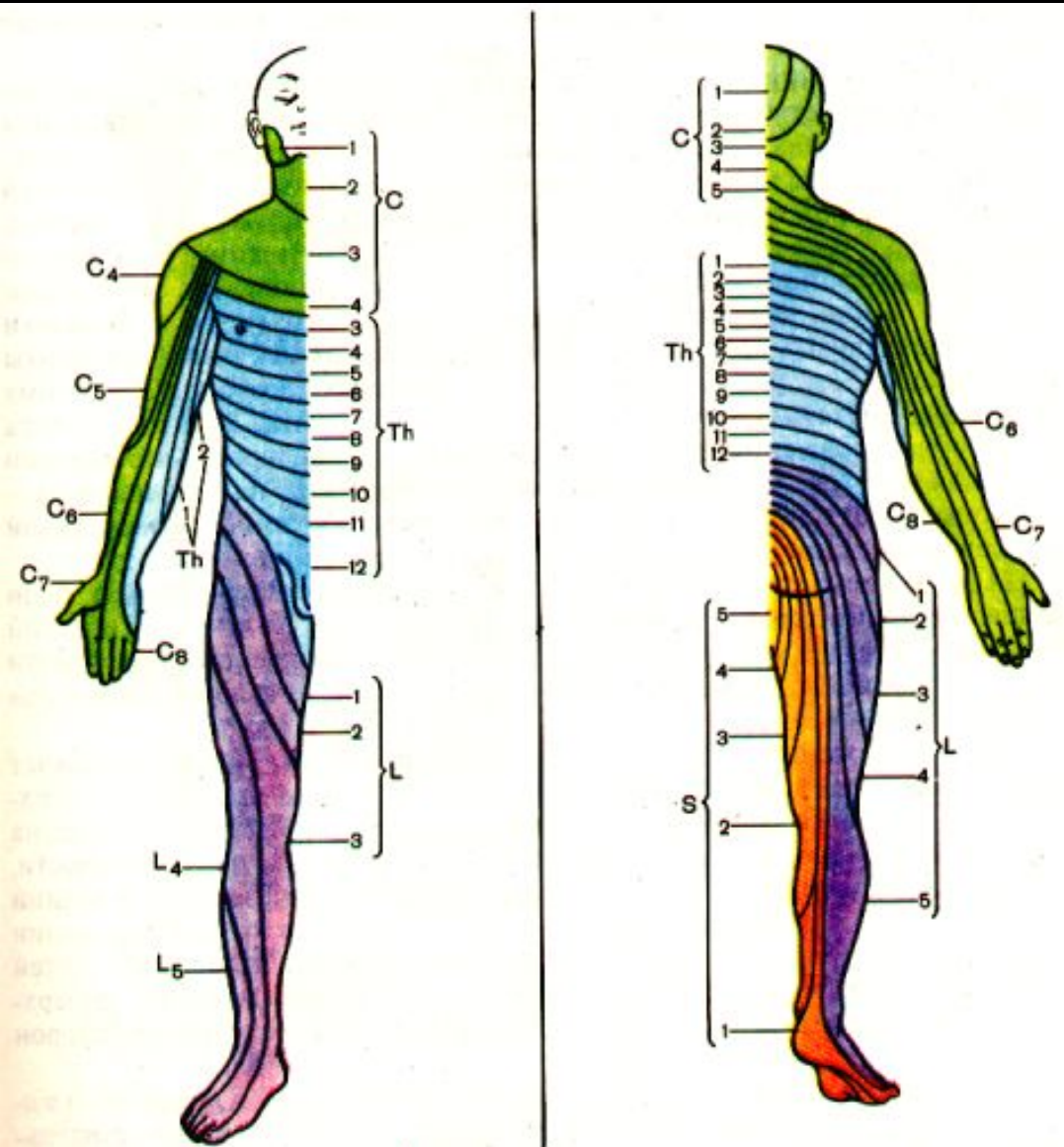


# Сегменты спинного мозга



- 8 шейных ( $C_1 - C_8$ )
- 12 грудных ( $Th_1 - Th_{12}$ )
- 5 поясничных ( $L_1 - L_5$ )
- 5 крестцовых ( $S_1 - S_5$ )
- 1-3 копчиковых ( $Co_1 - Co_2$ )

# ПРИНЦИП МЕТАМЕРИИ



# Принципы иннервации спинного мозга:

- Сегментарный принцип

Морфологических границ между сегментами нет, поэтому деление является – функциональным.

Каждый сегмент спинного мозга иннервирует строго определённый отрезок тела: кожу и мышцы, называемый **метамером или дерматомом**.

- Межсегментарный принцип

Каждый дерматом иннервируется одновременно тремя корешками.

# Закон Белла - Мажанди

- Вентральные (передние) корешки содержат эфферентные двигательные (выходящие) волокна, а дорсальные (задние) корешки содержат афферентные чувствительные (входящие) волокна.

# Нейроны спинного мозга (13 млн.):

## 1. Двигательные или мотонейроны (3%):

- альфа-мотонейроны
- гамма-мотонейроны

## 2. Вставочные или интернейроны:

- собственные спинальные или проприоспинальные (нейроны собственного аппарата спинного мозга, устанавливают связи внутри и между сегментами)
- проекционные (реагируют на афферентные раздражители)

## 3. Вегетативные нейроны

**Нейроны.** В сером веществе спинного мозга находятся тела двигательных, вставочных и вегетативных нейронов.

**1) Мотонейроны.** Различают крупные, или  $\alpha$ -мотонейроны, и мелкие, или  $\gamma$ -мотонейроны.

$\alpha$ -**Мотонейроны** входят в состав медиальных и латеральных ядер. Их аксоны участвуют в формировании нейромоторных единиц.

$\gamma$ -**Мотонейроны** иннервируют интрафузальные волокна мышечных веретён.

**2) Вставочные нейроны** получают информацию от одних нейронов и передают её другим. Аксоны вставочных нейронов участвуют в образовании проводящих путей.

**Клетки Реншоу** – тормозные, вставочные нейроны. Аксоны клеток Реншоу образуют тормозные синапсы с перикарионами  $\alpha$ - мотонейронов.

По эффекторному действию  
нейроны разделяются на:

- Возбуждающие (**3%**)
  - Тормозные

# ФУНКЦИИ СПИННОГО МОЗГА:

АФФЕРЕНТНАЯ  
ПРОВОДНИКОВАЯ  
РЕФЛЕКТОРНАЯ



# Основные рефлексy спинного мозга

- **Рефлексy растяжения (миотатические) - в основном разгибательные - рефлексy позы, толчковые (прыжок, бег) рефлексy**
- **Сгибательные рывковые рефлексy (защитные)**
- **Ритмические рефлексy (чесательный, шагательный)**
- **Позные рефлексy (шейные тонические рефлексy наклона и положения)**
- **Вегетативные рефлексy**
- **Висцеромоторные рефлексy**

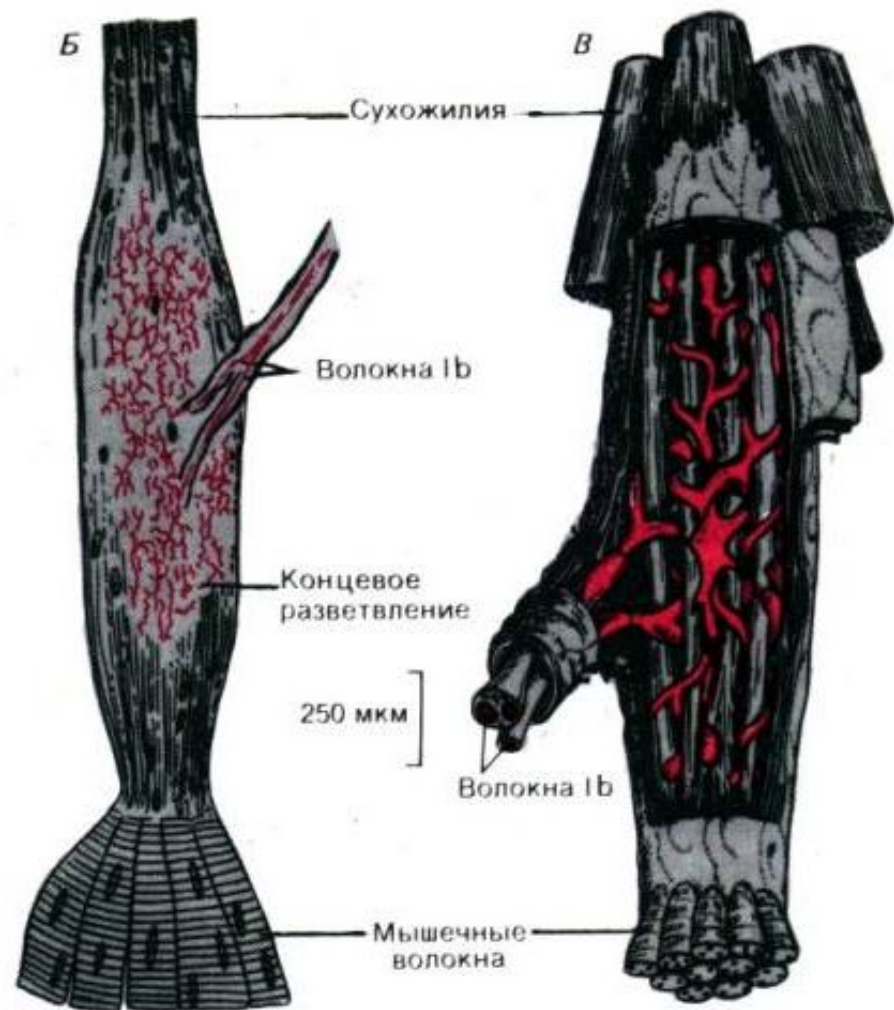
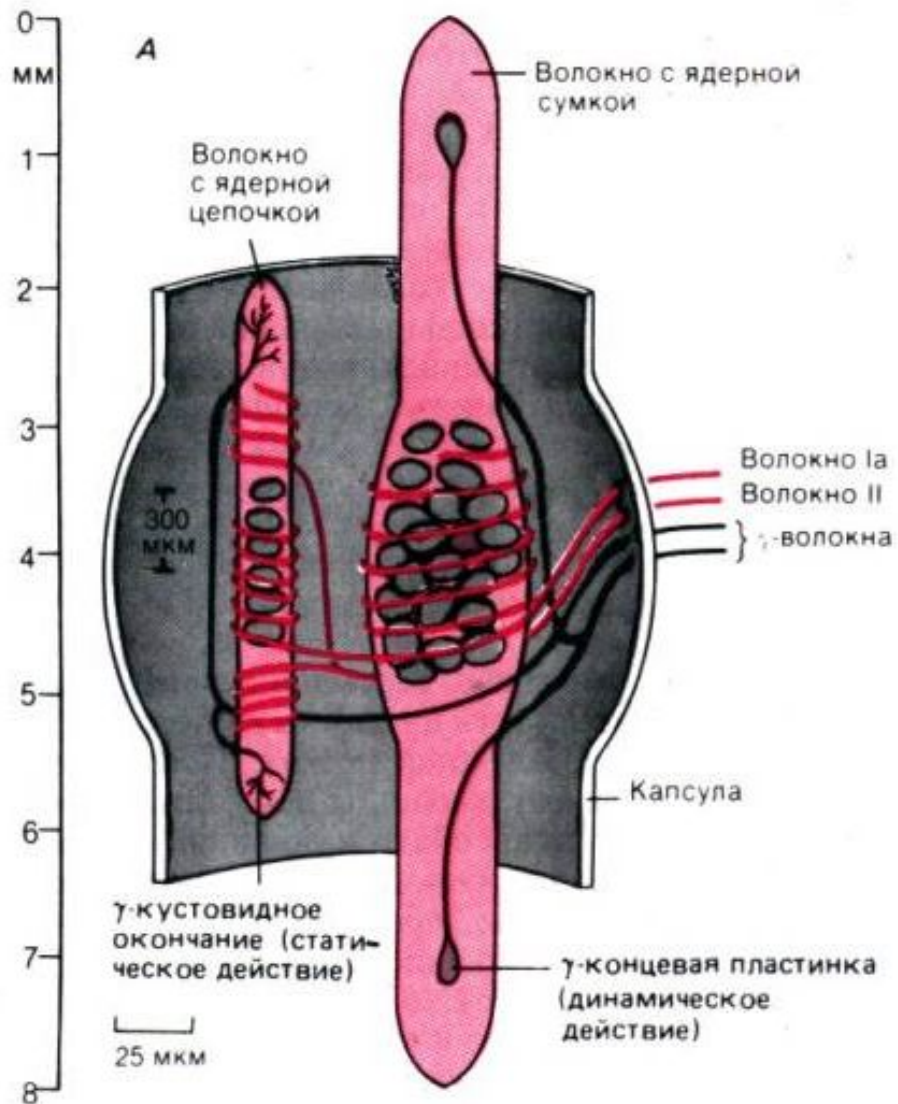
# Рефлекторные функции спинного мозга

## Регуляция фазной активности:

- Сгибательные рефлексы
- Локомоции (автоматизмы)

## Регуляция тонуса:

- Миотатические рефлексы
- Позно-тонические рефлексы (постуральные)



**Строение мышечных веретен и сухожильных органов.**

А. Схема мышечного веретена.

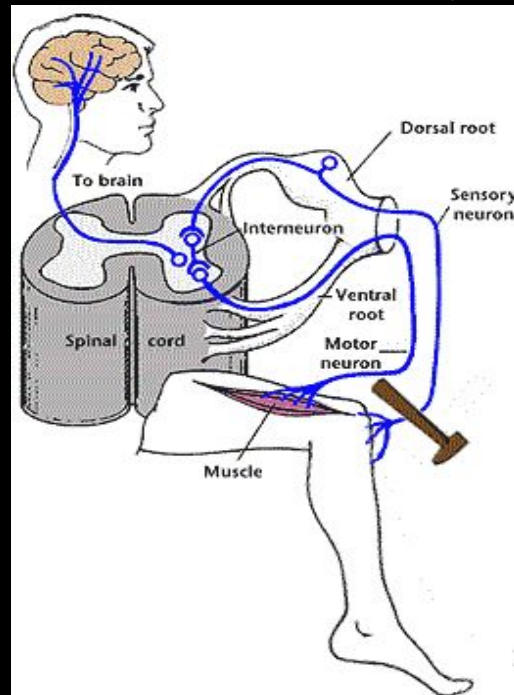
Б. Рисунок сухожильного органа Гольджи

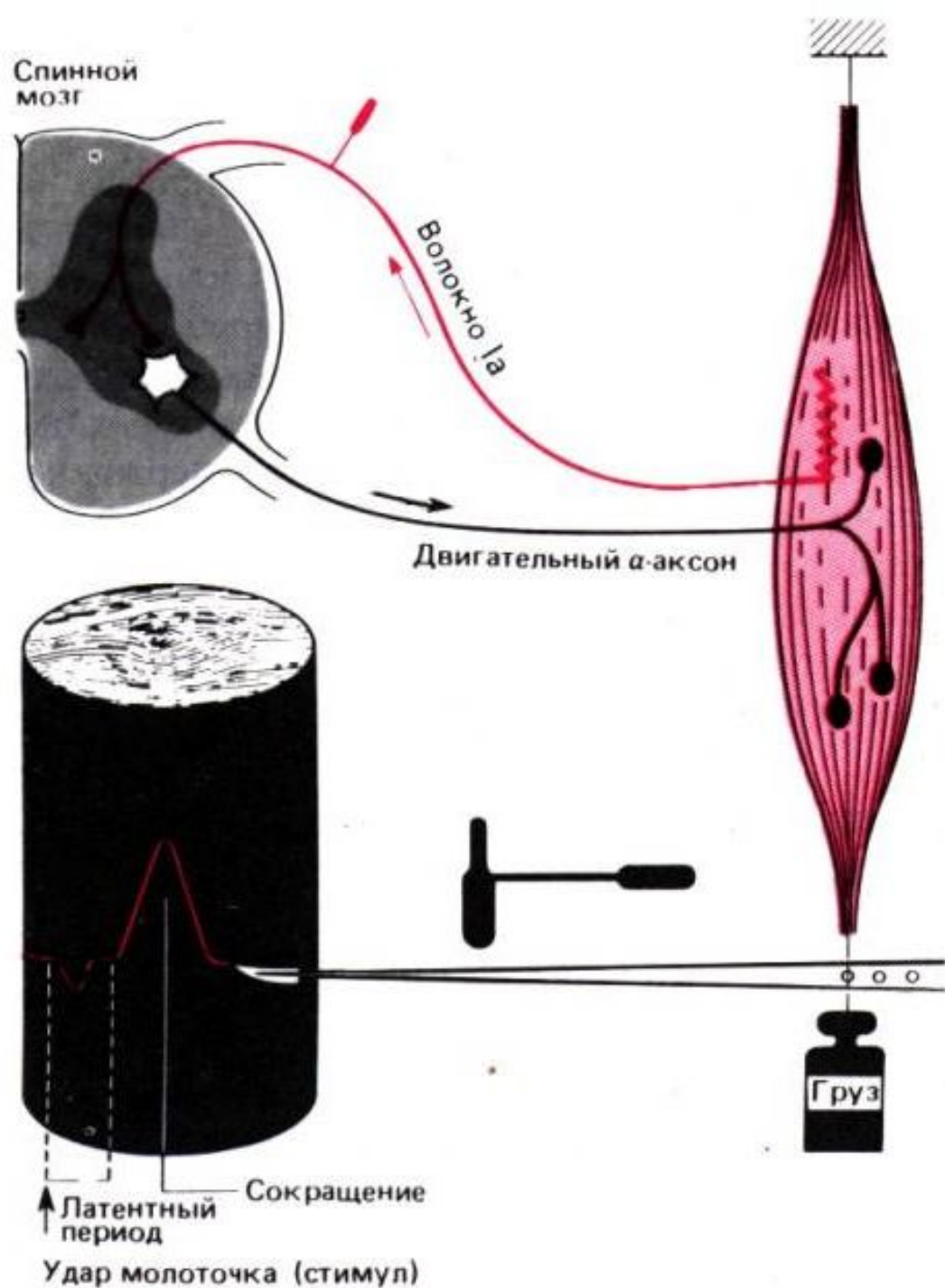
В. Реконструкция терминального ветвления (красный цвет) Ib-волокна внутри сухожильного органа

## Миотатические рефлекс (сухожильные, Т-рефлекс) – рефлекс на растяжение мышцы.

Вызываются ударом по сухожилию мышцы. При таком растяжении мышцы – активируются интрафузальные мышечные веретёна. Импульсация от них по афферентам попадает на  $\alpha$ -мотонейроны данной мышцы.

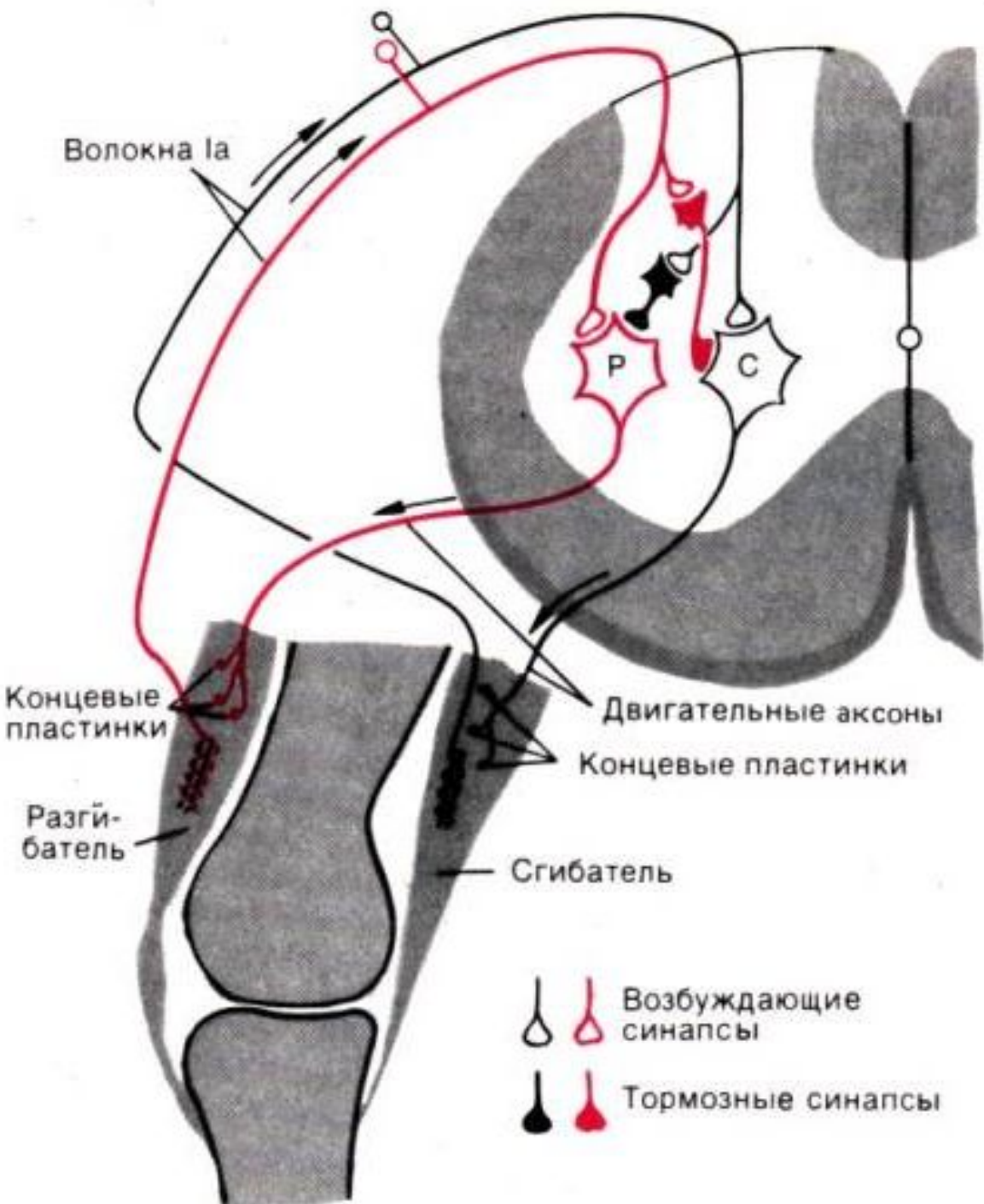
В результате происходит укорочение экстрафузальных волокон, тем самым мышца возвращается к исходной длине и восстанавливает базовый тонус.





**T** (tendon – сухожилие)-рефлекс

Рефлекторная дуга  
моносинаптического  
рефлекса растяжения



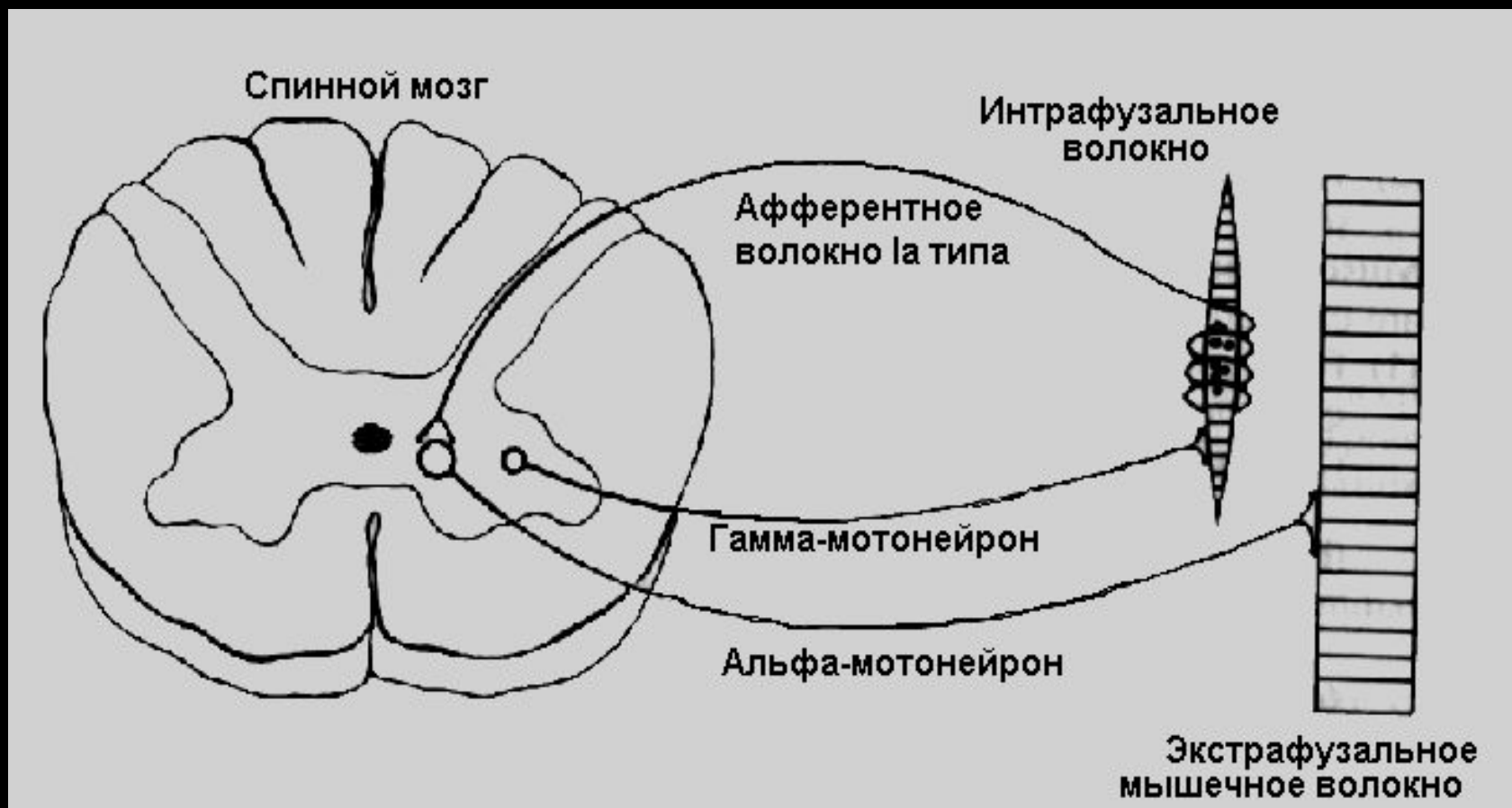
**Дуги рефлекса  
растяжения и  
реципрокного  
торможения мышц-  
антагонистов**

С-мотонейроны сгибателей  
коленного сустава;  
Р-мотонейроны  
разгибателей коленного  
сустава.

# Облегчение Т–рефлексов.

Если коленный и другие Т–рефлексы нижней конечности ослаблены, их можно усилить, если больной, сцепив пальцы рук перед грудью, попытается разорвать такой «замок» или сожмет ладонь другого человека (**прием Ендрассика**). Развиваемое при этом усилие облегчает активацию мотонейронов поясничного отдела спинного мозга.

# ТОНИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ СПИННОГО МОЗГА. ГАММА-МОТОРНАЯ ПЕТЛЯ





# Коактивация альфа– и гамма–мотонейронов при движениях.

$\alpha$ – и  $\gamma$ –мотонейроны возбуждаются одновременно; однако начало импульсации афферентов мышечных веретен отстает от вспышки электромиографически регистрируемой активности из–за относительно низкой скорости проведения по  $\gamma$ –волокам и латентного периода сокращения интрафузальных волокон.

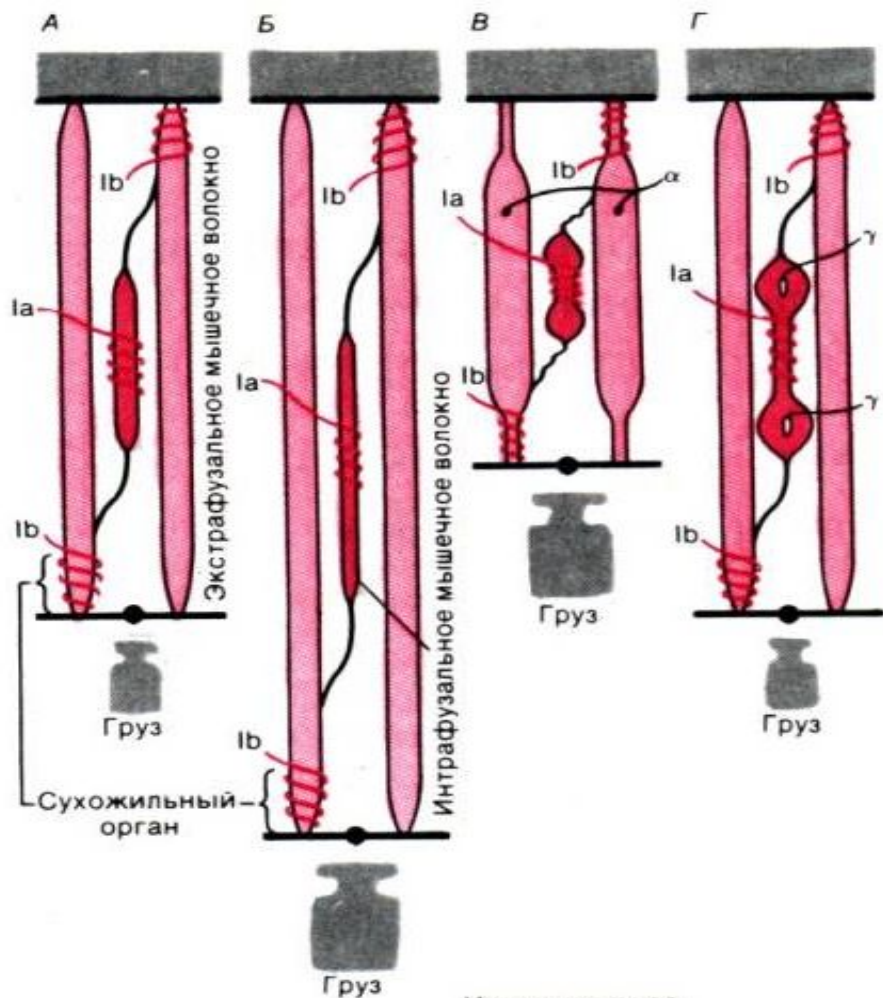
Из этого следует, что главное *назначение  $\gamma$ –иннервации*, возможно, в том, чтобы предотвратить во время сокращения экстрафузальных волокон расслабление мышечных веретен, а следовательно, сохранить их адекватную рецепторную функцию и, таким образом, стабилизирующий эффект рефлекса растяжения даже во время движения.

Кроме того, усиление активности мышечных веретен при возбуждении  $\gamma$ –мотонейронов способствует развитию начавшегося движения.

Одновременно, чувствительность рецептора регулирующей системы (первичных окончаний мышечных веретен) поддерживается в адекватном диапазоне. Следовательно,  $\gamma$ –петля представляет собой **сервомеханизм для оптимизации движений.**

# Функции сухожильных органов.

- Рефлекторная дуга сухожильных органов служит для поддержания **постоянства напряжения мышцы**.
- У каждой мышцы две регуляторные системы обратной связи: **регуляции длины** с мышечными веретенами в качестве рецепторов и **регуляции напряжения**, рецепторами в которой служат сухожильные органы.
- Влияние системы регуляции длины в принципе ограничивается одной мышцей и ее антагонистом, тогда как регуляция напряжения с участием **афферентов Ib** относится к **мышечному тону** всей конечности.



## Схема состояния и характера импульсации мышечных веретен и сухожильных органов Гольджи

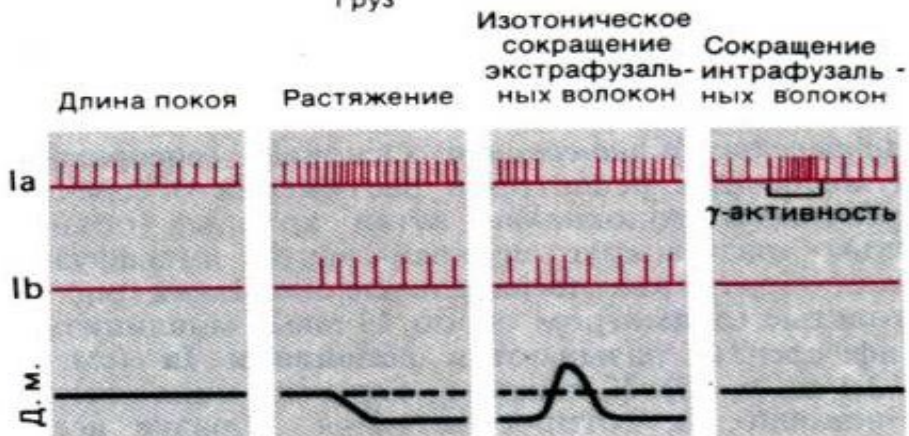
А - в покое,

Б - при пассивном растяжении,

В - во время изотонического сокращения экстрафузальных мышечных волокон,

Г - при сокращении только интрафузальных волокон ( $\gamma$ -активность).

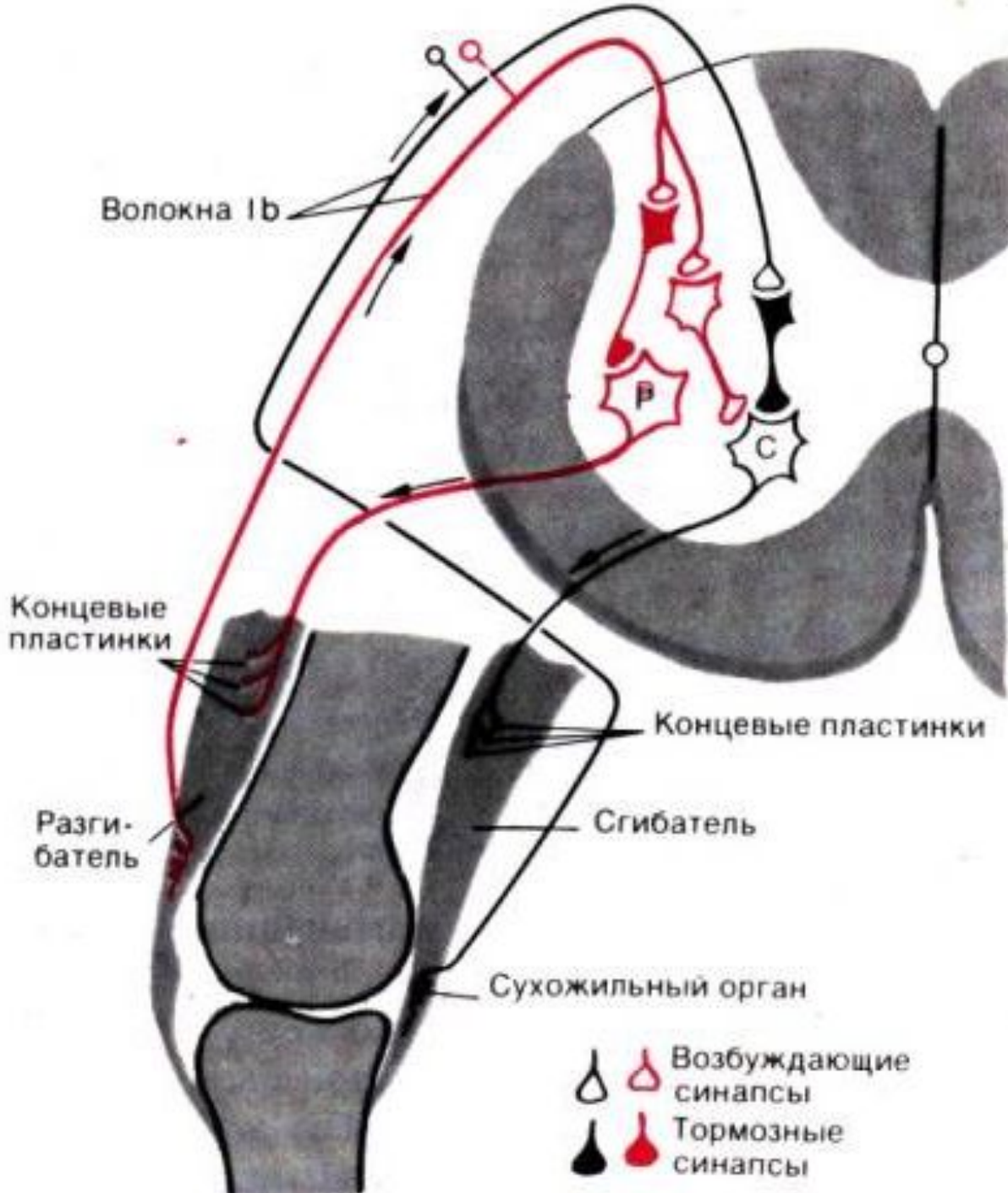
При сочетании состояний (Б) и (Г) афферентные волокна мышечных веретен активируются особенно сильно.



Ia-импульсация первичных окончаний мышечных веретен в волокнах группы Ia.

Ib-импульсация сухожильных органов в волокнах группы Ib.

Д. м.-длина мышцы

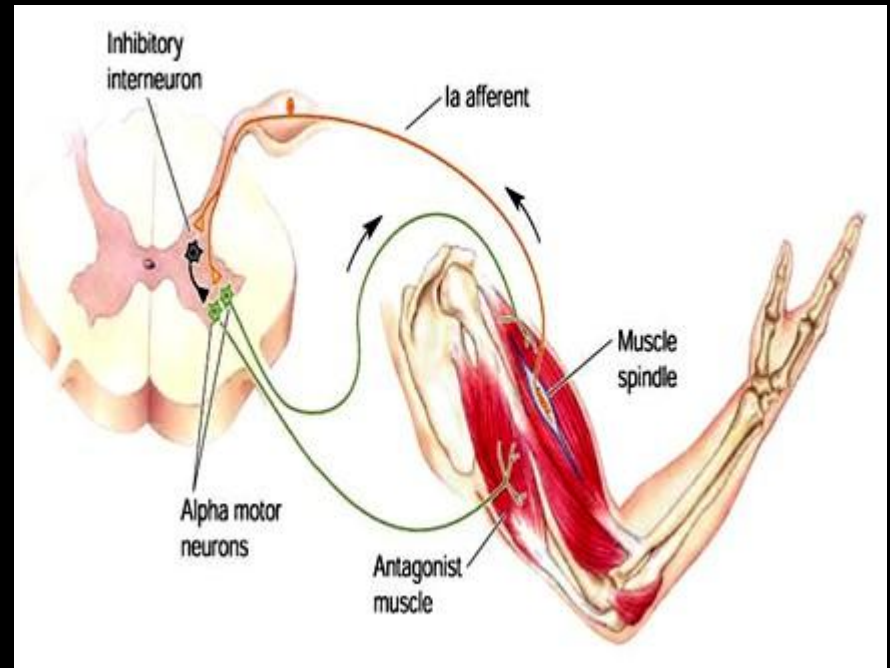
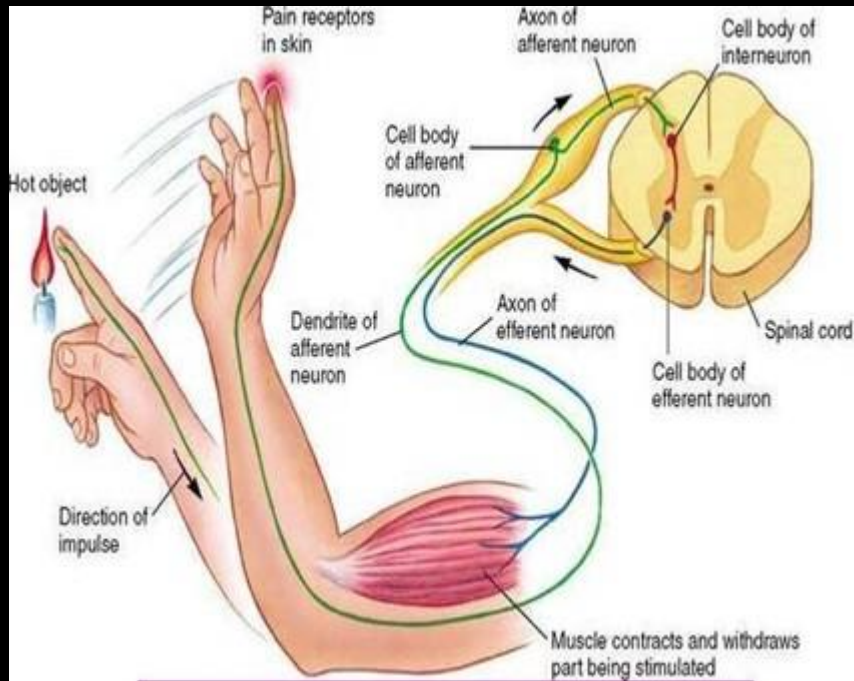
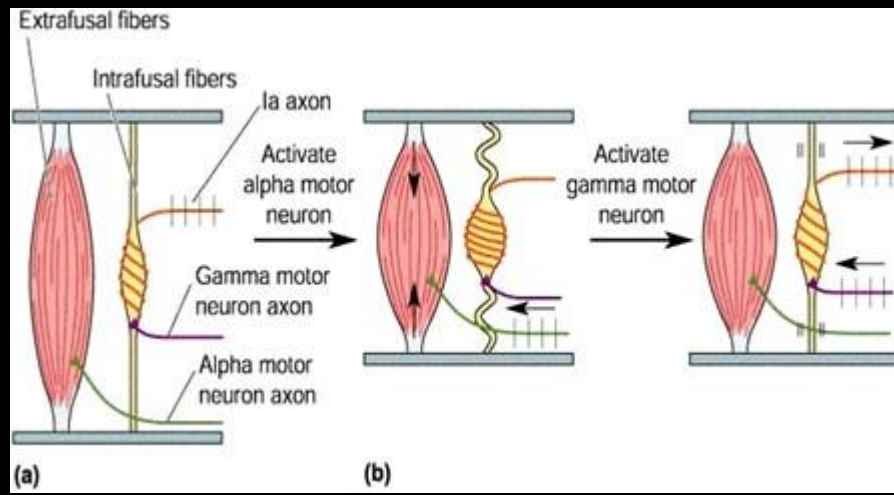


**Внутрисегментарные связи волокон Ib от сухожильных органов**

# Сгибательные рефлексy

- Осуществляются при раздражении кожных рецепторов, рецепторов суставов, рецепторов давления и боли скелетных мышц.

Например, оборонительный сгибательный рефлекс. Этот рефлекс намного сложнее миототического – здесь сочетается процесс координации фазного движения с процессом сохранения позы (тонический рефлекс).



Кожный афферент  
(волокно группы III  
от болевых рецепторов)

◊ ◊ Возбуждающие  
интернейроны  
● ● Тормозные  
интернейроны

Двигательные  $\alpha$ -аксоны  
— Возбуждение  
— Торможение

## СГИБАТЕЛЬНЫЙ РЕФЛЕКС

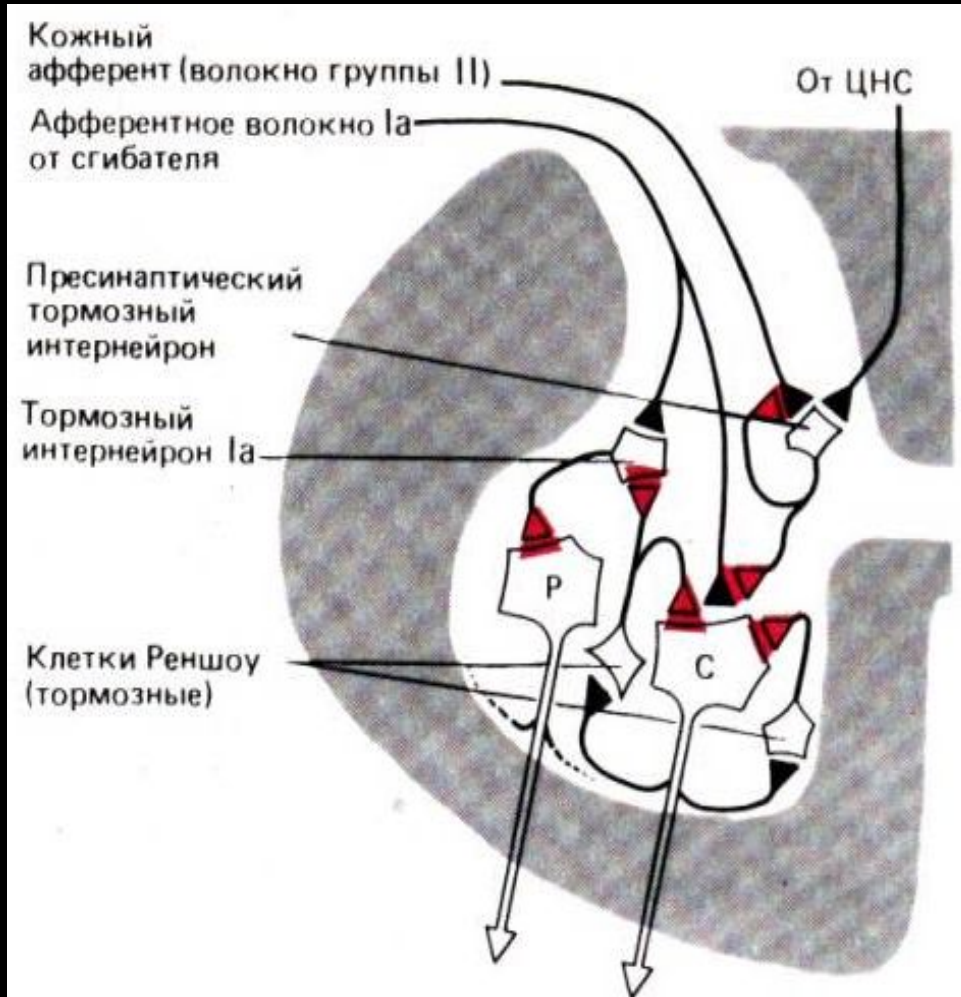
### Внутрисегментарные связи афферентного волокна от болевого рецептора кожи стопы

Красным показаны афферентное волокно группы III и рефлекторные дуги ипсилатерального сгибательного и контралатерального разгибательного рефлексов.

Р—мотонейроны разгибателей,  
С—мотонейроны сгибателей



## Возвратное торможение Реншоу и пресинаптическое торможение в спинальных двигательных рефлекторных дугах



**P**–мотонейрон разгибателя,  
**C** мотонейрон сгибателя

Торможение клеток Реншоу служит для предотвращения неконтролируемых колебаний активности мотонейронов.

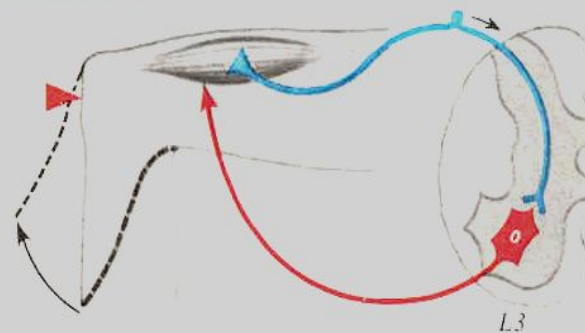
В частности, оно ограничивает частоту импульсации статических мотонейронов, обеспечивающих изометрические сокращения.

Предполагают, что ослабление такого действия клеток Реншоу служит причиной патологического повышения мышечного тонуса (*спастичности*).

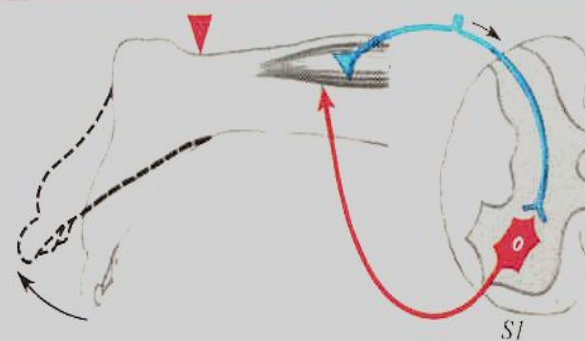
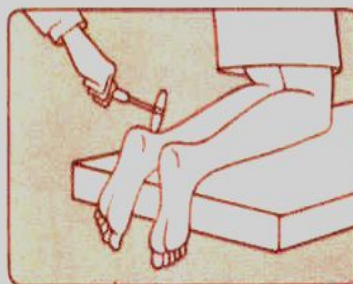


# Сухожильные (миотатические) рефлексы спинного мозга

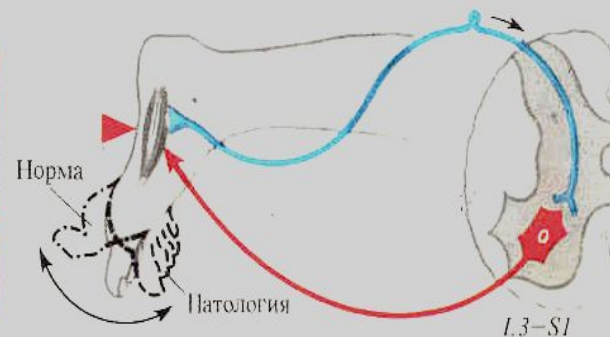
Коленный рефлекс



Ахиллов рефлекс

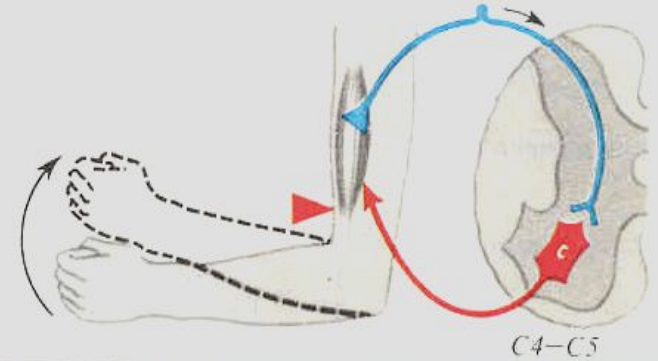
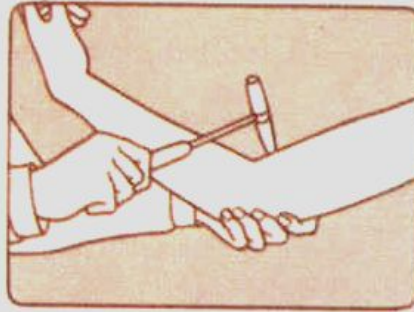


Подшвенный рефлекс в патологии (рефлекс Бабинского) и в норме

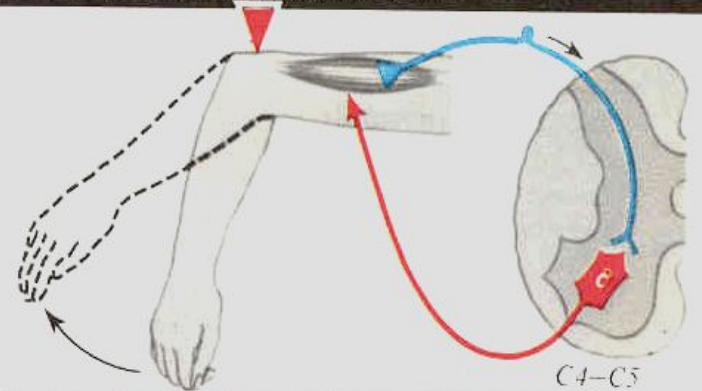
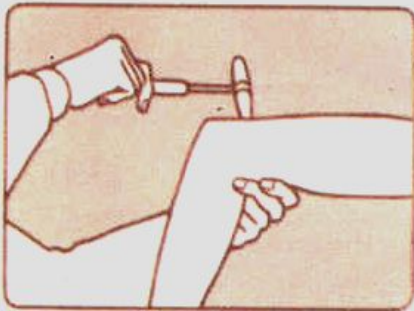


**Сухожильные  
(миотатические)  
рефлексы спинного  
мозга**

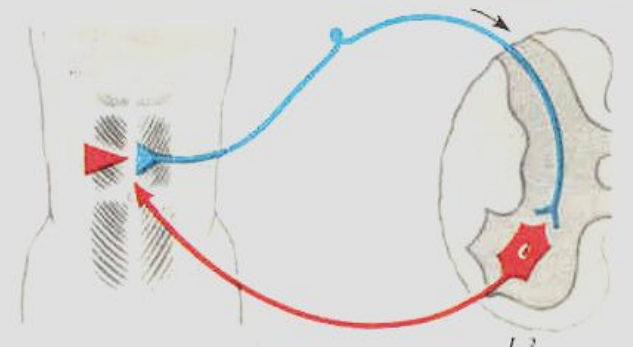
**Сгибательный рефлекс предплечья**



**Разгибательный рефлекс предплечья**

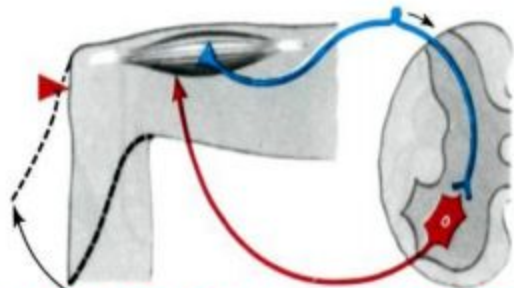


**Брюшной рефлекс**

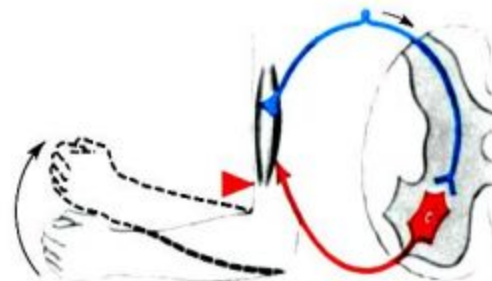
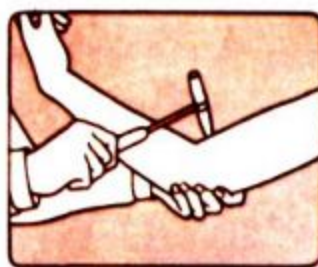


# Клинически важные рефлексы и локализация их центров в спинном мозге

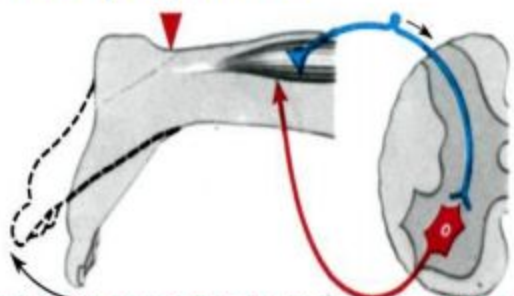
## Коленный рефлекс



## Сгибательный рефлекс предплечья



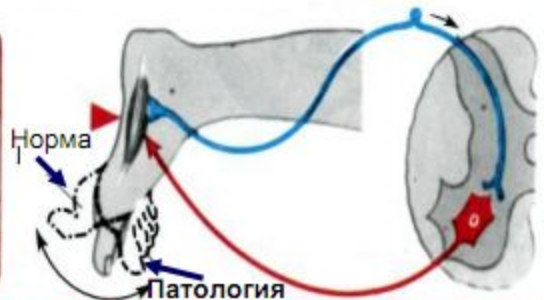
## Ахиллов рефлекс



## Разгибательный рефлекс предплечья



## Подожвенный рефлекс



## Брюшной рефлекс

