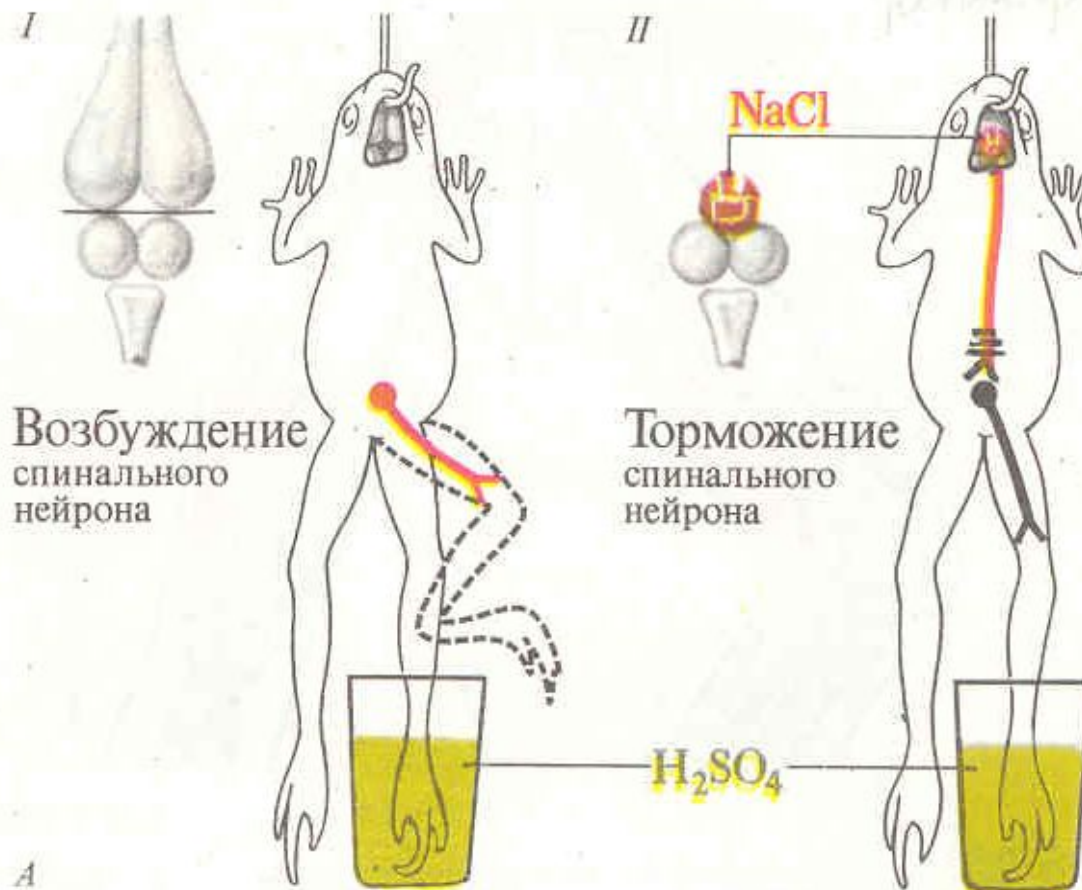


***Методы исследования ЦНС.  
Процессы торможения.  
Доминанта. Спинной мозг***

**Кафедра специальной  
психологии КГПУ**

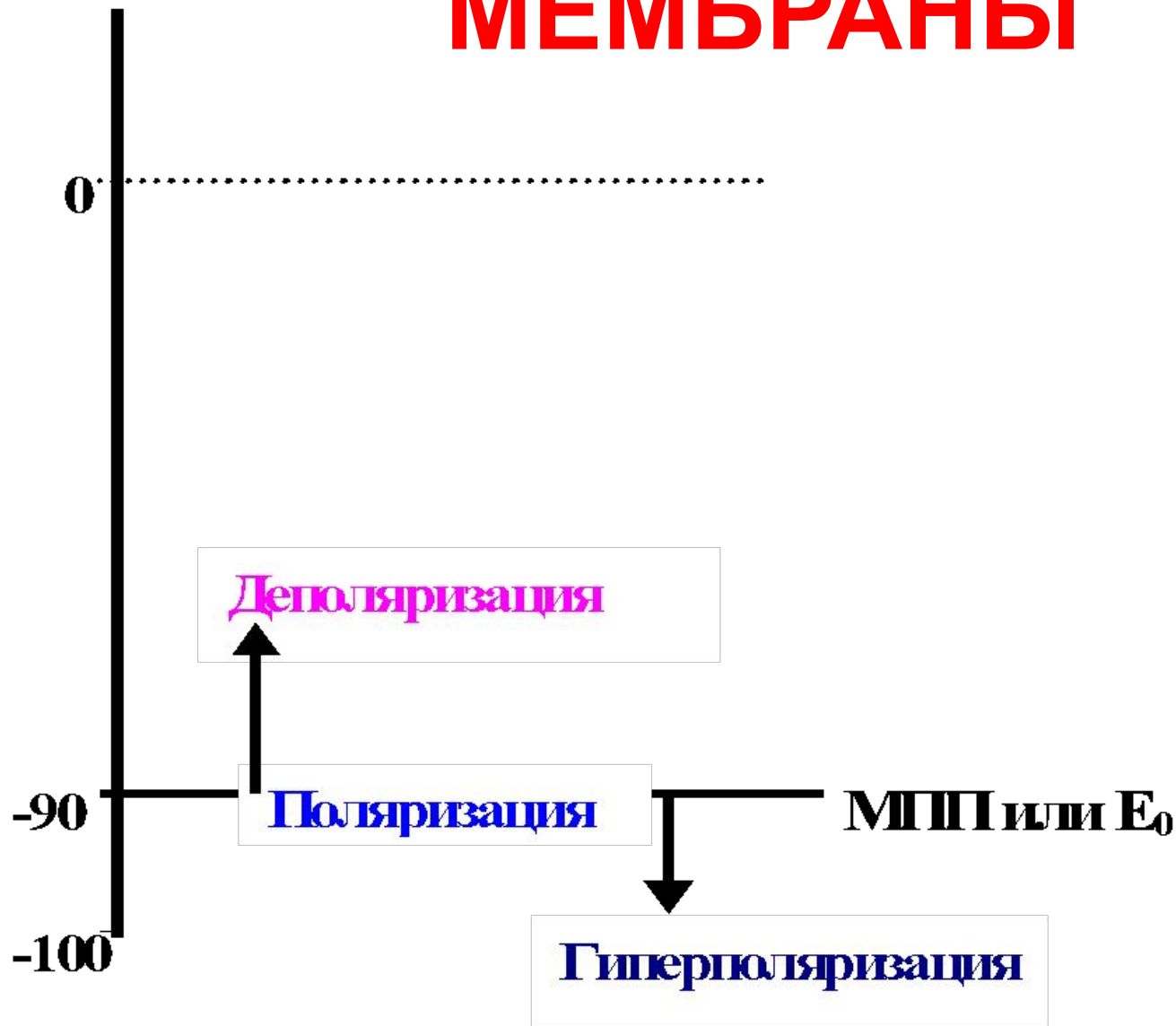
**Торможение** – местный нервный процесс, приводящий к угнетению или устранению возбуждения. В отличие от возбуждения не распространяется по нервным структурам, как ПД

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



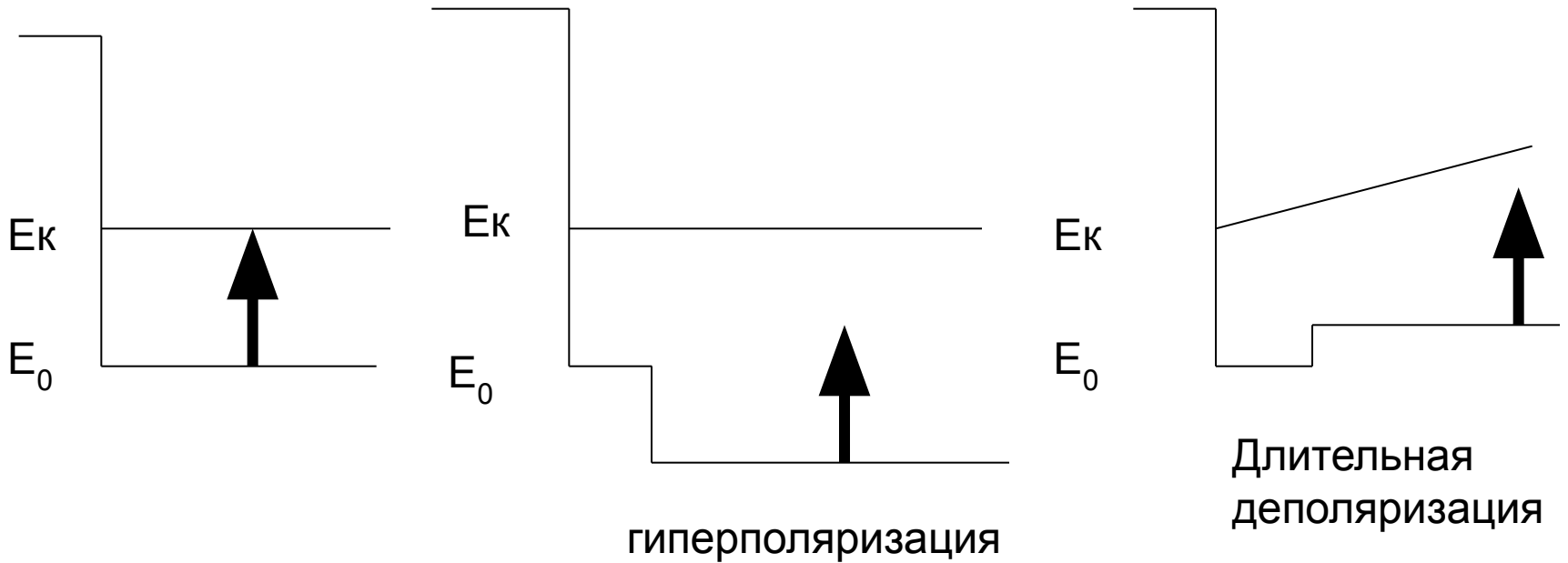
- В центральной нервной системе существует несколько способов торможения, имеющих разную природу и разную локализацию, но в принципе основанных на одном механизме → *увеличению разницы между критическим уровнем деполяризации и величиной мембранного потенциала нейронов.*

# ТРИ СОСТОЯНИЯ МЕМБРАНЫ



# Механизм торможения

$$E_0 \leq E_k$$

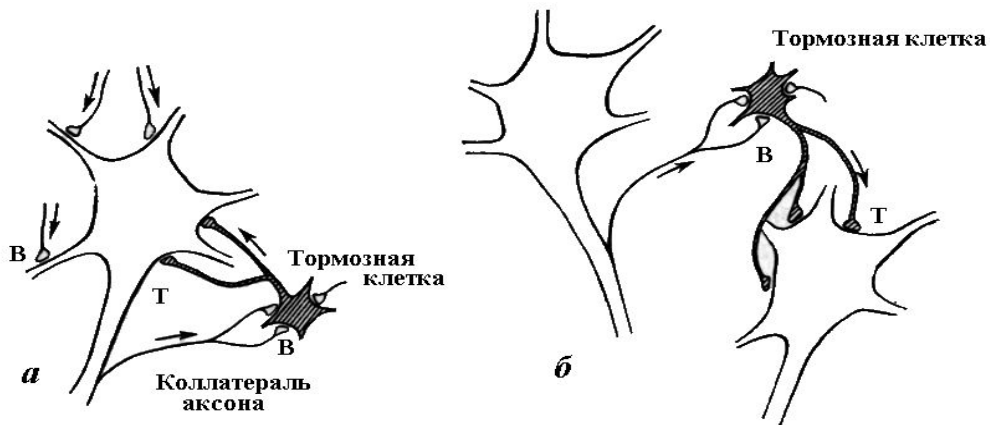


# Постсинаптическое торможение

- **Тормозные нейроны.** Установлено, что в ЦНС наряду с возбуждающими нейронами существуют и особые **тормозные нейроны**. Пример → т.н. клетка Реншоу в спинном мозге.
- **Торможение антидромное** (син. возвратное) - процесс регуляции нервными клетками интенсивности поступающих к ним сигналов по способу обратной связи. Он заключается в том, что коллатерали аксона нервной клетки устанавливают синаптические контакты со специальными вставочными нейронами, которые воздействуют на первый нейрон тормозным синапсом (клетка Реншоу по отношению к мотонейрону спинного мозга).
- Это механизм, автоматически охраняющий нервные клетки от чрезмерного возбуждения.
- Тормозным медиатором у клетки Реншоу является глицин.

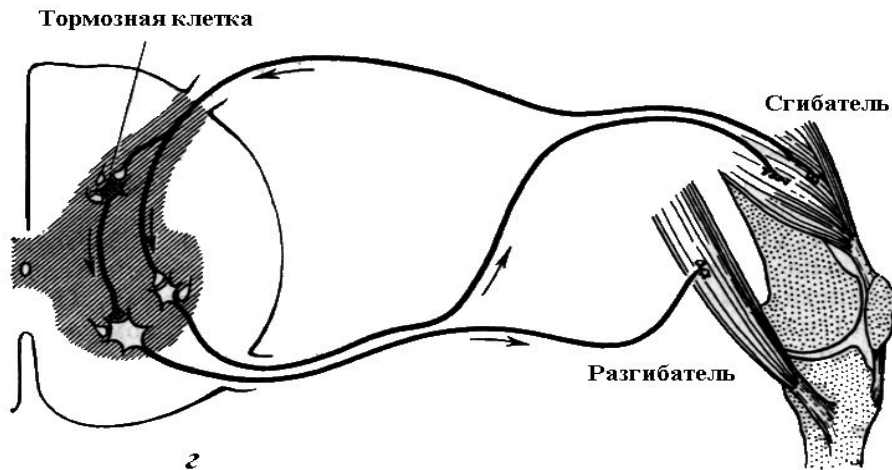
- **Торможение безусловное** – врожденные виды торможения условных и безусловных рефлексов, которые не надо вырабатывать (запредельное, латеральное).
- **Торможение внешнее** (син. латеральное) – торможение рефлекса другими, внешними по отношению к первому, раздражителями.





## • ТОРМОЖЕНИЕ В ЦНС

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

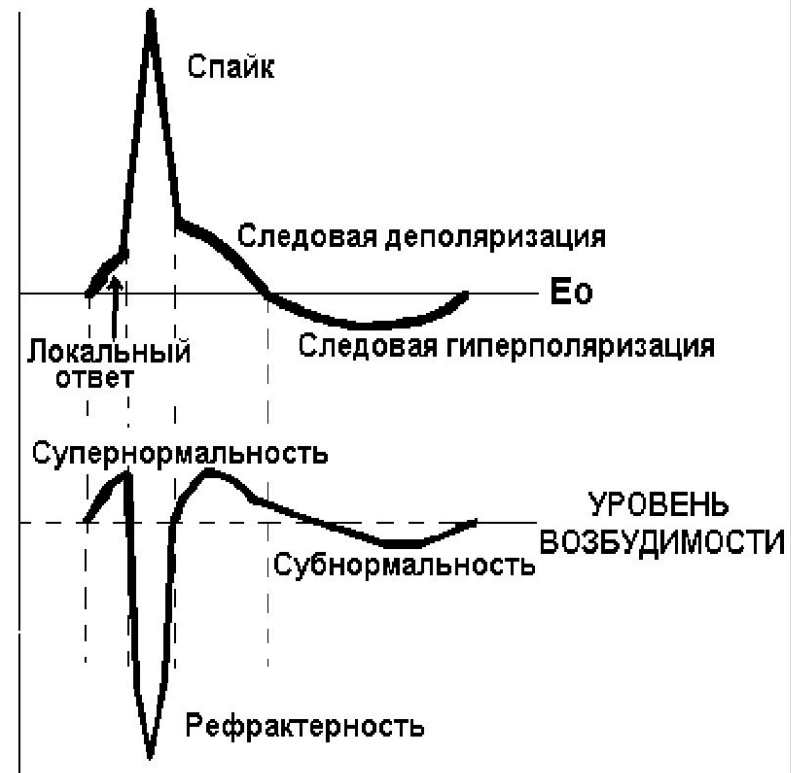


- **Нервные импульсы, возникающие при возбуждении тормозных нейронов, не отличаются от потенциалов действия обычных возбуждающих нейронов.**
- **Однако в нервных окончаниях тормозных нейронов под влиянием этого импульса выделяется медиатор, который не деполяризует, а, наоборот, гиперполяризует постсинаптическую мембрану. Эта гиперполяризация регистрируется в форме тормозного постсинаптического потенциала (ТПСП) - электроположительной волны.**
- ***ТПСП ослабляет возбудительный потенциал и препятствует тем самым достижению критического уровня деполяризации мембраны, необходимого для возникновения распространяющегося возбуждения.***
- **Постсинаптическое торможение можно устранить стрихнином, который блокирует тормозные синапсы.**

# Посттетаническое торможение

- Возникает в случае, если после окончания возбуждения в клетке возникает сильная гиперполяризация мембраны.
- Возбуждающий постсинаптический потенциал в этих условиях оказывается недостаточным для критической деполяризации мембраны, и генерации распространяющегося возбуждения.
- Причина такого торможения в том, что следовые потенциалы способны к суммации, и после серии частых импульсов возникает суммация положительного следового потенциала.

СООТНОШЕНИЕ ФАЗ ВОЗБУДИМОСТИ  
С ФАЗАМИ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ



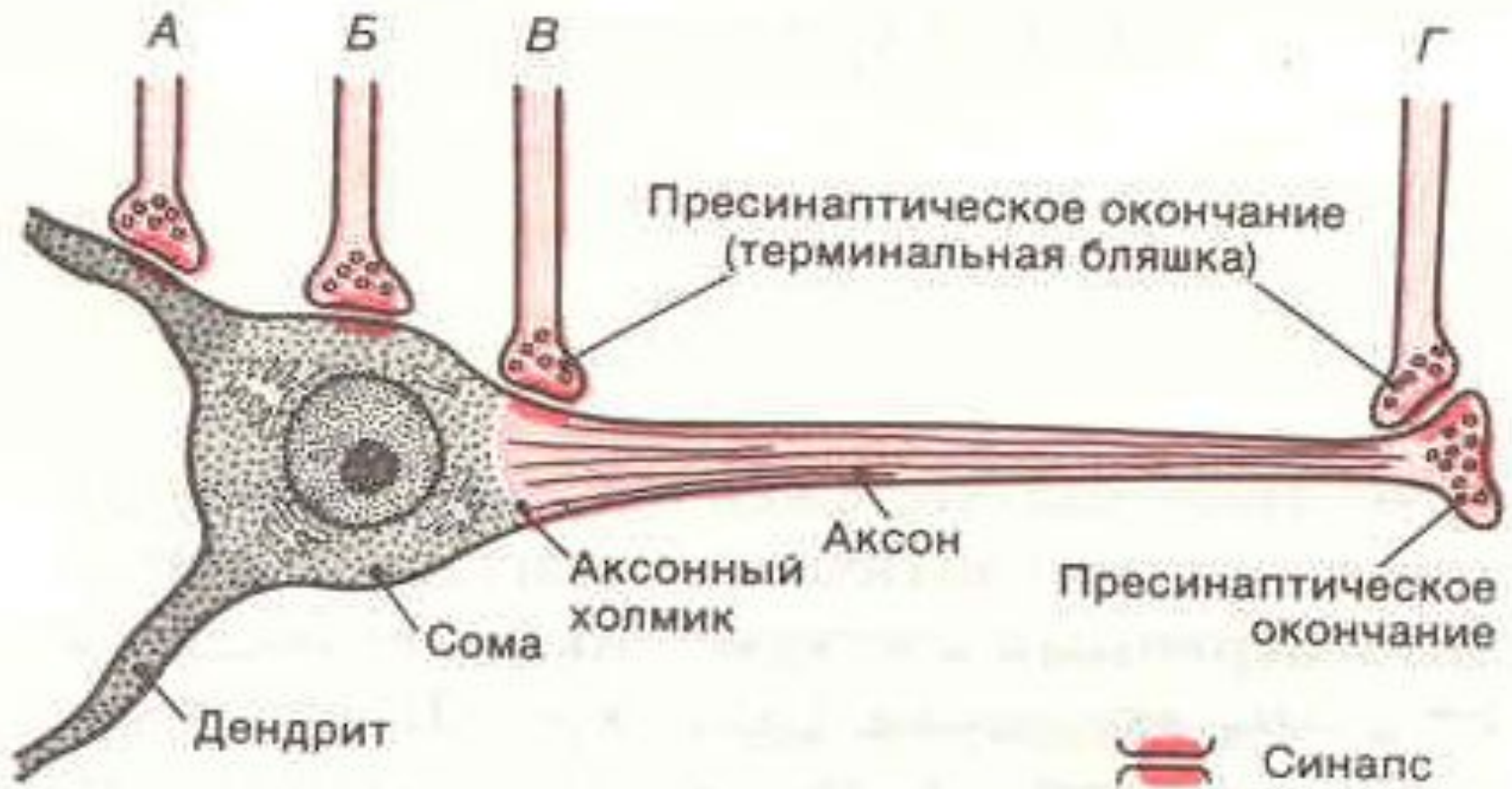
# Пессимальное торможение

- Возникает в возбуждающих синапсах в результате сильной деполяризации постсинаптической мембраны под влиянием слишком частых **импульсов** (*как пессимум в нервно-мышечном препарате*).
- К пессимальному торможению особо склонны промежуточные нейроны спинного мозга, нейроны ретикулярной формации.

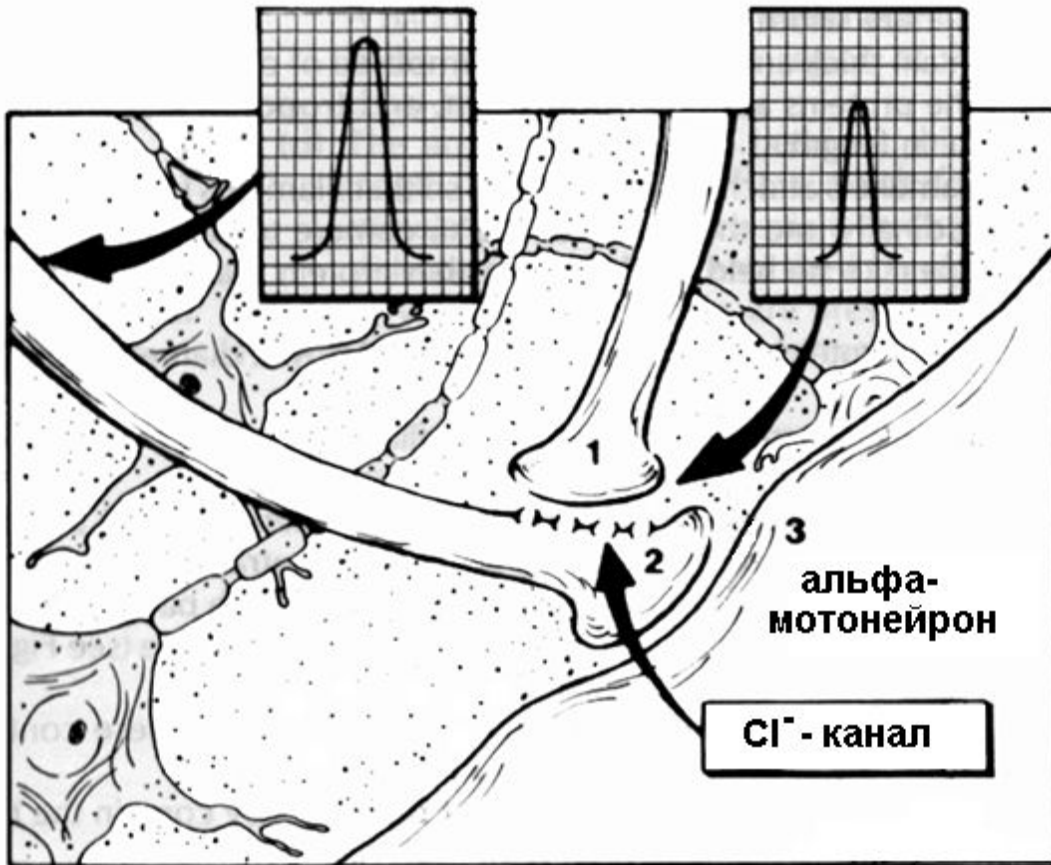
# Пресинаптическое торможение

- *Пресинаптическое торможение локализуется в пресинаптических терминалях перед синаптической бляшкой.*
- На пресинаптических терминалях располагаются окончания аксонов других нервных клеток, образующих здесь аксо-аксональные синапсы. Медиаторы их деполяризуют мембрану терминалей и приводят к снижению возбудимости ткани при длительном действии на нее возбуждающего стимула). Это обуславливает частичную или полную блокаду проведения по нервным волокнам возбуждающих импульсов, идущих к нервным окончаниям.
- Пресинаптическое торможение обычно длительное.

# Синапсы на нейроне



# ПРЕСИНАПТИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ



1 - аксон тормозного  
нейрона

2 - аксон возбуждающего  
нейрона

3 - постсинаптическая  
мембрана альфа-мото-  
нейрона

# Примеры нарушения торможения в ЦНС

---

- **НАРУШЕНИЕ ПОСТСИНАПТИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ:**
- СТРИХНИН → БЛОКАДА РЕЦЕПТОРОВ ТОРМОЗНЫХ СИНАПСОВ;
- СТОЛБНЯЧНЫЙ ТОКСИН → НАРУШЕНИЕ ОСВОБОЖДЕНИЯ ТОРМОЗНОГО МЕДИАТОРА
- **НАРУШЕНИЕ ПРЕСИНАПТИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ:**
- ПИКРОТОКСИН → БЛОКАДА ПРЕСИНАПТИЧЕСКИХ СИНАПСОВ



# **ПРИНЦИПЫ КООРДИНАЦИИ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

- 1. РЕЦИПРОКНОСТИ;**
- 2. ОБЩЕГО КОНЕЧНОГО ПУТИ;**
- 3. ДОМИНАНТЫ;**
- 4. СУБОРДИНАЦИИ;**
- 5. ОБРАТНОЙ АФФЕРЕНТАЦИИ.**

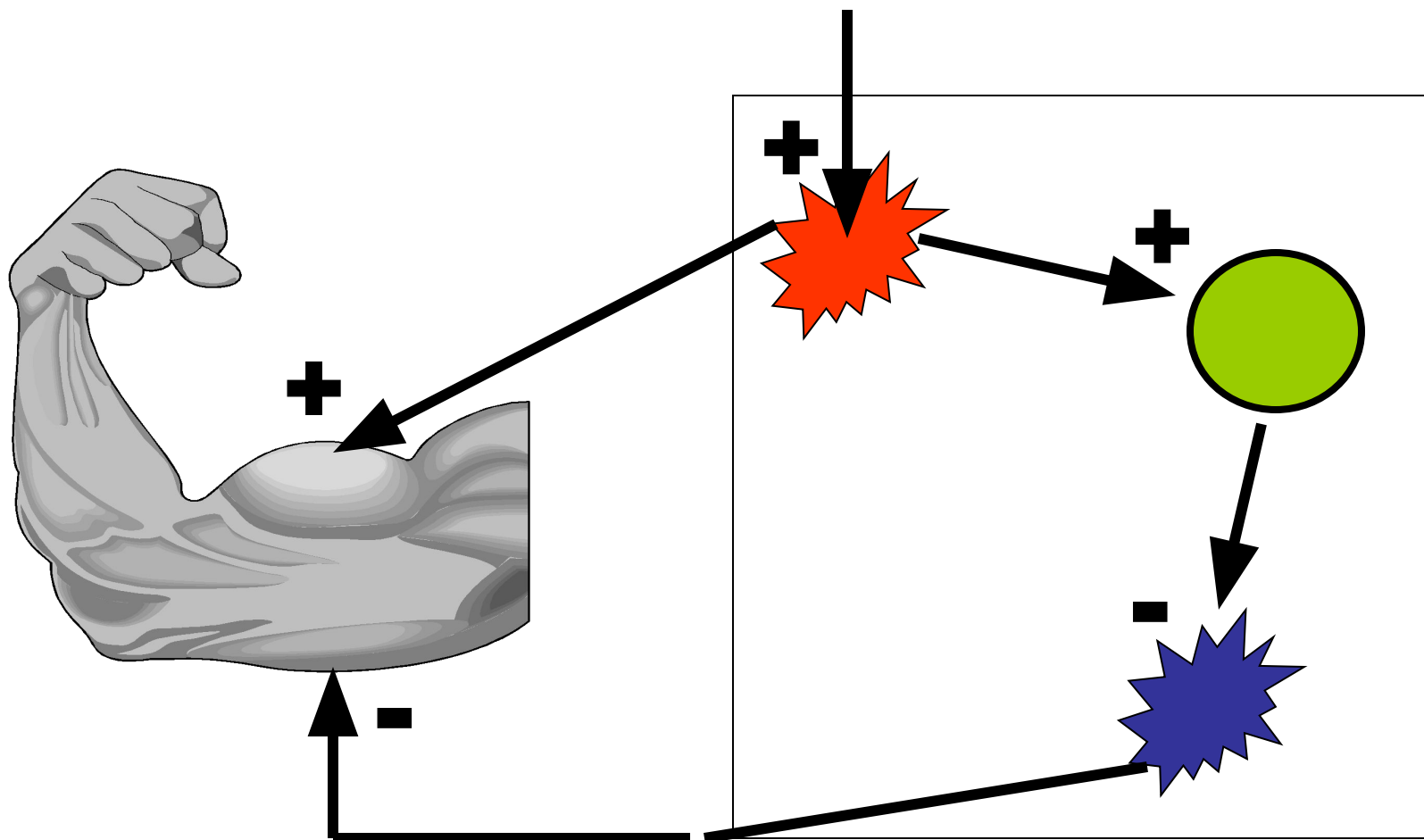
- Процессы возбуждения и торможения в ЦНС не остаются только в тех центрах, где они вызваны, а распространяются **(иррадиируют)** на другие нервные центры, а также вызывают **(индуцируют)** друг друга в сопряженно работающих центрах.
- Возбуждение и торможение движутся в пространстве ЦНС и во времени. Законы движения возбуждения и торможения определяют **координацию** т.е. согласованное течение всей сложной рефлекторной деятельности организма.

- В норме распространение иррадиированной волны возбуждения ограничивается торможением, которое и определяет течение возбуждения в пространственно определенных участках нервной системы.
- Этот процесс взаимного ограничения возбуждения и торможения был назван ***законом концентрирования возбуждения и торможения.***
- Иррадиация и концентрация нервных процессов усложняется индукцией → наведением в нервных центрах, одновременно работающих с возбужденным или заторможенным в данный момент, противоположного процесса.

# Реципрокная иннервация

- Для центров безусловно-рефлекторной деятельности взаимная индукция наиболее рельефно выступает в центрах сопряженно работающих сгибателей и разгибателей конечностей.
- Установлен закон т.н. реципрокной (соотносительной) иннервации мышц-антагонистов → **мышцы антагонисты не противодействуют друг другу в работе, а содействуют - в то время, когда происходит сокращение сгибателей, соответствующие им разгибатели расслабляются.**
- *Данный эффект обусловлен тем, что при возбуждении центров сгибателей в центрах разгибателей одноименной стороны индуцируется процесс торможения.*

# ПРИНЦИП РЕЦИПРОКНОСТИ [ СОПРЯЖЕННОГО ТОРМОЖЕНИЯ ]



# Принцип общего поля

- Если иметь в виду только чувствующие нейроны, несущие импульсы к спинному мозгу, то их количество примерно в 5 раз превышает число мотонейронов.
- Если же учесть количество вставочных нейронов, которые по существу тоже относятся к воспринимающим раздражение нейронам ЦС, то количество воспринимающих и анализирующих раздражение внешней среды нервных клеток колоссально возрастает по сравнению с числом нейронов-исполнителей - мотонейронов, сосудодвигательных, секреторных, трофических и т.д..

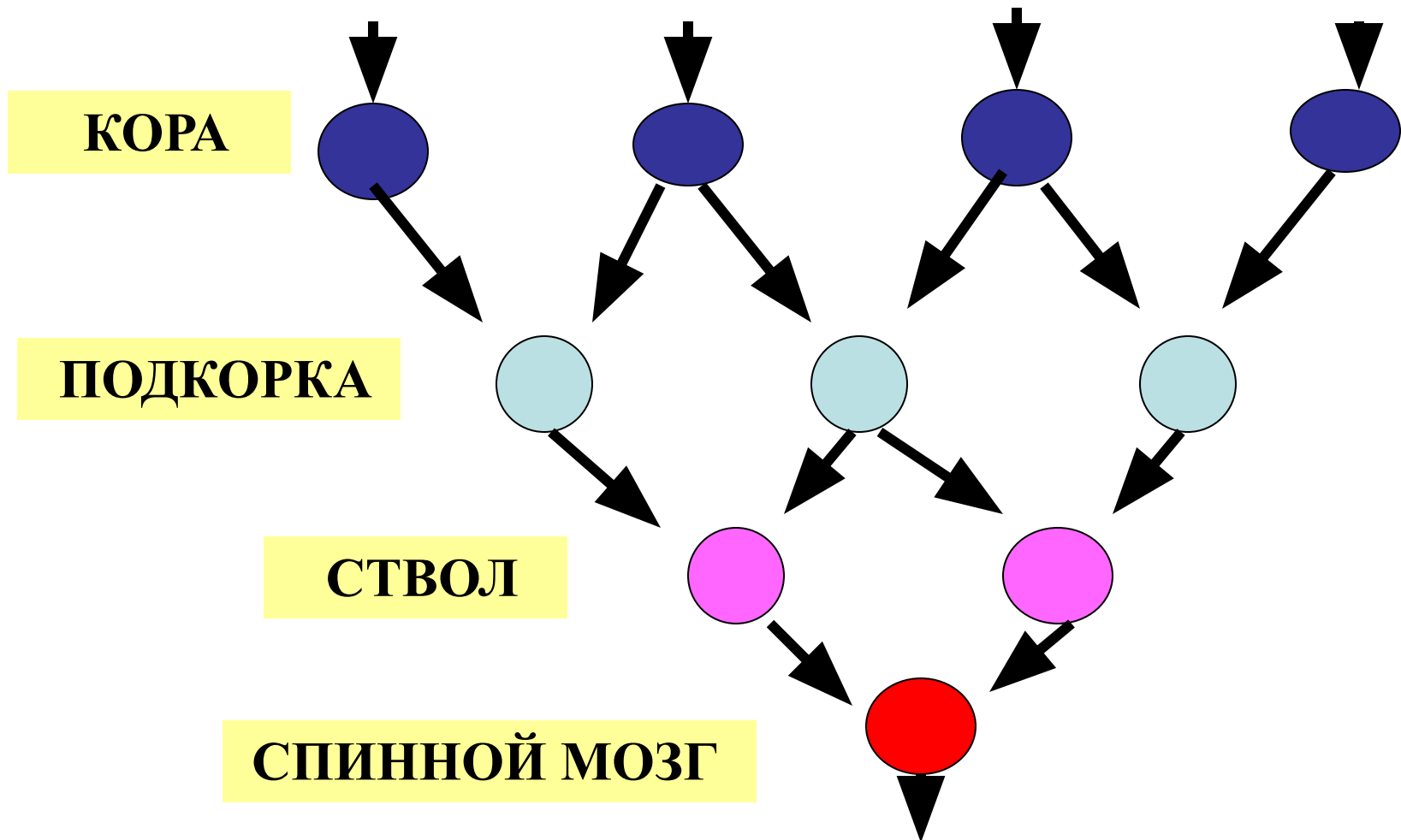
- ЦНС можно представить в качестве "воронки", с широким входным отверстием, куда поступают раздражения с различных рецепторов, и узким выходным отверстием - узким пучком эффекторных нейронов, через которые возбуждение покидает НС.
- В эту воронку одновременно вступают импульсы, возникающие при раздражении многих рецепторов. *Все они "претендуют" на то, чтобы вызвать возбуждение одной и той же группы мотонейронов, использовать их для осуществления рефлекторного акта.*

# Принцип общего конечного пути

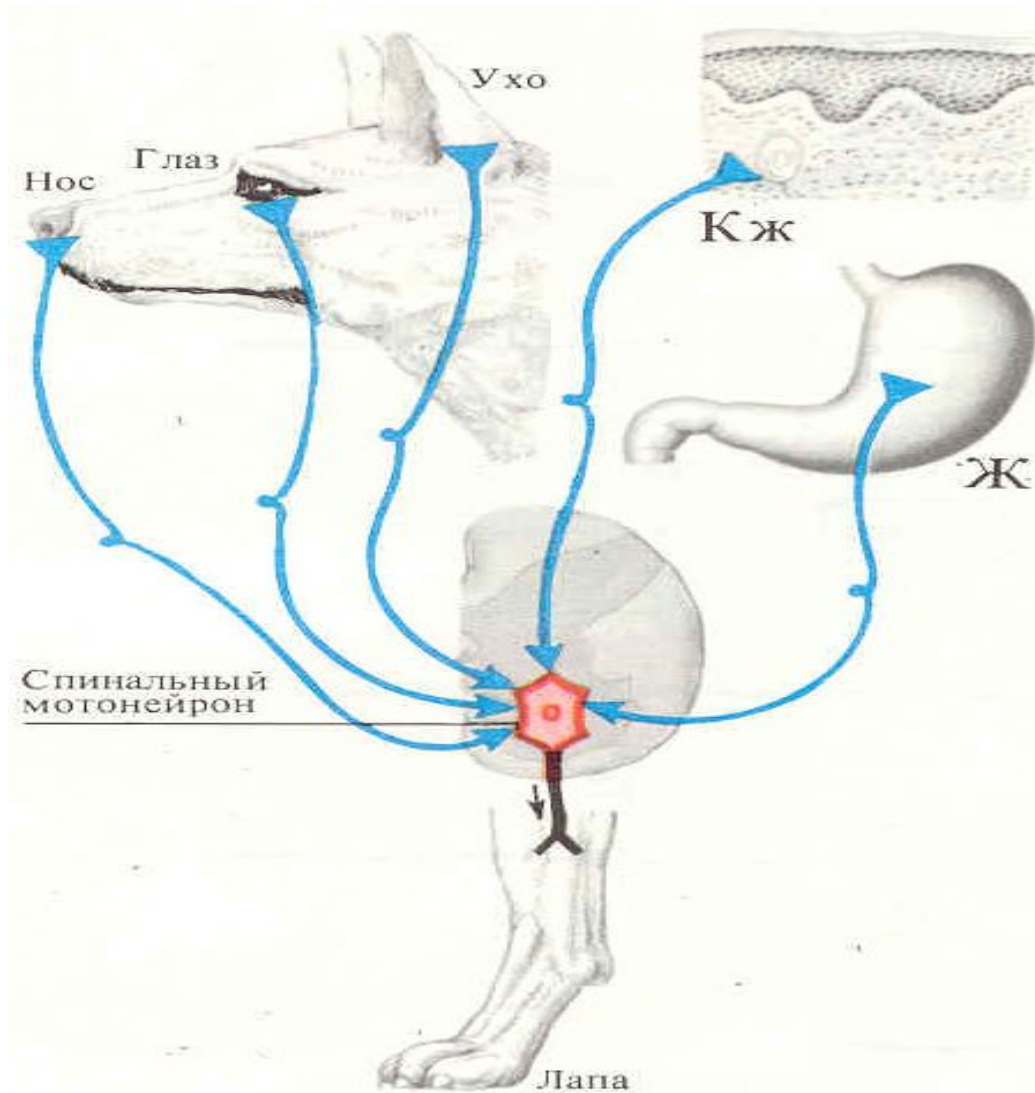
- НС имеет такое строение, что по необходимости волны возбуждения сталкиваются между собой и к исполнительным механизмам может быть проведен только результат столкновения разнообразных импульсов возбуждения.
- *Актуальным становится самый сильный раздражитель.*
- Принцип общего поля обеспечивает использование одних и тех же исполнительных механизмов - мотонейронов с их рабочей периферией - в разнообразных направлениях, для разных целей.
- Например, передние конечности животных могут быть использованы и для защитных реакций, и для почесывания, плавания. Человек еще использует верхние конечности для письма, жестикуляции, рисования, игры на музыкальных инструментах и т.д.



# ПРИНЦИП ОБЩЕГО КОНЕЧНОГО ПУТИ



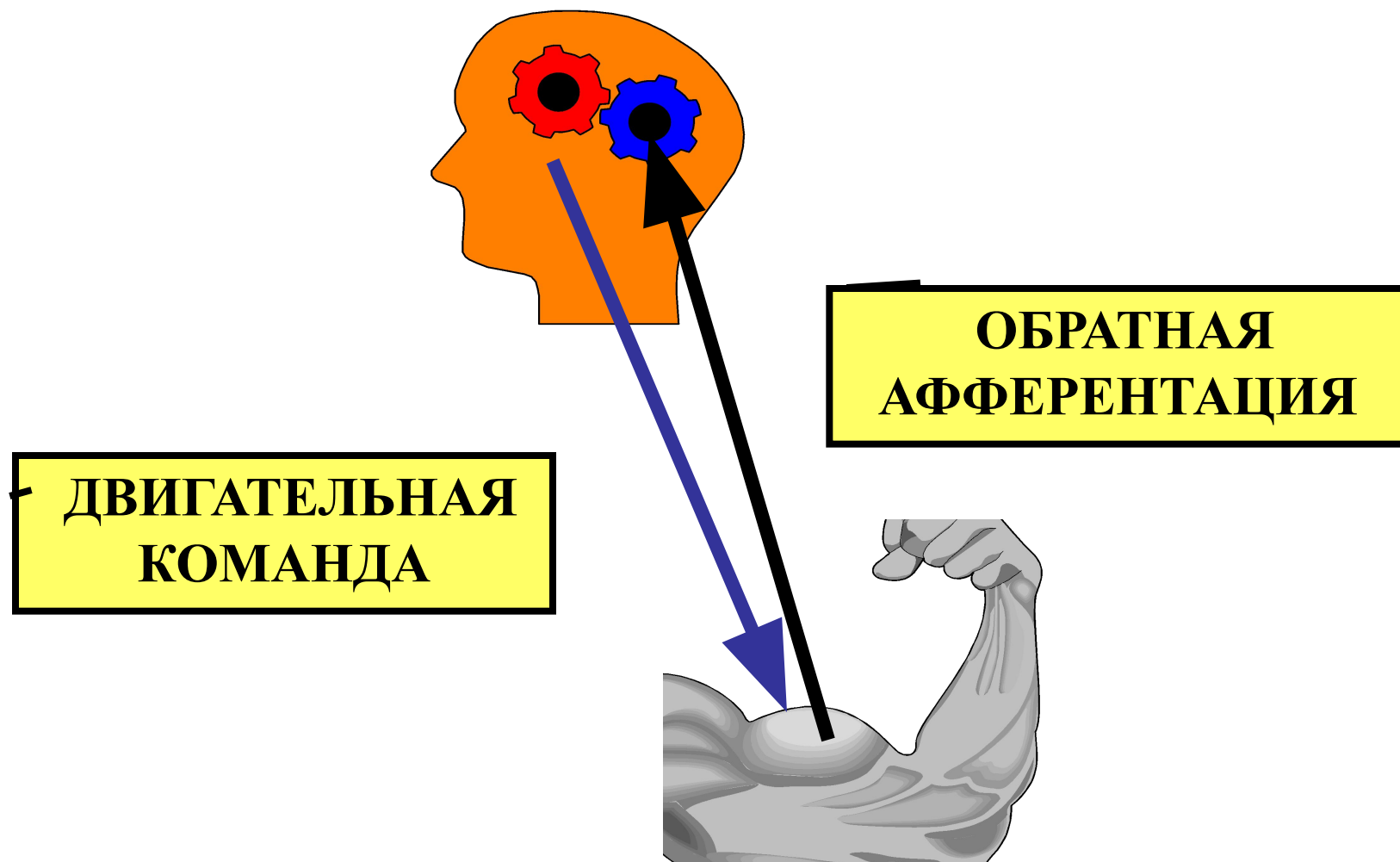
# Принцип общего конечного пути в спинном мозге



# Принцип обратной связи

- В осуществлении рефлекторных реакций и их координации огромное значение принадлежит **обратной связи**, которая осуществляется в результате раздражения проприорецепторов, осморецепторов и др. *Импульсы, текущие от них в центры, сигнализируют о степени выполнения действия, могут усилить или затормозить осуществляемый рефлекс.*
- **Положительные обратные связи** имеются в тех случаях, когда импульсы с периферии, возникающие в результате какой-либо рефлекторной реакции, ее усиливают.
- **Отрицательные** → когда эти импульсы угнетают рефлекторную реакцию.
- **Чаще всего отрицательные и положительные обратные связи сосуществуют.**
- Например, вторичные афферентные импульсы, возникающие при осуществлении сокращения скелетной мускулатуры, вызывают или усиливают возбуждение одних центров, и тормозят другие.

# 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

# **Основные признаки доминанты**

## **( по А.А.Ухтомскому)**

- 1. Повышенная возбудимость доминантного центра;
- 2. Стойкость возбуждения в доминантном центре;
- 3. Способность суммировать возбуждения, тем самым подкрепляя свое возбуждение посторонними импульсами;
- 4. Способность тормозить другие текущие рефлексы на общем конечном пути;
- 5. Инертность доминантного центра.

- **Пример проявления активности доминантного очага → обнимательный рефлекс у весенних лягушек-самцов.**
- **За счет сокращения сгибателей передних конечностей самец крепко обхватывает самку, удерживая ее в таком положении в течение всего периода метания икры, который может продолжаться до 10 дней.**
- **Доминантный очаг этот тормозит все другие центры, поэтому нанесение раздражения на кожу нижних конечностей самца не вызывает отдергивания лапки, а усиливает сгибание передних лап.**

# МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦНС

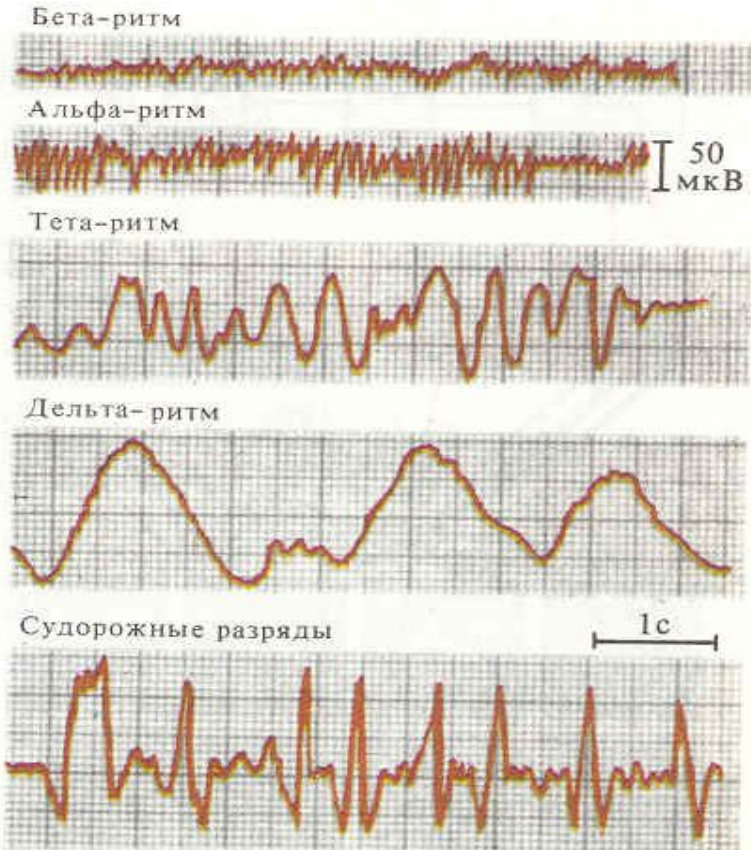
- 1. Анатомо-клинический*
- 2. Наблюдения*
- 3. Раздражения*
- 4. Экстирпации*
- 5. Регистрации электропотенциалов (ЭЭГ)*
- 6. Компьютерная томография  
(рентгеновская, ЯМР, магнитная )*
- 7. Исследование навязанного и  
естественного поведения*
- 8. Метод условных рефлексов.*

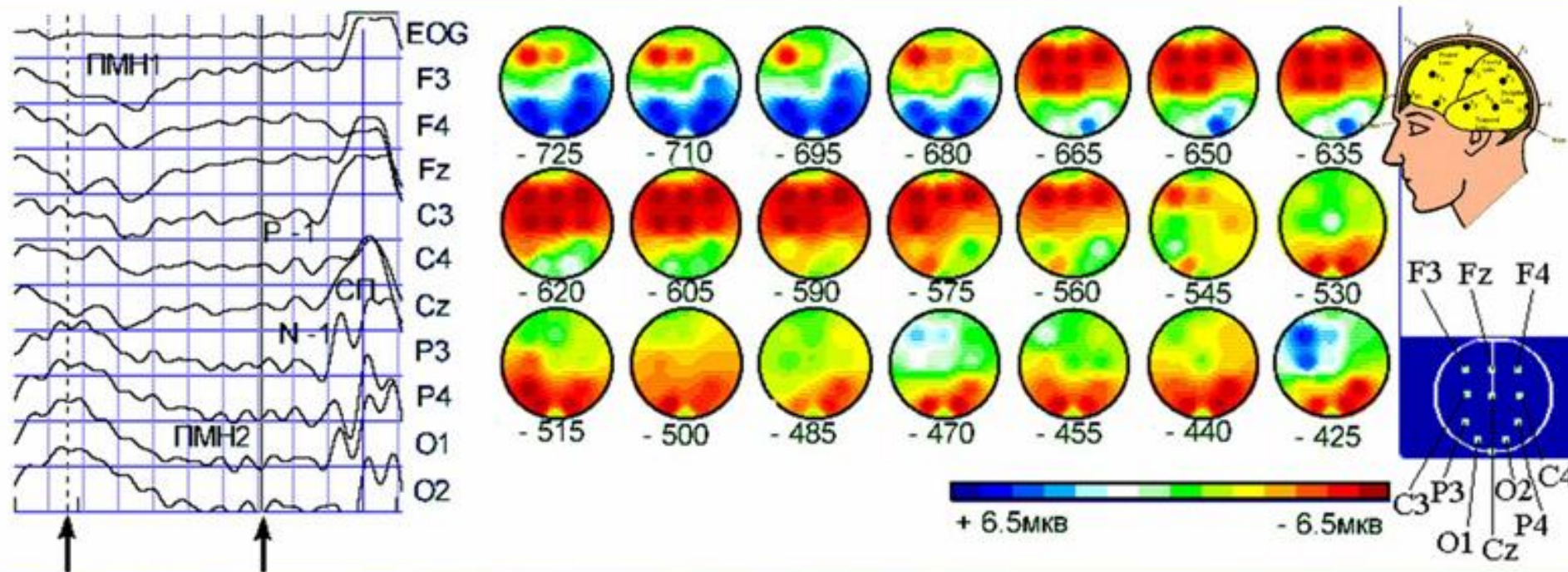


# Основные ритмы ЭЭГ

Таблица 2. Характеристика параметров электроэнцефалограммы и условия регистрации различных ритмов

| Наименование ритма      | Частота, Гц   | Амплитуда, мкВ | Условия регистрации ритма  |
|-------------------------|---------------|----------------|--|
| Альфа-ритм              | 8–13          | 50             | В состоянии умственного и физического покоя с закрытыми глазами                            |
| Бета-ритм<br>Гамма-ритм | 13–30<br>> 35 | 20–25          | Эмоциональное возбуждение, умственная и физическая деятельность; при нанесении раздражений |
| Тета-ритм               | 4–8           | 100–150        | Сон, умеренные гипоксия и наркоз; при некоторых заболеваниях                               |
| Дельта-ритм             | 0,5–3,5       | 250–300        | Глубокий сон, наркоз и гипоксия; поражения коры больших полушарий                          |





**Картирование потенциалов ЭЭГ,  
зарегистрированных со скальпа здорового  
человека.**

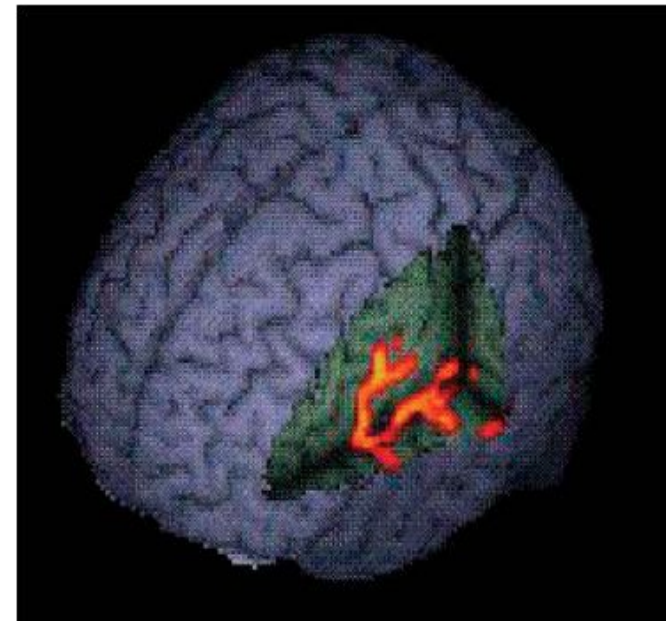
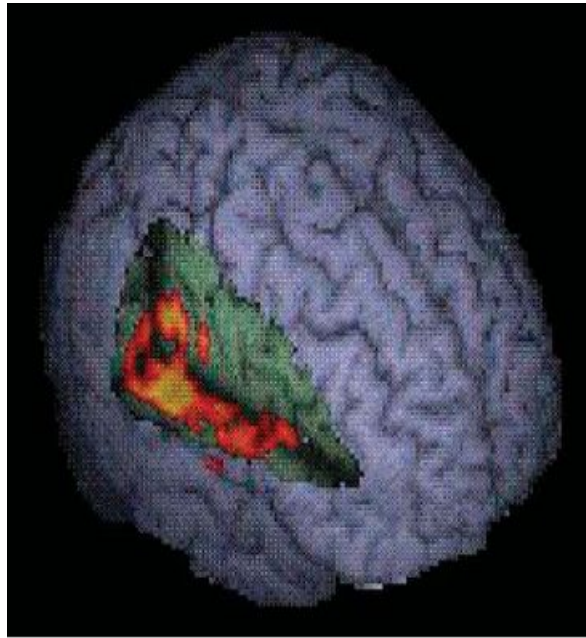
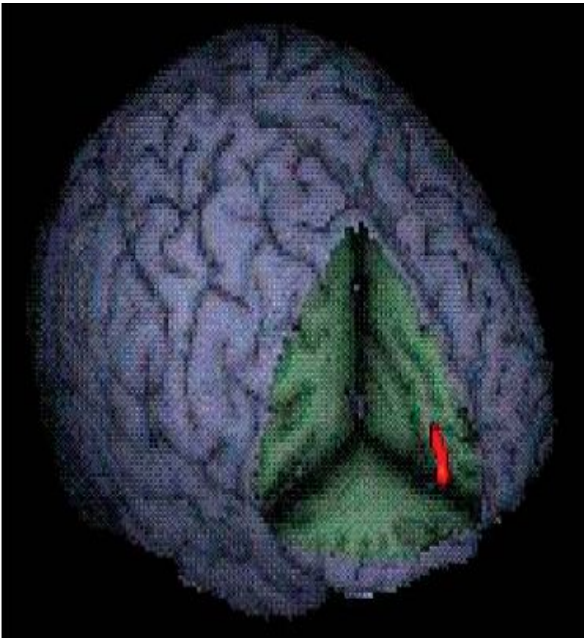
**Проведение фМРТ исследования у ребёнка.  
Показана фиксация головы, положение рук  
при выполнении психологического теста**



# Визуализация нейрональной активности с помощью фМРТ при проведении психологических тестов.

**А – сканограмма больших полушарий головного мозга здоровых лиц при успешном подавлении поведенческой реакции, вызванной появлением необычного слайда в ходе проведения Go/No-Go теста. Показан участок, активность которого значительно превышает уровень активации у лиц с**

**СДВГ**

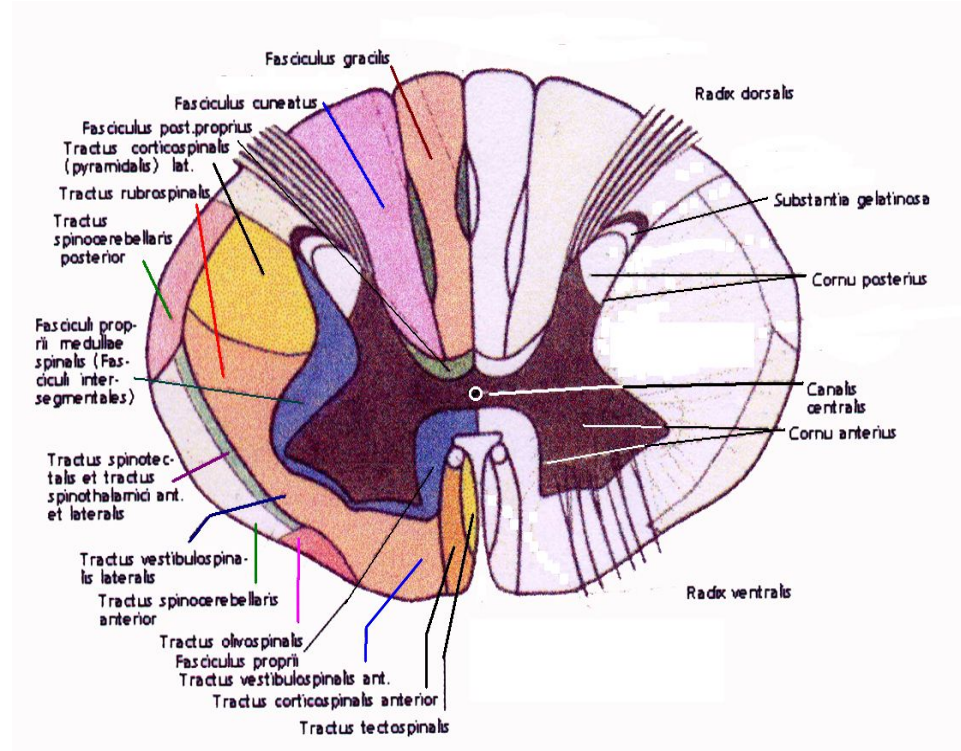


# Спинной мозг

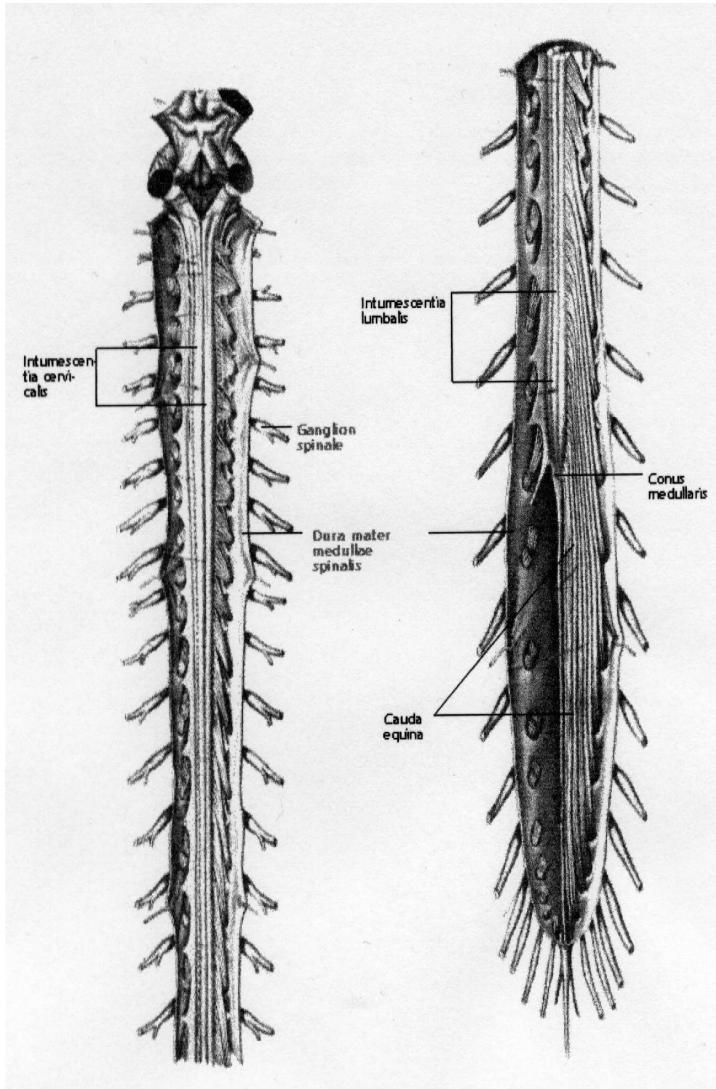
- Это наиболее простой, примитивный по строению и физиологическим функциям отдел ЦНС.
- Спинной мозг представляет собой своеобразный симметричный орган, построенный из однозначных в структурном отношении сегментов, состоящих из серого и белого вещества и связанных с ними двух задних и двух передних корешков.
- Задние корешки - состоят из чувствительных проводников, передние - из двигательных (закон Белла-Мажанди).
- В спинном мозгу находятся клеточные тела мотонейронов, иннервирующих все скелетные мышцы (за исключением лица) и тела нейронов, направляющих свои волокна к ганглиям вегетативной нервной системы.

# Закон Белла - Мажанди

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



# 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 ( $Co_1 - Co_2$ )

- **В спинном мозге расположены:**

- центр диафрагмального нерва (3-4 шейный сегмент),

- центры мускулатуры верхних конечностей (5-8 шейные сегменты),

- центры мускулатуры груди, живота и спины (грудной отдел),

- центры нижних конечностей (поясничное утолщение), вегетативные центры (грудной и сакральный отделы).

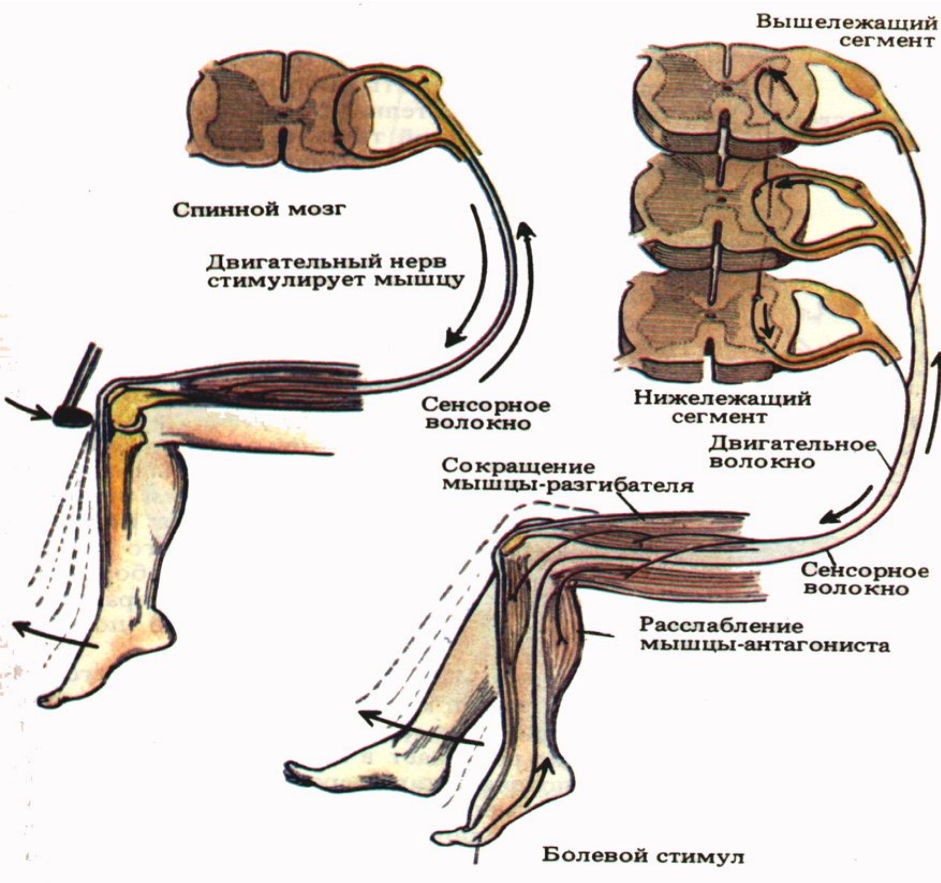
- **Все эти центры являются ответственными за множество рефлекторных актов, присущих спинному мозгу, и за осуществление тонической функции.**



# Нейроны спинного мозга

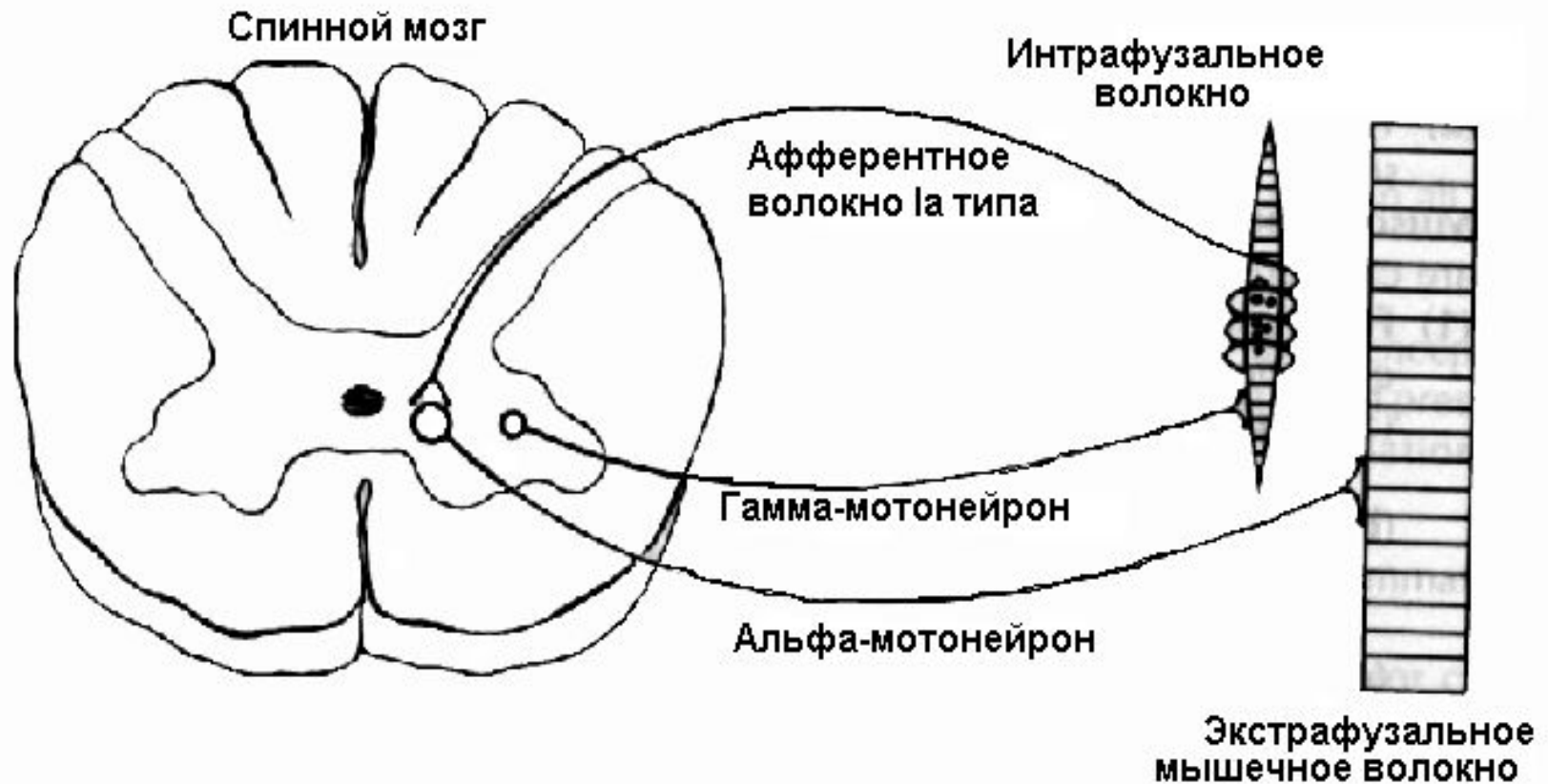
- **Двигательные или мотонейроны (3%):**
  - - **альфа-мотонейроны**
  - - **фазические (быстрые)**
  - - **тонические (медленные)**
  - - **гамма-мотонейроны**
- **Вставочные или интернейроны (97%)**

# ФУНКЦИИ СПИННОГО МОЗГА



- РЕФЛЕКТОРНАЯ
- ПРОВОДНИКОВАЯ
- ТОНИЧЕСКАЯ

# ТОНИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ СПИННОГО МОЗГА. ГАММА-МОТОРНАЯ ПЕТЛЯ

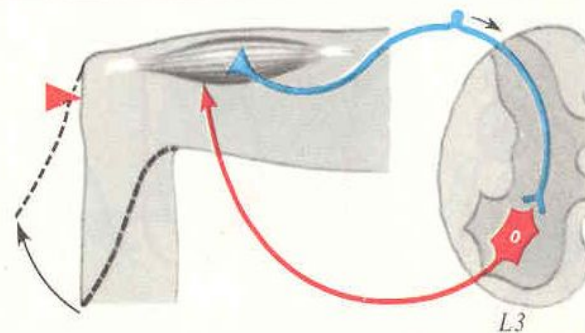


# Основные рефлексы спинного мозга

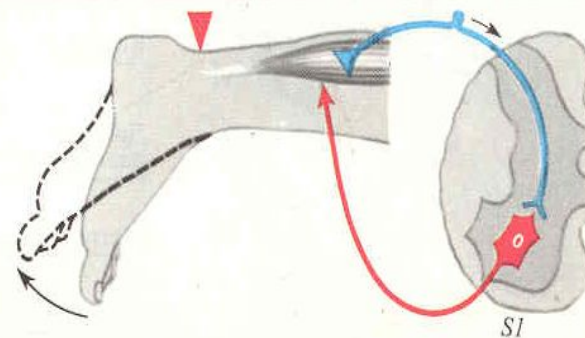
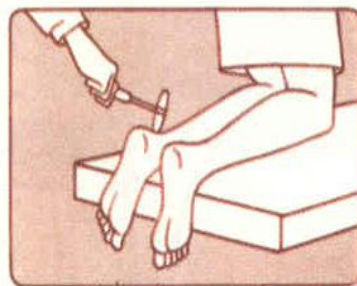
- Рефлексы растяжения - в основном разгибательные - рефлексы позы, толчковые (прыжок, бег) рефлексы
- Сгибательные рывковые рефлексы
- Ритмические рефлексы (чесательный, шагательный)
- Позиционные рефлексы (шейные тонические рефлексы наклона и положения)
- Вегетативные рефлексы
-

# Рефлексы спинного мозга

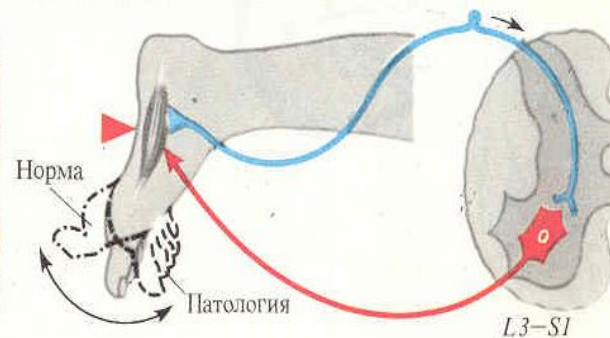
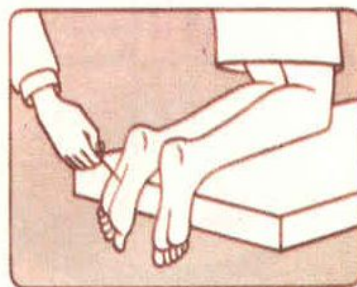
Коленный рефлекс



Ахиллов рефлекс

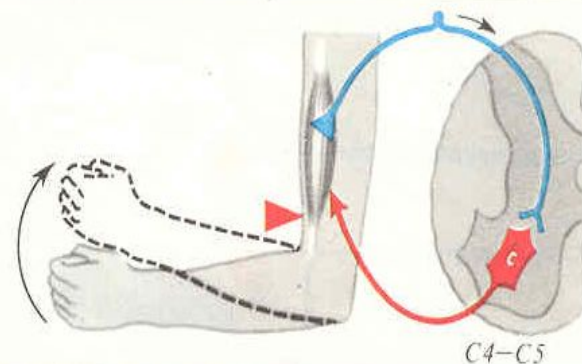
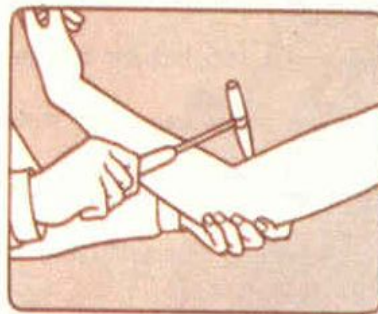


Подожвенный рефлекс в патологии (рефлекс Бабинского) и в норме

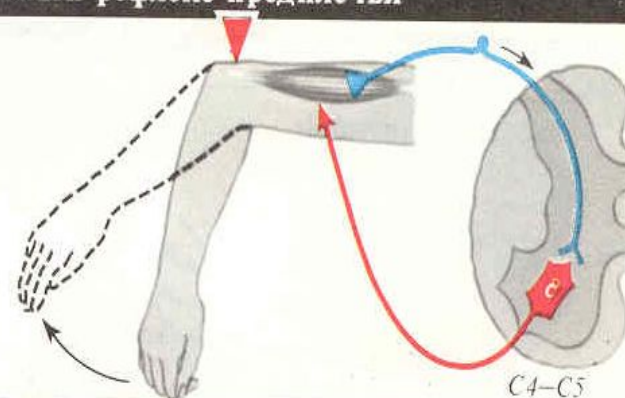
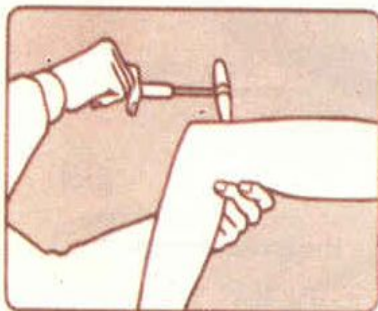


# Рефлексы спинного мозга

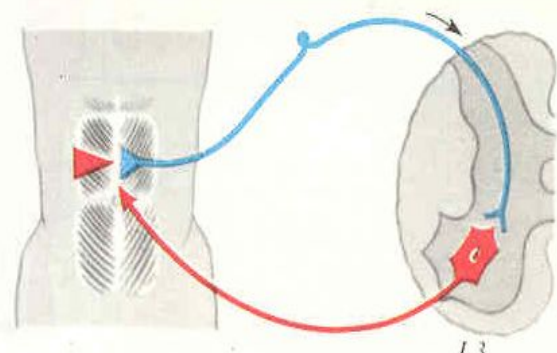
Сгибательный рефлекс предплечья

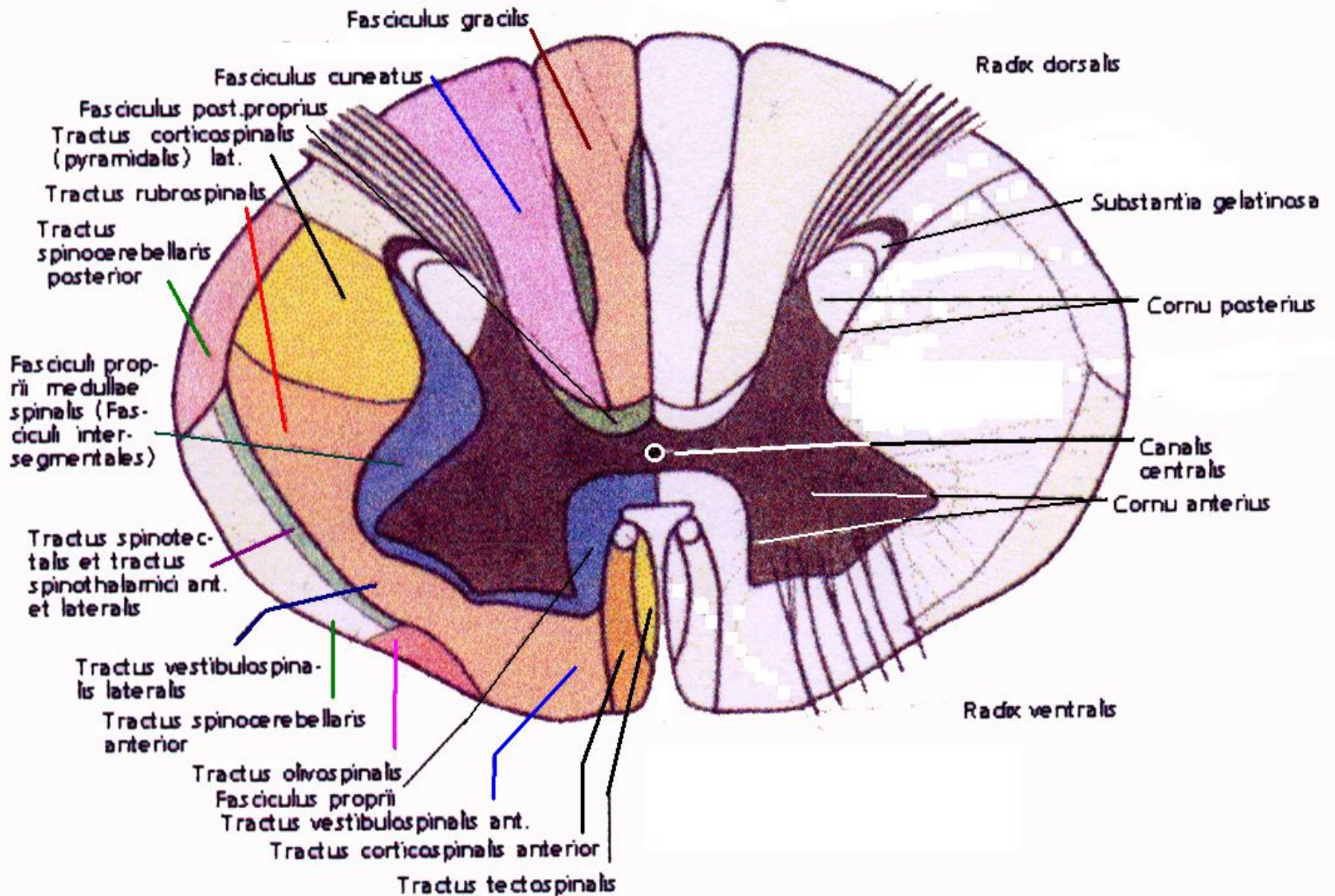


Разгибательный рефлекс предплечья



Брюшной рефлекс





# ПРОВОДЯЩИЕ СИСТЕМЫ СПИННОГО МОЗГА

- **ВОСХОДЯЩИЕ ПУТИ (ЭКСТЕРО-ПРОПРИО-ИНТЕРОЦЕПТИВНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ)**
- **НИСХОДЯЩИЕ ПУТИ (ЭФФЕКТОРНЫЕ, ДВИГАТЕЛЬНЫЕ)**
- **СОБСТВЕННЫЕ (ПРОПРИОСПИНАЛЬНЫЕ) ПУТИ (АССОЦИАТИВНЫЕ И КОМИССУРАЛЬНЫЕ ВОЛОКНА)**



# ВОСХОДЯЩИЕ ПУТИ СПИННОГО МОЗГА

- Тонкий пучок Голля (fasciculus gracilis) - от нижней части тела - проприоцепторы сухожилий и мышц, часть тактильных рецепторов кожи, висцерорецепторы
- Клиновидный пучок Бурдаха (fasciculus cuneatus) - от верхней части тела - те же рецепторы
- Латеральный спиноталамический тракт → болевая и температурная чувствительность
- Вентральный спиноталамический тракт → тактильная чувствительность
- Дорсальный спинно-мозжечковый тракт Флексига - (дважды перекрещенный) → проприоцепция
- Вентральный спинно-мозжечковый тракт Говерса - (неперекрещенный) → проприоцепция

# Нисходящие пути спинного мозга

- **Латеральный кортикоспинальный пирамидный тракт** - двигательные зоны коры - перекрест в продолговатом мозге - мотонейроны передних рогов спинного мозга → произвольные двигательные команды
- **Прямой передний кортикоспинальный пирамидный тракт** - перекрест на уровне сегментов - команды те же, что и у латерального тракта
- **Руброспинальный тракт** - красные ядра - перекрест-интернейроны спинного мозга → тонус мышц-сгибателей
- **Вестибулоспинальный тракт** - вестибулярные ядра Дейтерса - перекрест - мотонейроны спинного мозга → тонус мышц-разгибателей
- **Ретикулоспинальный тракт** - ядра ретикулярной формации - интернейроны спинного мозга → регуляция тонуса мышц
- **Тектоспинальный тракт** - ядра покрышки среднего мозга - интернейроны спинного мозга → регуляция тонуса мышц

- **Спасибо за внимание!**

- **УСПЕХОВ!**