

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

**Кафедра специальной психологии КГПУ  
к.м.н., доц. Бардецкая Я.В.**

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

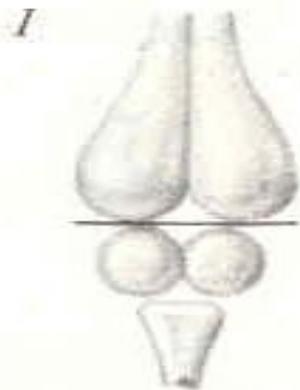
## **Торможение в ЦНС выполняет две основные функции:**

- **Во-первых**, оно координирует функции, т.е. оно направляет возбуждение по определенным путям к определенным нервным центрам, при этом выключая те пути и нейроны, активность которых в данный момент не нужна для получения конкретного приспособительного результата.
- **(Пример важности процесса торможения для функционирования организма можно наблюдать в эксперименте с введением животному стрихнина).**
- **Стрихнин (аналептик) блокирует тормозные синапсы в ЦНС (в основном, глицинэргические) и, тем самым, устраняет основу для формирования процесса торможения. В этих условиях раздражение животного вызывает некоординированную реакцию, в основе которой лежит диффузная (генерализованная) иррадиация возбуждения.**
- **Во-вторых**, торможение выполняет охранительную или защитную функцию, предохраняя нервные клетки от перевозбуждения и истощения при действии сверхсильных и длительных раздражителей.
- В ходе эволюции одновременно с процессом возбуждения формировались ограничивающие и прерывающие его механизмы торможения.

# Классификация центрального торможения

- **По различным признакам:**
- **По электрическому состоянию мембраны** –деполяризационное и гиперполяризационное;
- **По отношению к синапсу** –пресинаптическое и постсинаптическое;
- **По нейрональной организации** –поступательное, латеральное (боковое), возвратное и реципрокное.
  
- Явление центрального торможения было открыто И.М. Сеченовым в 1862.
- Опыт заключался в следующем. У лягушки перерезали ГМ на уровне зрительных бугров и удаляли БП. Измеряли время рефлекса отдергивания задних лапок при погружении их в слабый раствор серной кислоты. Это время является показателем возбудимости нервных центров, поскольку рефлекс осуществляется спинномозговыми центрами.
- Если на разрез зрительных бугров наложить кристаллик NaCl, то время рефлекса резко удлинится. И.М. Сеченов пришел к заключению, что в таламической области мозга лягушки существует НЦ, оказывающие тормозящие влияния на СМ рефлексы.

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



Возбуждение  
спинального  
нейрона

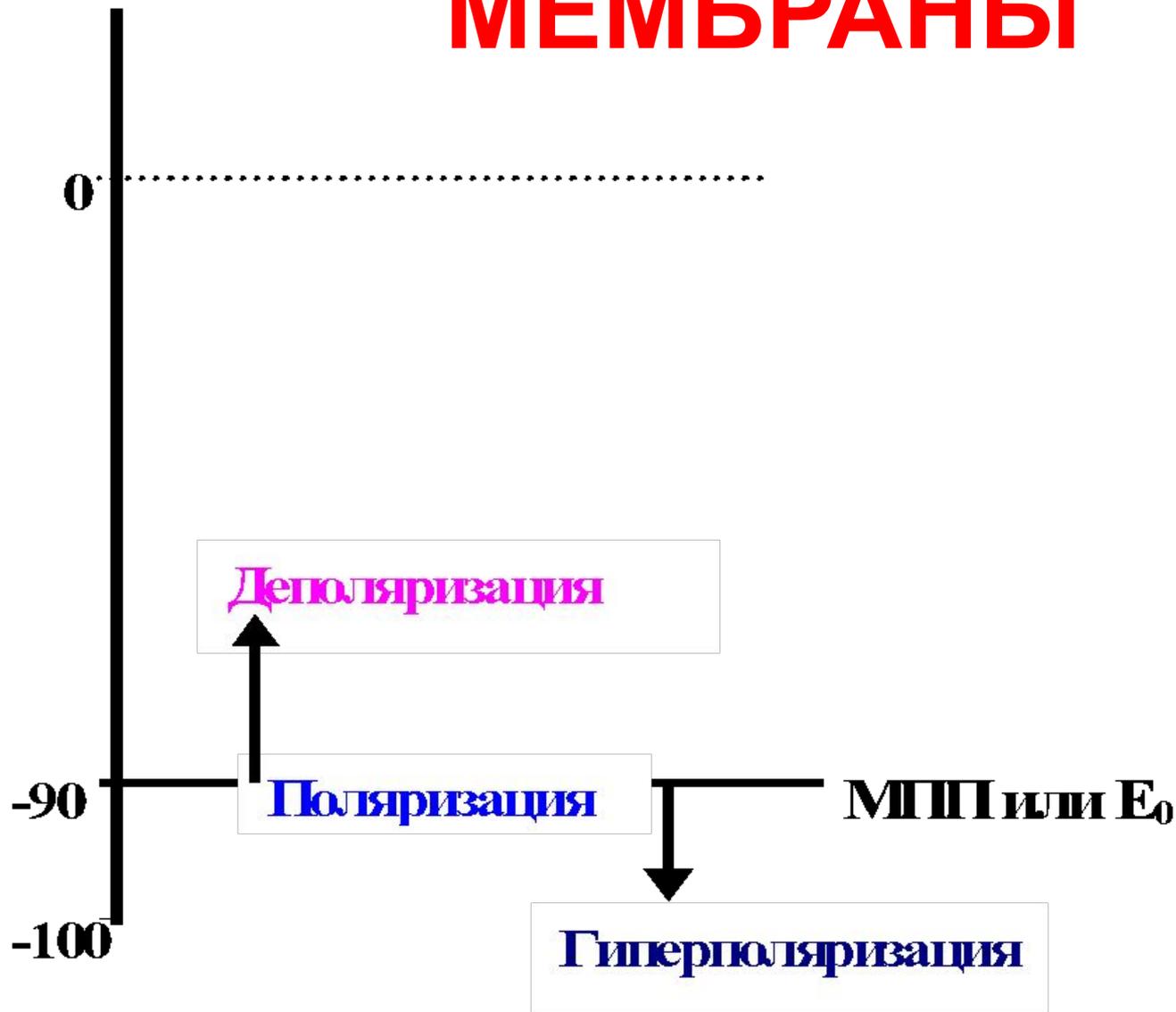


Торможение  
спинального  
нейрона

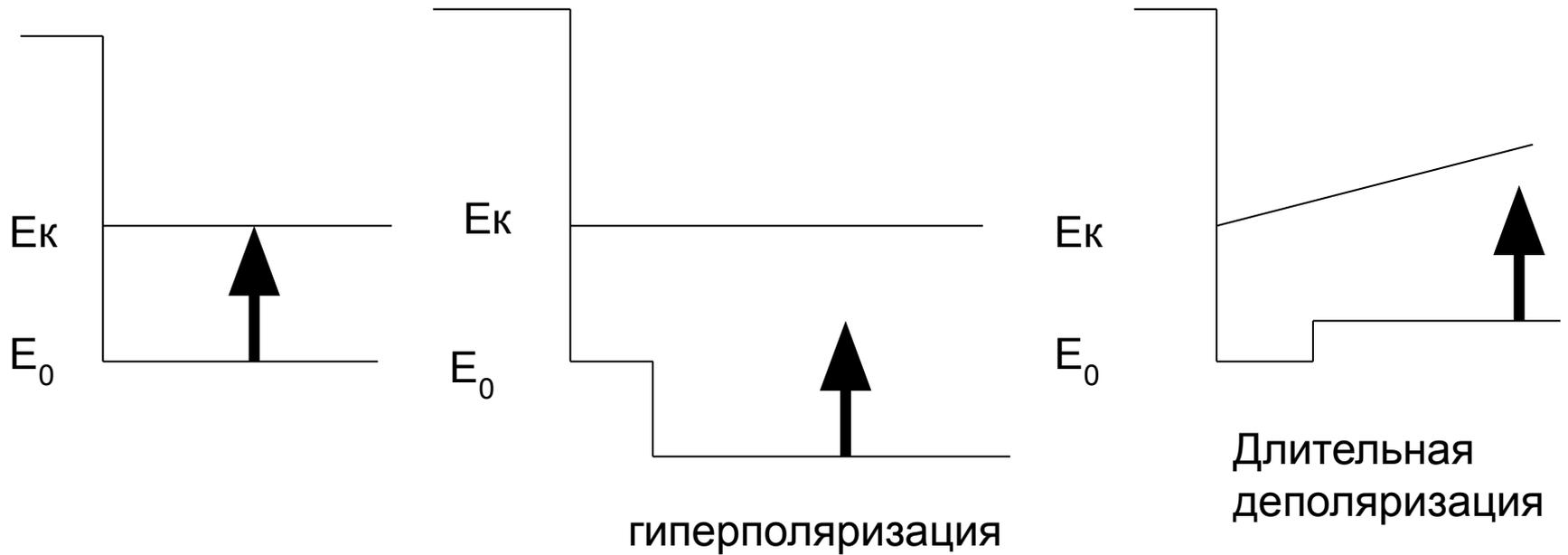


$H_2SO_4$

# ТРИ СОСТОЯНИЯ МЕМБРАНЫ

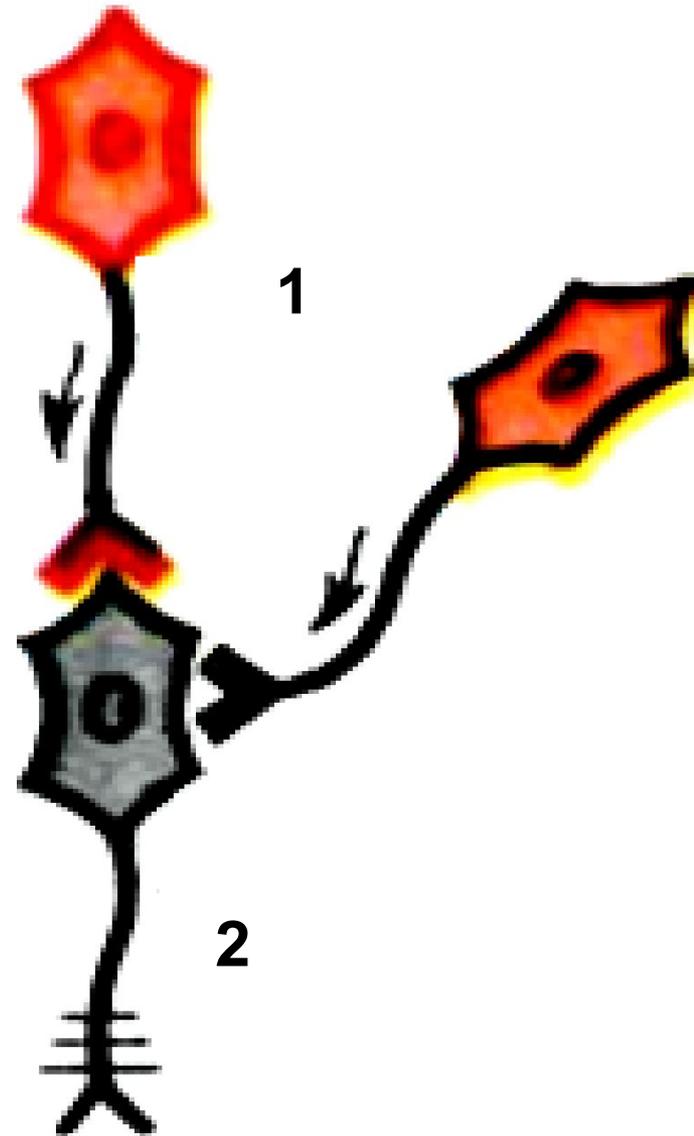


# Механизм торможения



# Постсинаптическое торможение

- Развивается в условиях, когда медиатор, выделяемый нервным окончанием, изменяет свойства постсинаптической мембраны таким образом, что способность нервной клетки генерировать процессы возбуждения подавляется.
- Постсинаптическое торможение может быть деполяризационным, если в его основе лежит процесс длительной деполяризации, и гиперполяризационным, если - гиперполяризации.



## Постсинаптическое торможение

- В нервных окончаниях тормозящих нейронов под влиянием приходящего по аксону импульса выделяется медиатор, гиперполяризующий постсинаптическую мембрану. Тормозные потенциалы, возникающие в отдельных синапсах могут суммироваться в пространстве и во времени, поэтому увеличение силы раздражений, тормозящих НЦ, приводит к увеличению тормозного потенциала.
- Тормозной постсинаптический потенциал ослабляет возбудительный потенциал и препятствует достижению критического уровня деполяризации мембраны, необходимого для возникновения распространяющегося ПД.

- **Эффективность торможения клетки зависит от соотношения между величинами возбуждающего и тормозного потенциалов и от числа возбуждающих и тормозных синапсов, вовлеченных в реакцию.**
- **Величина тормозного постсинаптического потенциала быстро убывает во времени (продолжительность не более 10 мсек), поэтому при увеличении интервала между раздражающими и тормозящими стимулами эффект торможения ослабляется. Данный вид торможения устраняется под влиянием стрихнина, который блокирует тормозные синапсы.**

# По нейрональной организации выделяют:

- поступательное,
- латеральное (боковое),
- возвратное,
- реципрокное.

# Поступательное торможение

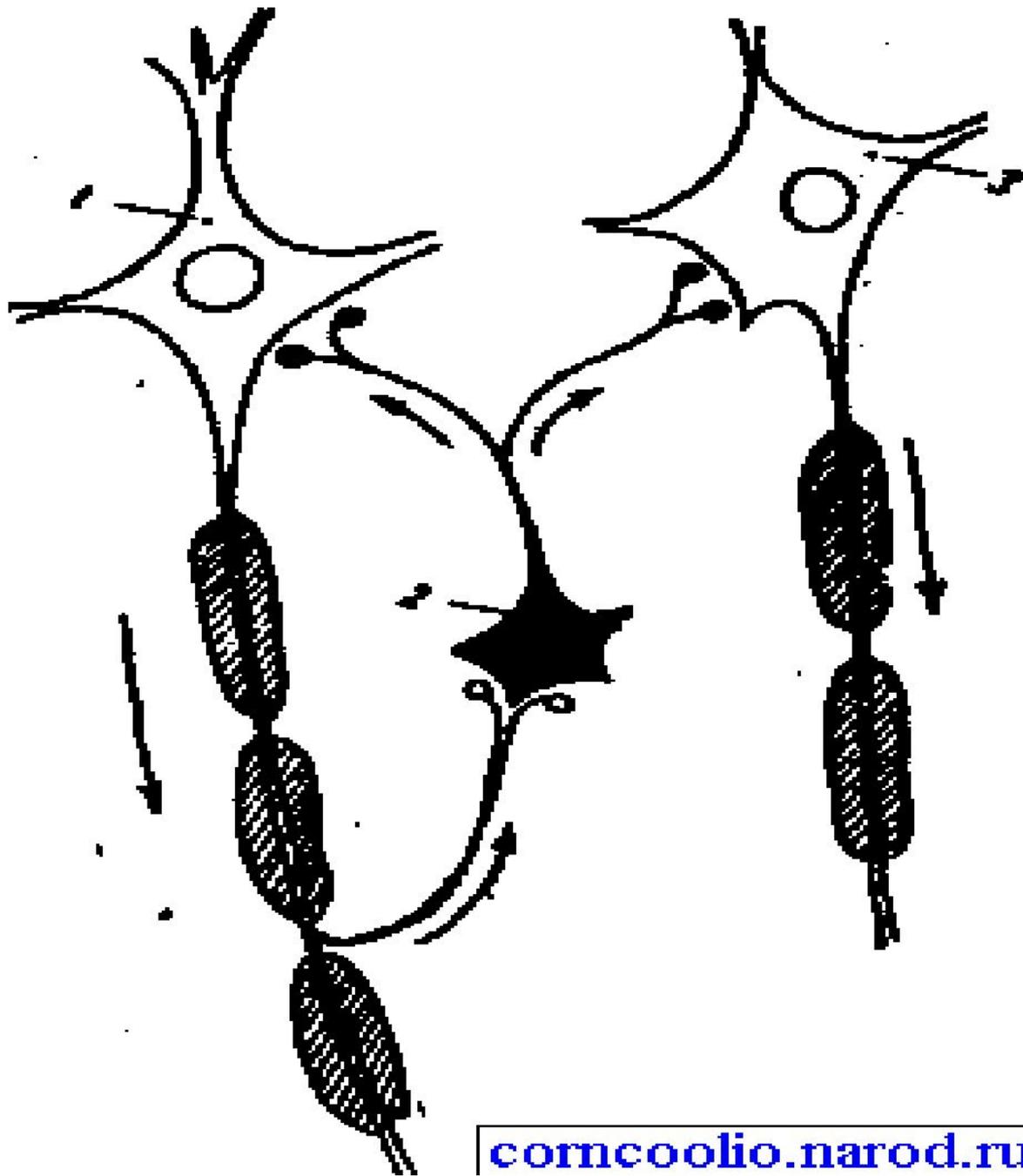
- обусловлено включением тормозных нейронов на пути следования возбуждения.



[comcoolio.narod.ru](http://comcoolio.narod.ru)



- **Торможение 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 в спинном мозге глицин, ГАМК в коре БП.



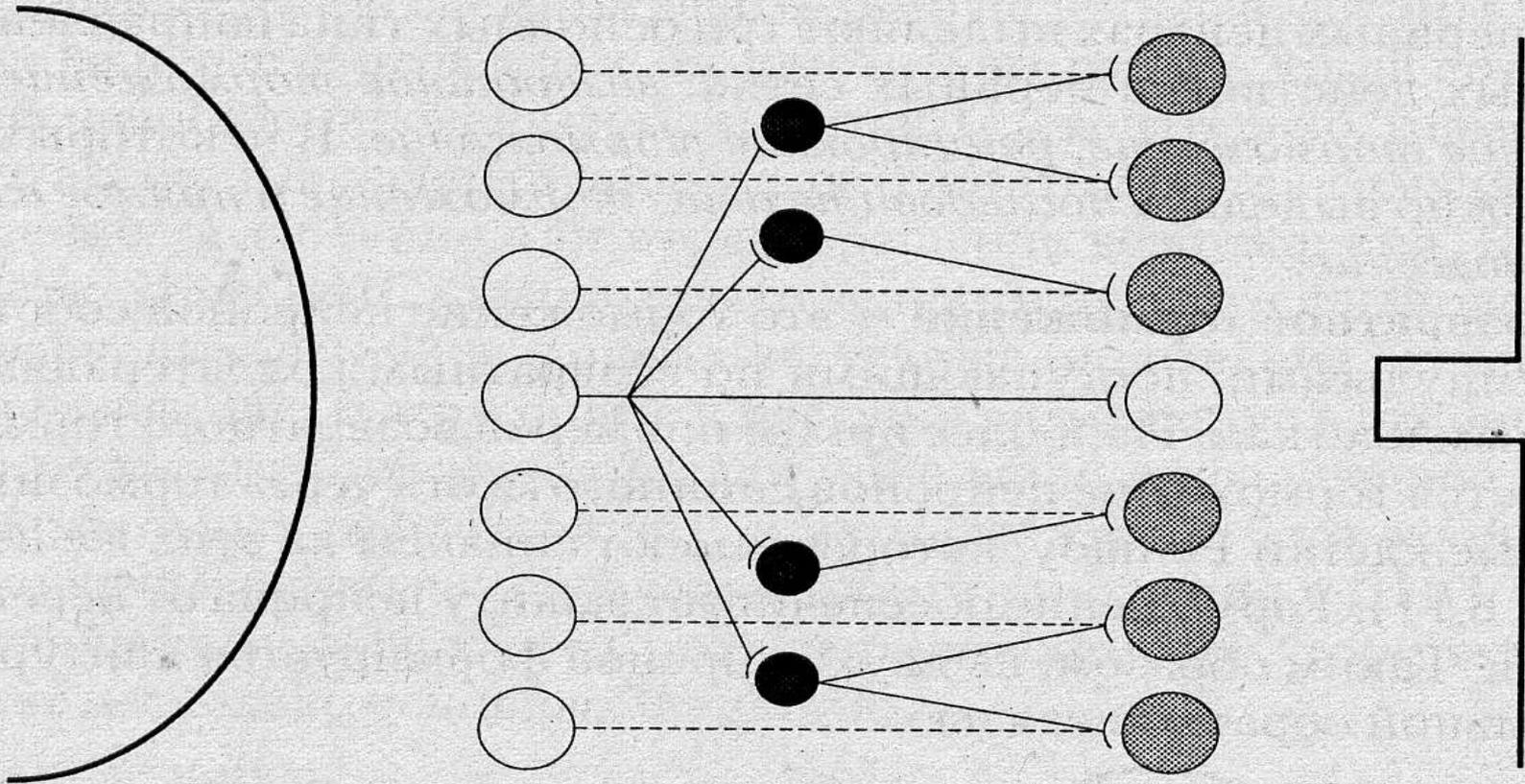
Коллатерали  
аксона  
мотонейрона (1)  
контактируют с  
телом клетки  
Реншоу (2),  
короткий аксон  
которой,  
разветвляясь,  
образует  
тормозные  
синапсы на  
мотонейронах 1 и  
3.

# **Латеральное (боковое) торможение**

- **Вставочные клетки формируют тормозные синапсы на соседних нейронах, блокируя боковые пути распространения возбуждения. В таких случаях возбуждение направляется только по строго определенному пути.**
- **Именно латеральное торможение обеспечивает, в основном, системную (направленную) иррадиацию возбуждения в ЦНС.**

Сигнал (яркость изображения),  
поступающий на вход  
группы нейронов

Сигнал  
после обработки



**Латеральное торможение в формировании контрастного изображения**  
Возбуждающий нейрон обозначен светлым цветом, тормозящий – черным,  
серым – нейроны, подвергнутые тормозящим воздействиям. Пунктирными  
линиями показаны связи, которые были бы активированы при отсутствии  
латерального торможения.

# Реципрокное торможение

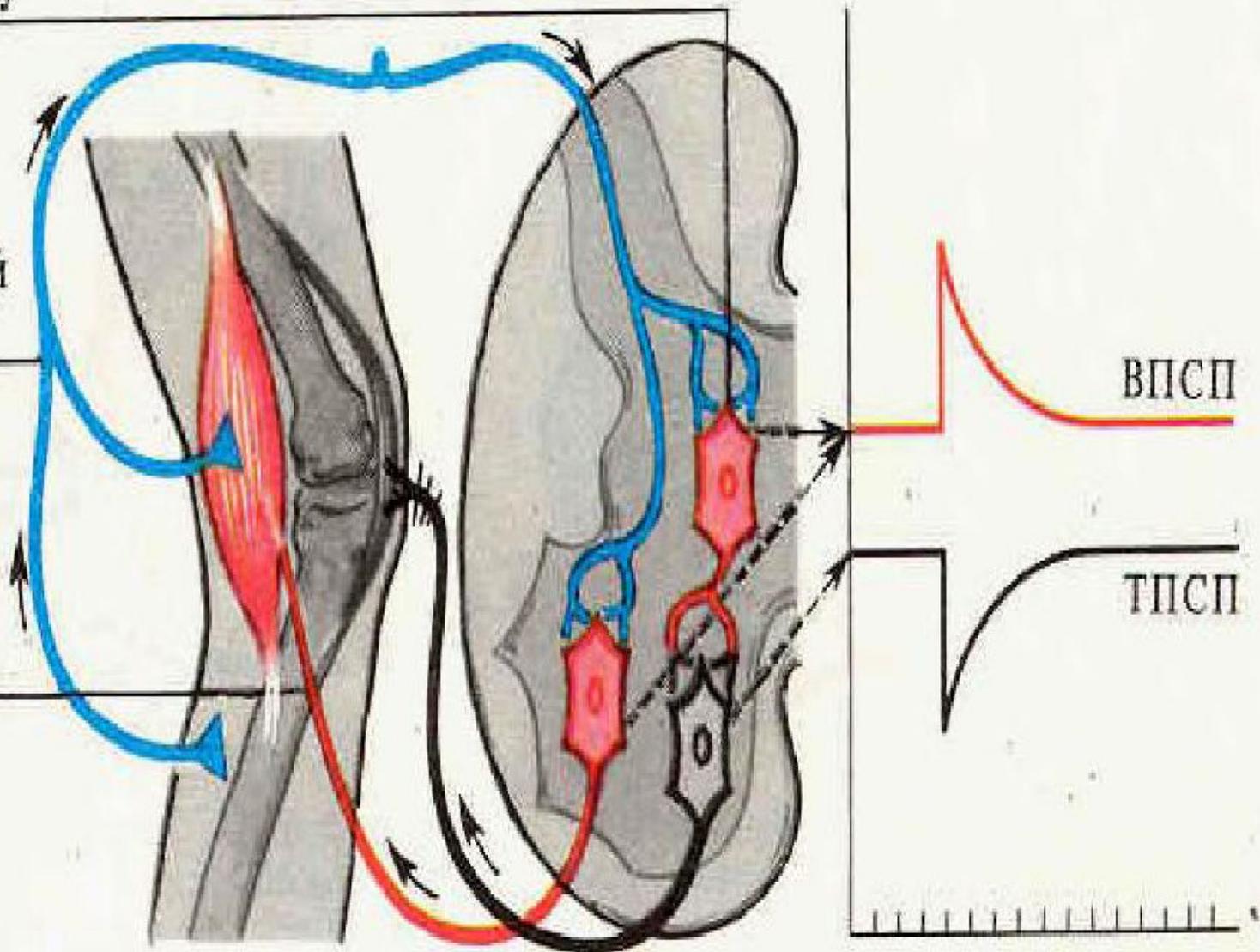
- Примером реципрокного торможения является торможение центров мышц-антагонистов.
- Суть этого вида торможения заключается в том, что возбуждение проприорецепторов мышц-сгибателей одновременно активирует мотонейроны данных мышц и вставочные тормозные нейроны.
- **Возбуждение вставочных нейронов приводит к постсинаптическому торможению мотонейронов мышц-разгибателей.**

# Клетка Реншоу

Афферентный  
нейрон

Мотонейрон  
сгибателей

Б Мотонейрон разгибателей



ВПСП

ТПСП

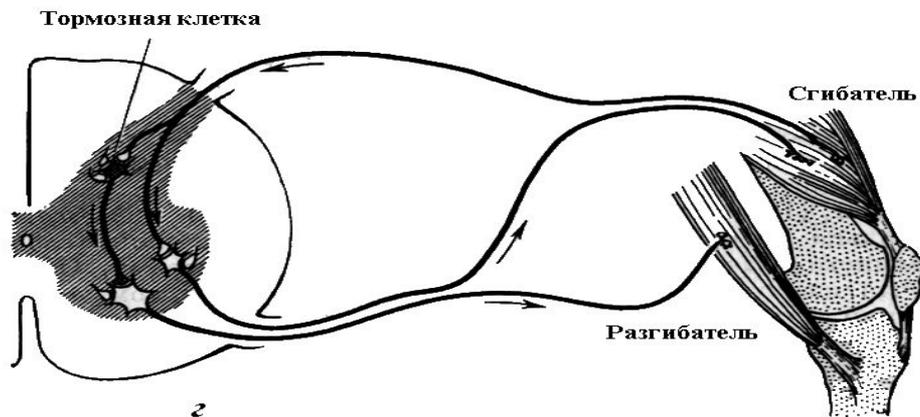
МС

# ТОРМОЖЕНИЕ В ЦНС

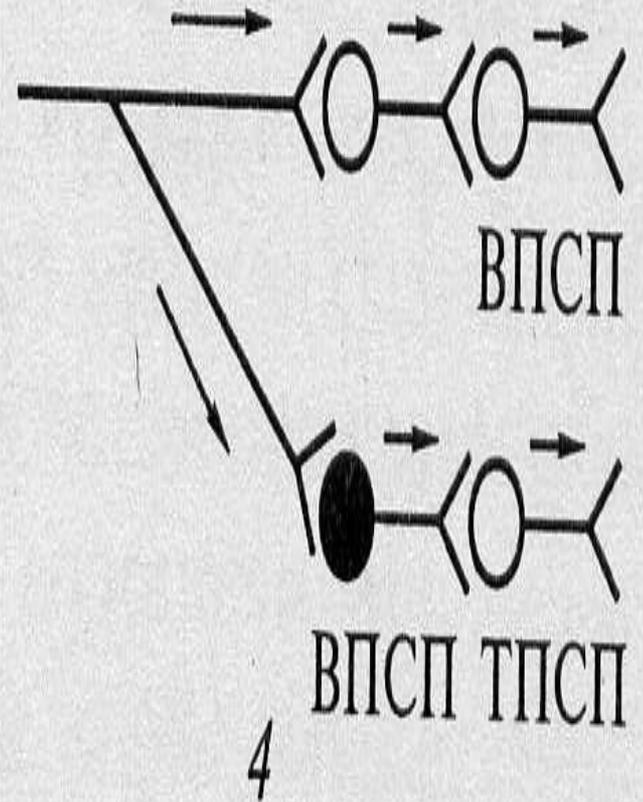
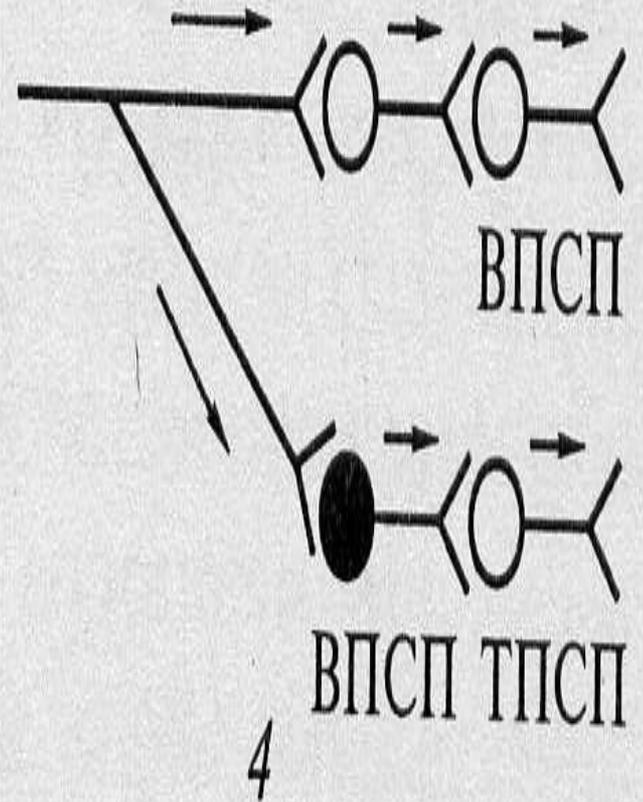
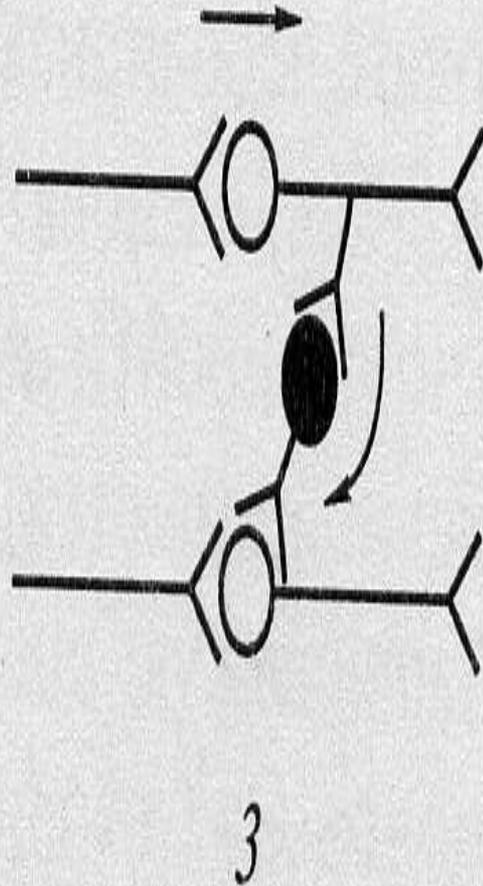
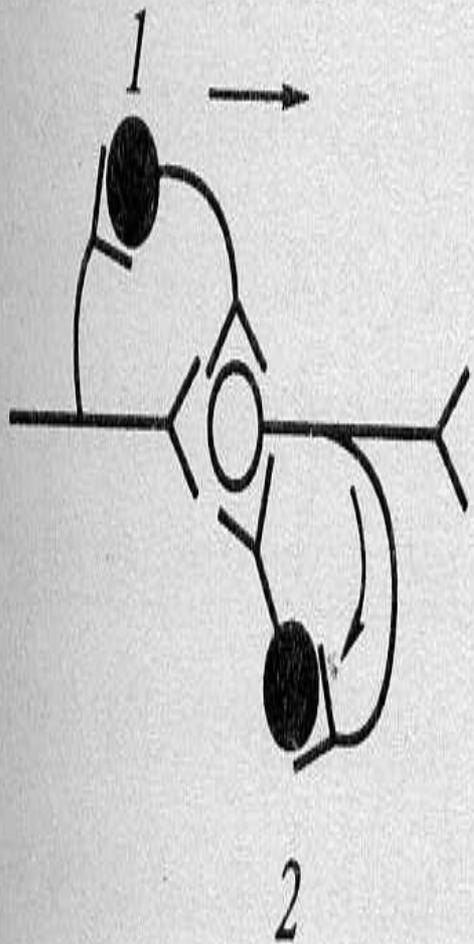


а) Возвратное торможение по Реншоу

б) Латеральное торможение  
В - возбуждение  
Т - торможение



г) Реципрокное торможение  
Стрелки указывают направление движения нервного импульса



**Разновидности постсинаптического торможения:**

1 – параллельное; 2 – возвратное; 3 – латеральное; 4 – прямое.

Нейроны обозначены: возбуждающие – белыми, тормозные – черными.

## **Пессимальное торможение**

- В этом случае торможение развивается в возбуждающих синапсах в результате сильной деполяризации постсинаптической мембраны под влиянием слишком частого поступления к ней нервных импульсов, т.е. без участия особых тормозящих структур.
- К такому виду торможения особенно склонны промежуточные нейроны СМ, ретикулярной формации.
- Деполяризация постсинаптической мембраны в данном случае может быть такой интенсивной и стойкой, что в клетке развивается состояние, подобное катодической депрессии Вериге.

- **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.***

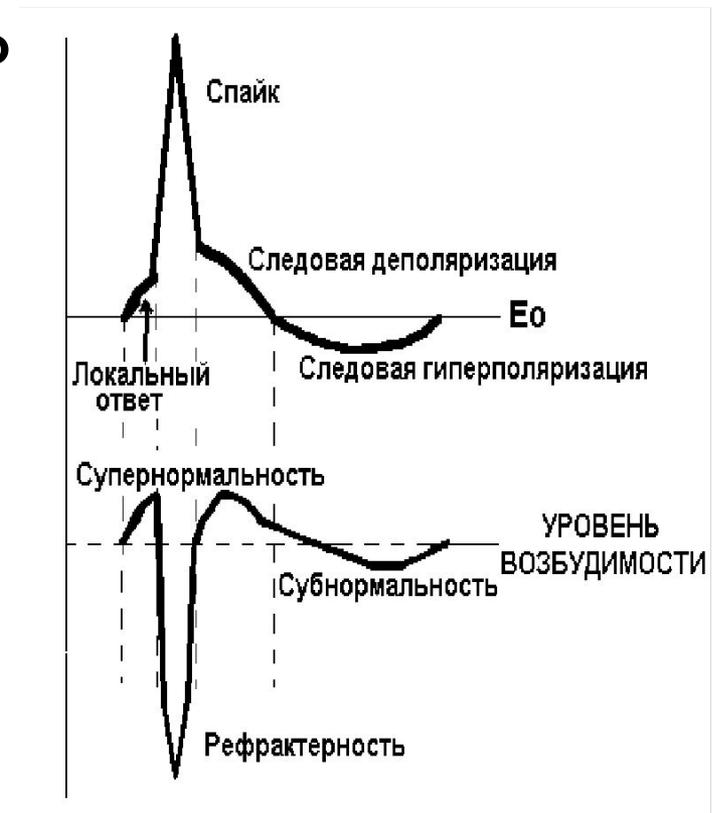
# Посттетаническое торможение

- Возникает в случае, если после окончания возбуждения в клетке возникает сильная гиперполяризация мембраны.

СООТНОШЕНИЕ ФАЗ ВОЗБУДИМОСТИ  
С ФАЗАМИ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ

- Причина такого торможения в том, что следовые потенциалы способны к суммации, и после серии частых импульсов возникает суммация положительного следового потенциала.

- Возбуждающий постсинаптический потенциал в этих условиях оказывается недостаточным для критической деполяризации мембраны, и генерации распространяющегося возбуждения.



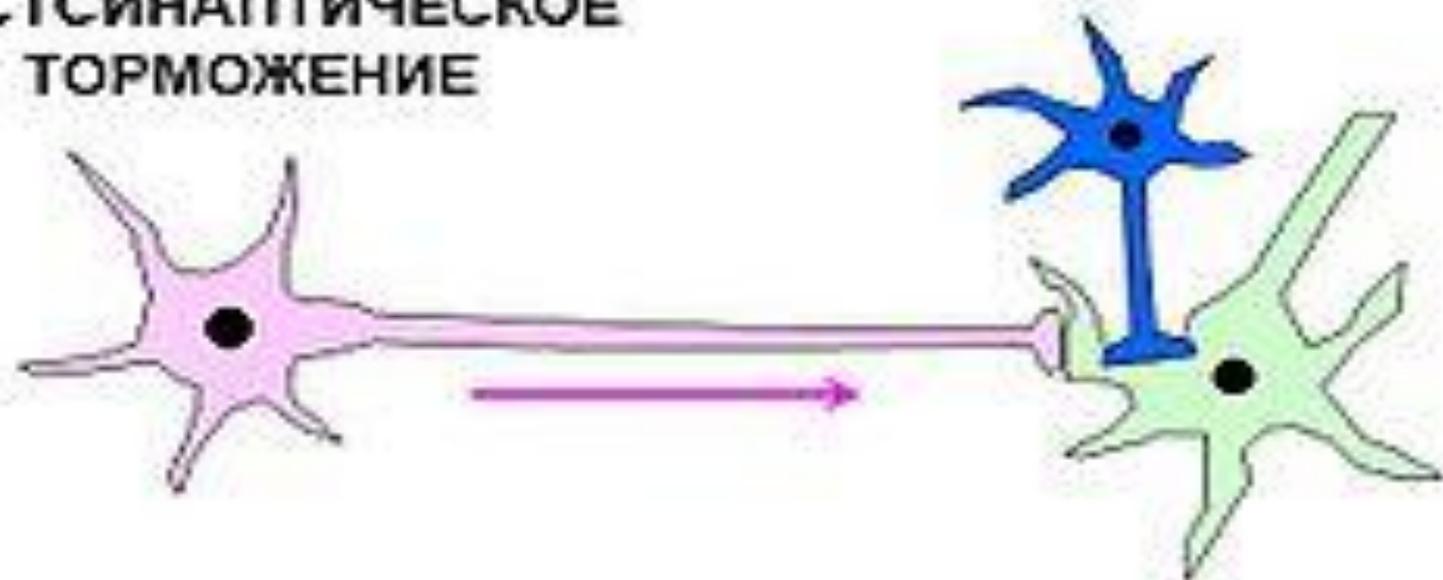
# Пресинаптическое торможение

- Пресинаптическое торможение локализуется в пресинаптических терминалях перед синаптической бляшкой.
- На пресинаптических терминалях располагаются окончания аксонов вставочных тормозных нейронов, 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.

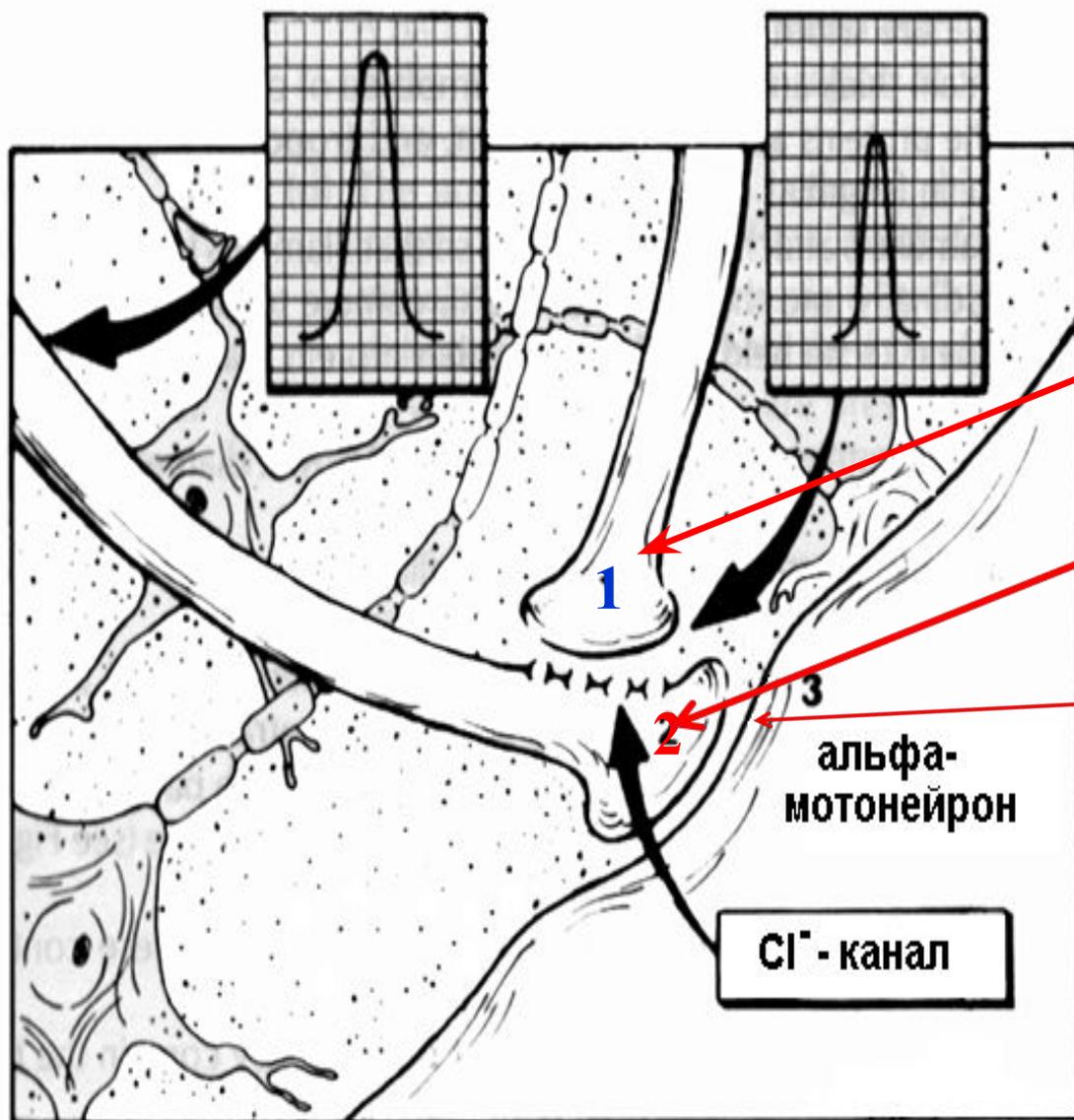
**ПРЕСИНАПТИЧЕСКОЕ  
ТОРМОЖЕНИЕ**



**ПОСТСИНАПТИЧЕСКОЕ  
ТОРМОЖЕНИЕ**



# ПРЕСИНАПТИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ



1 - аксон тормозного нейрона

2 - аксон возбуждающего нейрона

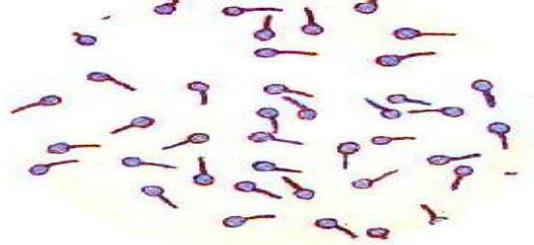
3 - постсинаптическая мембрана альфа-мотонейрона

альфа-мотонейрон

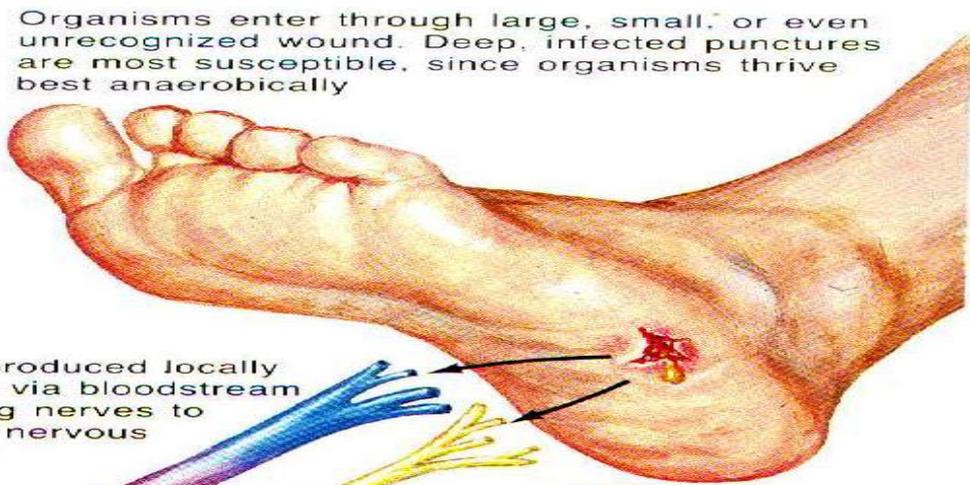
Ca<sup>2+</sup> - канал

# Примеры нарушения торможения в ЦНС

- НАРУШЕНИЕ ПОСТСИНАПТИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ:
  - СТРИХНИН → БЛОКАДА РЕЦЕПТОРОВ ТОРМОЗНЫХ СИНАПСОВ;
  - СТОЛЬБНЯЧНЫЙ ТОКСИН → НАРУШЕНИЕ ОСВОБОЖДЕНИЯ ТОРМОЗНОГО МЕДИАТОРА
- НАРУШЕНИЕ ПРЕСИНАПТИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ:
  - ПИКРОТОКСИН (судорожный эффект) → БЛОКАДА ПРЕСИНАПТИЧЕСКИХ СИНАПСОВ

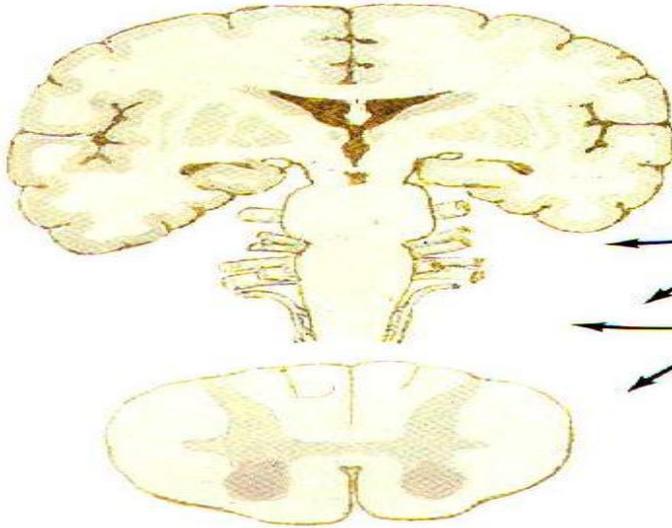


*Clostridium tetani*: gram-positive, spore-bearing rods



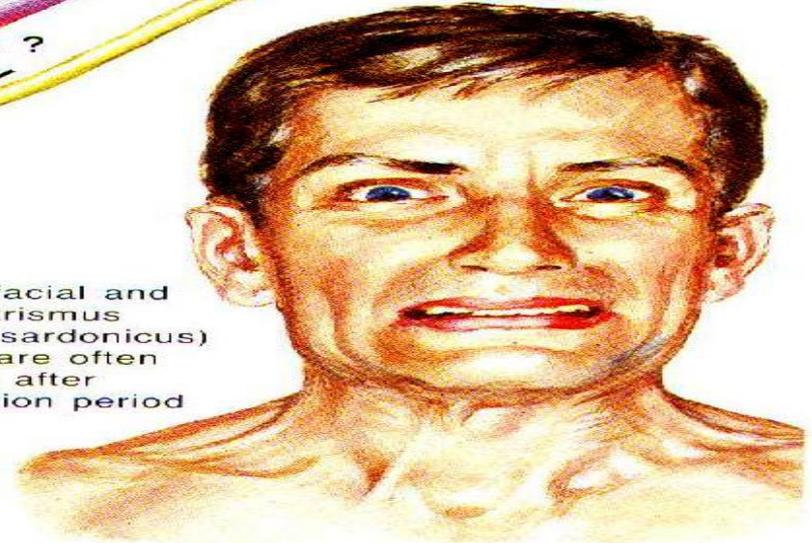
Organisms enter through large, small, or even unrecognized wound. Deep, infected punctures are most susceptible, since organisms thrive best anaerobically

Toxin produced locally passes via bloodstream or along nerves to central nervous system

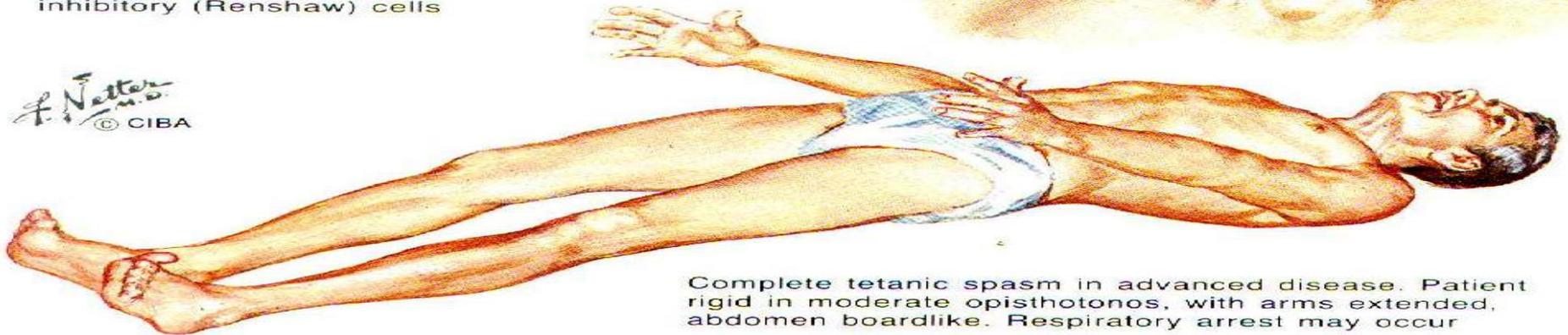


Motor neurons of spinal cord (anterior horn) and of brainstem become hyperactive because toxin specifically attacks inhibitory (Renshaw) cells

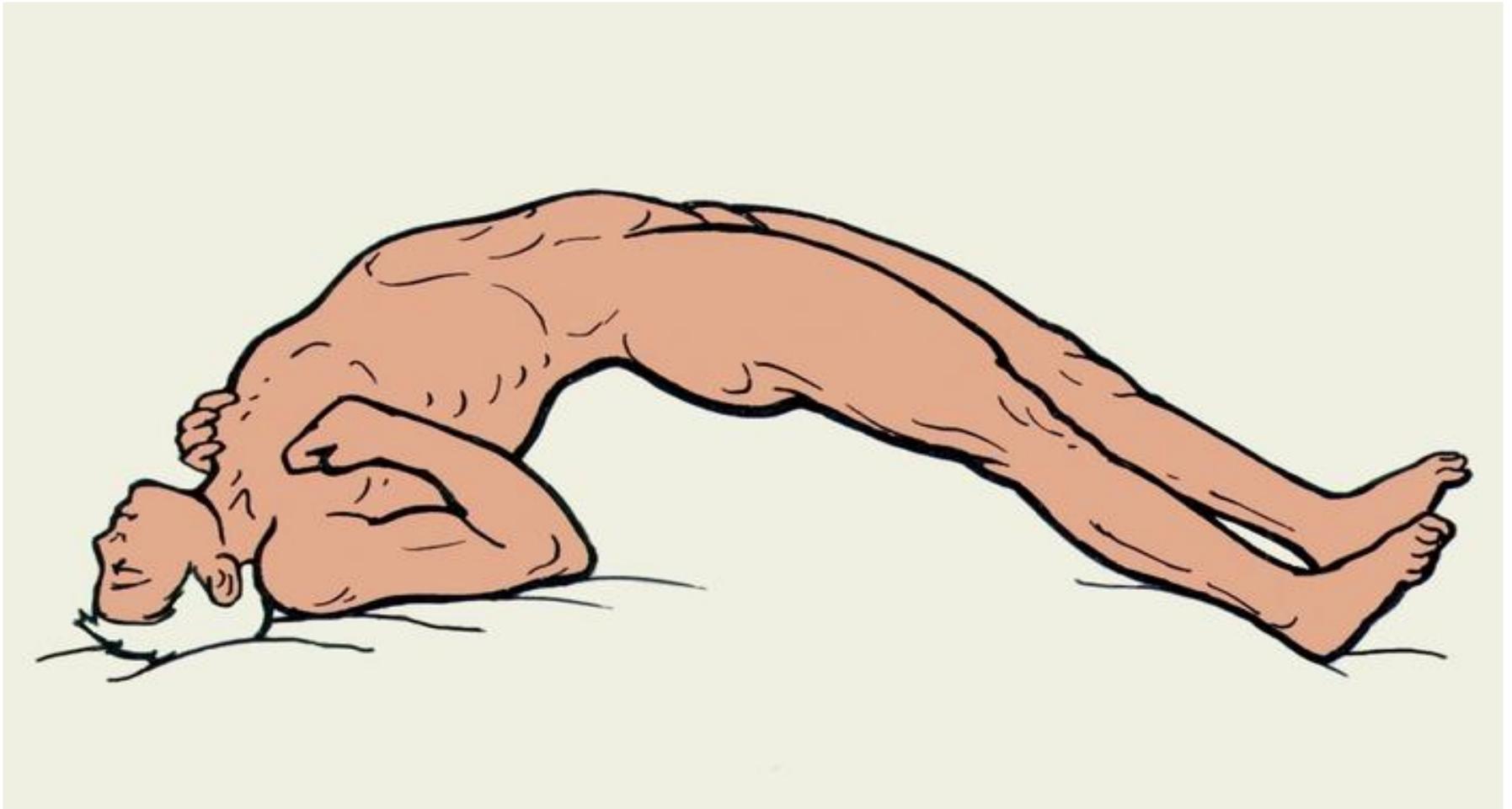
Spasm of jaw, facial and neck muscles (trismus [lockjaw], risus sardonicus) and dysphagia are often early symptoms after variable incubation period



Netter  
© CIBA



Complete tetanic spasm in advanced disease. Patient rigid in moderate opisthotonos, with arms extended, abdomen boardlike. Respiratory arrest may occur



**Поза больного в состоянии опистотонуса**

# ПРИНЦИПЫ КООРДИНАЦИИ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- Иррадиация и концентрация возбуждения и торможения, их взаимная индукция.
- -возбуждение и торможение движутся в пространстве ЦНС и во времени
- -нервные процессы широко распространяются в нервной системе
- -распространение иррадиированной волны возбуждения ограничивается торможением
- -процесс взаимного ограничения возбуждения и торможения **закон концентрирования возбуждения и торможения.**
- -иррадиация и концентрация нервных процессов усложняется индукцией – наведением в нервных центрах.

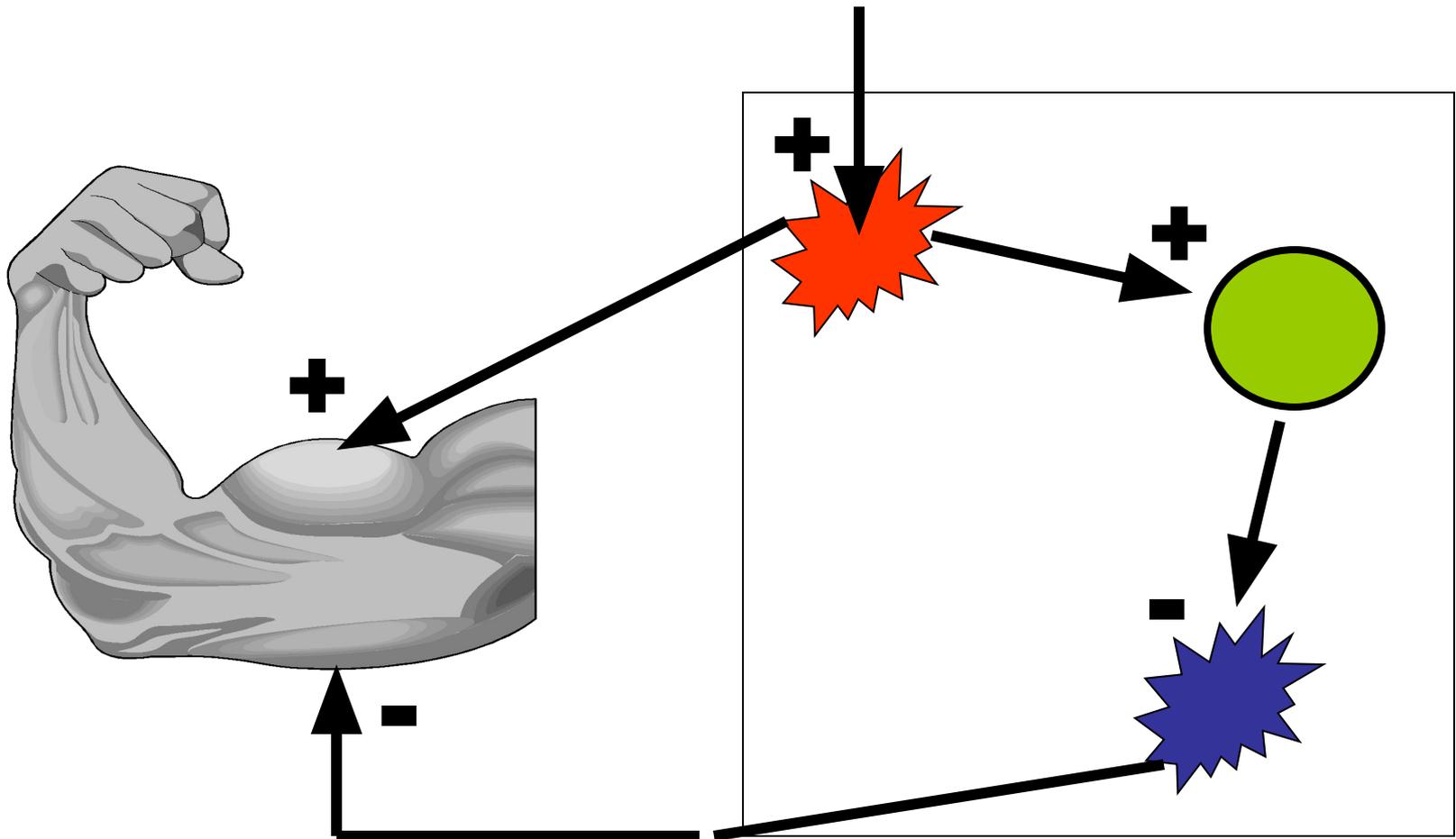
# **ПРИНЦИПЫ КООРДИНАЦИИ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

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

# 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 в 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..

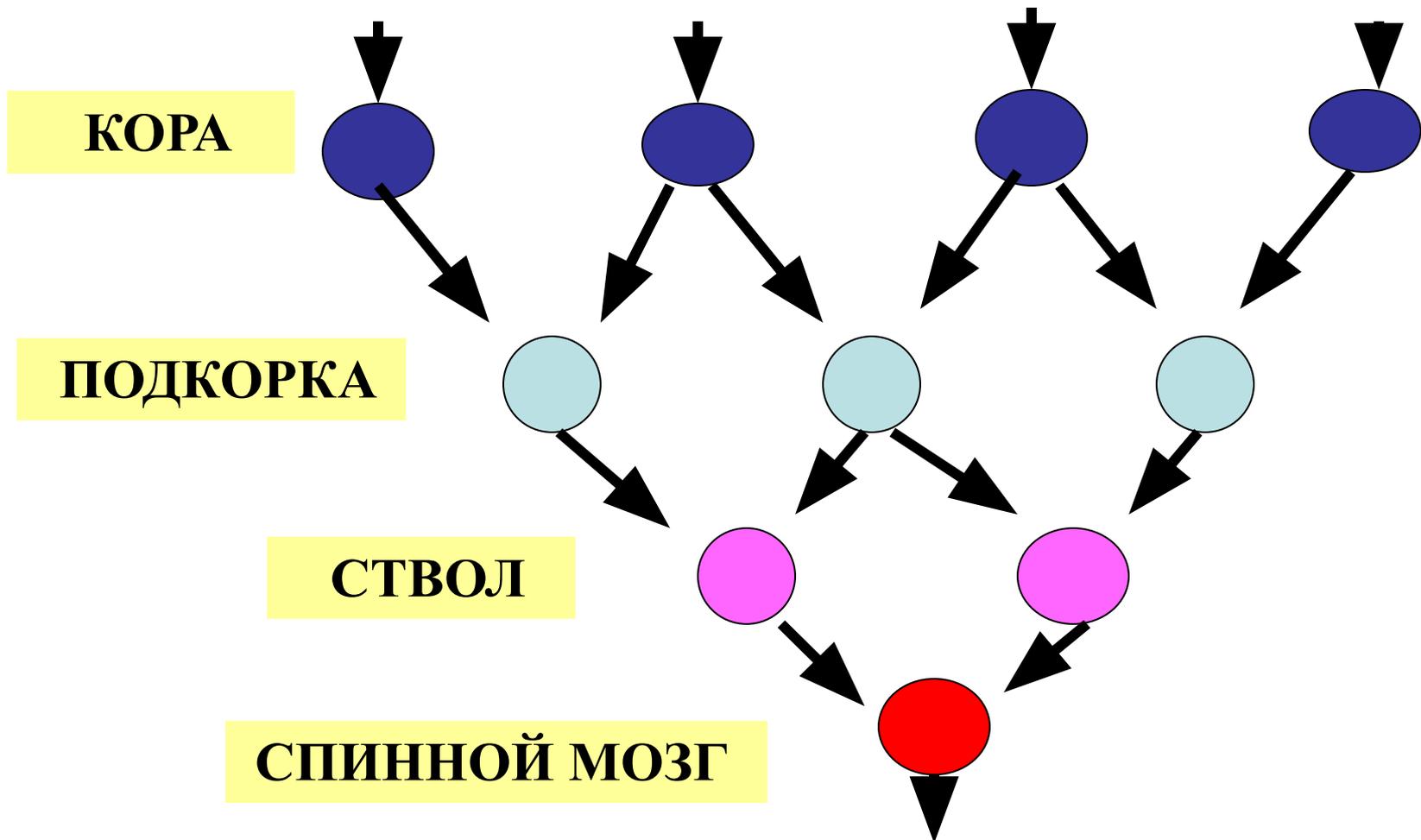
- ЦНС можно представить в качестве "воронки", с широким входным отверстием, куда поступают раздражения с различных рецепторов, и узким выходным отверстием - узким пучком эффекторных нейронов, через которые возбуждение покидает НС.
- В эту воронку одновременно вступают импульсы, возникающие при раздражении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

- Принцип «конечного пути» основан на анатомических отношениях в НС. Открыт в 1904 г. Чарльзом С. Шеррингтоном.
- Многие эффекторные нейроны ЦНС могут вовлекаться в осуществление различных рефлекторных реакций организма. Например, мотонейроны, иннервирующие дыхательную мускулатуру, помимо обеспечения акта вдоха участвуют в таких рефлекторных реакциях, как чихание, кашель. Т.е. одни и те же мотонейроны могут быть включены в различные рефлекторные дуги.
- На мотонейронах конвергируются импульсы от коры БП и многих подкорковых центров или через вставочные нейроны, или за счет существующих прямых нервных связей.
- Один и тот же мотонейрон, обеспечивающий различные рефлекторные реакции, рассматривается как **общий конечный путь**. Так, на мотонейронах передних рогов СМ, иннервирующих мускулатуру конечности, оканчиваются волокна пирамидного тракта, экстрапирамидных путей, от мозжечка, РФ и многих других структур.

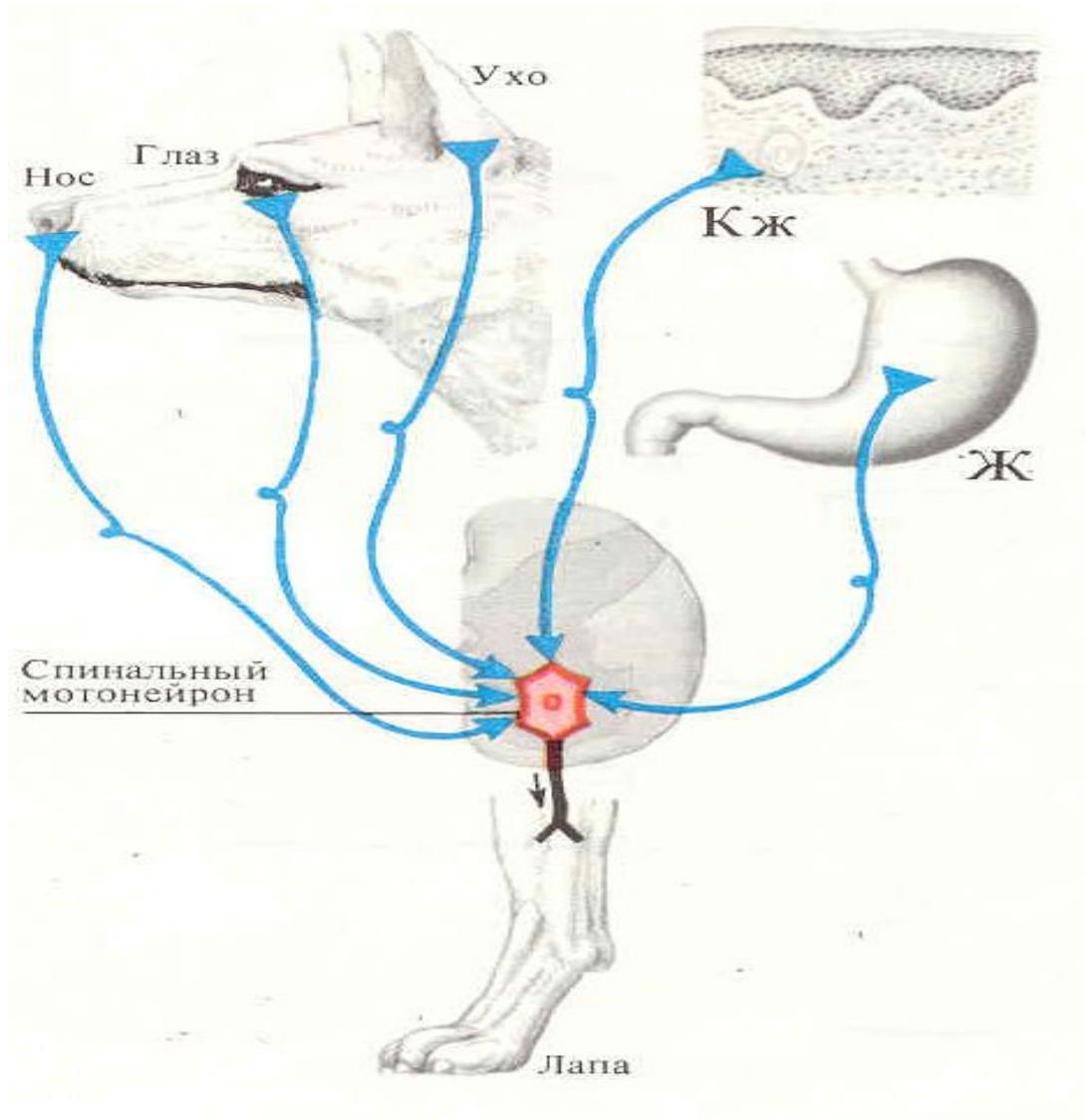
# Принцип общего конечного пути

- *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 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



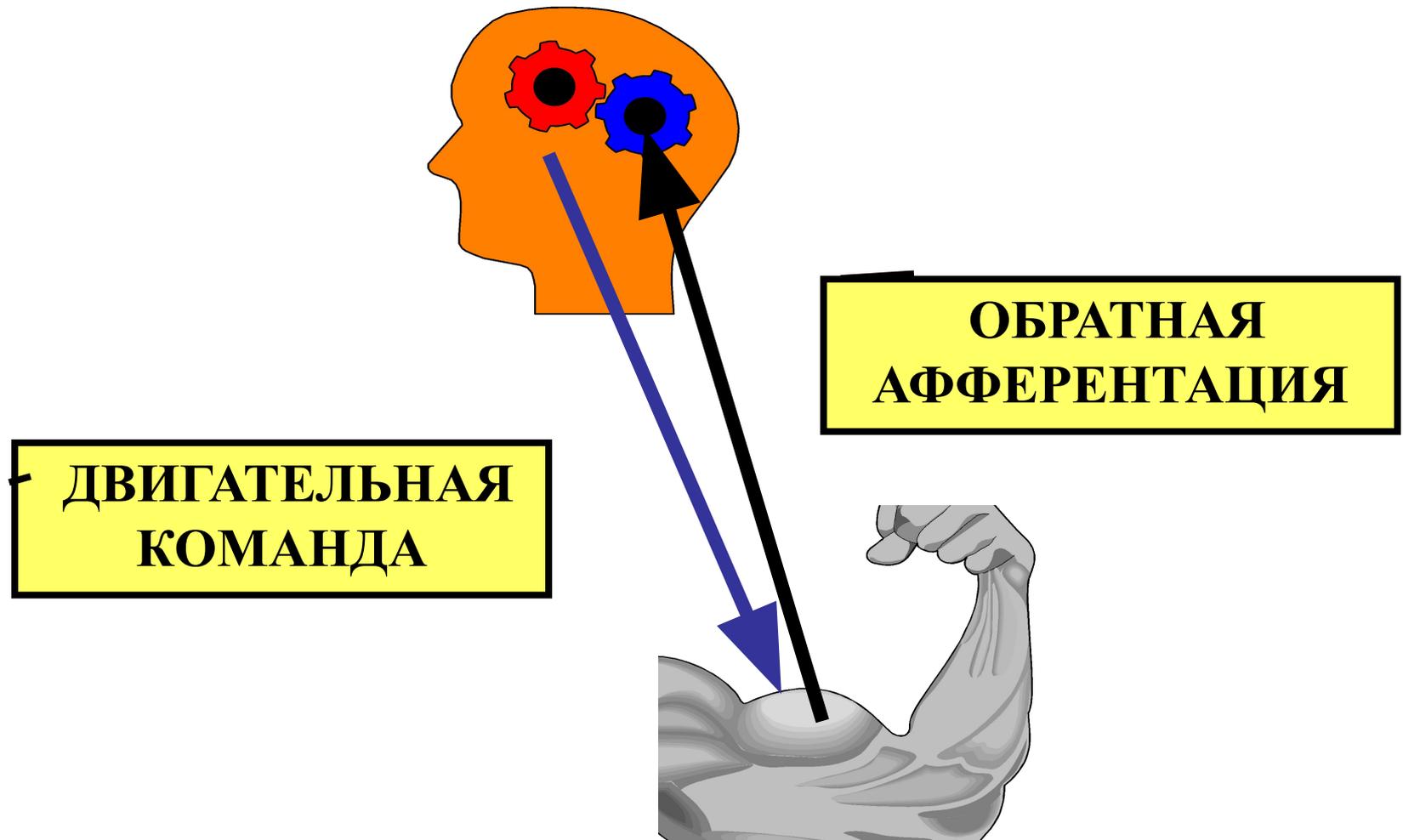
# Принцип обратной связи

- Аfferентные импульсы, рождающиеся в организме в результате деятельности органов и тканей, получили название **вторичных аfferентных импульсов** в отличие от тех, которые первично вызвали данный рефлекторный акт.
- Значение вторичной аfferентной импульсации в механизмах координации велико, о чем свидетельствуют эксперименты на животных с перерезкой всех чувствительных нервов конечности, так и у больных, у которых поражена проприоцептивная чувствительность, движения, ходьба утрачивают плавность и точность, становятся порывистыми.
- **Это происходит потому, что ЦНС утрачивает контроль над движениями.**

# 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



- Благодаря существованию *обратной связи* между НЦ и рабочими аппаратами интенсивность возбуждения различных групп нейронов в НЦ и последовательность включения различных элементов *строго согласованы с мышечным движением.*
- Обратные связи играют исключительно важную роль в регуляции вегетативных функций: *кровообращения, дыхания, пищеварения, выделения.*

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОМИНАНТЫ

( по А.А. Ухтомскому, 1931)

- В 1904-1911 г. А.А. Ухтомский провел серию экспериментов, которые позволили ему сформулировать один из фундаментальных принципов функционирования НС – **принцип доминанты**.
- **Под доминантой Ухтомский понимал господствующий очаг возбуждения, предопределяющий характер текущих реакций центров в данный момент.**
- Доминантный центр может возникнуть в различных этажах ЦНС при достаточно длительном действии гуморальных или рефлекторных раздражителей.
- В целом доминанта как состояние характеризуется своей направленностью и создает определенный вектор поведения.

# **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.**
- **Этот доминантный очаг тормозит все другие центры, поэтому нанесение раздражения на кожу нижних конечностей самца не вызывает отдергивания лапки, а усиливает сгибание передних лап.**

# **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦНС**

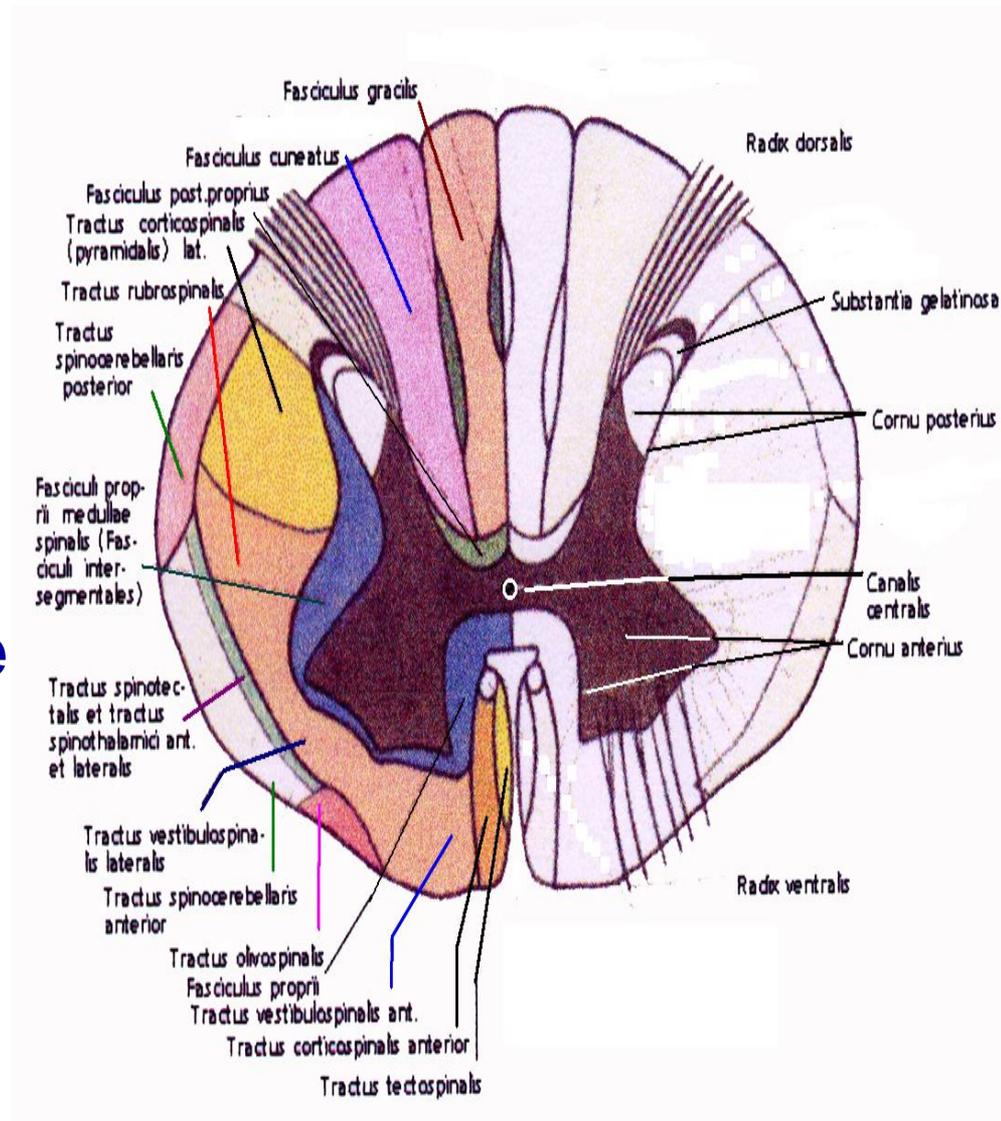
- 1. Анатомо-клинический***
- 2. Наблюдения***
- 3. Раздражения***
- 4. Экстирпации***
- 5. Регистрации электропотенциалов (ЭЭГ)***
- 6. Компьютерная томография (рентгеновская, ЯМР, магнитная)***
- 7. Исследование навязанного и естественного поведения***
- 8. Метод условных рефлексов.***

# 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.

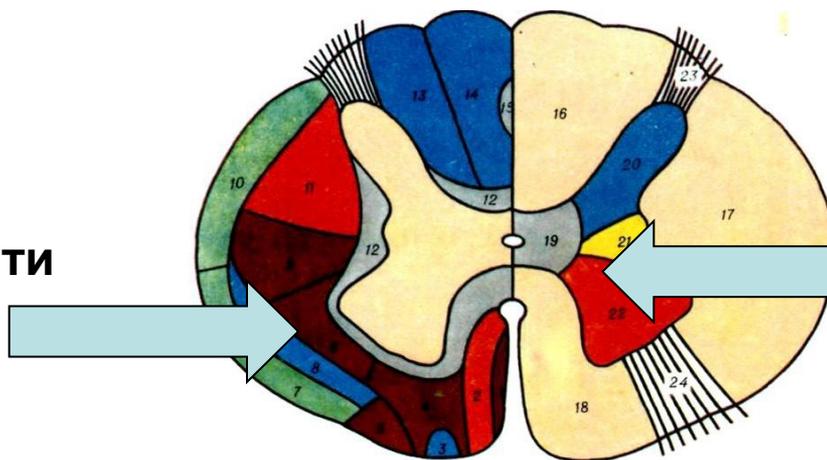
# Закон Белла - Мажанди

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



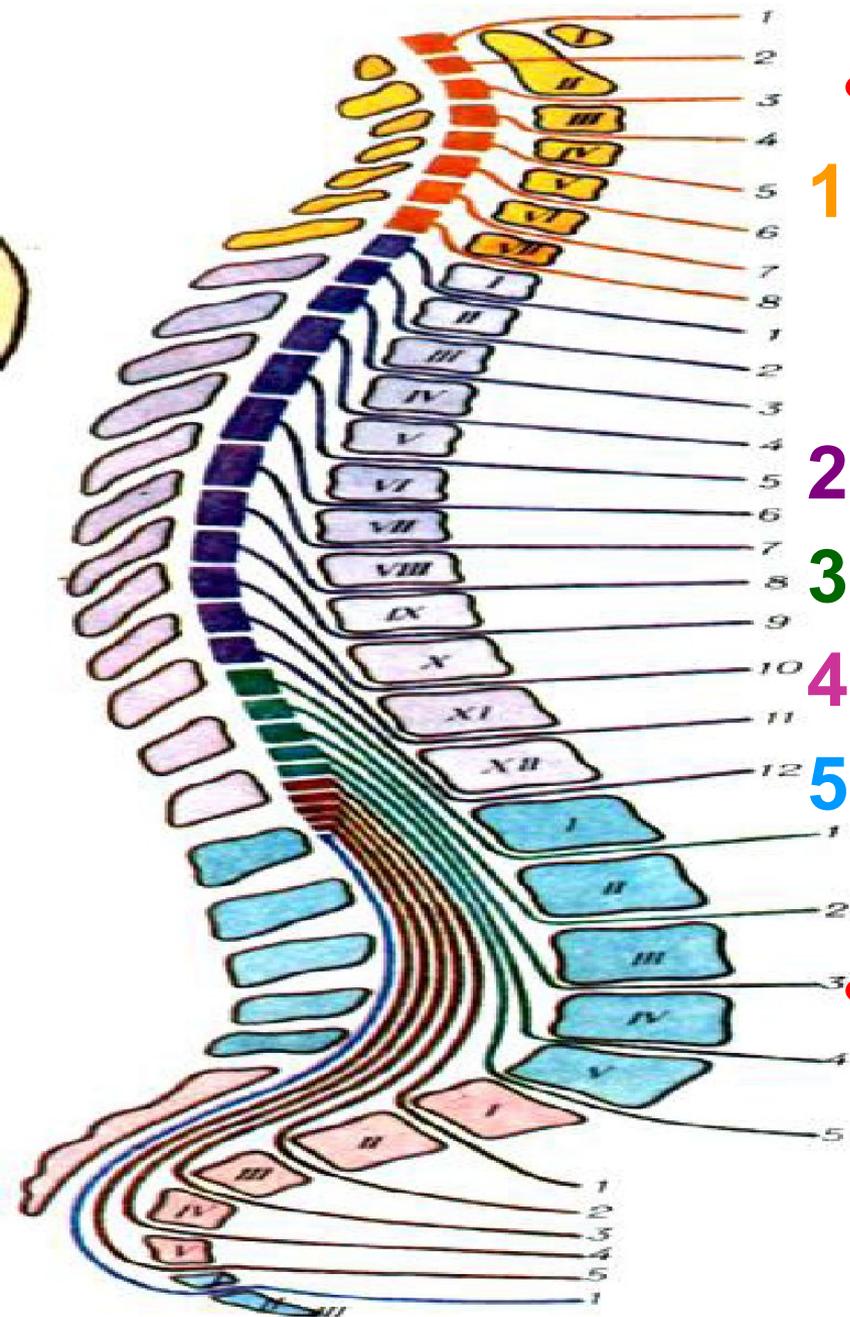
**Спинной мозг (medullaspinalis)** - наиболее древний нижний отдел центральной нервной системы, расположенный в позвоночном канале и окруженный мозговыми оболочками.

Проводящие пути



Серое вещество

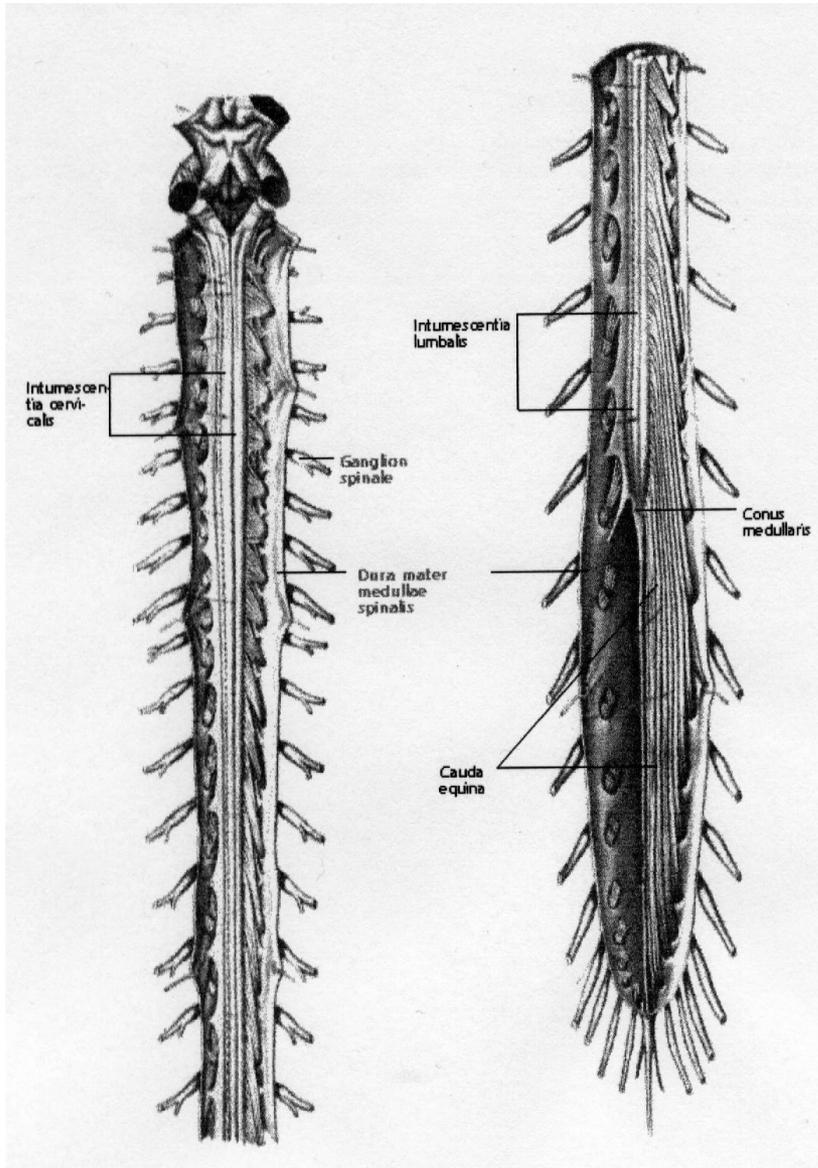
**Обозначения цветом:** синий-чувствительные пути и задний рог; красным—пирамидные пути и передний рог; серым —собственные пучки спинного мозга и промежуточное вещество, зеленым —восходящие пути экстрапирамидной системы, коричневым —нисходящие пути экстрапирамидной системы, желтым —боковой рог.  
**Обозначения цифрами:** -проводящие пути спинного мозга.



- **Обозначения цветом:**
  1. **оранжевым**- шейные сегменты и шейные позвонки
  2. **фиолетовым**—грудные
  3. **зеленым** —поясничные
  4. **розовым**—крестцовые
  5. **голубым**—копчиковые.
- **Обозначения цифрами:**

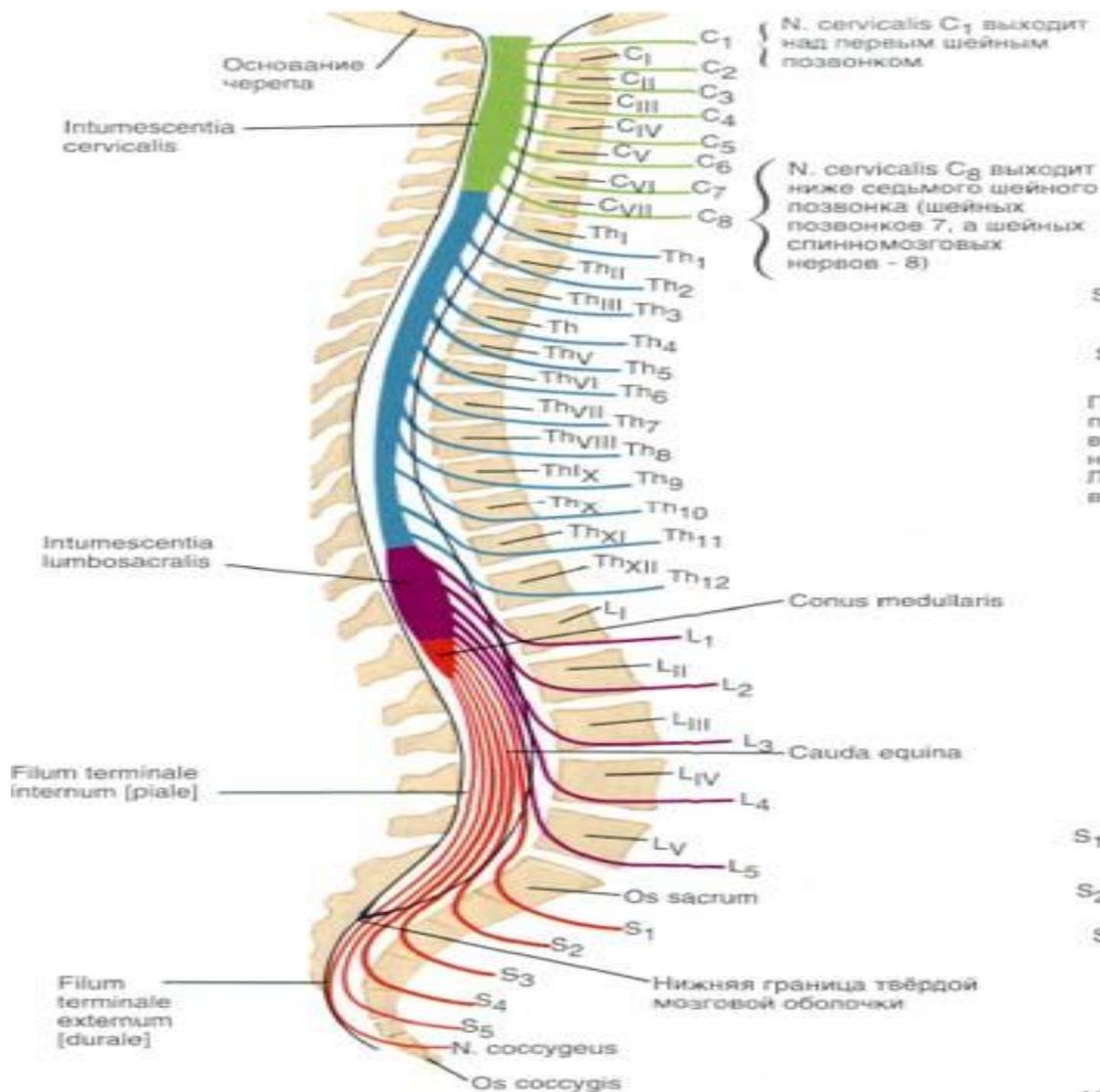
римскими - позвонки,  
арабскими – корешки сегментов спинного мозга.

# Сегменты спинного мозга

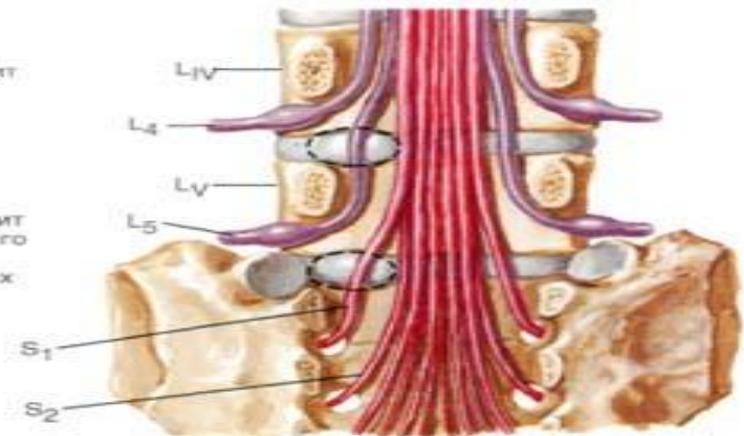


- 8 шейных ( $C_1 - C_8$ )
- 12 грудных ( $Th_1 - Th_{12}$ )
- 5 поясничных ( $L_1 - L_5$ )
- 5 крестцовых ( $S_1 - S_5$ )
- 1-3 копчиковых ( $Co_1 - Co_2$ )

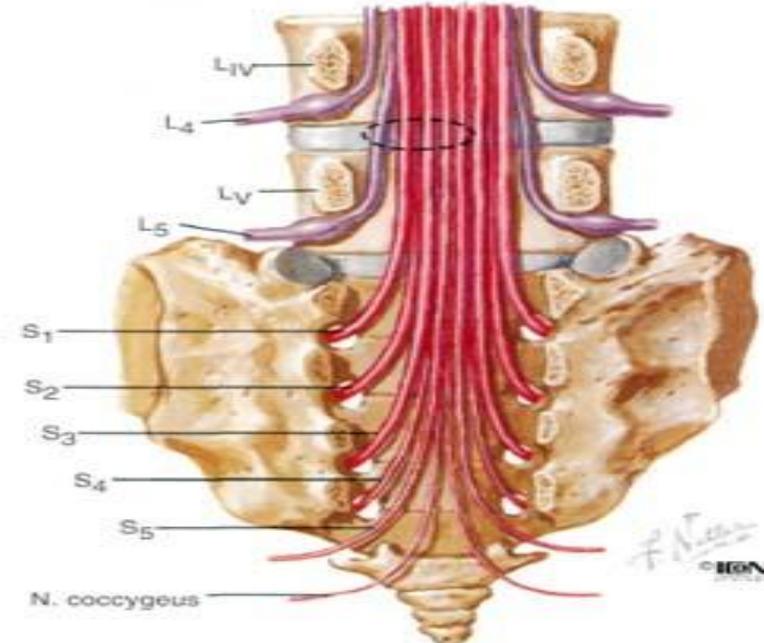
# Спинальный мозг (medulla spinalis)



- Nn. cervicales
- Nn. thoracici
- Nn. lumbales
- Nn. sacrales et n. coccygeus



Протрузия (пролапс) ядра межпозвоночного диска в поясничном отделе не воздействует на нервы, выходящие выше диска. Латеральная протрузия диска на уровне L<sub>IV-V</sub> давит на L<sub>V</sub> нерв, но не на L<sub>IV</sub>. Латеральная протрузия диска на уровне L<sub>V-S1</sub> воздействует на S<sub>1</sub> нерв, но не на L<sub>5</sub> нерв.

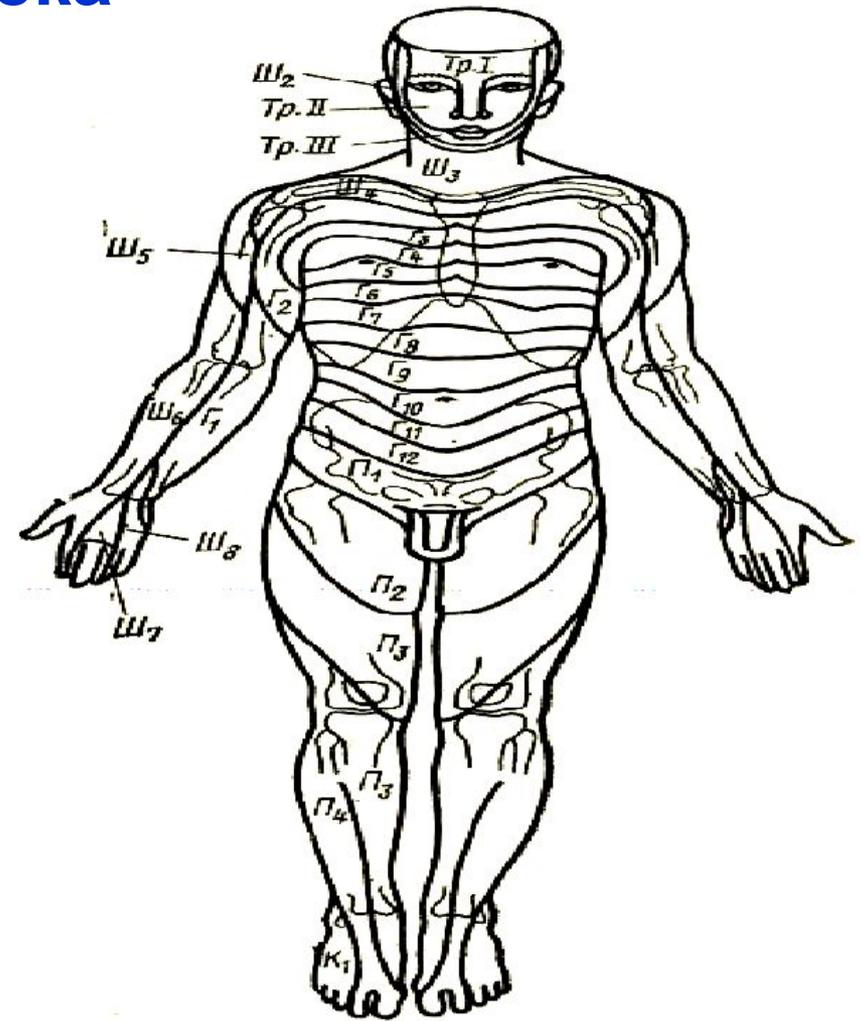
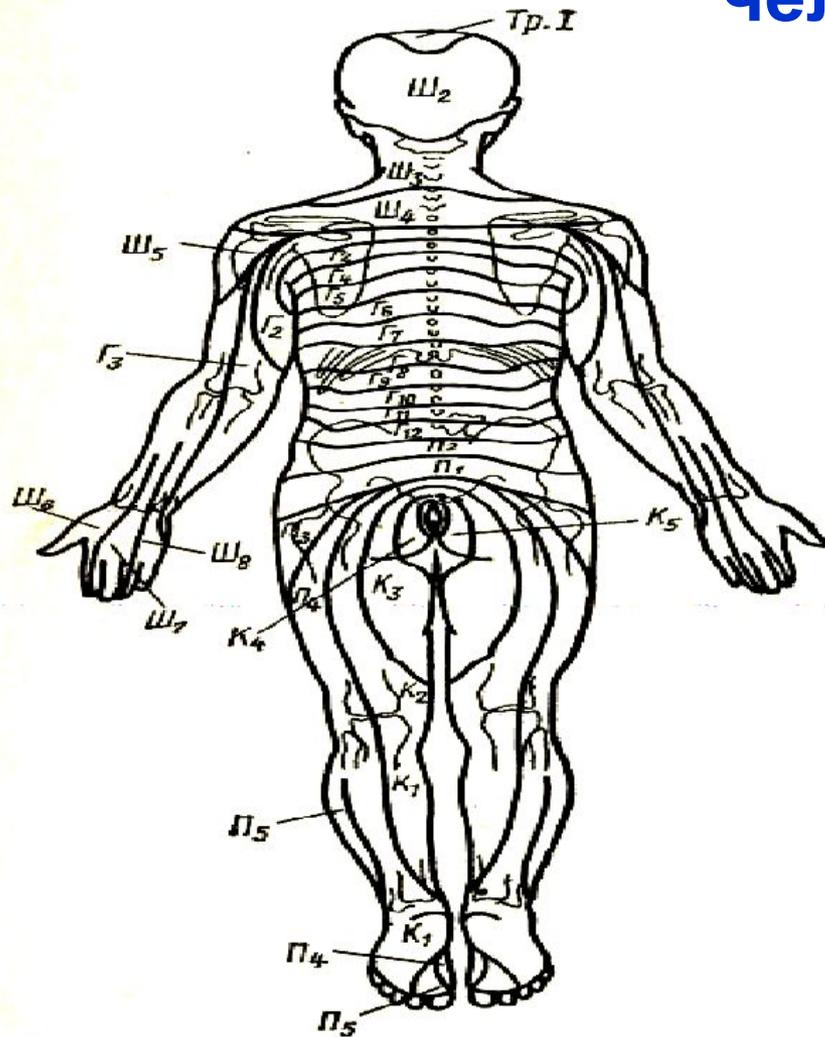


Медиальная протрузия ядра диска на уровне L<sub>IV-V</sub> не оказывает воздействия на L<sub>4</sub> спинномозговой нерв, но может давить на L<sub>5</sub> и иногда на S<sub>1-4</sub> спинномозговые нервы

## **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.

# Схема сегментарной чувствительности кожи человека

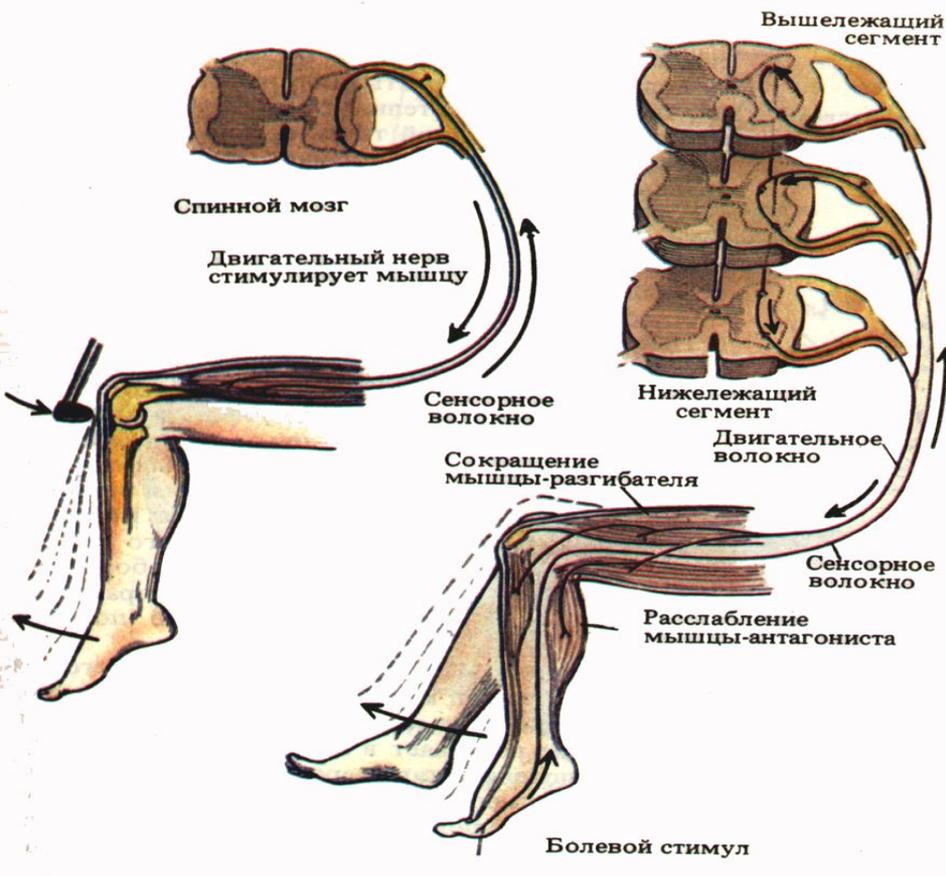


**Примечание.** Буквы и цифры указывают сегменты спинного мозга, афферентные нервы которых иннервируют соответствующие метамеры тела.

# Нейроны спинного мозга

1. Вставочные или интернейроны (97%);
2. Двигательные или мотонейроны (3%):
  - альфа-мотонейроны
  - фазические (быстрые)
  - тонические (медленные)
  - гамма-мотонейроны

# ФУНКЦИИ СПИННОГО МОЗГА



- РЕФЛЕКТОРНАЯ
- ПРОВОДНИКОВАЯ
- ТОНИЧЕСКАЯ

# Проводниковые функции спинного мозга

Проводниковые функции спинного мозга основаны на деятельности восходящих и нисходящих путей. Они подразделяется на три типа:

Внутрисегментарные

Межсегментарные

Проводящие пути

Проводящие пути подразделяются на:

Восходящие пути

Нисходящие пути

Задние

Боковые

Боковые

Боковые и передние

Голя и Бурдаха

Флексига и Говерса

рубро-оливо-  
ретикуло-текто-  
вестибуло-  
спинальные

кортикоспинальные

**Рецепция:**  
тактильная  
положения  
движения  
вибрации

**Рецепция:**  
сухожилий  
связок  
проприоцептивная  
давления  
прикосновения

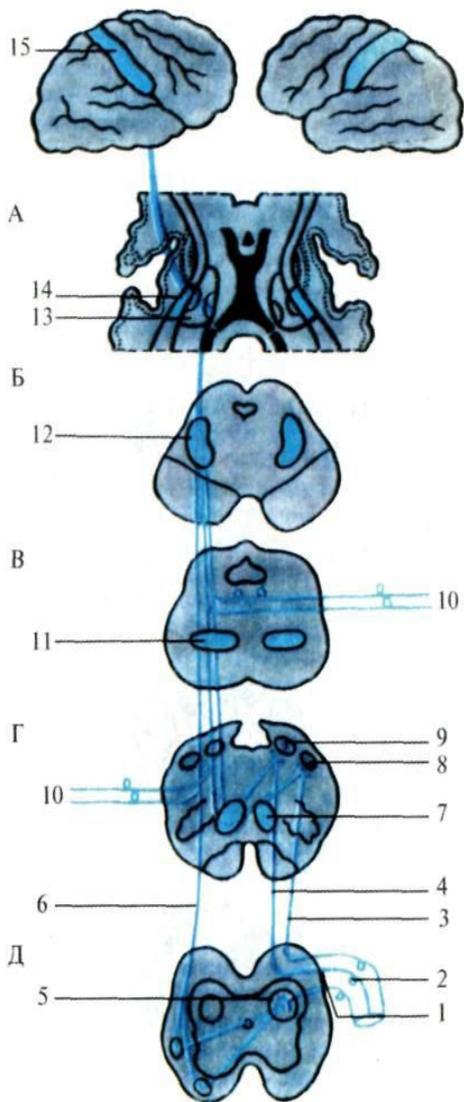
**Обеспечивают:**  
тонус,  
позу, равновесие

**Обеспечивают:**  
произвольные  
сокращения мышц

# Проводниковые функции мозга

## Системы

### Афферентная



### Разрезы

промежуточного  
мозга

среднего мозга

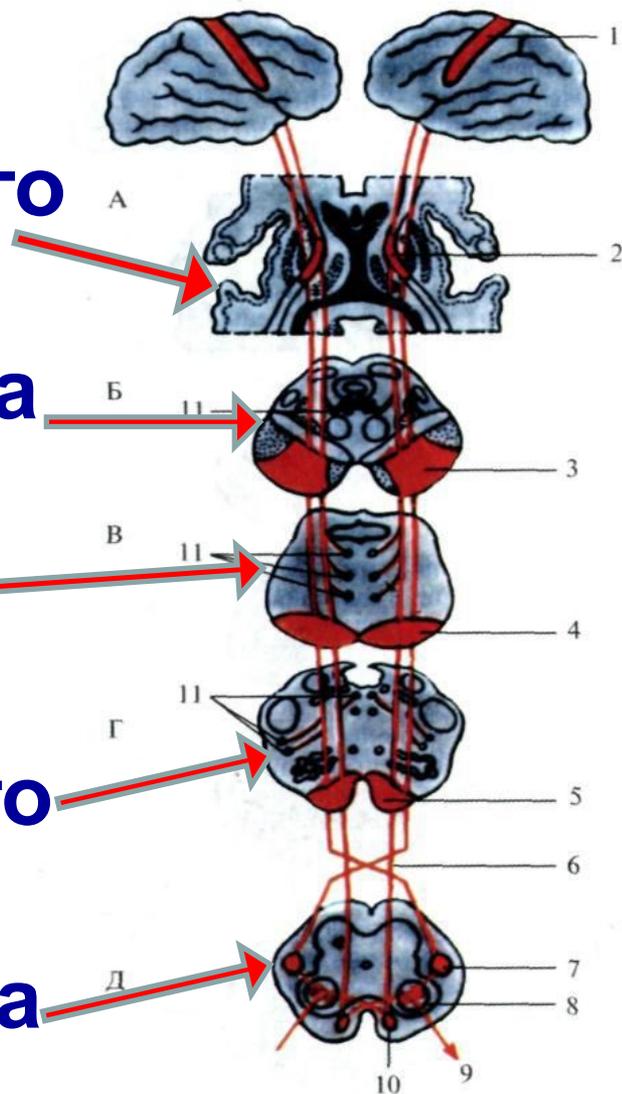
Моста

продолговатого

мозга

спинного мозга

### Эфферентная



# ПРОВОДЯЩИЕ СИСТЕМЫ СПИННОГО МОЗГА

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

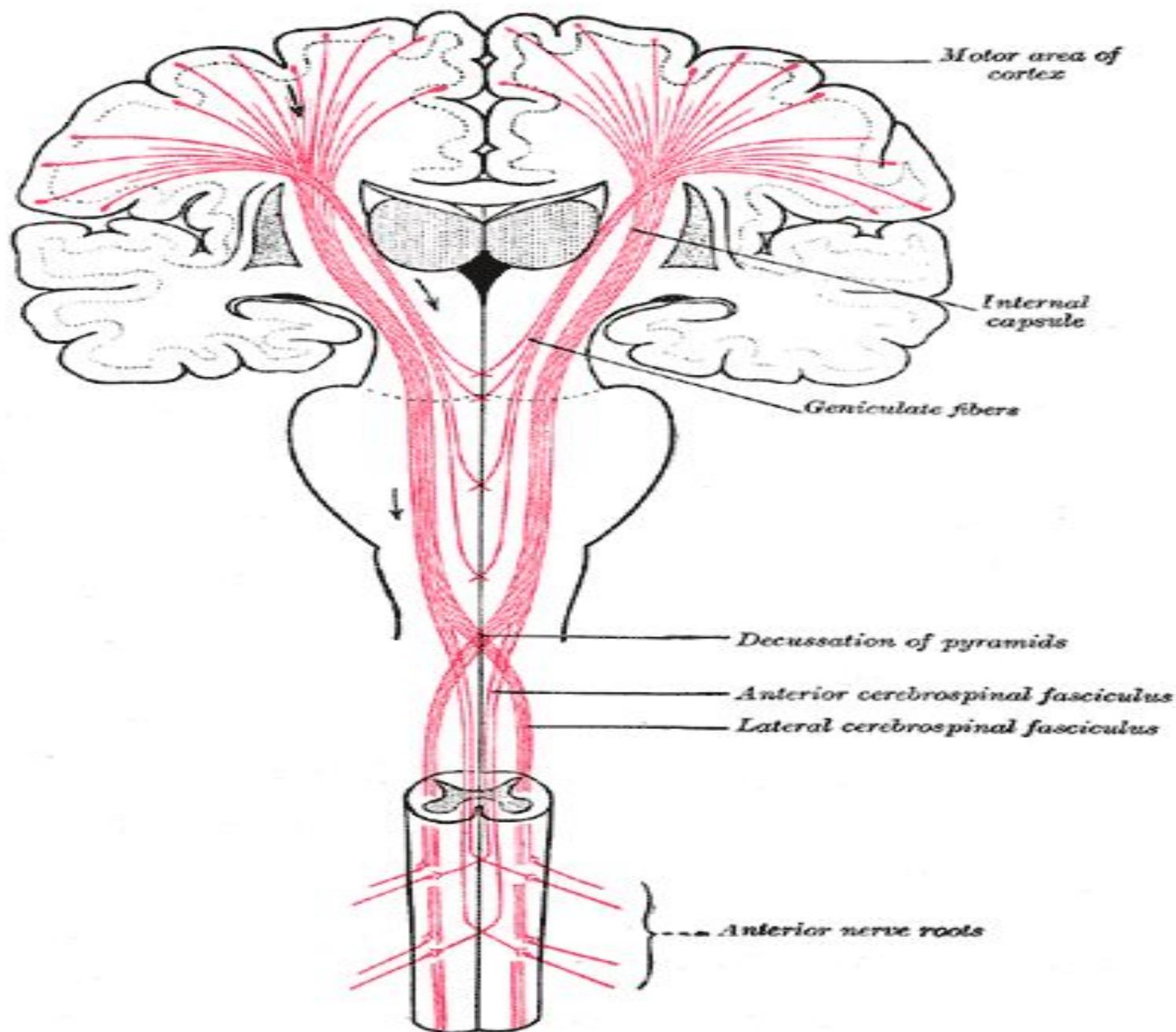
# ВОСХОДЯЩИЕ ПУТИ СПИННОГО МОЗГА

- **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 - (не перекрещенный)** → 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

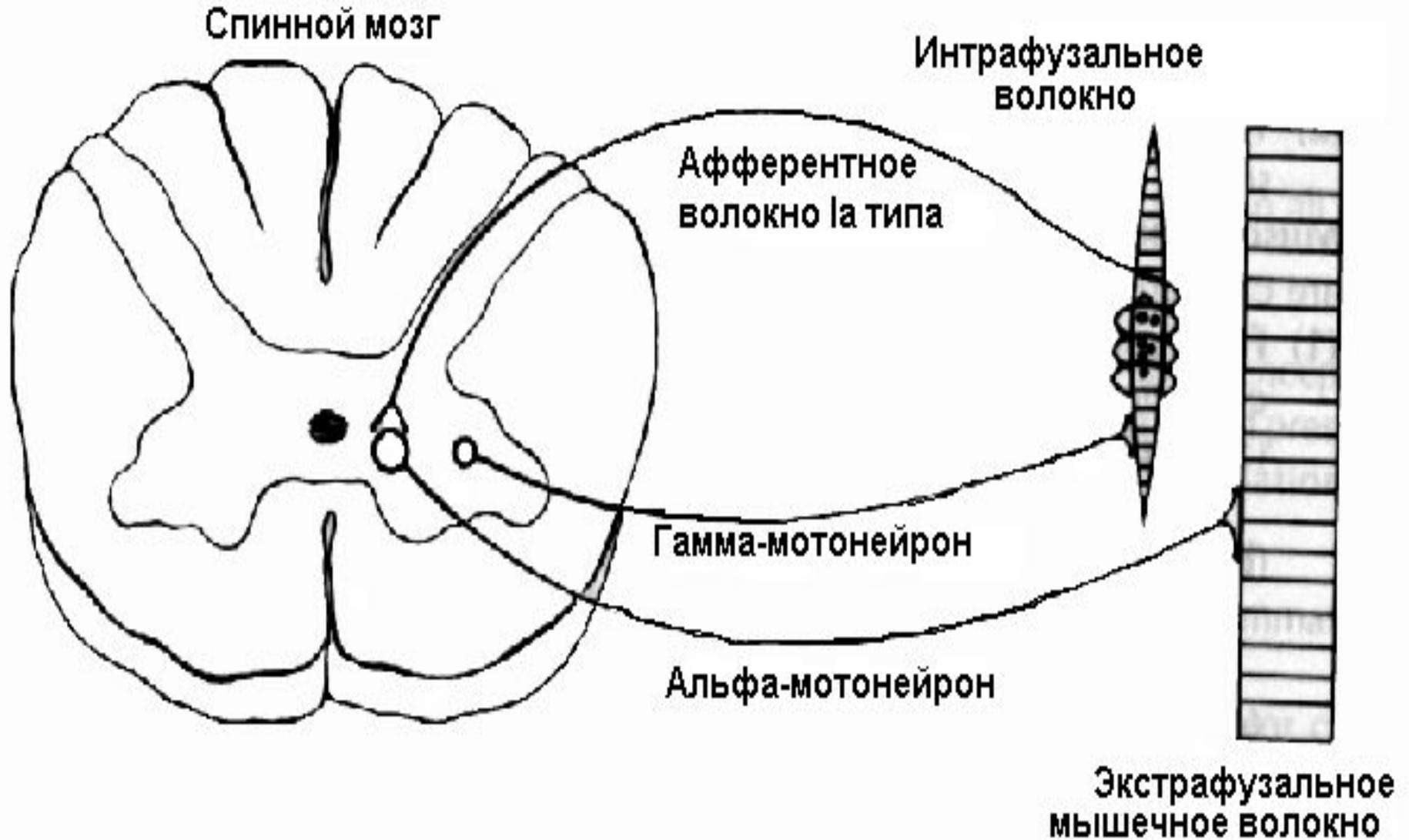
**Корково-спинномозговой (пирамидный) путь (лат. *tractus corticospinalis*)**



# Основные рефлексы спинного мозга

- Рефлекторные функции спинного мозга основываются на объединении афферентных входов через задние корешки и эфферентных выходов мотонейронов через передние корешки.
- 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

# ТОНИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ СПИННОГО МОЗГА. ГАММА-МОТОРНАЯ ПЕТЛЯ



# Рефлексы спинного мозга

## Классификация рефлексов

```
graph TD; A[Классификация рефлексов] --> B[Сухожильные]; A --> C[Миотатические]; A --> D[Тонические]; A --> E[Ритмические]; C --> F["Специальные: мочеиспускания, дефекации, эрекции, эякуляции"]
```

**Сухожильные**

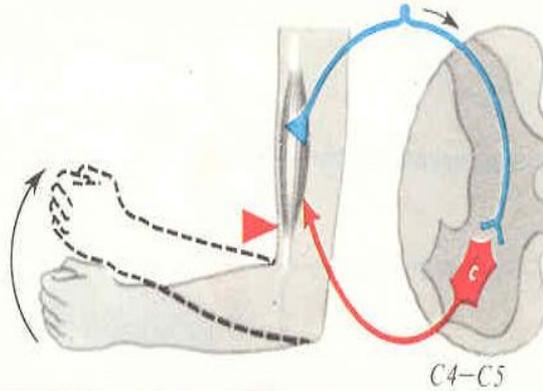
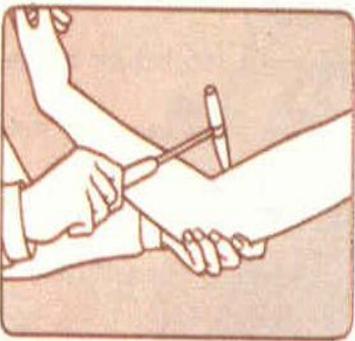
**Миотатические**

**Тонические**

**Ритмические**

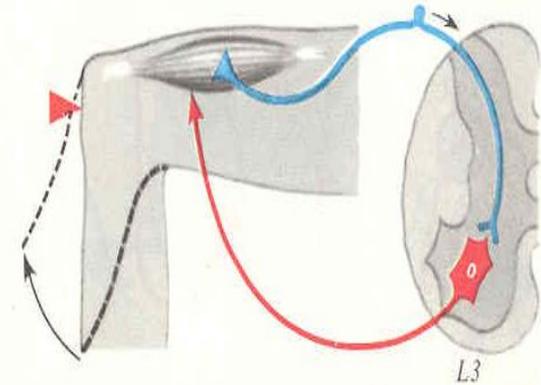
**Специальные:** мочеиспускания, дефекации, эрекции, эякуляции

Сгибательный рефлекс предплечья



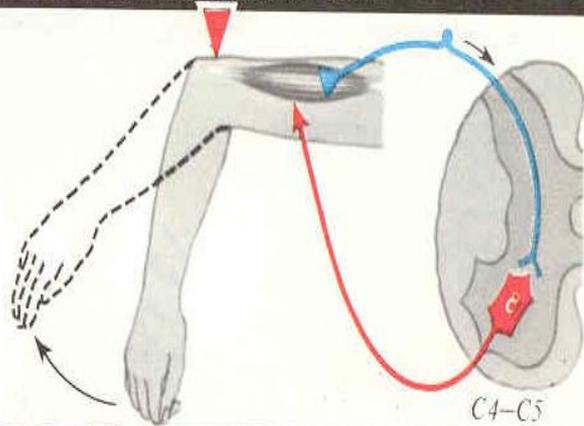
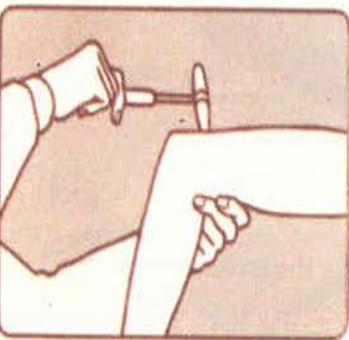
C4-C5

Коленный рефлекс



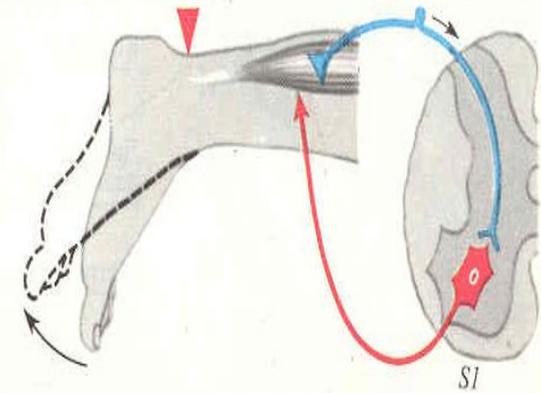
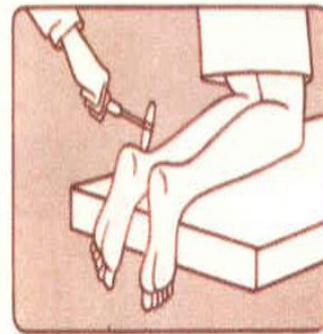
L3

Разгибательный рефлекс предплечья



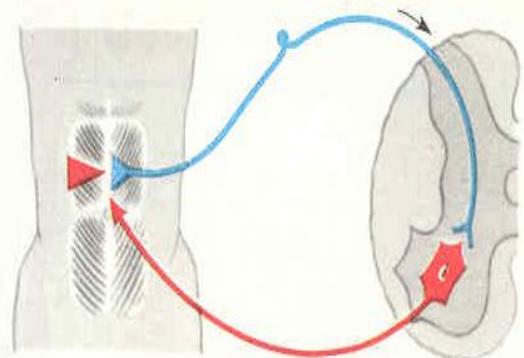
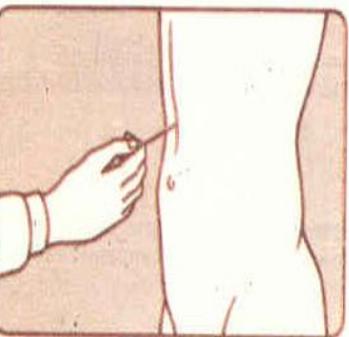
C4-C5

Ахиллов рефлекс



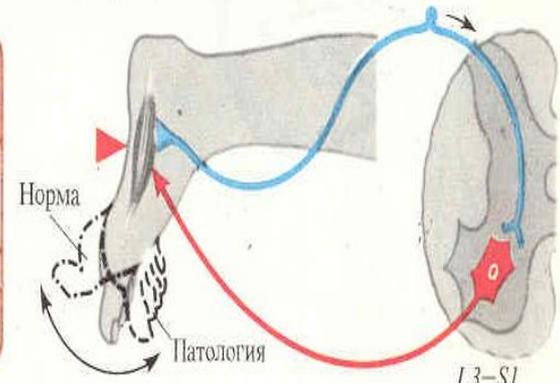
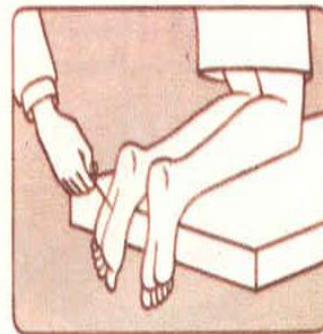
S1

Брюшной рефлекс



L3

Подожвенный рефлекс в патологии (рефлекс Бабинского) и в норме



L3-S1

# Особенности компенсаторных процессов при нарушениях функций спинного мозга

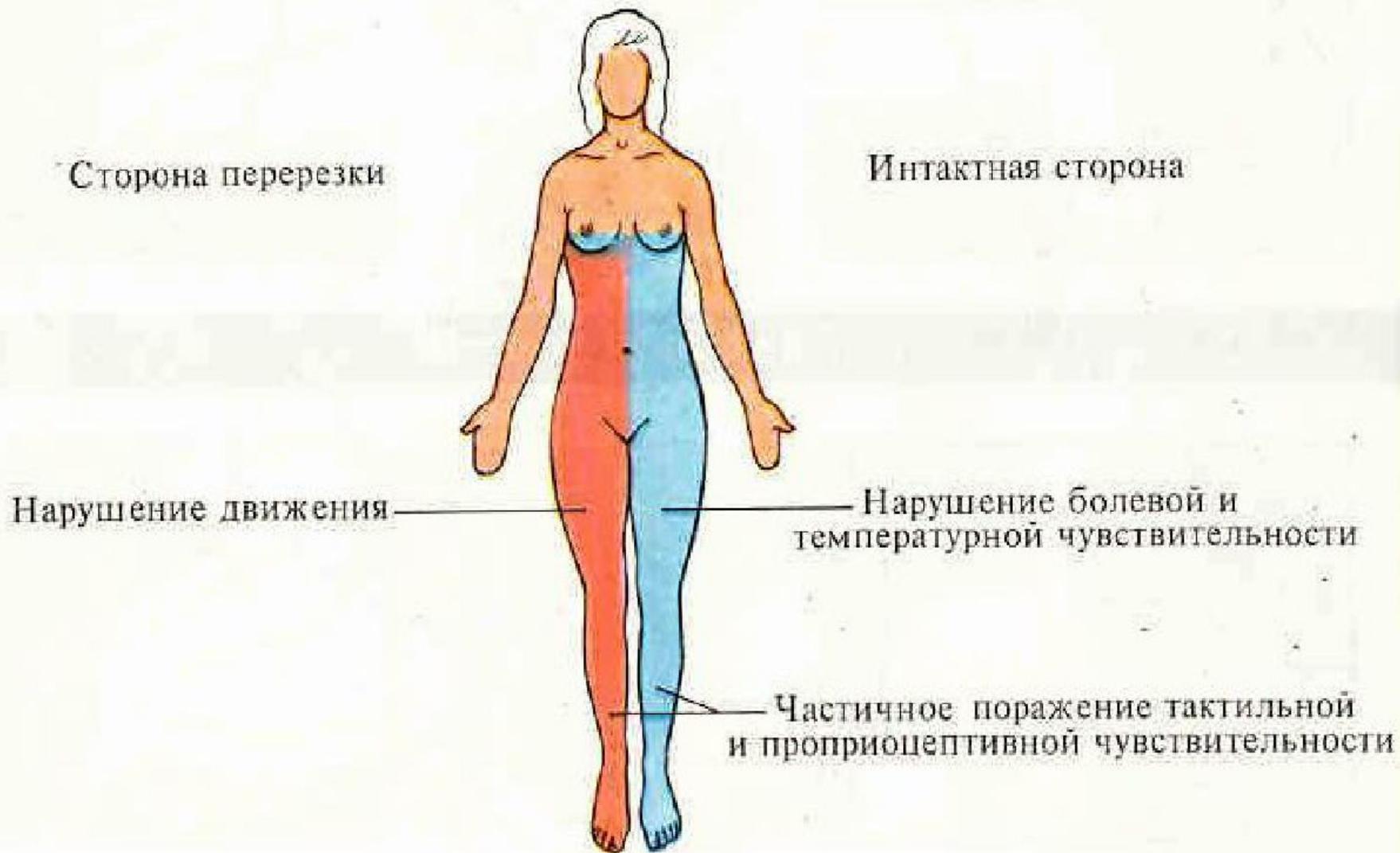
- При интенсивном воздействии на спинной мозг (травма, нарушение кровообращения) развивается **спинальный шок**, состояние, которое проявляется расстройством рефлекторной деятельности спинного мозга ниже уровня повреждения.

- **Длительность восстановления нарушенных спинальных функций зависит:**

- **от обширности и характера травмы;**
- **от уровня повреждения спинного мозга, причем, чем выше оно располагается, тем медленнее происходит восстановление.**

- **СИНДРОМ БРОУН-СЕКАРА** - (Brown-Sequard syndrome) - неврологическое заболевание, связанное с нарушением функции ряда сегментов спинного мозга.
- В тех областях тела, которые иннервируются нервами, отходящими от пораженного участка, наблюдается выраженная мышечная слабость и потеря кожной чувствительности.
- Ниже места поражения на той же самой стороне тела обычно развивается спастический паралич, а на противоположной наблюдается потеря болевой и температурной чувствительности.

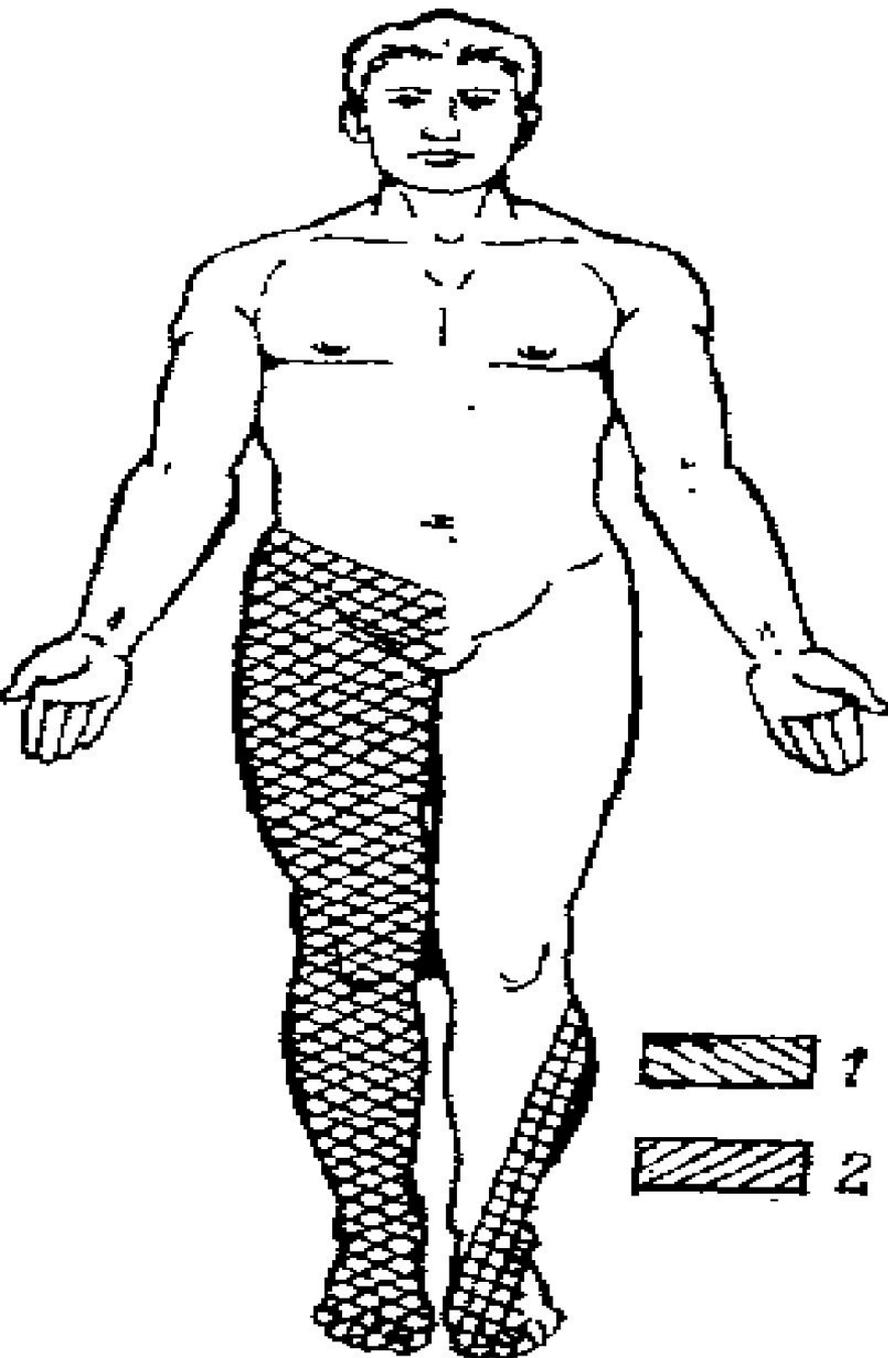
# Зоны поражения у человека при повреждении спинного мозга на уровне грудных сегментов (паралич Броун-Секара)



- **Ведущими клиническими признаками синдрома Броун-Секара являются:**
- **1. Спастический (центральный) паралич (парез) на ипсилатеральной стороне (стороне поражения) ниже уровня повреждения в результате прерывания нисходящего кортикоспинального тракта, который уже совершил переход на противоположную сторону на уровне перехода продолговатого мозга в спинной мозг.**
- **2. Вялый (периферический) паралич или парез в миотоме на ипсилатеральной стороне вследствие разрушения иннервирующих его периферических мотонейронов.**
- **3. Выпадение глубоких видов чувствительности (чувства осязания, прикосновения, давления, вибрации, массы тела, положения и движения) на стороне поражения, что проявляется симптомами заднестолбовой сенситивной атаксии, за счет поражения одного заднего канатика (лемнисковой системы). Симптоматика возникает ипсилатерально, так как пучки Голля и Бурдаха на уровне спинного мозга проводят афферентные импульсы своей стороны, а переход их волокон на противоположную сторону происходит только по выходу из собственных ядер ствола мозга в межоливарном слое.**

- **4. Утрата болевой и температурной чувствительности по проводниковому типу на контрлатеральной стороне** вследствие поражения нео-спино-таламического тракта, причем большее значение имеет поражение бокового спинно-таламического тракта.
- Контрлатеральность локализации процесса связана с тем, что аксоны вторых нейронов бокового спинно-таламического пути переходят на противоположную сторону спинного мозга через переднюю серую спайку и вступают в боковые столбы спинного мозга противоположной стороны. Необходимо отметить тот факт, что волокна проходят не строго горизонтально, а косо и вверх. Таким образом, переход осуществляется на 1–2 сегмента выше, что приводит к "перекрытию" сегментов.
- Таким образом, проводники от нижних конечностей располагаются латерально, а от верхних – медиально. Поэтому при экстремедуллярном характере процесса с учетом соматотопического представительства в ходе волокон спинно-таламического тракта имеет место "восходящий" тип нарушения чувствительности (от дистальных отделов ног и выше с наличием горизонтального уровня поражения).

- **5. Расстройство всех видов чувствительности по сегментарному типу** на стороне поражения, если повреждено два сегмента и более.
- **6. Вегетативные (сосудисто-трофические) нарушения** выявляются на стороне поражения и в зоне соответствующих сегментов.
- **7. Отсутствие расстройств функций мочеиспускания и дефекации**, так как произвольные сфинктеры органов малого таза имеют двустороннюю корковую иннервацию (в составе переднего кортико-мышечного пути).



**Схема расстройства поверхностной чувствительности у больного с синдромом Броун–Секара с верхней границей D<sub>XI</sub> (на уровне поясничного отдела позвоночника) – болевая (1) и температурная (2) анестезия.**

**Спасибо  
за внимание!  
УСПЕХОВ!**