

# МОТОРИКА

## (регуляция движений)

Моторные рефлексy спинного мозга.

Моторные рефлексy ствола мозга.

Моторные рефлексy мозжечка.

Моторные рефлексy больших полушарий.

Взаимодействие рефлекторной деятельности всех уровней ЦНС.

- Сокращение скелетных мышц направлено не только на выполнение истинных **целенаправленных локомоций**, но и на противодействие гравитационным силам, на сохранение позы. Такие движения называются **позными**.
- Подавляющее большинство движений человека являются рефлекторными - для осуществления их необходимо прохождение нервного импульса через звенья рефлекторной дуги.
- Но в моторных центрах ЦНС имеются и **автоматические программы** - циклические процессы, осуществляющиеся даже в отсутствии всяких внешних стимулов.

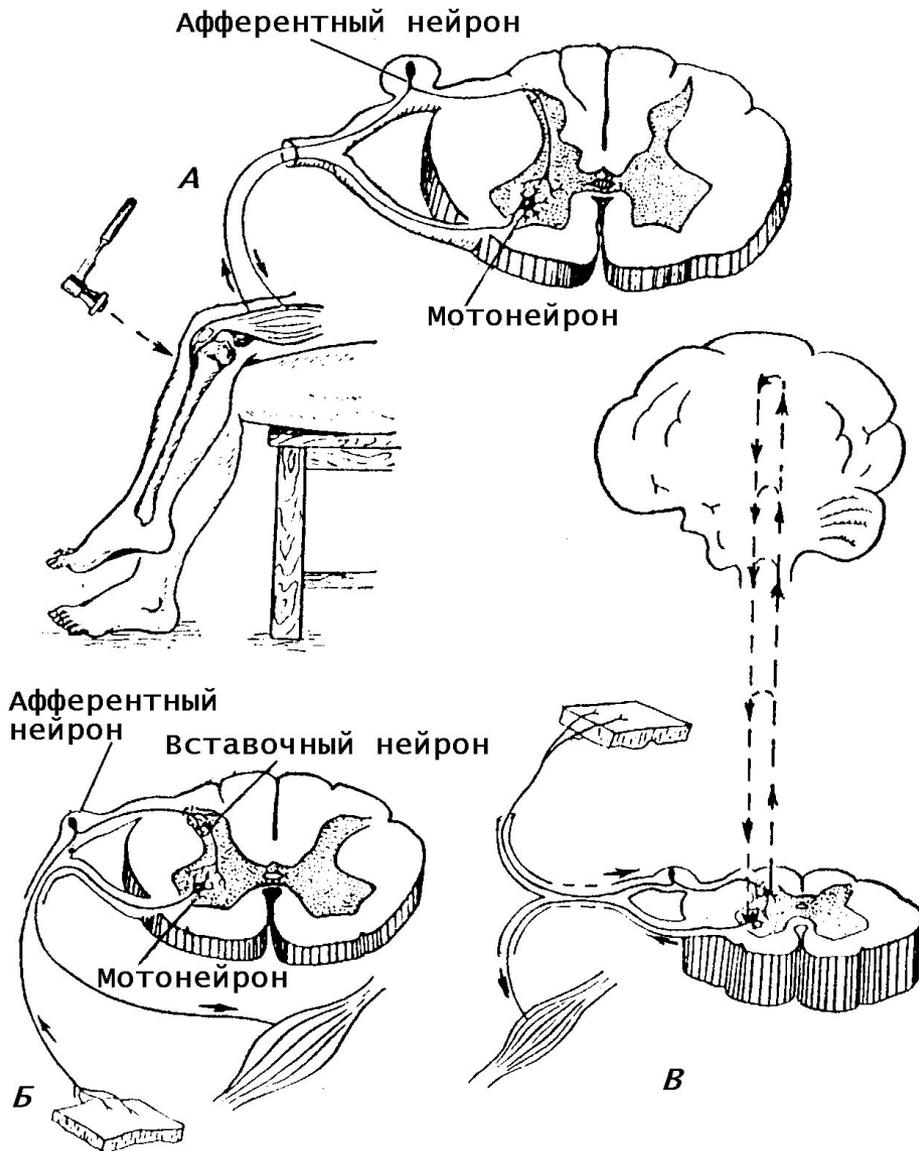
# Рецепторы

- *Проприорецепторы*
- *вестибулярный*
- *рецепторы кожи*
- *зрительный*
- *и другие.*

# Нервные центры

- Спинной мозг, ствол мозга, мозжечок, моторные отделы больших полушарий.
- Многоуровневый нервный центр обеспечивает человеку возможность выполнения всей разнообразной гаммы движений.
- Однако, непосредственный выход к мышцам все вышележащие центры получают через мотонейроны спинного мозга (а мышцы лица - мотонейроны ствола головного мозга).

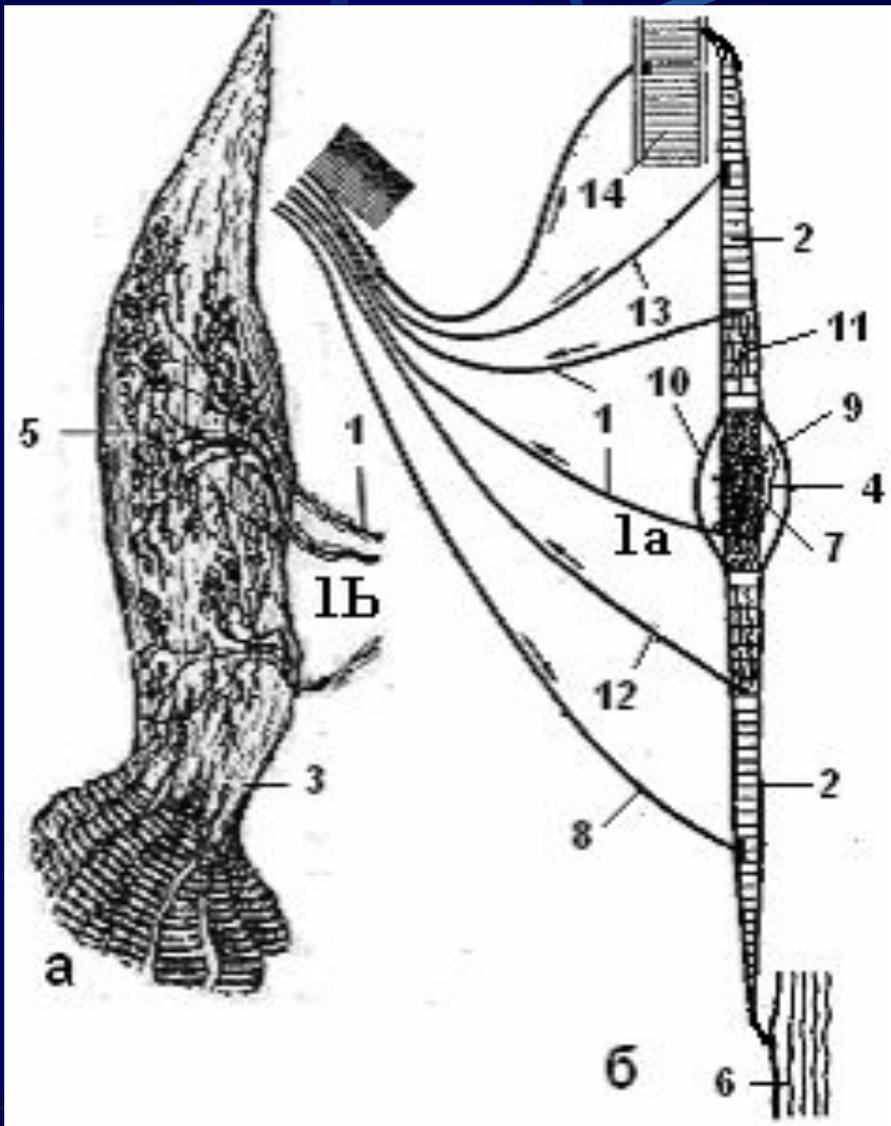
# Центры спинного мозга. Сухожильный рефлекс



# Спинной мозг

- В сегментах спинного мозга пул мотонейронов каждой мышцы находится в определенном месте:
- *сгибатели лежат латерально,*
- *разгибатели занимают медиальные участки рогов.*
- Основными функциями пула являются:
  - а) замыкание рефлекса, выполняемого самим спинным мозгом,*
  - б) преобразование управляющих сигналов от верхних этажей ЦНС в команды к конкретным мышечным волокнам.*

# Схема сухожильного органа (а), мышечного веретена (б).



- 1,12- афферентные волокна,
- 2 – интрафузальное мышечное волокно,
- 3 – сухожилие,
- 4 – капсула,
- 5,7,11 – чувствительные нервные окончания,
- 6 – экстрафузальные мышечные волокна,
- 8, 13 - γ-эфференты,
- 9 – ядра,
- 10 – ядерная сумка.

## Плотность проприорецепторов

- Количество мышечных веретен и сухожильных органов в различных мышцах неодинаково. Чем более сложную, более значимую для человека функцию выполняет мышца, тем больше в ней число веретен, выше их плотность.
- Например, в мышце, приводящей большой палец кисти, насчитывается 29 веретен на 1 г, а в трехглавой плеча - 1,4 на 1 г.
- Плотность сухожильных органов примерно в 1,5 - 2 раза меньше.

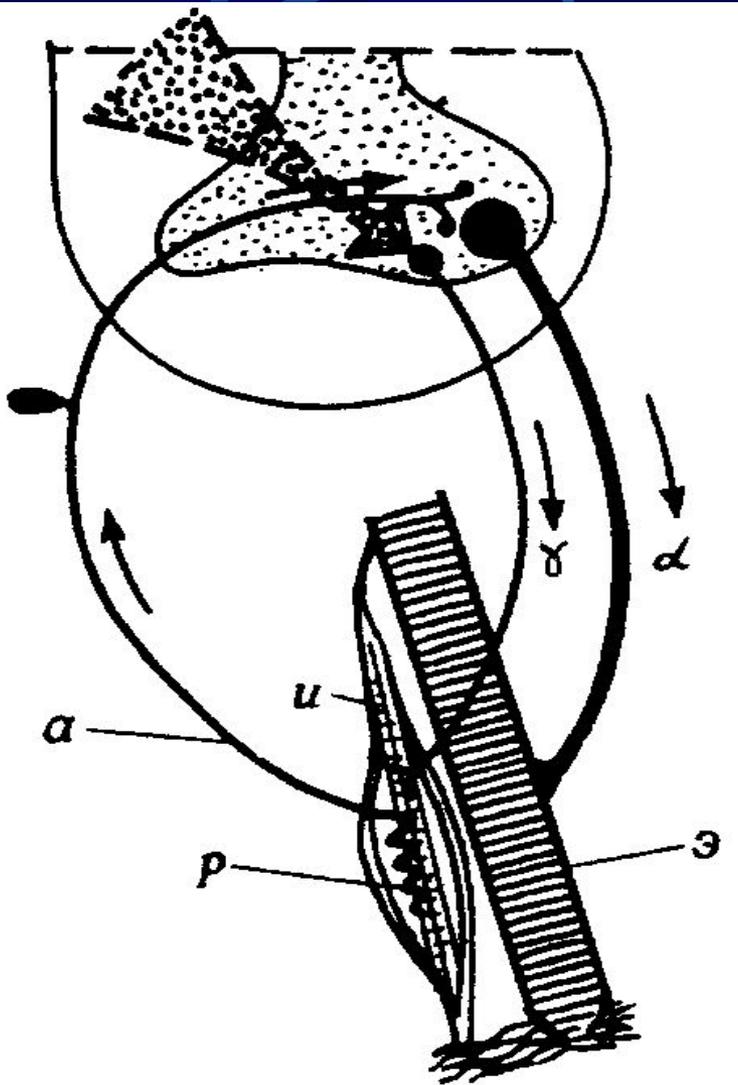
# Взаимодействие нейронов в спинном мозге



# Функции проприорецепторов

- *Мышечные веретена* - контролируют длину мышцы – отправляют сигналы в ЦНС.
- Кроме того обеспечивают эффект гамма-петли:  
В естественных условиях возбуждение  $\alpha$ - и  $\gamma$ -мотонейронов соответствующих мышц возникает чаще всего одновременно. Но вследствие различной скорости проведения (по  $\alpha$ -мотонейрону - 70-120 м/с,  $\alpha$ - по  $\gamma$ - - 10-40 м/с) оно достигает соответствующих мышечных волокон неодновременно: экстрафузальные волокна начинают сокращаться раньше интрафузальных. Но начавшие сокращаться с некоторым отставанием интрафузальные волокна растягивают капсулу центральной ядерной зоны веретена, что приводит к раздражению расположенных здесь нервных окончаний и поступлению от них сигналов в центры.
- *Сухожильные органы* - контролируют напряжение мышцы (силу сокращения):
  - а) отправляют сигналы в ЦНС,
  - б) останавливая слишком сильное сокращение тормозя свои  $\alpha$ -мотонейроны (волокна 1Ь).

# Гамма-регуляция мышечного сокращения ( $\gamma$ - ПЕТЛЯ): механизм усиления сокращения мышц

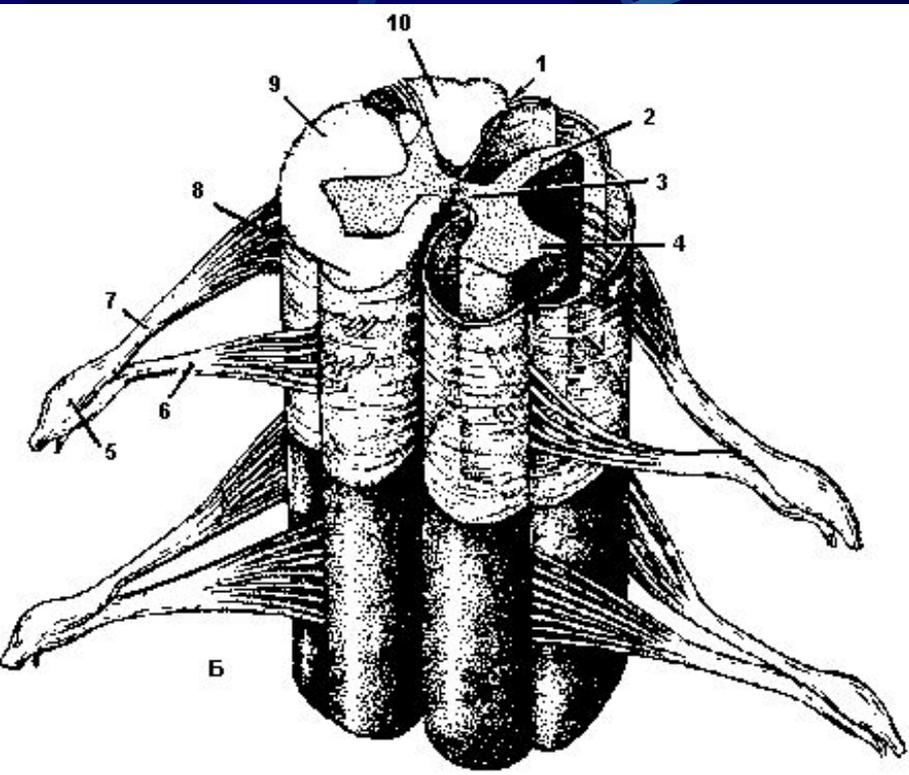


- РФ - ретикулярная формация ствола мозга указана широкой стрелкой,
- а - афферентное волокно,
- и - интрафузальные мышечные волокна,
- э - экстрафузальные волокна,
- р - мышечное веретено,
- α, γ - соответствующие эфференты мотонейронов спинного мозга.

## **Функция сухожильных органов**

- Чувствительность сухожильных органов низкая. Они возбуждаются при сильном сокращении мышцы. А так как они морозят мотонейроны собственной мышцы, то они тормозят сильное мышечное сокращение. Тем самым мышца (или ее сухожилие) предохраняется от разрыва.

# Рефлексы спинного мозга

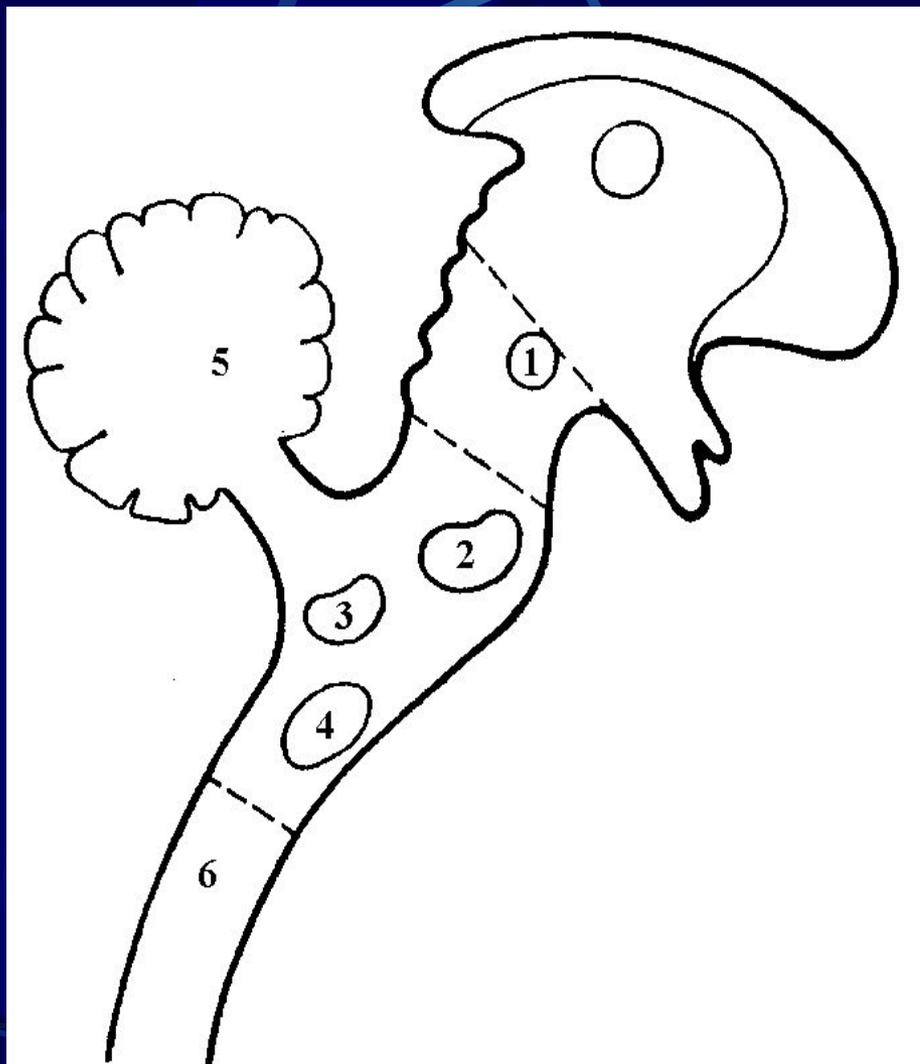


- **Сегментарные:**  
моносинаптические и полисинаптические.
- **Межсегментарные двигательные:**  
сгибательный  
перекрестный разгибательный  
чесательный  
шагательный
- **Сомато-висцеральные**
- **Висцеро-соматические**

# Спинальный шок

- У здорового человека спинной мозг тонизируется головным (нисходящие влияния ретикулярной формации).
- При разрыве связи с головным мозгом наступает временное исчезновение рефлексов спинного мозга – СПИНАЛЬНЫЙ ШОК.

# Двигательные центры ствола головного мозга.



- 1 - красное ядро,
- 2 - ядро ретикулярной формации моста,
- 3 - вестибулярное ядро,
- 4 - ядро ретикулярной формации продолговатого мозга,
- 5 - мозжечок,
- 6 - спинной мозг.

## Связи центров ствола

- Рефлексы ствольных моторных ядер реализуются через нисходящие влияния на мотонейроны спинного мозга. Нисходящие пути нейронов ядер ствола оканчиваются на соответствующих мотонейронах спинного мозга, где они возбуждают мотонейроны одного типа мышц, тормозя при этом мотонейроны мышц-антагонистов.
- С помощью указанных центров ствола происходит перераспределение мышечного тонуса: вестибулярное ядро возбуждает мотонейроны разгибателей, а красное ядро - сгибателей.

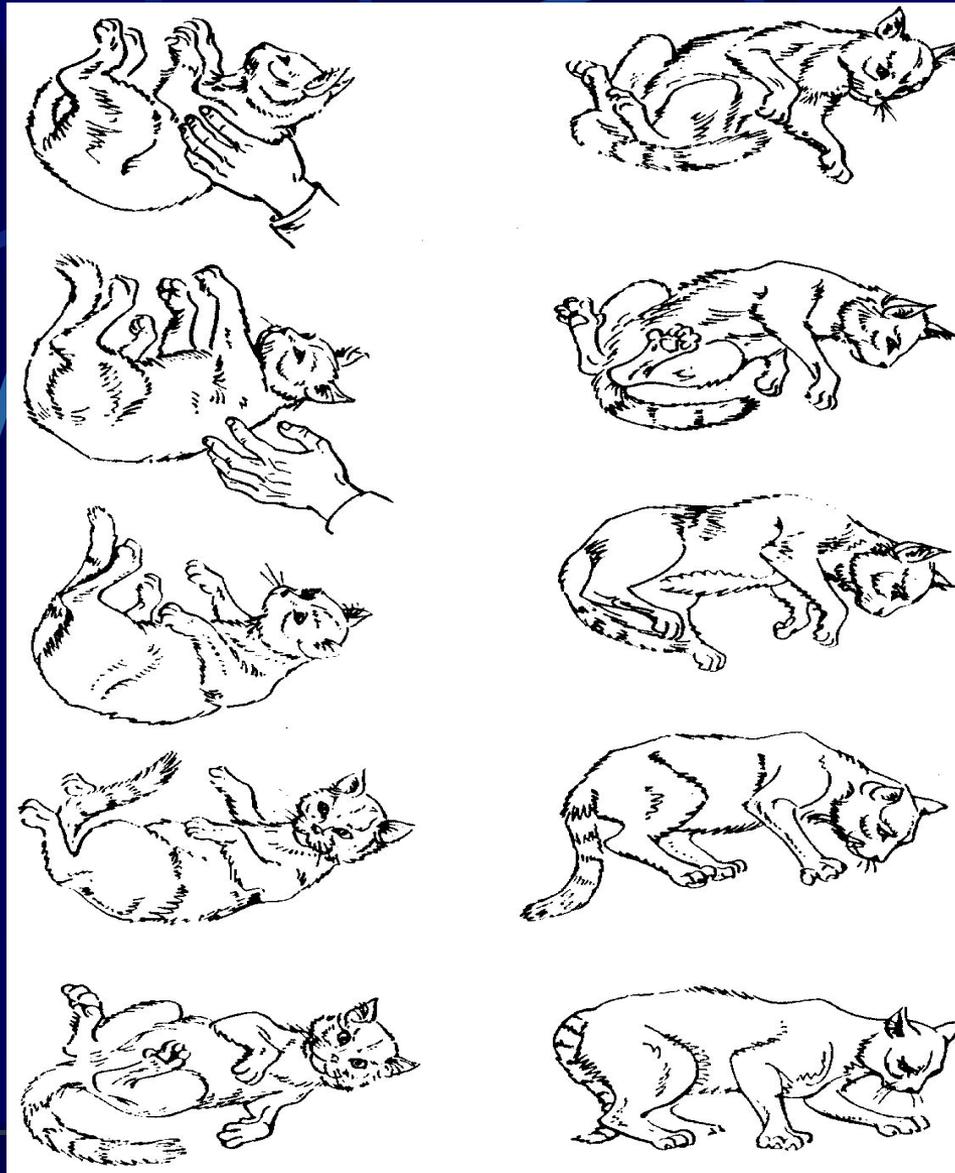
# Двигательные центры ствола головного мозга

- Стволовые центры обеспечивают *сохранение равновесия и нормальное вертикальное положение тела в условиях действия гравитационного поля Земли как в состоянии покоя, так и при движении.*
- При этом ведущим является обеспечение естественного (вертикального) положения головы и глаз относительно линии горизонта.

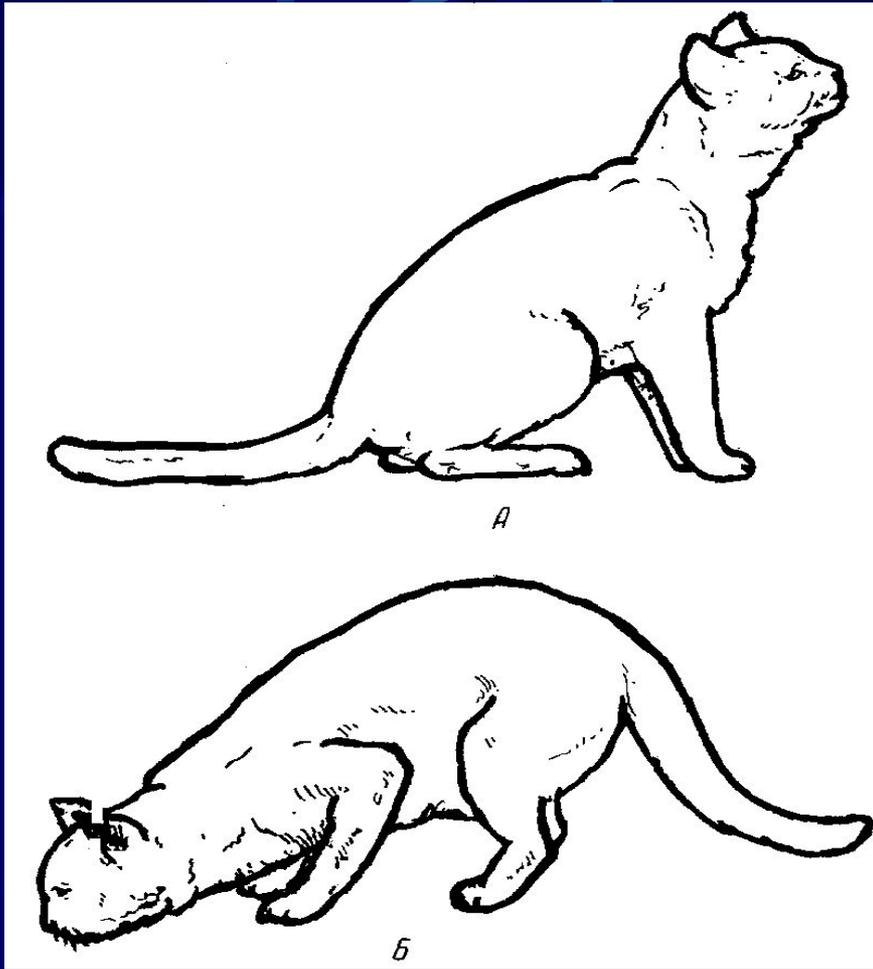
# Рефлексы ствола мозга

- Позные рефлексы:  
*Шейные,*  
*Вестибулярные,*  
*глазо-двигательные.*
- Статокинетические рефлексы:  
*Статические,*  
*Тонические,*  
*Ориентировочные.*
- проприорецепторы  
мышц шеи
- рецепторы  
вестибулярного  
анализатора

# Позные рефлексy кошки при падении

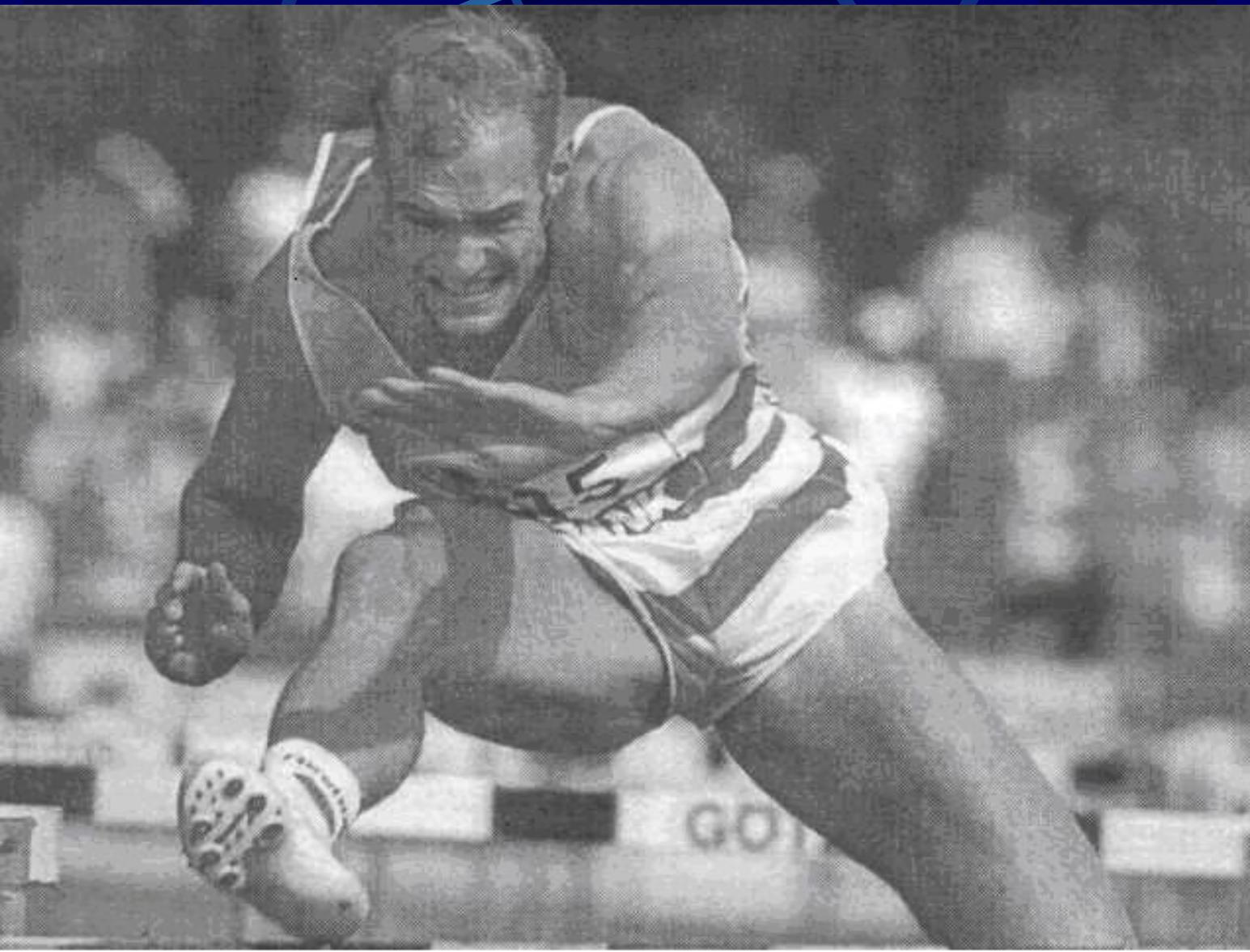


# Перераспределение тонуса мышц при наклоне головы

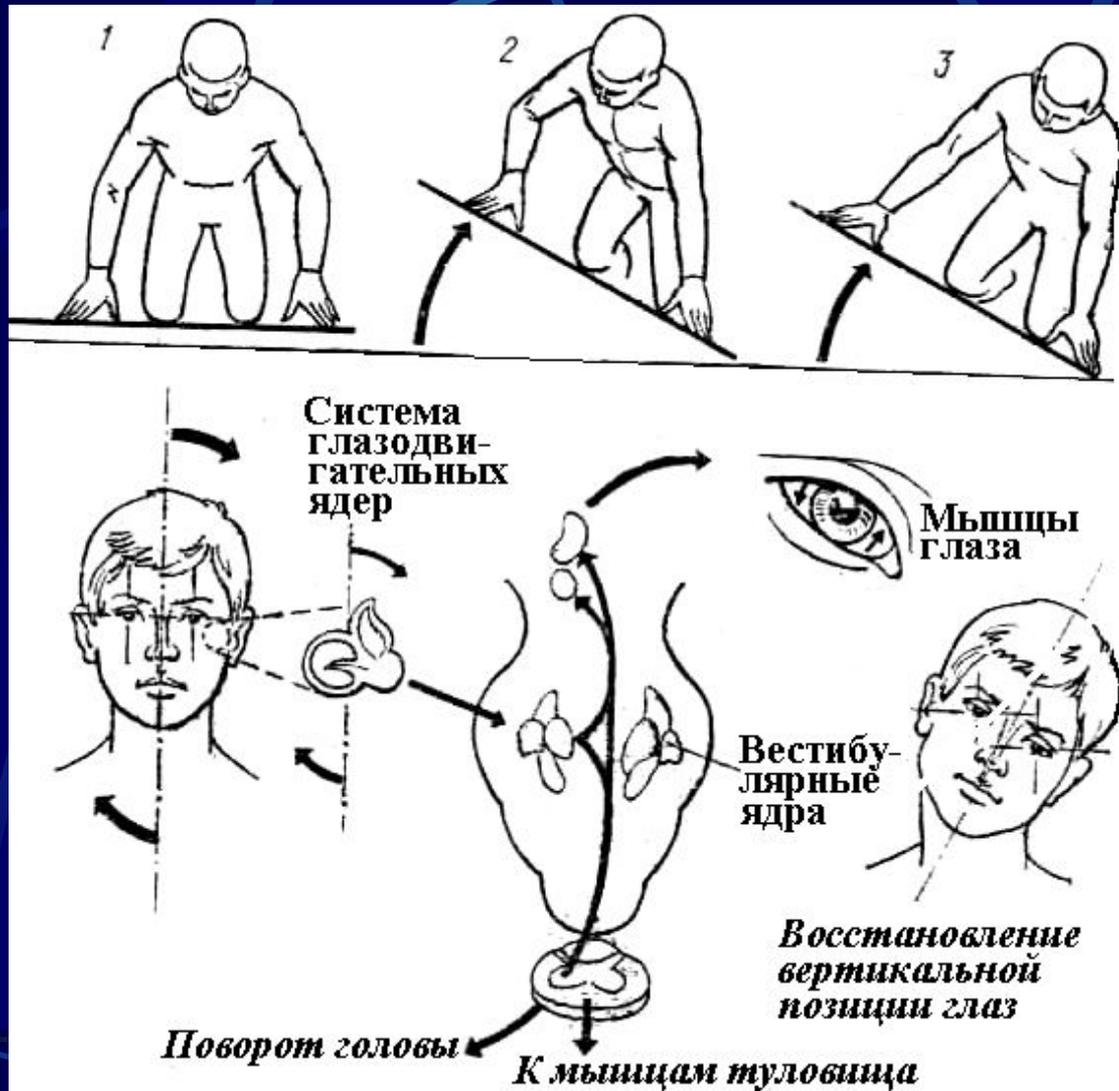


- Пример шейного рефлекса

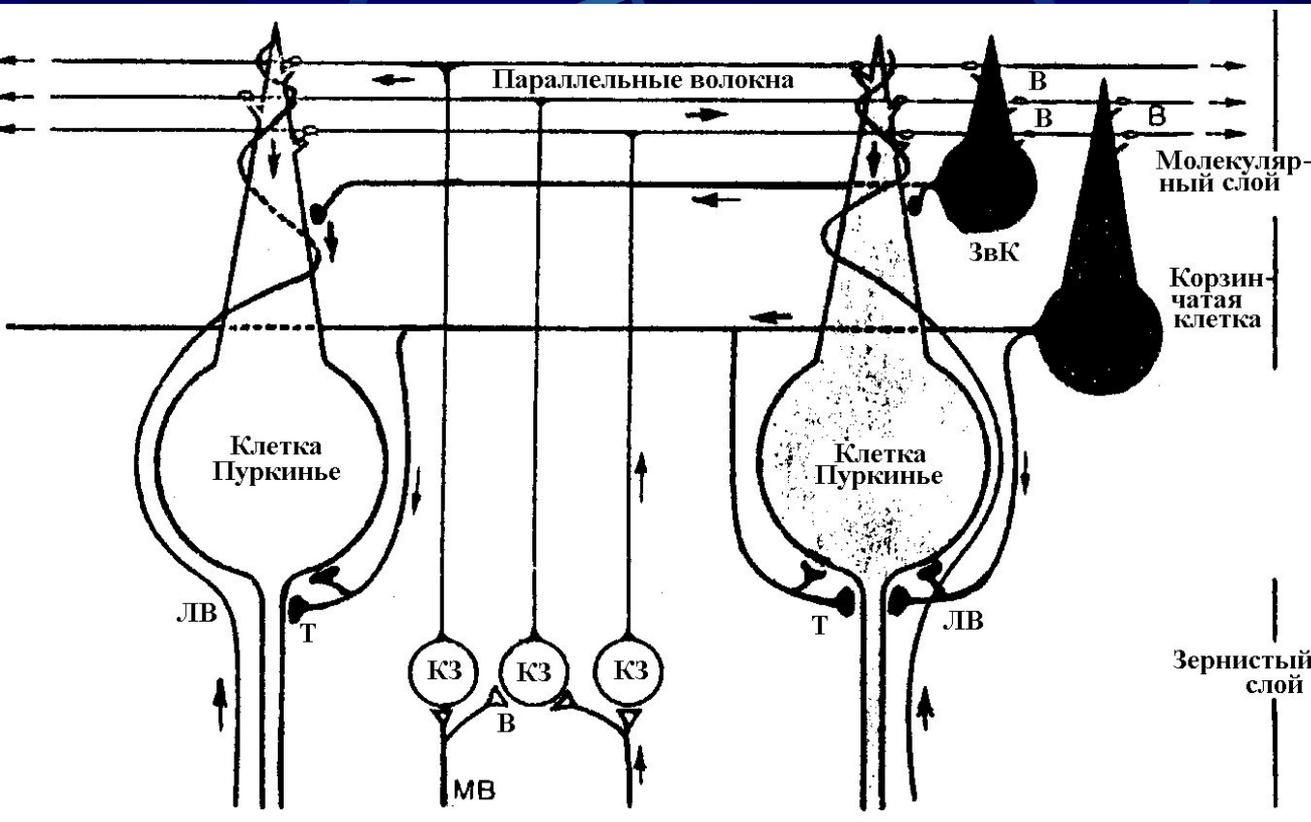
# Перераспределение тонуса мышц при наклоне ГОЛОВЫ



# Участие лабиринта в сохранении горизонтального состояния глаз при наклонах головы

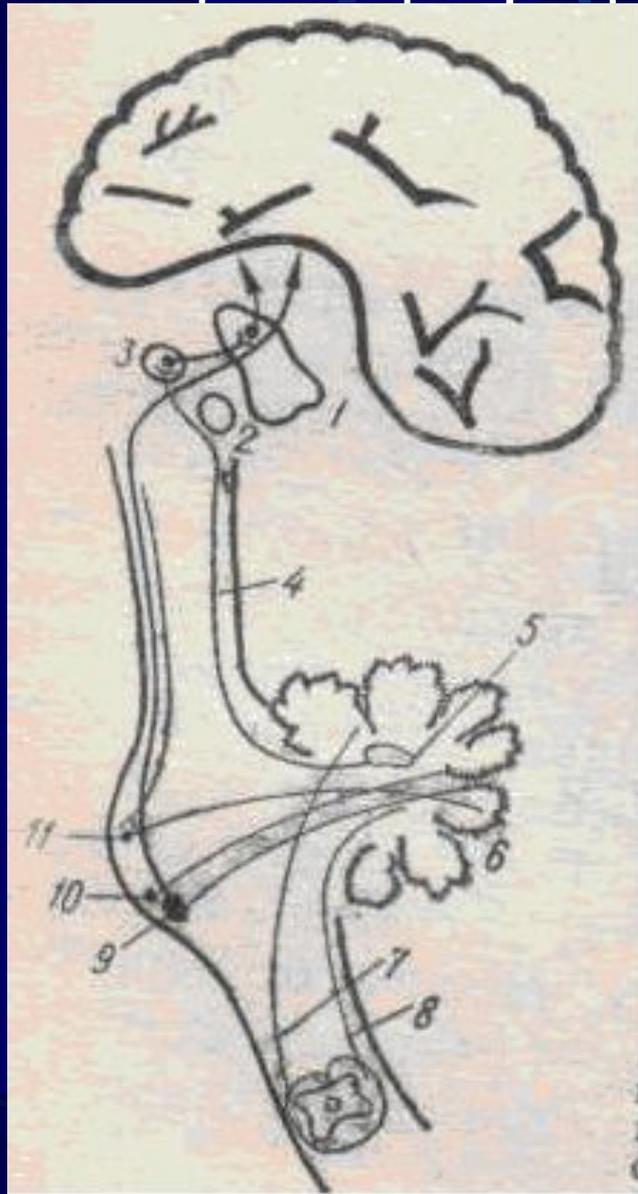


# Синаптические связи нейронов коры мозжечка



- **ЛВ** - лазающие волокна,
- **КЗ** - клетки-зерна,
- **МВ** - мшистые волокна,
- **ЗвК** - звездчатые клетки,
- **Т** - торможение,
- **В** - возбуждение

# Связи мозжечка



- 1- таламус,
- 2- черная субстанция,
- 3 - красное ядро,
- 4 - цереброталамический путь,
- 5 - зубчатое ядро,
- 6 - мозжечок,
- 7, 8 - пути,
- 9 - олива,
- 10 - вестибулоцеребеллярный тракт.

## Связи коры мозжечка

- К коре мозжечка импульсация поступает от вестибулярных ядер, от соматосенсорной системы, а также от коры больших полушарий.
- **Возбуждение клеток Пуркинье усиливает тормозящее влияние на:**
  - ***а) различные подкорковые ядра самого мозжечка,***
  - ***б) ствола мозга (красное и вестибулярное ядра),***
  - ***в) моторную зону коры больших полушарий.***

## Моторные функции мозжечка

- а) соучастие в регуляции позы и мышечного тонуса,
- б) исправление (при необходимости) медленных целенаправленных движений в ходе их выполнения,
- в) координация этих движений с рефлексамии поддержания позы,
- г) правильное, более точное выполнение быстрых целенаправленных движений, команда к выполнению которых поступает от коры больших полушарий,
- д) уточнение и заучивание программ сложных осознанных движений.

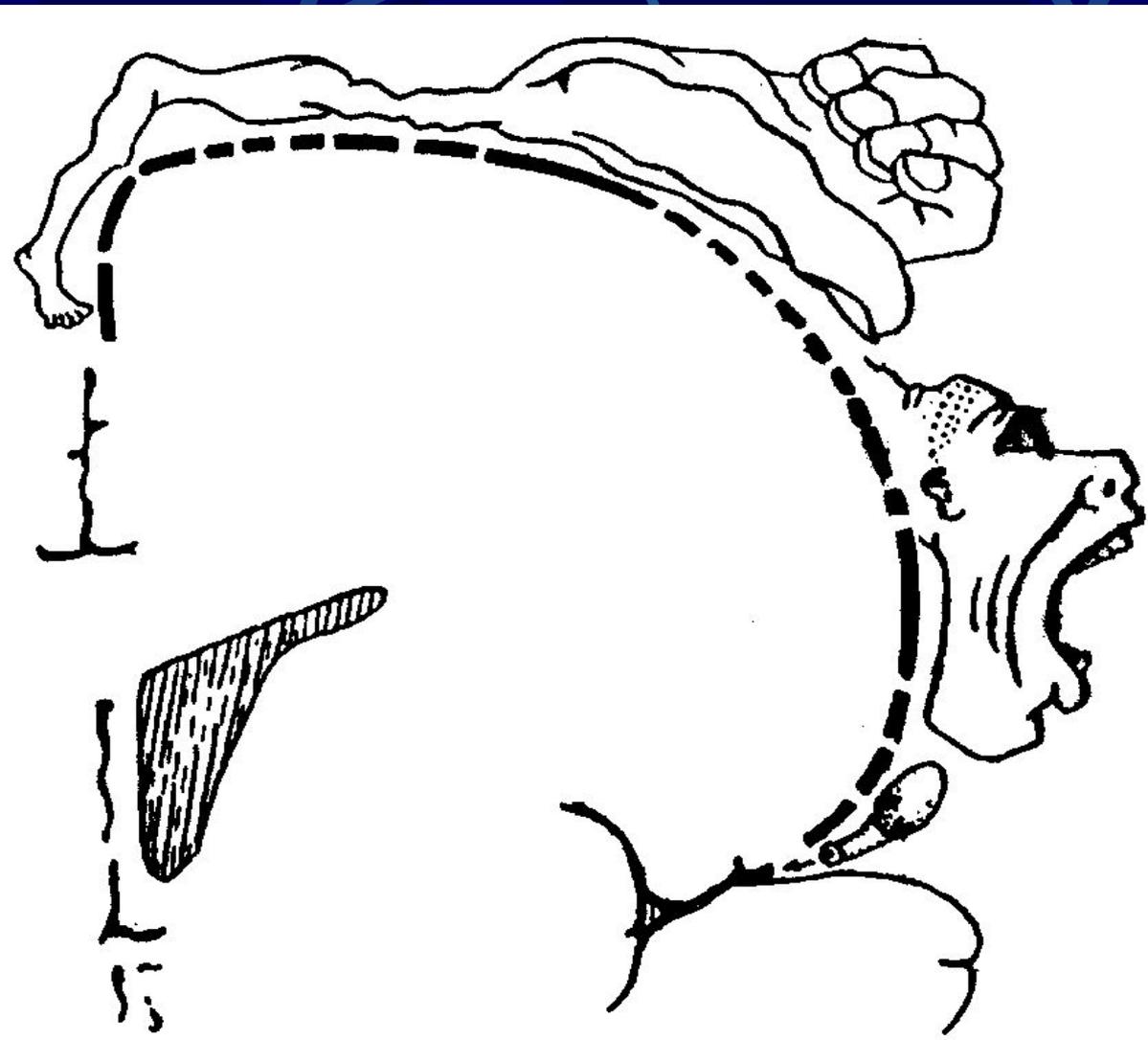
## Нарушения, развивающиеся при поражении мозжечка

- *Тремор в начале и конце движений,*
- *асинергия,*
- *атаксия,*
- *ассимметрия движений,*
- *общая атония,*
- *дефекты речи.*

# Участие больших полушарий в регуляции движений

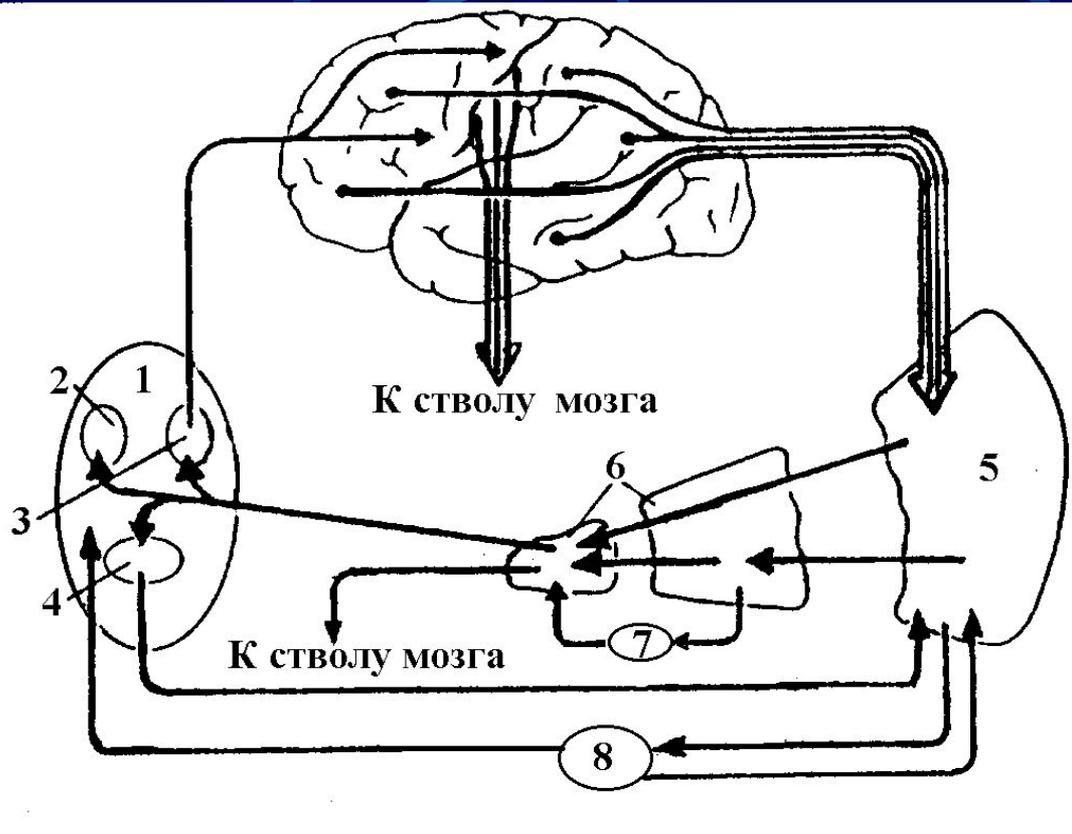
- Большие полушария (кора и подкорковые ядра) обеспечивают выполнение сознательных движений.

# Расположение мотонейронов в передней центральной извилине



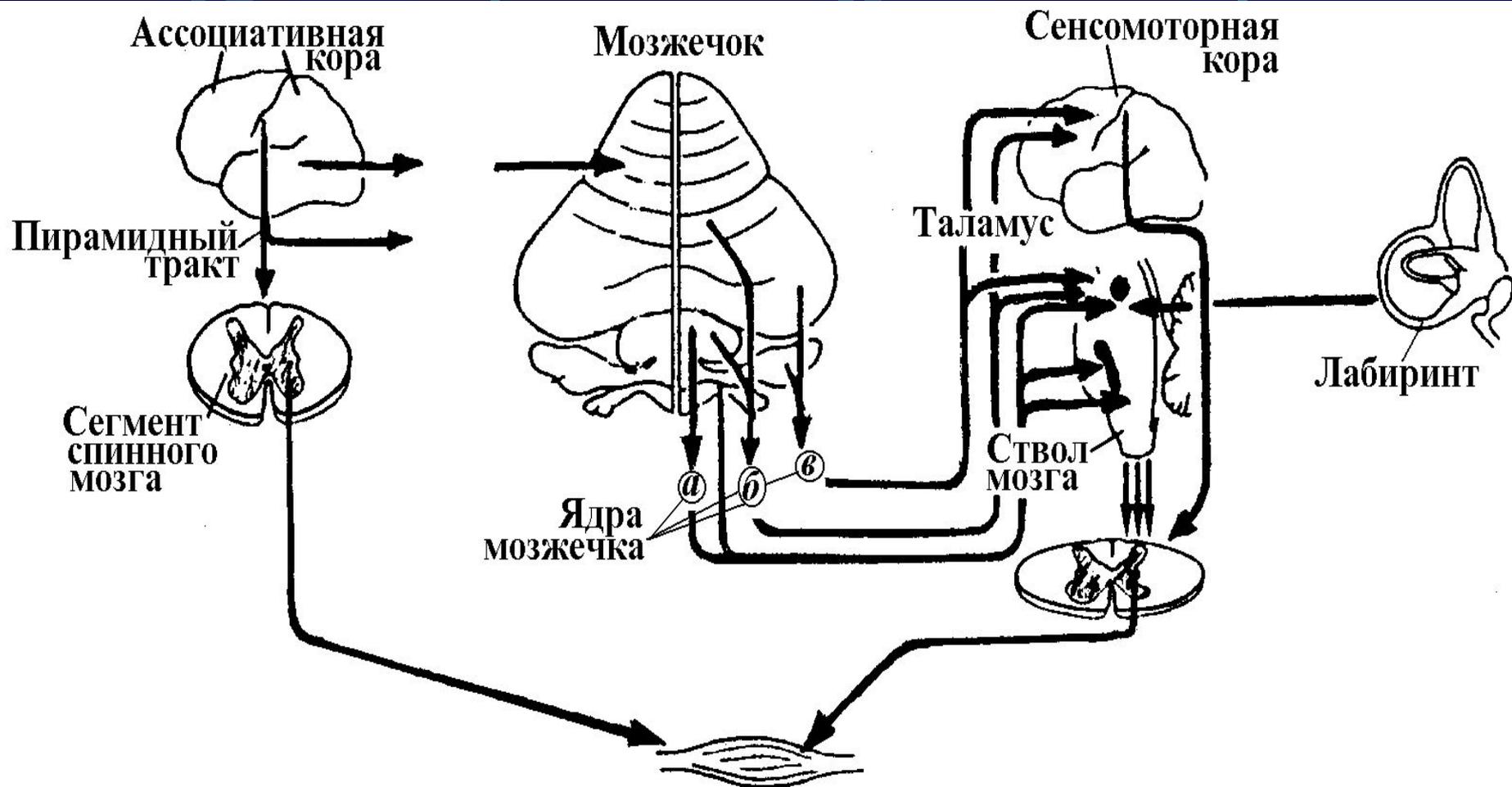
- Отсюда начинаются пирамидные пути к мотонейронам спинного мозга, для осуществления движения в конкретном суставе.

# Участие базальных ганглий в регуляции движений



- 1 - таламус: (2 - передневентральное, 3 - вентролатеральное и 4 - срединное ядра),
- 5 - полосатое тело,
- 6 - бледный шар,
- 7 - субталамическое ядро,
- 8 - черная субстанция

# Взаимодействие различных отделов моторной системы ЦНС



# Проекция центра тяжести стоя на двух и одной ноге

