

# ДВИГАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ (продолжение)

# СТВОЛ ГОЛОВНОГО МОЗГА

## ДВИГАТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ:

организация позных движений,  
движения глаз.

## ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРЫ:

продолговатый мозг,  
мост,  
средний мозг.

# РОЛЬ СТВОЛА ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

У

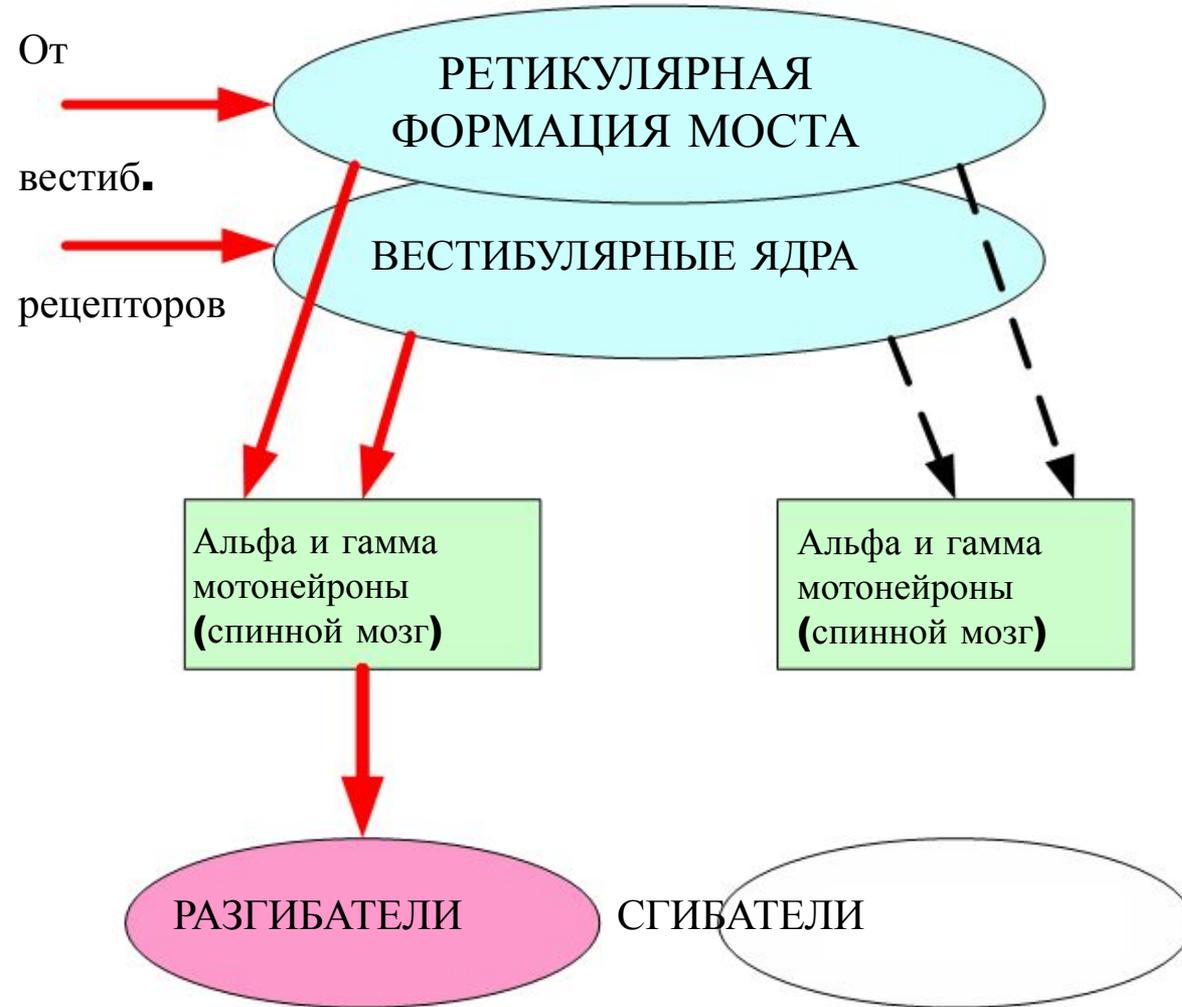
Обеспечивает **1)** примитивные формы поведения и **2)** поддержание жизненно важных функций.

- Получает всю сенсорную информацию (кроме обоняния)
- Управляет всей периферией (через черепные нервы и спинной мозг)
- Участвует в чередовании сна и бодрствования (ретик.форм.)
- Обеспечивает врождённые стереотипные движения и примитивные реакции на внешние раздражители.

Двигательные системы ствола:

- Ретикулярная формация – антигравитационная система
- Вестибулярные ядра Дейтерса – система равновесия
- Красные ядра – система стереотипных движений
- Четверохолмие – система настораживания

# БУЛЬБАРНОЕ ЖИВОТНОЕ – децеребрационная ригидность



АНТИГРАВИТАЦИОННАЯ СИСТЕМА

# МЕЗЕНЦЕФАЛЬНОЕ ЖИВОТНОЕ – нормальный тонус



# КЛАССИФИКАЦИЯ ВЕСТИБУЛЯРНЫХ РЕФЛЕКСОВ

- ВЕСТИБУЛО-СОМАТИЧЕСКИЕ РЕФЛЕКСЫ  
(статические и статокинетические)
- ВЕСТИБУЛО-ГЛАЗОДВИГАТЕЛЬНЫЕ РЕФЛЕКСЫ  
(фиксация взора, нистагм)
- ВЕСТИБУЛО-ВЕГЕТАТИВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ

# ВЕСТИБУЛЯРНЫЕ РЕФЛЕКСЫ (ЛАБИРИНТНЫЕ)

## **1.** СТАТИЧЕСКИЕ РЕФЛЕКСЫ

### **(а)** рефлексы положения:

для поддержания нормальной позы

### **(б)** рефлексы выпрямления:

для возвращения нормальной позы после её изменения

### **(в)** рефлекс фиксации взора:

установка глазных яблок для фиксации изображения в центральной ямке сетчатки

# ВЕСТИБУЛЯРНЫЕ РЕФЛЕКСЫ (ЛАБИРИНТНЫЕ)

## **2.** СТАТОКИНЕТИЧЕСКИЕ РЕФЛЕКСЫ

- для поддержания равновесия во время движения с ускорением:
  - (а) прямолинейного
  - (б) вращательного

### Нистагм:

вращательный, пост-вращательный (движения глазных яблок для фиксации взора во время вращения головы)

# ОСНОВНЫЕ НИСХОДЯЩИЕ ТРАКТЫ

- ВЕСТИБУЛО-СПИНАЛЬНЫЕ
- РЕТИКУЛО-СПИНАЛЬНЫЕ
- РУБРО-СПИНАЛЬНЫЕ
- ТЕКТО-СПИНАЛЬНЫЕ

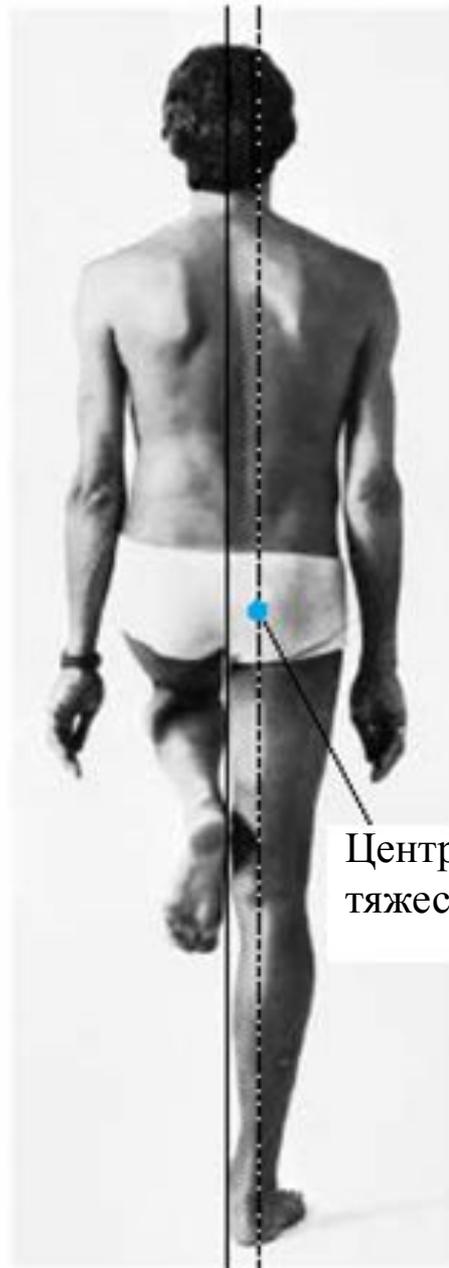
Все они являются частью  
экстрапирамидной двигательной системы.

# РЕФЛЕКСЫ ЧЕТВЕРОХОЛМИЯ – система настораживания

- Двигательная реакция на сильный звук и яркий свет:
- Поворот глаз, ушей, головы и туловища в сторону действующего раздражителя.
- При этом происходит перераспределение тонуса скелетных мышц для сохранения равновесия.
- Является двигательным компонентом ориентировочной реакции (сторожевой рефлекс, старт-рефлекс, рефлекс «что такое?»).
- Импульсы идут по текто-спинальным трактам (к альфа- и гамма-мотонейронам спинного мозга).



Центр  
тяжести

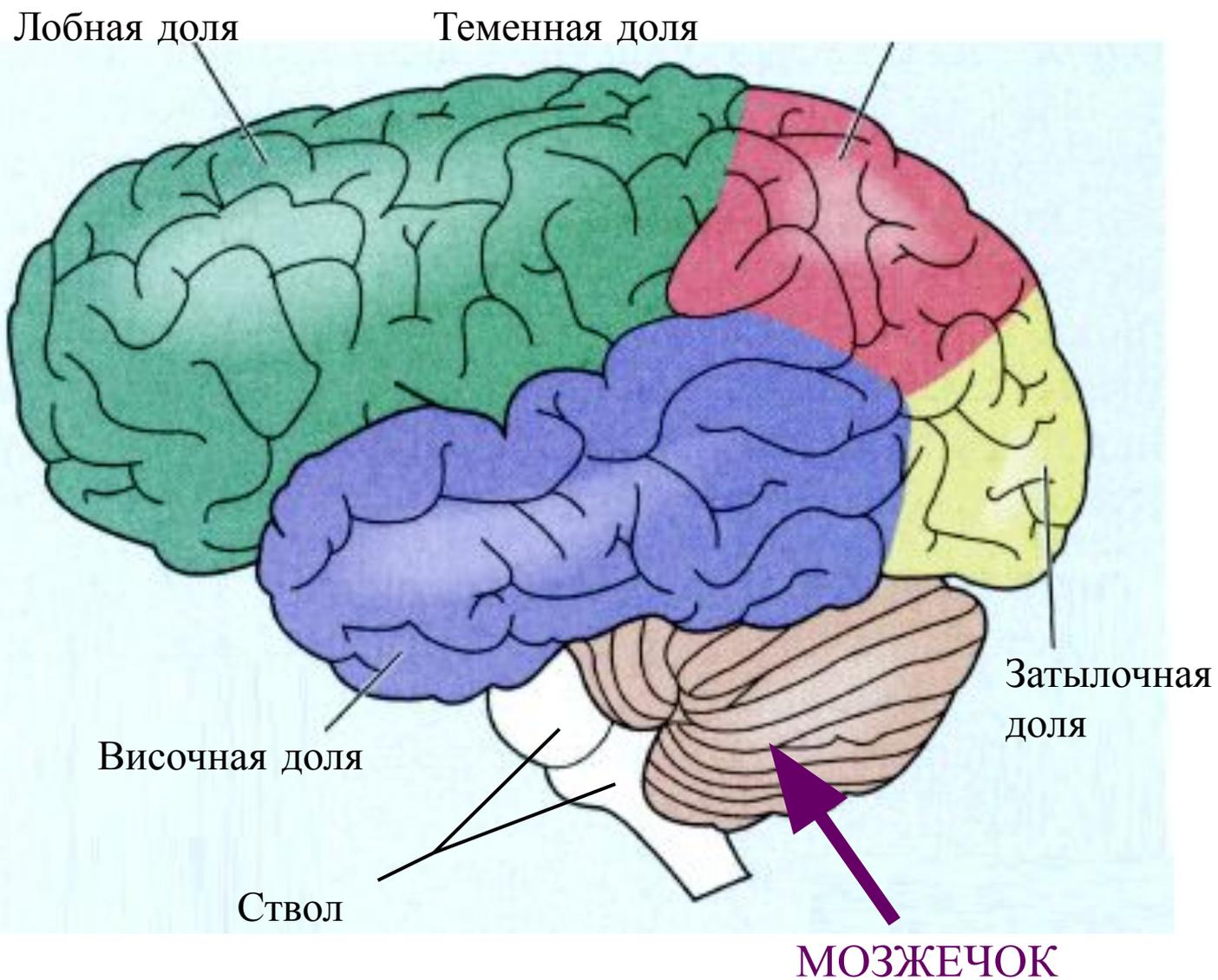


Центр  
тяжести



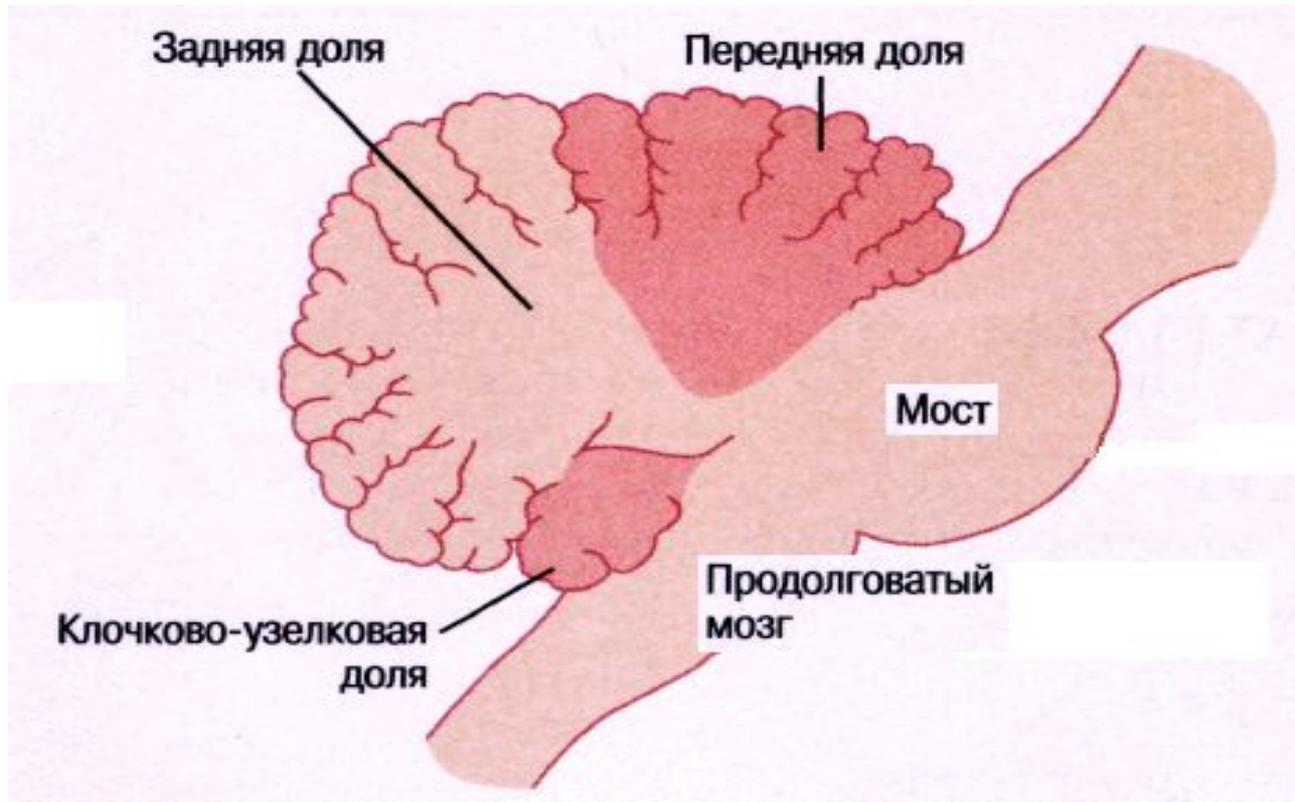
# МОЗЖЕЧОК

ВИРОСТ СТВОЛА ГОЛОВНОГО  
МОЗГА



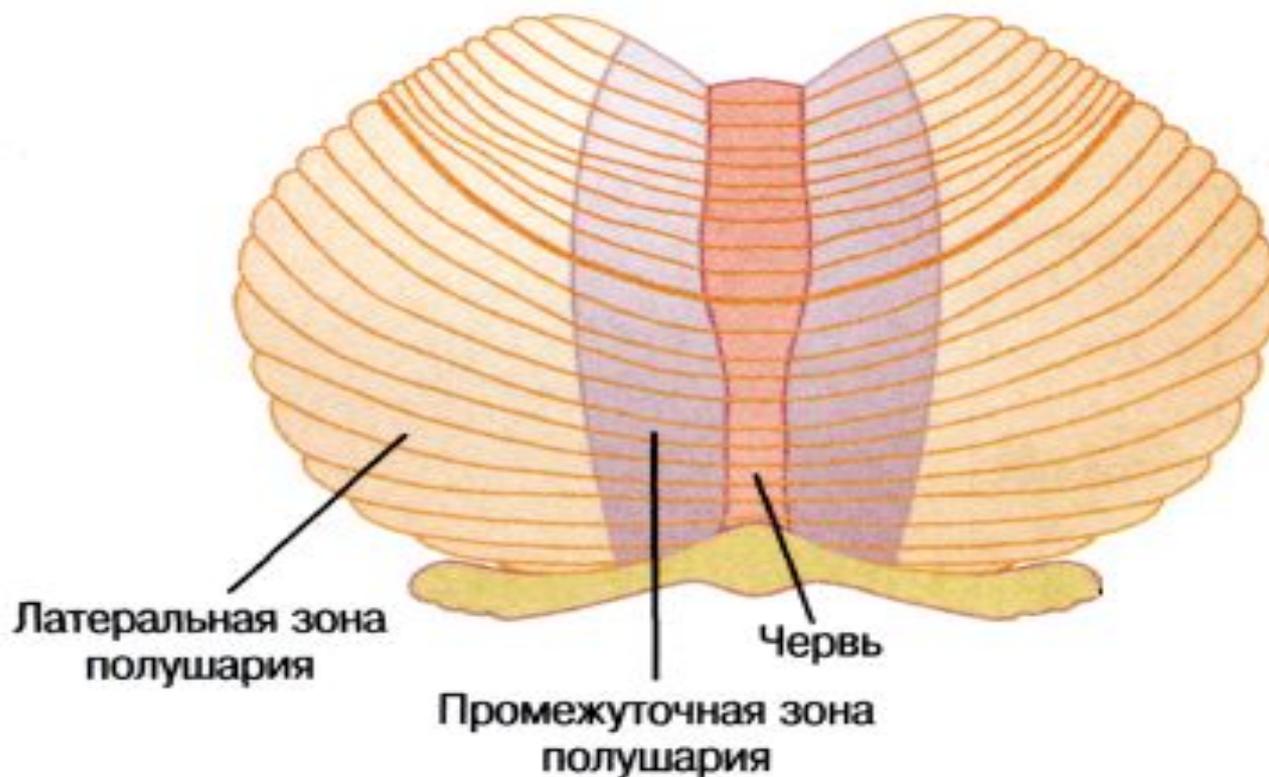
# АНАТОМИЧЕСКОЕ ДЕЛЕНИЕ МОЗЖЕЧКА НА ДОЛИ

- Передняя доля
- Задняя доля
- Клочково-узелковая доля (**flocculus, nodulus**)



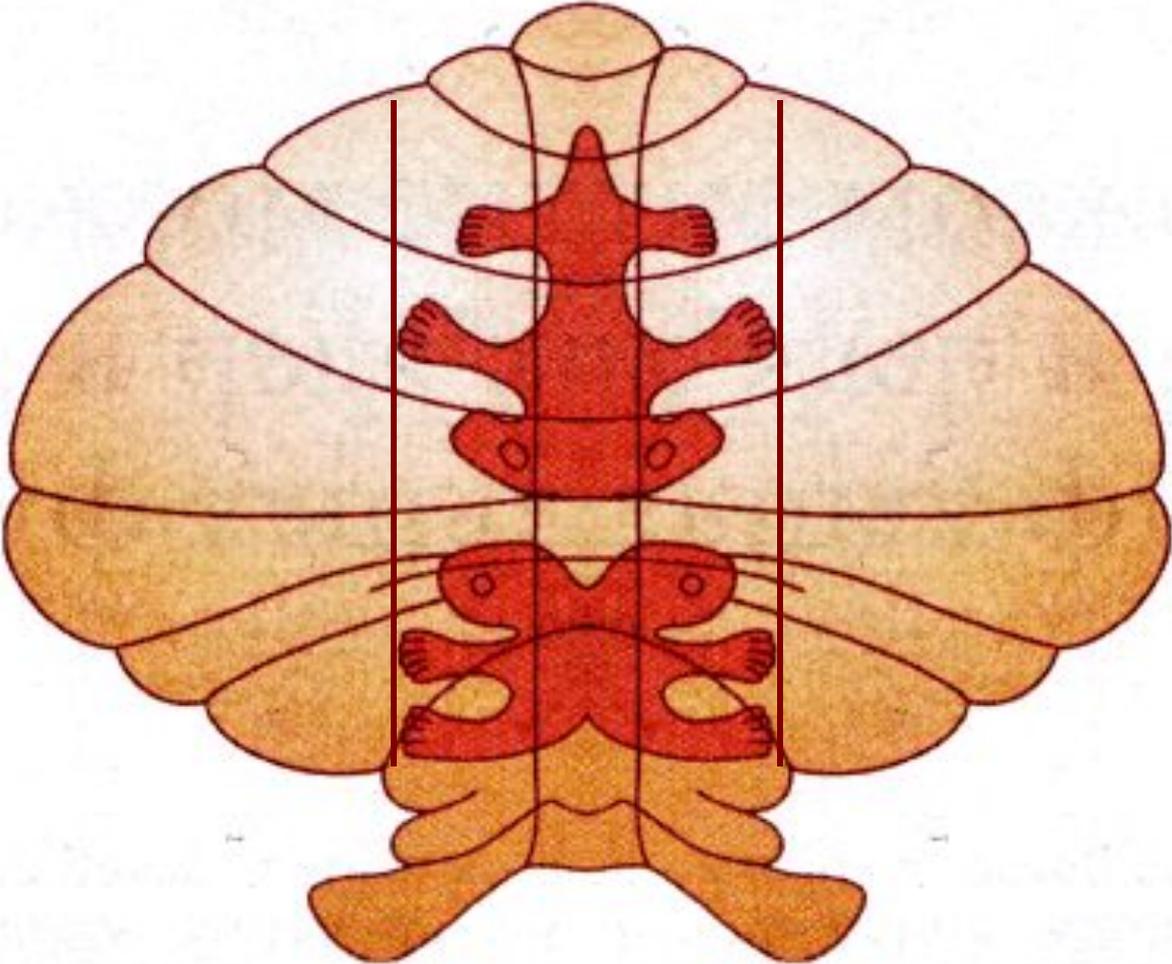
# ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ДЕЛЕНИЕ МОЗЖЕЧКА НА ЗОНЫ

- Червь мозжечка
- Промежуточная зона полушарий
- Латеральная зона полушарий

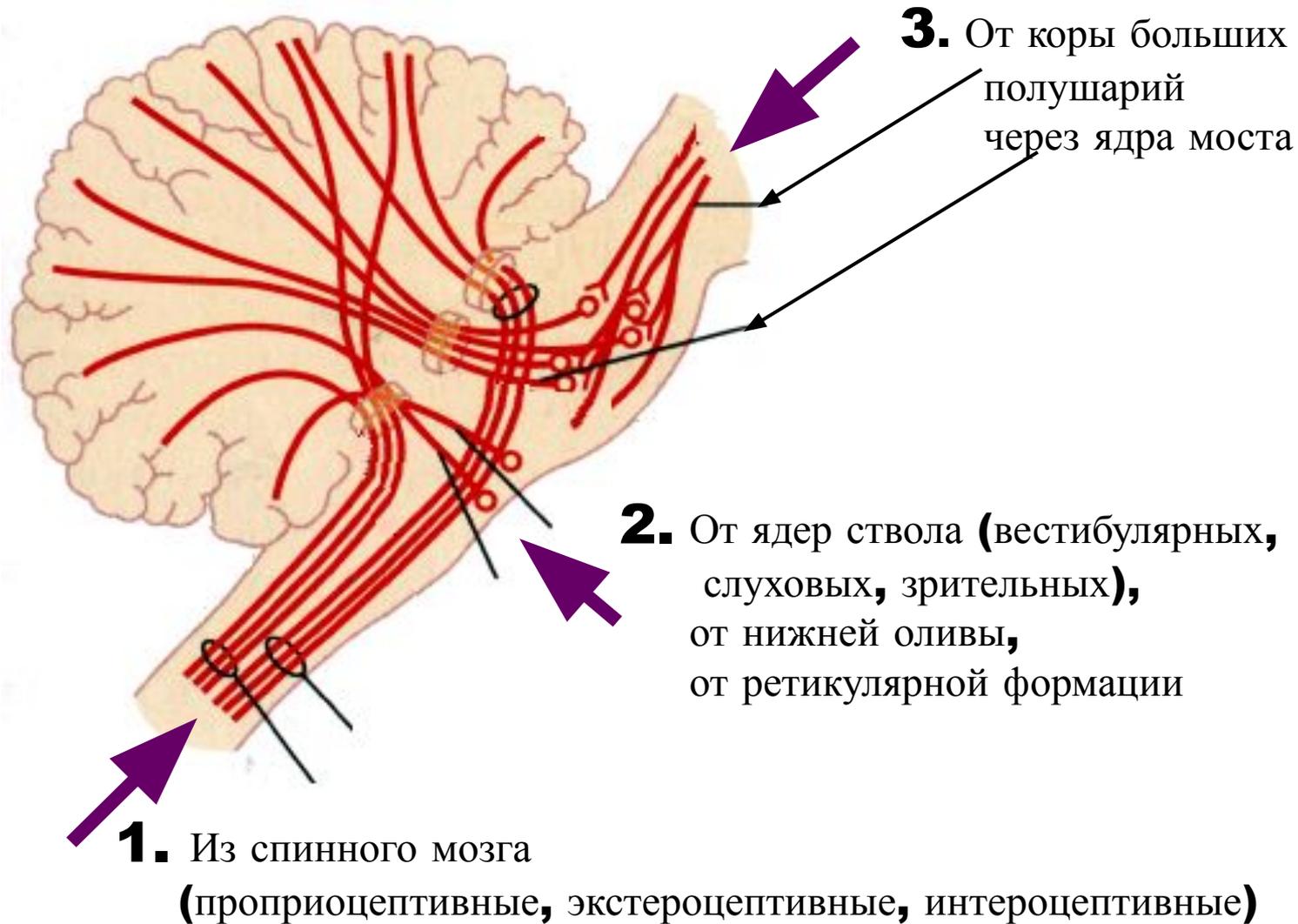


# СОМАТОТОПИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ МОЗЖЕЧКА

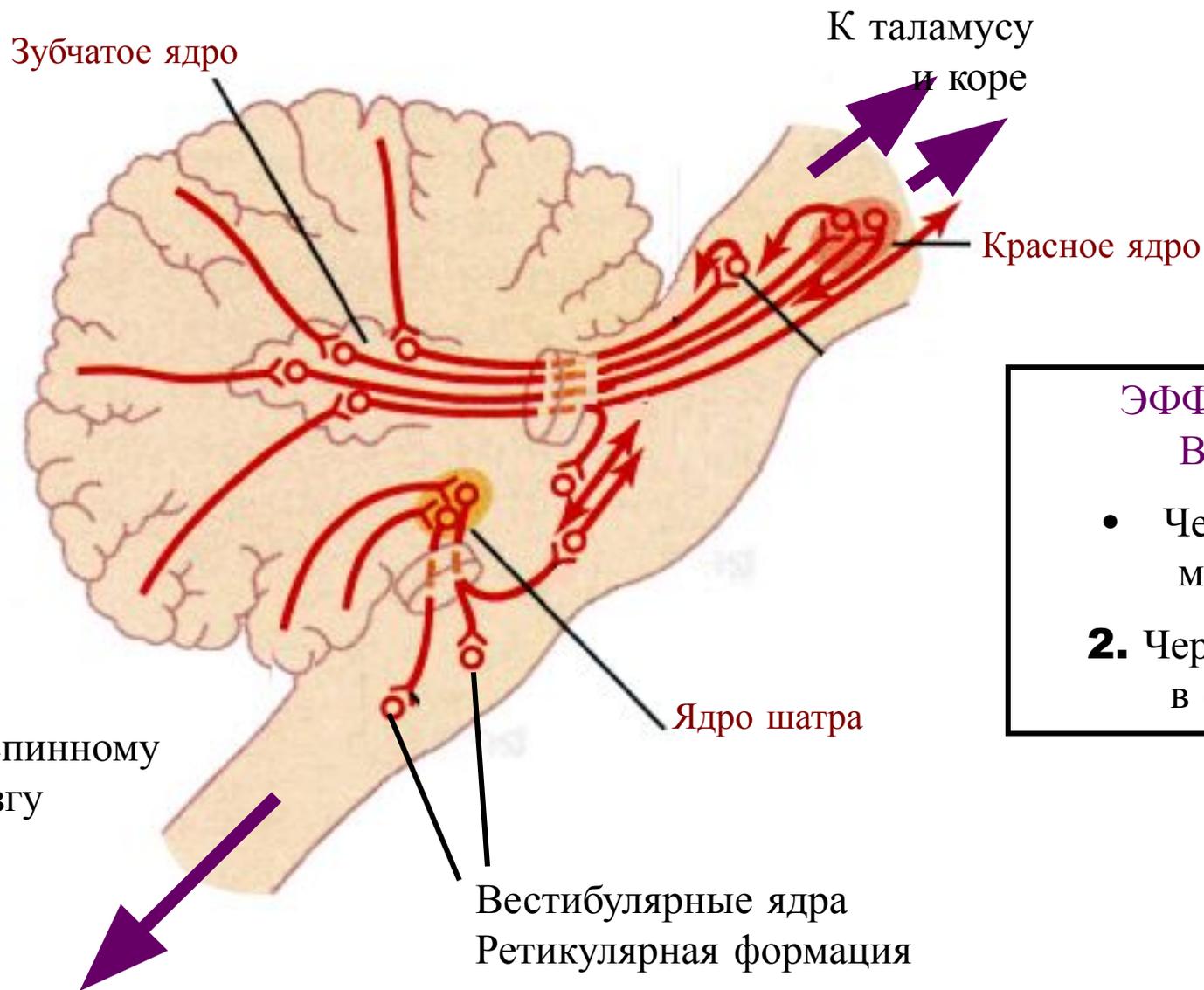
- Голова, шея, туловище, крупные суставы (плечевые и тазобедренные) проецируются в коре **червя мозжечка**.
- Лицо, дистальные части конечностей проецируются в коре **промежуточной зоны**.
- Кора **латеральной зоны** мозжечка не имеет соматотопической организации.



# АФФЕРЕНТНЫЕ ВХОДЫ МОЗЖЕЧКА



# ЭФФЕРЕНТНЫЕ ВЫХОДЫ МОЗЖЕЧКА



## ЭФФЕРЕНТНЫЕ ВЫХОДЫ:

- Через таламус к моторной коре
- 2.** Через ядра ствола в спинной мозг

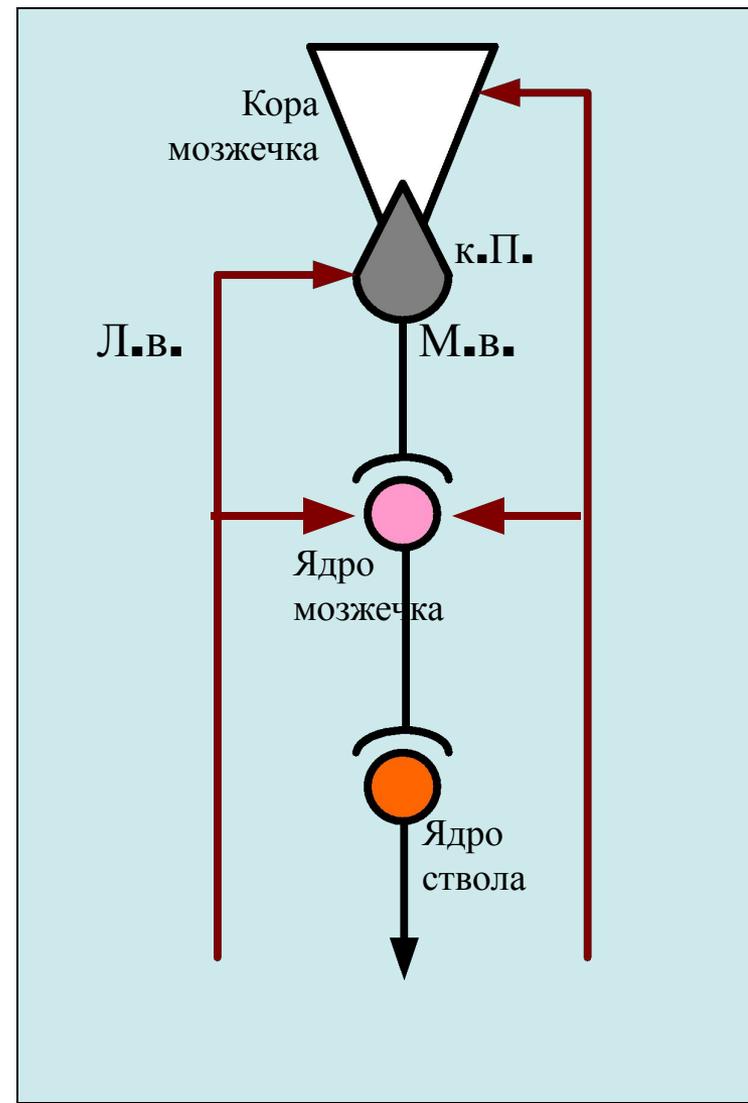
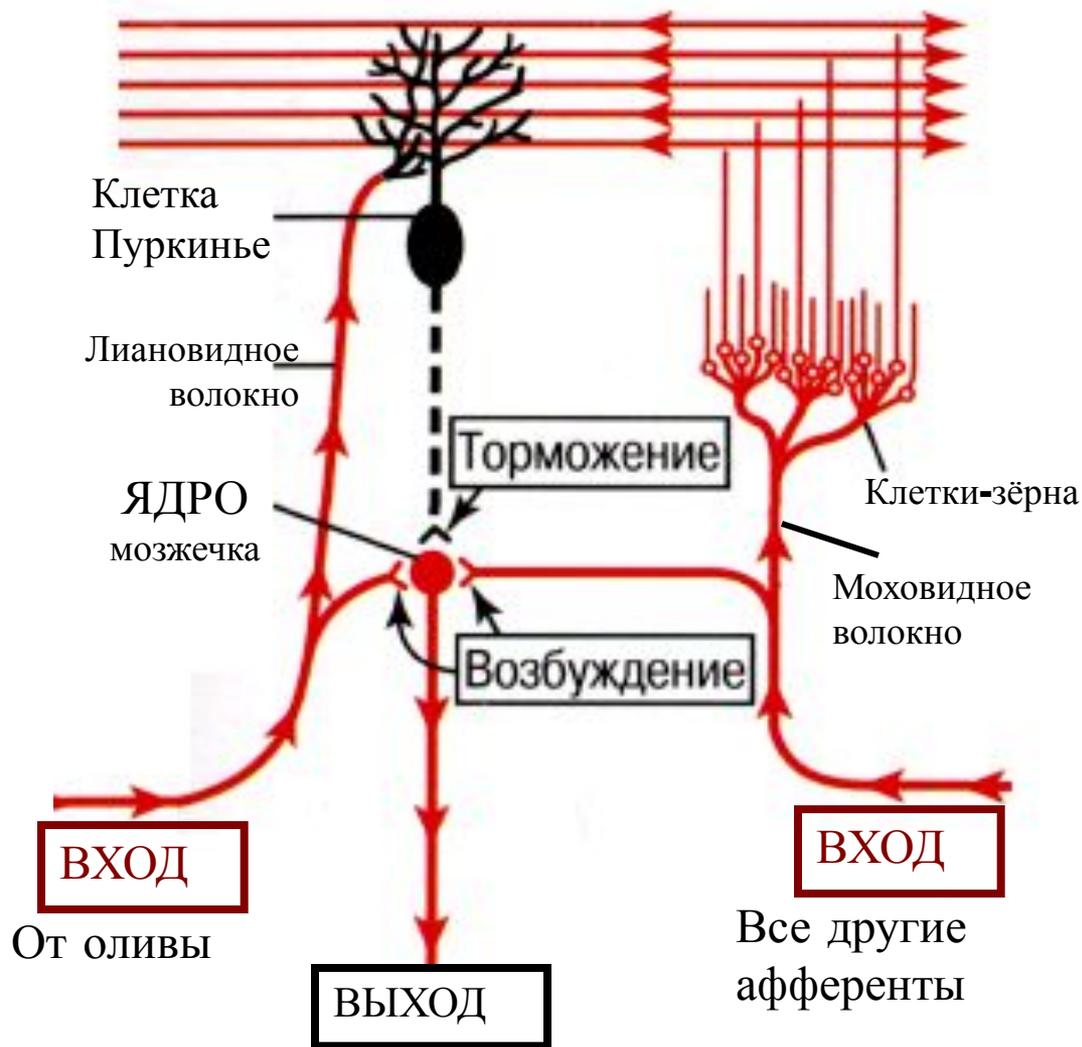
# КОРА МОЗЖЕЧКА

- Трёхслойная.
- Пять типов клеток:
  - зернистые,
  - корзинчатые,
  - звёздчатые,
  - клетки Гольджи,
  - клетки Пуркинье.
- Зернистые клетки – **возбуждающие**, все остальные – **тормозящие**.

# ГЛУБОКИЕ ЯДРА МОЗЖЕЧКА

- Ядро шатра (**n. fastigii**)
- Ядра шаровидное (**n. globosus**) и пробковидное (**n. emboliformis**)
- Зубчатое ядро (**n. dentatus**)

# ГЛАВНЫЙ НЕЙРОННЫЙ КОНТУР МОЗЖЕЧКА



# РЕГУЛЯЦИЯ МЫШЕЧНОГО ТОНУСА, ПОЗЫ И РАВНОВЕСИЯ



# КООРДИНАЦИЯ ТОНУСА И ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ

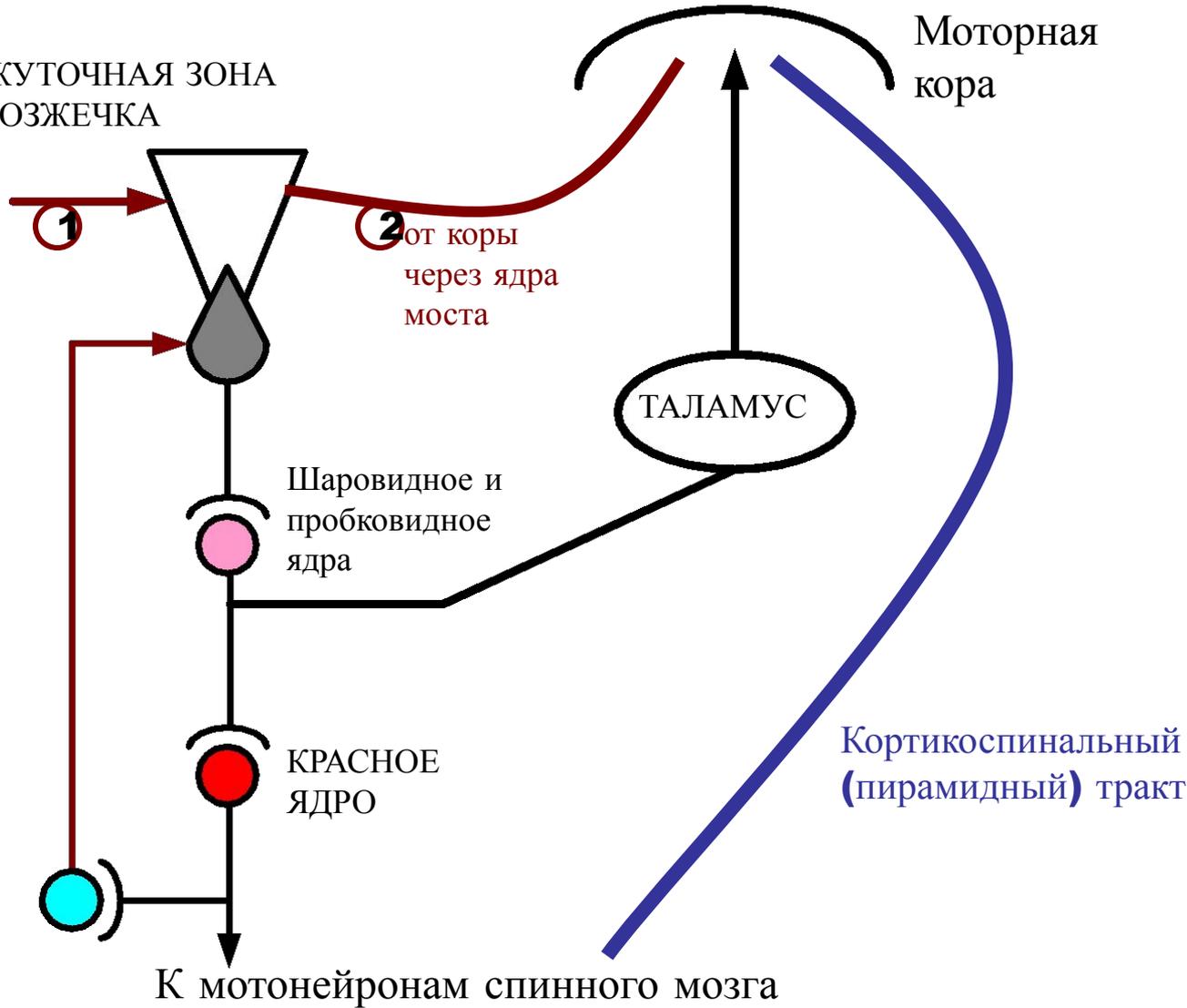
(медленно; контроль с помощью обратных связей)

ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ЗОНА  
КОРЫ МОЗЖЕЧКА

Моторная  
кора

От спинного мозга

Вторичная афферентация  
(обратная связь)



# УЧАСТИЕ В ВЫПОЛНЕНИИ БЫСТРЫХ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ (без контроля с помощью обратных связей)

Премоторные и  
Ассоциативные зоны коры б/п

Моторная кора

Планирование  
движений,  
выбор имеющихся  
двигательных программ

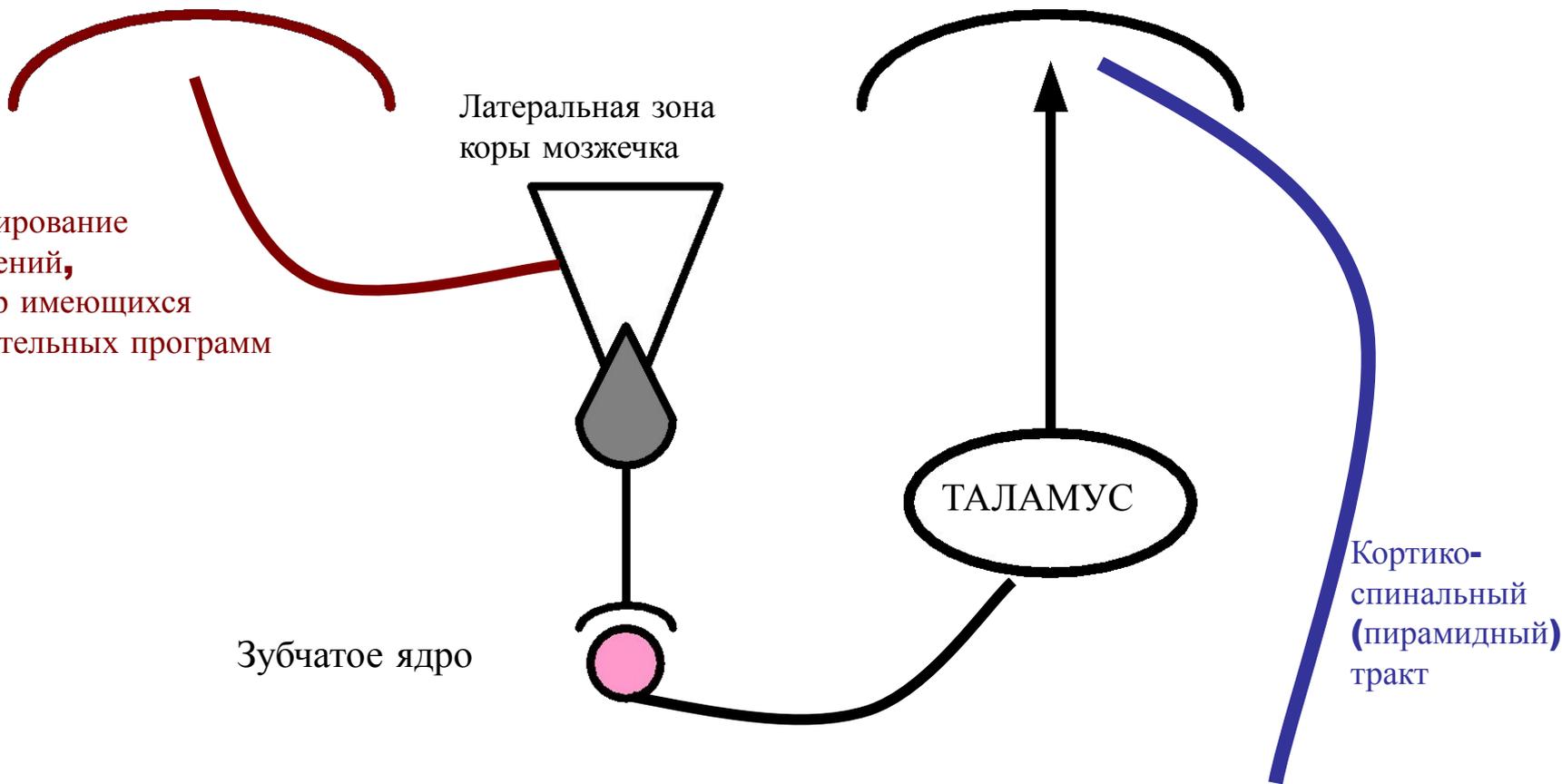
Латеральная зона  
коры мозжечка

Зубчатое ядро

ТАЛАМУС

Кортико-  
спинальный  
(пирамидный)  
тракт

К мотонейронам  
спинного мозга



# ПОСЛЕДСТВИЯ УДАЛЕНИЯ МОЗЖЕЧКА в опытах на животных (Л. Лючиани, **1840-1919**)

- **1-ая** стадия (до **3-х** дней) –  
стадия раздражения (травма)
- **2-я** стадия (**3-4** недели) –  
стадия выпадения функций

## ТРИАДА ЛЮЧИАНИ:

- Астазия
  - Атония
  - Астения
- **3-я** стадия –  
стадия компенсации (особая роль лобных долей коры б/п)

# Триада ШАРКО (1825-1893)

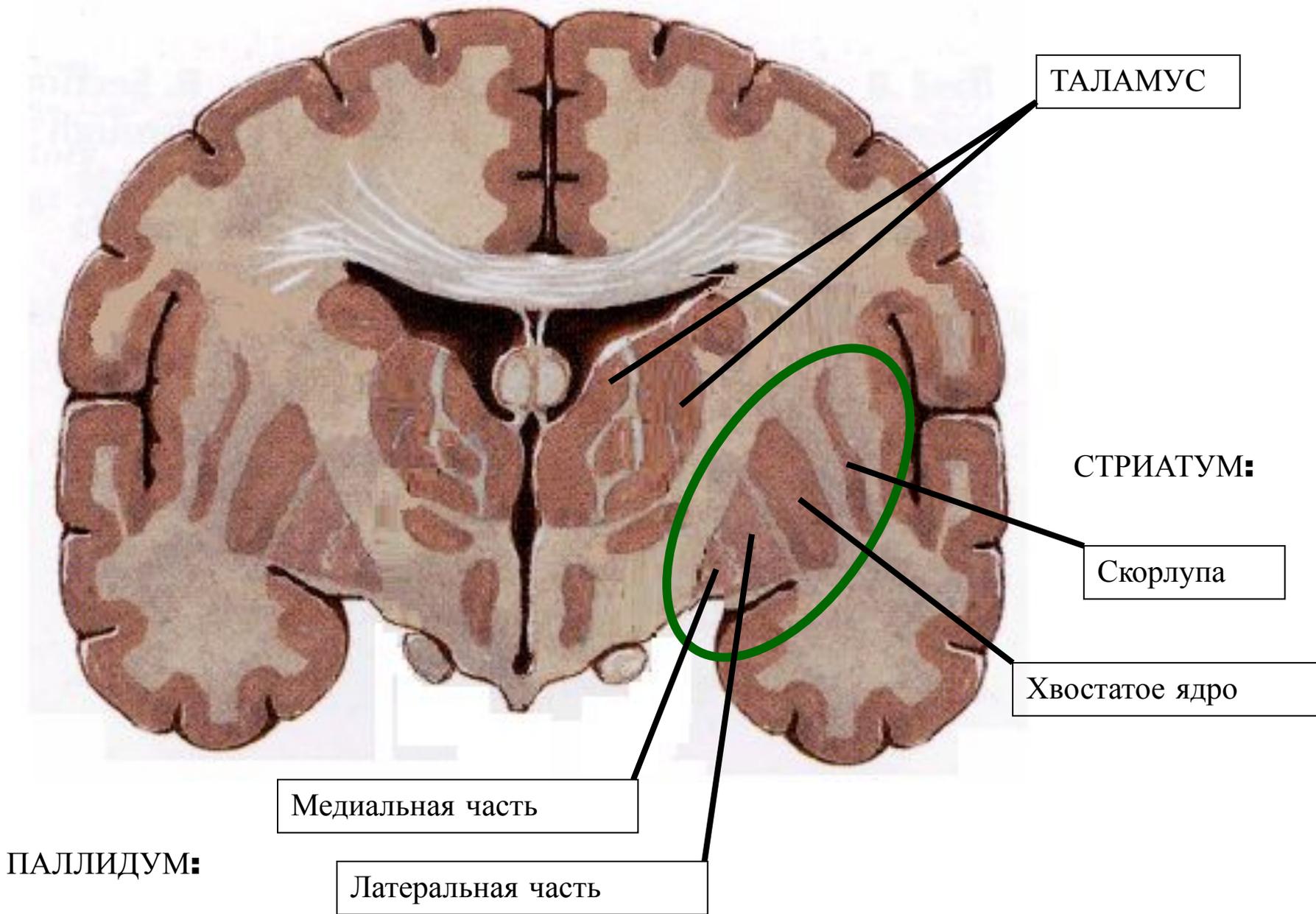
- НИСТАГМ
- ТРЕМОР (интенциональный)
- СКАНДИРОВАННАЯ РЕЧЬ

(У человека, при хронических нарушениях функций мозжечка)

# БАЗАЛЬНЫЕ ГАНГЛИИ (СТРИО-ПАЛЛИДАРНАЯ СИСТЕМА)

## ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРЫ:

- Стриатум (полосатое тело)
  - скорлупа,
  - хвостатое ядро
- Паллидум (бледный шар)
- Субталамическое ядро
- Чёрная субстанция



# ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОЗЖЕЧКА И БАЗАЛЬНЫХ ГАНГЛИЕВ

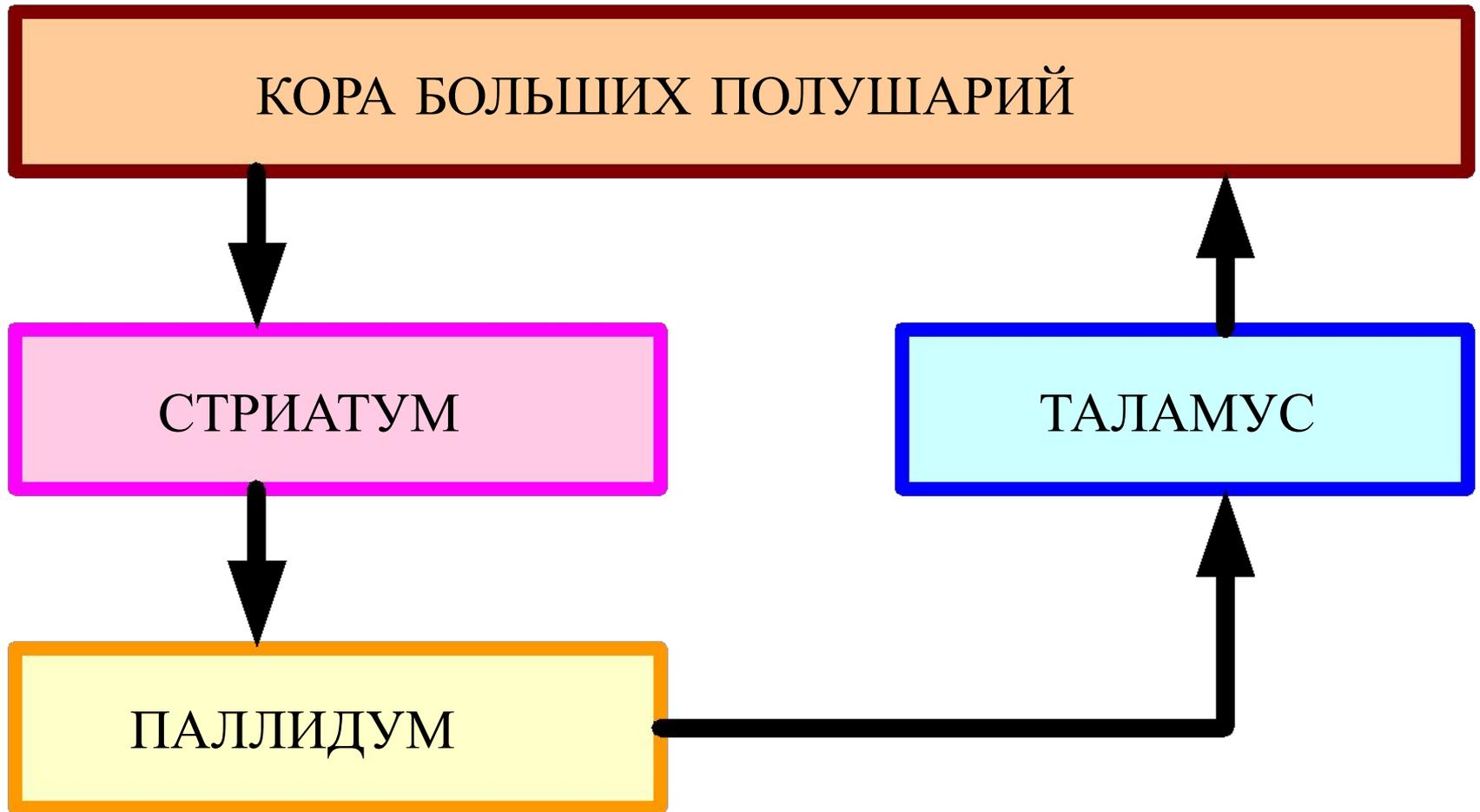
## МОЗЖЕЧОК

- 1.** Коррекция стволовых движений
- 2.** Аферентная информация от периферии (вестибуло-проприо- и др.)
- 3.** Коррекция движений на стадии выполнения
- 4.** Следит, чтобы движения выполнялись правильно

## БАЗАЛЬНЫЕ ГАНГЛИИ

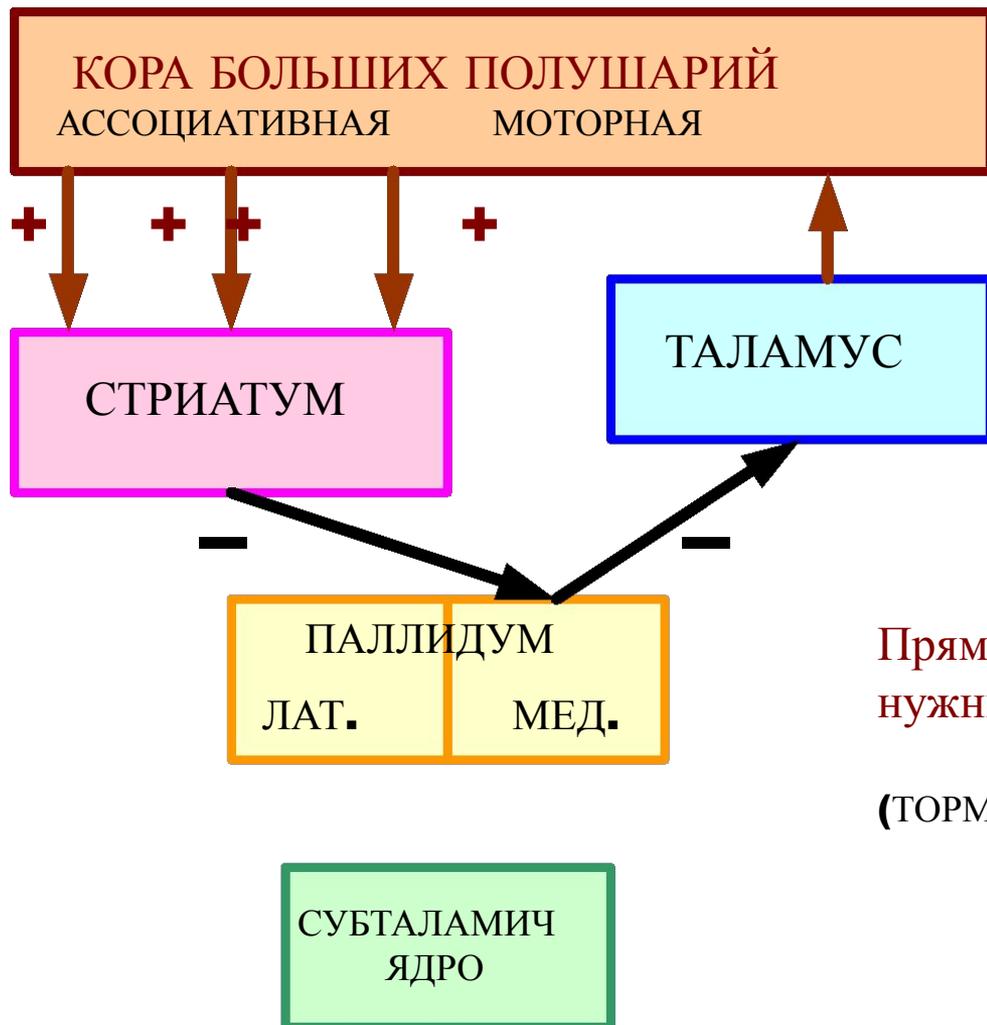
- 1.** Коррекция корковых (и корковых)
- 2.** Афферентные связи только с корой б/п
- 3.** Коррекция движений на стадии планирования
- 4.** Выбирает необходимые движения (активирует нужные и тормозит ненужные)

# ОСНОВНЫЕ НЕЙРОННЫЕ КОНТУРЫ



# ПРЯМОЙ ПУТЬ (АКТИВИРУЮЩИЙ):

кора б/п – паллидум (медиальная часть) – таламус – кора б/п

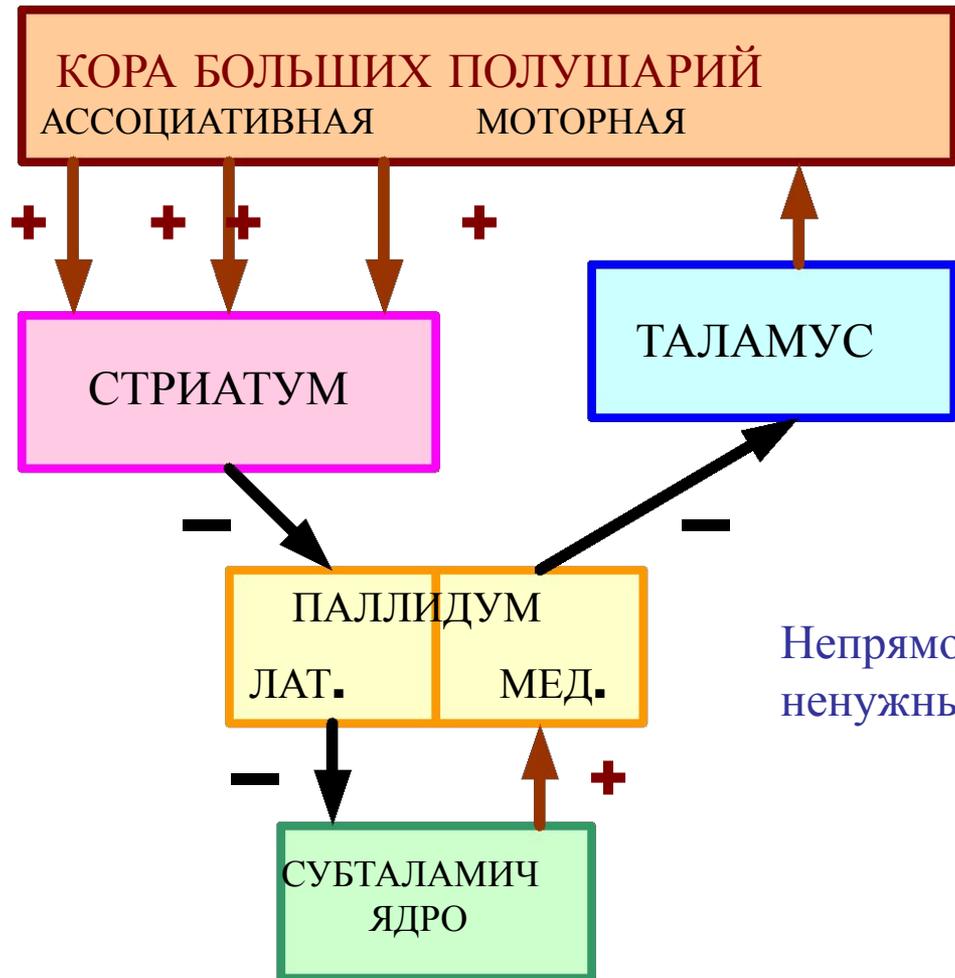


Прямой путь активирует  
нужные движения

(ТОРМОЖЕНИЕ ТОРМОЖЕНИЯ)

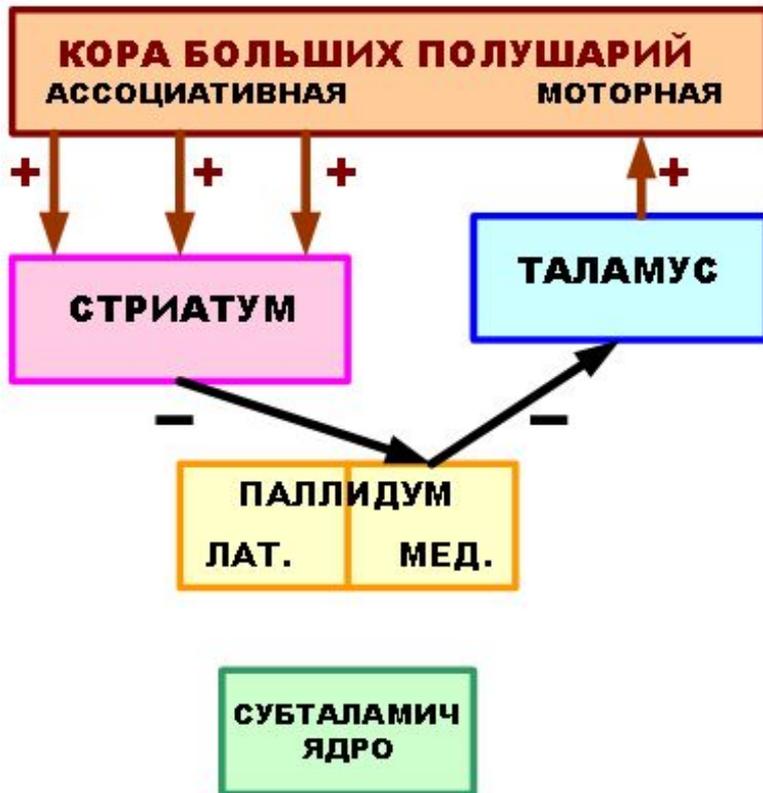
# НЕПРЯМОЙ ПУТЬ (ТОРМОЗЯЩИЙ):

кора б/п – стриатум – паллидум (латеральная часть) – субталамическое ядро – паллидум (медиальная часть) – таламус – кора б/п

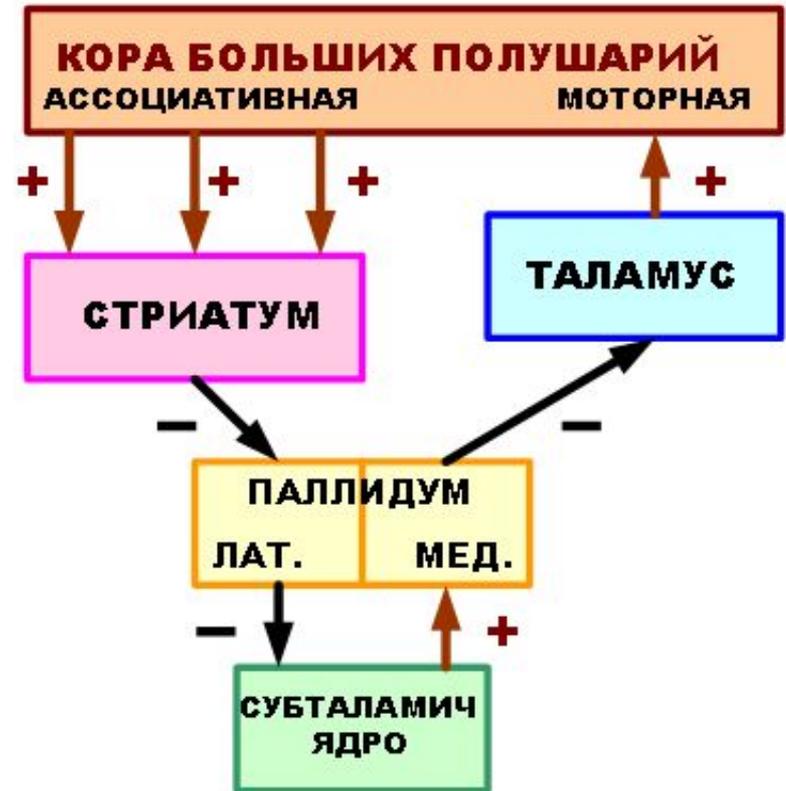


Непрямой путь тормозит ненужные движения

# ЕЩЁ РАЗ СРАВНИТЕ ПРЯМОЙ И НЕПРЯМОЙ ПУТИ ОТ СТРИО-ПАЛЛИДАРНОЙ СИСТЕМЫ К КОРЕ Б/П



Прямой путь – **активирующий**  
(два тормозных звена в нейронном контуре)



Непрямой путь – **тормозящий**  
(три тормозных звена в нейронном контуре)

# ВЛИЯНИЕ ЧЁРНОЙ СУБСТАНЦИИ НА БАЗАЛЬНЫЕ ГАНГЛИИ

- Расположена в среднем мозге
- Нейроны чёрной субстанции (ЧС) дофамин-ергические
- Их аксоны идут к нейронам полосатого тела
- Дофамин через  $D_1$ -рецепторы оказывает возбуждающее действие, через  $D_2$ -рецепторы – тормозящее.
- ЧС активирует прямой путь
- ЧС тормозит непрямой путь (торможение торможения)
- Таким образом, ЧС активирует и нужные, и ненужные движения

# МЕДИАТОРЫ НЕЙРОНОВ СТРИО-ПАЛЛИДАРНОГО КОМПЛЕКСА

- Возбуждающий медиатор – ГЛЮТАМАТ
- Тормозной медиатор – ГАМК
- Медиатор вставочных нейронов полосатого тела (стриатум) – АЦЕТИЛХОЛИН
- Медиатор нейронов чёрной субстанции – ДОФАМИН

## НАРУШЕНИЕ БАЛАНСА МЕДИАТОРНЫХ СИСТЕМ



- Избыток дофамина на фоне недостатка ацетилхолина и ГАМК приводит к появлению ГИПЕРКИНЕЗИЙ (хорея Гентингтона)
- Недостаток дофамина на фоне избытка ацетилхолина и ГАМК является причиной АКИНЕЗИИ (паркинсонизм).

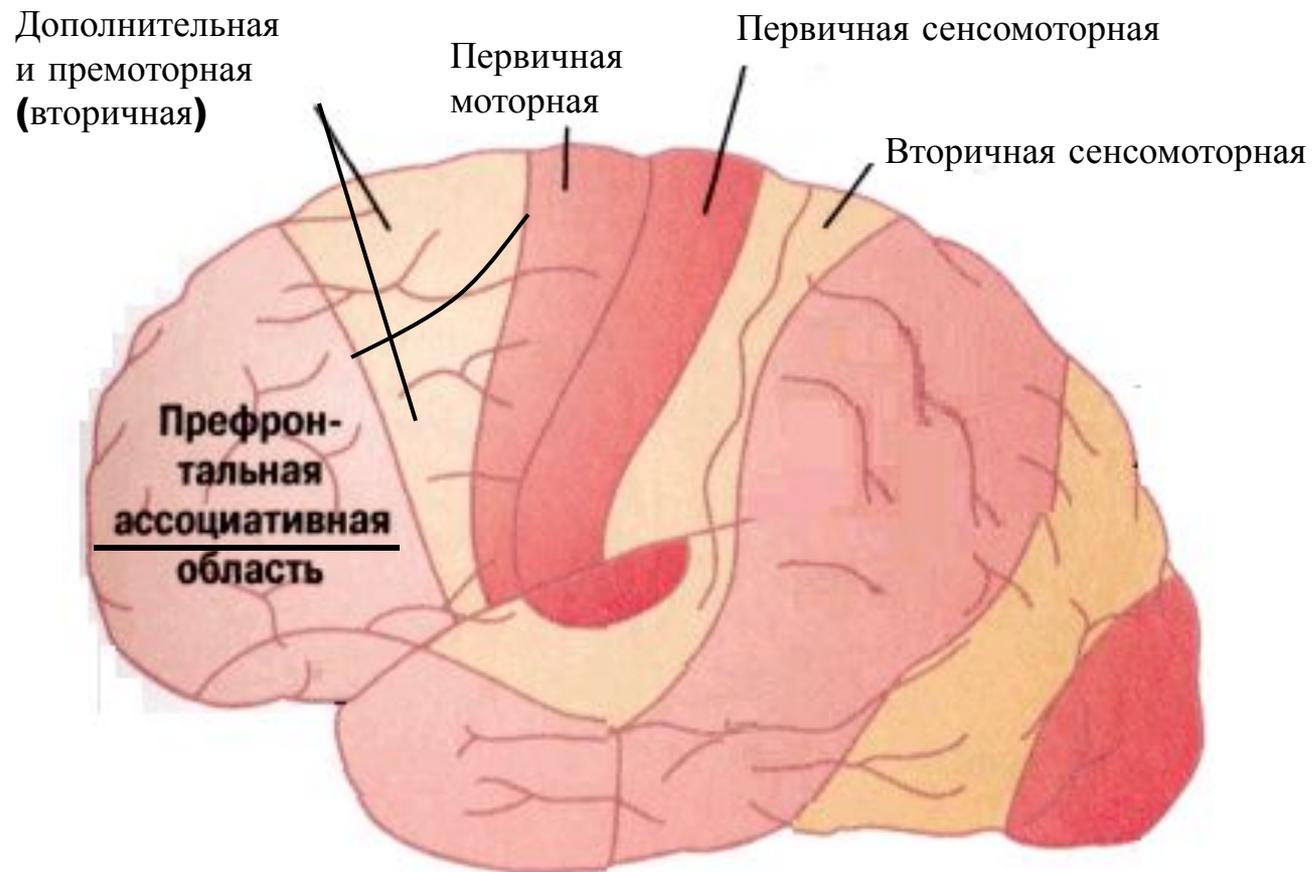
# ПАТОФИЗИОЛОГИЯ

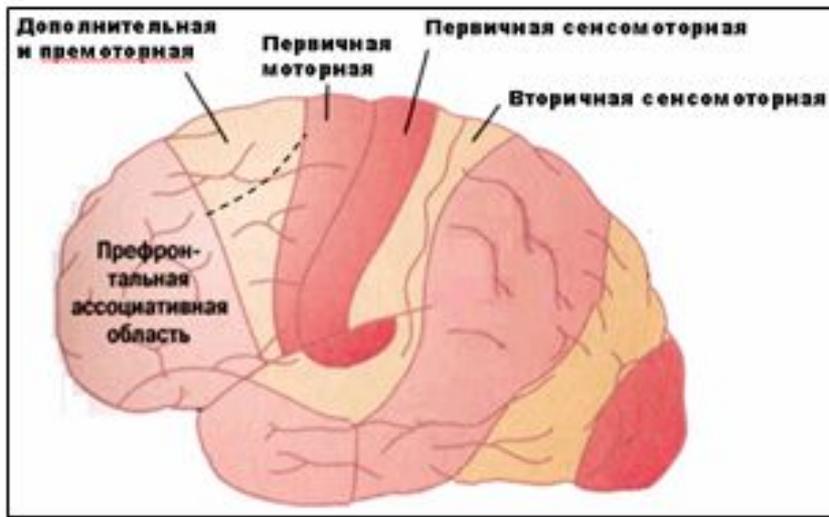
- **АТЕТОЗ** – поражение бледного шара (паллидум)
  - **ГЕМИБАЛЛИЗМ** – одностороннее поражение субталамического ядра
  - **ХОРЕЯ** – множественные дегенеративные очаги в области скорлупы (стриатум)
  - **АКИНЕЗИЯ** (паркинсонизм) – дегенерация нейронов чёрной субстанции
- Триада Паркинсона: ригидность, акинезия, тремор покоя

# КОРА ГОЛОВНОГО МОЗГА

## ДВИГАТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ

# МОТОРНЫЕ И СЕНСОМОТОРНЫЕ ЗОНЫ КОРЫ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ





## ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ЗОН КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА (ИЕРАРХИЯ)

**ПРЕФРОНТАЛЬНАЯ  
КОРА**

Поведенческие акты:  
планирование  
сложных движений,  
развитие мыслей

**ПРЕМОТОРНАЯ И  
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ МОТОРНАЯ  
КОРА**

Приобретённые  
двигательные навыки:  
речь, письмо, манипуляции

**ПЕРВИЧНАЯ  
МОТОРНАЯ КОРА**

Движения отдельных  
групп мышц

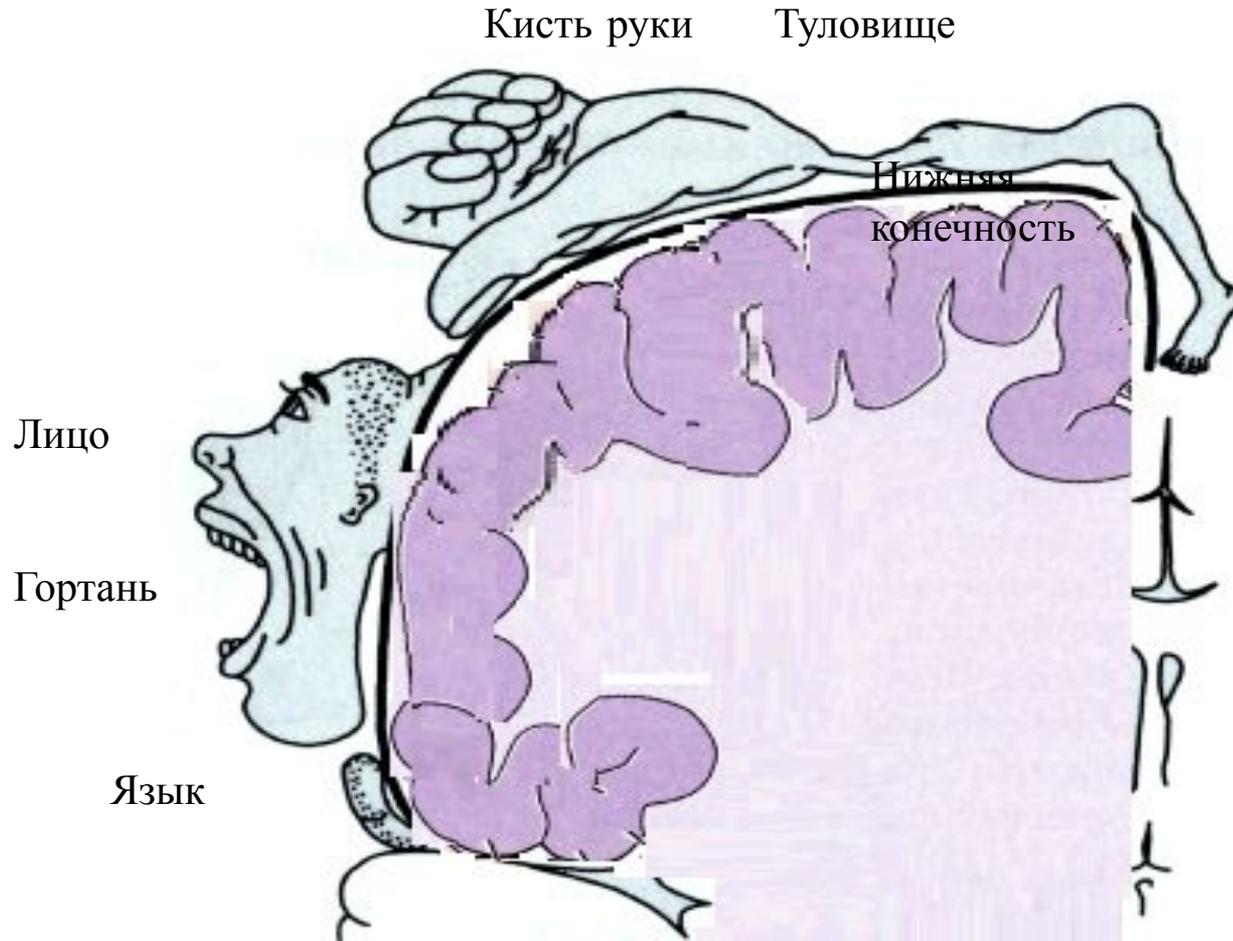
К спинному мозгу

К ядрам ствола

# ПЕРВИЧНАЯ МОТОРНАЯ КОРА

- Шестислойная
- Соматотопическая организация («двигательный гомункулус»)
- Множественность представительства периферии:
  - Первичная моторная (прецентральная извилина)
  - Вторичная моторная (медиальная поверхность)
  - Первичная сенсомоторная (постцентральная изв.)
  - Вторичная сенсомоторная (Сильвиева борозда)
- В коре представлены не мышцы, а движения в определённом суставе
- Функциональная единица коры – вертикальная колонка (диаметр 1 мм)
- Электрофизиология: Большие пирамидные клетки возбуждаются во время движения; Малые пирамидные – дают постоянную импульсацию, которая увеличивается во время движения

# «ДВИГАТЕЛЬНЫЙ ГОМУНКУЛЮС»



Непропорциональное представление разных групп скелетных мышц в прецентральной извилине

# ПИРАМИДНЫЙ ПУТЬ (КОРТИКОСПИНАЛЬНЫЙ)

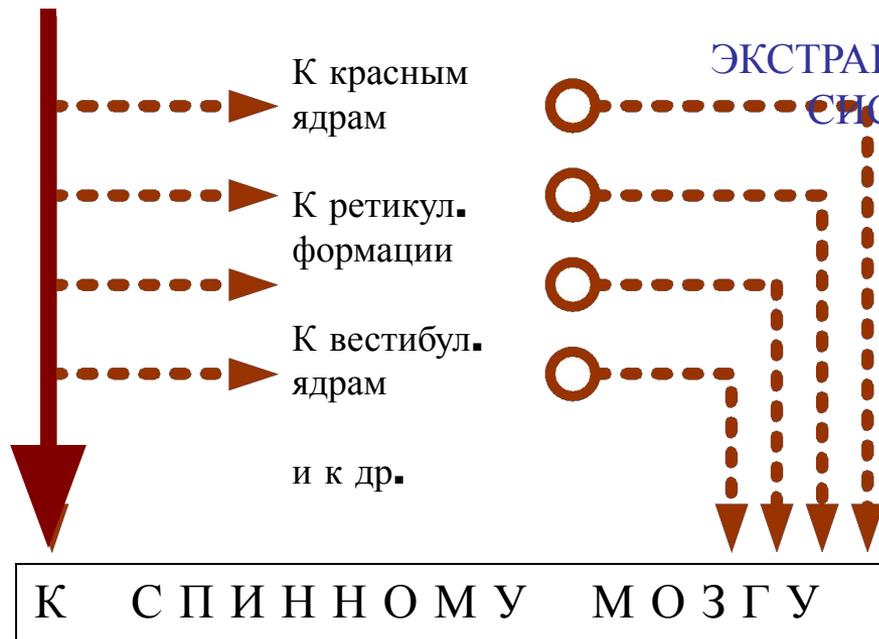
- Появляется у млекопитающих
- У низших млекопитающих доходит только до шейных сегментов (далее – собственные спинномозговые тракты)
- У высших – проходят ко всем сегментам спинного мозга
- Только у приматов и человека – пирамидный путь моносинаптический
- Кортикоспинальные влияния: возбуждение центров сгибательных мышц и торможение центров разгибательных мышц.
- При перерезке спинного мозга все соматические рефлексы исчезают («спинальный шок»)

# ЭКСТРАПИРАМИДНЫЕ ПУТИ

- **ФУНКЦИИ:** координация тонуса и движений; контроль выполнения движений с помощью обратных связей
- Это параллельные каналы управления спинным мозгом
- Участвуют в начальных стадиях выработки двигательных навыков

## ПИРАМИДНАЯ СИСТЕМА

даёт коллатерали к ядрам ствола



КОНЕЦ