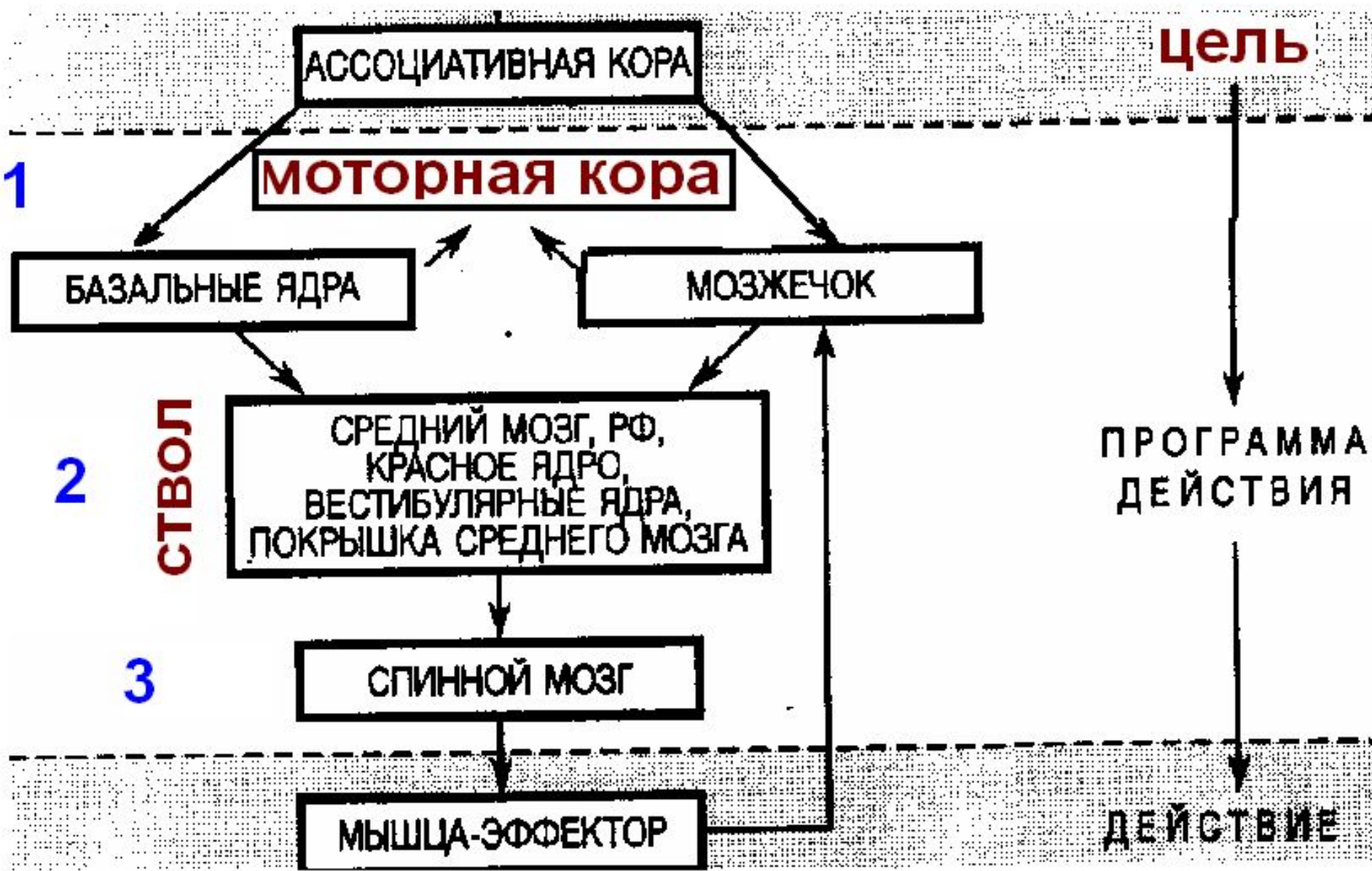


Центральная регуляция позы и  
равновесия тела и  
организация  
целенаправленных движений



# Уровни регуляции

1. Спинной мозг
2. Ствол мозга
3. Кора больших полушарий с базальными ганглиями и мозжечком

В основе тонуса лежит спинномозговой  
рефлекс.

Такой рефлекс называется

**МИОТАТИЧЕСКИЙ**  
(тонический) рефлекс

# Движение возможно если

1. Мышцы работоспособны, возбудимы и находятся в тоне
2. Сохраняется поза и равновесие тела
3. Есть программа совершения движения
4. Есть информация о ходе выполнения программы

# СПИННОЙ МОЗГ

1. является центром тонических рефлексов,
2. создает исходный тонус мышц,
3. осуществляет простейшие двигательные рефлексы
4. является исполнительной структурой по отношению к расположенным выше двигательным центрам.

# Рецепторы двигательных систем спинного мозга - интрафузальные волокна

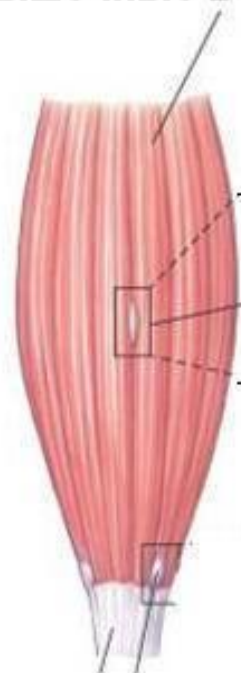
1. Где расположены
2. Как прикрепляются
3. Как возбуждаются
4. Как иннервируются



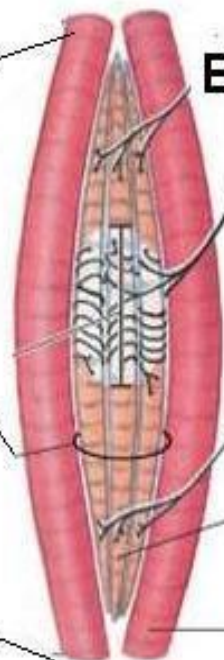
# Мышечные веретена

Мышечные веретена передают в ЦНС информацию о растяжении мышцы

Экстрафузальные мышечные волокна



Мышечные веретена



В ЦНС

Сенсорные нейроны передают информацию в ЦНС

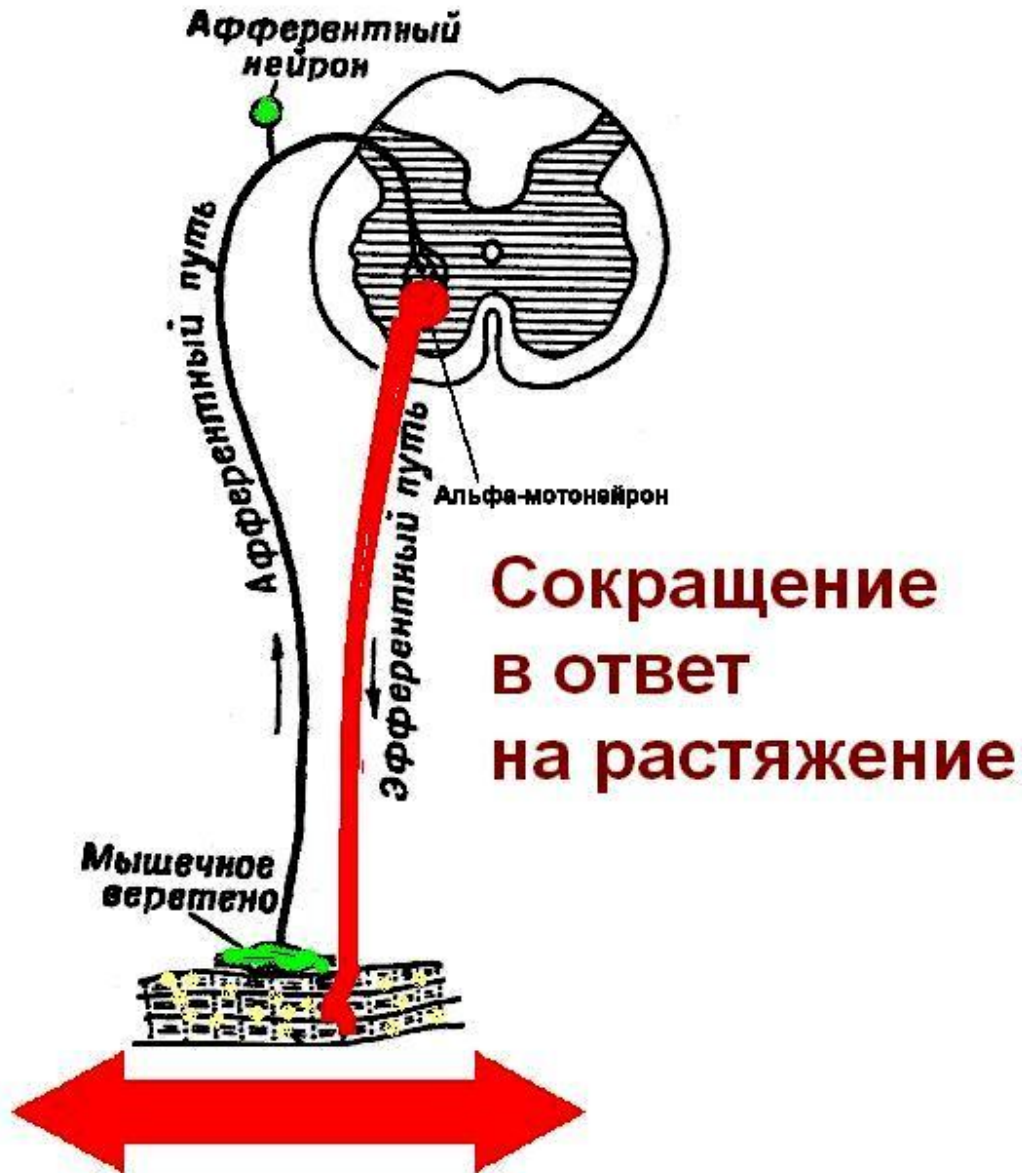
Гамма-мотонейроны из ЦНС иннервируют интрафузальные волокна

Интрафузальные волокна находятся в мышечных веретенах

Экстрафузальные волокна



# Для чего?



Еще один вариант повышения  
тонуса скелетных мышц :  
γ-петля

# Интрафузальные волокна имеют свою иннервацию

- Иннервация исходит от более мелких нейронов, также расположенных в передних рогах спинного мозга - **γ-мотонейронов**

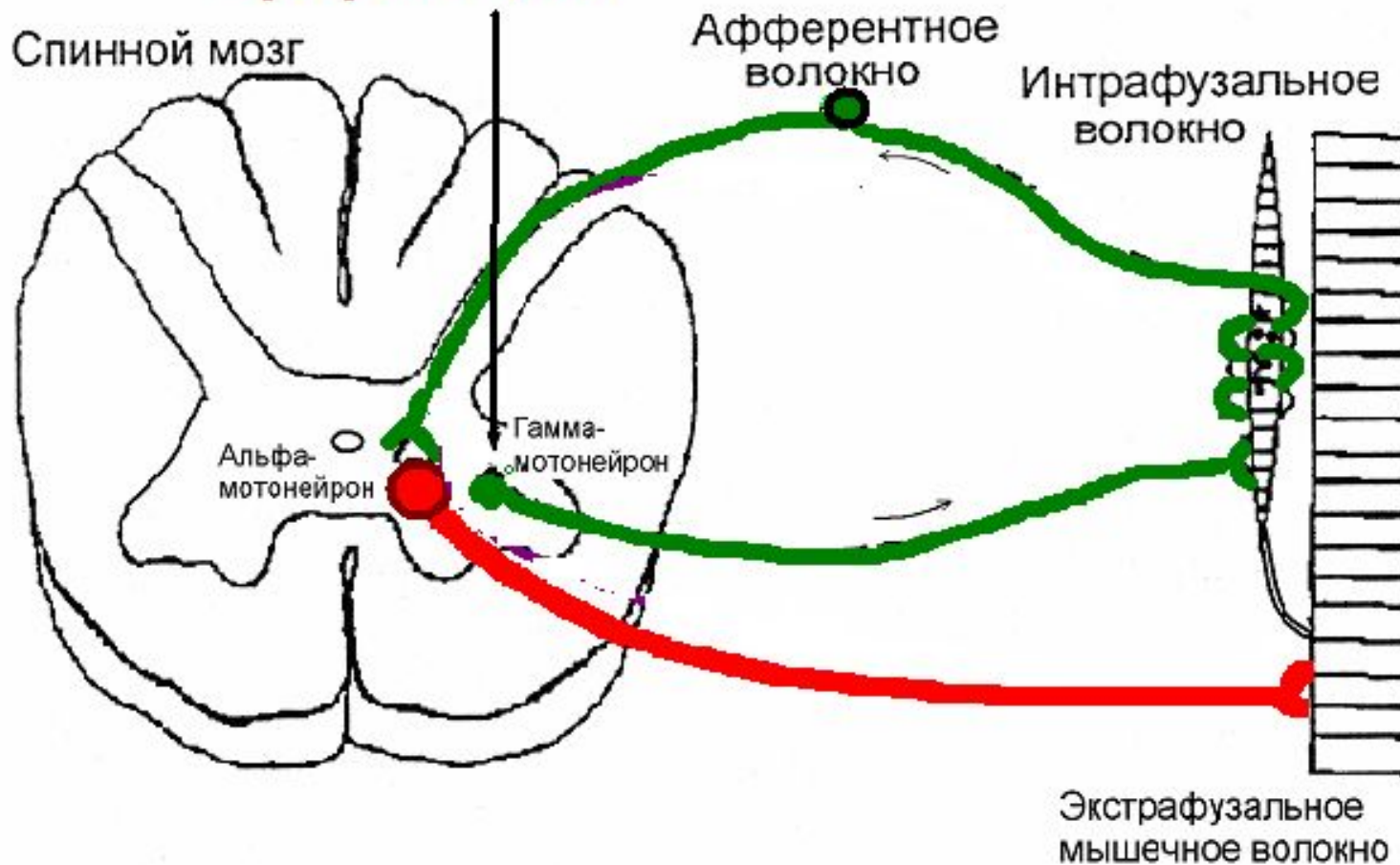
# $\gamma$ -ПЕТЛЯ

- Возбуждение  $\gamma$ -мотонейронов приводит к сокращению интрафузальных волокон, что в свою очередь вызывает усиление афферентной импульсации и активацию  $\alpha$ -мотонейронов. Активация  $\alpha$ -мотонейронов через  $\gamma$ -мотонейроны называется -

**$\gamma$ -ПЕТЛЯ**

# γ-петля

## Ретикулярная формация



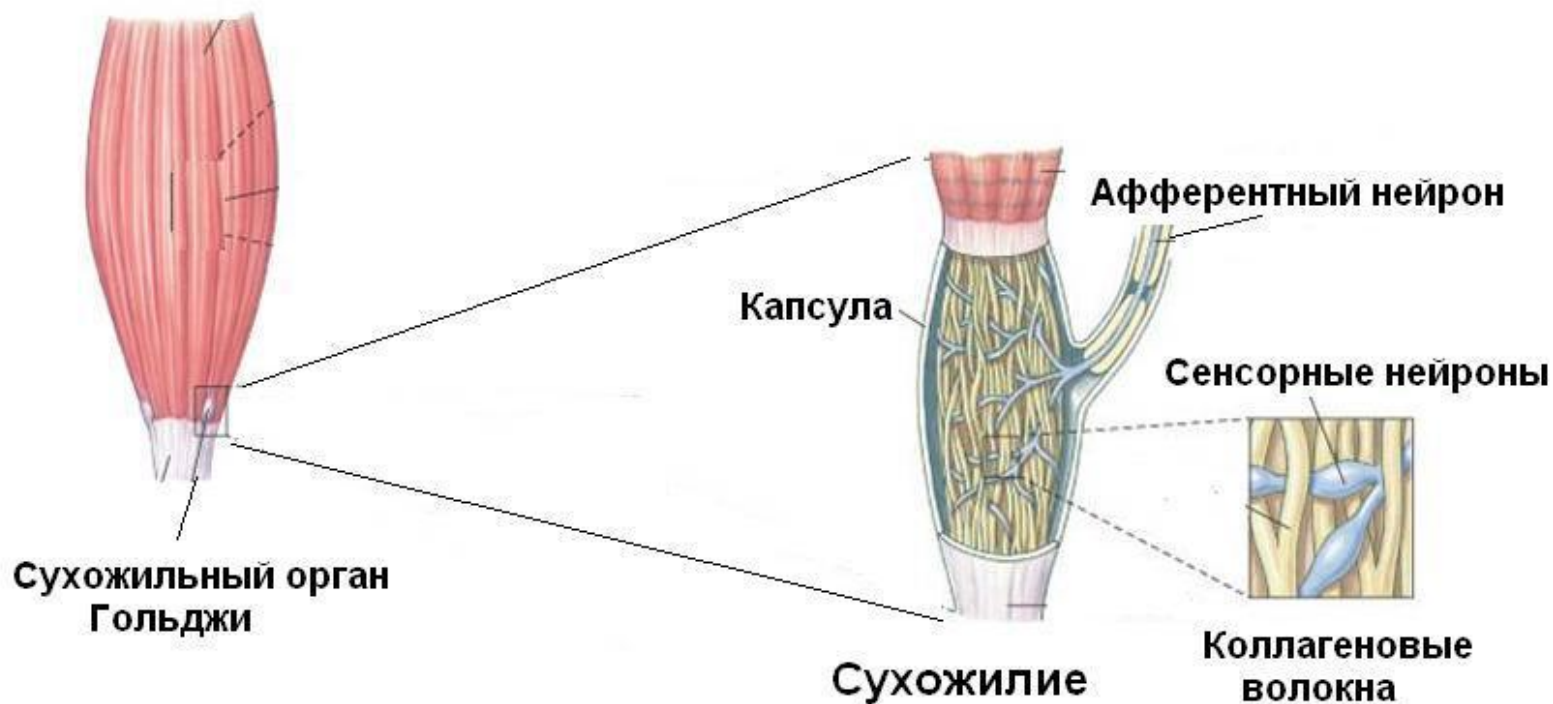
# $\gamma$ -мотонейроны

1. Увеличивают (с участием РФ) тонус мышц ( $\gamma$ -петля).
2. Повышают чувствительность мышечных веретен к растяжению,
3. Сокращают интрафузальные волокна,
4. Препятствуют полному расслаблению мышечных веретен в сокращенной мышце.

# Сухожильные органы Гольджи

- Особые рецепторы – участки сухожилий, примыкающих к мышце.
- С мышечными экстрафузальными волокнами соединяются последовательно
- Возбуждаются при увеличении напряжения мышцы
- Афферентный нейрон передает возбуждение на **тормозные вставочные нейроны**, образующие тормозные синапсы на  $\alpha$ -мотонейронах соответствующих мышц

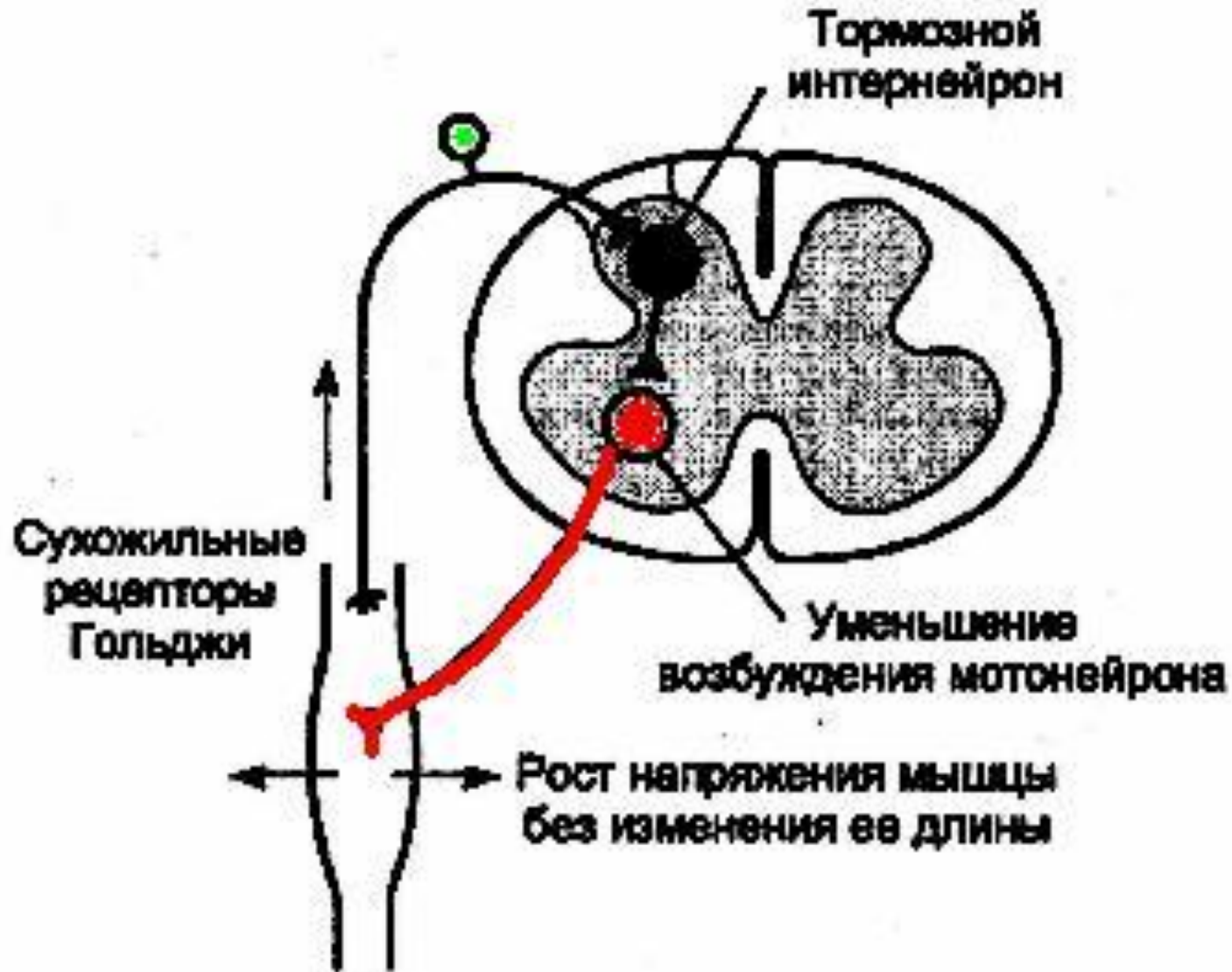
## Сухожильный орган Гольджи передает в ЦНС информацию о сокращении мышцы



Сухожильный орган Гольджи представлен нервными окончаниями в коллагеновых волокнах сухожилий



# Тормозные сухожильные рефлекс ограничивают растяжение мышцы



Второй уровень:  
регуляция позы в покое и  
движении в зависимости  
от ее изменения:

Стволовые ядра

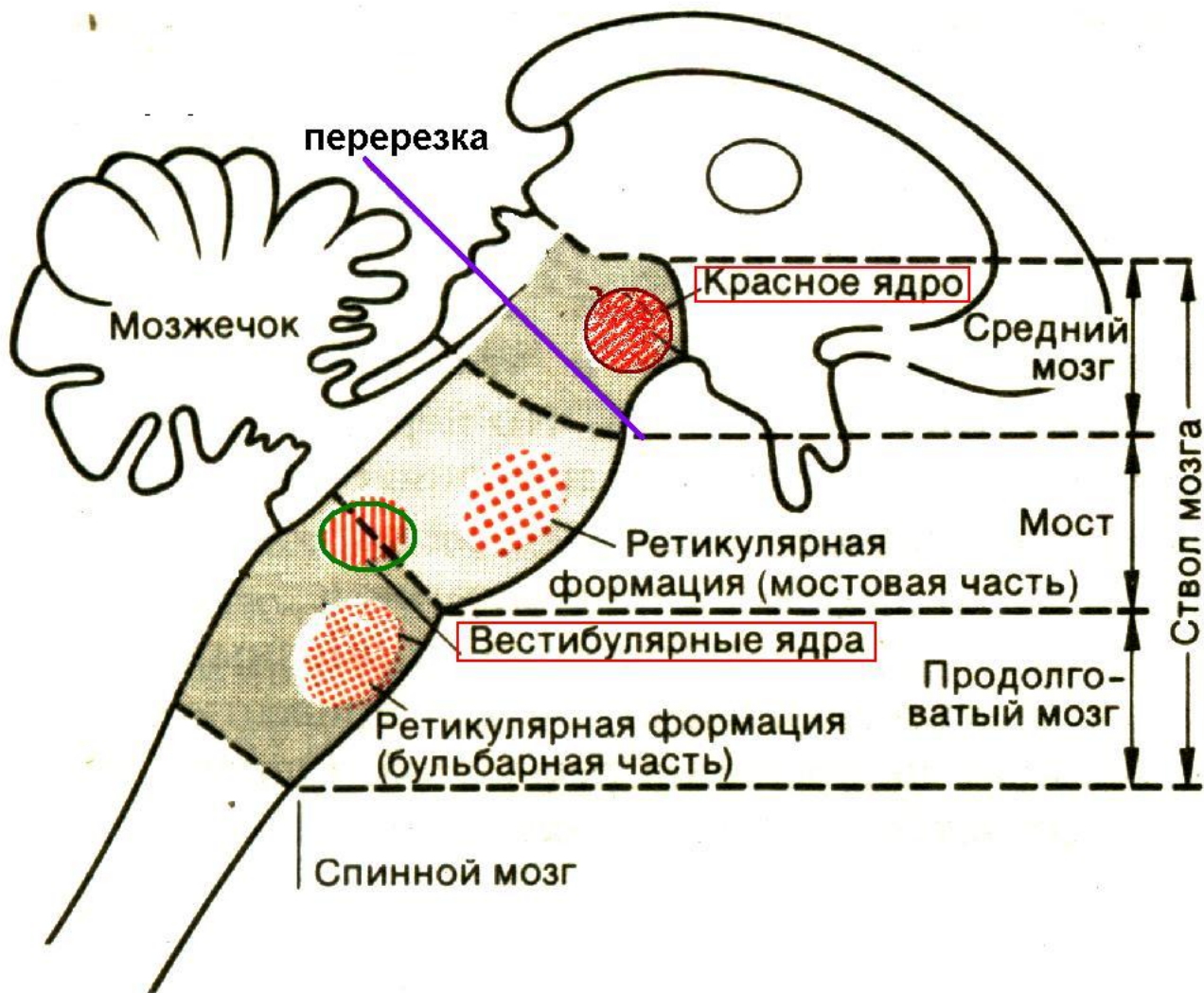
# В продолговатом мозге

1. вестибулярные ядра, главным из которых является ядро Дейтерса
2. бульбарная часть ретикулярной формации

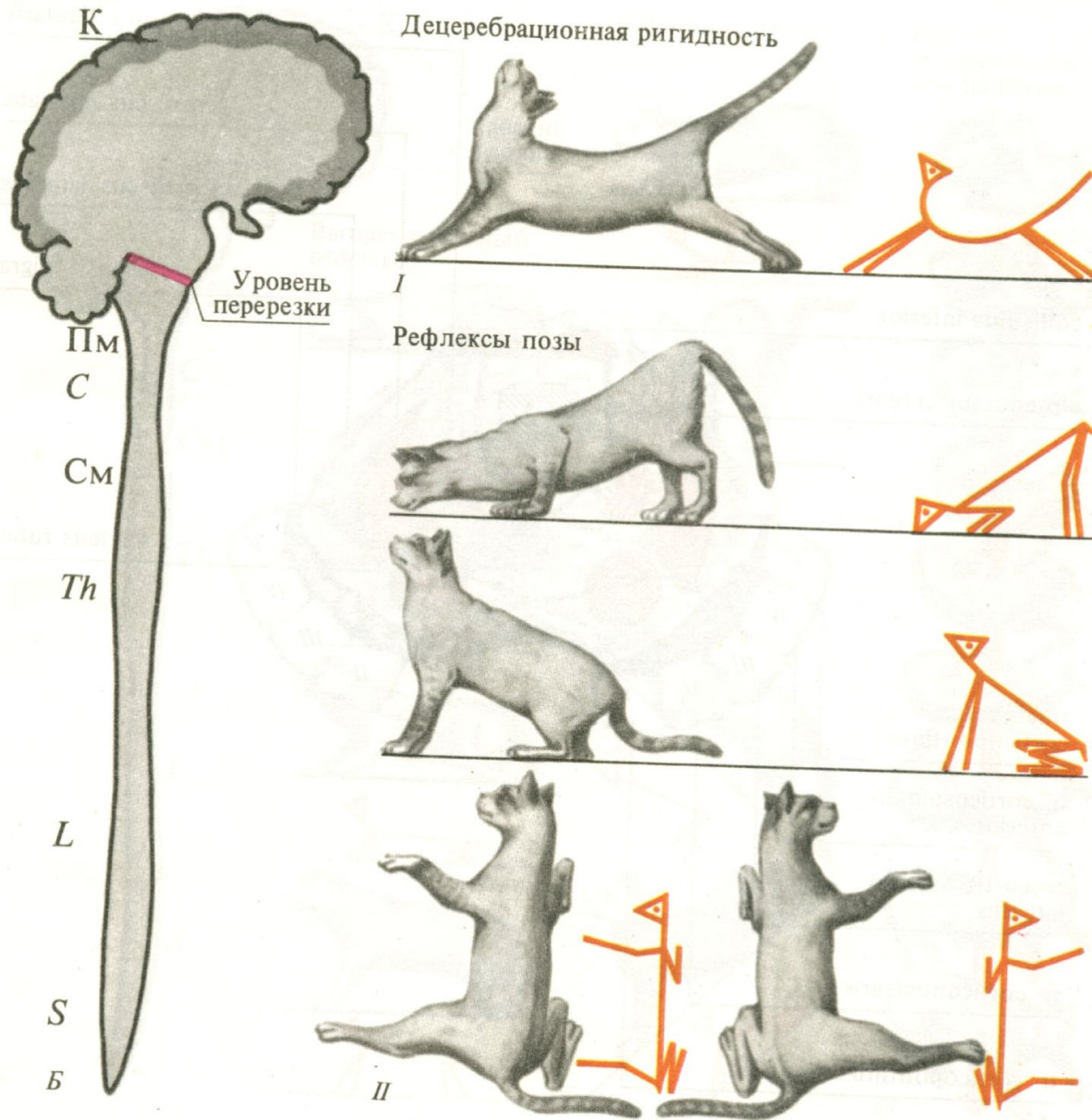
В среднем мозге

- Красные ядра

# Опыт с перерезкой ствола мозга между буграми четверохолмий



Децебрационная ригидность –  
перерезка отделяет  
продолговатый мозг  
от среднего ниже  
уровня красных  
ядер



Следовательно:

Ядра Дейтерса повышают  
активность разгибателей

Раздражение красных ядер  
вызывает активное сгибание  
(флексию) в конечностях.

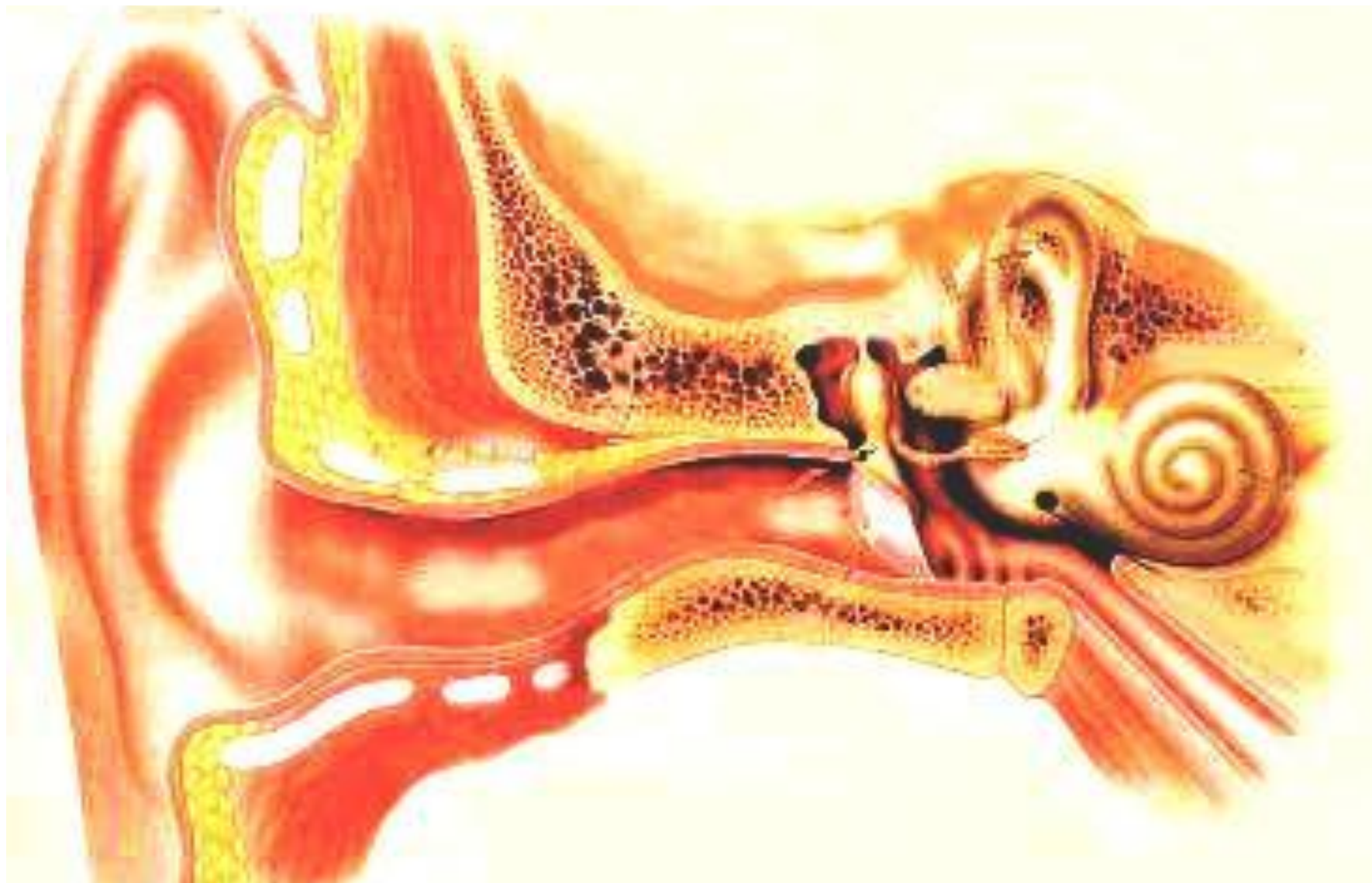
Следовательно, эти ядра  
повышают активность  
сгибателей



Информация в ствол мозга от :

1. проприорецепторов мышц  
– **положение тела**
2. вестибулярного аппарата-  
**положение головы**

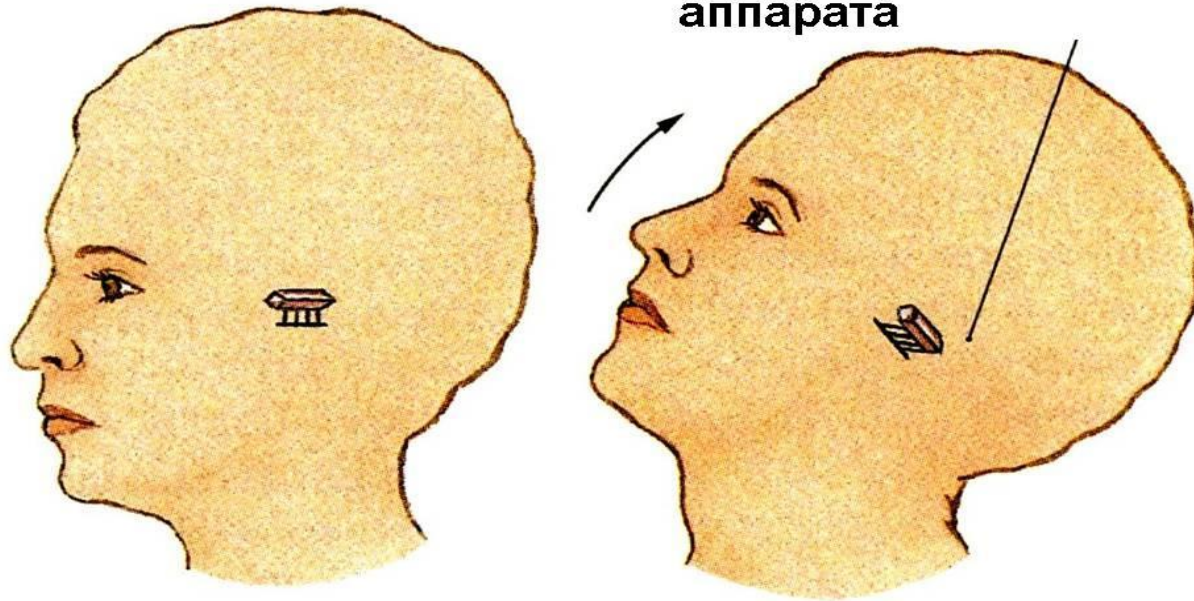
# Локализация вестибулярного аппарата



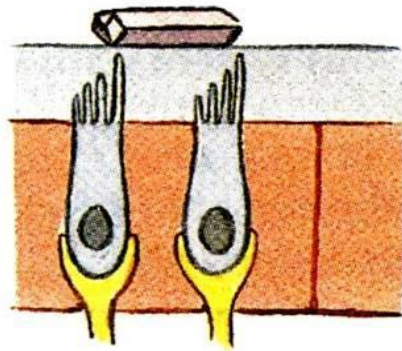
# Вестибулярный аппарат – 2 отдела

- Маточка и мешочек – отолитов прибор – раздражители – линейное ускорение равно  $2 \text{ см/с}^2$
- Три полукружных канала - раздражители – угловое ускорение (ускорение вращения  $2-3 \text{ см/с}^2$ )

Рецепторы вестибулярного аппарата

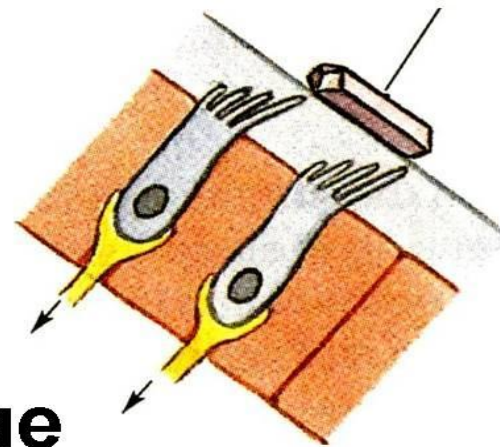


Гравитация



Возбуждение

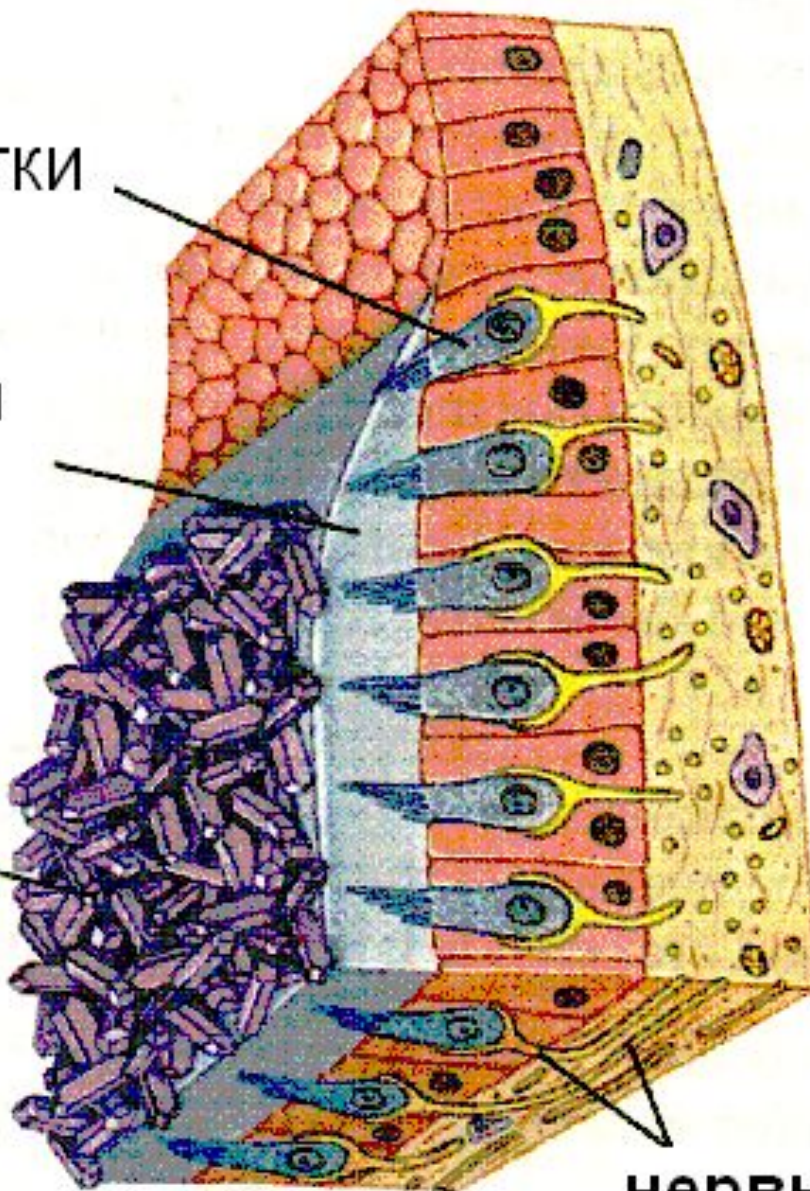
ОТОЛИТЫ



волосковые клетки

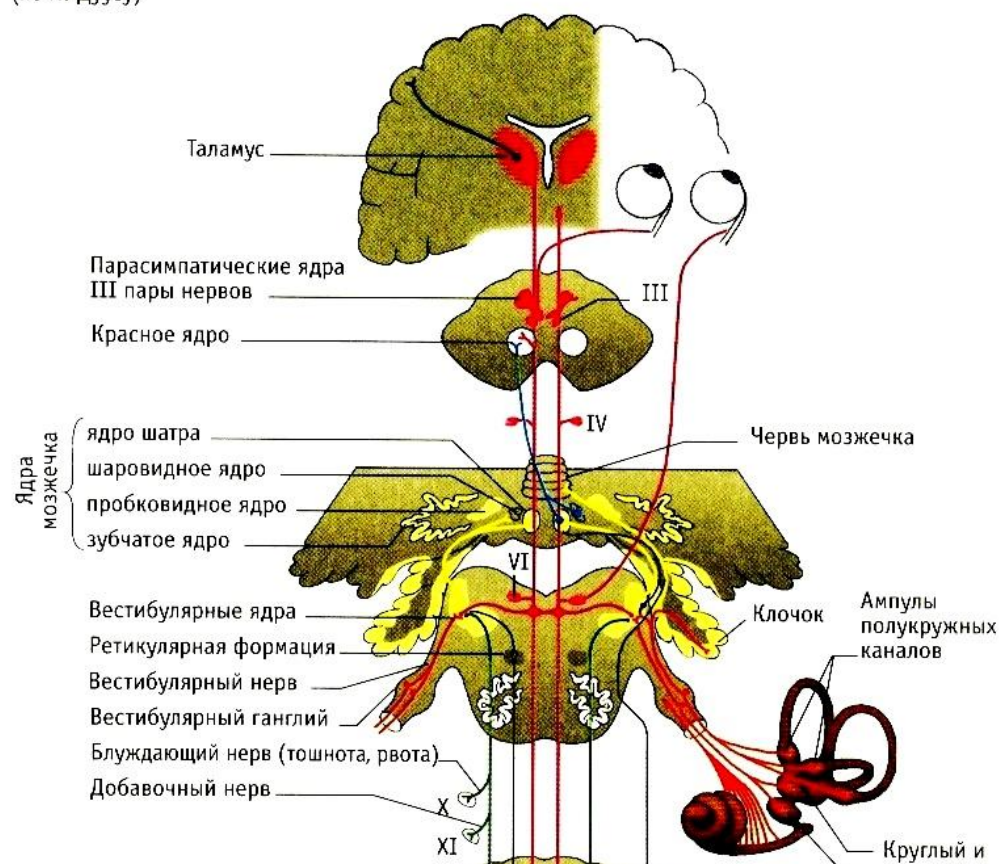
желатинозная  
субстанция

ОТОЛИТЫ

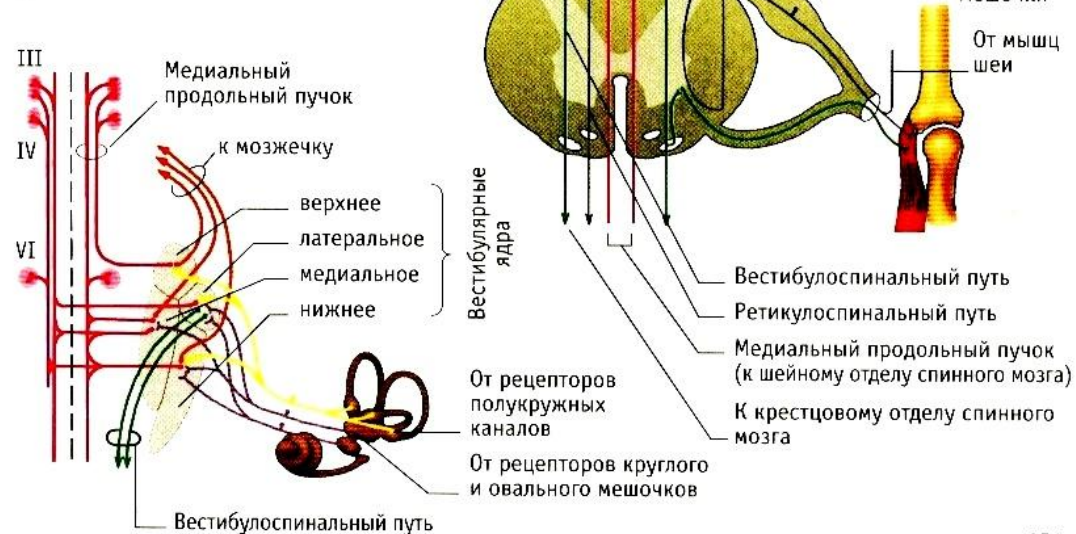


нервные волокна

**А**



**Б**



# Ствол мозга на основании информации от рецепторов

1. Усиливает активность мотонейронов
2. Усиливает тонус мышц сгибателей
3. Тормозит активность мышц разгибателей
4. Распределяет мышечный тонус
5. Является центром установочных рефлексов

(Статические и статокинетические)

Коррекция позы при движении

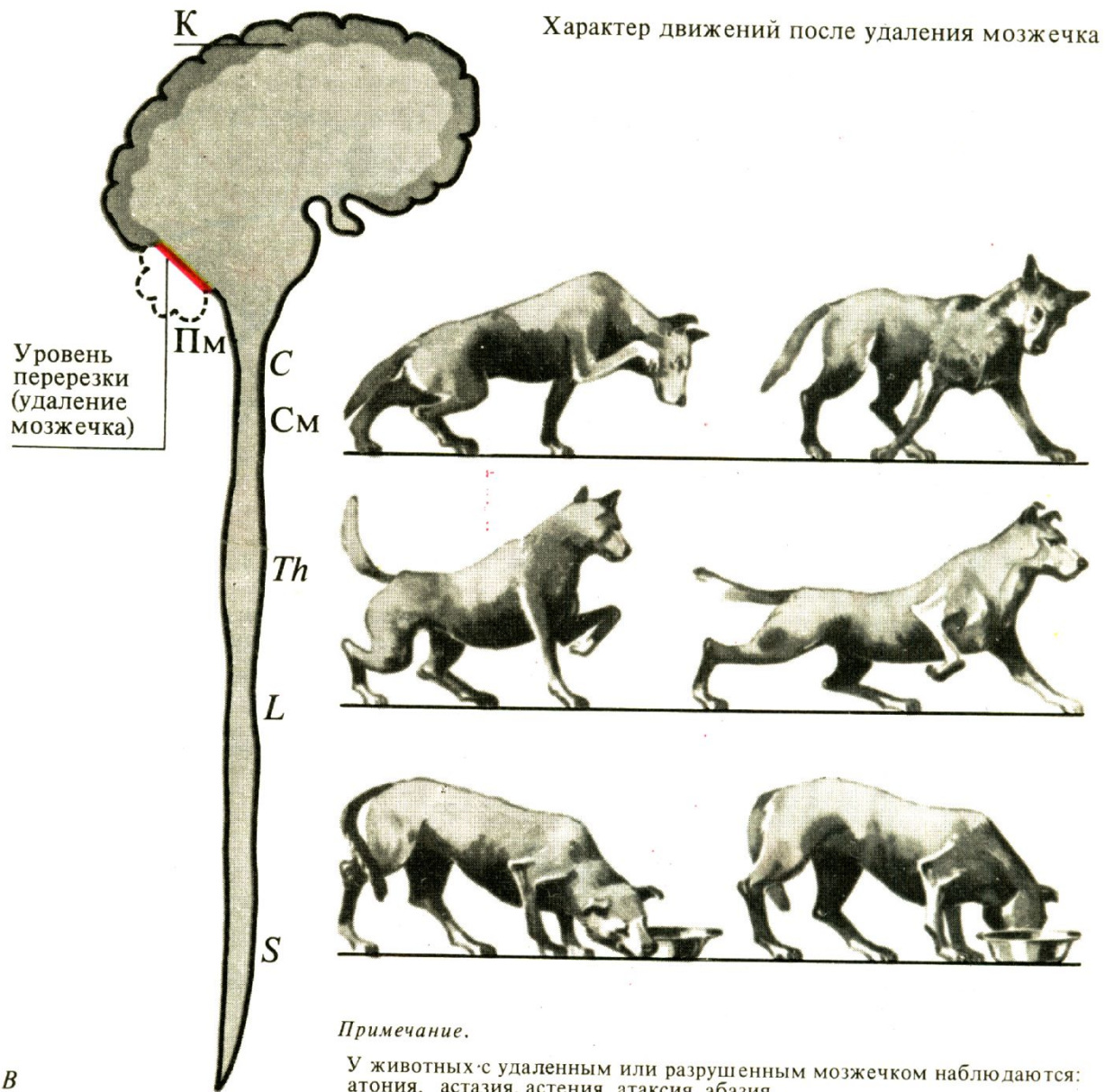
Мозжечок



# **Поражение или удаление мозжечка не вызывает выпадения движений или паралича двигательной активности**

- Происходит лишь нарушение координации движений, рассогласование работы отдельных мышц или группы мышц, чрезмерное усиление или ослабление движений, исчезновение сопряжения между выполняемым движением и позой

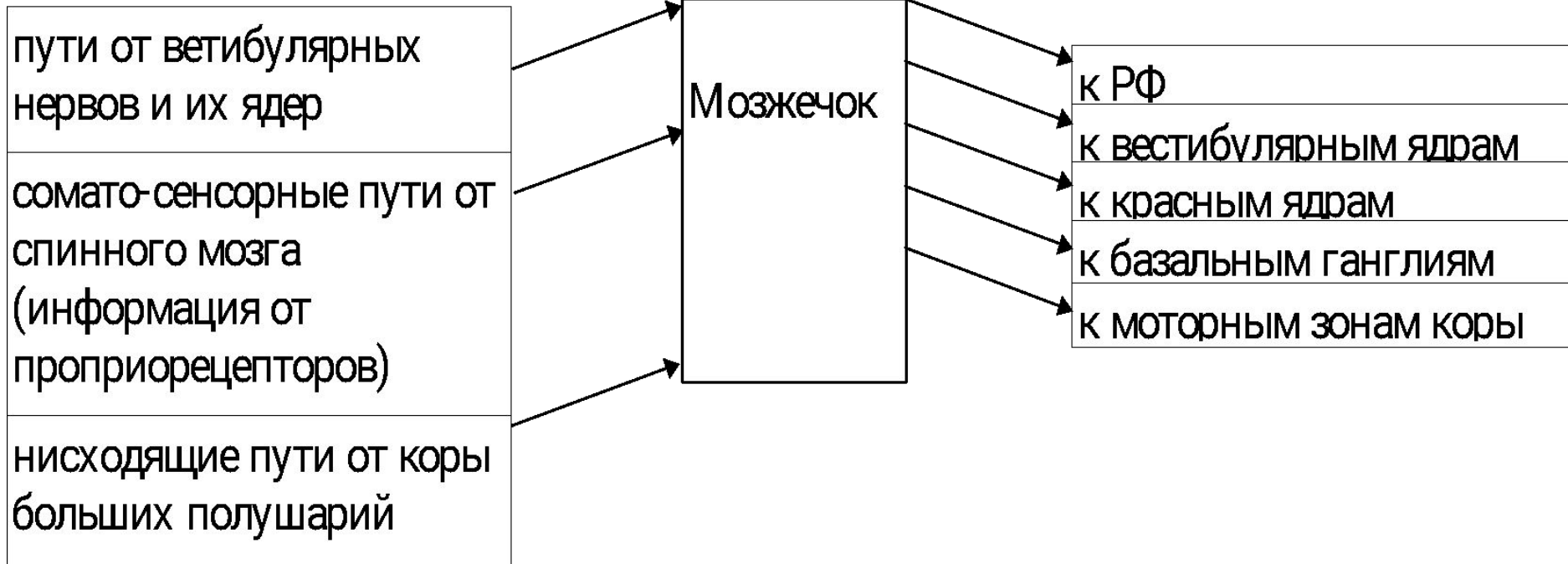
# Мозжечок



# Основные проявления поражения мозжечка

- Атаксия – нарушение точности и координации движений
- Астазия – нарушение равновесия
- Дисметрия – утрата соразмерности движений
- Асинергия – нарушение содружественных движений

# Связи мозжечка



клетки Пуркинье - **тормозные** –  
единственные из всех нейронов коры  
мозжечка, имеющие выход на  
нейроны стволовых ядер и  
регулирующие их активность.  
**Наиболее распространённым**  
**медиатором в них служит ГАМК**

**Кора архиоцереbellума связана  
с ядром шатра**

**Это ядро регулирует активность  
вестибулярных ядер**

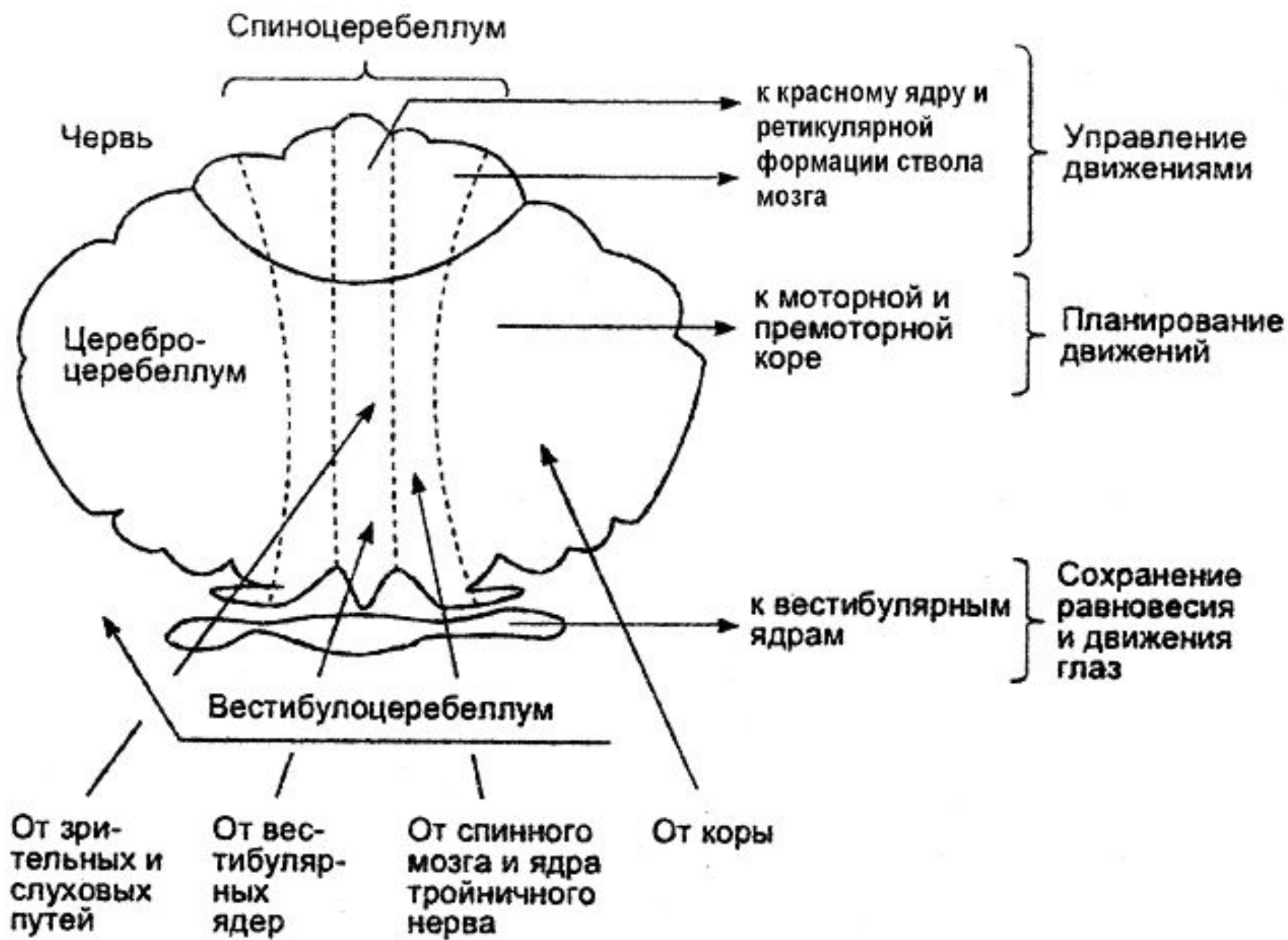
# Кора палеocerebellума

Через пробковидное и шаровидное  
ядра влияет на деятельность  
красного ядра и РФ  
продолговатого мозга

От нейронов коры  
неocerebellума

информация идет на зубчатое  
ядро, а от него направляется  
через таламус к  
двигательной коре





# **МОЗЖЕЧОК:**

- 1. участвует в регуляции позы, мышечного тонуса и равновесия;**
- 2. осуществляет координацию целенаправленных движений с рефлексамии поддержания позы;**
- 3. производит координацию быстрых целенаправленных движений, осуществляемых по команде из коры больших полушарий, (бег, прыжки, речь);**
- 4. является хранилищем центральных двигательных программ**

# РОЛЬ КОРЫ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ В РЕГУЛЯЦИИ ТОНУСА И УПРАВЛЕНИИ ДВИЖЕНИЯМИ

«Третий этаж» или уровень регуляции движений - это кора больших полушарий, которая создает программы движений и их реализацию в сокращение определенных групп мышц.

# **В коре :**

- 1. формируется цель движения,**
- 2. происходит выбор программ движения**
- 3. осуществляется запуск СЛОЖНЫХ ВИДОВ ДВИЖЕНИЙ**

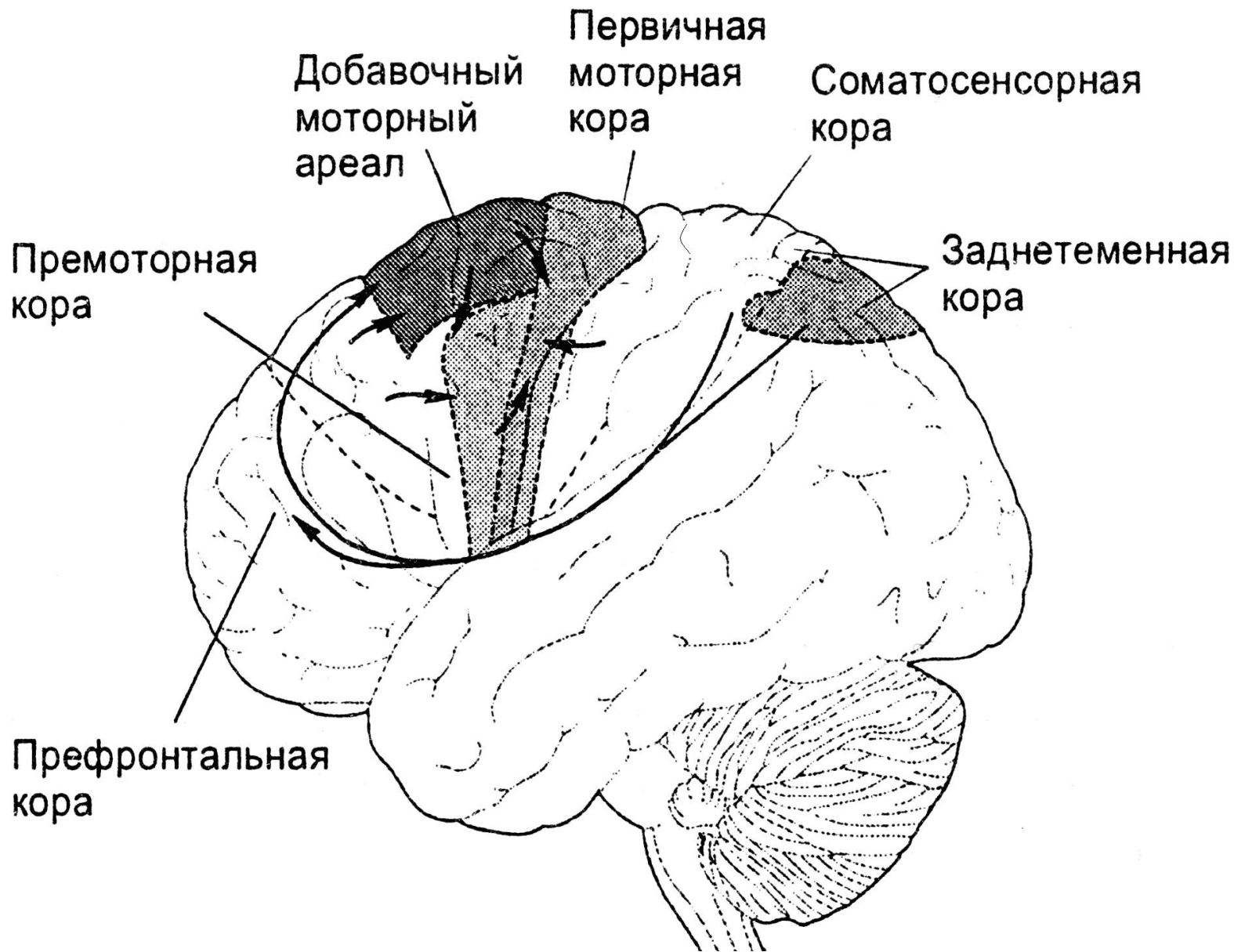
**Корковое управление движениями возможно лишь при одновременном участии всех моторных уровней**

1. Зарождающийся в ассоциативных зонах коры замысел будущего движения поступает в моторную кору.
2. Нейроны моторной коры организуют целенаправленное движение с участием БГ, мозжечка, стволовых ядер
3. и пирамидной системы,  
непосредственно воздействующей на  
альфа-мотонейроны спинного мозга

# пирамидный тракт

- **Кортикоспинальный** путь - управление мышцами туловища и конечностей, заканчивается прямо на мотонейронах спинного мозга.
- **Кортикобульбарный** путь осуществляет контроль двигательных ядер черепно-мозговых нервов, управляющих мышцами лица и движениями глаз.

# Моторные зоны коры

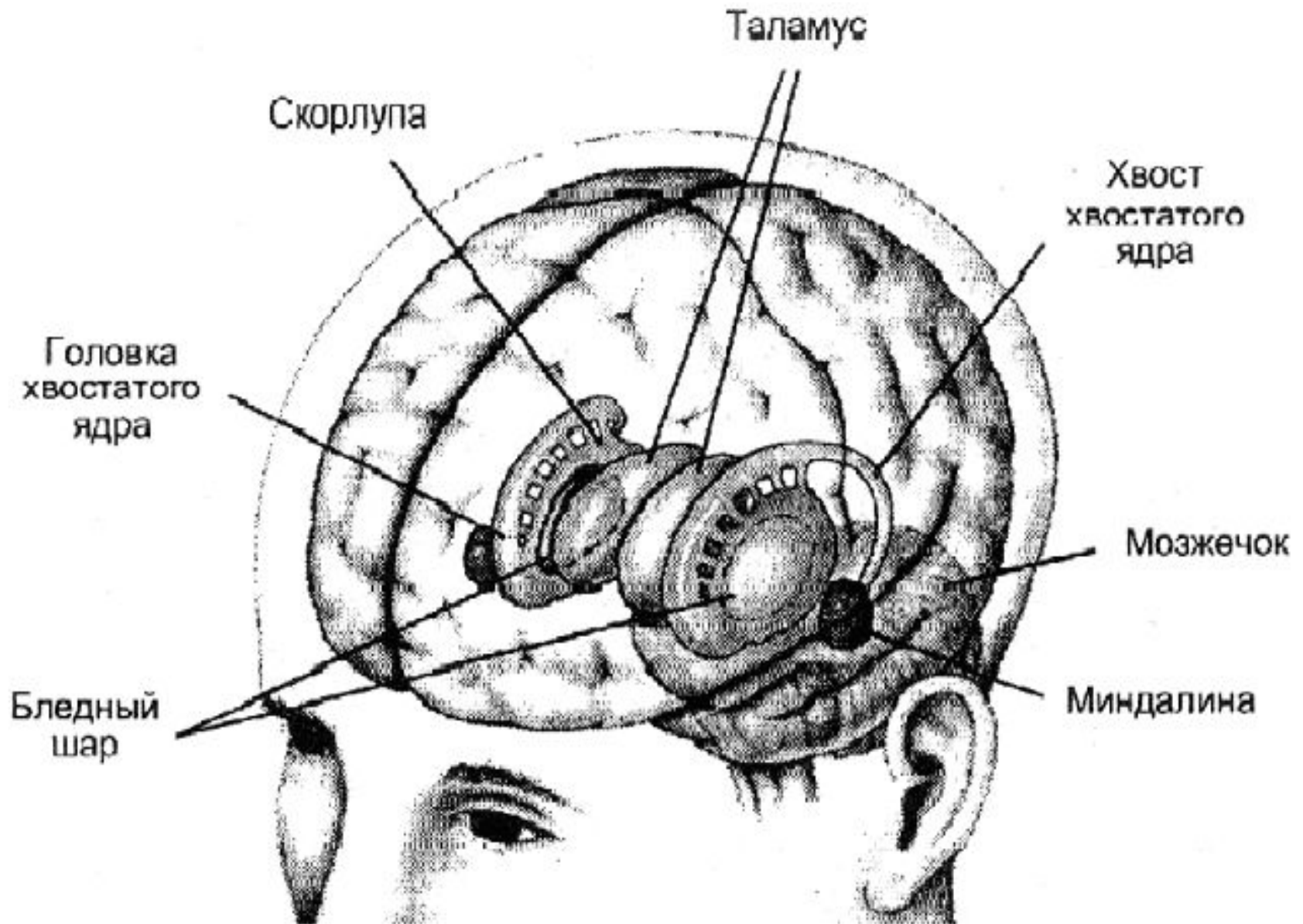


Базальные ганглии – крупный комплекс ядер,  
расположенный под корой больших  
полушарий в глубине мозга

- Полосатое тело – стриатум – скорлупа,  
хвостатое ядро
- Бледный шар – паллидум
- Субталамическое ядро
- Черная субстанция среднего мозга

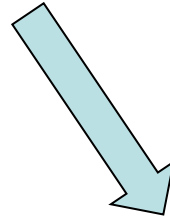


# БАЗАЛЬНЫЕ ГАНГЛИИ



# Входы:

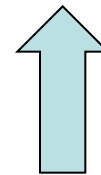
От коры



От таламуса



Полосатое  
тело



От черной субстанции

**ВЫХОДЫ:**

**полосатое тело →**

**бледный шар или**

**чёрная субстанция →**

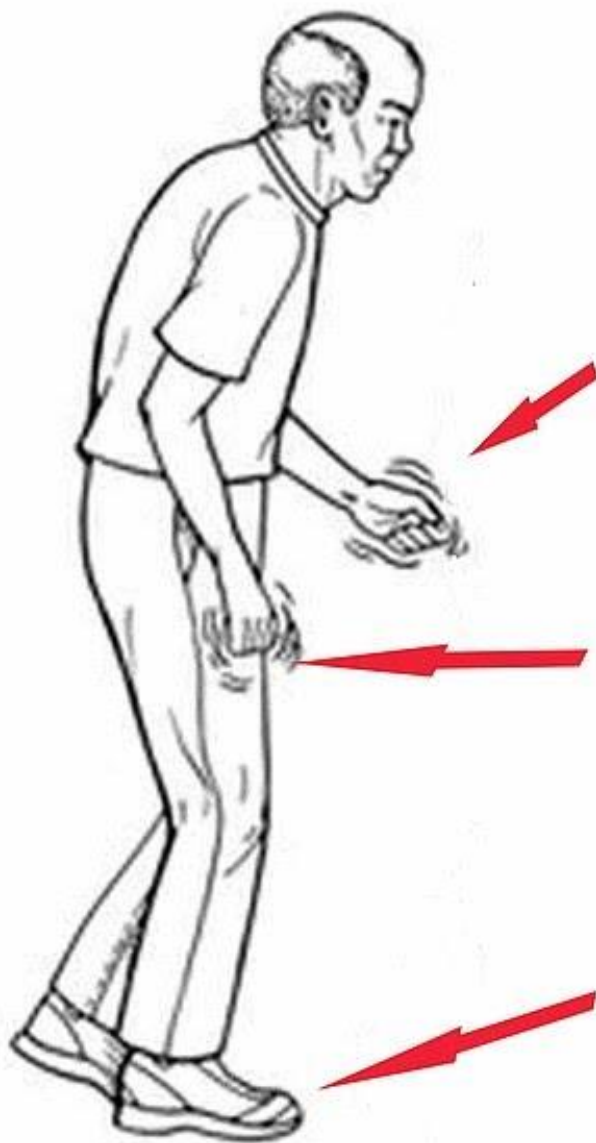
**таламус → моторная**

**кора**

Роль БГ важна в переходе от  
замысла движений - фаза  
ПОДГОТОВКИ к выбранной  
программе действия - фаза  
ВЫПОЛНЕНИЯ

# Неврологическое заболевание БГ – Болезнь Паркинсона (паркинсонизм)

- Триада симптомов
- Ригидность
- Тремор
- Акинезия
- Все симптомы обусловлены гиперреактивностью БГ, которая возникает при повреждении дофаминэргического тормозного пути, который идет от черной субстанции к стриатуму



**Поза просителя**

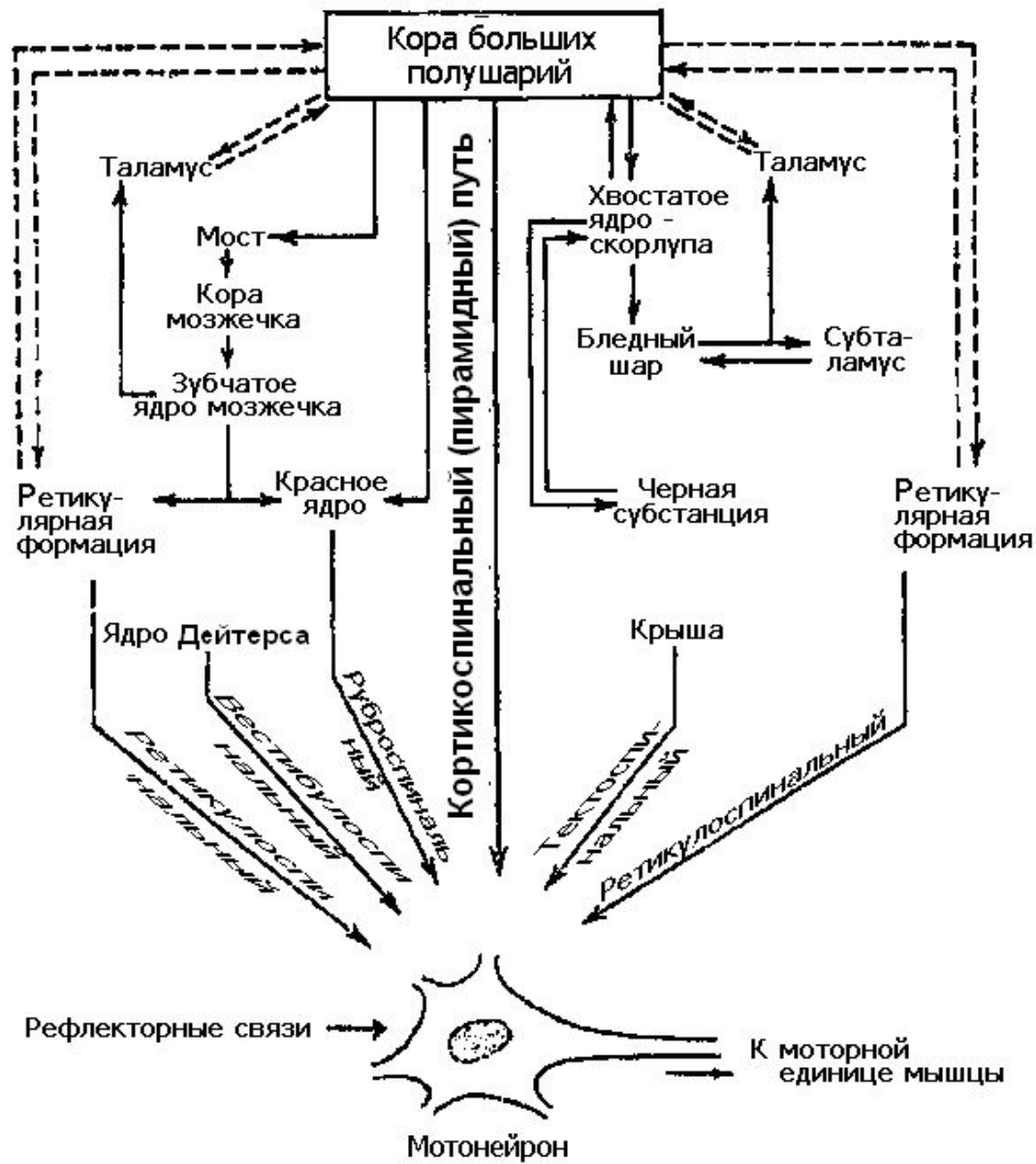
**“Синдром катания  
пилюль”**

**Выраженный  
тремор**

**Шаркающая  
походка, мелкие  
шаги**

# Кора больших полушарий

- Регулирует силу спинномозговых и стволовых двигательных рефлексов
- Участвует в формировании и хранении программ сложных врожденных и всех приобретенных движений
- Обеспечивает выполнение целенаправленных двигательных актов
- В коре формируется замысел или цель движения, происходит выбор программ движения, запуск сложных видов движений





# Статические рефлекссы

- Обеспечивают поддержание позы и равновесия при самых различных положениях: лежании, стоянии и сидении.

# Статокинетические рефлекссы

- Обеспечивают сохранение равновесия и позы при движении с ускорением и связаны с активным или пассивным перемещением тела в пространстве

У новорожденных сохраняется флексорная гипертония до 1 – 1,5 месяцев. В возрасте 3-5 месяцев – нормотония – равновесие мышц-антагонистов

Обусловлено: повышенный тонус красного ядра, незрелость полосатого тела и пирамидной системы

У новорожденных непрерывные массивные движения – рук, ног, туловища и головы.

Движения слабо-координированы и нецеленаправлены

- Отсутствуют выпрямительные установочные рефлексы
- Имеются вестибулярные и шейные тонические рефлексы
- Функционируют рецепторы полукружных каналов