

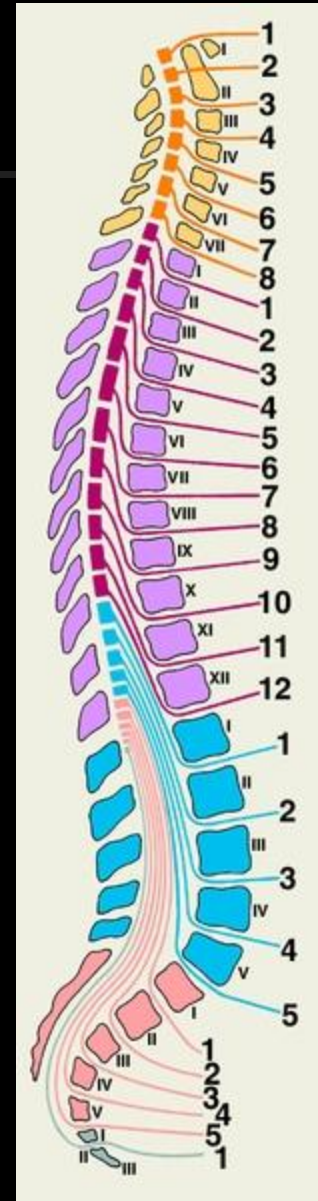
**ФИЗИОЛОГИЯ**

**СПИННОГО МОЗГА**

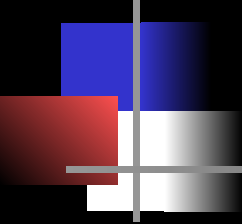


# Сегменты спинного мозга

- 8 шейных (СI—СVIII),
- 12 грудных (ТI—ТХII),
- 5 поясничных (L I—L V),
- 5 крестцовых (S I—S V),
- 1—3 копчиковых (Co I—Co III).



# Закон Белла - Мажанди



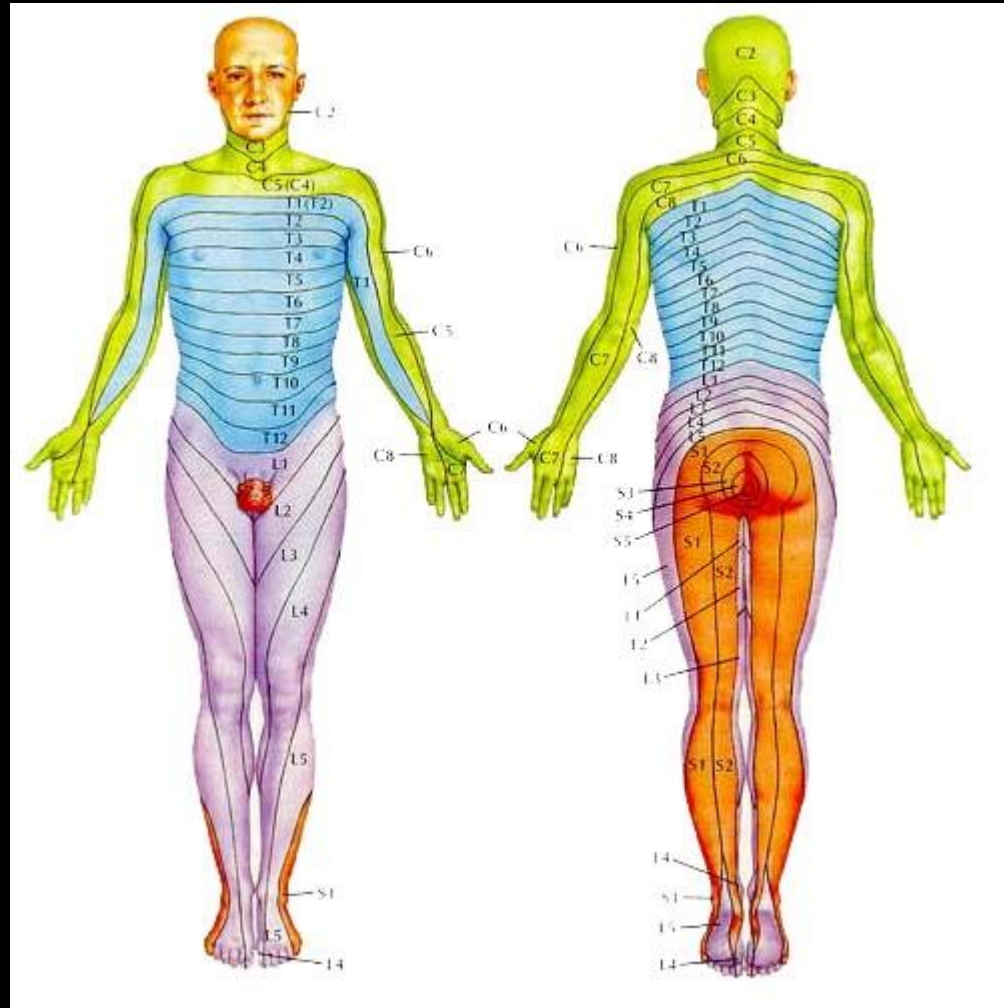
---

**Вентральные** корешки содержат эфферентные двигательные волокна, а **дорсальные** корешки содержат афферентные чувствительные волокна

# Сегментарный и межсегментарный принципы функционирования спинного мозга

Каждый сегмент через свои корешки иннервирует три метамера тела и получает информацию также от трех метамеров тела.

В итоге перекрытия каждый метамер тела иннервируется тремя сегментами и передает сигналы в три сегмента спинного мозга.





# Функции спинного мозга

---

1. Чувствительная (афферентная),
2. Проводниковая,
3. Рефлекторная

# Нисходящие пути спинного мозга

Латеральный кортикоспинальный пирамидный тракт - двигательные зоны коры - перекрест в продолговатом мозге - мотонейроны передних рогов спинного мозга - произвольные двигательные команды

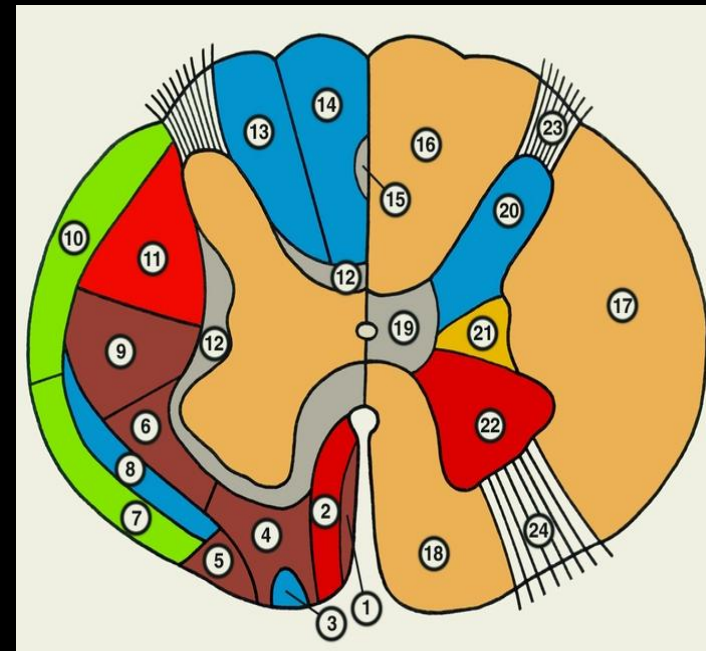
Прямой передний кортикоспинальный пирамидный тракт - перекрест на уровне сегментов - команды те же, что и у латерального тракта

Руброспинальный тракт Монакова - 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



# Восходящие пути СПИННОГО МОЗГА

Тонкий пучок Голля (fasciculus gracilis) - от нижней части тела - проприоцепторы сухожилий и мышц, часть тактильных рецепторов кожи, висцерорецепторы

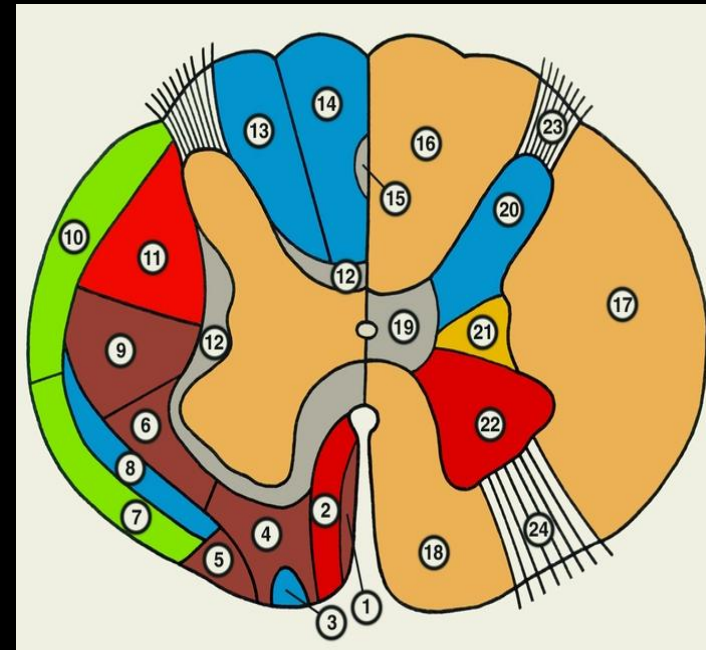
Клиновидный пучок Бурдаха (fasciculus cuneatus) - от верхней части тела - те же рецепторы

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



# Серое вещество

## *Пластины по Рекседу:*

*I* — нейроны получают импульсы от первичных афферентов, а аксоны дают начало спино-таламическому пути.

*II-III* — нейроны образуют студенистое вещество.

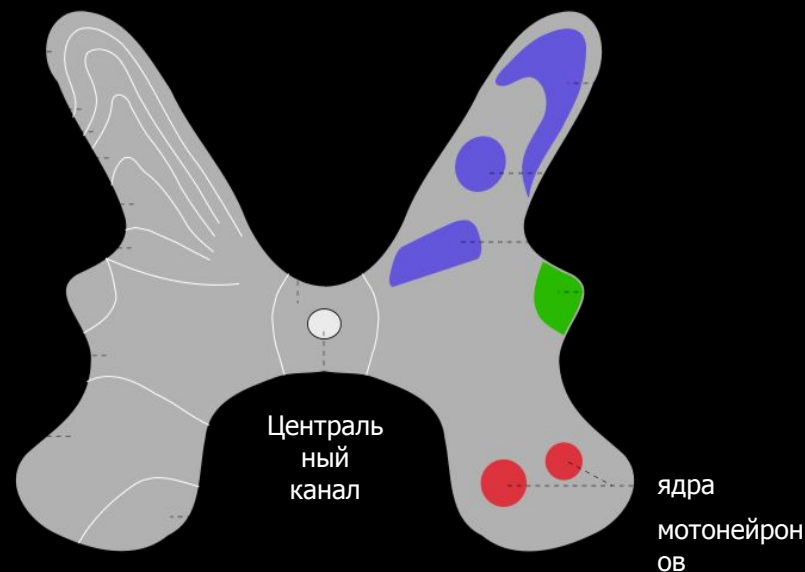
*IV* — нейроны получают импульсы от студенистого тела и первичных афферентов, а аксоны проецируются в таламус и боковое шейное ядро.

*V-VI* — интернейроны, получающие сигналы от волокон дорсальных корешков и от нисходящих путей — в основном кортико-спинального и рубро-спинального путей.

*VII-VIII* — интернейроны, на которых оканчиваются аксоны проприоспинальных нейронов, а также волокна преддверно-спинального и ретикуло-спинального путей.

*IX* —  $\alpha$ — и  $\gamma$ —мотонейроны, получающие импульсы от первичных афферентов и от волокон нисходящих трактов.

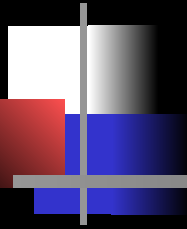
*X* — окружает спинномозговой канал и содержит комиссуральные волокна.





# Основные рефлекссы СПИННОГО МОЗГА:

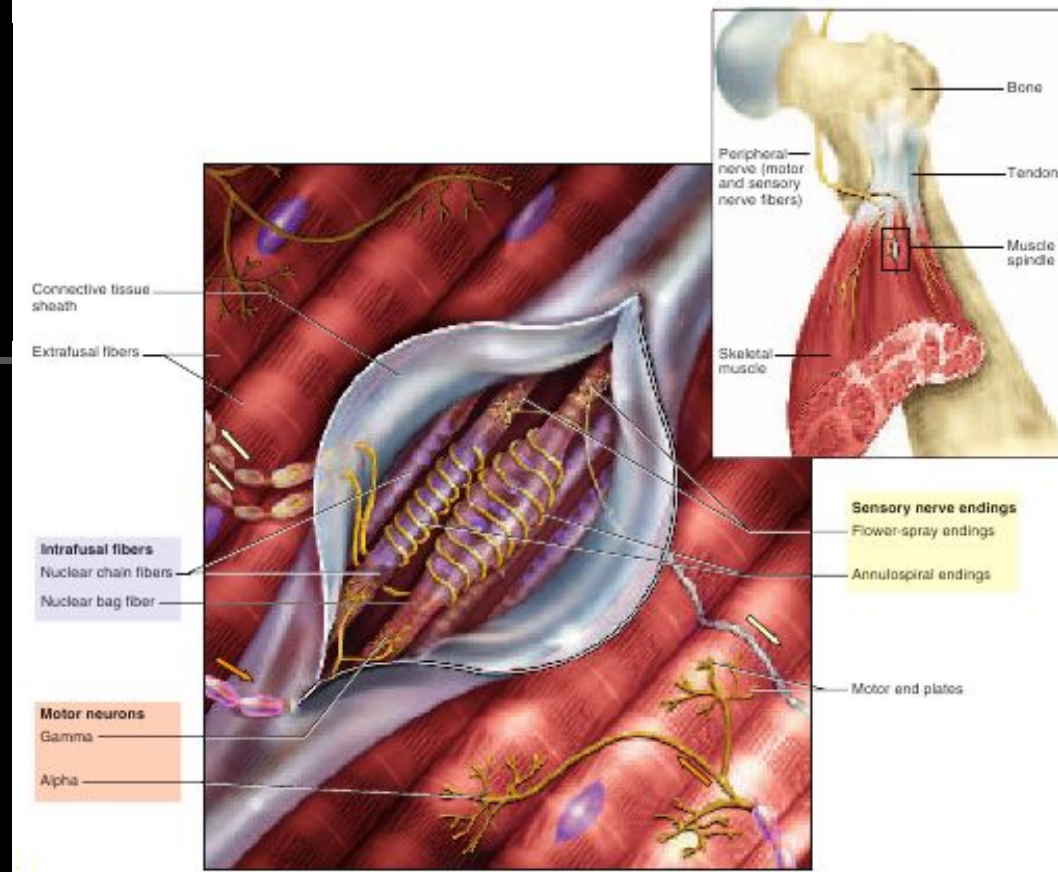
---



# 1. Рефлексы на растяжение (миотатические)

1. РД моносинаптическая.
2. Время рефлекса небольшое.
3. Одновременное возбуждение всех рецепторов и распространение возбуждения по всем афферентам.

# Мышечные веретена

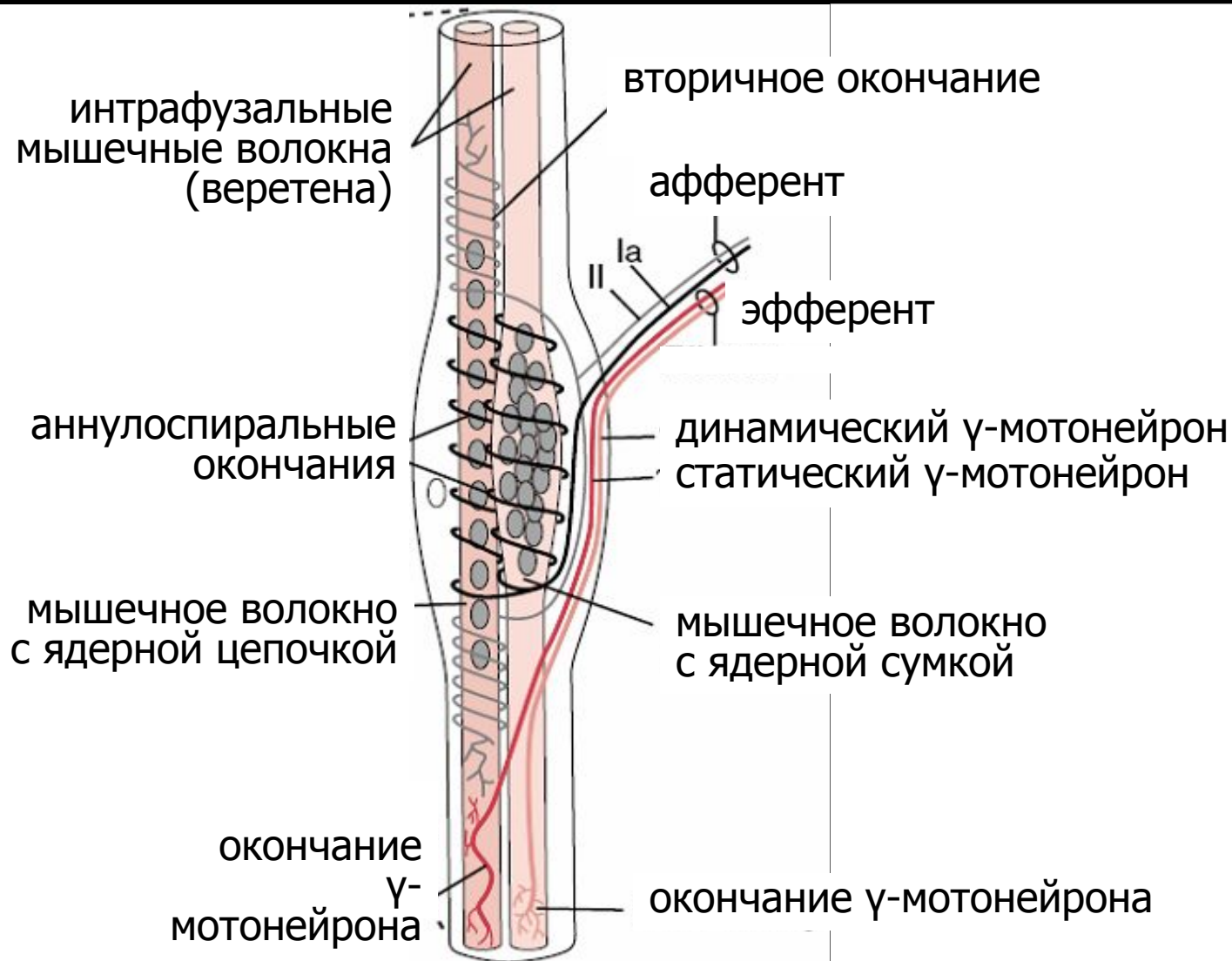


**Мышечные веретена** - инкапсулированные рецепторы веретенной формы длиной 3-5 мм и толщиной около 0,2 мм. Количество их в составе отдельных мышц измеряется десятками или сотнями.

**Мышечные веретена** подразделяются на:

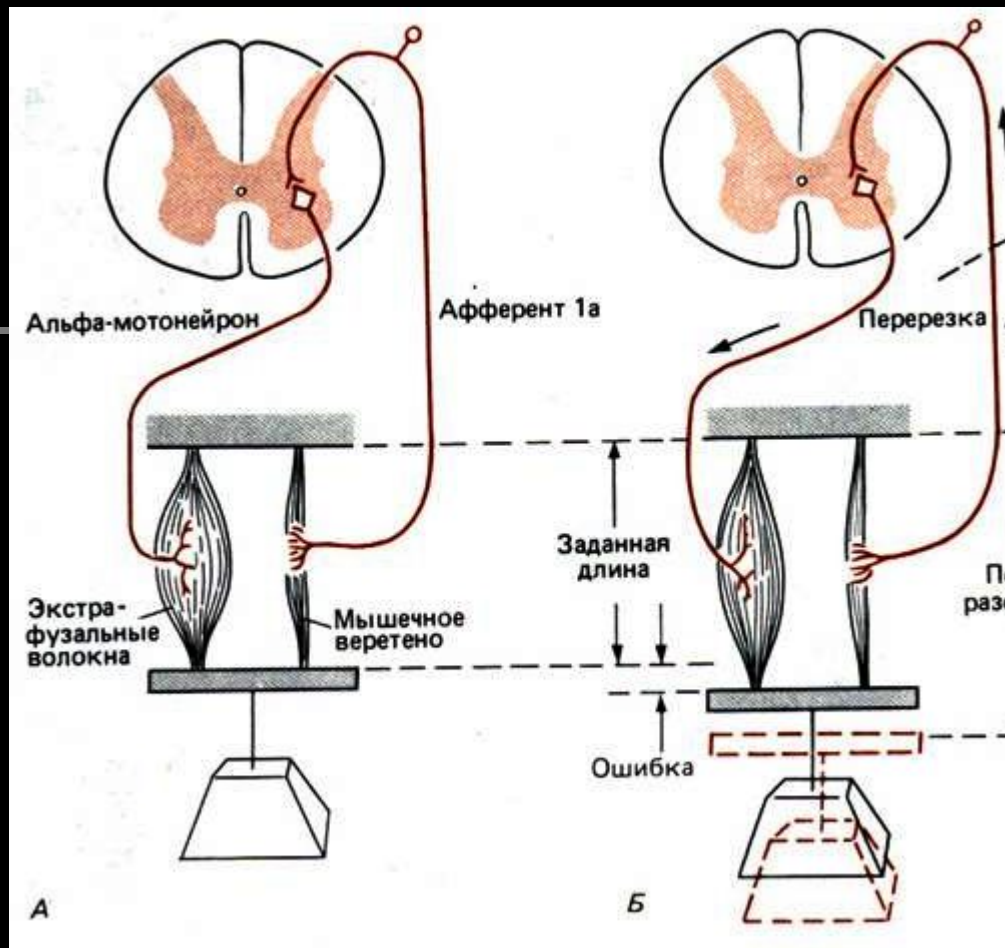
- волокна с ядерной сумкой,
- волокна с ядерной цепочкой.

# Мышечные веретена



<b>Волокна с ядерной сумкой</b>	<b>Волокна с ядерной цепочкой</b>
К ним подходят миелиновые афференты, образующие окончания аннулоспирального типа (первичные окончания).	К ним подходят помимо первичного окончания также и более тонкие афференты (вторичные окончания).

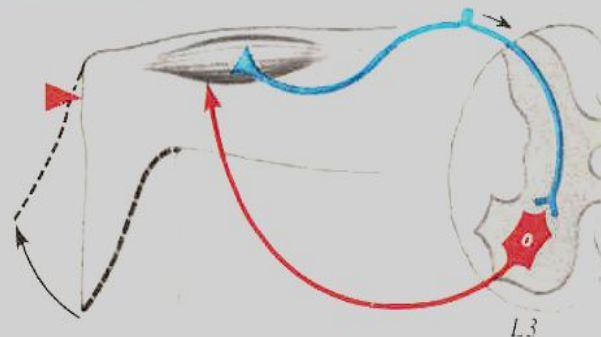
Первичное окончание реагирует на степень и скорость растяжения мышц, а вторичное — только на степень растяжения.



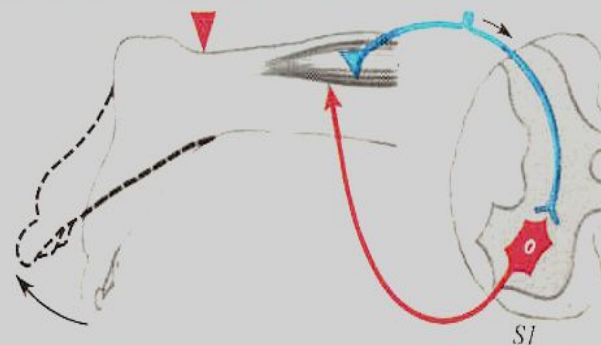
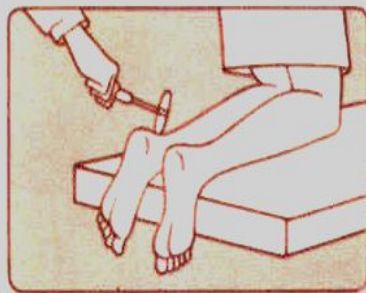
После растяжения мышцы активируется первичный афферент (1а), который дает команду на  $\alpha$ -мотонейрон – мышца сокращается.

# Рефлексы спинного мозга

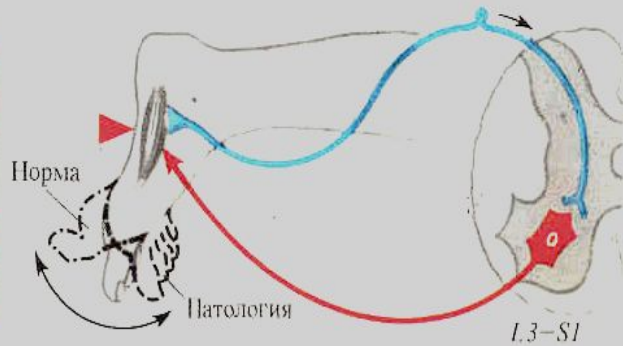
Коленный рефлекс



Ахиллов рефлекс



Подожвенный рефлекс в патологии (рефлекс Бабинского) и в норме







# Участие мышечных веретён в произвольных движениях

Сигналы, поступающие к  $\alpha$ -мотонейронам, одновременно возбуждают и  $\gamma$ -мотонейроны (феномен коактивации  $\alpha$ - и  $\gamma$ -мотонейронов).

В результате при каждом мышечном сокращении происходит одновременное сокращение экстра- и интрафузальных МВ.

Эфференты активированы непосредственно ретикулярной формацией продолговатого мозга или через нее мозжечком, базальными ганглиями и корой.

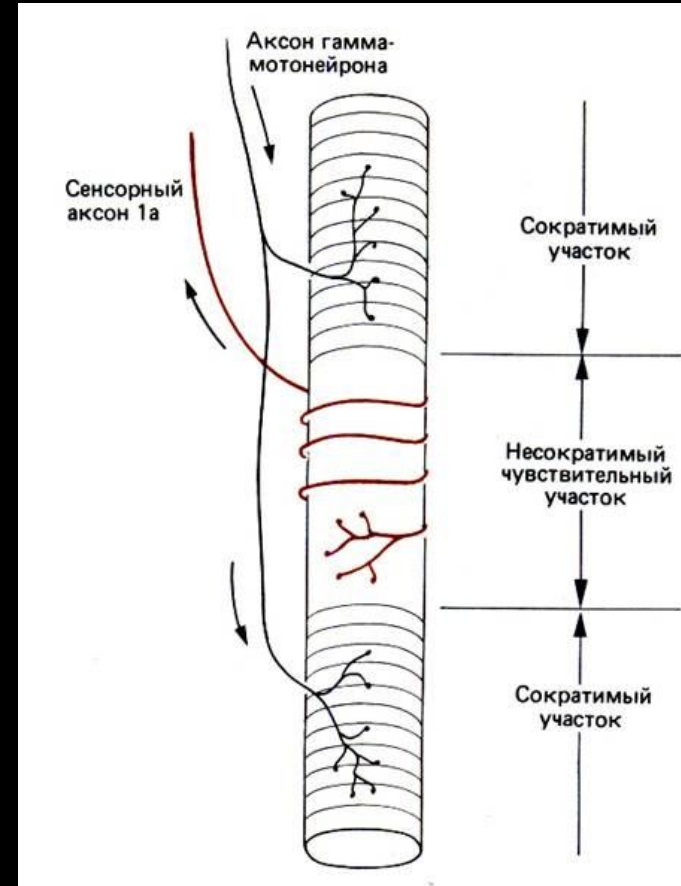


# Механизм $\gamma$ - активации

Активация  $\gamma$  - мотонейронов вызывает укорочение концевых сократимых участков интрафузальных волокон, что ведет к растяжению их несократимого участка.

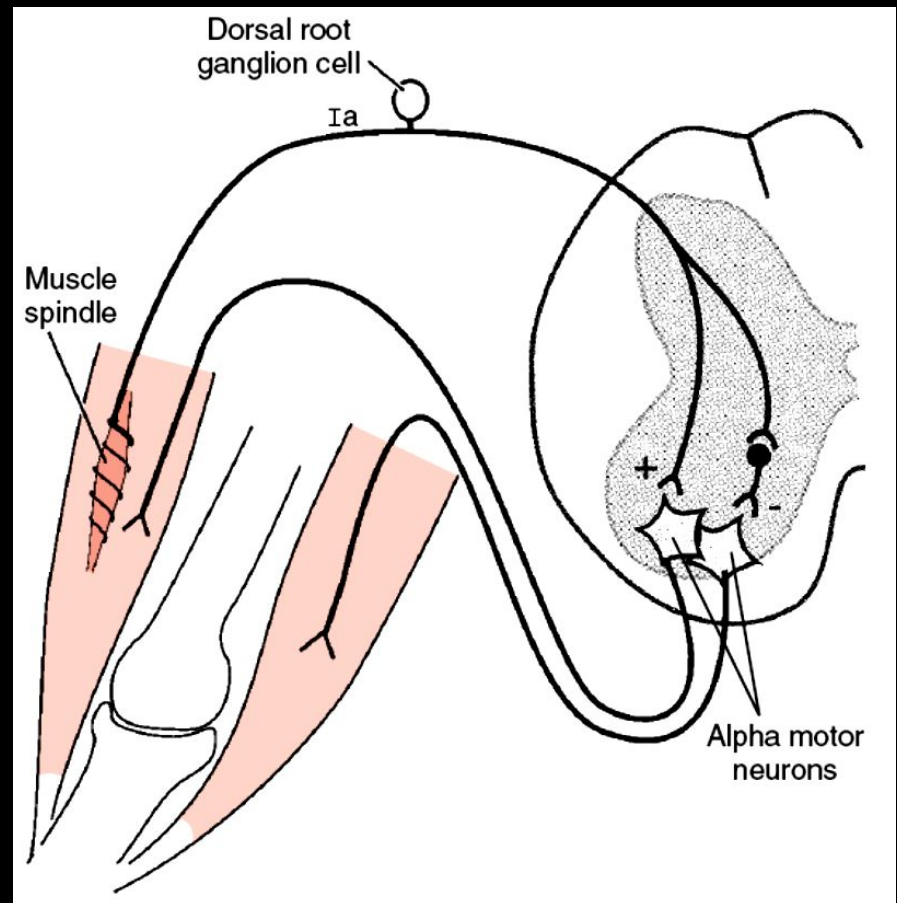
Это растяжение приводит к возбуждению афферентов 1a и сокращению экстрафузальных волокон.

Т.о. поддерживается напряжение мышцы.



## 2. Рефлексы мышц-антагонистов

При стимуляции мышечных волокон одной мышцы происходит одновременное торможение мышцы-антагониста.





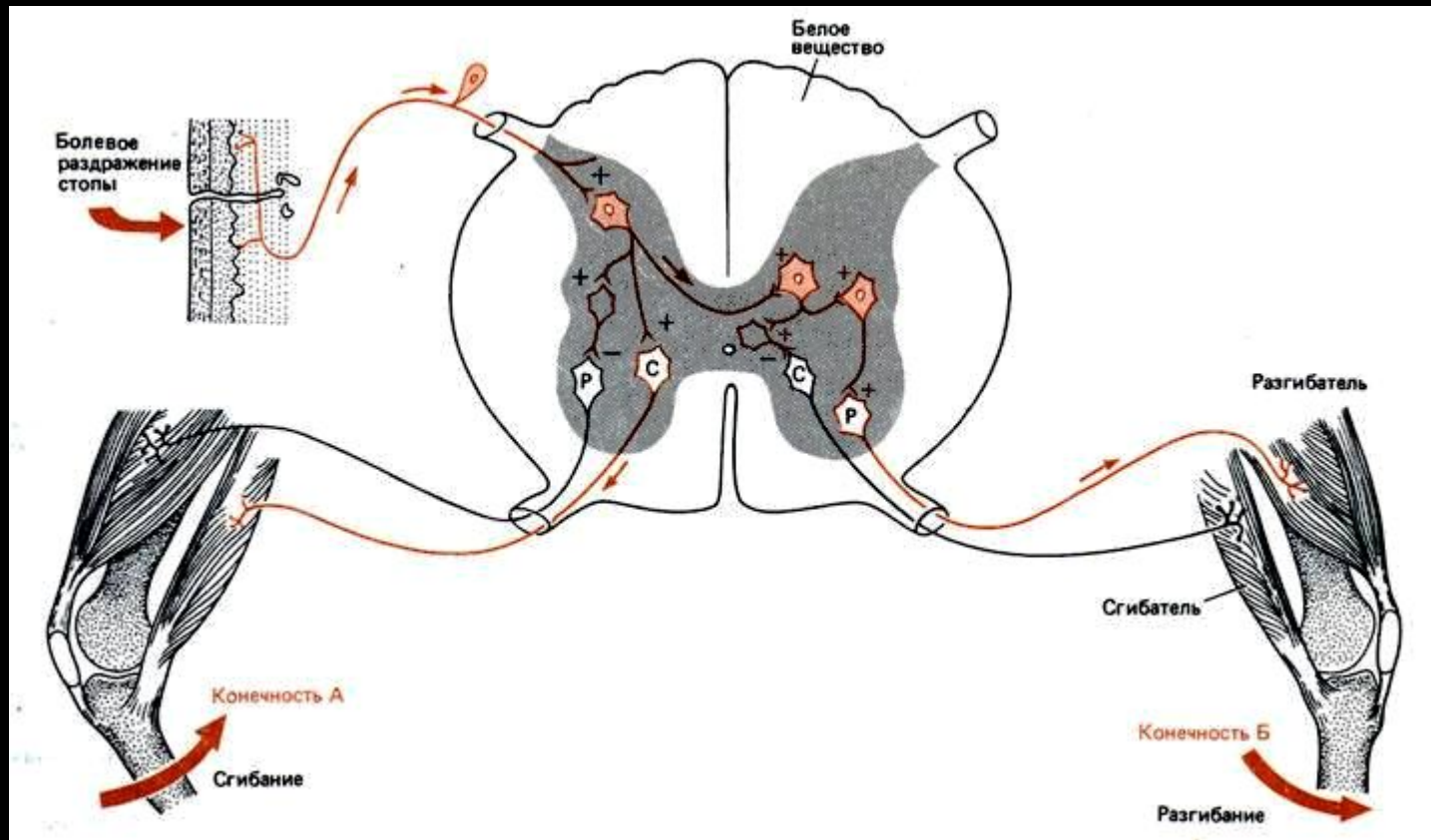
# 3. Сгибательные рефлексy

---

(защитные)

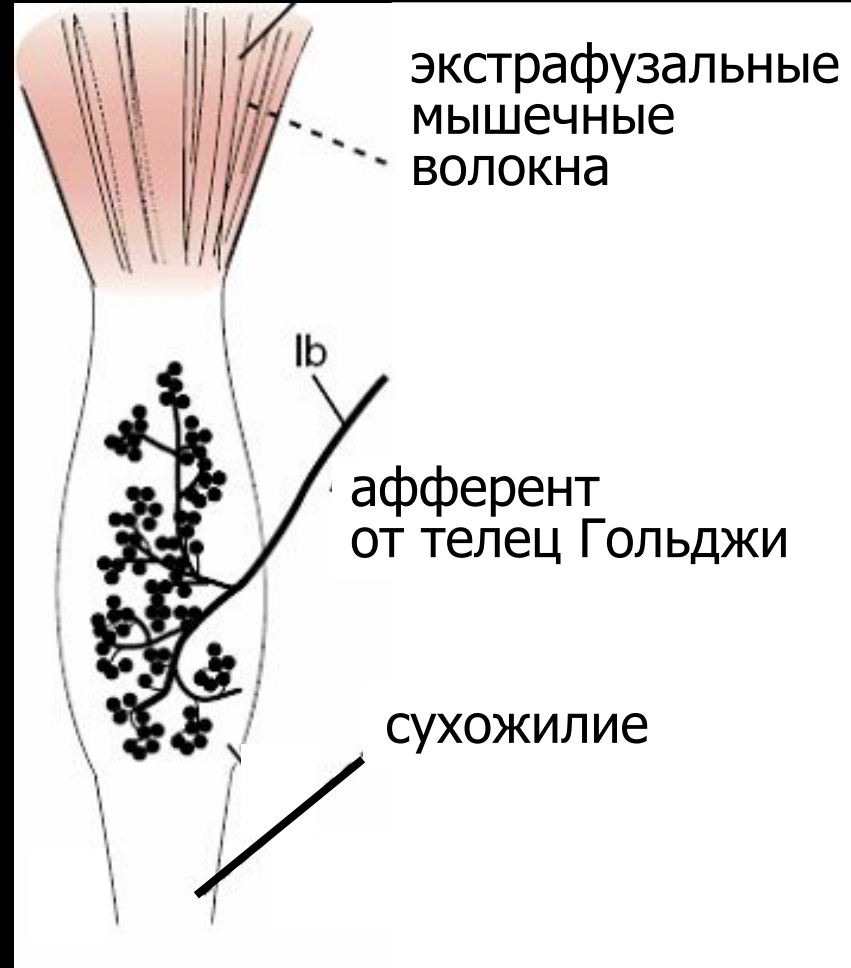
1. РД полисинаптическая.
2. Аfferенты с разной проводимостью, сложное рецептивное поле.
3. Требует участия не одной мышцы.

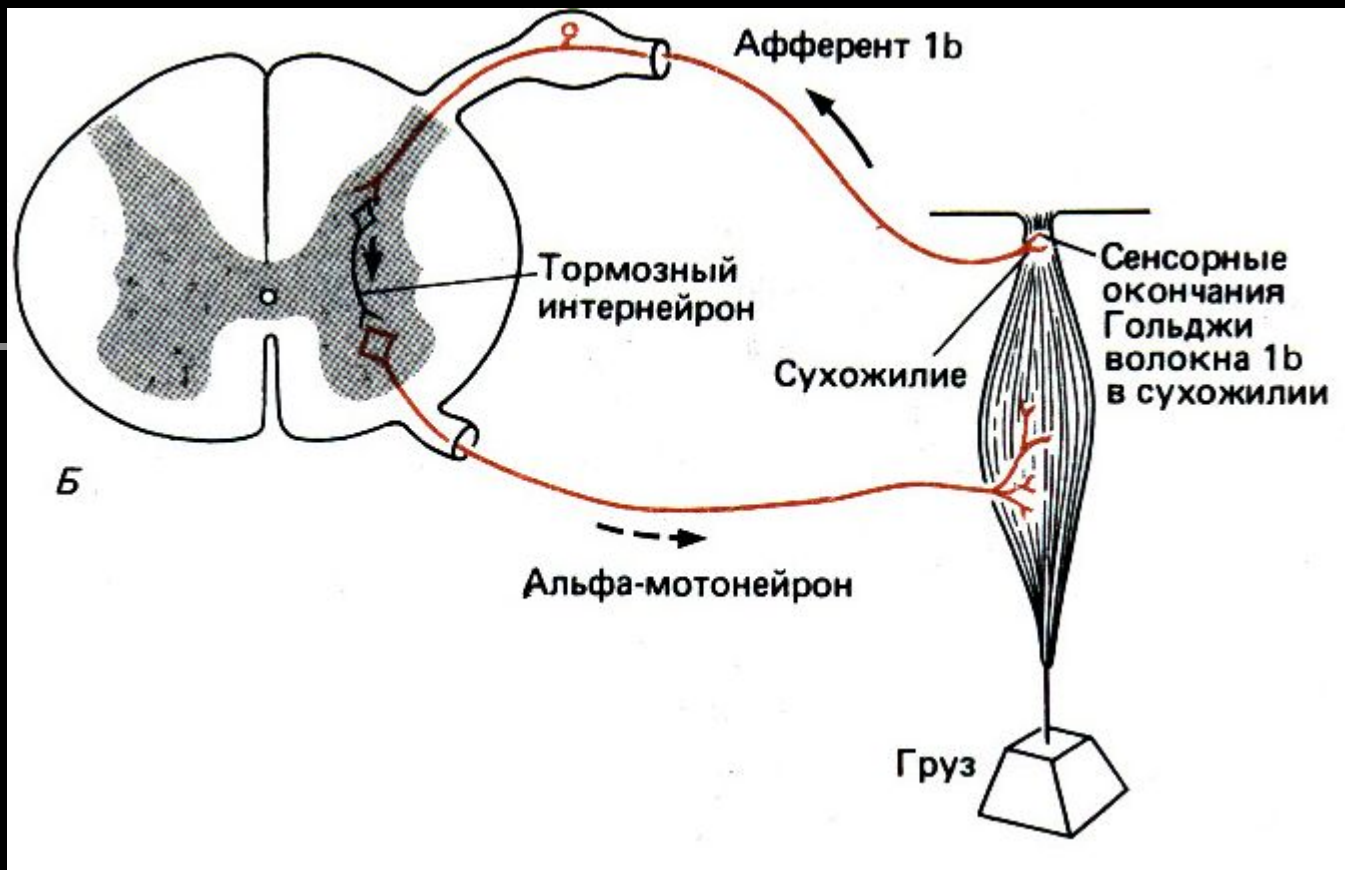
# 4. Перекрестный сгибательно-разгибательный рефлекс



# 5. Рефлексы ограничивающие напряжение мышц

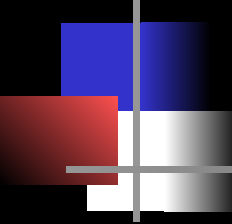
**Тельца Гольджи** реагируют на растяжение сухожилий, в том числе при сокращении мышцы.





Активация телец Гольджи приводит к торможению  $\alpha$ -мотонейронов и обеспечивает расслабление сокращенной мышцы.

# 6. Участие в постуральных рефлексах



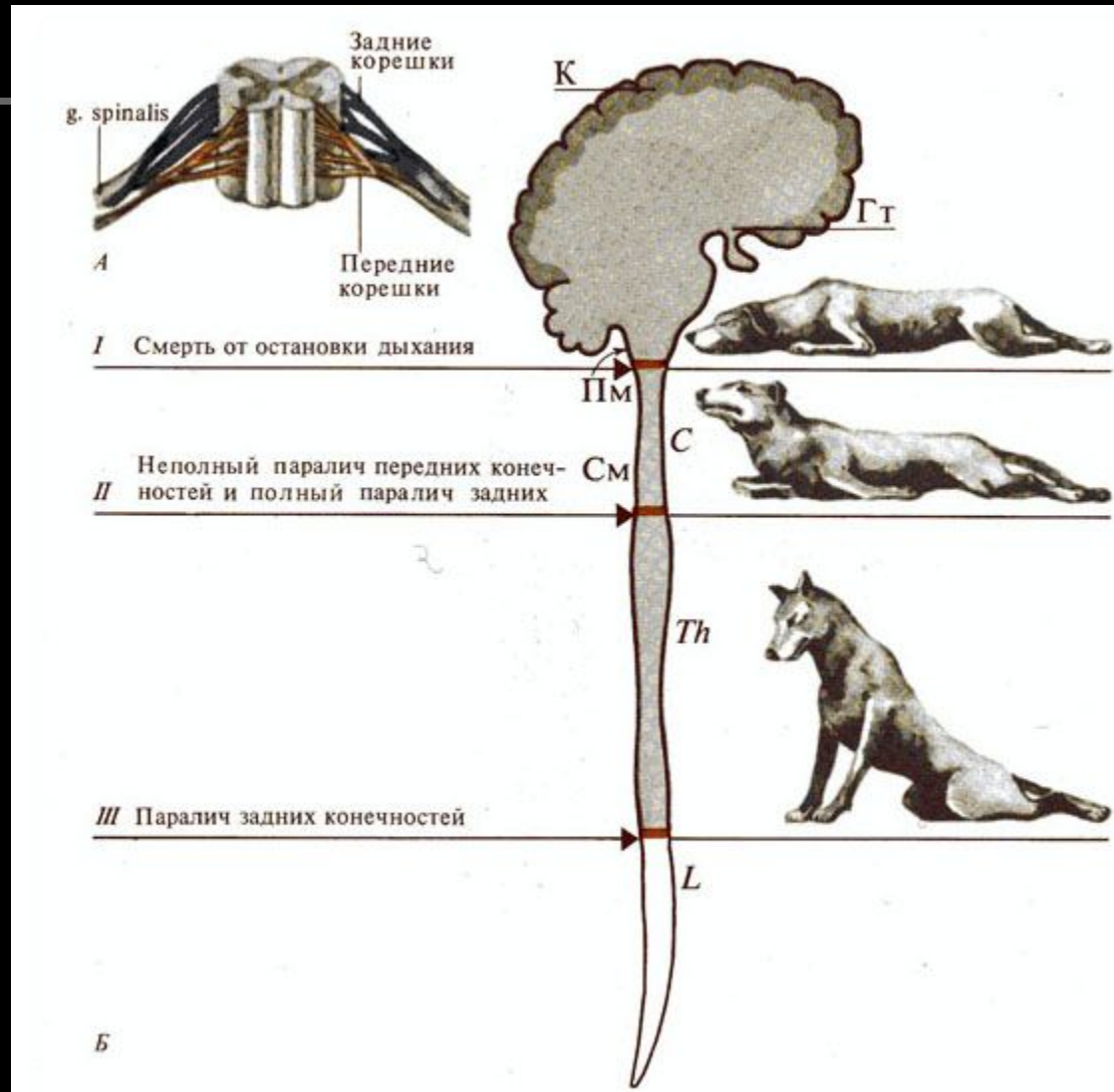
Постуральные (познотонические, статические) рефлексy обеспечивают поддержание в пространстве определённого положения всего тела или его части (например, конечности).

Так, давление на подушечки стопы спинального животного вызывает реакцию вытягивания конечности, направленного против давления.



# Роль спинного мозга в двигательных функциях

А - спинной мозг;  
Б - двигательные функции спинального животного:  
I, II, III - уровни перерезок.







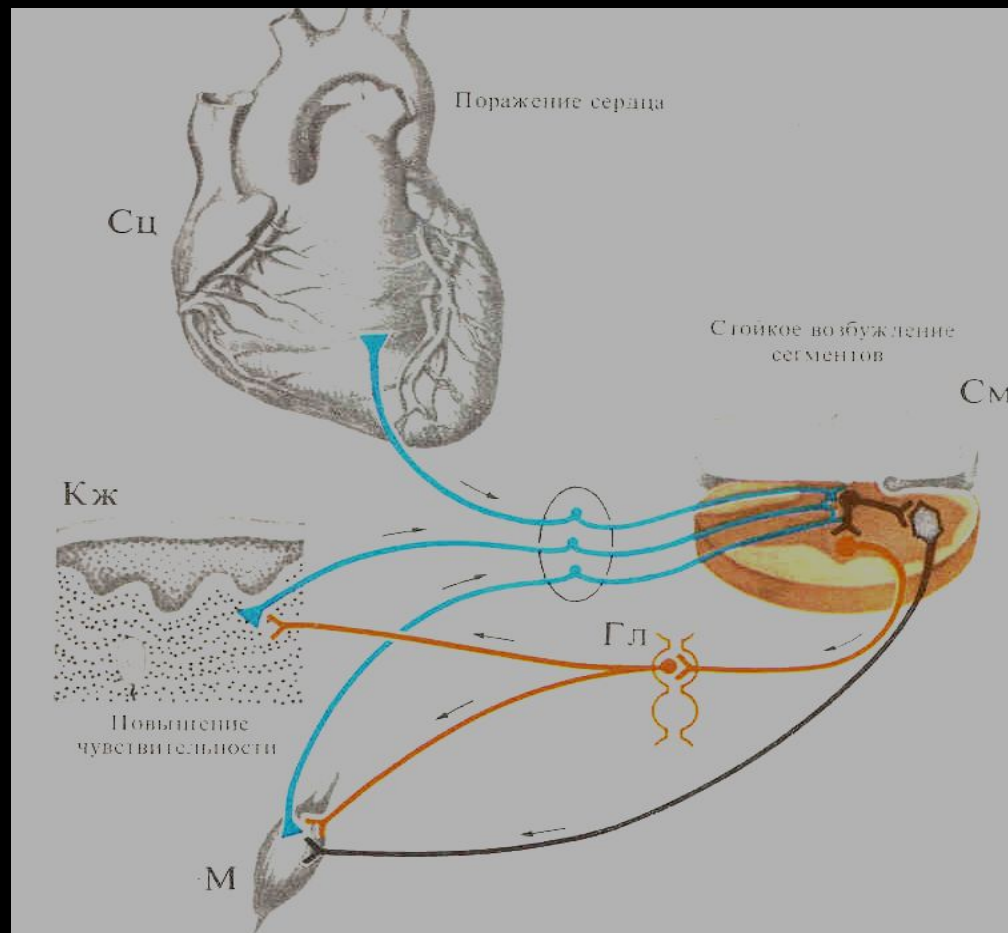
# 7. Ритмические рефлексy

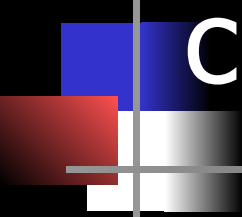
---

Спинальные животные могут совершать *ритмические шагательные движения.*

Т.о. на уровне спинного мозга существует закреплённые нейронные пулы, осуществляющие рефлекторный сложнокоординированный акт ходьбы.

# 8. Висцеро-соматические и вегетативные рефлексы спинного мозга





# Нарушение целостности спинного мозга (параплегия)

Бывает полная и частичная параплегия

При полном прерывании спинного мозга  
наблюдается явление спинального шока:

1. стадия арефлексии из-за отсутствия стимулирующего влияния от РФ.
2. стадия гиперрефлексии – из-за отсутствия тормозного влияния от супраспинальных структур.

Длительность фаз зависит от уровня организации животного.

# Фазы у человека:

## 1 фаза:

Арефлексия – 4-6 недель

## 2 фаза:

Небольшие рефлекторные движения пальцев ног – от 2-х недель дл нескольких месяцев,

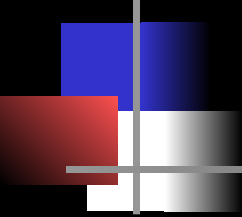
## 3 фаза:

Усиление сгибательных движений – несколько месяцев (рефлексогенная зона – стопа, особенно подошва),

## 4 фаза:

Разгибательные рефлексy – от 6 месяцев и больше, генерализация сгибания до спазмов (спинальное стояние). Если разгибательные движения появляются раньше, то надежда на неполное прерывание спинного мозга.

Последовательность включения рефлексов: сгибательные, сухожильные, вегетативные.



# Частичная параплегия - синдром Броун-Секара

Сторона перерезки

Паралич

Расстройство  
мышечно-суставной,  
вибрационной  
чувствительности,  
чувства давления,  
чувства веса

Интактная сторона

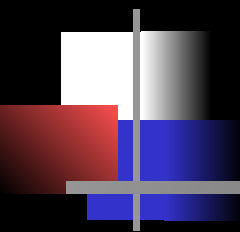
Без паралича

Расстройство  
болевого  
чувствительности,  
температурной  
чувствительности

---

Снижение тактильной чувствительности с обеих сторон

# Физиология продолговатого мозга и моста



# Функции продолговатого мозга:

---

1. Рефлекторная
2. Проводниковая
3. Тоническая

# Ядра продолговатого мозга



---

1. Ядра ЧМН: XII - VIII пара
2. Переключающие ядра:
  - Голля и Бурдаха,
  - РФ
  - Оливарные ядра



# Рефлекторная деятельность заднего мозга

- 1) Дыхательный центр
- 2) Сердечно-сосудистый центр
- 3) Центр слюноотделения
- 4) Центр слезоотделения
- 5) Центр кашля
- 6) Центр чихания

- 7) Центр мигания
- 8) Центр рвоты
- 9) Центр сосания
- 10) Центр жевания
- 11) Центр глотания
- 12) Центры поддержания позы
- 13) Центр поддержания сахара в крови

# Постуральные (статические) рефлекссы (Р. Магнус):

1. шейные тонические - запускаются при возбуждении проприоцепторов мышц шеи:

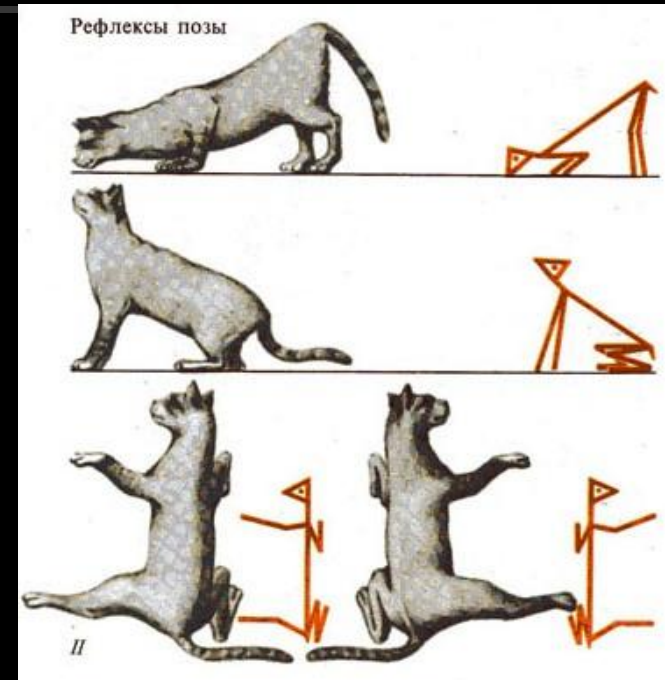
**голова вниз** – гипертонус разгибателей задних конечностей,

**голова назад** – гипертонус разгибателей передних конечностей,

**голова вправо** – гипертонус разгибателей правых конечностей,

**голова влево** – гипертонус разгибателей левых конечностей,

Любое отклонение головы вызывает движение глазных яблок в противоположном направлении.



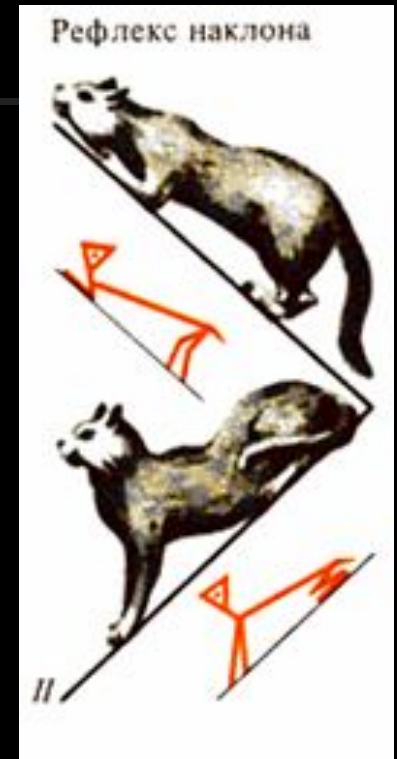
(в чистом виде при разрушении вестибулярного аппарата, дающего дополнительную информацию о положении головы)

2. вестибулярные тонические рефлексy связаны с возбуждением рецепторов преддверия перепончатого лабиринта, неразрывно связаны с шейными тоническими рефлексами.

Они не зависят от положения головы относительно туловища, а зависят от положения головы в пространстве (без сгибания в шее).

Подразделяются на:

- *вестибулошейные* рефлексy отвечают за вертикальное положение головы.
- *вестибулоспинальные* рефлексy подстраивают положение конечностей под положение головы.



(в чистом виде при фиксации головы по отношению к туловищу или при выключении проприоцепторов шейных мышц новокаиновой блокадой).

# МОСТ



---

В мосту расположены ядра ЧМН:

V пара - тройничный нерв,

VI пара -отводящий нерв,

VII пара - лицевой нерв,

VIII пара – вестибулокохлеарный нерв.

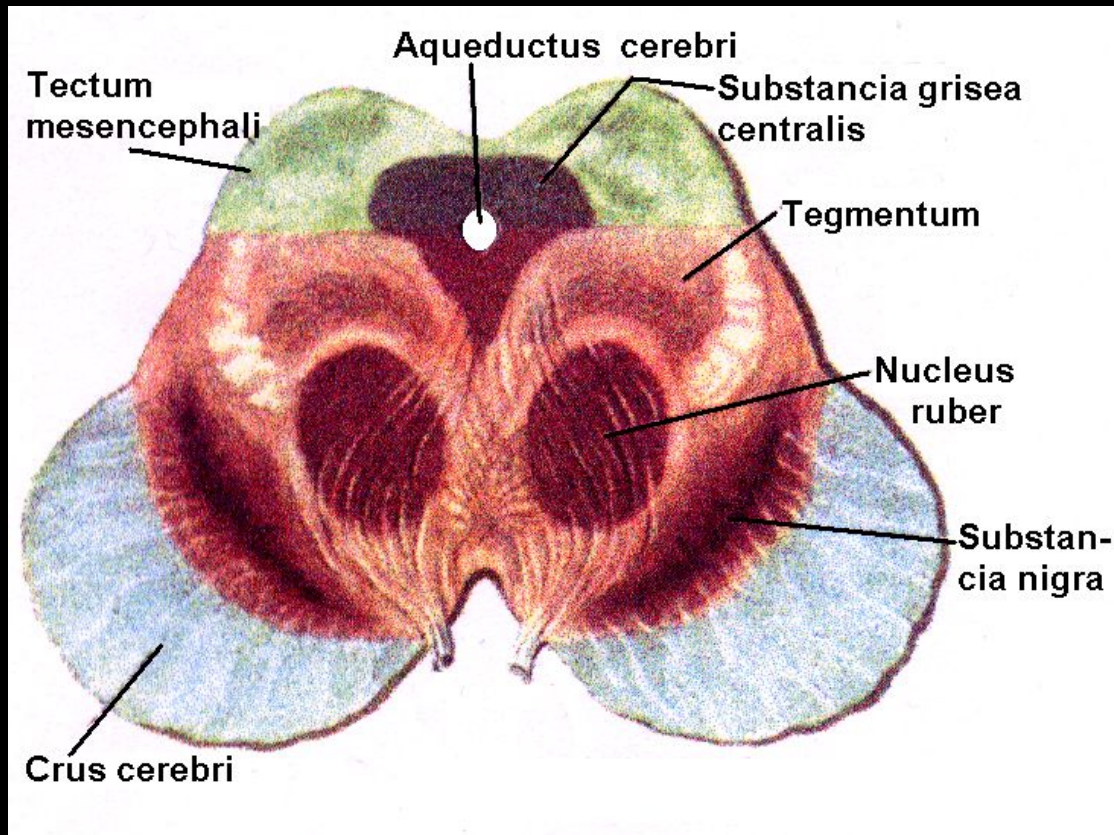


# Средний мозг

---

# Средний мозг состоит из 2-х отделов:

1. **дорзальный отдел** – крышка мозга,
2. **вентральный отдел** – ножки мозга



# Проводящие пути среднего мозга

---

- Восходящие – к таламусу и мозжечку
- Нисходящие – от коры, полосатого тела, гипоталамуса к ядрам среднего и продолговатого мозга.

# Основные образования среднего мозга:

1. ЧМН: IV, III

2. Ядро Даркшевича,

3. Ядро Якубовича-Эдингера,

4. Четверохолмие:

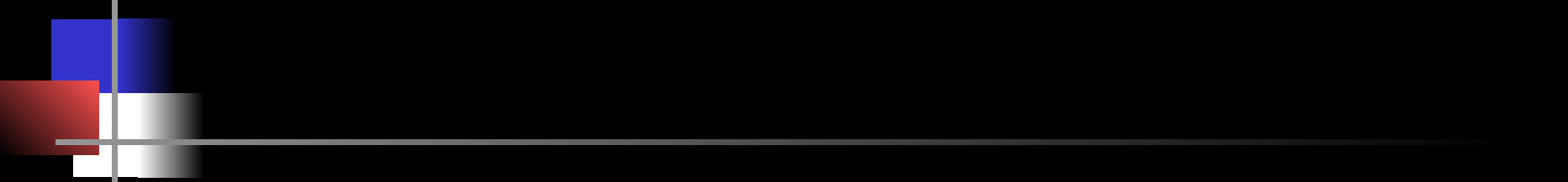
Верхние бугры – ориентировочные зрительные рефлексy.

Нижние бугры – ориентировочные слуховые рефлексy.

Вместе – отвечают за сторожевой рефлекс.

5. Ретикулярная формация.





6. Черная субстанция связана с четверохолмием, таламусом и базальными ганглиями.

Отвечает за эмоциональное поведение, точные движения особенно пальцев рук, регулируют акт жевания и глотания (патология – паркинсонизм)

# Паркинсонизм

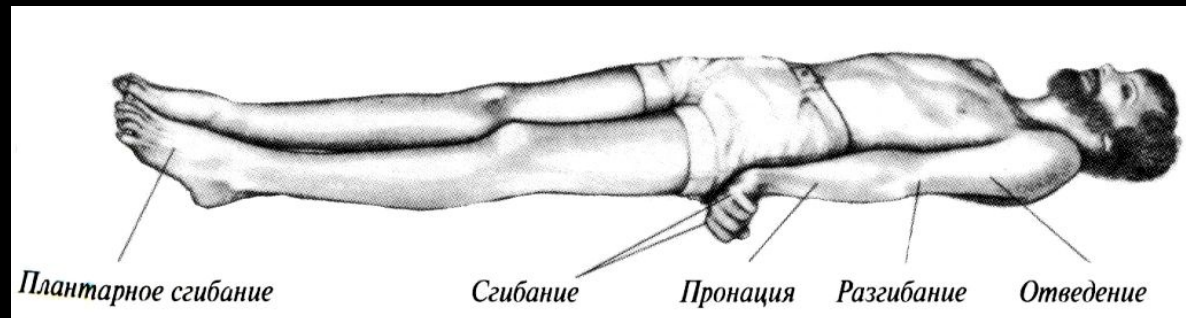
Причина - ↓ меланина (предшественника дофамина) в черной субстанции.

Гипокинетические и гиперкинетические признаки:

- тремор возникает в результате регулярных, чередующихся сокращений антагонистических мышц. Тремор имеется в покое и исчезает во время движения.
- движение по типу зубчатого колеса,
- акинезия – трудно начать и завершить движение,
- лицо маскообразное,
- модуляция речи ослаблена,
- передвижение мелкими шажками, согнувшись вперед.

## 7. Красное ядро – стимуляция сгибателей, торможение разгибателей

В случае перерезки головного мозга ниже красного ядра возникает децеребрационная ригидность, которая проявляется в гипертонусе разгибателей.

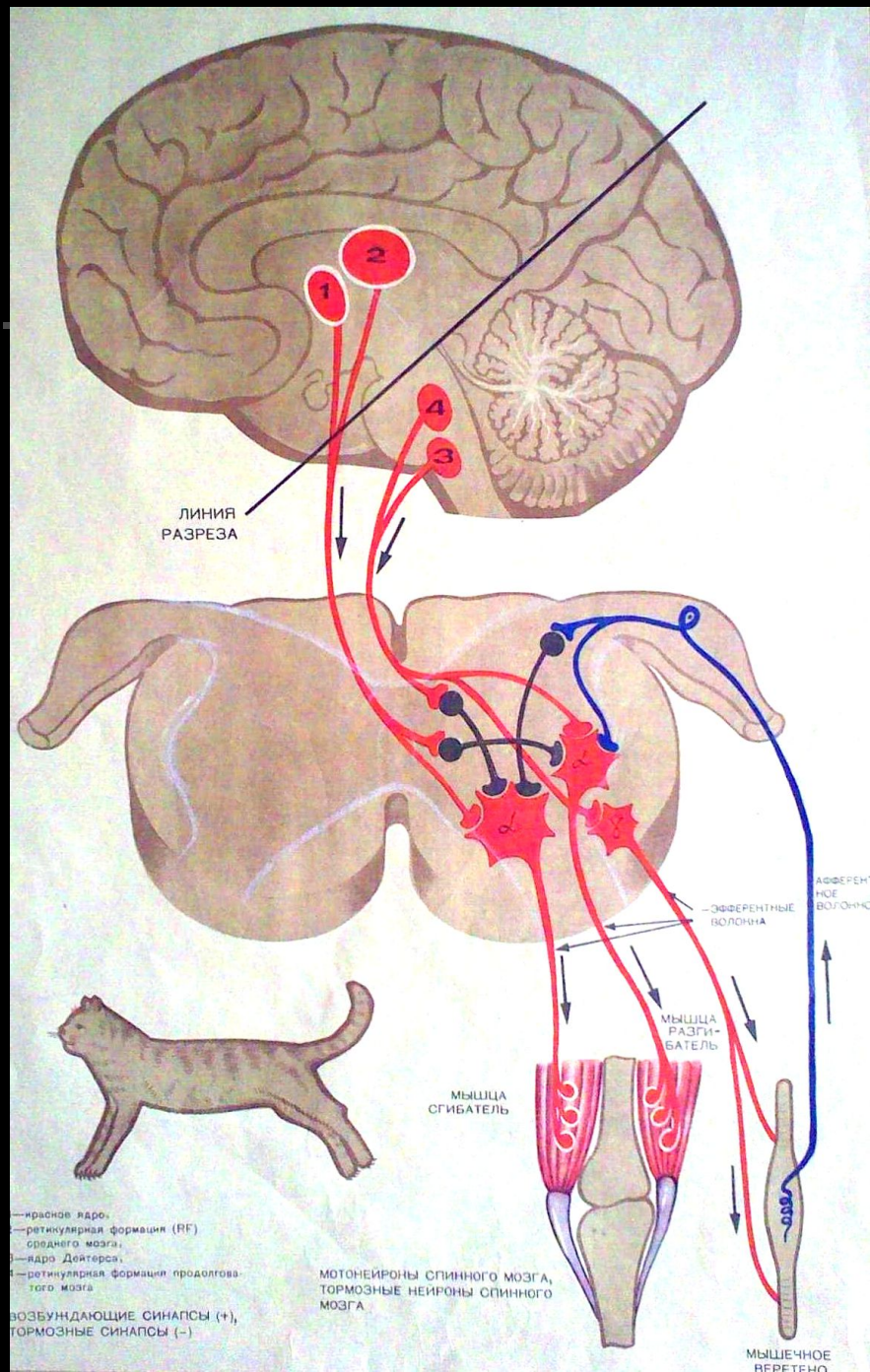


## Механизм:

ядро Дейтерса находится под тормозным влиянием красного ядра.

После перерезки ниже красного ядра тормозное влияние прекращается, что приводит к гипертонусу разгибателей.

Тормозное влияние на ядро Дейтерса оказывает и мозжечок, поэтому удаление мозжечка ведет к усилению децеребрационной ригидности.





# Двигательные рефлексы среднего мозга:

СТАТИЧЕСКИЕ - от рецепторов преддверия - рефлексы выпрямления (установочные)

переход животного из неестественной позы в обычное для него положение.

При падении –

- сначала за счет вестибулярного выпрямительного рефлекса восстанавливается нормальное положение головы - мордой вниз.
- затем изменение положения головы возбуждает проприоцепторы шейных мышц и они запускают шейный выпрямительный рефлекс, в результате которого вслед за головой туловище также возвращается в нормальное положение.

Выпрямительный рефлекс



Рефлекс выпрямления при падении



## СТАТОКИНЕТИЧЕСКИЕ –

от рецепторов полукружных каналов

- рефлексы прямолинейного ускорения

- рефлексы углового ускорения

Рефлекс «лифта»



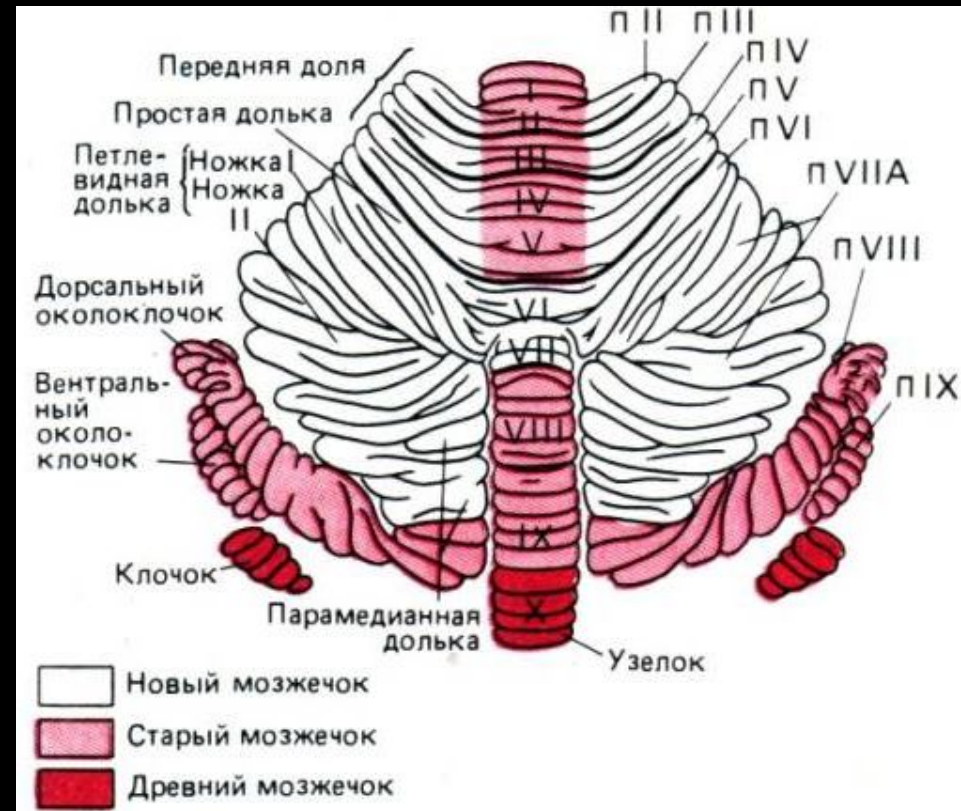


# Мозжечок

---

# Поверхность мозжечка разделяют на несколько отделов в зависимости от филогенетического возраста:

1. Архичеребеллум (древний мозжечок) представлен небольшой по величине клочково-узелковой долькой, имеет соединения с вестибулярным аппаратом, **связана с равновесием и вызванными научением вестибуло-моторными рефлексам.**

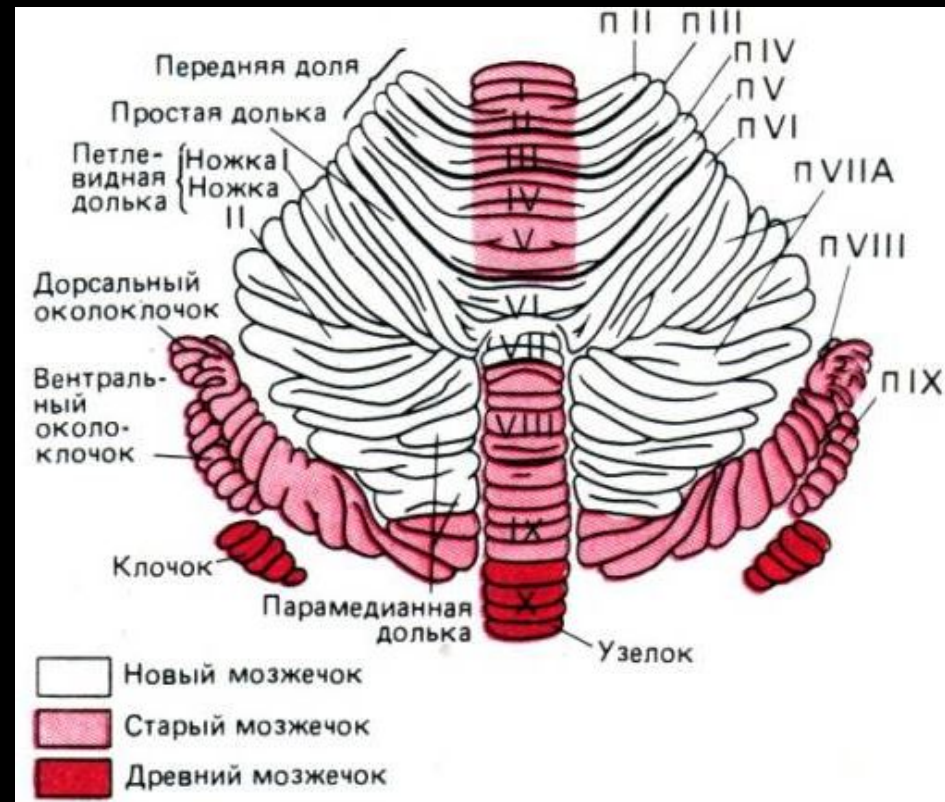




2. Палеocerebellум (старый мозжечок) включает переднюю долю, участок червя, соответствующий передней доли, пирамиды, язычок, парафлокулярную долю.

Эта область мозжечка получает проприоцептивную информацию, а также копию «моторного плана» из моторной коры.

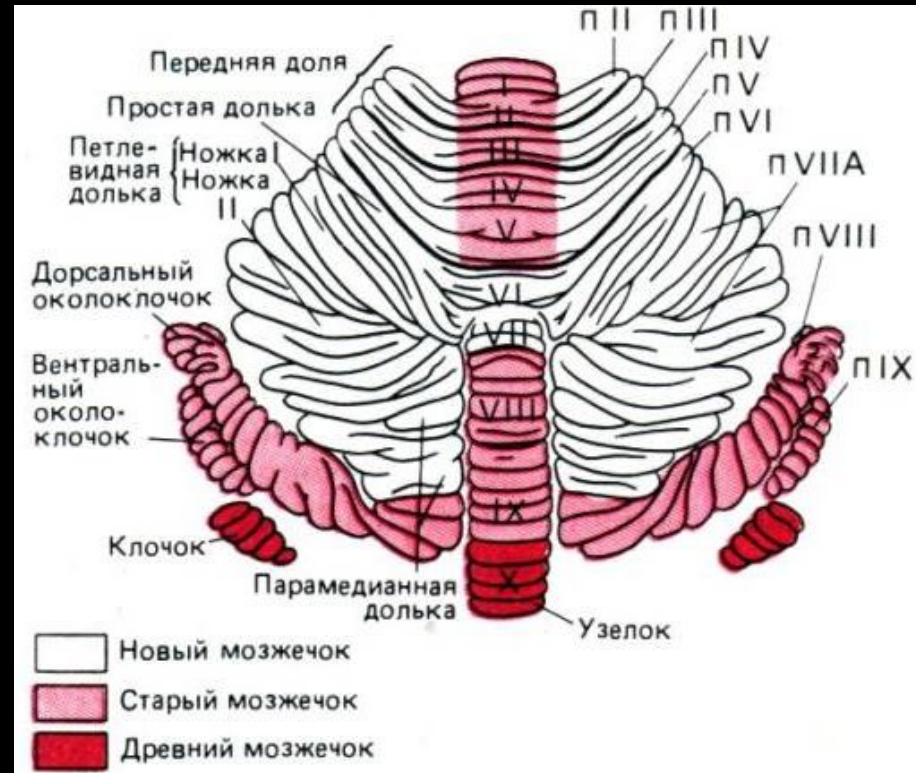
Сравнивая план с исполнением, он сглаживает и координирует движения, определяя их последовательность.



### 3. Неocerebellum (новый мозжечок)

включает полушария и часть червя, которая расположена каудальнее участка червя, соответствующего передней доле.

Они взаимодействуют с моторной корой при планировании и программировании движений.





# ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ МОЗЖЕЧКА

---

## 1. Регуляция позы и мышечного тонуса

За реализацию этой функции отвечает **червь**.

Афференты от соматосенсорной системы.

Через **ядро шатра** прямое и не прямое влияние на ядро Дейтерса и РФ продолговатого мозга и моста.

## 2. Коррекция медленных целенаправленных движений

Обеспечивается **промежуточной частью** мозжечка. Этот отдел участвует во взаимной координации позных и целенаправленных движений и в коррекции выполняющих движений.

Афференты от соматосенсорной системы и от двигательной зоны коры.

Эфференты через вставочное ядро к стволовым двигательным центрам (к красному ядру и к двигательной коре)

### 3. Обеспечение быстрых целенаправленных движений

Афференты от ассоциативных зон коры в **полушария** мозжечка.

В зубчатом ядре формируется программа движения и посылается к двигательной коре через вентролатеральные ядра таламуса.

Зубчатое ядро посылает информацию к стволовым двигательным центрам через красное ядро.



# Последствия удаления мозжечка

- 1 фаза – раздражения – длится несколько суток. Причина – отек тканей, раздражение мозга, кровоизлияние. Проявляется в двигательном параличе.
- 2 фаза – выпадения функций – длится до нескольких лет. Характеризуется нарушением координированности, пластичности, точности движений. Сопровождается потерей способности к выполнению сложных двигательных актов.
- 3 фаза – относительной компенсации – частичная компенсация функций корой мозга.

# ПРИЗНАКИ ПОРАЖЕНИЯ МОЗЖЕЧКА

## ТРИАДА ЛЮЧИАНИ:

1. **атония** – отсутствие мышечного тонуса возникает при поражении глубоких мозжечковых ядер,
2. **астазия** - утрата способности к длительному сокращению мышц, что затрудняет стояние, сидение и т. д.;
3. **астения** - снижение силы мышечного сокращения, быстрая утомляемость мышц;



## ТРИАДА ШАРКО:

1. **нистагм** – колебание глазных яблок при попытке фиксировать взгляд на каком-либо предмете,
2. **тремор действия** – клинически тестируется пальце-носовой пробой.
3. **дизартрия** — нарушение координации мышц лица, гортани и дыхательной системы. Речь становится медленной, невыразительной, монотонной, скандированной.





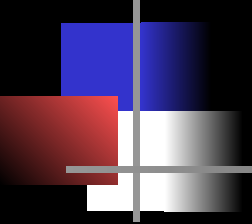
---

**Дисметрия** — неспособность правильной оценки расстояния до предмета.

**Атаксия** — нарушение координации движений, неспособность выполнения движений в правильном порядке и последовательности.

(Больным трудно ходить, особенно в темноте, им приходится хвататься за что-нибудь руками; походка напоминает походку пьяного человека: человек ходит, широко расставив ноги, шатаясь из стороны в сторону от линии ходьбы.)

**Дезэквilibрация** – нарушение равновесия.



---

**Асинергия** — неспособность в определённом порядке активировать мышцы в разных областях тела. Если больной в положении стоя пытается отклонить голову назад, то он может упасть.

**Адиадохокинез** — неспособность выполнять быстрые, чередующиеся движения (вращать ладони вниз и вверх).



# Повреждение вестибулоцеребеллума и червя

---

1. нарушение равновесия,
2. головокружение
3. тошнота,
4. рвота,
5. глагодвигательные расстройства (глазные яблоки двигаются в разные стороны),
6. больным трудно стоять, ходить, особенно в темноте



# Повреждение полушарий

---

1. нарушение инициации движений,
2. отсутствие равновесия,
3. отдача,
4. нарушение координации мышц лица,
5. речь медленная



# Вегетативные функции

---

Исследованиями Л.А. Орбели (с 30-х гг. XX в.) и др. ученых, установлена роль мозжечка в регуляции многих вегетативных функций: пищеварения, дыхания, сосудистого тонуса, деятельности сердца, терморегуляции, обмену веществ и других.