

Роль отделов ЦНС в регуляции мышечного тонуса и фазных движений

*К.м.н., доцент
М.В.Андреевская*



Иван Михайлович Сеченов

Всё бесконечное разнообразие внешних проявлений мозговой деятельности сводится окончательно к одному лишь явлению – мышечному движению.

Общая характеристика движения

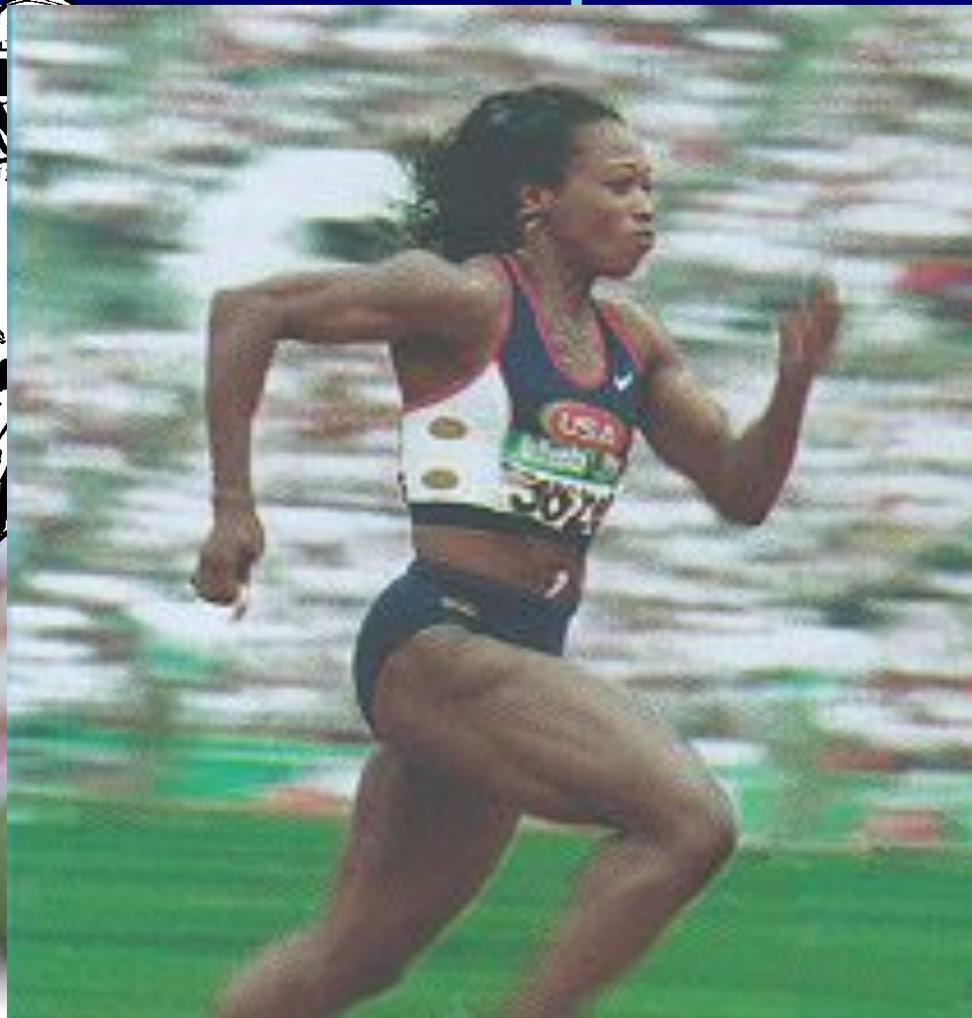
- Основным компонентом поведения человека является двигательная активность
- Виды движения:
 1. активные: произвольные, произвольные, автоматизированные
 2. пассивные (без сокращения мышц)
 3. локомоции (как совокупность согласованных движений – перемещение в пространстве)

Компоненты двигательного акта

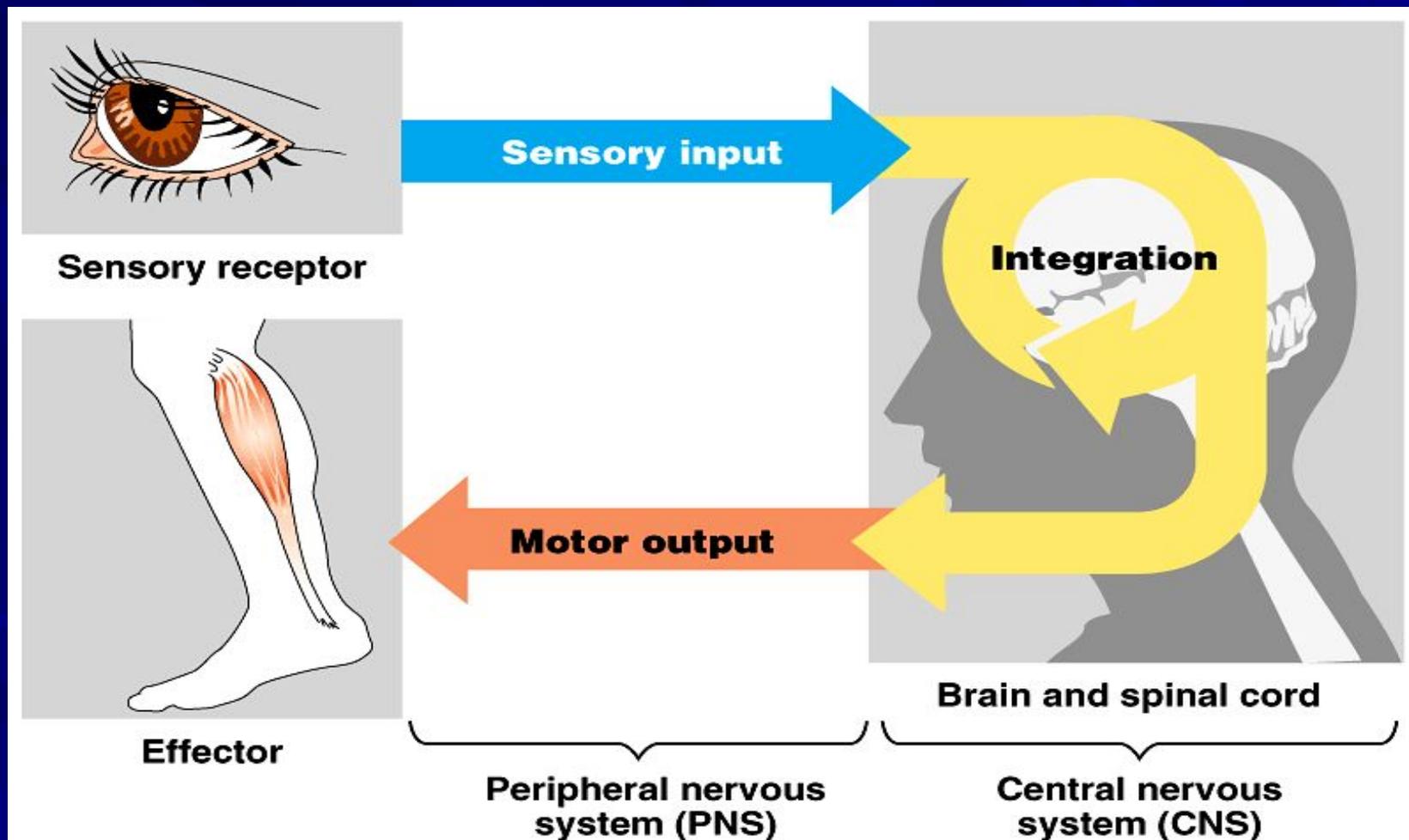
- **Моторный: тонический и фазический**
- **Вегетативный: безусловно- и условнорефлекторный**
- **Сенсорный (двигательный анализатор)**

- **Нервная регуляция соответствия позы и движения, их правильного сопряжения – одна из важнейших функций двигательных центров**

... и все это – строго
координированная деятельность
нервной системы и скелетных
мышц!!!

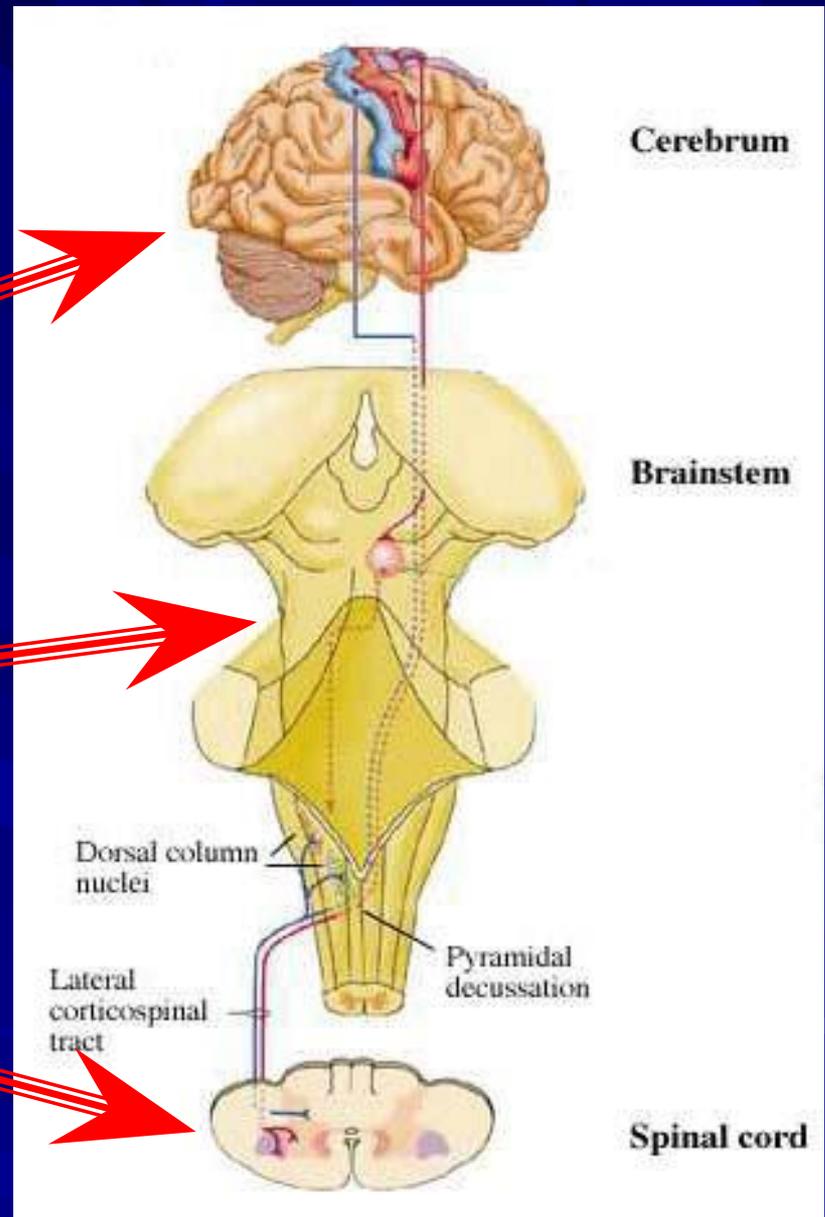


Принцип деятельности ЦНС: информация □ интеграция □ реакция



Уровни управления движениями

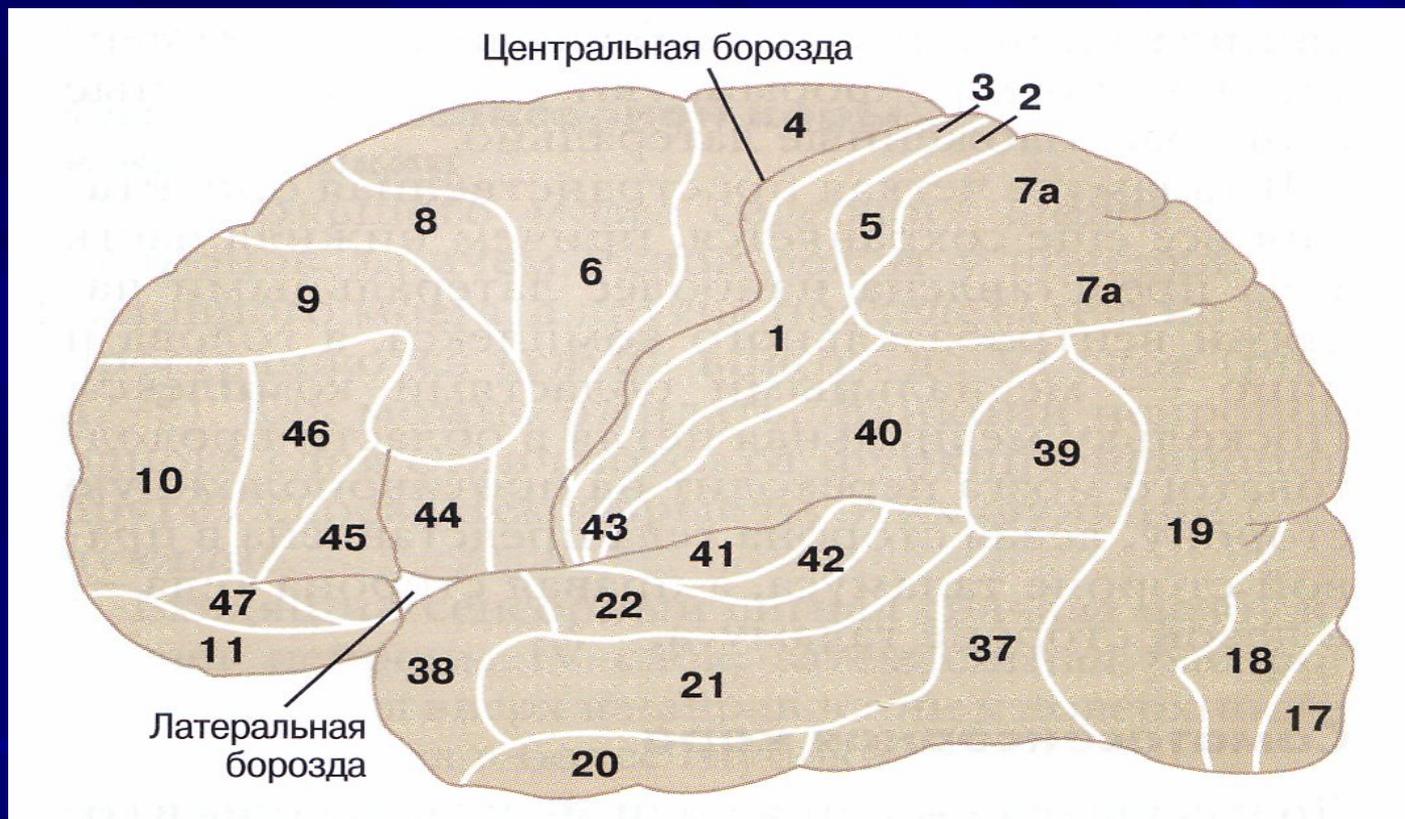
- Передний мозг
- Ствол мозга
- Спинной мозг



Участки коры больших полушарий специализированы для выполнения различных функций



ПОЛЯ БРОДМАНА



1 – 3 – первичная соматосенсорная I
5 и 7 – соматосенсорная ассоциативная

Зоны коры больших полушарий

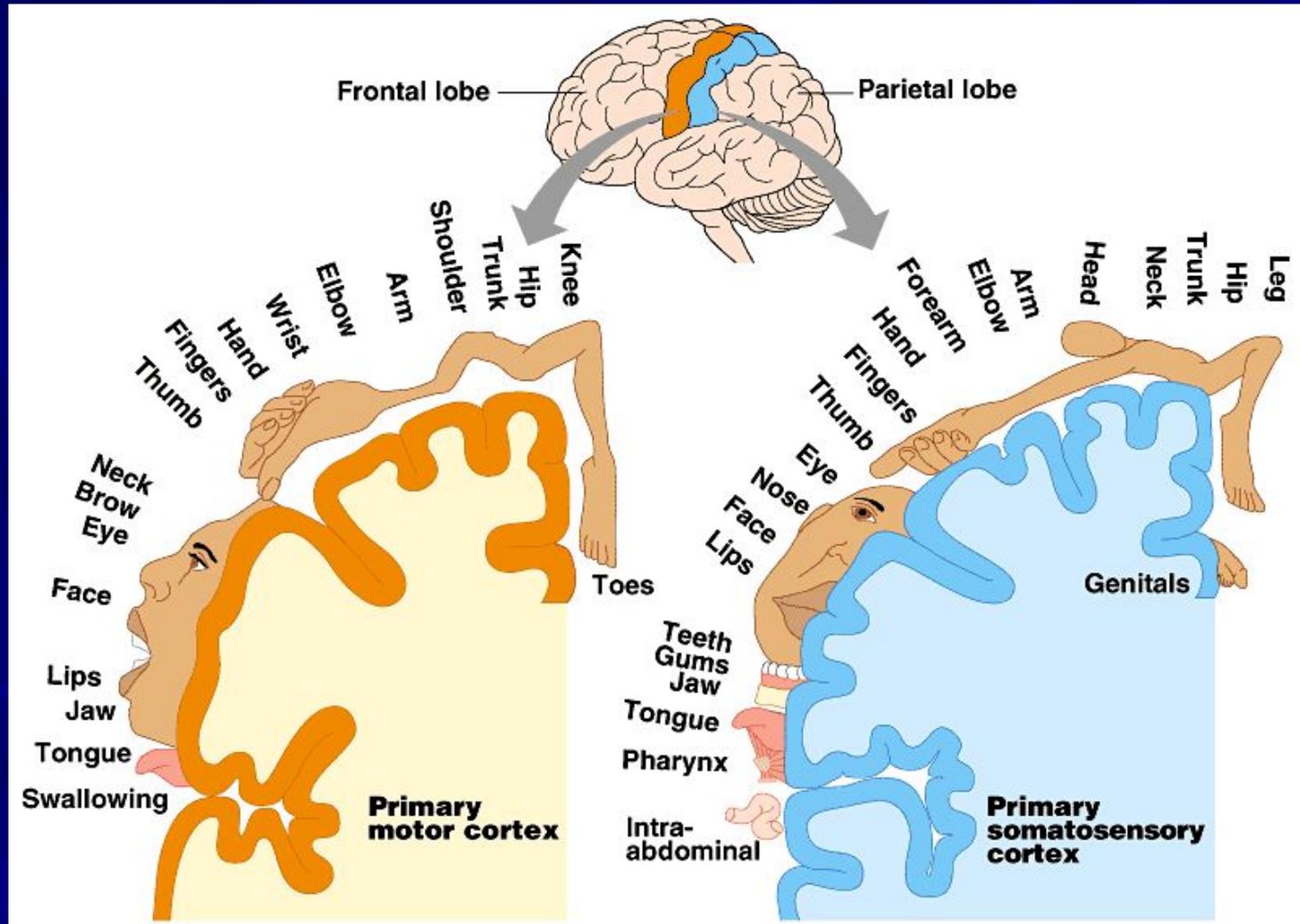


О функциях лобных долей



Фейнис Гейдж - рабочий железной дороги штата Вермонт в 1886 году в результате взрыва получил тяжелую травму головы.

Представительство различных частей тела в моторной и соматосенсорной коре



Двигательный гомункулус

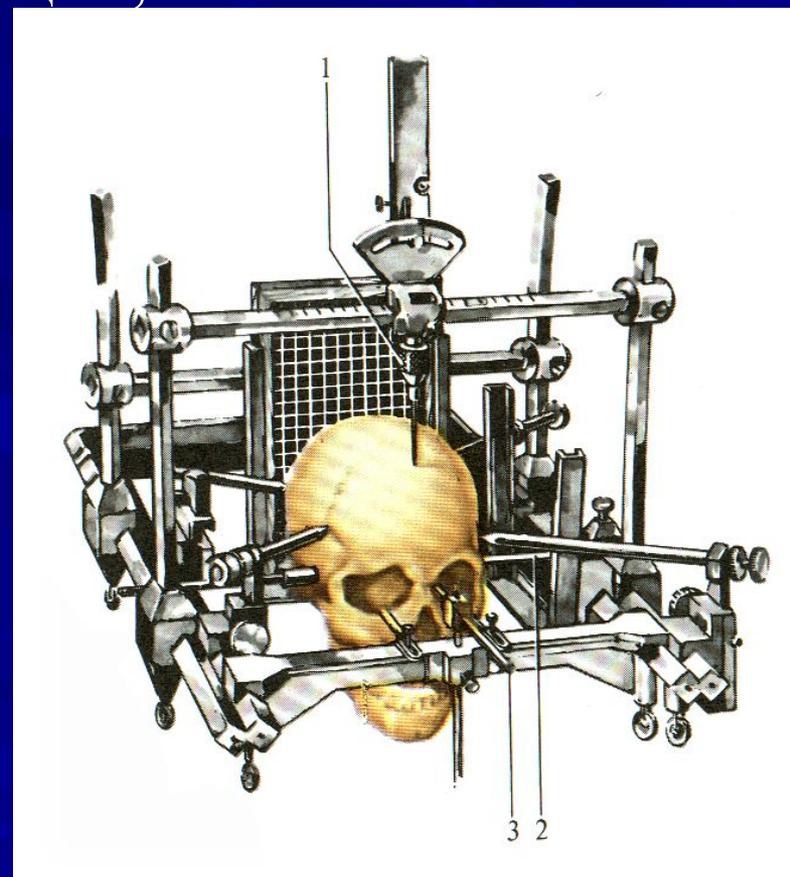
Части тела
пропорциональны
площади моторной
коры, которую
занимает данная
часть тела



**ЭЭГ И ДРУГИЕ
МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЯ
МОЗГА**

Функции коры больших полушарий. Методы исследования.

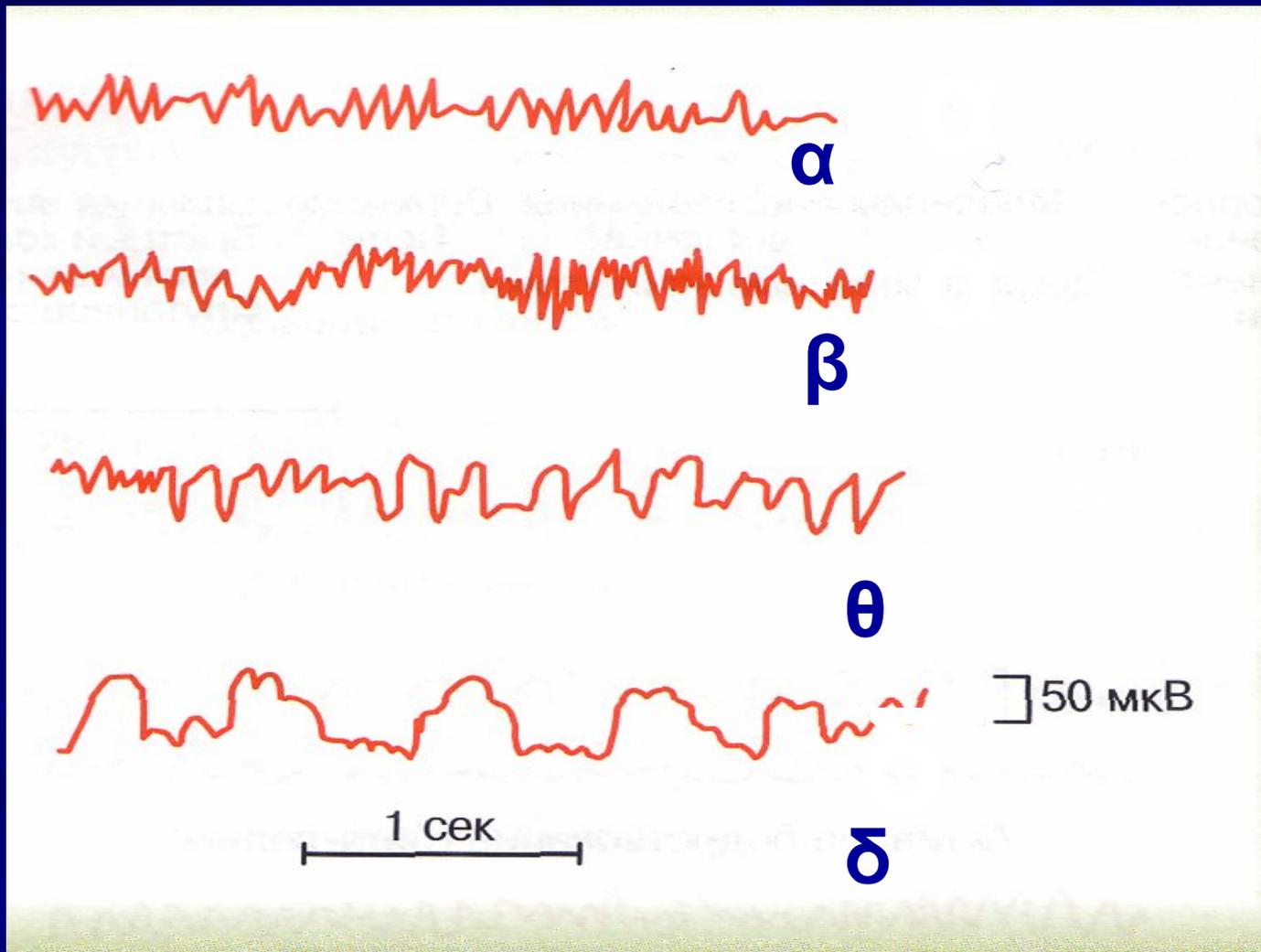
1. Раздражение – электростимуляция, фармакостимуляция.
2. Разрушение – обратимое выключение электрическими стимулами, снижением t° , блокаторами синаптической передачи.
3. Регистрация вызванных потенциалов, ЭЭГ, ЭК₀Г.
4. Клиническое наблюдение.



Электронцефалография – это метод исследования электрической активности мозга путем размещения электродов в определенных зонах на поверхности головы.



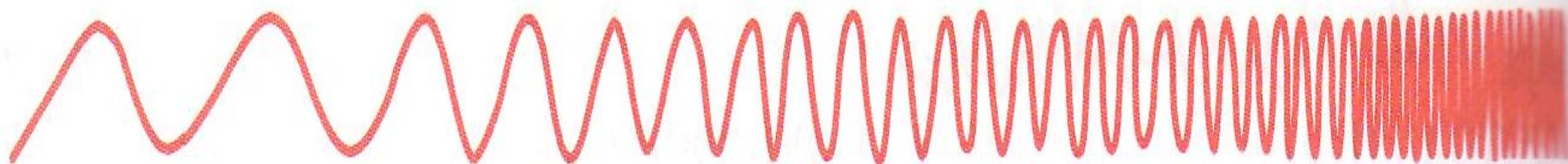
Ритмы ЭЭГ



СОСТОЯНИЯ И РИТМЫ

РИТМ	ν , Гц	h , мкВ	СОСТОЯНИЕ
β	14-80	25	Активен
α	8-13	50	Глаза закрыты
θ	4-7	~100	Эмоциональный стресс
δ	< 3,5	до 300	Глубокий сон

СОСТОЯНИЯ И РИТМЫ



Ступор

Сон

Психомоторное
возбуждение

Младенцы
Расслабленное
состояние

Внимание
Испуг

Большая эпилепсия
Быстрый компонент
малой эпилепсии
Спутанное сознание

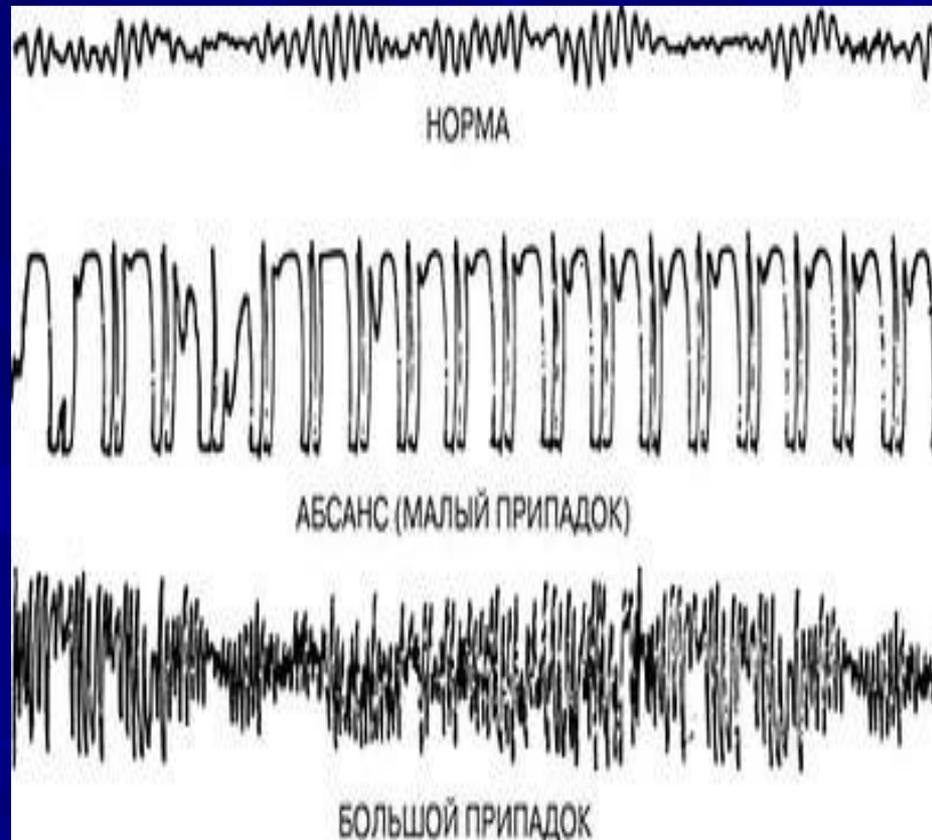
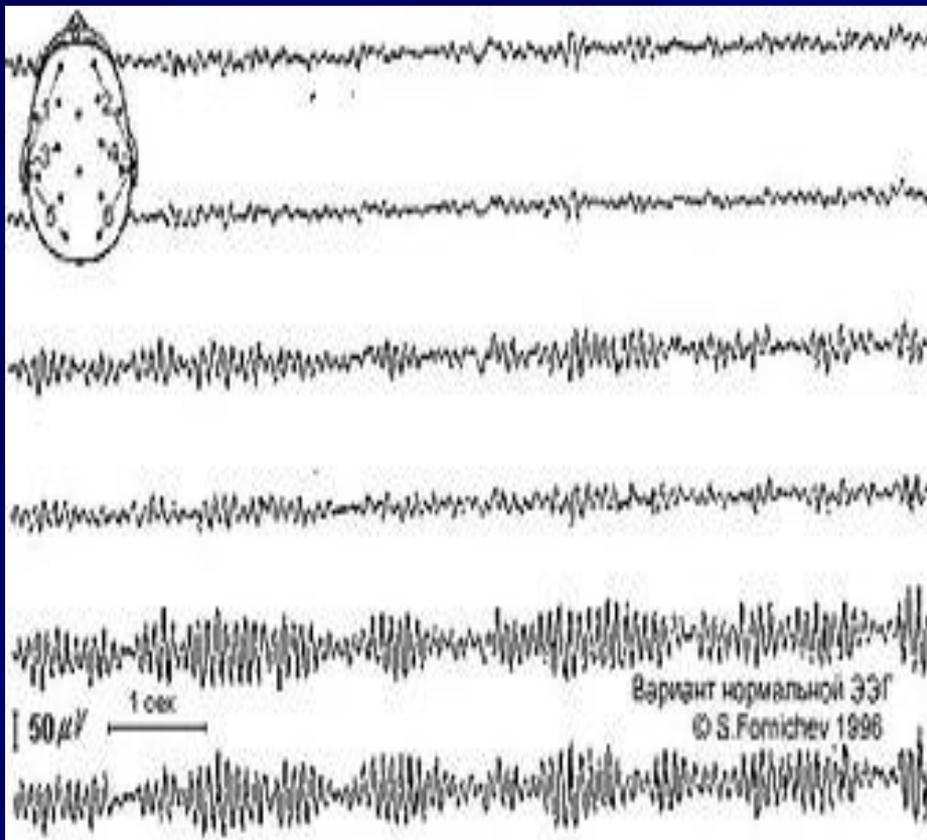
Хирургическая
анестезия

Медленный компонент
малой эпилепсии

Деградированные эпилептики

1 сек

ЭЭГ: норма и патология



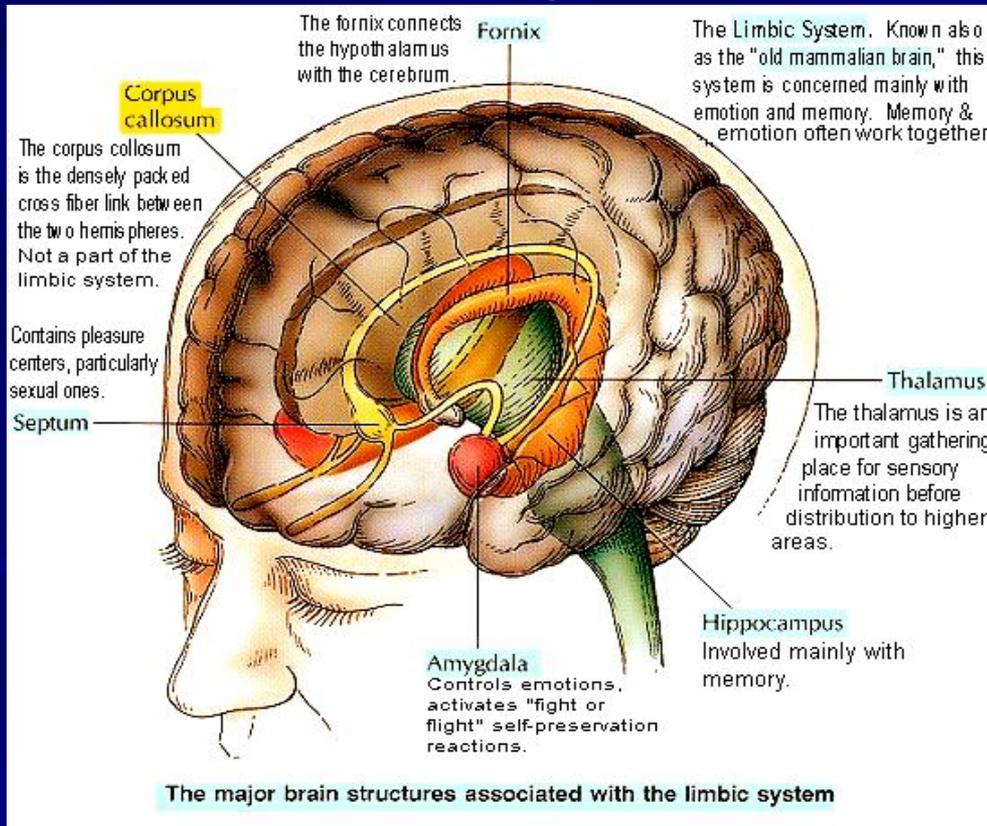
Функции коры больших полушарий

- **Лобные доли** – высшие психические функции, произвольные движения. Лобный синдром – расстройства волевой сферы.
- **Теменные доли** – общая чувствительность, «схема тела» (моторный и сенсорный гомункулюсы), узнавание предметов на ощупь.
- **Височные доли** – слуховая кора, центр речи. При поражениях - речевые расстройства.
- **Затылочные доли** – зрительная кора.
- **«Обонятельный мозг»** («эмоциональный мозг») - медиобазальные области больших полушарий, обонятельная луковица, структуры лимбической системы – регуляция эмоций.

Главная функция коры больших полушарий – регуляция сложных форм поведения – Высшая нервная деятельность (ВНД).

Лимбическая система

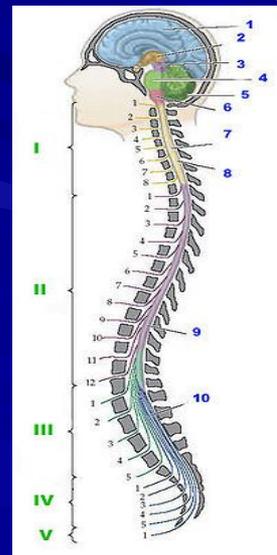
включает гиппокамп, обонятельную кору, префронтальную кору, миндалину, части таламуса и гипоталамуса



участвует в формировании эмоциональной памяти.

например, миндалина участвует в распознавании эмоционального компонента выражения лица.

СПИНАЛЬНЫЕ РЕФЛЕКСЫ



$$\Sigma = 31-33$$

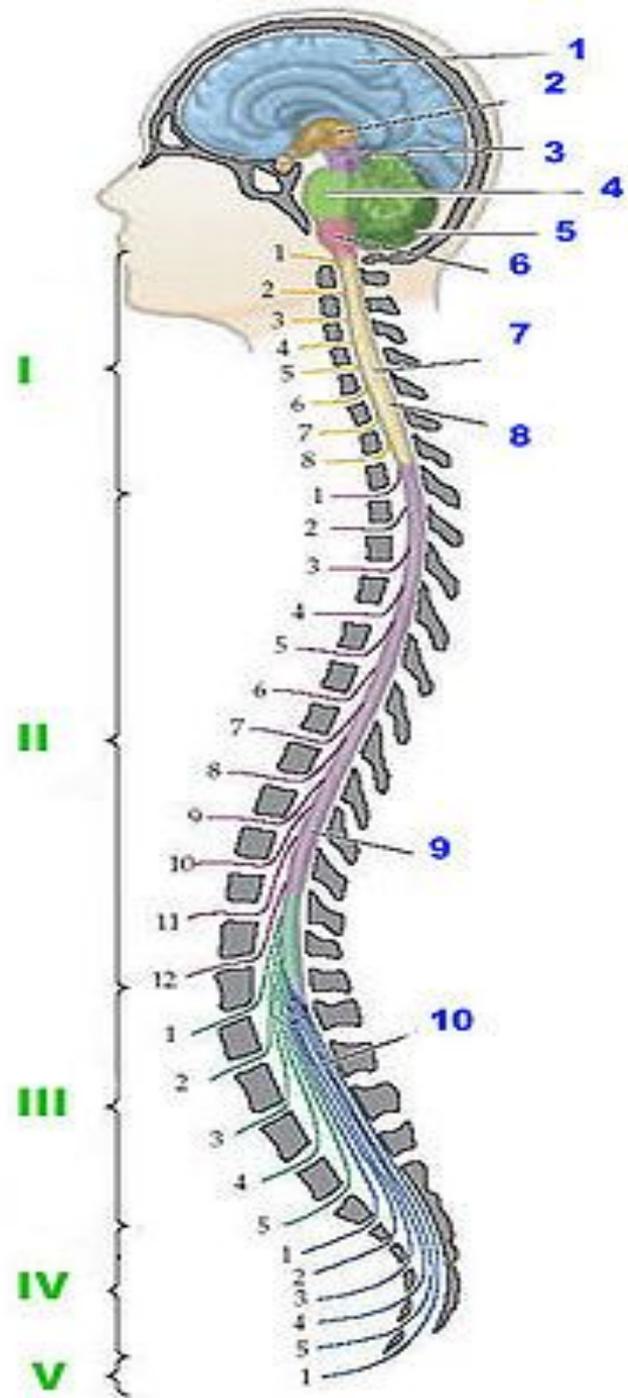
C₁₋₈

T₁₋₁₂

L₁₋₅

S₁₋₅

Co₁₋₂

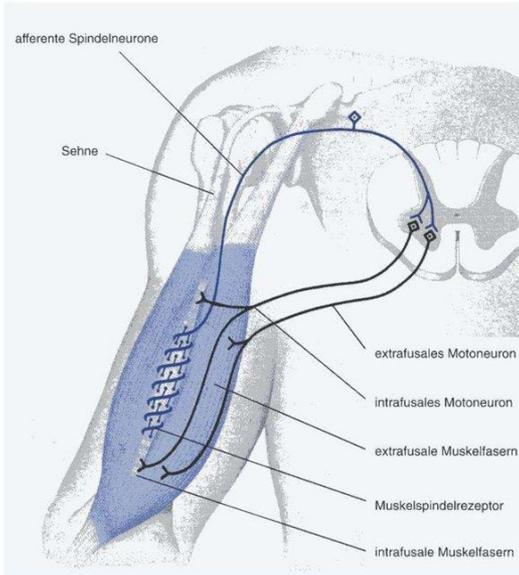


СПИННОЙ МОЗГ

Замыкаются дуги рефлексов: верхних конечностей – $C_5 - T_2$
нижних конечностей – $L_2 - S_5$

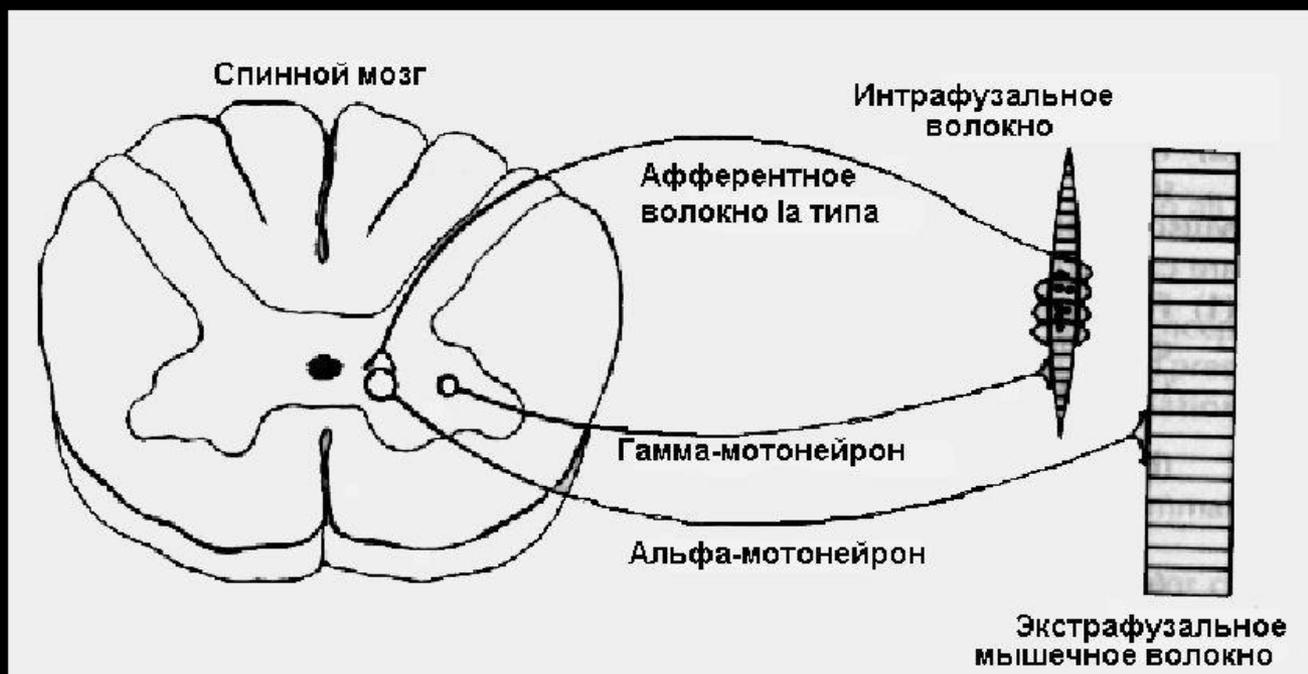
В передних рогах
- α - и γ -мотонейроны

Альфа- и гамма- мотонейроны



Фазные и тонические движения

ТОНИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ СПИННОГО МОЗГА. ГАММА-МОТОРНАЯ ПЕТЛЯ



Проводниковая функция спинного мозга

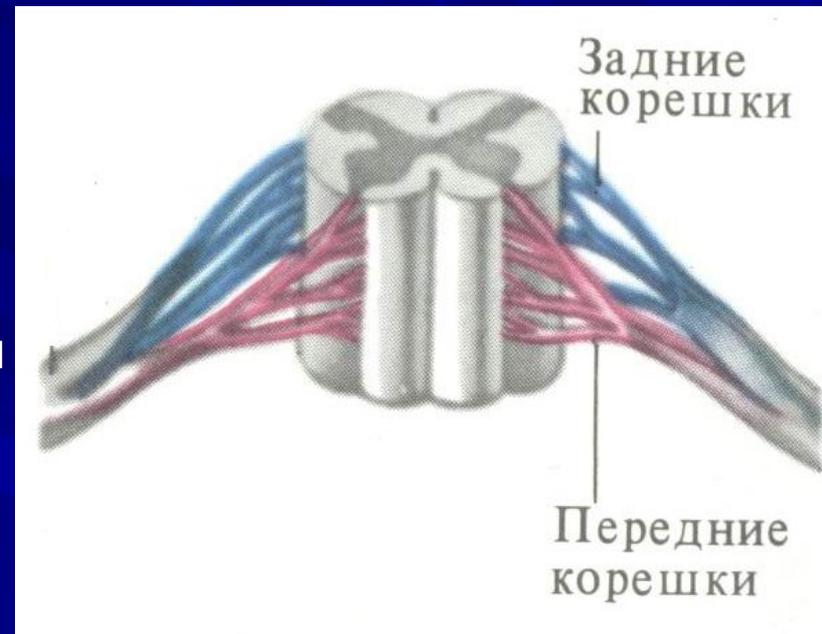
Осуществляется с помощью нисходящих и восходящих путей:

Афферентная информация
через задние корешки

- от кожных рецепторов
- болевых, температурных
- проприорецепторов

Эфферентная импульсация
и регуляция функций органов и тканей
через передние корешки

Значение: координирует
деятельность ЦНС,
поддерживает тонус, информирует о внешних
изменениях



Спинальные рефлексы

- **Проприоцептивные рефлексы**

разгибательный коленный рефлекс (L2 –L4)

сгибательный локтевой (C5 -C6)

Ахиллов рефлекс (S1 –S2)

- **Кожно-мышечные рефлексы**

Защитный сгибательный рефлекс

Подожвенный рефлекс

Брюшные рефлексы

- **Шейные позно-тонические рефлексы**

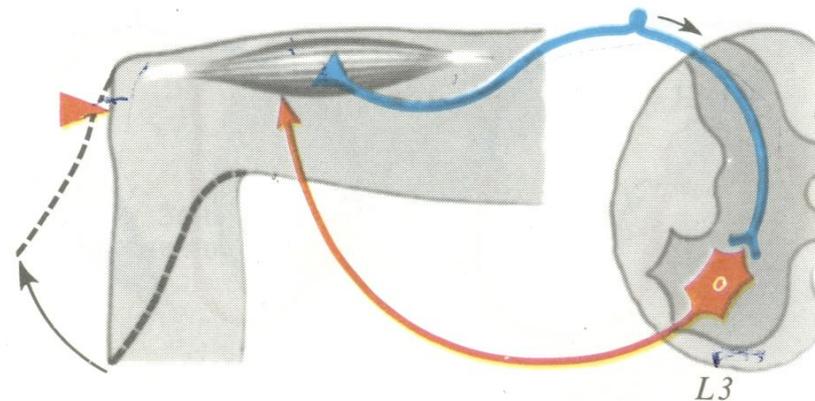
Рефлексы позы

- **Перекрестный разгибательный рефлекс**

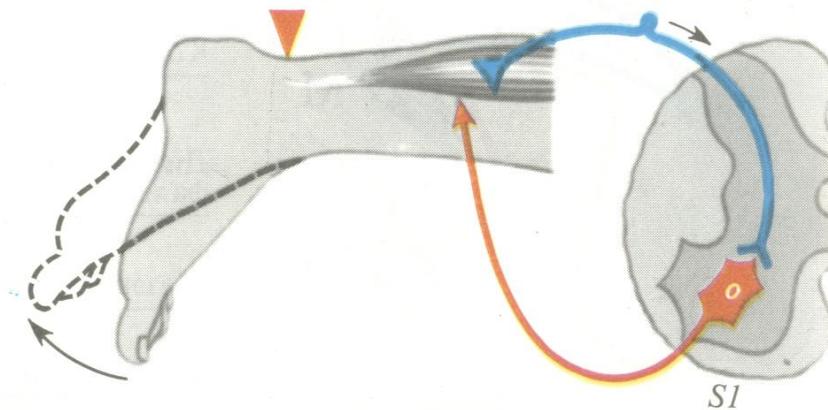
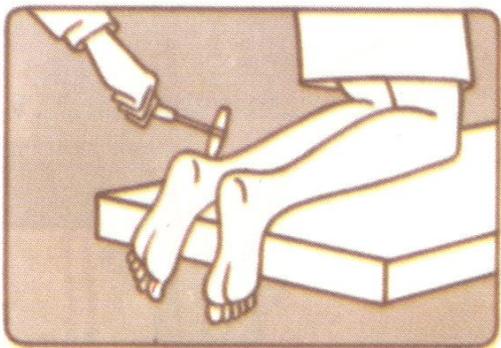
- **Ритмические рефлексы**



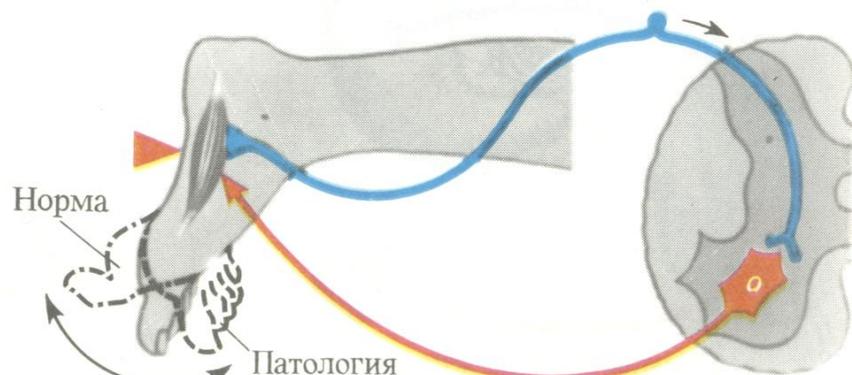
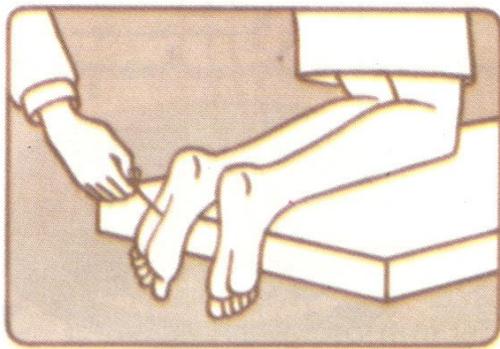
Коленный рефлекс



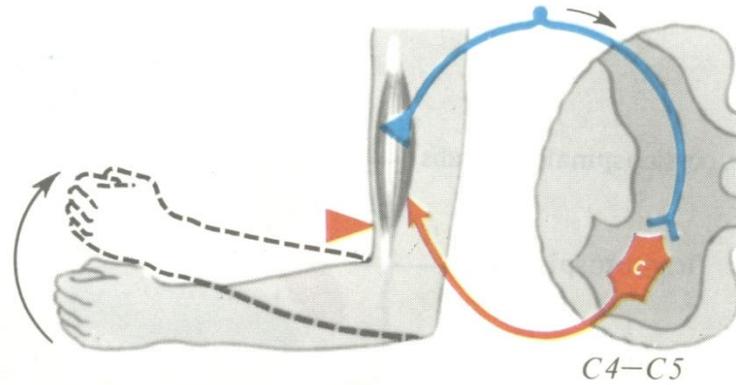
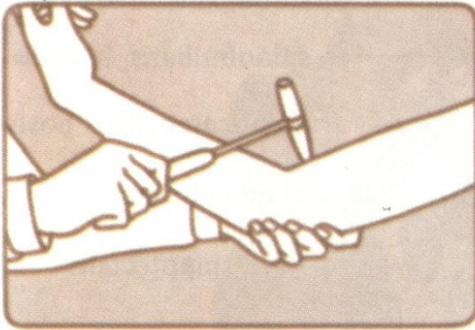
Ахиллов рефлекс



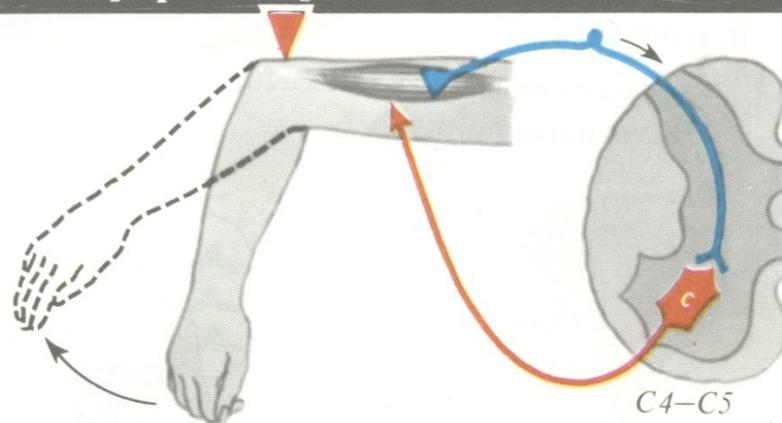
Подошвенный рефлекс в патологии (рефлекс Бабинского) и в норме



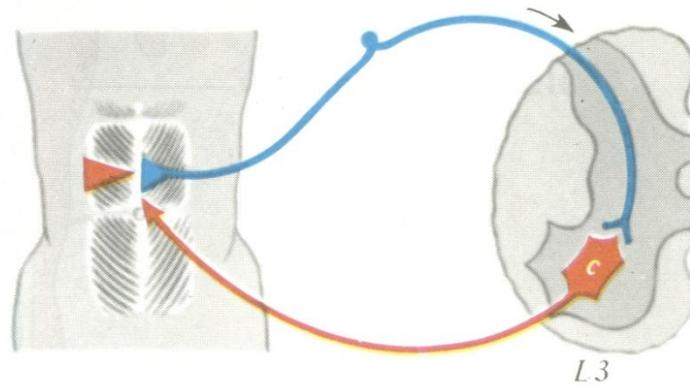
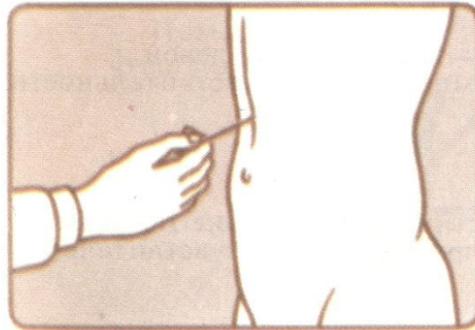
Сгибательный рефлекс предплечья



Разгибательный рефлекс предплечья

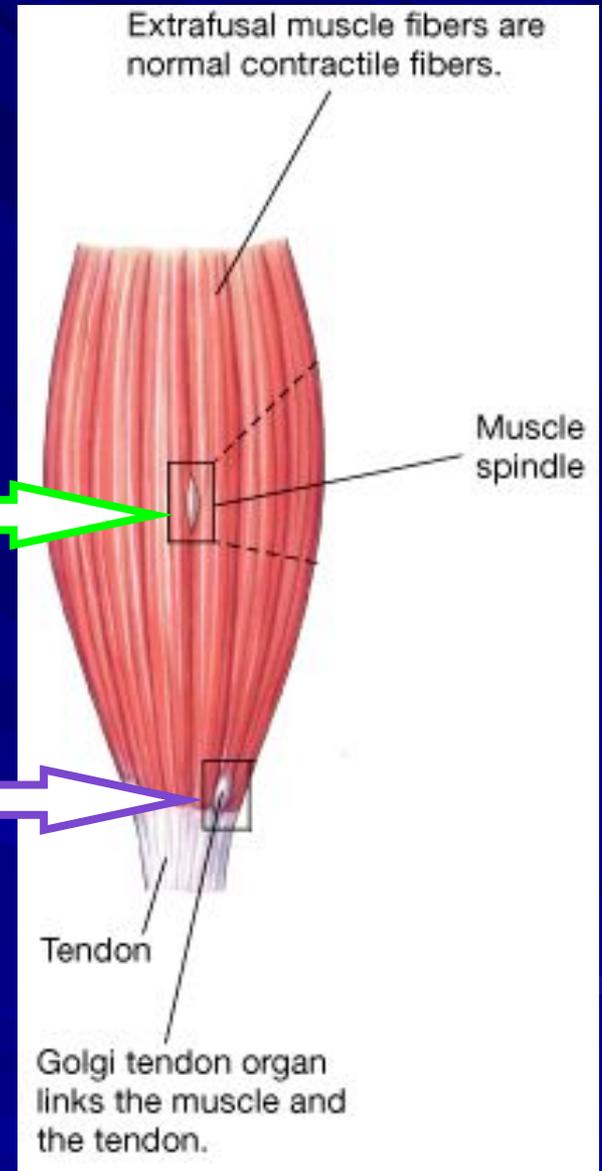


Брюшной рефлекс



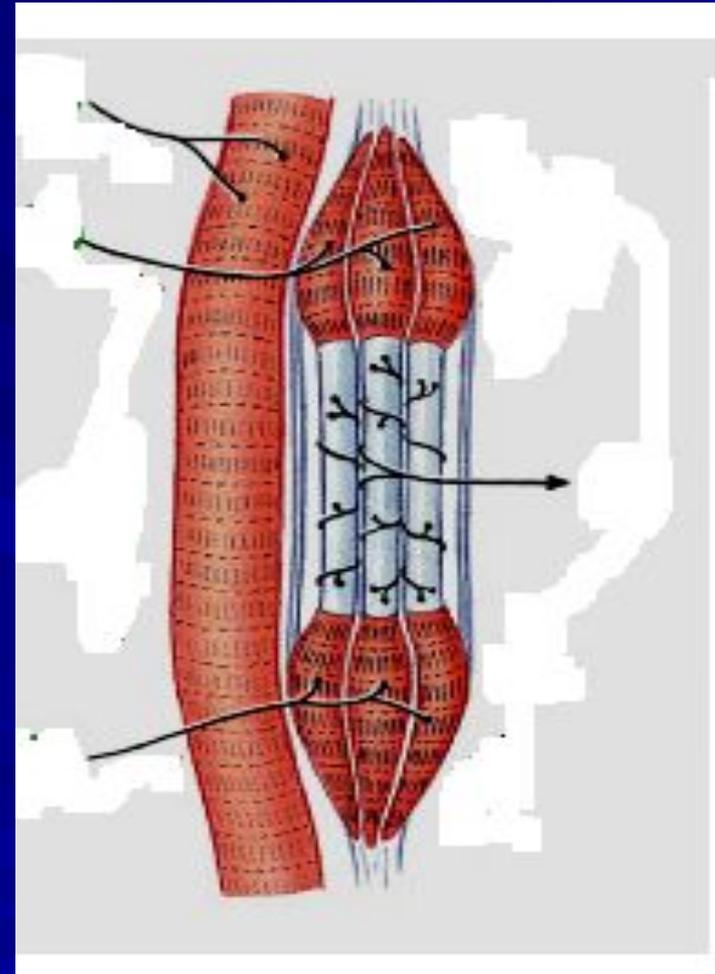
Рецепторы двигательных систем

- Мышечные
веретена
- Сухожильные
органы
(рецепторы)
Гольджи

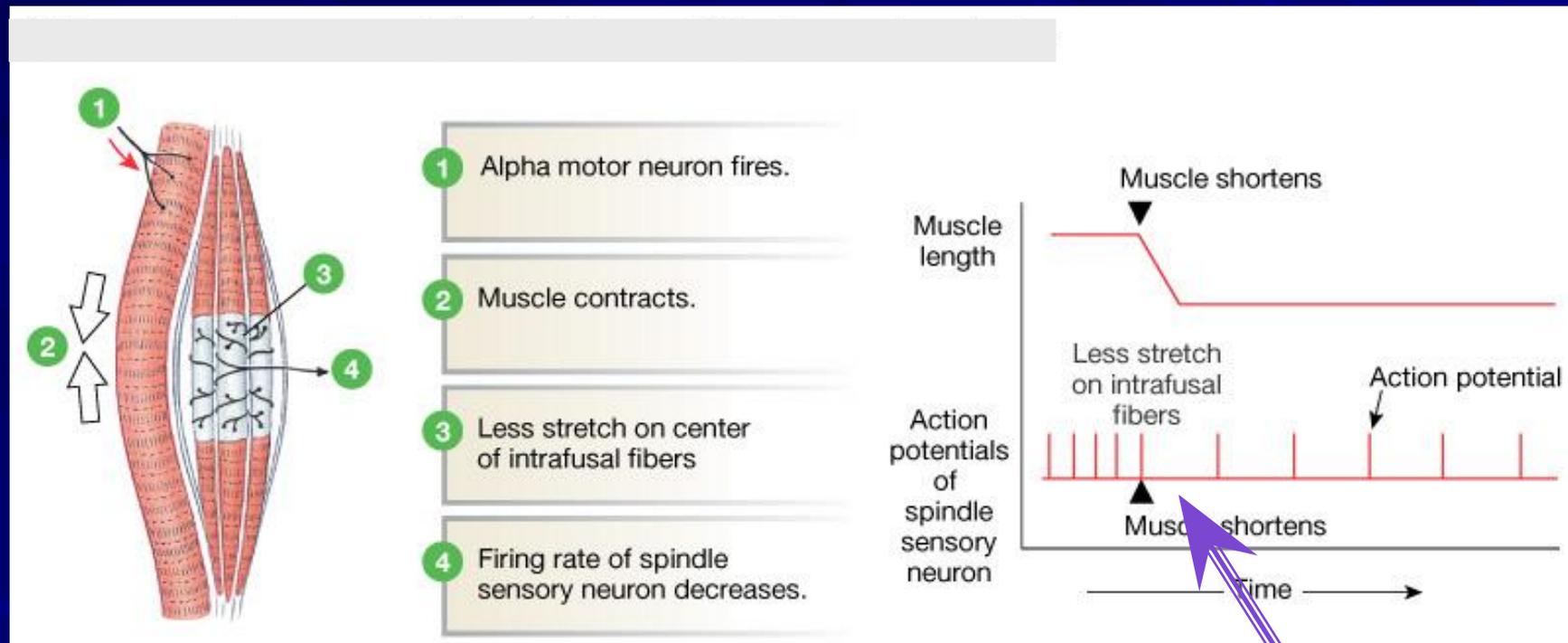


Мышечные веретена

- Двойная иннервация
- Сенсорная иннервация – аннулоспиральные окончания в средней части мышечного веретена
- Двигательная иннервация – γ -волокна от γ -мотонейронов заканчиваются на сократительных частях мышечного веретена

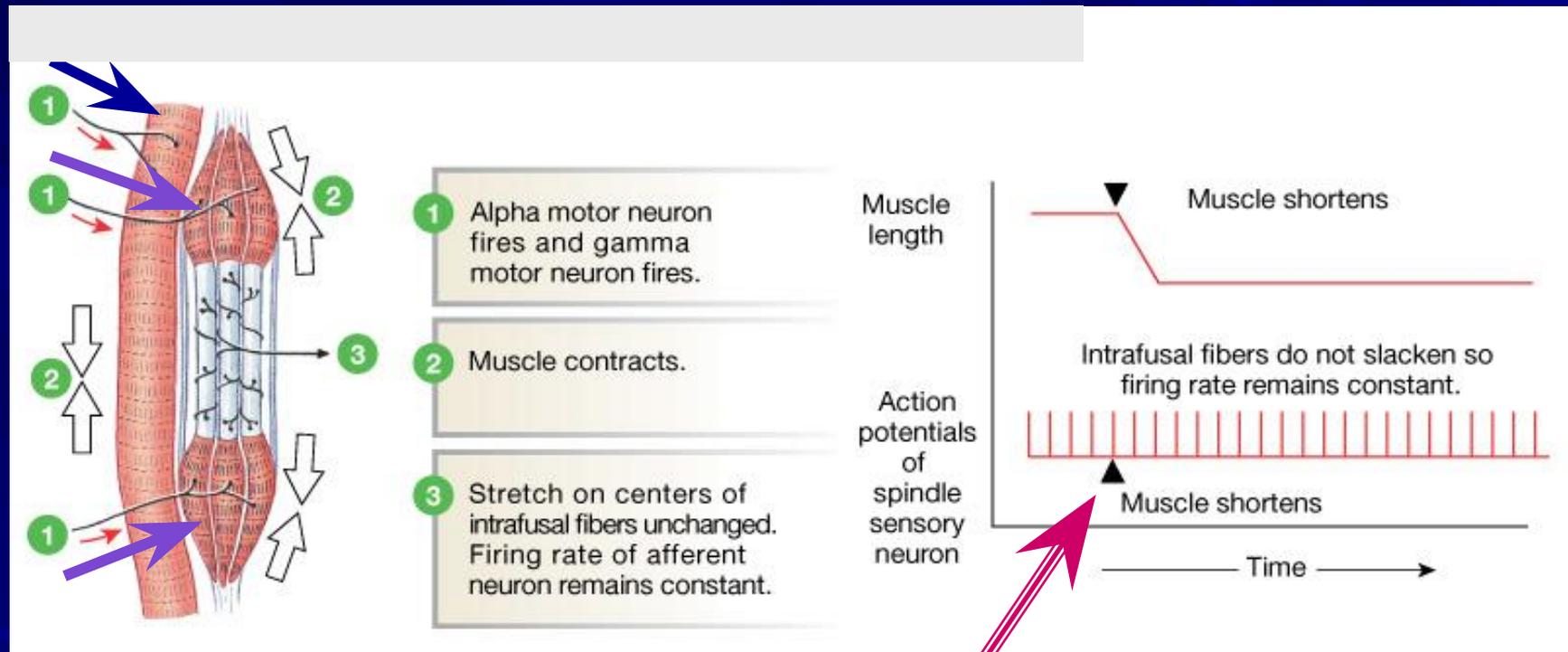


Мышечное веретено – датчик длины мышцы



При укорочении мышцы частота ПД от мышечного веретена уменьшается, генерация ПД может прекратиться.

Мышечное веретено – датчик длины мышцы

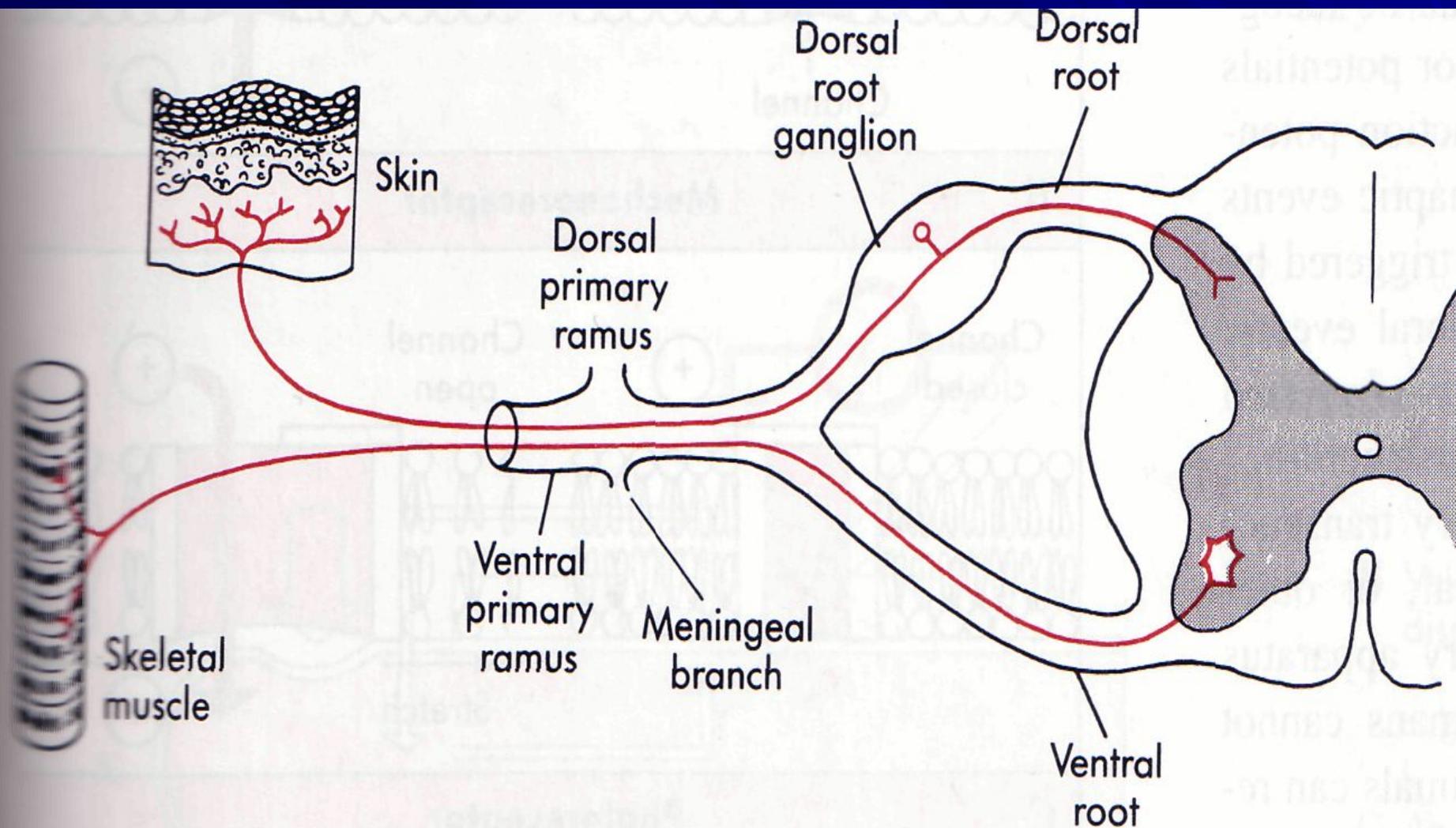


Сокращение периферических элементов мышечного веретена, приводит к растяжению его сенсорной части и восстановлению потока информации

РЕФЛЕКС НАЧИНАЕТСЯ С РЕЦЕПТОРОВ

1. Кожных
2. Мышечных веретен
3. Органов Гольджи

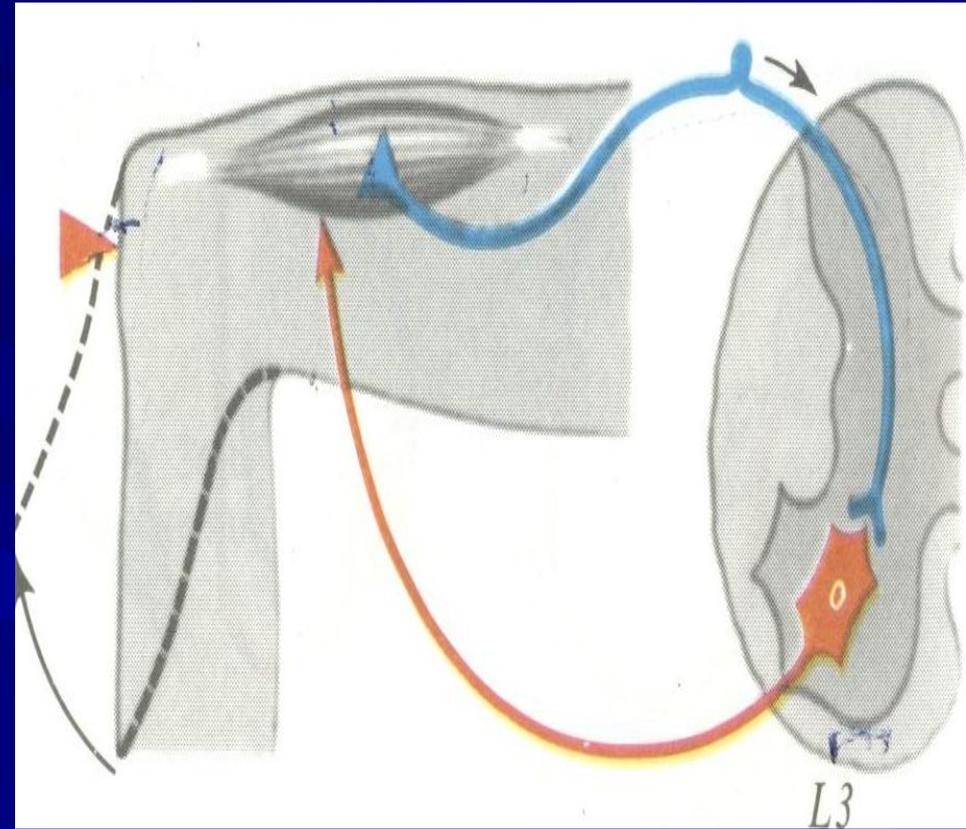
С РЕЦЕПТОРОВ КОЖИ (КОЖНО-МЫШЕЧНЫЙ)



Миотатический рефлекс

Рефлекс с мышечных веретен, быстрый, моносинаптический

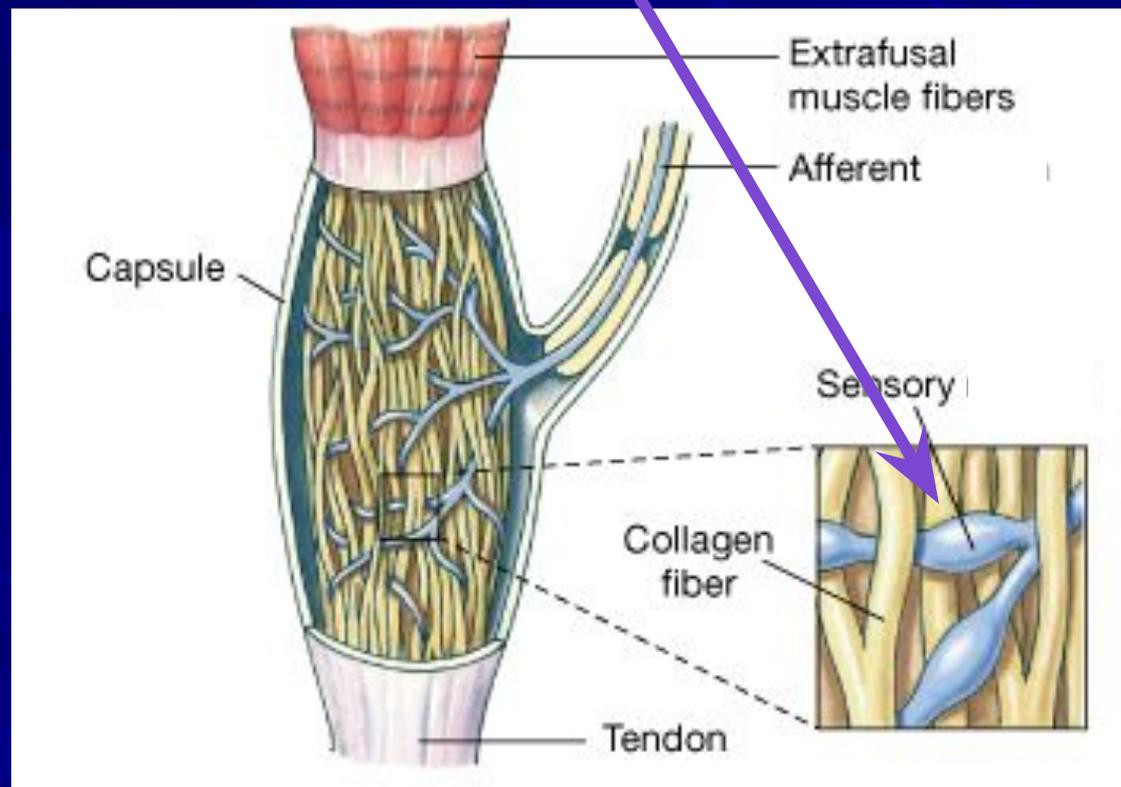
Физиологическое значение – механизм стабилизации длины мышцы, поддержание позы



Сухожильные рецепторы Гольджи

Рецепторы Гольджи являются датчиками силы сокращения мышцы

При их активации запускается рефлекс, тормозящий дальнейшую активацию данной мышцы

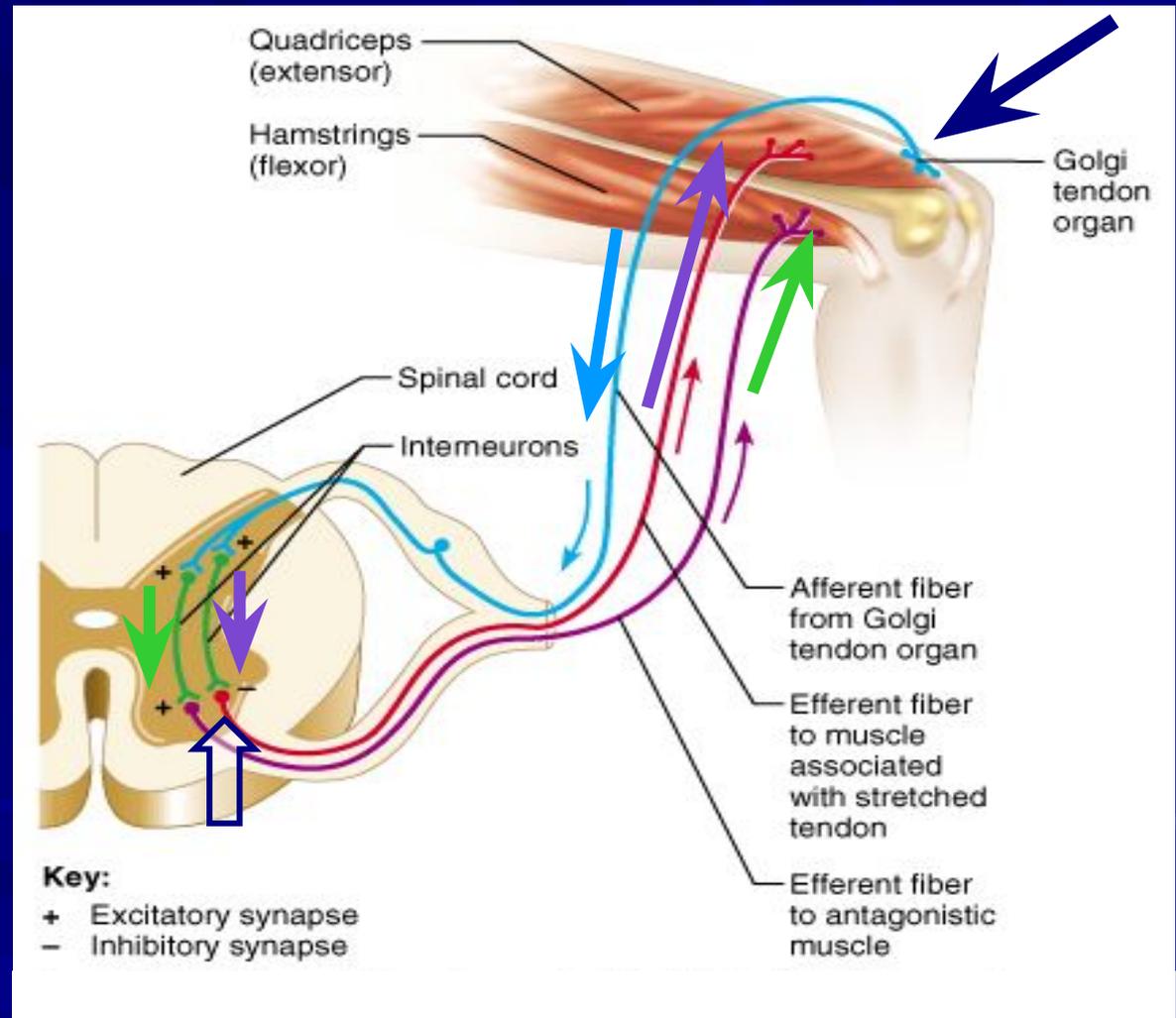


Рефлекс с рецепторов Гольджи

Осуществляются при увеличении напряжения мышцы

Адресуется группе мышц-антагонистов

Приводит к расслаблению мышцы, с сухожилия которой начался рефлекс и сокращение мышцы-антагониста.

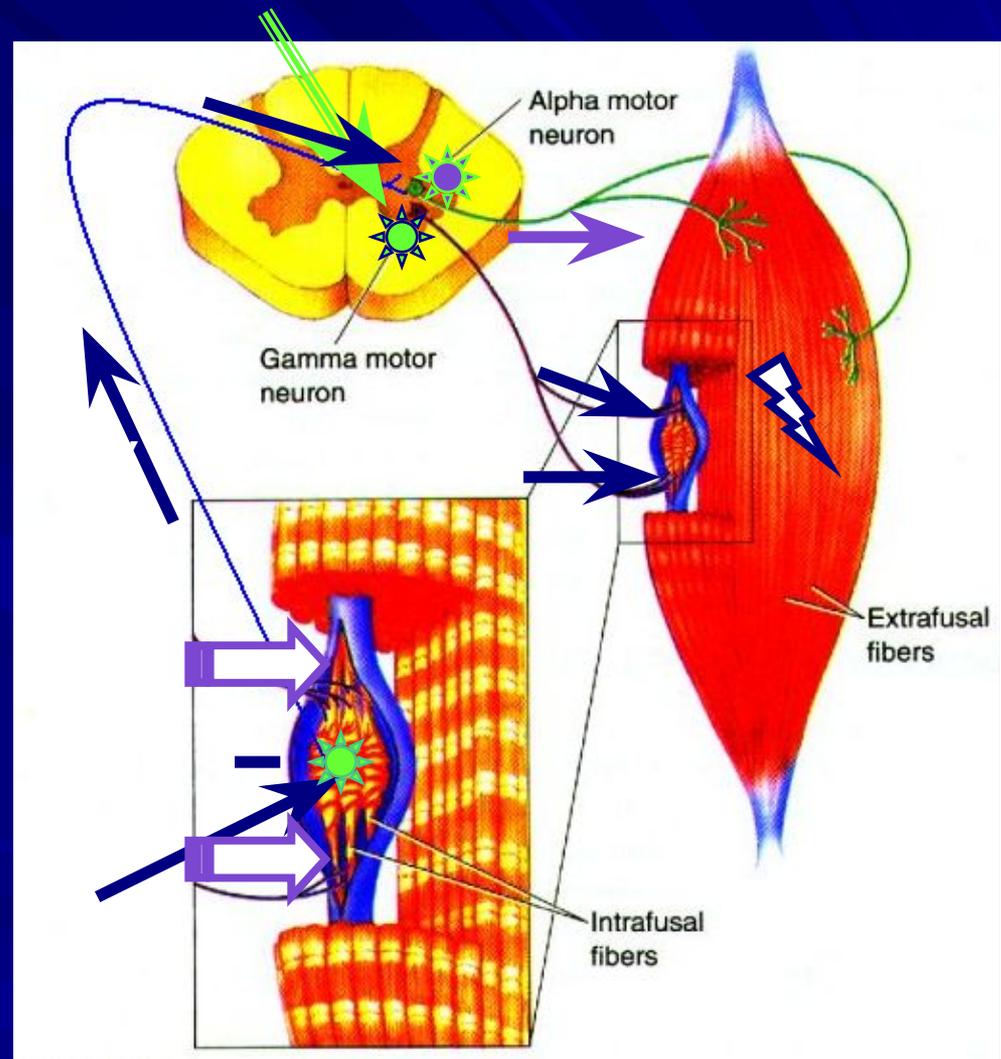


Функции γ -петли

При выполнении сложных рефлексов активируются α и γ -мотонейроны - α - γ -коактивация

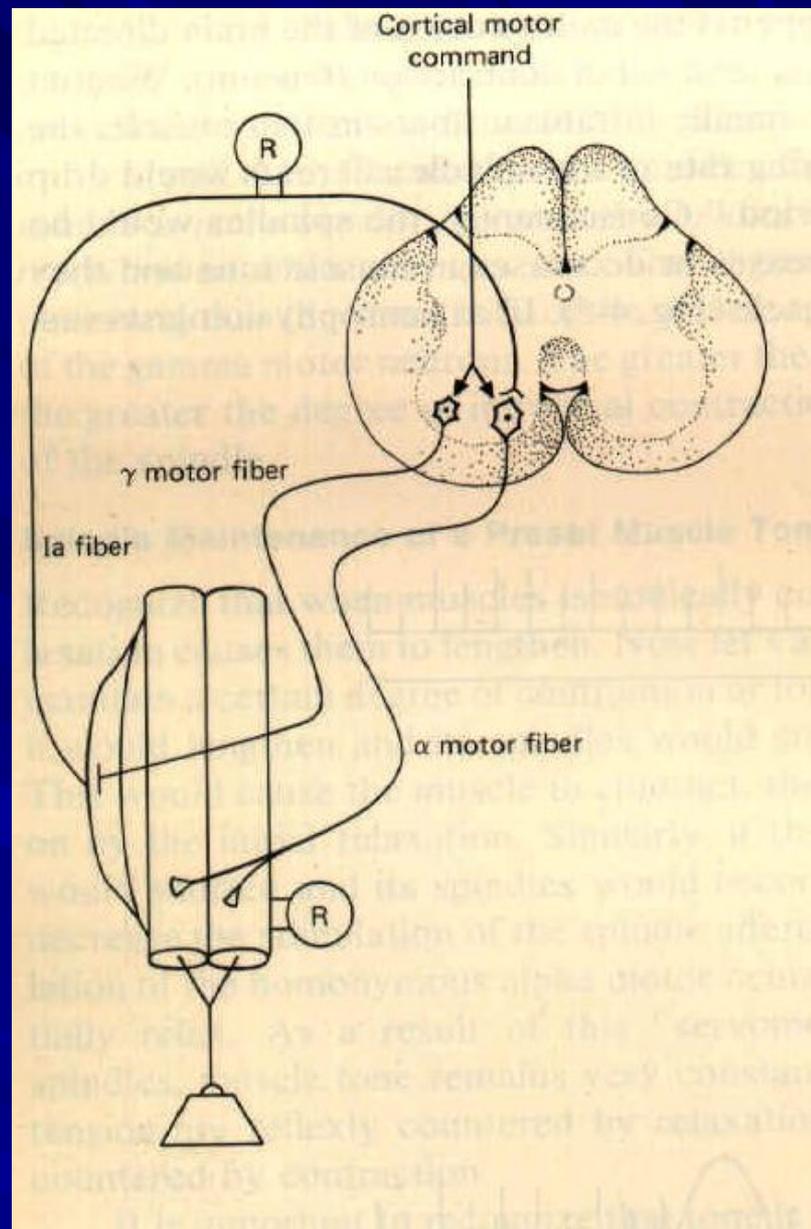
Активация α мотонейронов через γ -мотонейроны- γ -петли

γ -петля обеспечивает укорочение мышцы с минимальными ошибками



α-γ-коактивация

За счет
супраспинальных
влияний и с участием
интернейронов
практически
одновременно
активируются
α-мотонейроны и
γ-мотонейроны



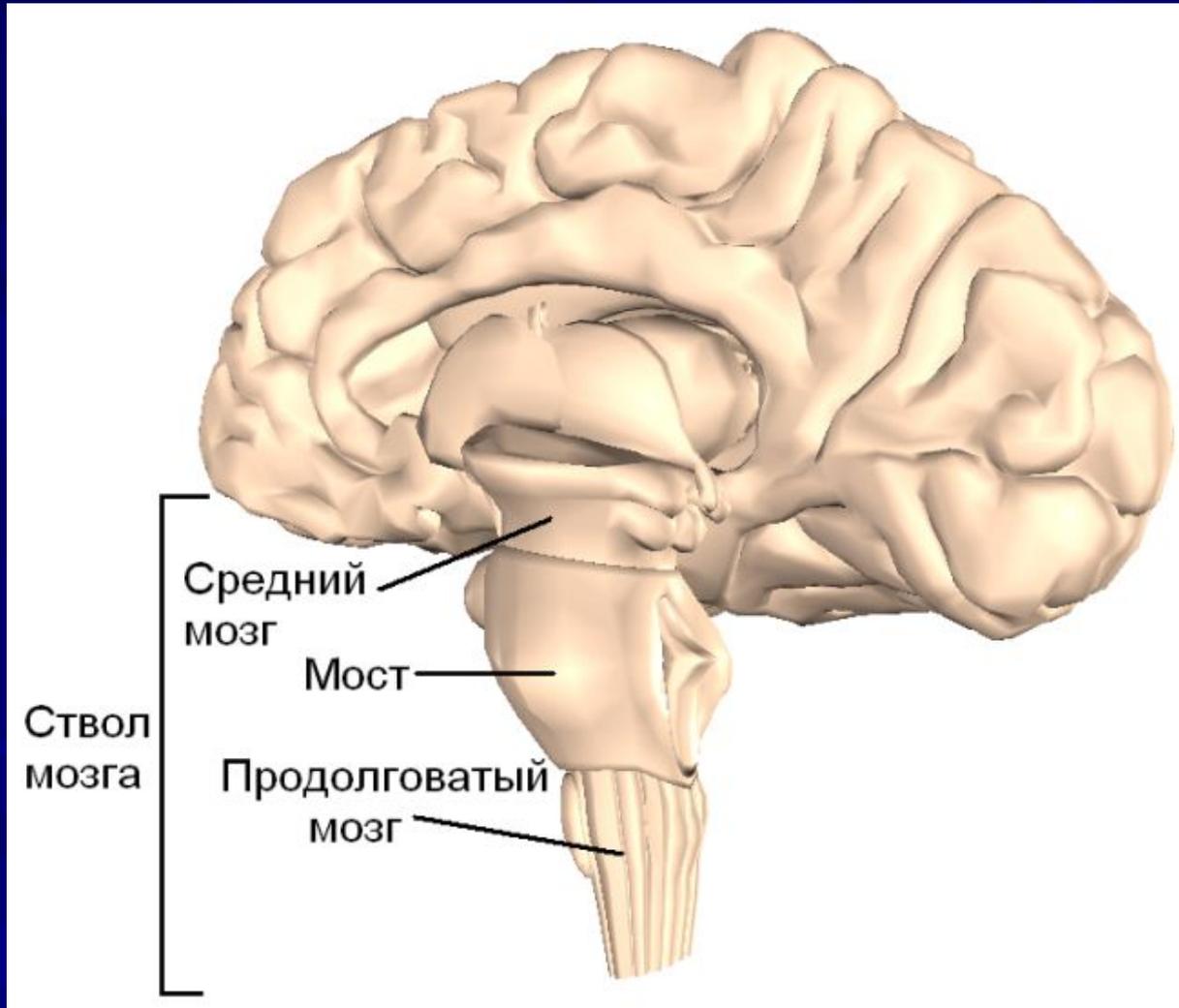
Сегментарные рефлексы

Стимул □
автоматические,
повторяющиеся,
стереотипные ответы.

Простые рефлексы
реализуются
нейронами спинного
мозга.



Ствол мозга надсегментарные уровни



**НЕЙРОНЫ СТВОЛА
ПОЛУЧАЮТ ИНФОРМАЦИЮ
НЕ ТОЛЬКО
ОТ ПРОПРИОРЕЦЕПТОРОВ,
НО И ОТ РЕЦЕПТОРОВ
ВЕСТИБУЛЯРНОГО
АППАРАТА**

Центры ствола мозга

1. Жизненно важные вегетативные центры: дыхания, сосудисто-двигательный центр, пищеварения.
2. Защитные рефлексy: чихания, кашля, рвоты, мигания.
3. Центры, управляющие мускулатурой конечностей и туловища

Двигательные системы ствола мозга

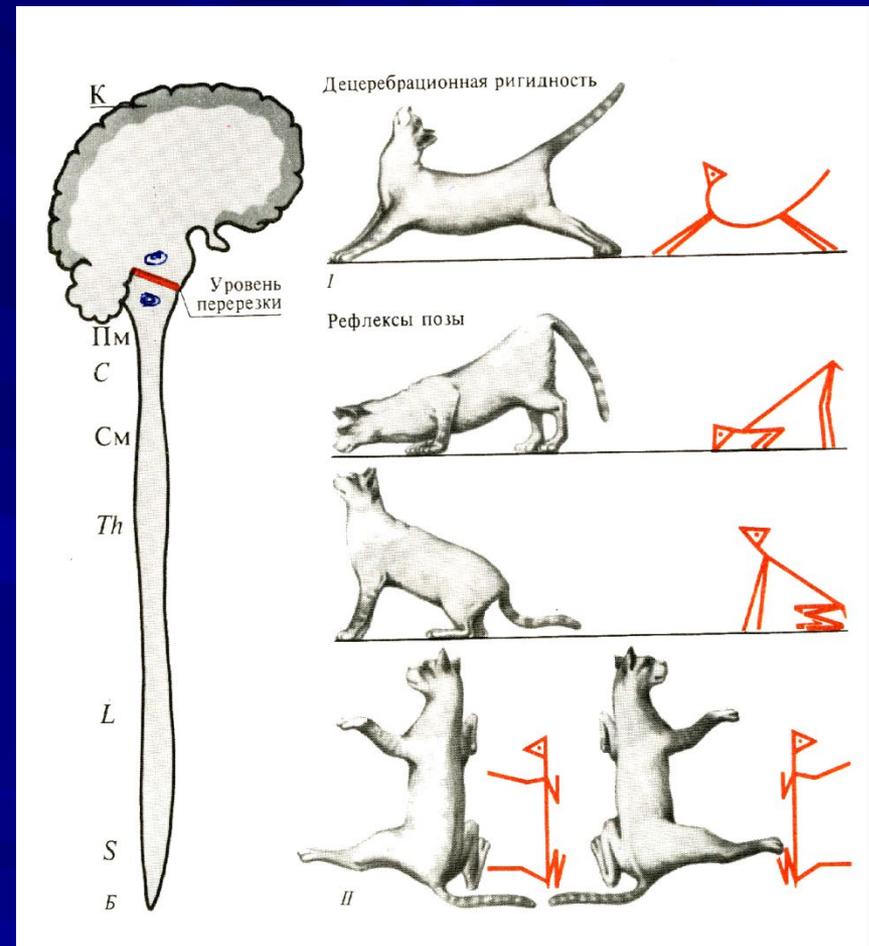
Ядра ствола мозга через проводниковые пути регулируют тонус антогонистических групп мышц.

- Красное ядро образует нисходящий руброспинальный тракт, активирует α и γ -нейроны сгибателей, тормозит разгибатели.
- Ядро Дейтерса образует вестибулоспинальный тракт, возбуждает α и γ -нейроны разгибателей.
- РФ моста активирует α и γ -нейроны разгибателей, тормозит сгибатели.
- РФ продолговатого мозга активирует α и γ -нейроны сгибателей, тормозит разгибатели.

Децеребрационная ригидность

Возникает при перерезке между продолговатым и средним мозгом ниже уровня красного ядра

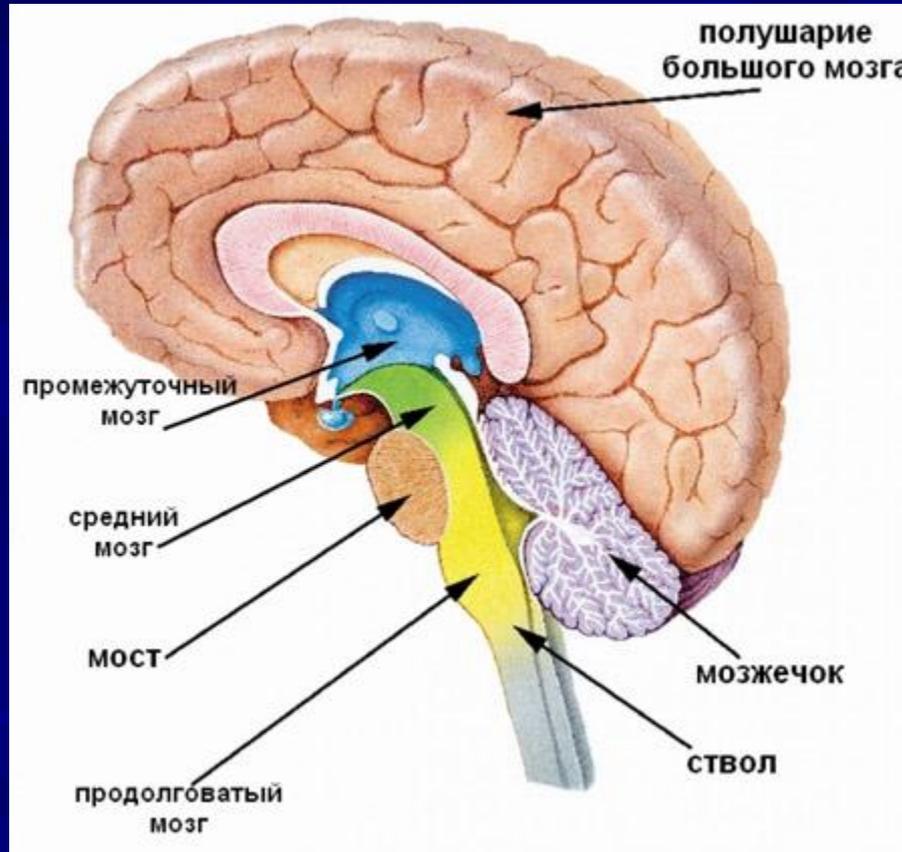
Проявляется резким повышением тонуса разгибателей нижних конечностей, туловища и шеи



Механизм ригидности

- Выключено активирующее влияние красных ядер на сгибатели, что увеличивает влияние вестибулярных ядер на разгибатели
- Выключено тормозное влияние коры мозга и мозжечка на вестибулярные ядра
- В развитии ригидности основную роль играет возбуждение γ -мотонейронов (перерезка задних корешков спинного мозга снимает ригидность).

Рефлексы ствола мозга



Функции ствола мозга

- Двигательные рефлексy обеспечивают согласованную работу многих групп мышц в процессе поддержания позы и её изменения
- В стволе находятся ядра III-XII черепных нервов, которые осуществляют чувствительные, двигательные и вегетативные функции (акты жевания, глотания, дыхания и др.)

Рефлексы ствола мозга

статические

статокинетические

позно-
тонические

установочные

Лифтный рефлекс

Рефлекс
приземления

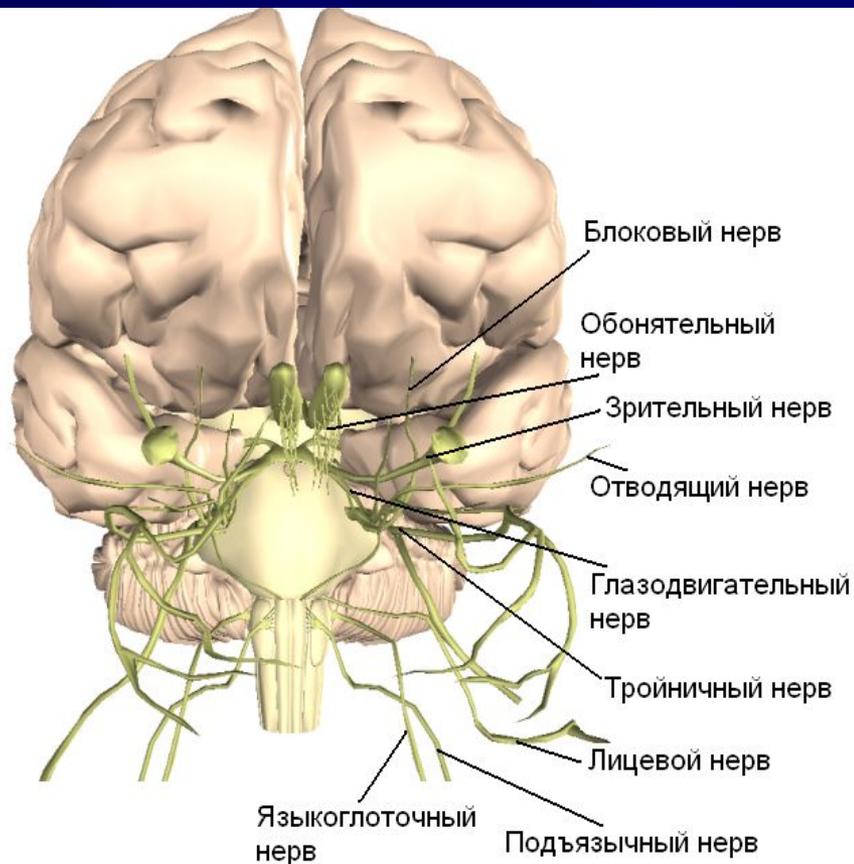
Рефлексы вращения

Глазной нистагм

Шейные
рефлексы
Вестибулярные
рефлексы
Вертикальная
поза
человека

Выпрямительны
е
рефлексы

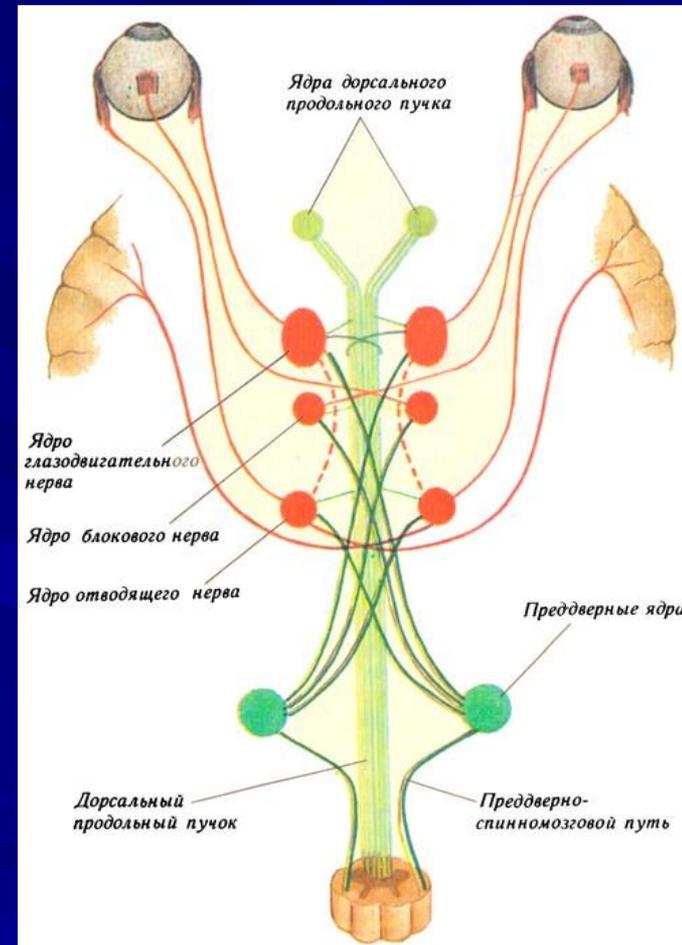
XII пар черепно-мозговых нервов



Нерв	Чувство или Движение	Функция
I. Обонятельный	Чувство	Обоняние
II. Зрительный	Чувство	Зрение
III. Глазодвигательный	Движение	Движение глаза
IV. Блоковый	Движение	Движение
V. Тройничный	Оба	Лицевые и ротовые ощущения/движения. Способность жевать
VI. Отводящий	Движение	Движение глаза
VII. Лицевой	Оба	Вкус/движение лицевых мышц (улыбка) и слюнная железа
VIII. Вестибулокохлеарный (слуховой)	Чувство	Слух и поддержка равновесия
IX. Языкоглоточный	Оба	Вкус / процесс глотания
X. Блуждающий нерв	Оба	Замедляет сердцебиение и сжимает поток воздуха в легких
XI. Вспомогательный	Движение	Контролирует процесс глотания, движения головы и плеч
XII. Подъязычный	Движение	Движение мышц языка

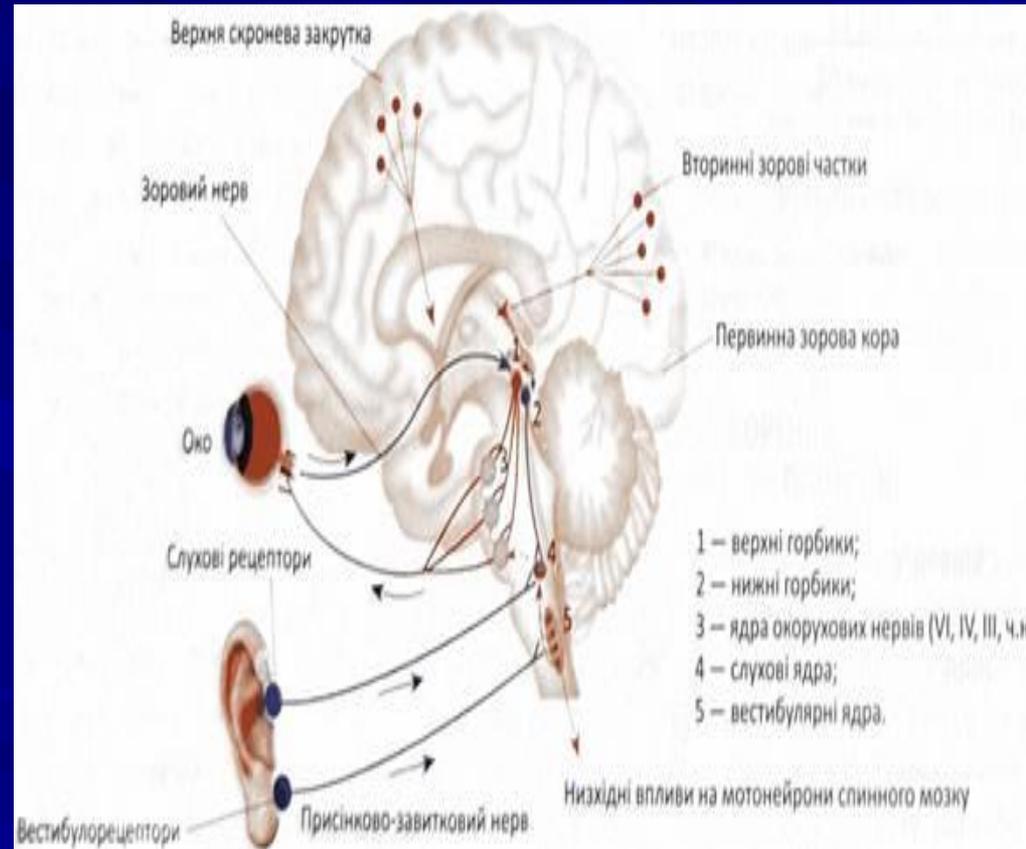
Ядра глазодвигательного нерва

- Глазодвигательный нерв (лат. *nervus oculomotorius*) — III пара черепных нервов, отвечающий за движение глазного яблока, поднятие века, реакцию зрачков на свет.



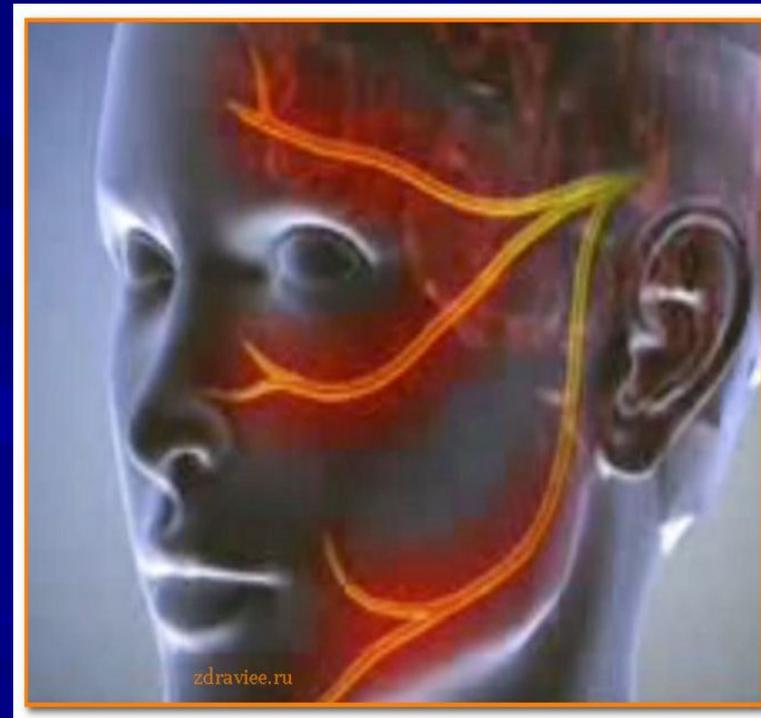
Ориентировочный рефлекс

- Рефлекс «Что такое?» И.П. Павловым в 1927 г
- Зрительные рефлексы
- Слуховые рефлексы



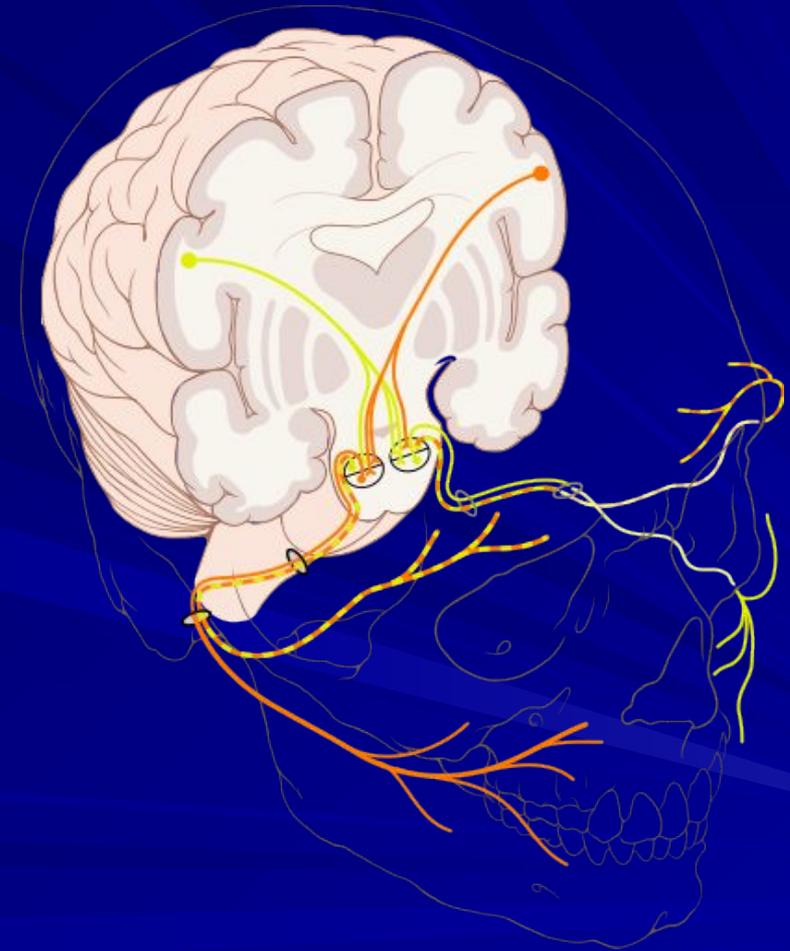
Тройничный нерв (n. trigeminus) V пара

- Двигательное ядро
(в мосту)- сокращает жевательную мускулатуру
- Чувствительное ядро
(ср.мозг, мост)- получает импульсы от кожи, слизистых оболочек, лица, головы (3 ветви).



Лицевой нерв (*n. facialis*) VII

- Двигательное ядро – сокращение мимических мышц
- Чувствительное ядро- иннервирует вкусовые луковицы 2/3 языка
- Верхнее слюноотделительное ядро (парасимпатическое)

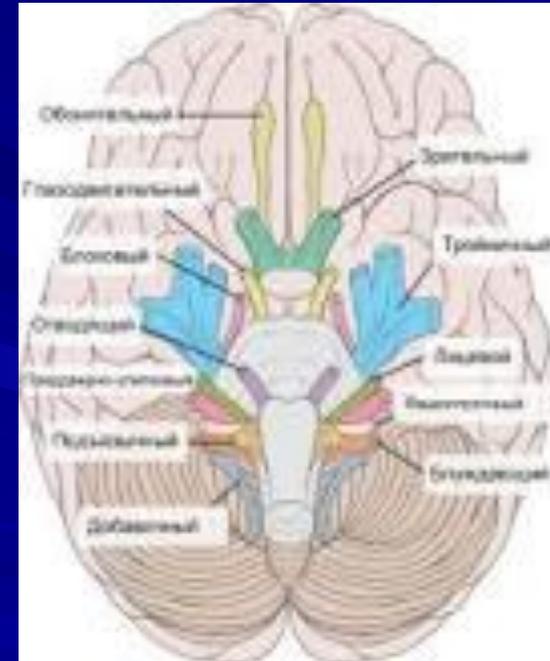


Повреждение лицевого нерва



Блуждающий нерв (n. vagus) (X пара)

- Продолговатый мозг
- Двойное (двигательное ядро)
- сокращение мышц неба, глотки
- рефлекс глотания, рвоты, чихания, кашля
- Чувствительное ядро слизистая полости рта, дыхательных путей
- Заднее (парасимпатическое ядро)

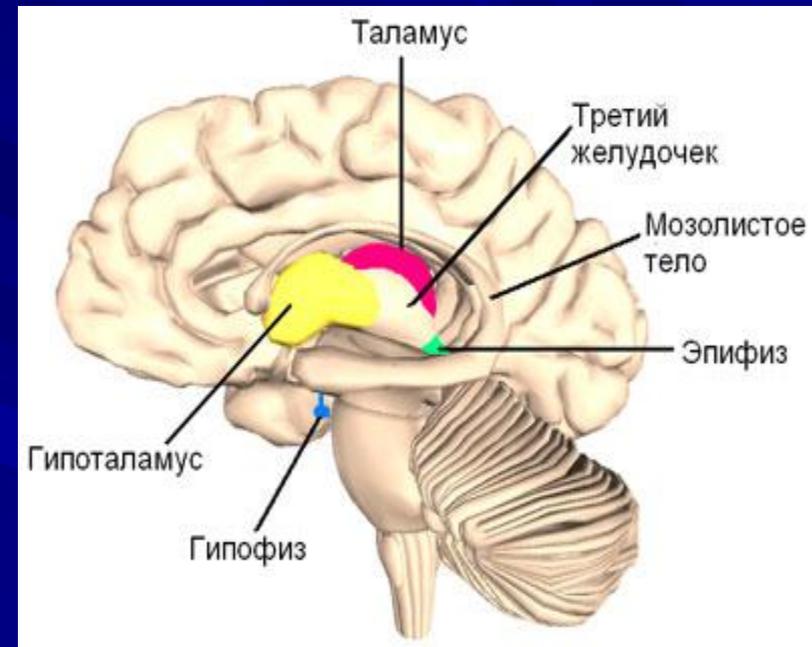


Какие рефлекссы?



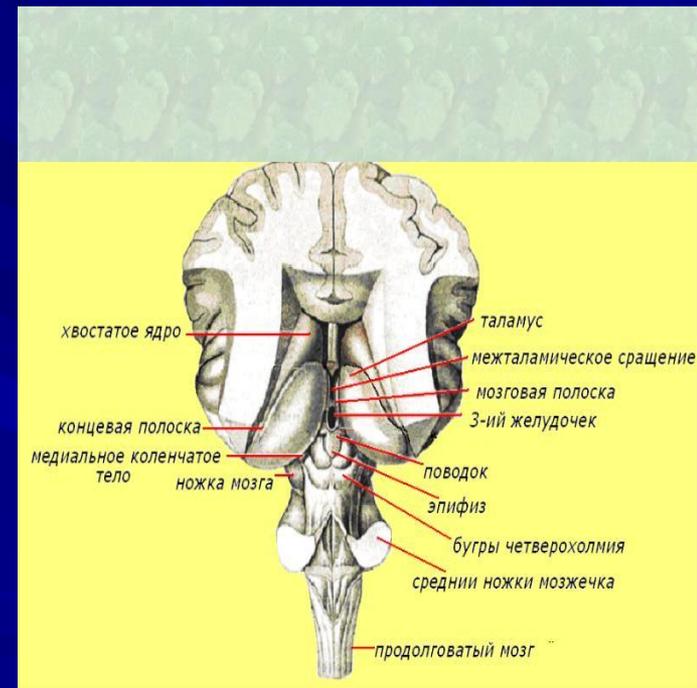
ФУНКЦИИ ПРОМЕЖУТОЧНОГО МОЗГА

- Структуры:
- Таламус
зрительный бугор
- Гипоталамус
подбугорная область
- Эпиталамус
(эпифиз)



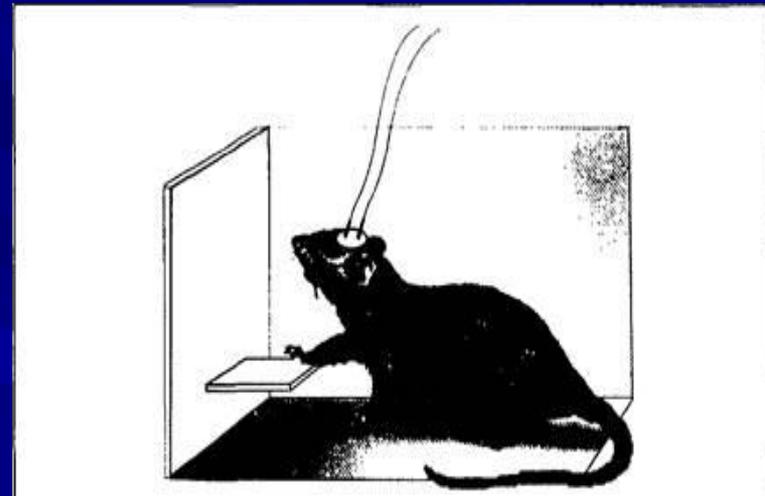
ТАЛАМУС

В ядрах таламуса происходит переключение информации, поступающей от экстеро-, проприорецепторов и интероцепторов и начинаются таламокортикальные пути. таламус называют воротами, через которые в кору мозга поступают различные сигналы ЦНС.

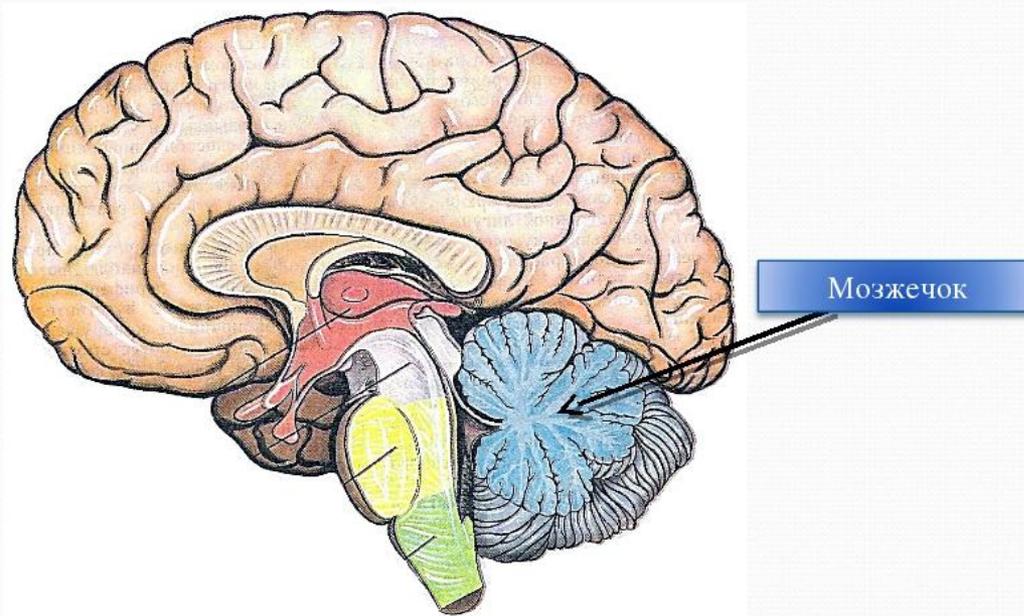


ГИПОТАЛАМУС

- Центр вегетативных функций
- Регуляции эндокринной системы
- Терморегуляции
- Пищевого поведения
- Питьевое поведение
- Суточные биоритмы
- Агрессивно-оборонительное поведение



Мозжечок



Функциональная структура мозжечка

Древний мозжечок состоит из:

- клочка
- узелка
- нижней части червя

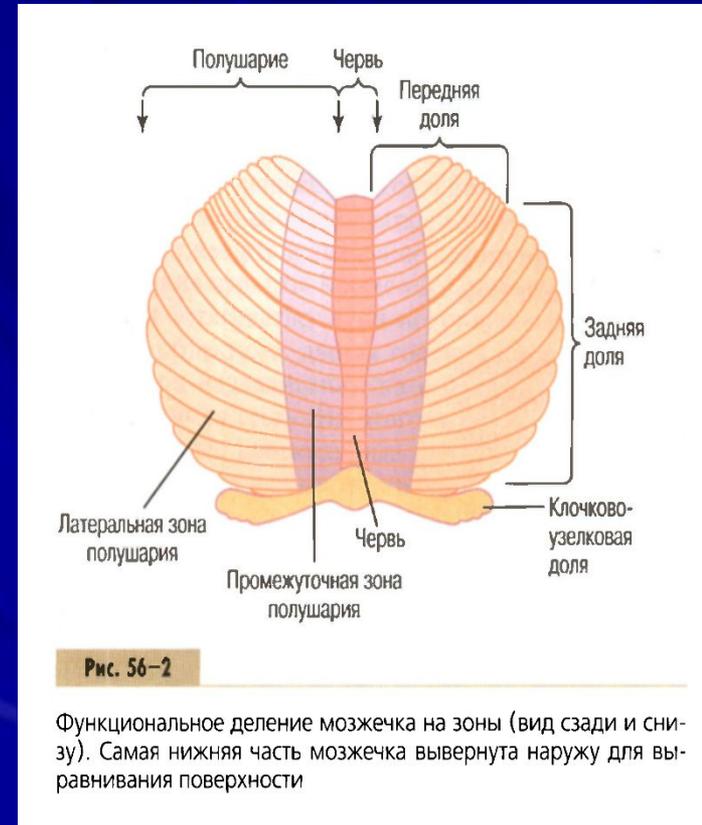
Старый мозжечок :

- парафлоккулярного отдела
- верхней части червя

Новый мозжечок :

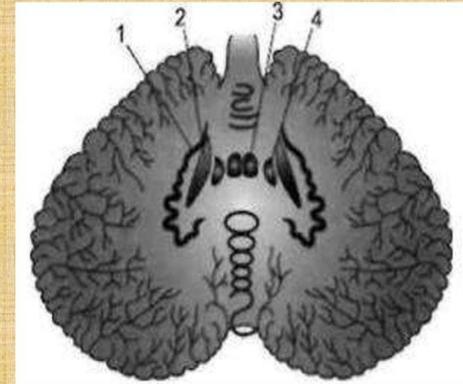
- полушарий

Белое вещество мозжечка содержит три парных ядер: шатра, промежуточные и зубчатые.



Ядра мозжечка :
шатра,
промежуточные и
зубчатые.
Эфферентные
выходы на
моторные центры
головного мозга
таламуса
ретикулярных ядер
вестибулярных ядер

Ядра мозжечка (схема)



Примечание: 1 - зубчатое ядро, 2 - пробковидное ядро, 3 - ядро шатра, 4 - шаровидное ядро.

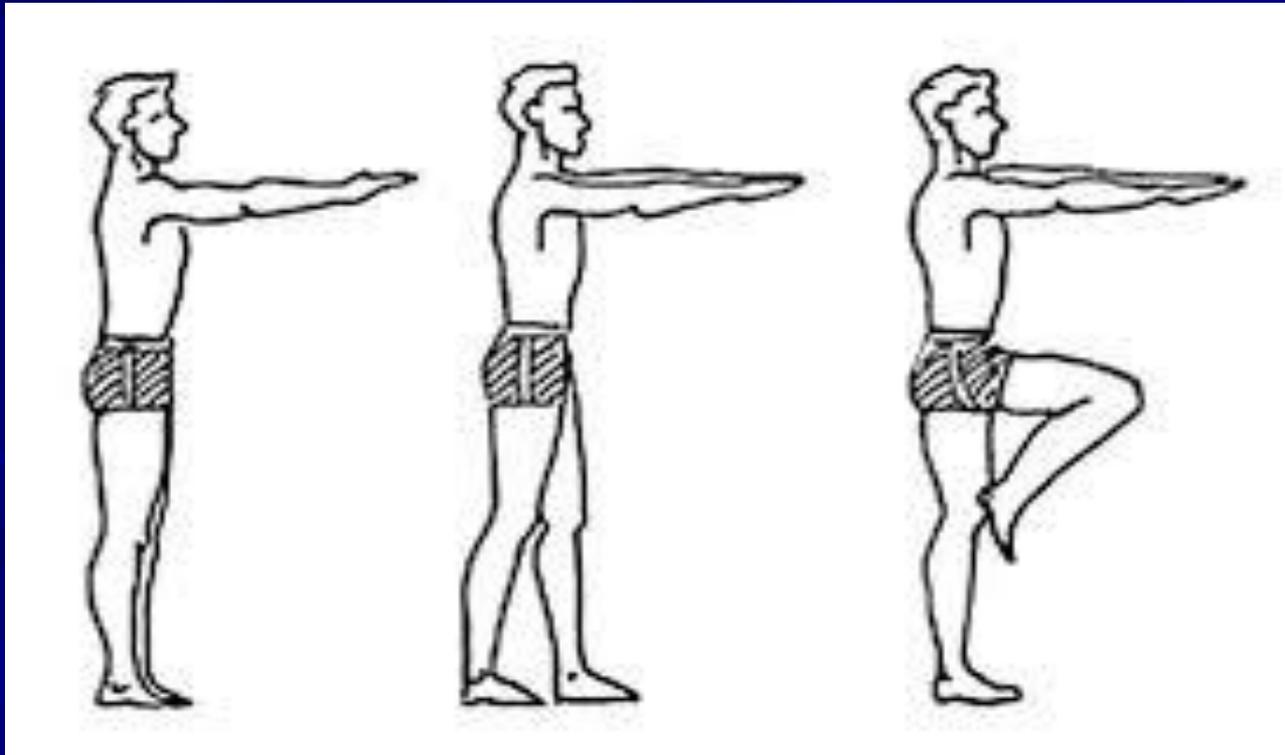
Связи мозжечка с отделами ЦНС

- **Тормозные клетки Пуркинье выполняют основные функции**
- **Афферентные связи мозжечка:**
 - от вестибулярных нервов и их ядер
 - от спинного мозга
 - от коры головного мозга
- **Эфферентные связи мозжечка:**
 - через таламус к двигательной коре
 - к подкорковым двигательным центрам
 - к моторным спинальным центрам

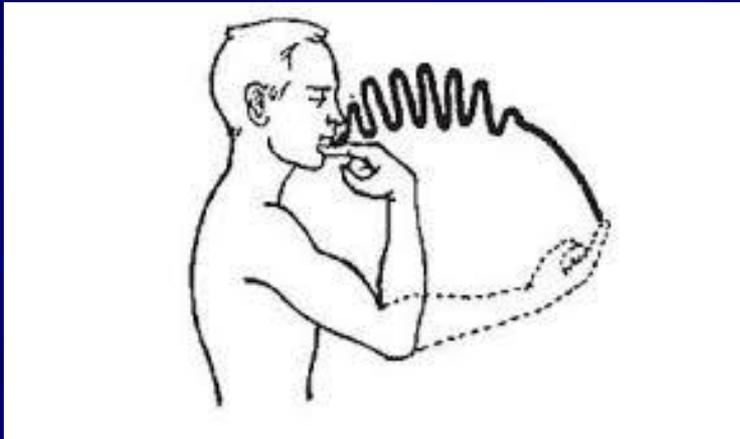
Основные функции мозжечка

Регуляция мышечного тонуса, позы и
равновесия

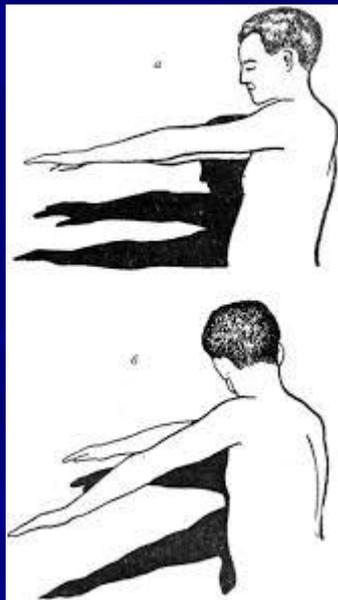
(сохранение равновесия в позе Ромберга)



Координация позы и целенаправленных движений (пальценосовая и пяточно-коленная проба)



Участие в программировании целенаправленных движений (проба на адиадохокинез – чередующие быстрые движения)



СИМПТОМЫ

Нарушение движений руки у
больного с мозжечковой
асинергией:



При движении указательного пальца от носа
больного к пальцу исследователя возникает
интенционное дрожание.

Симптомы поражения мозжечка

Нистагм (тремор глазных яблок)

Мозжечковая дизартрия (замедленная,
скандированная речь)

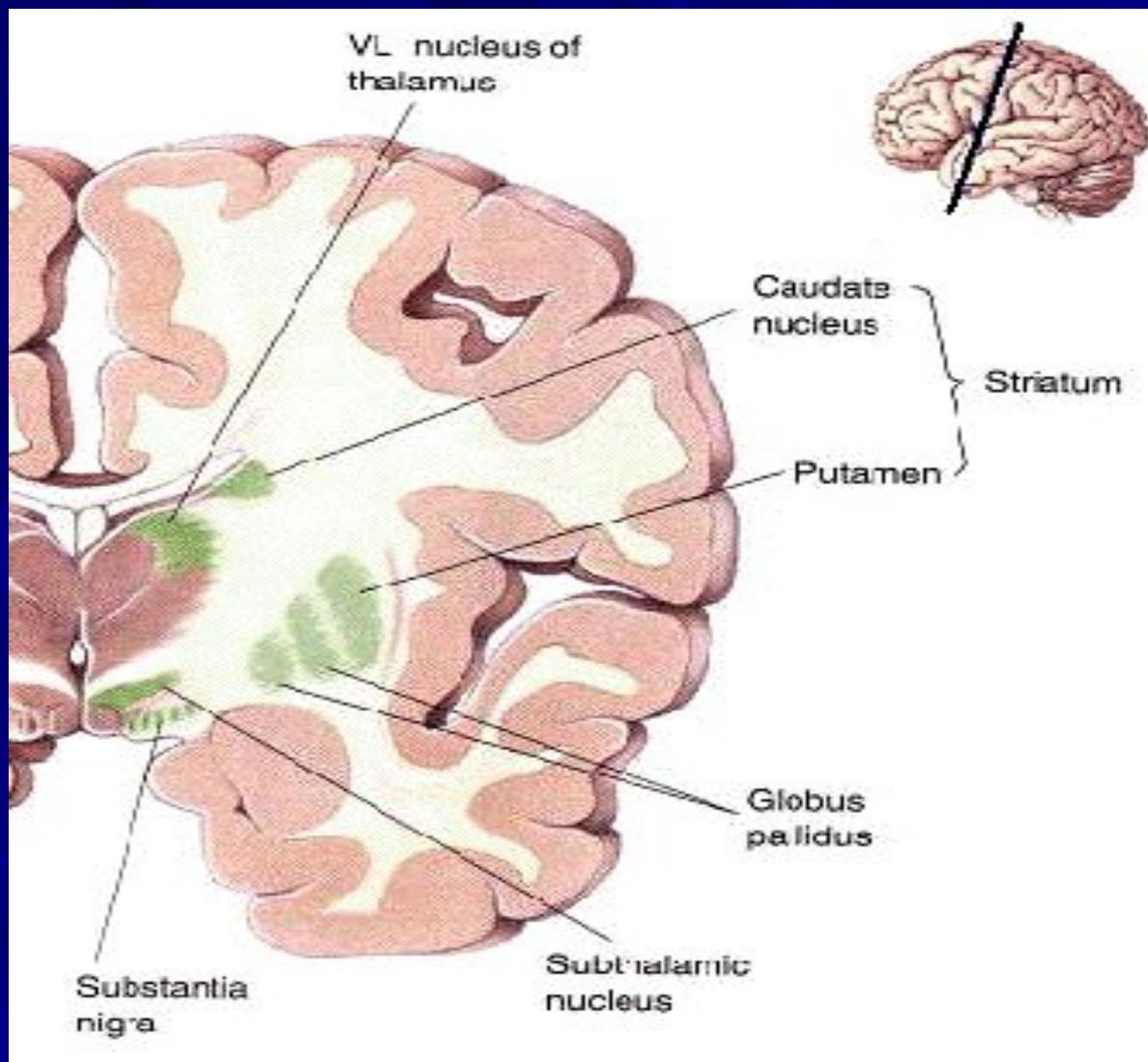
Мышечная гипотония

Асинергия (расстройство сложного
двигательного акта)

Гиперметрия (чрезмерность
движений).

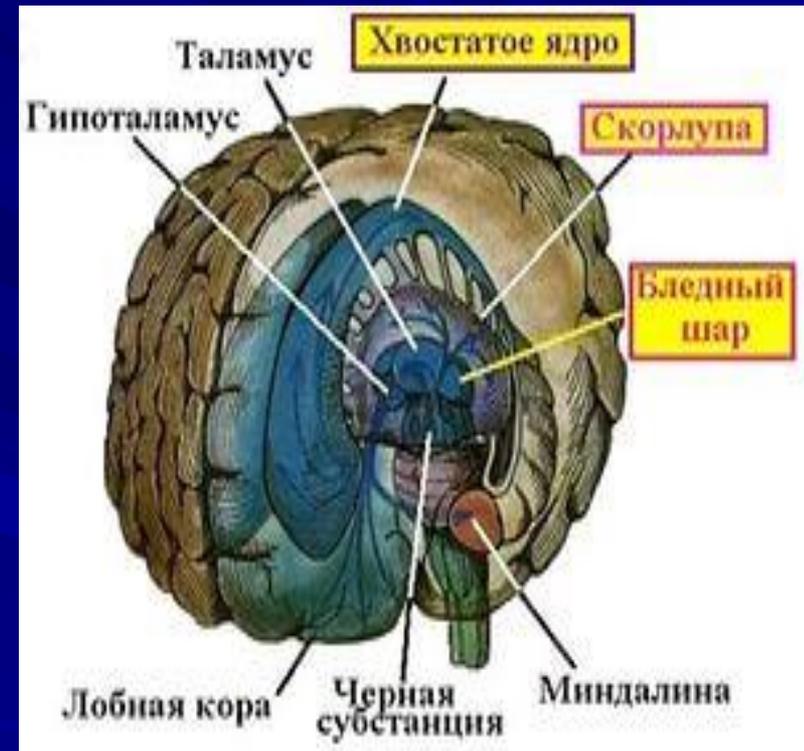
Базальные ганглии

крупные ядра
получают
информацию от
различных
структур ЦНС
и передают через
таламус команды
в моторную кору



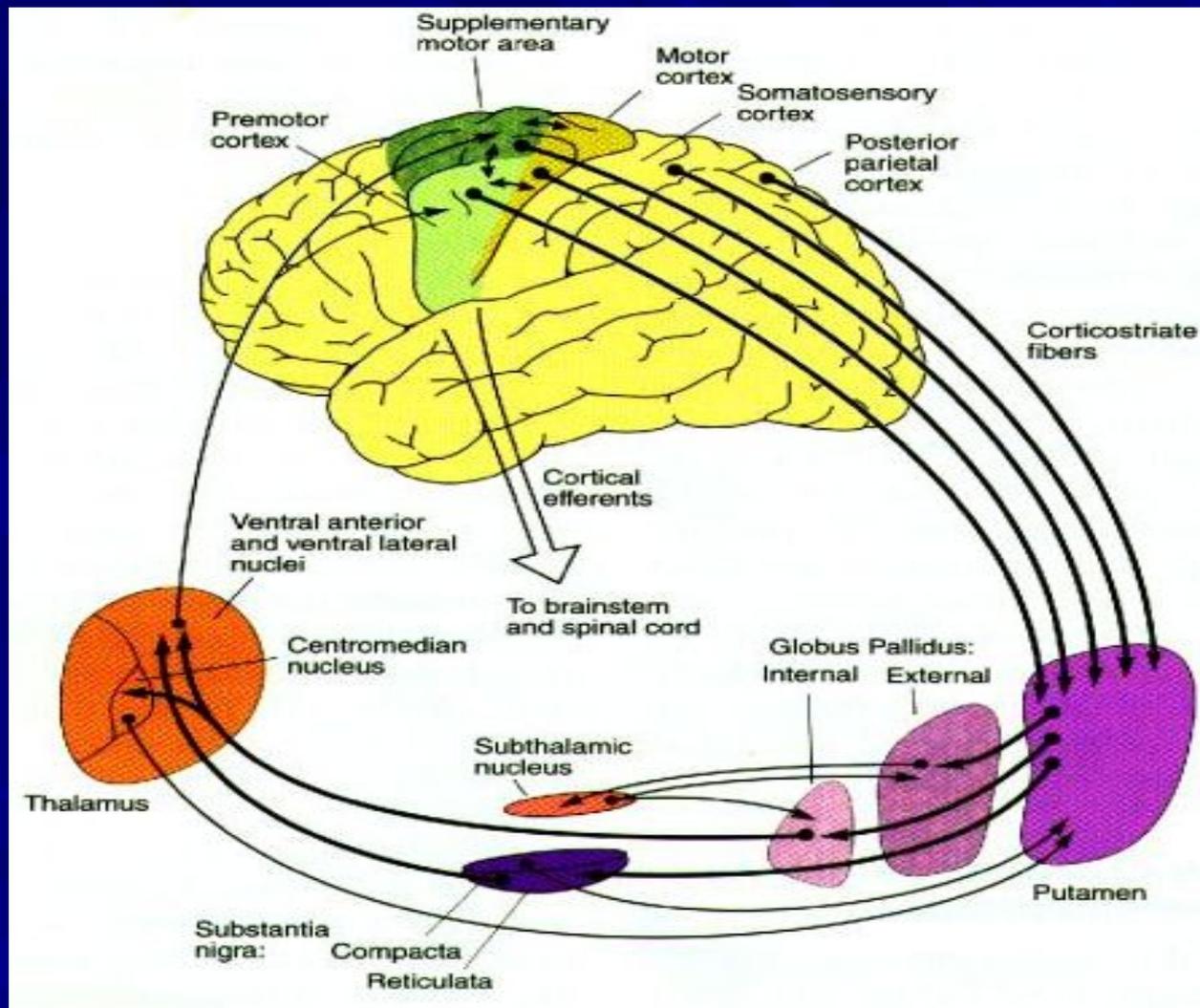
К стриопаллидарной системе относятся:

- Полосатое тело
(стриатум)
(хвостатое ядро и скорлупа)
- Бледный шар
(паллидум)
- Ограда (клаустрим)
- Черная субстанция
- Субталамическое ядро



Функции базальных ганглиев

Обеспечивают переход от плана (фазы подготовки) к программе действия (фазе выполнения)



Основные функции базальных ганглиев

- Участие в формировании и хранении программ врожденных и приобретенных двигательных реакций и их координации
- Регуляция тонуса мышц
- Регуляция вегетативных функций (слюно- и слезотечение, дыхание.)
- Регуляция чувствительности организма на восприятие раздражений (соматических, слуховых, зрительных и др.)
- Регуляция ВНД (эмоциональные реакции, память, скорость выработки новых условных рефлексов, скорость переключения с одной формы деятельности на другую)

Базальные ганглии – подкорковые образования – вместе с мозжечком уточняют программу выполнения сложных движений

Информация от ассоциативных участков коры, где зарождается замысел движения,



Поступает к мозжечку и базальным ганглиям
(Полосатое тело и Бледное ядро)



к альфа-мотонейронам спинного мозга, где уточненная программа используется для управления

Поражение Базальных ядер

- Гипокинезии (характерна для *паркинсонизма*)
- Заторможенность движений
маскообразное лицо,
семенящая походка,
замедленностью и
малым объемом
движений



Поражение Базальных ядер

- **Гиперкинезии**

проявляются (размашистые бросковые движения руки.)

- *хорея* (насильственные быстрые движения, обычно мышц лица и дистальных отделов конечностей)



Поражение Базальных ядер

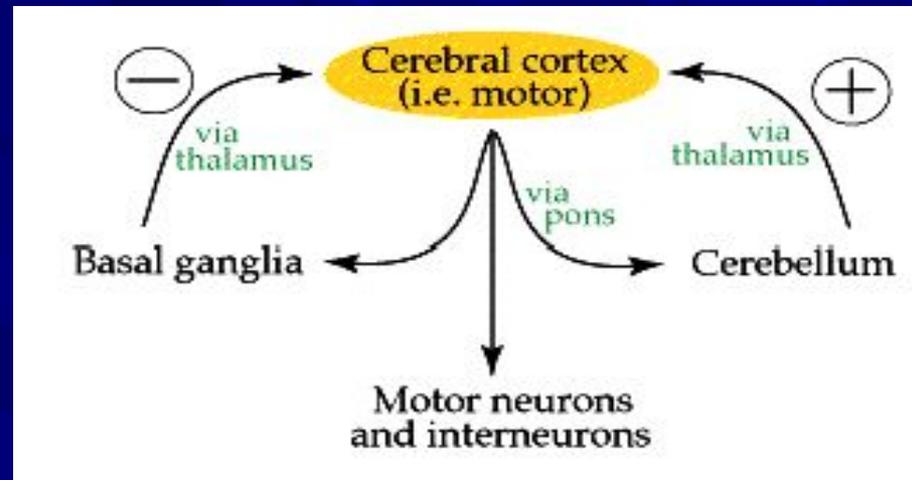
- **Гипокинезии** (характерна для *паркинсонизма*)
- Заторможенность движений
маскообразное лицо, семенящая походка, замедленностью и малым объемом движений

Болезнь Паркинсона — идиопатическое медленно прогрессирующее дегенеративное заболевание ЦНС, характеризующееся замедленностью движений, ригидностью мышц, тремором в покое и нарушением позных рефлексов



Взаимодействия систем

Базальные ганглии
и мозжечок –
корректируют
движения по ходу
их выполнения.

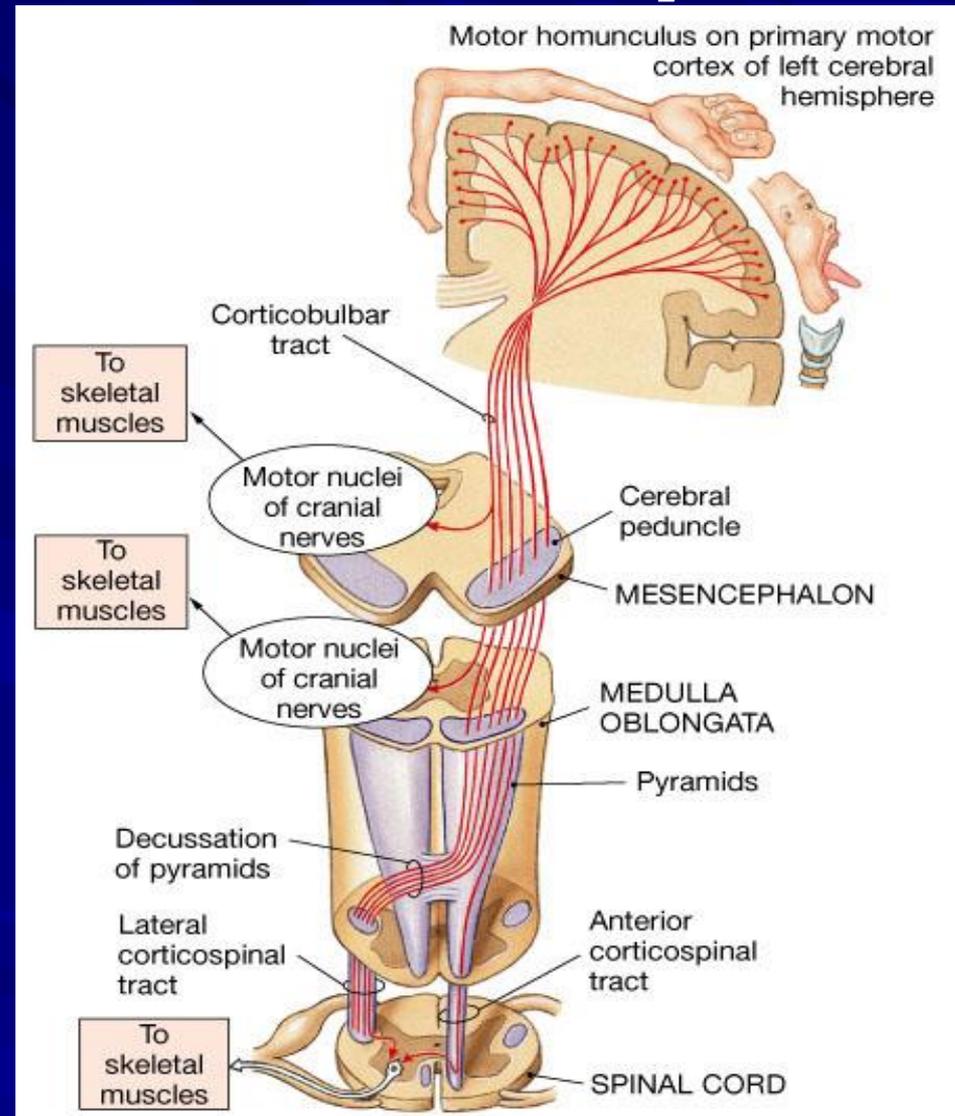


Информация от мозжечка носит возбуждающий характер, а от базальных ганглиев - тормозный.

Баланс между этими двумя системами обеспечивает плавные скоординированные движения

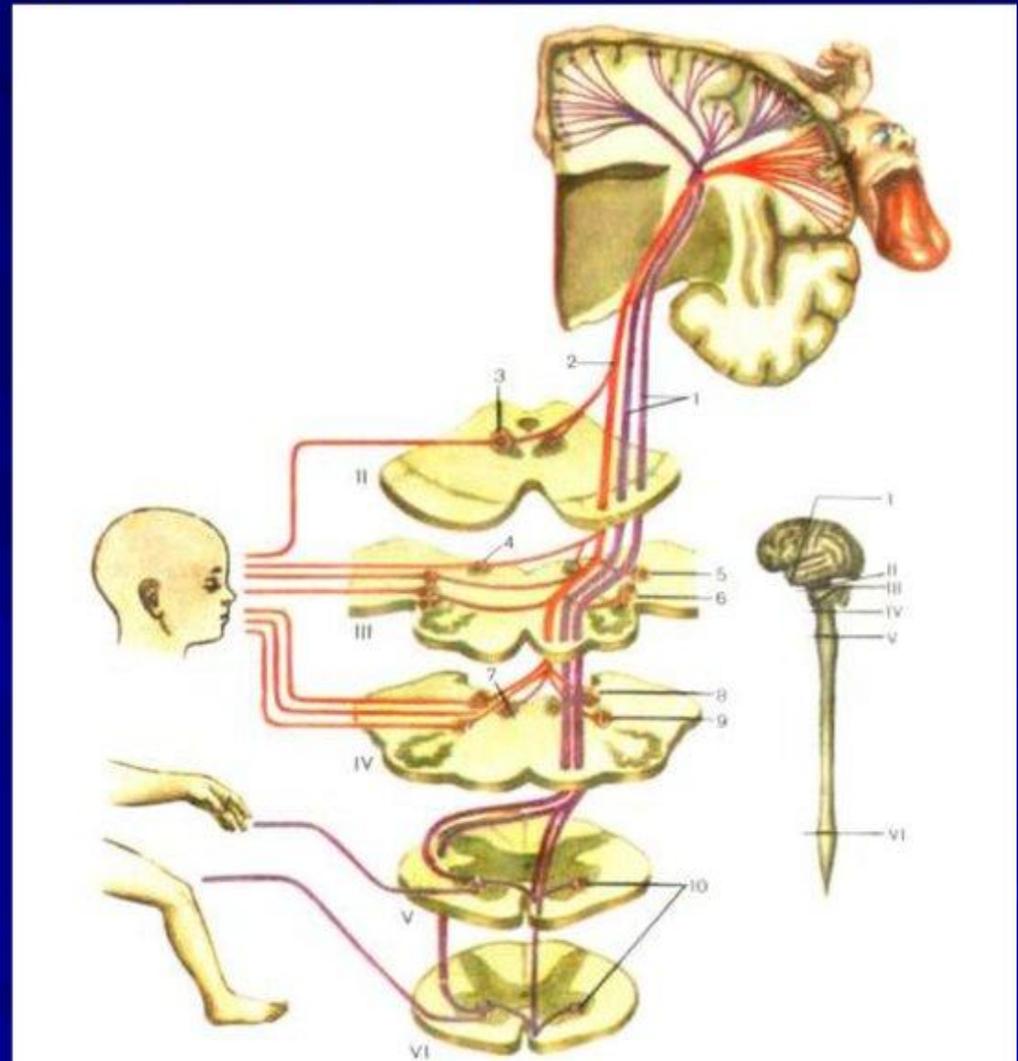
Кортико-спинальный тракт

- Обеспечивает произвольный контроль скелетных мышц



Корково-спинномозговой путь (пирамидный тракт)

- Корково-мышечный путь состоит из двух нейронов – центрального и периферического (до 80% волокон пирамидного пути достигают клеток переднего рога через интернейроны).
- Пирамидный путь начинается от клеток Беца – 5 слой коры головного мозга предцентральной извилины и парацентральной дольки



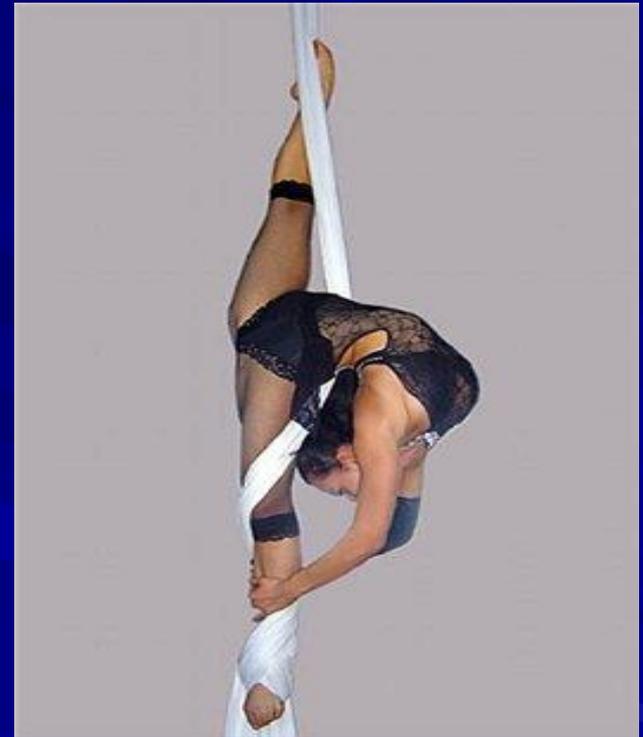
Корково-спинномозговой и корково-ядерный путь.

I – Фронтальный срез головного мозга на уровне внутренней капсулы; II – средний мозг; III – мост; IV – продолговатый мозг; V – шейное утолщение спинного мозга; VI – поясничное утолщение спинного мозга.

1 – корково-спинномозговой (пирамидный) путь; 2 – корково-ядерный путь; 3 – ядро глазодвигатель-

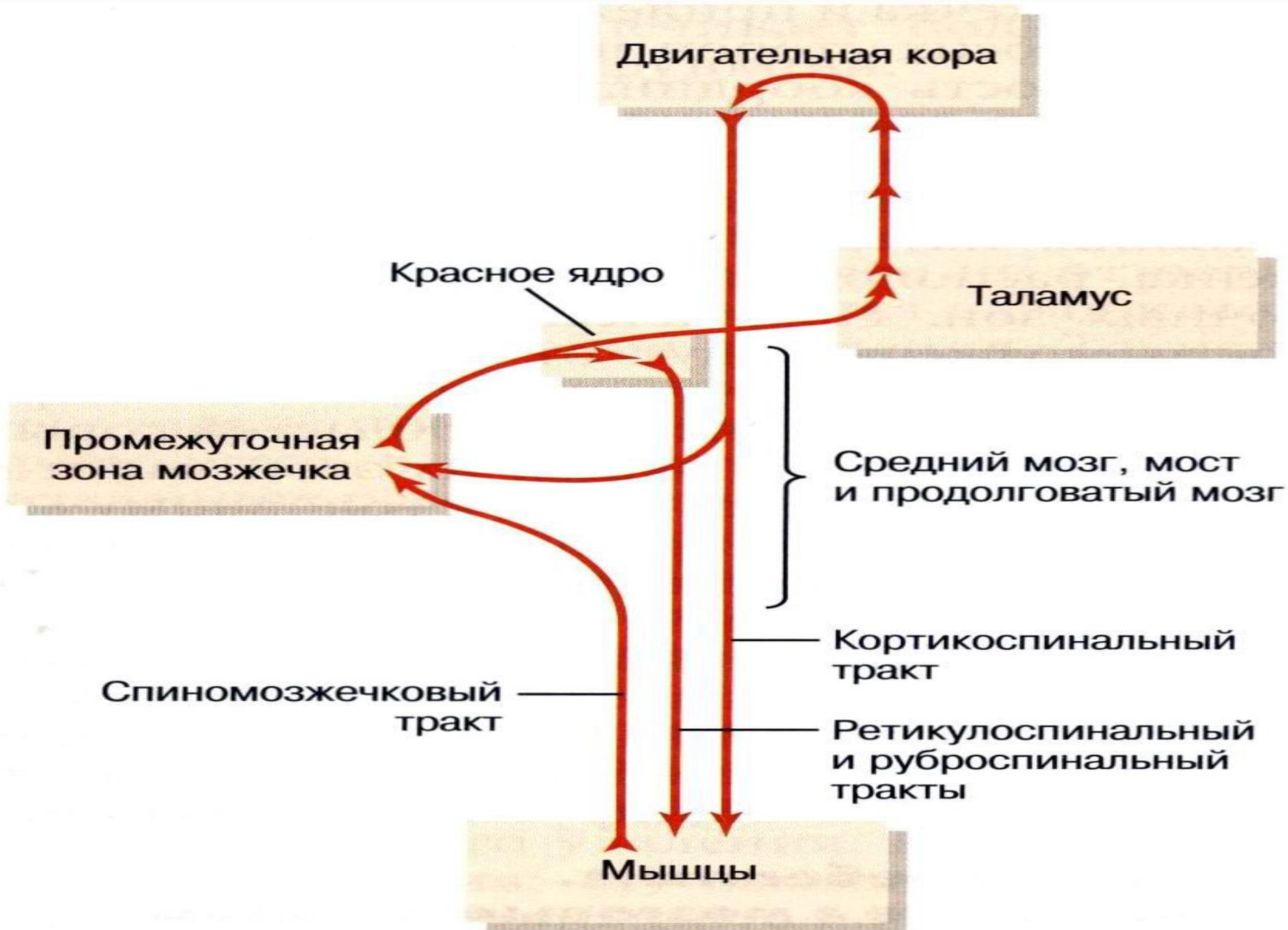
ПИРАМИДНАЯ СИСТЕМА ПРОИЗВОЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ

- Поддерживает сложную и тонкую координацию движений



ЭКСТРА- ПИРАМИДНАЯ СИСТЕМА

осуществляет
непроизвольную регуляцию и
координацию движений,
регуляцию мышечного тонуса,
поддержание позы,
организацию двигательных
проявлений эмоций (смех,
плач).



Человек активно взаимодействует
с внешней средой и активно на неё
влияет посредством движения!

