

ФИЗИОЛОГИЯ ДВИЖЕНИЙ

Двигательная единица -

группа мышечных волокон, иннервируемая одним мотонейроном



Двигательная единица (ДЕ) может включать разное количество мышечных волокон: наружная прямая мышца глаза человека - 13-20, двуглавая мышца плеча - 750 - 1000, медиальная головка икроножной мышцы - 1500 - 2000 (И. Рюэгг, 1985).

Тип ДЕ	Скорость сокращения	Сила сокращения	Утомляемость	Тип мышечных волокон
S	Медленные	Слабые	Устойчивые к утомлению	I
FR	Быстрые	Промежуточные	Устойчивые к утомлению	IIA
FF	Быстрые	Сильные	Утомляемые	IIB

КАТЕГОРИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ АКТОВ

Рефлекторные движения

Запрограммированные (автоматические) движения

Произвольные движения

Непроизвольные движения

Поддержание позы

Целенаправленные движения



Николай Александрович Бернштейн
(05.10.1896 – 16.01.1966)
советский психофизиолог и физиолог

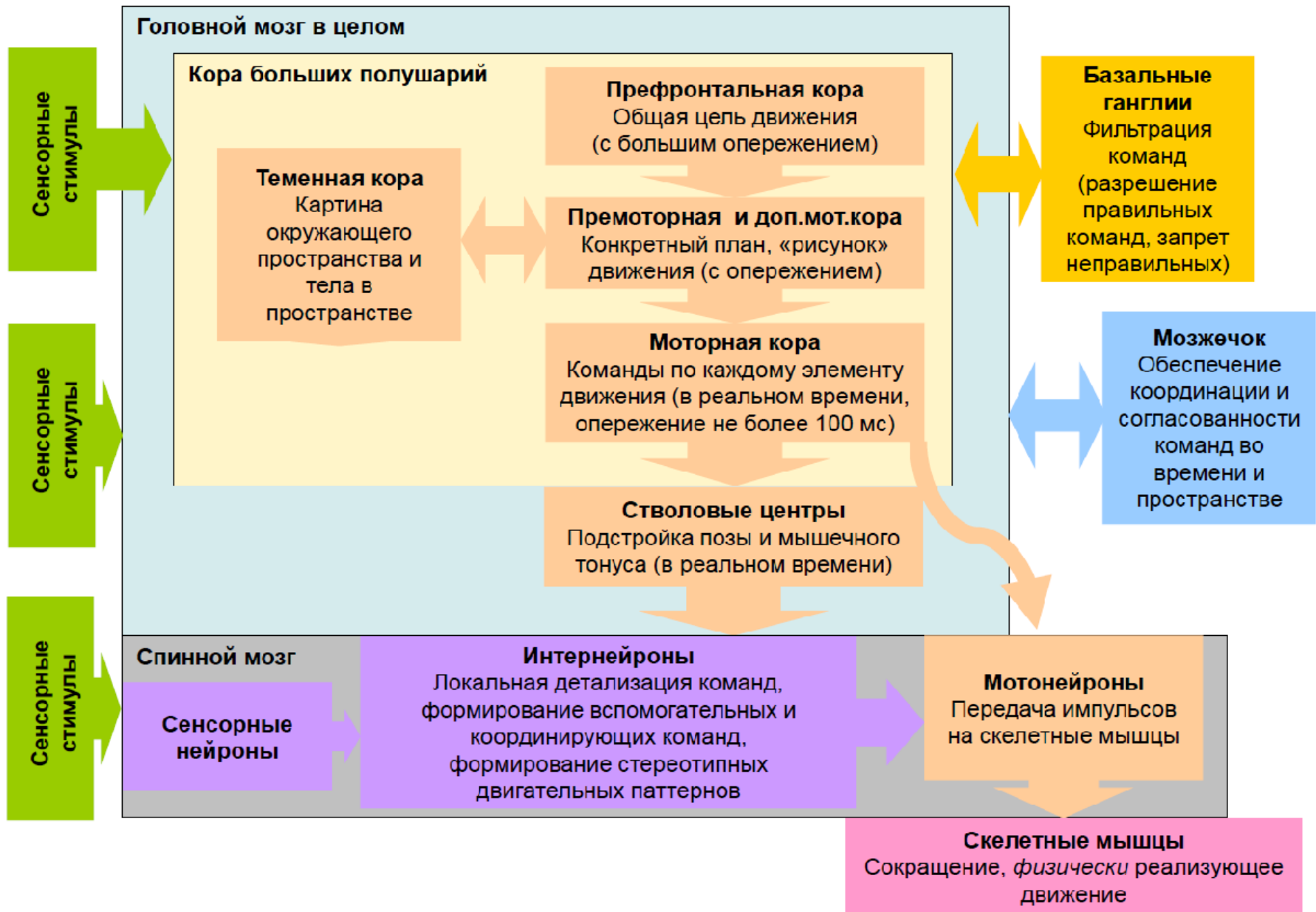
Выдвинул принцип активности (т.е. совершения двигательных актов на основе внутренней двигательной программы) в противопоставлении принципу реактивности (т.е. рефлекторного выполнения движения непосредственно в ответ на стимул).

Согласно этим представлениям, автоматическое выполнение движения в ответ на стимул является лишь частным случаем двигательной активности, в то время как в подавляющем большинстве случаев организм спонтанно формирует собственную двигательную программу.

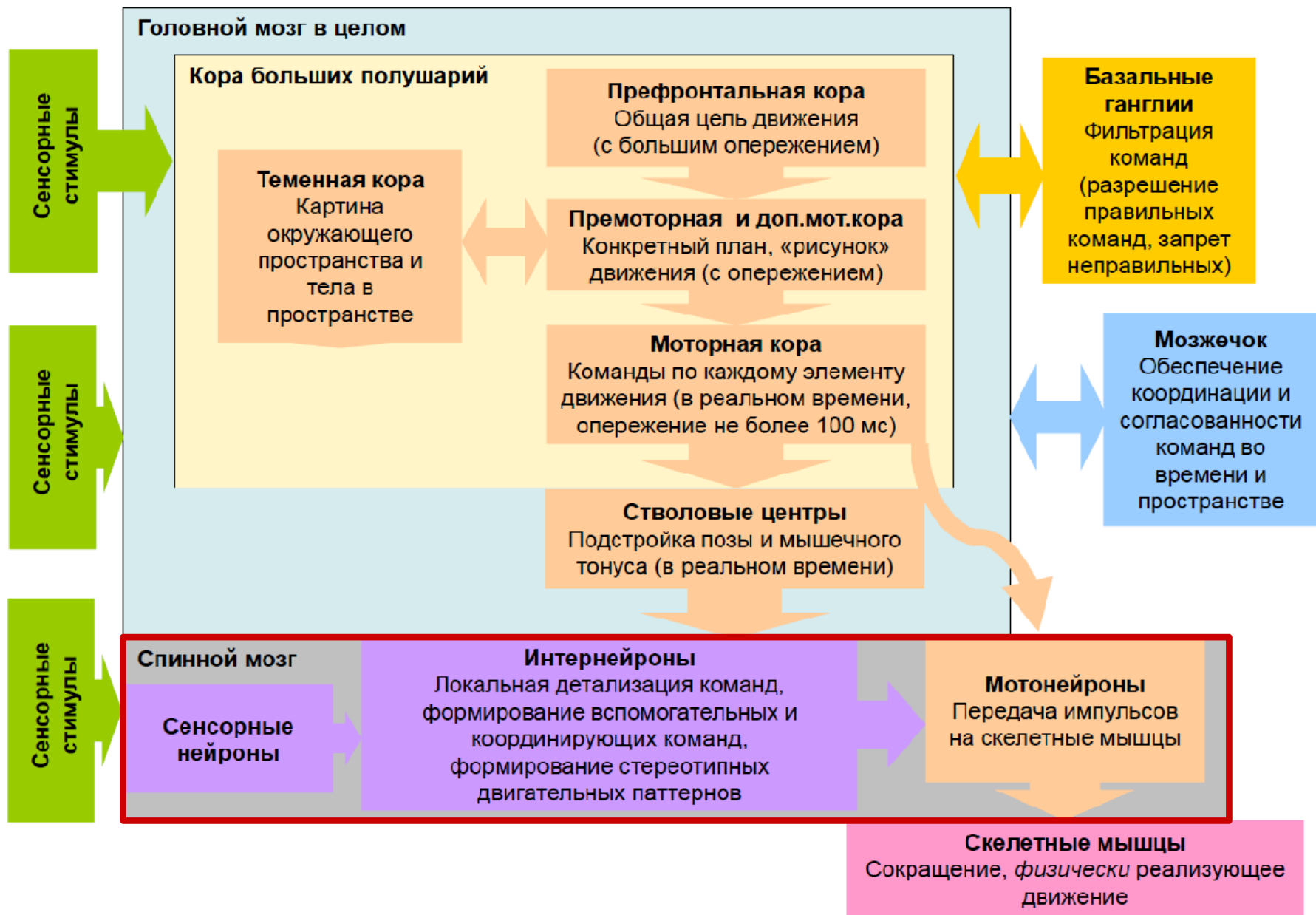
ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ



ОБЩАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯМИ



СПИНАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ

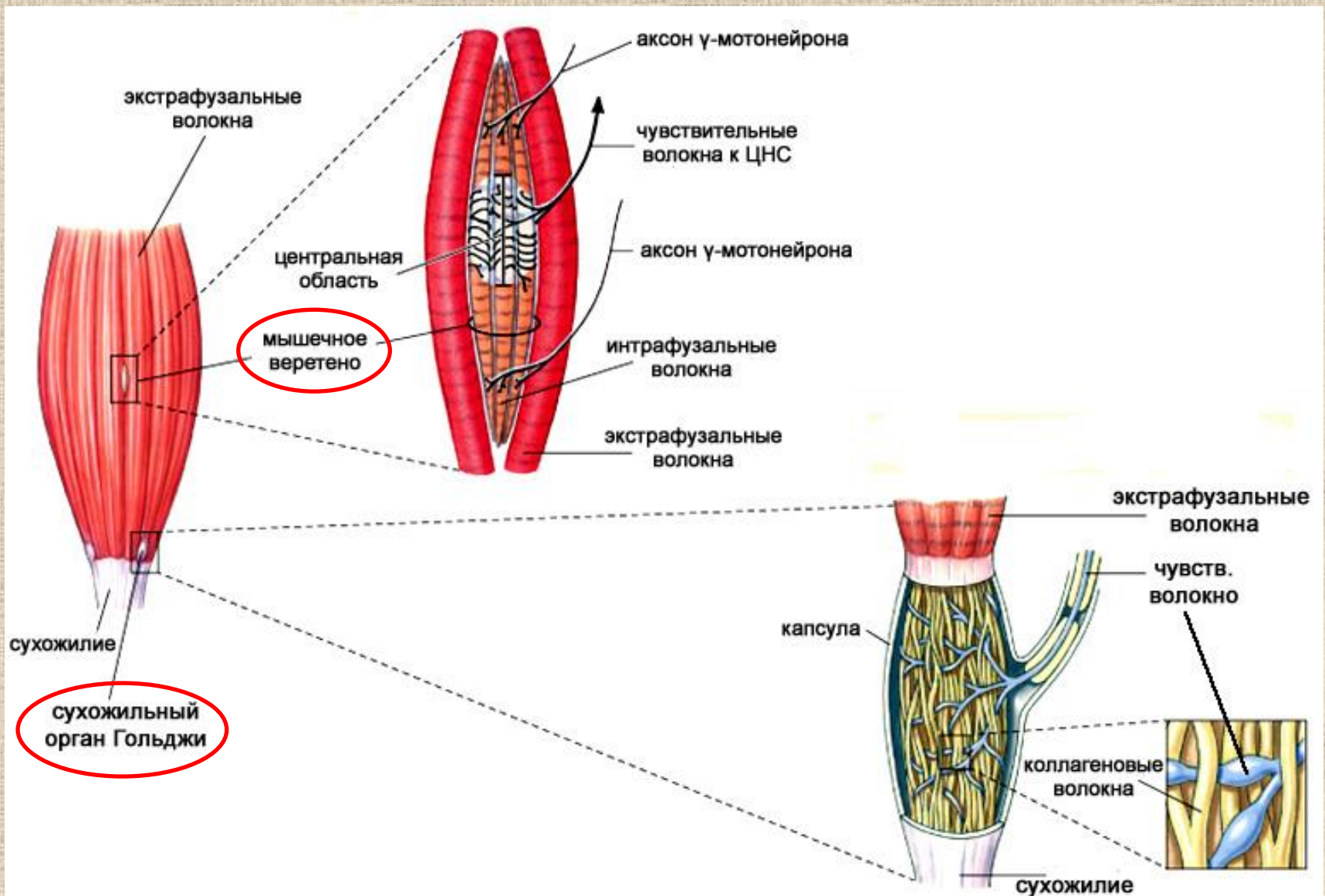


Спинальный двигательный рефлекс

- изменение нейронной активности, вызываемое спинальными афферентами и приводящее к запуску или торможению движения.

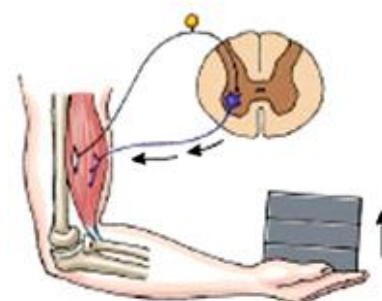
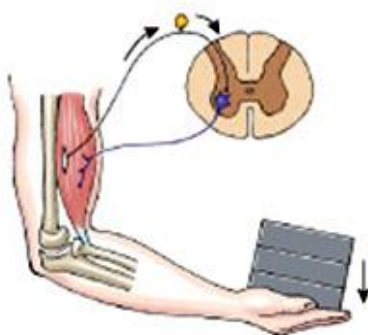
Такие рефлексы составляют как бы «библиотеку» элементарных позных и двигательных программ, которые могут в широком диапазоне модифицироваться, интегрируясь в преднамеренное движение.

РЕЦЕПТОРЫ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ

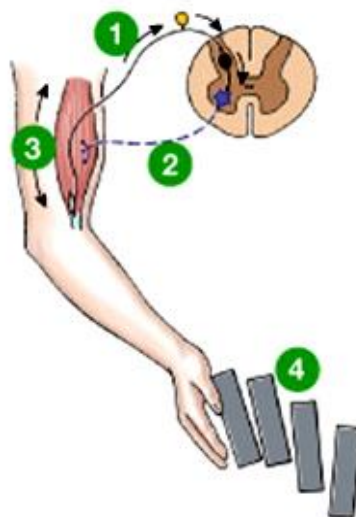
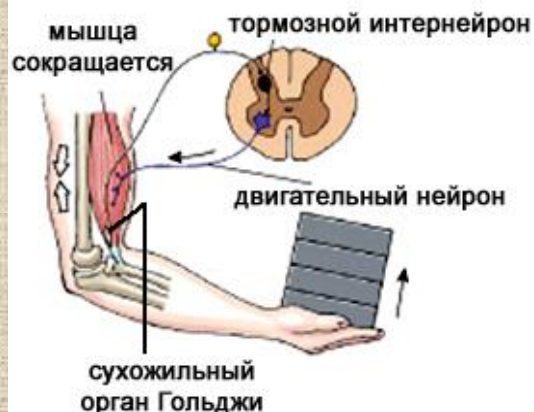


Под влиянием импульсации, постоянно поступающей по рефлекторной дуге от сенсорных рецепторов (ведущая роль принадлежит мышечным веретенам), возникает мышечный тонус.

Рефлекс растяжения: при увеличении нагрузки, растяжение мышцы приводит к реакции мышечных веретен, что вызывает рефлекторное сокращение (КОНТРОЛЬ ДЛИНЫ)



Рефлекс с сухожильных органов: увеличение напряжения мышцы приводит к рефлекторному расслаблению (КОНТРОЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ)



- 1 Активация чувствительного нейрона
- 2 Торможение двигательного нейрона
- 3 Расслабление мышцы
- 4 Груз падает

Примеры миотатических («сухожильных») рефлексов

			
<p><i>Локтевой:</i> удар по сухожилию бицепса плеча (в области локтевой ямки) → сгибание предплечья</p>	<p><i>С трехглавой мышцы плеча:</i> удар по сухожилию трехглавой мышцы у локтевого сгиба → разгибание предплечья</p>	<p><i>Коленный:</i> удар по сухожилию четырехглавой мышцы бедра (ниже надколенника) → разгибание голени</p>	<p><i>Ахиллов:</i> удар по ахиллову сухожилию (трехглавой мышцы голени) → подошвенное сгибание стопы</p>

Сила рефлекса существенно колеблется в зависимости от активности других (облегчающих или тормозных) входов к участвующим в нем нейронам.

Клиническое значение

Позволяет оценить функциональное состояние нервного аппарата регуляции мышечного тонуса и движений.

При нарушении его работы могут наблюдаться следующие расстройства:

Изменение выраженности рефлексов

Ослабление (снижение) - при повреждении мотонейрона, иннервирующих нервов

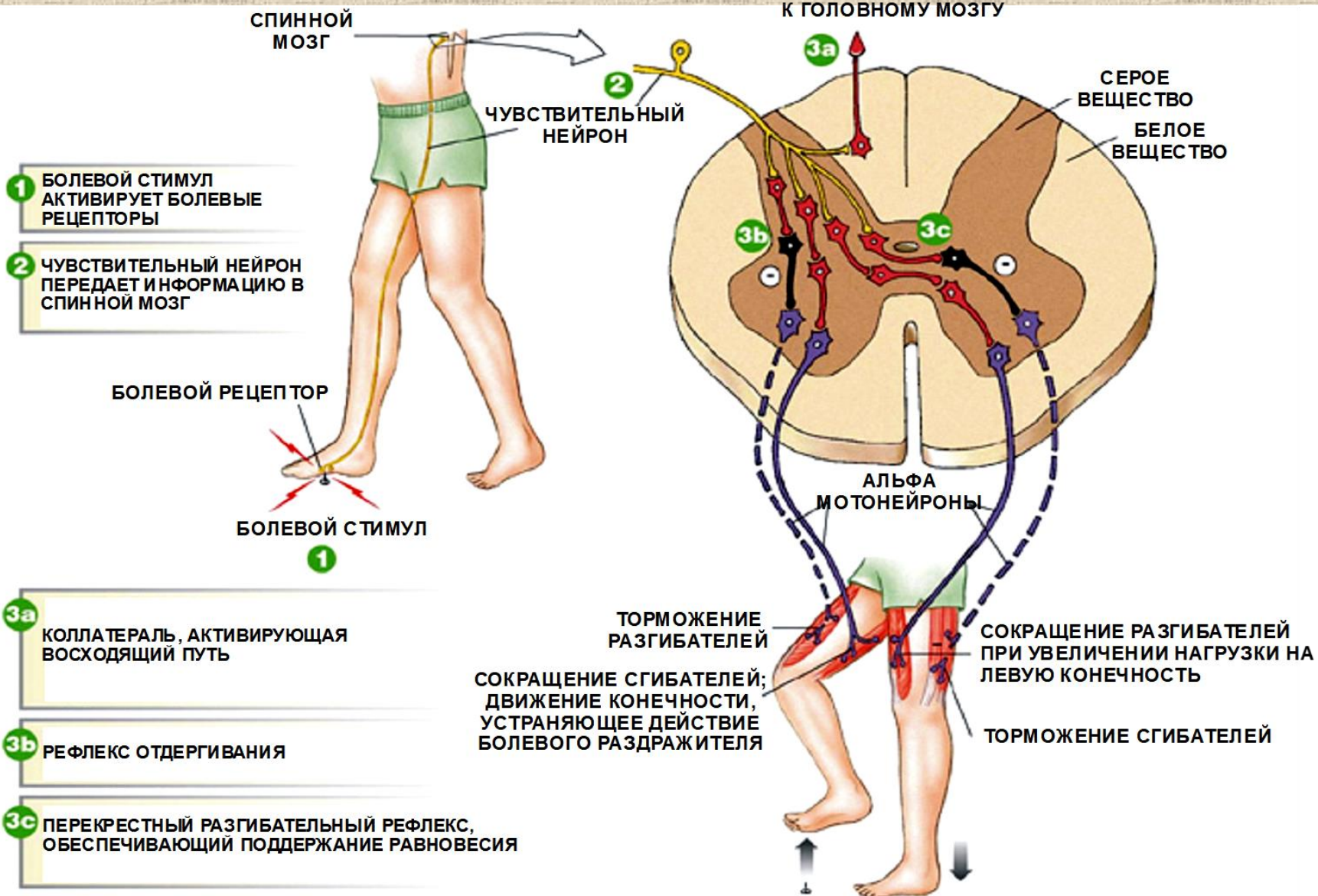
Усиление (повышение) – при повреждении надсегментарных структур, нисходящих проводящих путей

Асимметричность рефлексов

При одностороннем повреждении нервных структур (радикулит, инсульт)

РЕФЛЕКС ОТДЕРГИВАНИЯ (СГИБАТЕЛЬНЫЙ РЕФЛЕКС) СОПРЯЖЕННЫЙ С ПЕРЕКРЕСТНЫМ РАЗГИБАТЕЛЬНЫМ РЕФЛЕКСОМ

ВОСХОДЯЩИЙ (АФФЕРЕНТНЫЙ) ПУТЬ
К ГОЛОВНОМУ МОЗГУ

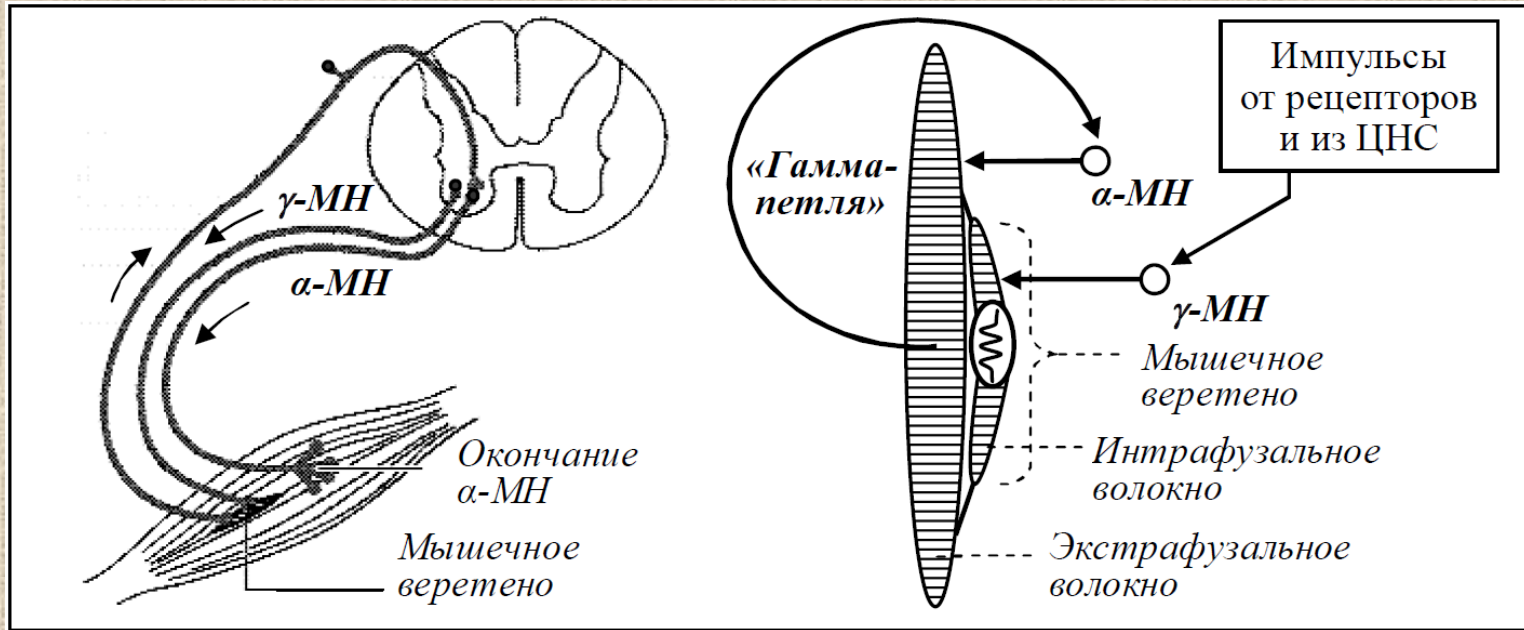


Функции альфа (α) и гамма (γ) - мотонейронов

α -мотонейроны – иннервируют экстрафузальные мышечные волокна, которые обеспечивают сокращение всей мышцы

γ -мотонейроны – иннервируют интрафузальные мышечные волокна, регулирующие активность рецептора растяжения

Активация γ -мотонейронов повышает активность α -мотонейронов по механизму «гамма-петли»



Возбуждение γ -мотонейронов - сокращение интрафузальных волокон – растяжение мышечного веретена – возбуждение чувствительного нейрона (запуск миотатического рефлекса) – возбуждение α -мотонейрона – сокращение мышцы



Регулируя активность мышечных веретен, γ -мотонейроны влияют на чувствительность миотатического рефлекса, задавая определенную длину мышц

Нейронные сети спинного мозга позволяют:

- выполнять координированные реакции на внешние стимулы (рефлексы: рефлекс на растяжение, сгибательный и др.).
- детализировать центральные двигательные команды, поступающие из головного мозга
- обеспечивать мгновенную коррекцию силы движения
- осуществлять автономную двигательную активность (поддержание тонуса, локомоции и др.)

ЛОКОМОЦИИ –

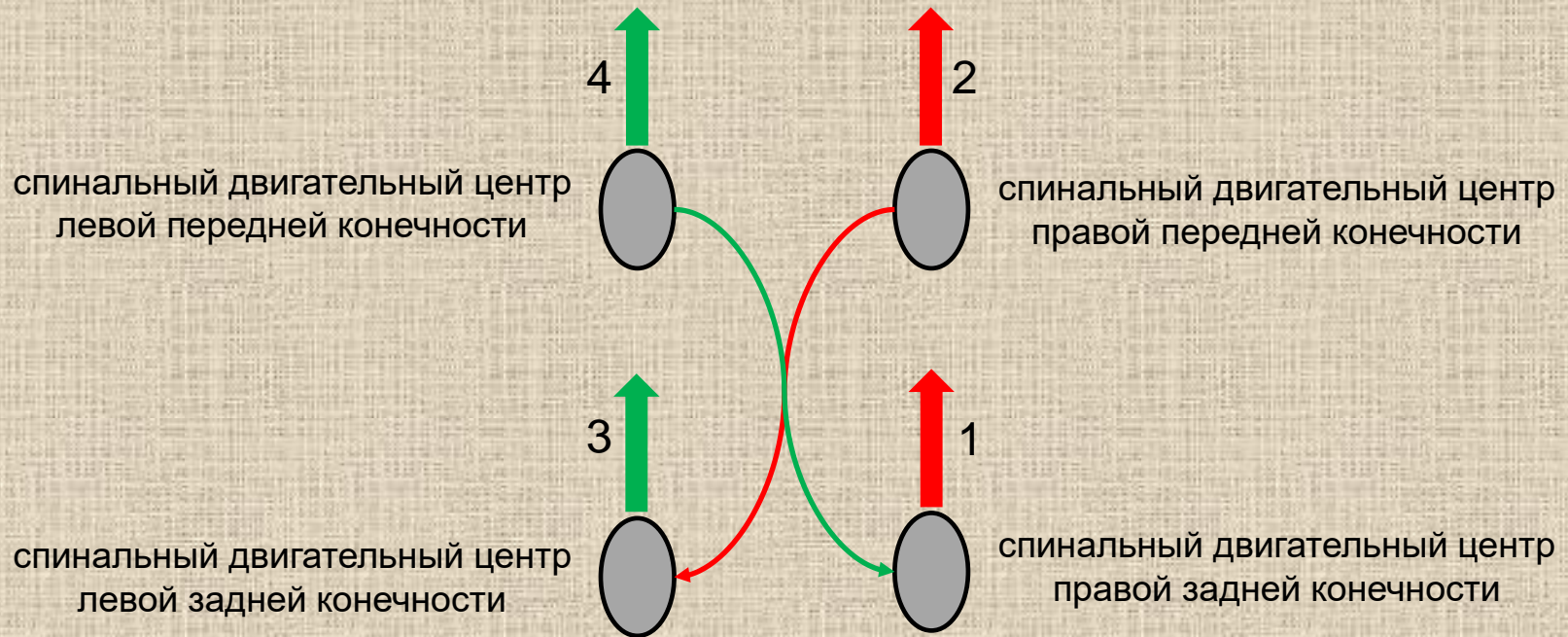
перемещения человека или животного в пространстве при помощи координированных движений конечностей

Сложные запрограммированные (автоматические) двигательные акты конечностей (например, шагание) запрограммированы на уровне спинного мозга и могут обеспечиваться изолированным спинным мозгом в отсутствие обратной афферентации от рецепторов.

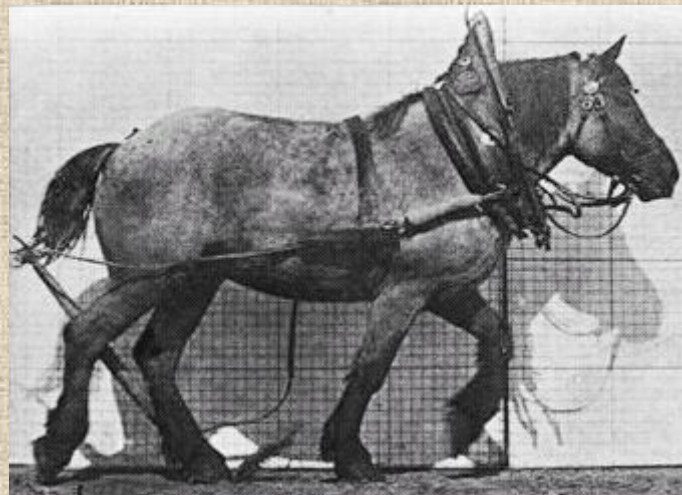
Однако по мере созревания центральной нервной системы супраспинальные отделы, очевидно, настолько подчиняют себе такие центры, что у взрослого человека они утрачивают способность к самостоятельной активности и контролируются центрами головного мозга.

ВИДЫ ЛОКОМОЦИЙ

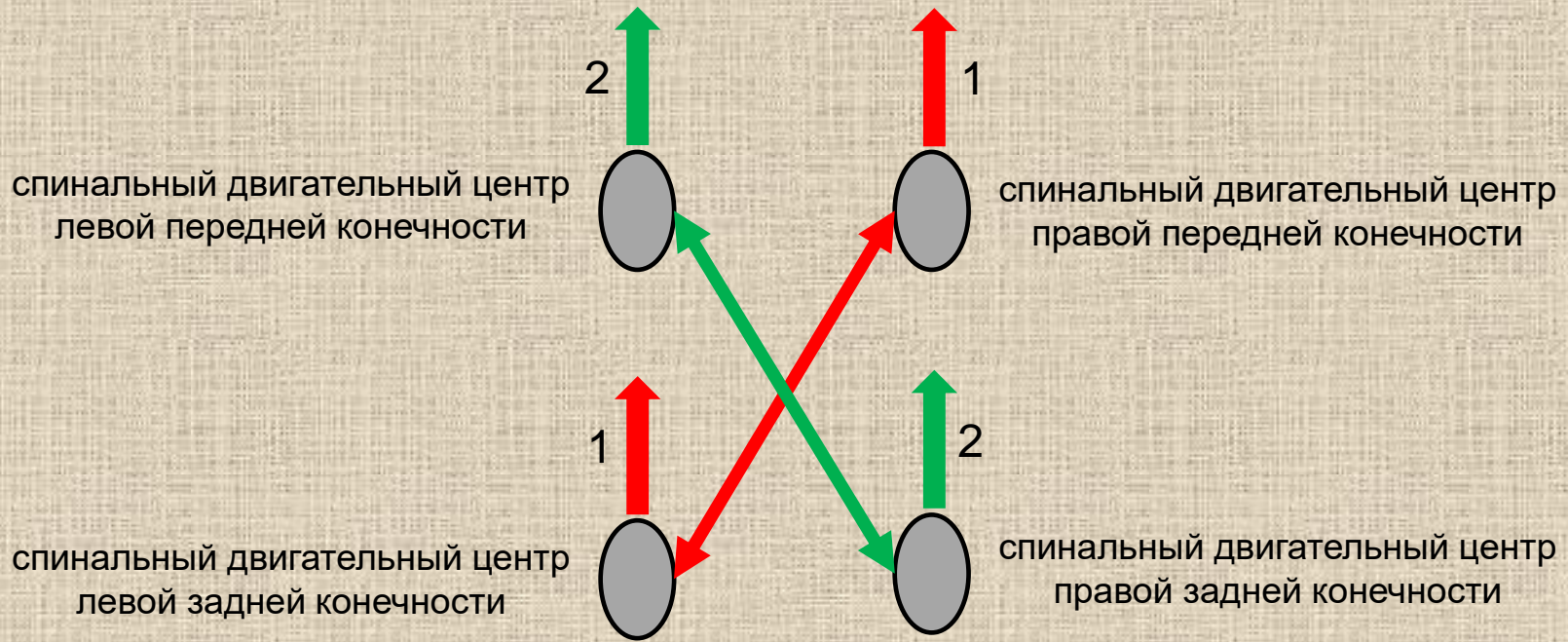
ШАГ



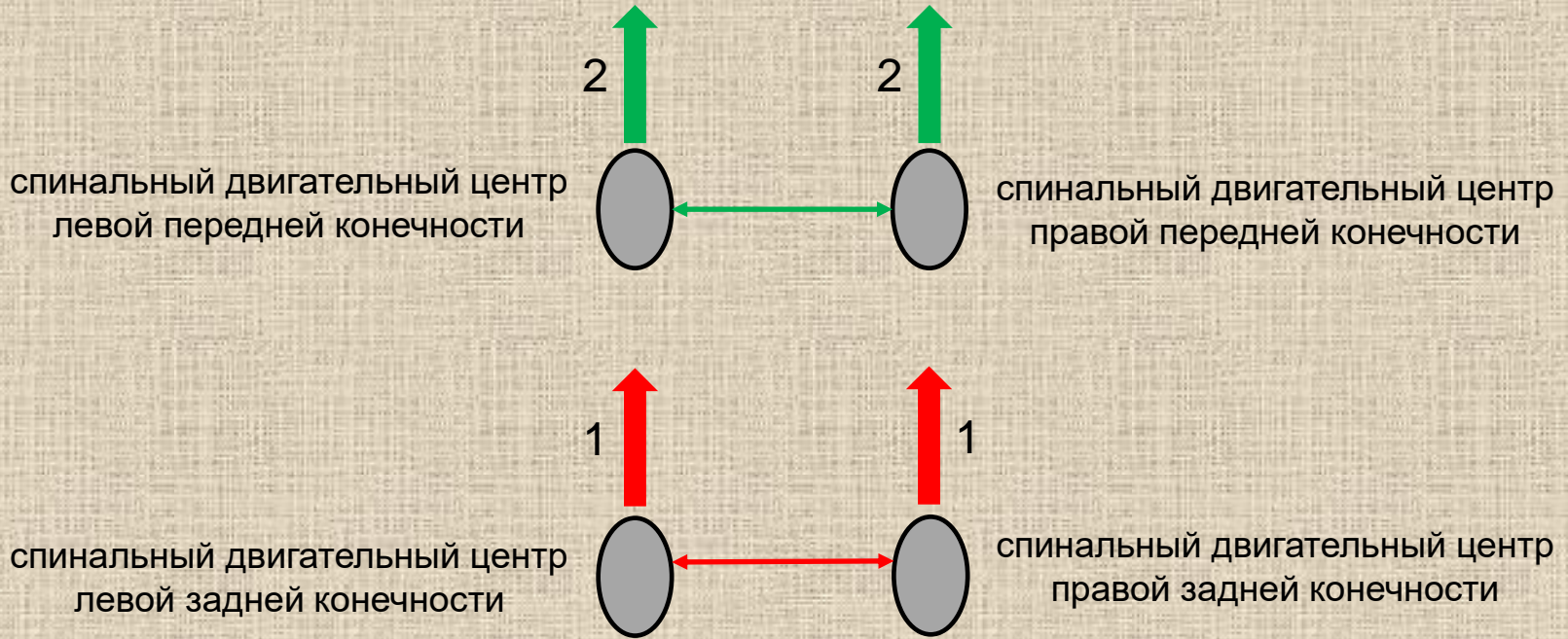
СПИНОЙ МОЗГ



РЫСЬ



ГАЛОП



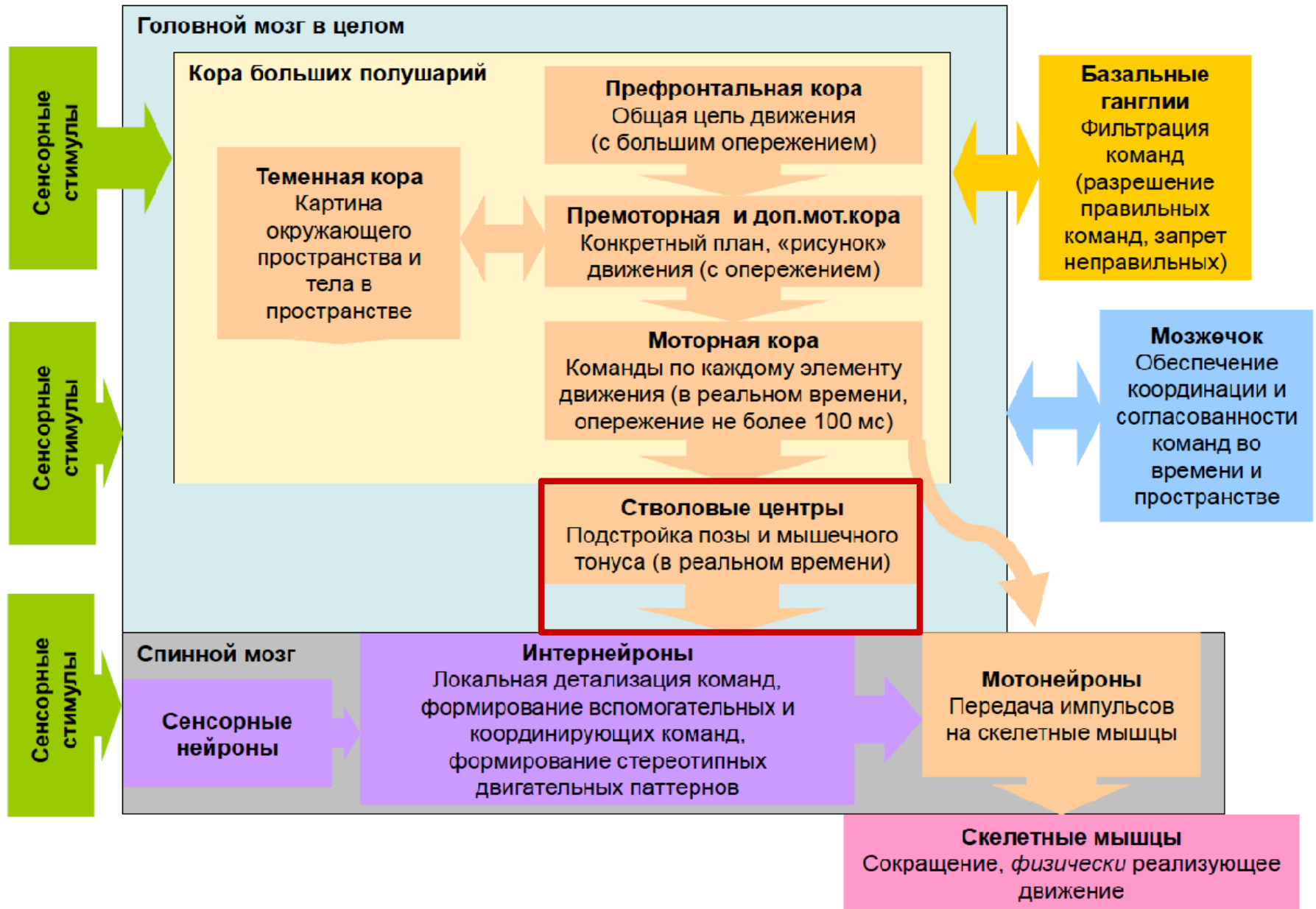
СПИНОЙ МОЗГ



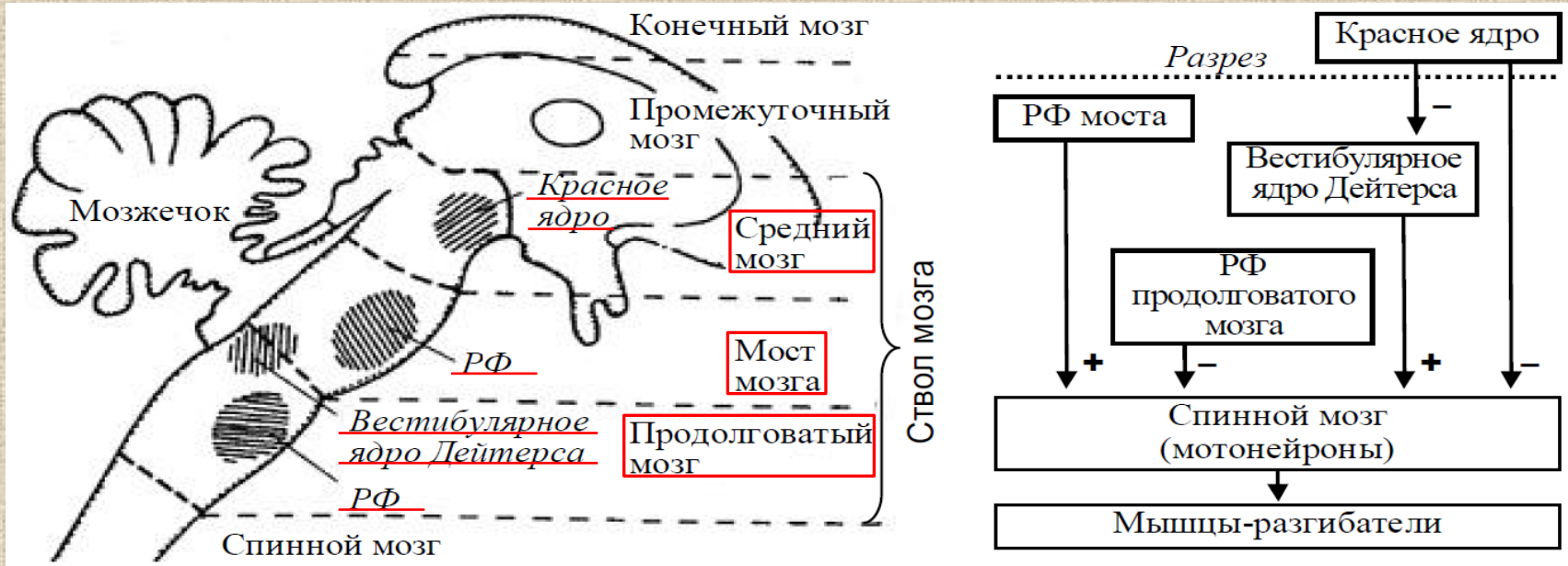
Весь необходимый механизм координации мышц при ходьбе и беге обеспечивается спинным мозгом

Головной мозг лишь обеспечивает сигнал для начала движения и корректирует ходьбу/бег в соответствии с конкретными условиями (наличие препятствий, скользкая поверхность и т.п.).

СТВОЛОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ



Стволовые центры (*надсегментарные*): обеспечивают поддержание позы и равновесия, влияют на тонус мышц сгибателей и разгибателей через (α) и гамма (γ) – мотонейроны.



РФ – ретикулярная формация; разрез – линия перерезки ствола мозга между средним мозгом и мостом; «+» – возбуждающие влияния, «-» – тормозные влияния.

Ретикулярная формация продолговатого мозга тормозит, а моста - возбуждает мотонейроны разгибателей.

Вестибулярное ядро Дейтерса – возбуждает мотонейроны разгибателей.

Красное ядро – тормозит мотонейроны разгибателей, как прямо, так и тормозя вестибулярное ядро Дейтерса.

На мотонейроны сгибателей стволовые центры оказывают противоположные влияния.

БУЛЬБАРНОЕ ЖИВОТНОЕ – децеребрационная ригидность



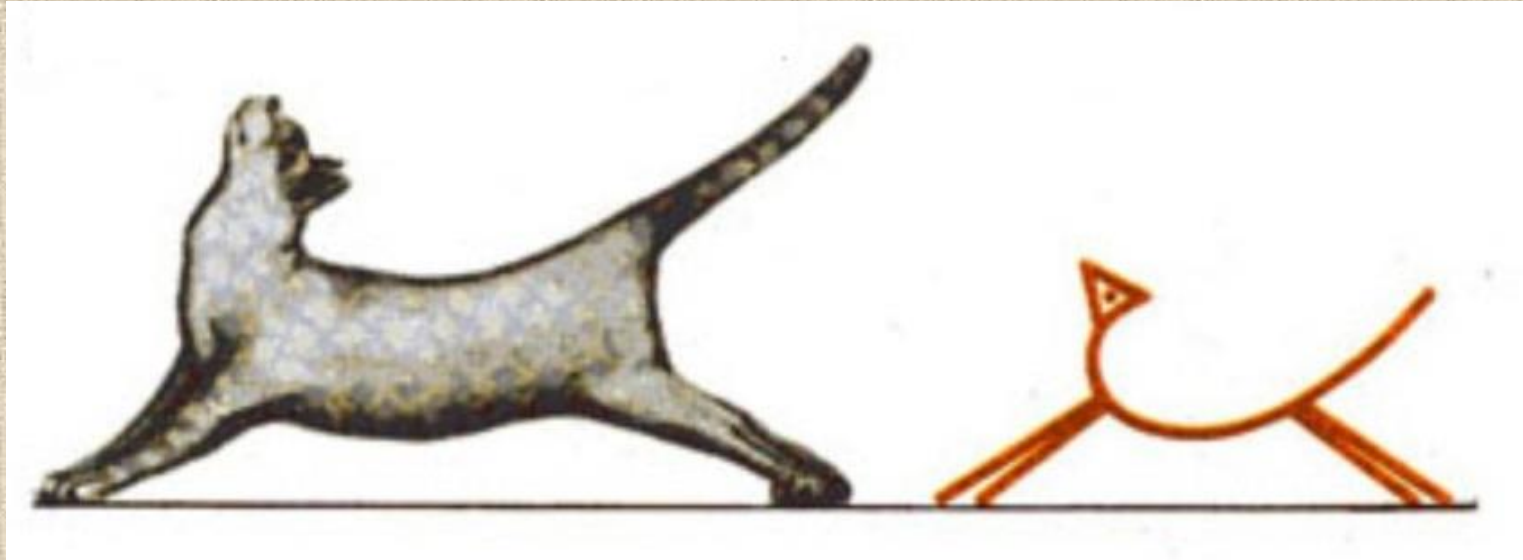
АНТИГРАВИТАЦИОННАЯ СИСТЕМА

МЕЗЕНЦЕФАЛЬНОЕ ЖИВОТНОЕ – нормальный тонус



ДЕЦЕРЕБРАЦИОННАЯ РИГИДНОСТЬ

состояние, возникающее при перерезке ствола мозга *ниже красного ядра* (или при разрушении этого ядра)



Причины:

1. Выключение тормозящего влияния красного ядра
2. Возбуждающие влияния от Вестибулярного ядра Дейтерса

Если связь между спинным мозгом и стволом сохраняется (перерезка на уровне средний мозг – промежуточный мозг, мезенцефальное животное):

Выпрямительные рефлексы :

статические (в отсутствии движения тела):

если придать животному неестественное положение, то оно быстро и точно вернется в типичную для него позу. В первую очередь восстанавливается положение головы под влиянием сигналов от вестибулярного аппарата - лабиринтный выпрямительный рефлекс. Затем туловище возвращается в нормальное положение под влиянием сигналов от рецепторов шеи – шейный выпрямительный рефлекс.

статокинетические:

поворот головы сопровождается движением глаз в противоположную сторону (нистагм), лифтный рефлекс (увеличение тонуса разгибателей при линейном ускорении кверху и увеличение тонуса сгибателей при линейном ускорении книзу), вестибулярный нистагм (сложный рефлекс, когда кошка всегда падает на лапы).

Тонические рефлексy

1. Шейные (афферентация от рецепторов шеи):

если запрокинуть голову стоящего децеребрированного животного с удаленными лабиринтами, тонус разгибателей задних конечностей понизится, а передних возрастет. Если же наклонить голову животного вниз произойдет обратный процесс. Если наклонить голову в какую либо сторону, то наступит компенсаторное увеличение тонуса соответствующих конечностей. При любом из трех рефлексов поза сохраняется до тех пор, пока голова остается в измененном положении.

2. Лабиринтные (афферентация от вестибулярного аппарата):

Если у децеребрированного животного с интактными лабиринтами исключить шейные тонические рефлексy, зафиксировав положение головы относительно туловища, то изменения расположения головы и тела в пространстве будут сопровождаться выраженным *перераспределением* тонуса разгибателей всех 4 конечностей. При этом тонус разгибателей всех конечностей будет изменяться в одном направлении – либо повышаться либо снижаться.

Компенсаторная установка глазных яблок – направленная на сохранения изображения на сетчатке при изменении положения головы.

Примеры тонических рефлексов ствола мозга

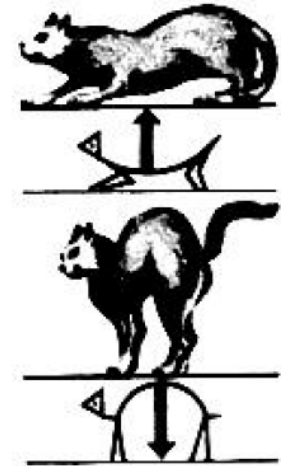
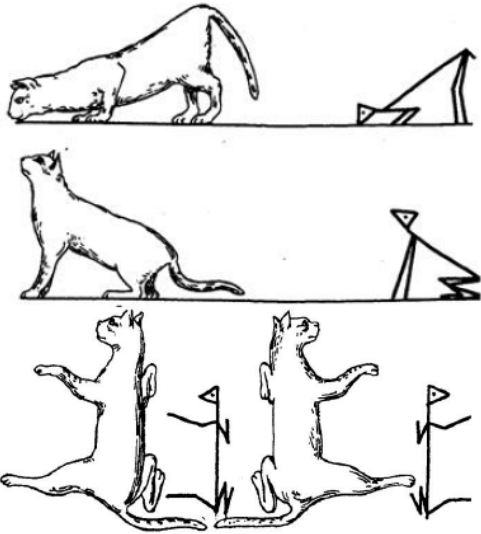
Статические

СтатокINETические

Позные

Выпрямительный

На ускорение («лифтный»)



ОСНОВНЫЕ НИСХОДЯЩИЕ ТРАКТЫ

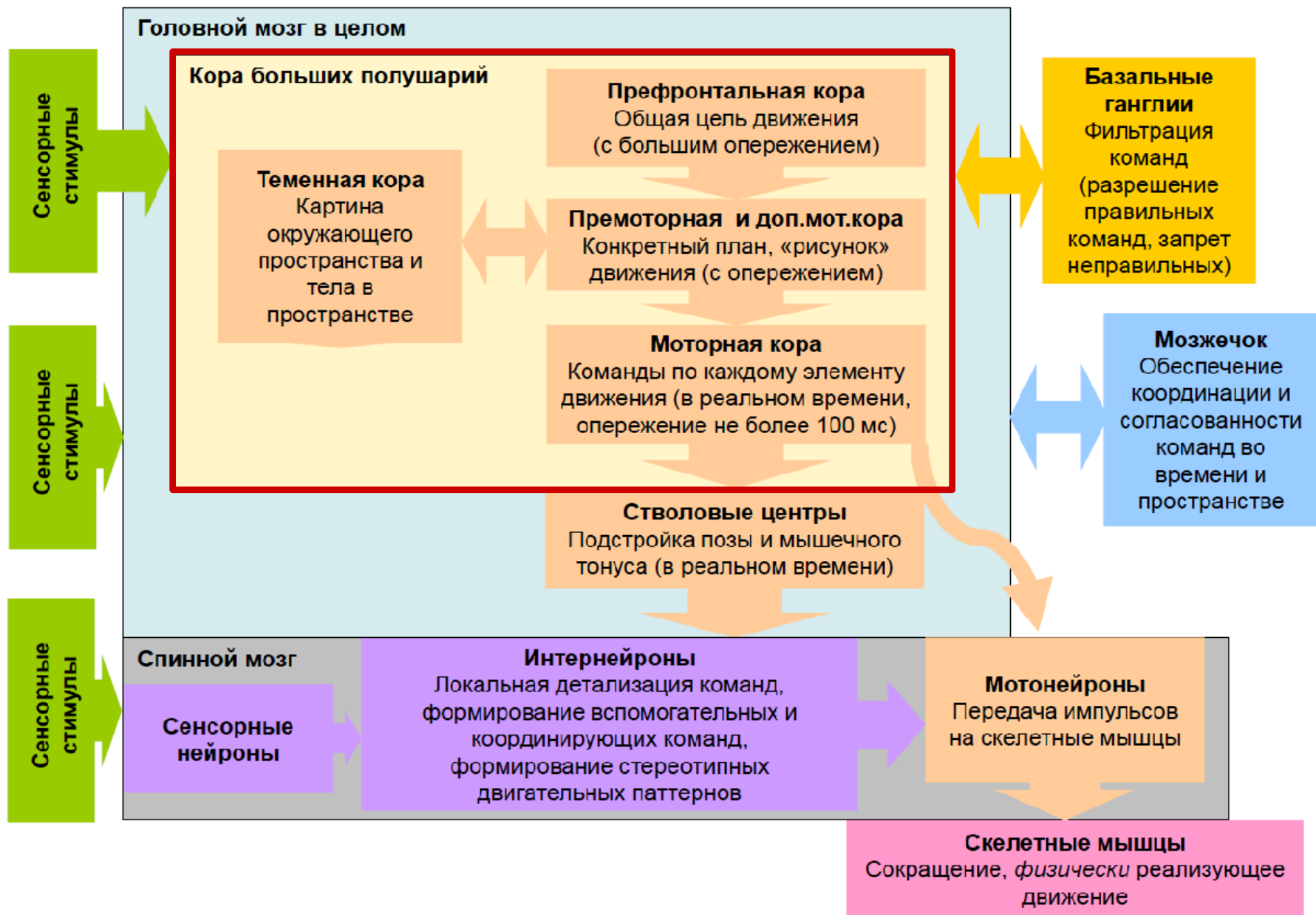
- **ВЕСТИБУЛО-СПИНАЛЬНЫЕ**
- **РЕТИКУЛО-СПИНАЛЬНЫЕ**
- **РУБРО-СПИНАЛЬНЫЕ**
- **ТЕКТО-СПИНАЛЬНЫЕ**

**Все они являются частью
экстрапирамидной двигательной
системы.**

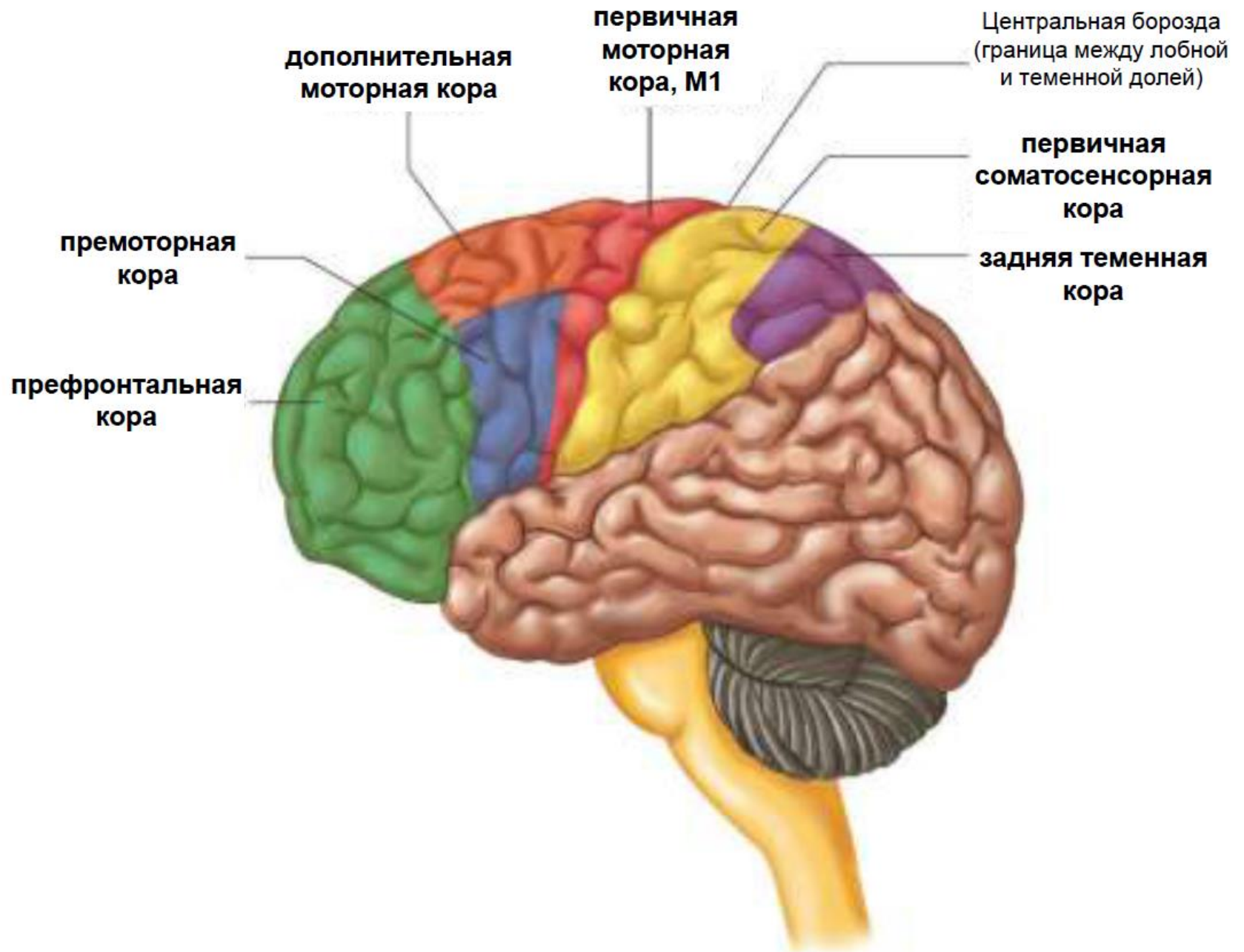
РЕФЛЕКСЫ ЧЕТВЕРОХОЛМИЯ – система настораживания

- **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).**

КОРКОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ



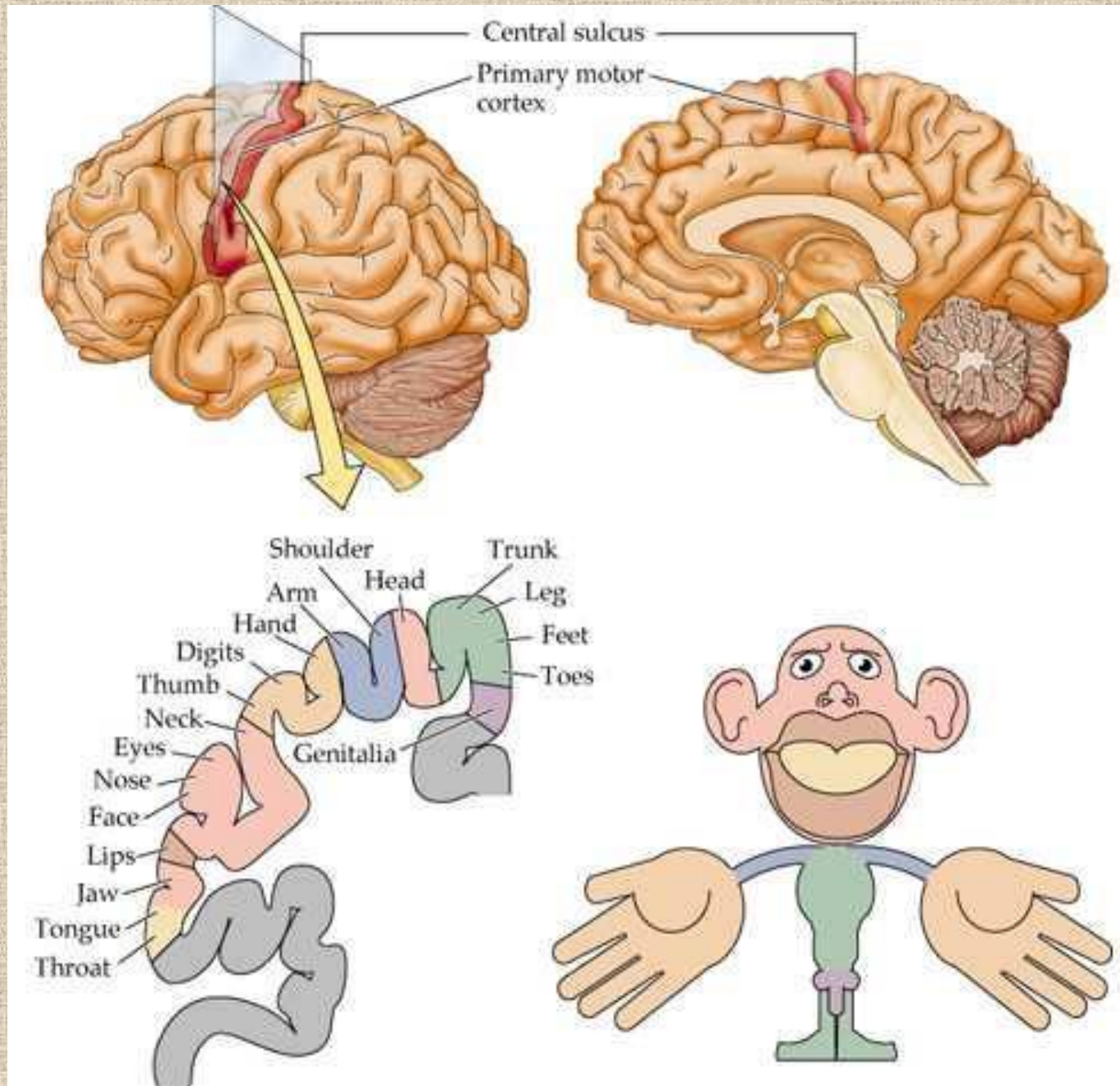
Основные зоны коры больших полушарий, связанные с управлением движениями



Первичная моторная кора (M1, поле 4) непосредственно кодирует сокращения мышц и сгибание в суставах, а также осуществляет коррекцию силы движения на основе соматосенсорной информации.

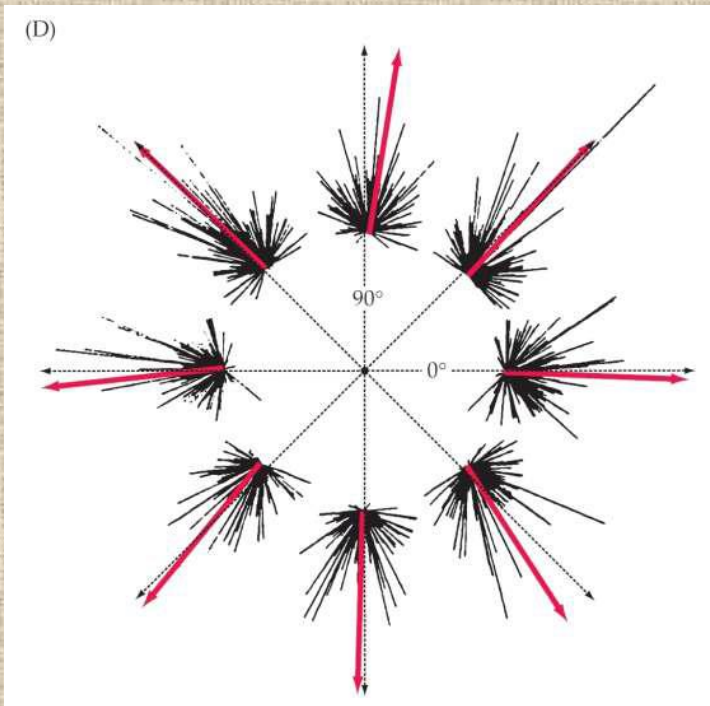
При ее поражении наступает практически невозполнимый паралич произвольных движений соответствующей части тела.

СОМАТОТОПИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРВИЧНОЙ МОТОРНОЙ КОРЫ



Нейроны первичной моторной коры кодируют направление, силу и скорость движения (с опережением около 100 мс).

Отдельный параметр движения кодируется группой функционально объединенных нейронов - *популяционное кодирование*.



Каждый нейрон первичной моторной коры в отдельности кодирует очень широкий диапазон направлений движения и не обеспечивает приемлемой точности. Однако векторная сумма «предпочитаемых» направлений для совокупности множества нейронов точно соответствует направлению движения.

Премоторная кора (вентролатеральная часть поля 6) связана с планированием структуры произвольных движений, инициируемых зрительными, соматосенсорными и прочими стимулами.

Дополнительная моторная кора (дорсомедиальная часть поля 6) связана с планированием произвольных движений (по внутреннему побуждению), с мысленным представлением движения (опережение может составлять до 1 секунды).

Активация дополнительной моторной коры возникает раньше осознания намерения движения, что ставит под вопрос существование осознанной свободы воли.

Повреждения премоторной области лобных долей, теменной области и др. преимущественно связаны с появлением различных видов **апраксий**.

Апраксия (апракси́я: а - отрицание + греч. praxis - дело, способность) – неспособность осуществлять определенные произвольные движения при отсутствии паралича или потери чувствительности.

Апраксия рассматривается как следствие разрушения программы, или "памяти", в которой фиксирована последовательность движений, необходимая для осуществления какого-либо действия.

Заднетеменные области лобной коры участвуют в планировании и построении движений совместно с премоторными областями; развиты у человека значительно сильнее, чем у животных.

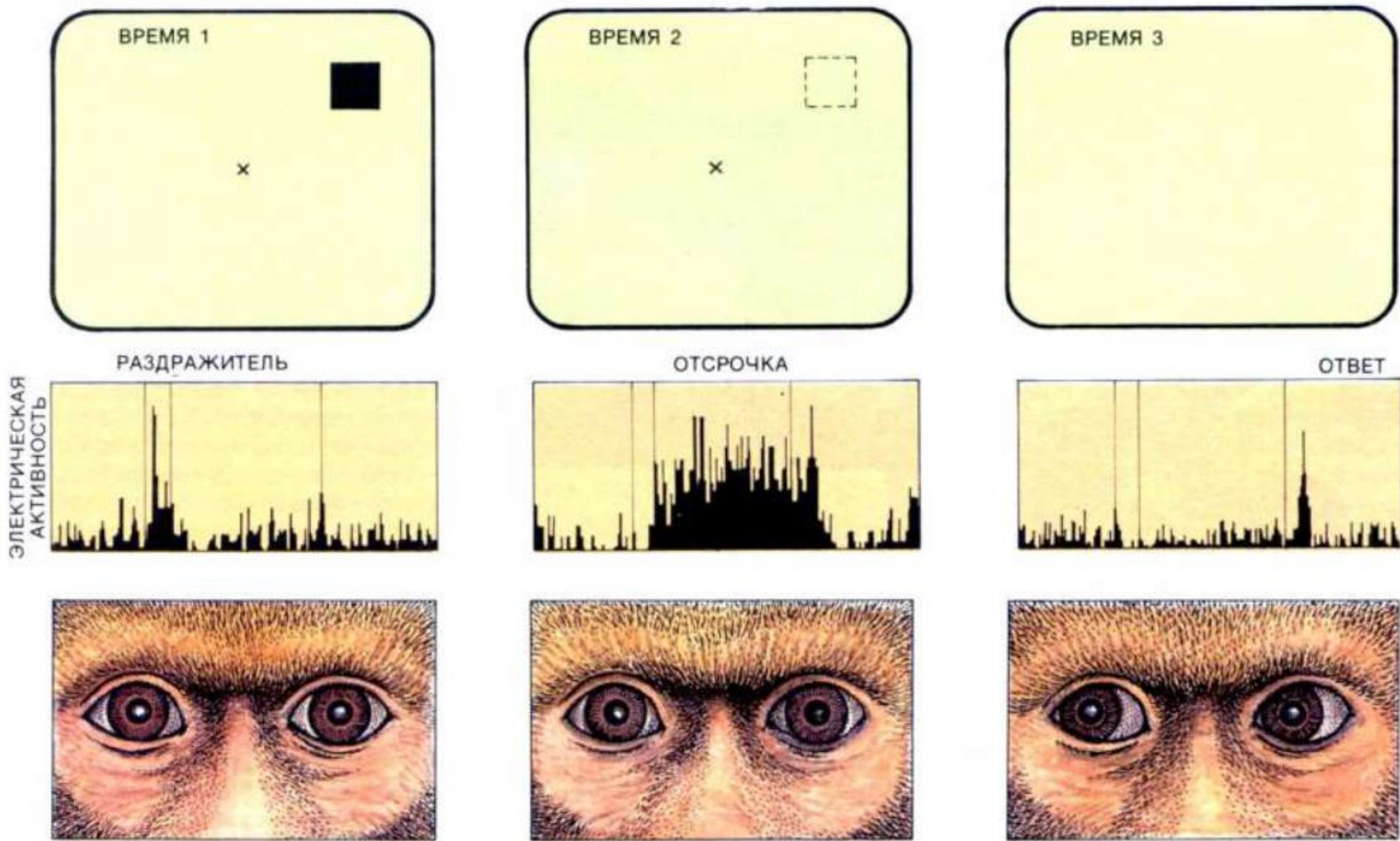
Заднетеменные области обеспечивают восприятие расположения объектов в пространстве, пространственное внимание (выделение важных объектов в пространстве).

Поражения заднетеменных областей ведут к нарушениям пространственного внимания, неспособности правильно построить движение в пространстве.

Префронтальные области лобной коры обеспечивают планирование целостной деятельности и развиты у человека намного сильнее, чем у животных. Префронтальная кора играет основную роль в обеспечении рабочей памяти (которая необходима для планирования действий).

При поражении префронтальных областей может повторяться законченное целостное движение (*например, рисование законченной фигуры*); при поражении премоторных областей коры повторения возникают на уровне простых элементов движения (*например, многократное прочерчивание одной линии фигуры*).

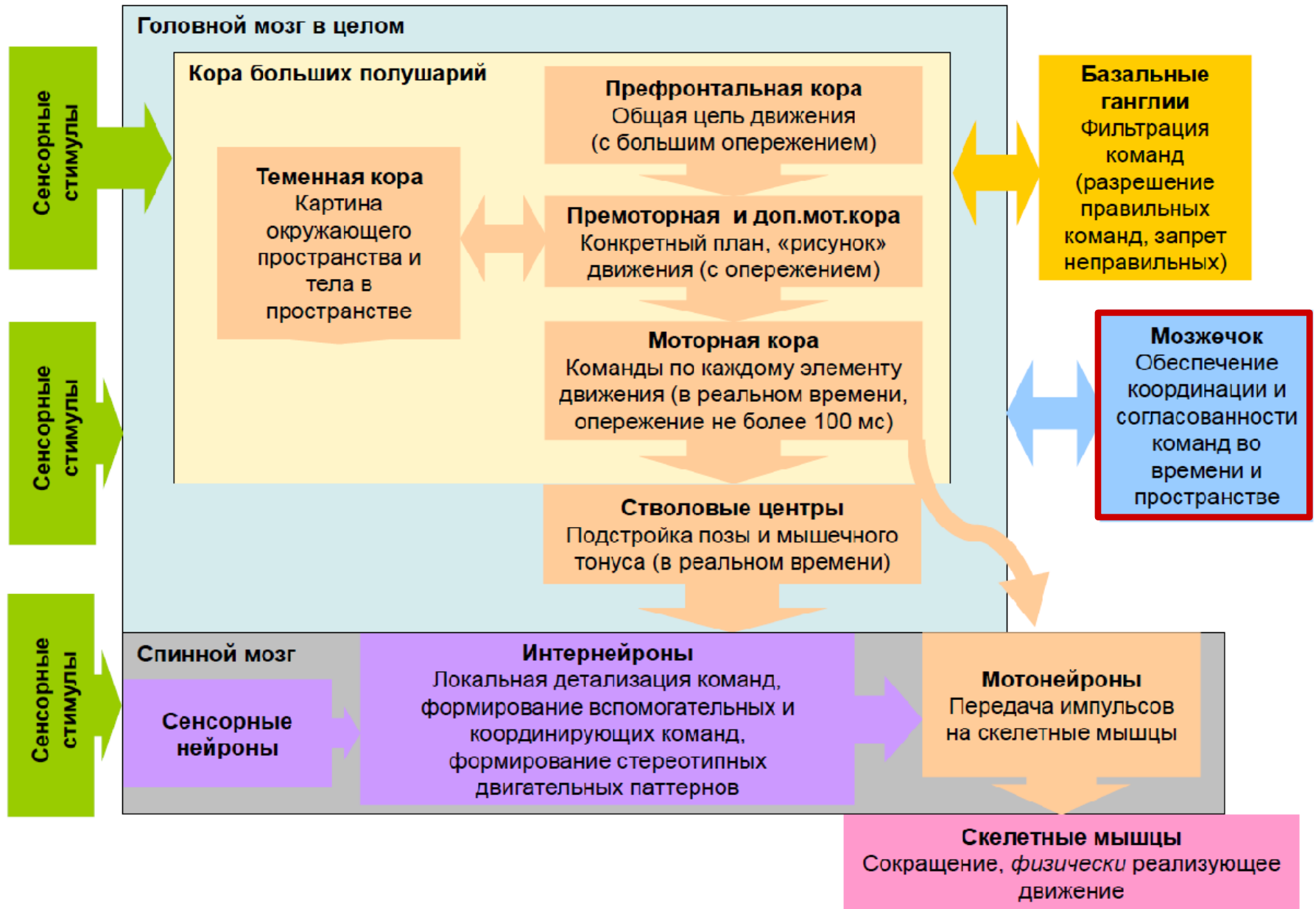
В реальности поражения мозга часто захватывают и премоторные, и префронтальные области одновременно.



Реакции нейронов префронтальной коры в эксперименте с отсроченным ответом.

Когда обезьяна фиксирует взгляд на центральном пятне, на экране вспыхивает и затем исчезает цель (слева). Во время длящейся несколько секунд отсрочки обезьяна хранит об этой цели «мысленную» память (в центре). Когда центральное пятно исчезает, животное переводит взгляд туда, где появлялась цель (справа). Некоторые нейроны префронтальной коры реагируют на появление цели, другие сохраняют о ней «мысленную» память, а третьи разряжаются, подготавливая двигательный ответ.

МОЗЖЕЧОК



Мозжечок

одна из основных надсегментарных структур в системе регуляции тонуса скелетных мышц и двигательной активности организма

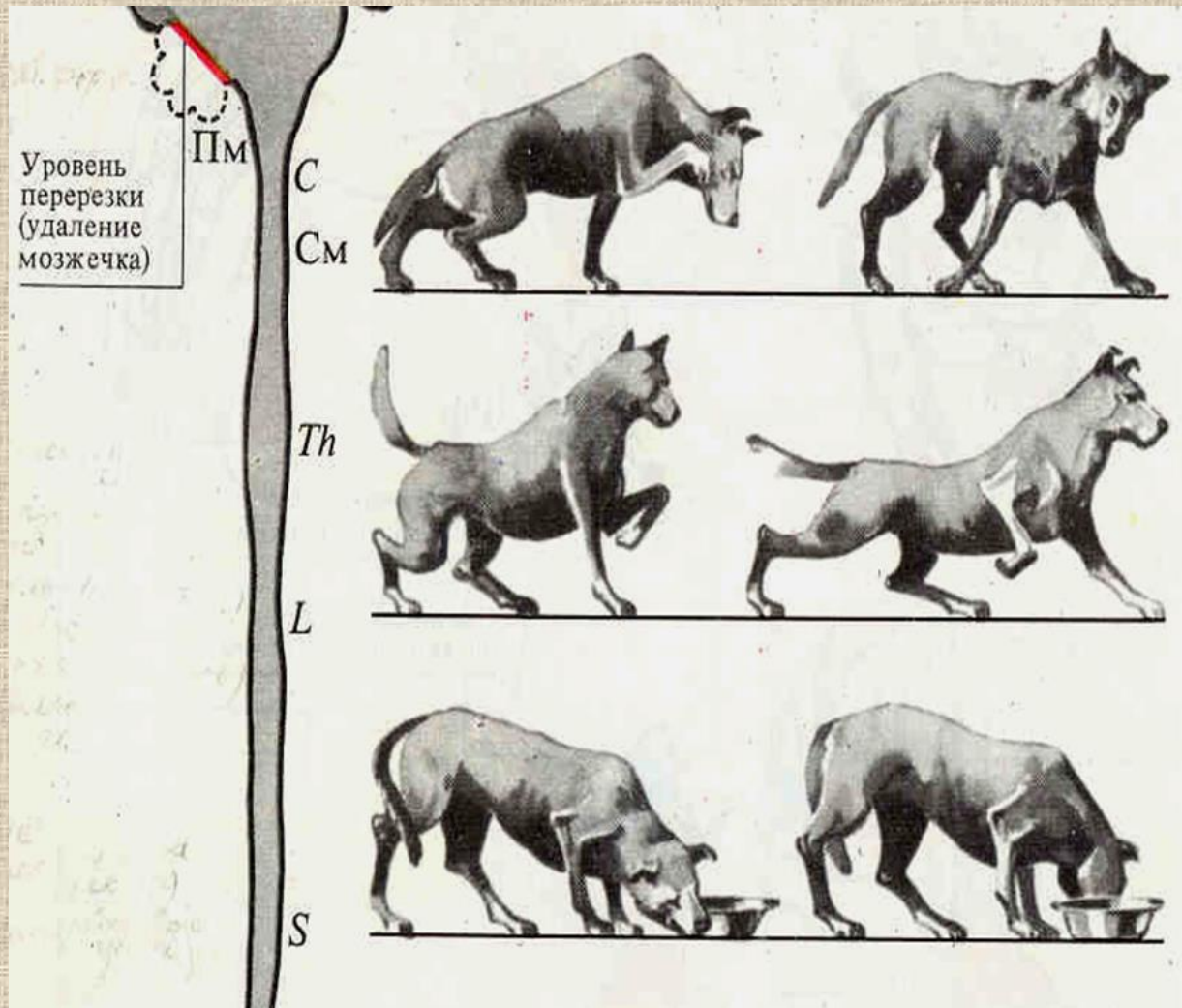
СОМАТИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ В КОРЕ ЧЕРВЯ И ПОЛУШАРИЯХ МОЗЖЕЧКА



ОСНОВНЫЕ ДВИГАТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ МОЗЖЕЧКА

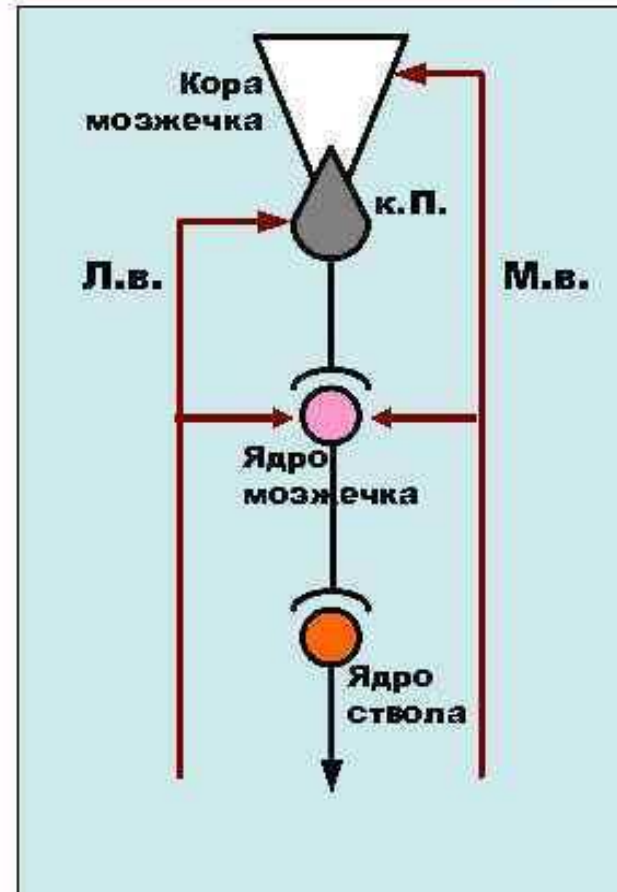
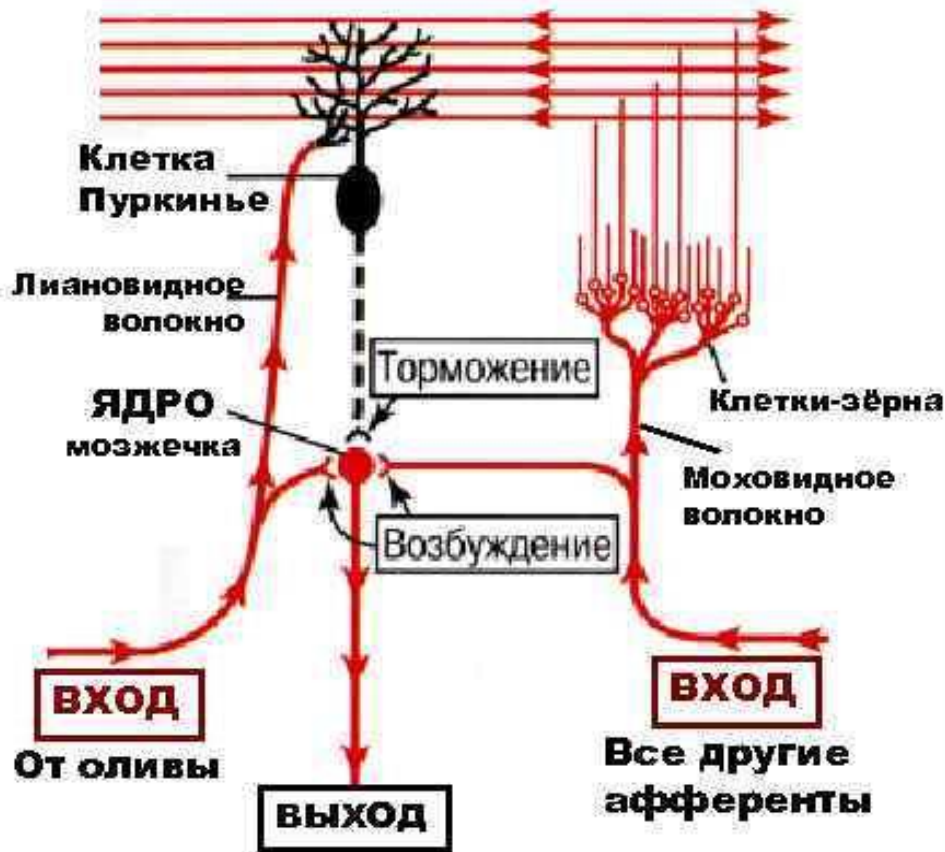
- РЕГУЛЯЦИЯ ПОЗЫ И МЫШЕЧНОГО ТОНУСА
- КОРРЕКЦИЯ МЕДЛЕННЫХ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ И ИХ КООРДИНАЦИЯ С РЕФЛЕКСАМИ ПОДДЕРЖАНИЯ ПОЗЫ
- ПРАВИЛЬНОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ БЫСТРЫХ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ ПО КОМАНДАМ КОРЫ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ В СТРУКТУРЕ ОБЩЕЙ ПРОГРАММЫ ДВИЖЕНИЙ

ХАРАКТЕР ДВИЖЕНИЙ ПОСЛЕ УДАЛЕНИЯ МОЗЖЕЧКА



«Как скульптор избирательно удаляет резцом все лишнее из первоначально бесформенного камня, так и мозжечок, подавляя торможением лишние возбуждения, добивается четкой формы двигательной реакции»

ГЛАВНЫЙ НЕЙРОННЫЙ КОНТУР МОЗЖЕЧКА

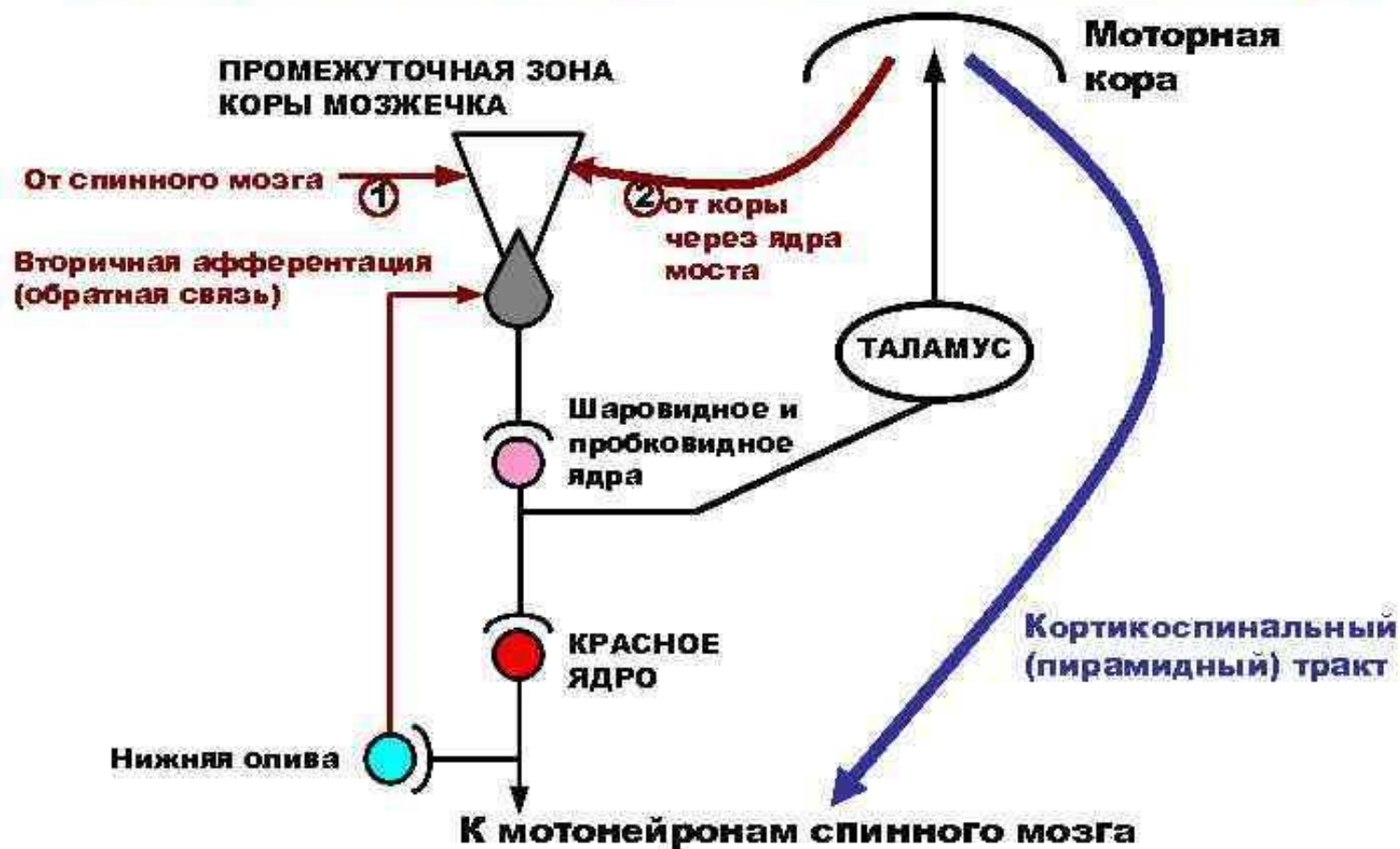


РЕГУЛЯЦИЯ МЫШЕЧНОГО ТОНУСА, ПОЗЫ И РАВНОВЕСИЯ



КООРДИНАЦИЯ ТОНУСА И ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ

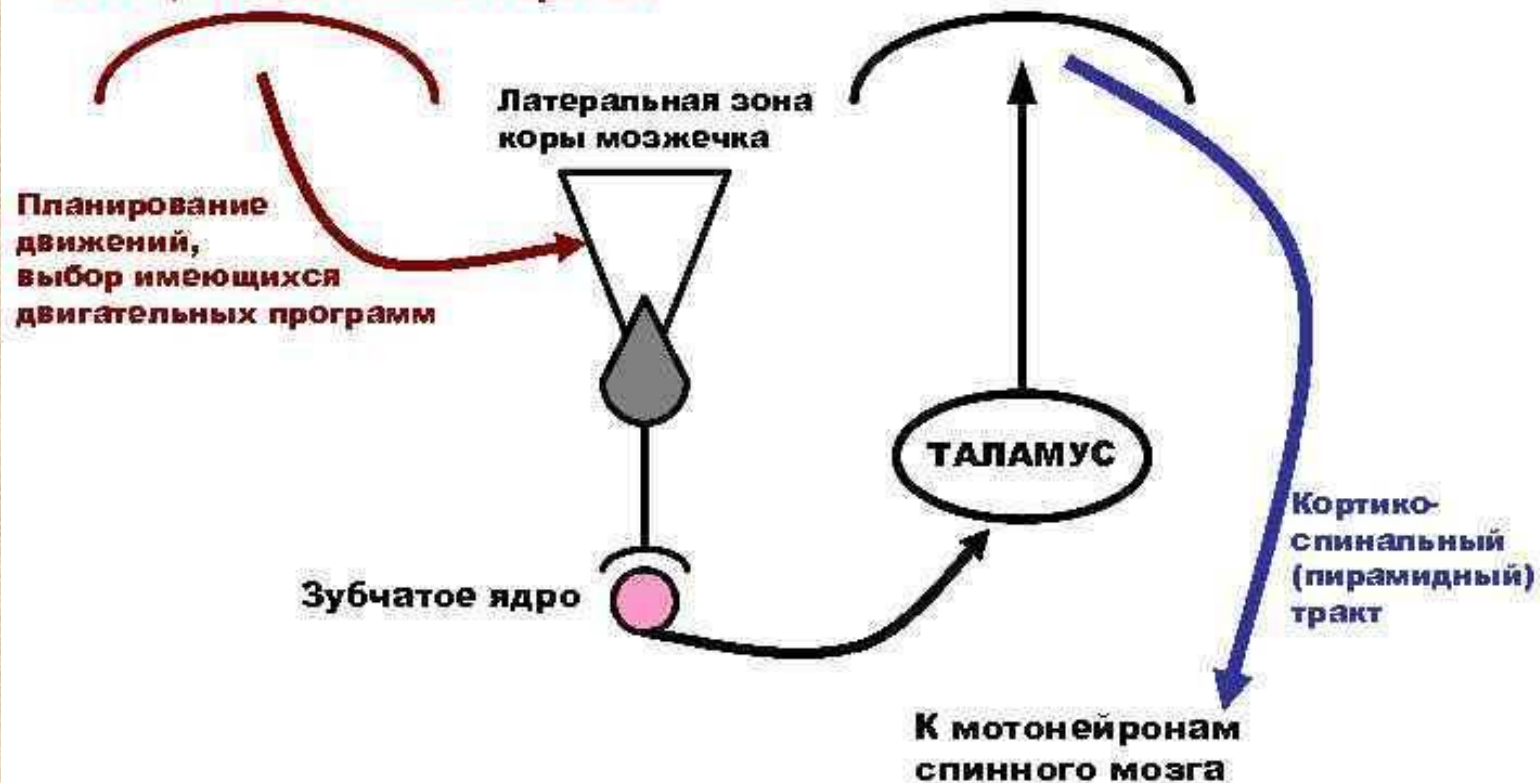
(медленно; контроль с помощью обратных связей)



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

Премоторные и
Ассоциативные зоны коры б/п

Моторная кора



ПРИЗНАКИ ПОРАЖЕНИЯ МОЗЖЕЧКА

ТРИАДА ЛЮЧИАНИ:

атония (отсутствие нормального тонуса скелетных мышц);

астазия (мышцы теряют способность к слитному тетаническому сокращению, в результате голова, туловище и конечности животного непрерывно дрожат или качаются; особенно отчетливы эти явления после какого-либо произвольного движения животного);

астения (проявляется в легкой утомляемости вследствие повышения обмена веществ, которое, по-видимому, связано с тем, что движения производятся неэкономично, при участии большого количества мышц).

ТРИАДА ШАРКО:

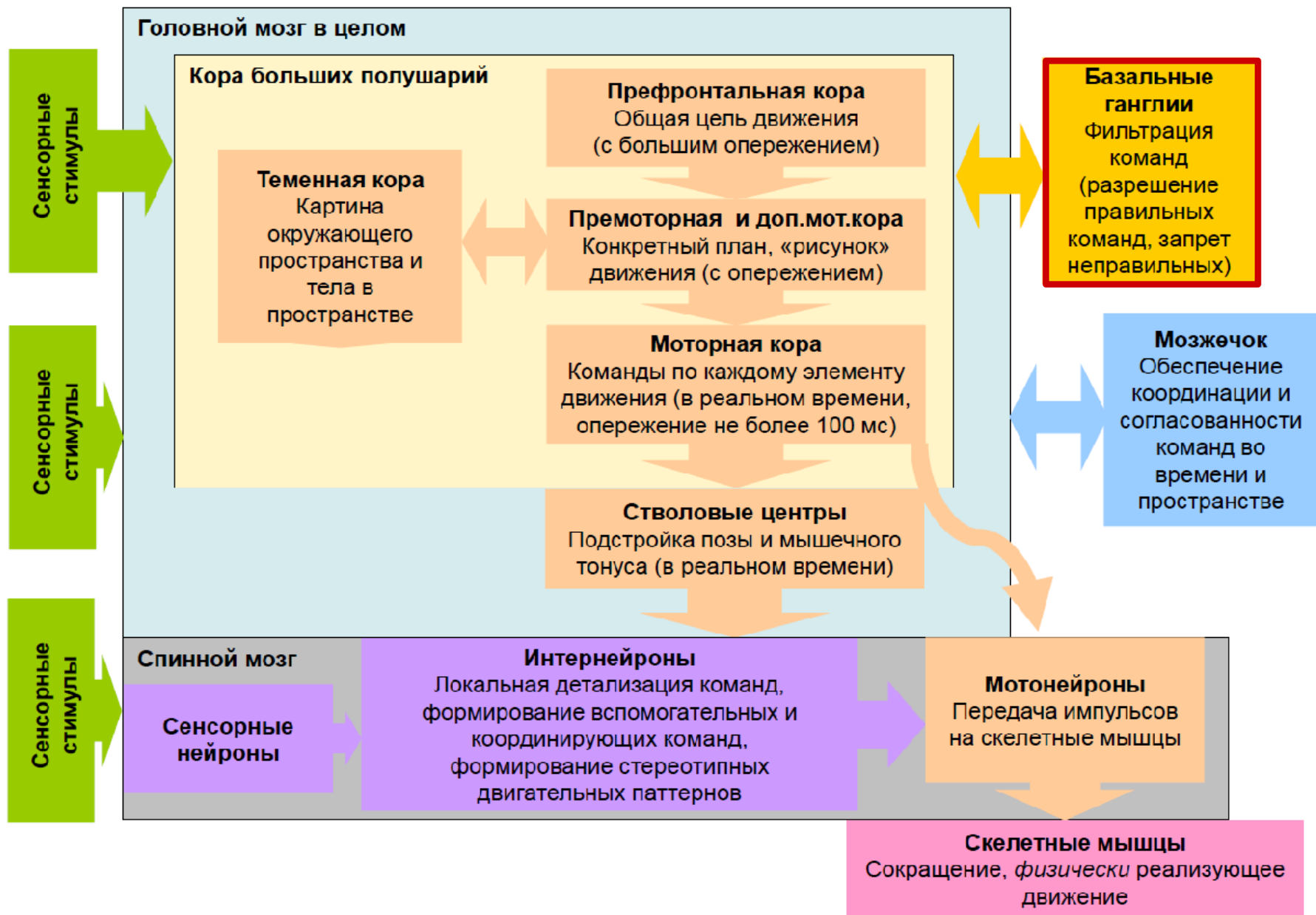
нистагм (подергивание глазных яблок при их отведении);

тремор (быстрые, ритмические движения конечностей или туловища, вызванные мышечными сокращениями и связанные с временной задержкой корректирующих афферентных сигналов, в связи с чем реализация движения и сохранение позы происходит за счёт постоянной подстройки положения тела к какому-то среднему значению);

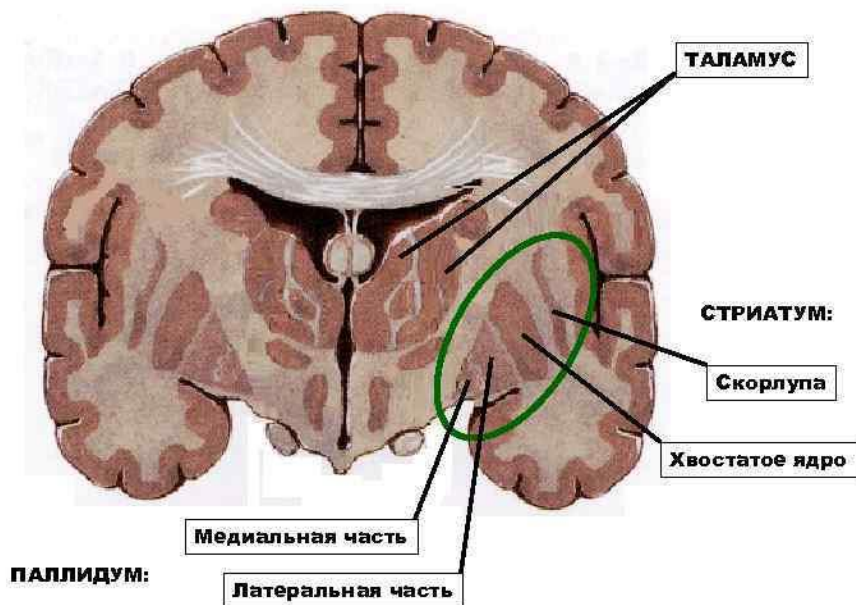
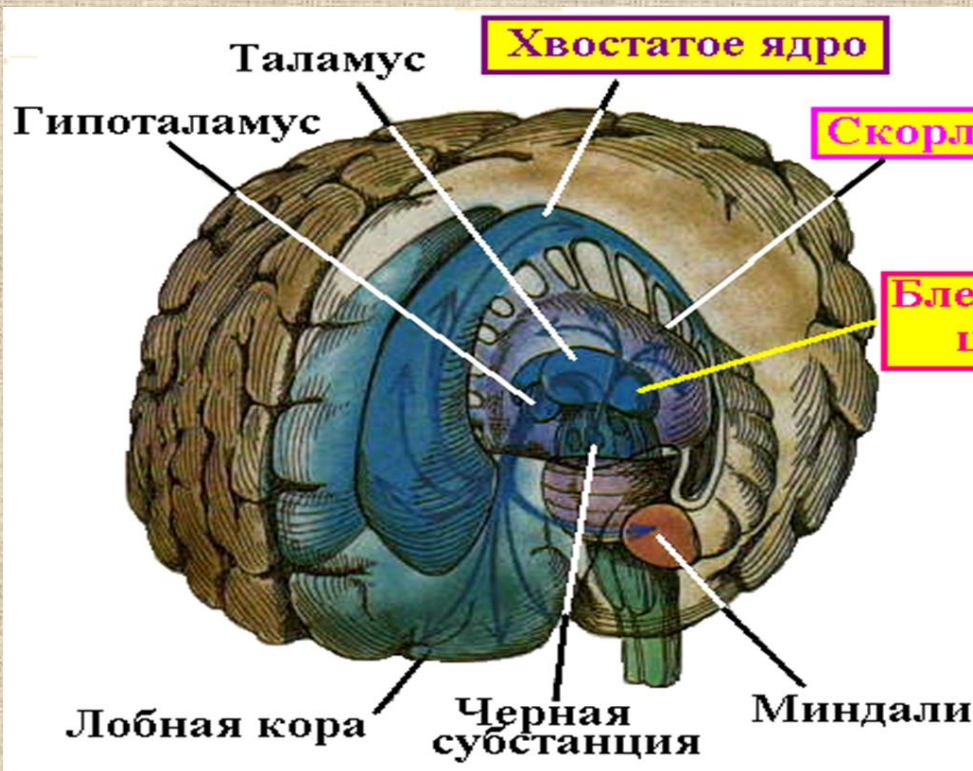
скандированная речь (расстройство речи, характеризующееся отрывистой артикуляцией; скандированная речь звучит рвано, потому что говорящий непроизвольно делает паузы между слогами и пропускает некоторые звуки).

- **АТАКСИЯ («пьяная» походка)** (нарушение способности поддержания стабильного положения тела, его центра тяжести, обеспечивающего устойчивость).
- **ДИСМЕТРИЯ** (избыточная или недостаточная амплитуда направленных движений конечностей тела).
- **ДИЗАРТРИЯ** (речь замедленная, толчкообразная, скандированная, с нарушением модуляции ударений).
- **ДИЗЭКВИЛИБРИЯ** (невозможность сохранять равновесие).
- **АДИАДОХОКИНЕЗ** (утрата способности быстро совершать противоположные движения (супинация и пронация кистей, сгибание и разгибание пальцев)).

БАЗАЛЬНЫЕ ГАНГЛИИ



БАЗАЛЬНЫЕ ГАНГЛИИ



Функция базальных ганглиев состоит в фильтрации моторных команд (как составной части процесса принятия решения): с их помощью высокоуровневые зоны коры могут запретить или разрешить выполнение того или иного движения.

При *поражении* различных отделов базальных ядер наблюдается либо недостаток движений (гипокинезия - склонность к неподвижности, замедленность движений, трудность начать движение, вплоть до акинезии – практически полного отсутствия произвольных движений, застывание в различных позах), либо избыток движений (возникают неконтролируемые бессмысленные движения - гиперкинезия).

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОЗЖЕЧКА И БАЗАЛЬНЫХ ГАНГЛИЕВ

МОЗЖЕЧОК

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

БАЗАЛЬНЫЕ ГАНГЛИИ

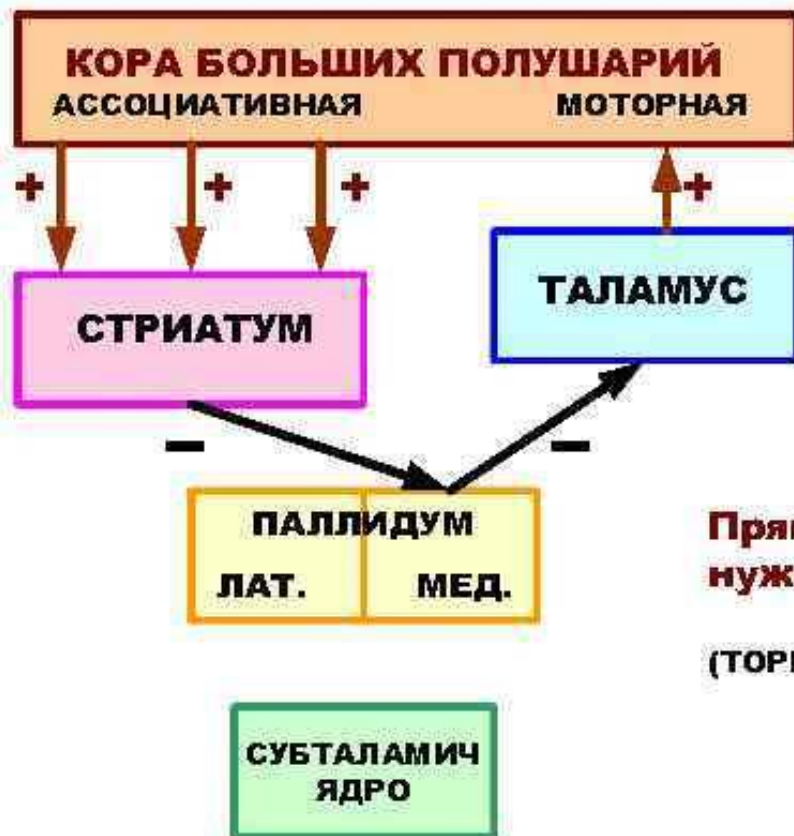
- 1. Коррекция корковых движений**
- 2. Афферентные связи только с корой б/п**
- 3. Коррекция движений на стадии планирования**
- 4. Выбирает необходимые движения (активирует нужные и тормозит ненужные)**

ОСНОВНЫЕ НЕЙРОННЫЕ КОНТУРЫ



ПРЯМОЙ ПУТЬ (АКТИВИРУЮЩИЙ):

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

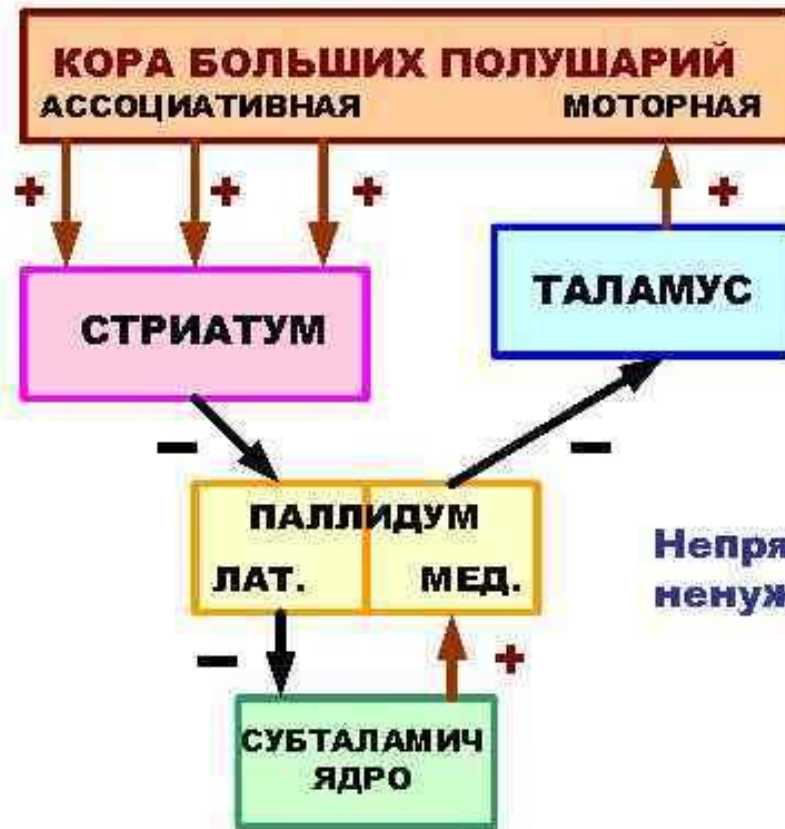


**Прямой путь активирует
нужные движения**

(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

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

Болезнь Паркинсона

Причина: дегенерация дофаминергических nigrostriарных нейронов (расположенных в компактной части черной субстанции и дающих проекции в хвостатое ядро и скорлупу).

Симптомы :

Акинезия - снижение объема движений, включая:

- Замедленность движений
- Трудность завершить одно движение и/или начать другое
- Задержка перед началом движения

Тремор покоя, ригидность

Болезнь Гентингтона (синдром Гентингтона, хорея Гентингтона или Хантингтона)

Наследственное заболевание. Прогрессирует и ведет к смерти.

Причина: дегенерация хвостатого ядра и скорлупы.

Основным симптомом является хорея (от греческого слова "хорос" - танец), при которой на фоне мышечного гипертонуса совершаются быстрые отрывистые неконтролируемые движения в непредсказуемой последовательности (гиперкинезия).

ВЛИЯНИЕ ЧЁРНОЙ СУБСТАНЦИИ НА БАЗАЛЬНЫЕ ГАНГЛИИ

- **Расположена в среднем мозге**
- **Нейроны чёрной субстанции (ЧС) дофаминергические**
- **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).**

ЭКСТРАПИРАМИДНАЯ СИСТЕМА

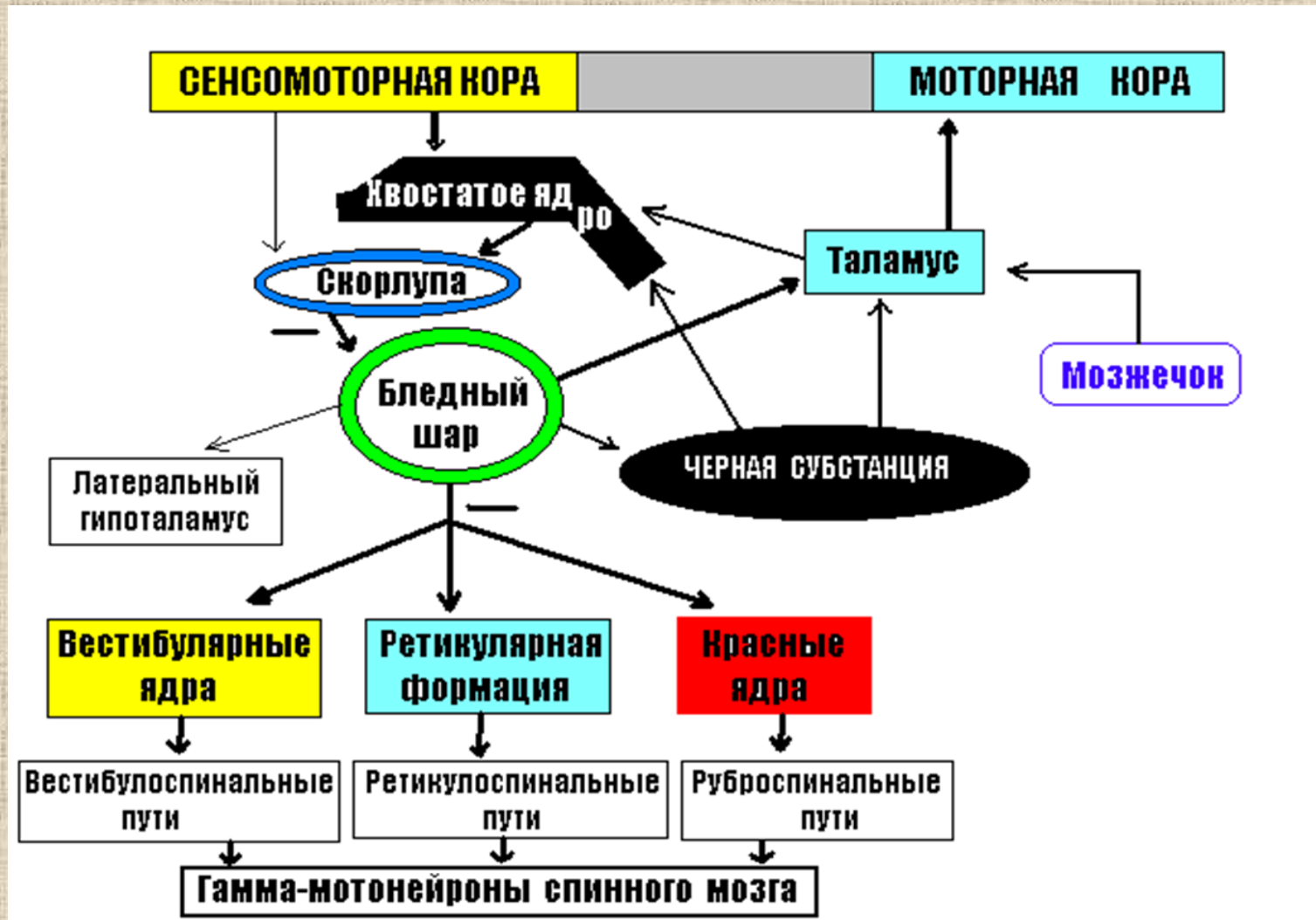


Схема тела

является внутренней моделью тела и осуществляет следующие основные функции:

1. **Определение границ «я» и «не-я»**

- для перемещения в стесненных условиях, чтобы не нанести вред своему телу при охоте, защите от хищников и т.п.

2. **Описание формы тела, его поверхности**

- чтобы иметь возможность осуществлять защитные реакции и ухаживать за поверхностью своего тела.

3. **Описание кинематической схемы опорно-двигательного аппарата**

- чтобы правильно выполнить движение из любого исходного положения с учетом таких параметров, как последовательность и размеры кинематических звеньев, степени свободы и диапазоны подвижности, масс-инерционные характеристики отдельных частей тела и т. д.

Эффект выхода из тела при транскраниальной магнитной стимуляции угловой извилины теменной коры у здорового человека

A PRESENCE BEHIND

Stimulation of the **left angular gyrus** gave the patient a sensation of a shadowy person lurking behind.



The shadowy figure is actually a perceived double of the self.



Source: Dr. Olaf Blanke

OUT-OF-BODY

Stimulation of the **right angular gyrus** resulted in an out-of-body experience, as if the patient were floating from the ceiling, looking down at herself.



Perceived location



Actual location

Graham Roberts/The New York Times



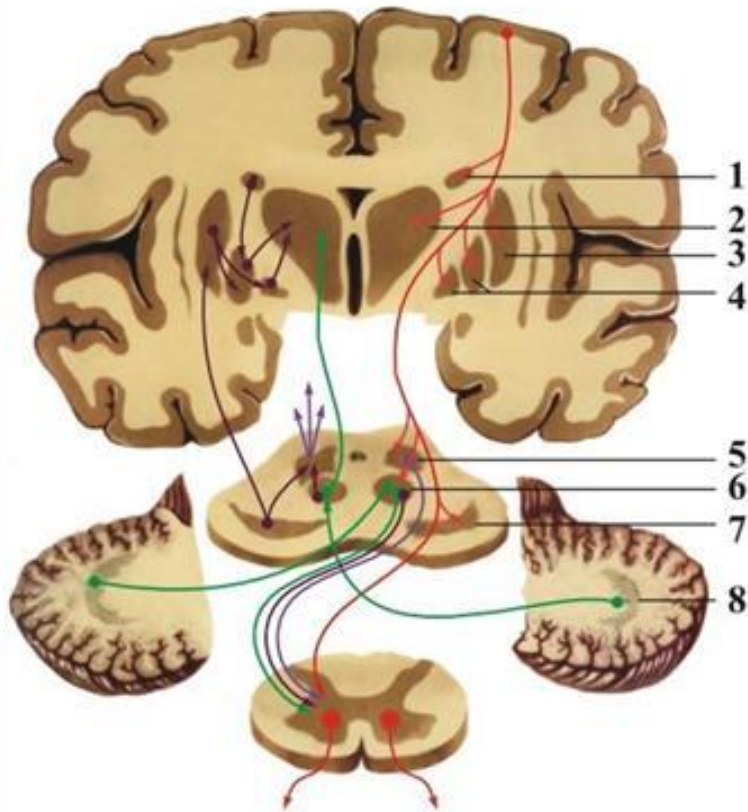
Демонстрация эффекта «резиновой руки».

Для получения иллюзий такого рода достаточно добиться приблизительной ложной согласованности двух каналов взаимодействия человека с внешним миром (в данном случае – осязание плюс зрение).

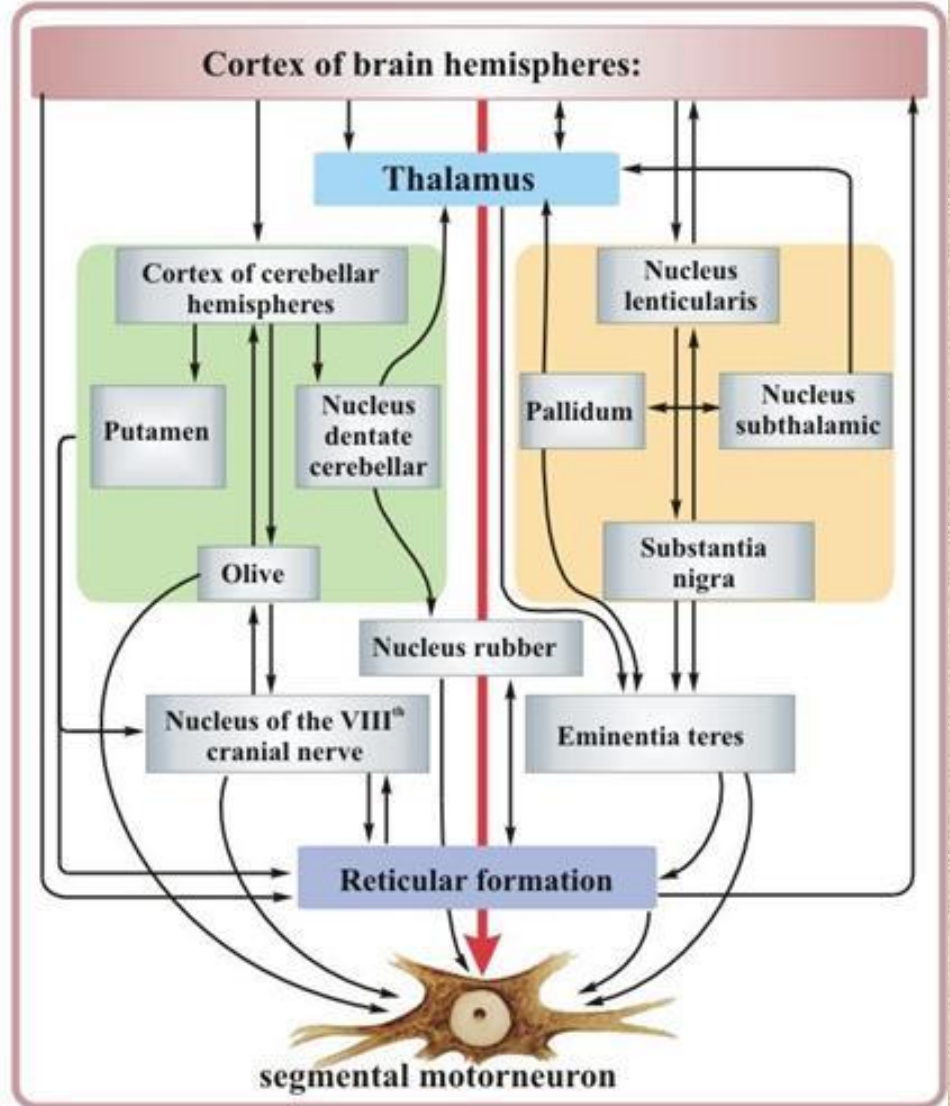


Исследователи дотрагивались до груди человека (этого он не видел, так как камера стояла сзади), но одновременно проводили другой рукой с фломастером перед камерой в том месте, где, в теории, должен был бы находиться человек, наблюдающий своё собственное тело, выйдя из него. Этого было достаточно для создания у людей чувства, что они передислоцировались, покинув тело.

EXTRAPYRAMIDAL SYSTEM



- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| 1. nucleus caudatus | 5. reticular formation |
| 2. thalamus | 6. nucleus ruber |
| 3. putamen | 7. substantia nigra |
| 4. pallidum | 8. nucleus dentate cerebellar |



ОСНОВНЫЕ ЗОНЫ КОРЫ МОЗГА

