


A decorative graphic consisting of several white-outlined squares of varying sizes scattered across the blue background. Some squares are arranged in vertical columns, while others are isolated. The squares are located at approximately (48, 44), (124, 44), (216, 44), (378, 44), (448, 96), (638, 44), (48, 132), (124, 132), (48, 220), (48, 344), (48, 532), (48, 752), (48, 876), (48, 964), (48, 964), (124, 808), and (124, 808) in normalized coordinates.

# НЕВРОЛОГИЯ ДВИЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА



## • I. ПИРАМИДНАЯ СИСТЕМА. ПУТИ И ЦЕНТРЫ.



**Движение** — одно из основных проявлений жизнедеятельности. Все важнейшие функции организма (дыхание, кровообращение, глотание, мочеиспускание, дефекация, перемещение тела в пространстве) реализуются в конечном счете движением, т. е. сокращением мышц. **Мышечное сокращение** — сложный биохимический и электрофизиологический процесс, в основе которого лежит феномен «скользящих нитей». Произвольность, свобода в выполнении или задержке тех или иных двигательных актов создают ложную видимость саморождаемости их, независимости от афферентных сигналов. Однако понять физиологию и патологию движений можно только при учете непрерывного потока центростремительных, афферентных импульсов, поступающих от рецепторного аппарата и сообщающих о необходимости осуществления того или иного двигательного акта, о ходе его выполнения, о своевременной коррекции силы, длительности и последовательности мышечных сокращений, о целесообразности прекращения движения и о его завершении.



**Движение имеет рефлекторную природу.** Рефлекторная дуга, обеспечивающая реализацию двигательного акта, может быть простейшей, двухнейронной (афферентная и эфферентная нервные клетки), или сложной, многосинаптической. В последнем случае не всегда удается провести четкую грань между афферентной и эфферентной частями рефлекторной дуги и определить начало той ее части, которая непосредственно руководит двигательным актом. Нарушение рефлекторной дуги в эфферентной ее части также может привести к значительным двигательным расстройствам. В то же время и сама чувствительность, афферентные системы находятся в зависимости от двигательных функций, стимулирующих рецепторный аппарат в ходе активного взаимодействия организма с внешней средой.

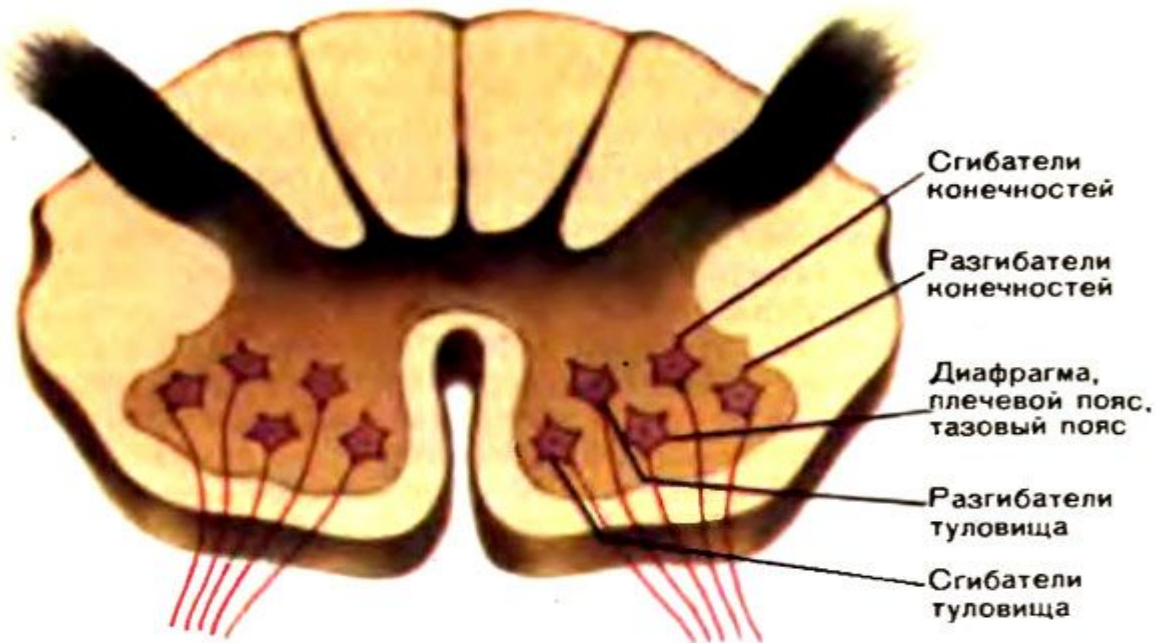


**Периферический мотонейрон.** Целостный двигательный акт является сложным рефлексом, формирующимся при участии многих систем, имеющих свои афферентные каналы, а также эфферентные средства доставки импульсов к исполнительному аппарату, непосредственно связанному с работающей мышцей, — к периферическому двигательному нейрону переднего рога спинного мозга и двигательных ядер черепных нервов.



Двигательные клетки переднего рога располагаются группами, ответственными за сокращение мышц туловища или конечностей. В внешнейном и грудном отделах спинного мозга различают три группы клеток: переднюю и заднюю медиальные, обеспечивающие сокращение мышц туловища (сгибание и разгибание), и центральную, иннервирующую мышцу диафрагмы, плечевого и тазового поясов. В области шейного и поясничного утолщений к этим группам присоединяются передняя и задняя латеральные, иннервирующие мышцы сгибателей и разгибателей конечностей. Таким образом, в передних рогах на уровне шейного и поясничного утолщений имеется пять групп мотонейронов (рис. 1).





А



а



б

Б

## Рис. 1. Передний рог спинного мозга.

А. Распределение мотонейронов в передних рогах спинного мозга на уровне шейного и поясничного утолщений.

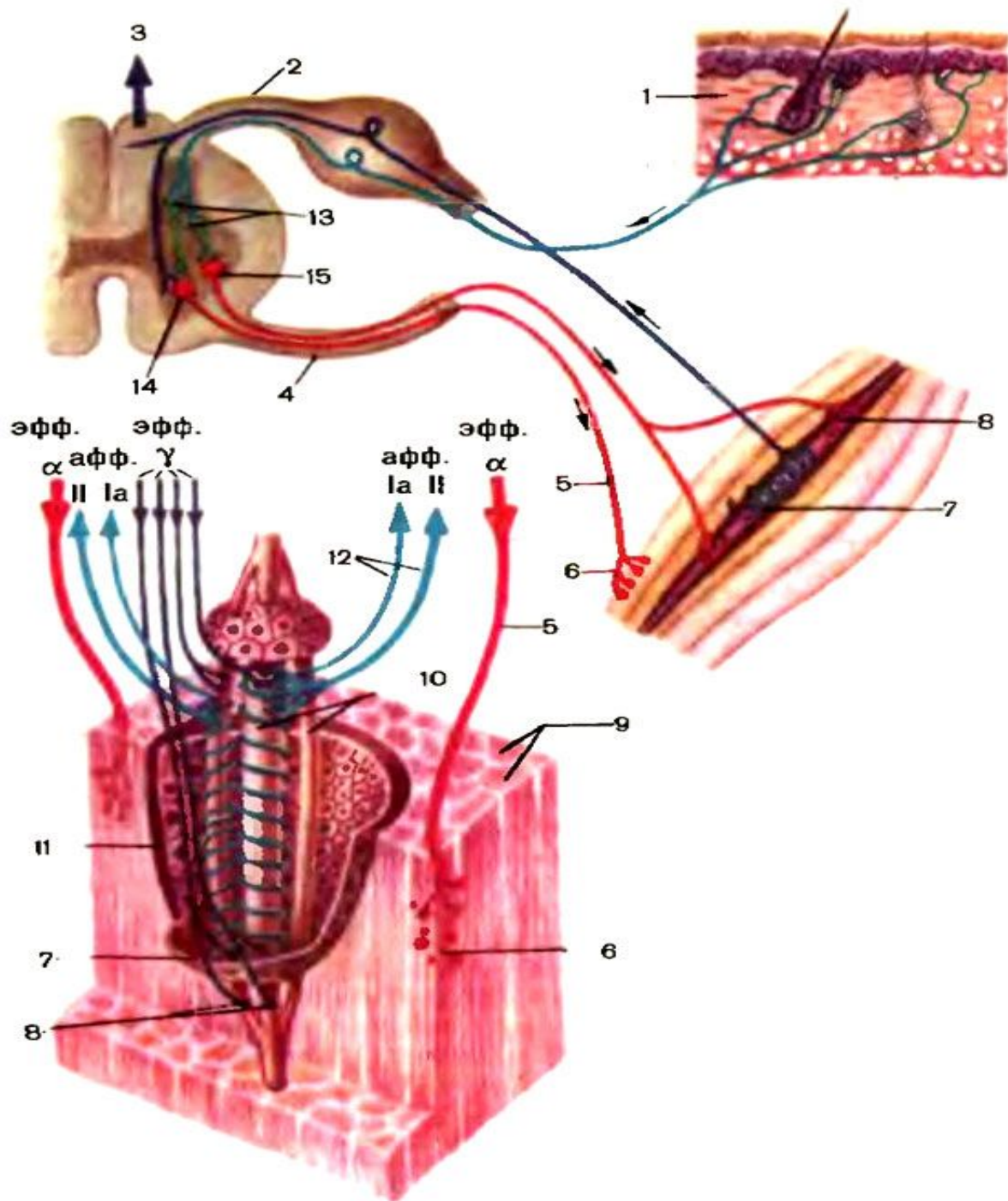
Б. Соматическая проекция в переднем роге спинного мозга в шейном (а) и поясничном (б) утолщениях.





В каждой из групп клеток в переднем роге спинного мозга и в каждом двигательном ядре черепных нервов имеются три типа нейронов, выполняющих различную функцию. Альфа-большие клетки, проводящие двигательные импульсы с большой скоростью (60 — 100 м/с), обеспечивая возможность быстрых движений, связаны преимущественно с пирамидной системой (рис. 2).

Рис. 2. Нервно-мышечное веретено.



1 — рецепторы кожи; 2 — задний корешок; 3 — тонкий пучок; 4 — передний корешок; 5 — волокно альфа-мотонейрона; 6 — концевые моторные пластинки альфа-мотонейрона; 7 — нервно-мышечное веретено; 8 — концевые моторные пластинки гамма-мотонейрона; 9 — экстрафузальные мышечные волокна; 10 - интрафузальные мышечные волокна; 11 — капсула веретена; 12, 1a и 11 — афференты нервно-мышечного веретена; 13 — интернейроны спинного мозга; 14 — альфа-мотонейрон; 15 — гамма-мотонейрон.



Альфа-малые нейроны получают импульсы от экстрапирамидной системы и оказывают позотонические влияния, обеспечивая постуральное (тоническое) сокращение мышечных волокон. Гамма-нейроны получают импульсы от ретикулярной формации. В отличие от альфа-нейронов гамма-нейрон отдает свой аксон не самой мышце, а заключенному в ней проприоцептору — нервно-мышечному веретену, влияя на его возбудимость.

Нервно-мышечное веретено — сложный проприоцептивный аппарат, представленный соединительнотканной капсулой, продольно «натянутыми» тонкими интрафузальными (внутриверетенными) мышечными волокнами, афферентными и эфферентными нервными окончаниями. Эфферентные нервные окончания гамма-нейронов иннервируют интрафузальные мышечные волокна и, таким образом, влияют на чувствительность нервно-мышечного веретена к внешним воздействиям (преимущественно со стороны экстрафузальных мышечных волокон — сокращение или расслабление мышцы) и косвенно на интенсивность афферентного потока импульсов от веретена к спинному мозгу.





Благодаря **гамма-нейрону** поддерживается и обеспечивается постоянство уровня сегментарно-рефлекторной деятельности: при дефиците внутрисегментарной импульсации гамма-нейрон повышает возбудимость веретена и увеличивает приток афферентных сигналов, при «перегрузке» сегментарного рефлекторного аппарата гамма-нейрон снижает чувствительность веретена и уменьшает афферентную импульсацию.



Таким образом, **гамма-нейрон** не вызывает непосредственно мышечного сокращения, но обеспечивает на периферическом отрезке двигательных путей систему саморегуляции с обратной афферентацией, замыкающей кольцо рефлексов, поддерживающих мышечный тонус.



# Пирамидный путь



Основные нисходящие системы головного мозга. Высшие отделы головного мозга осуществляют свои влияния на деятельность нижележащих отделов, в том числе спинного мозга, через нисходящие пути.

У млекопитающих животных и человека контроль за рефлекторной деятельностью спинного мозга осуществляется главным образом **тремя нисходящими системами:**

- **кортико-спинальной,**
- **кортико-рубро-спинальной**
- **кортико-ретикуло-спинальной.**



Пути этих систем идут в спинной мозг непосредственно от нейронов коры больших полушарий, а также через нейроны красного ядра среднего мозга — рубро-спинальный путь, ядра ретикулярной формации продолговатого и среднего мозга — ретикуло-спинальный путь и вестибулярные ядра продолговатого мозга — вестибуло-спинальный путь. Все эти системы функционируют в тесном взаимодействии и под контролем коры больших полушарий. Окончания волокон образуют, как правило, контакты с дендритами спинальных клеток (аксодендритные синапсы).



Нисходящие пути головного мозга группируют обычно в 2 основные нисходящие системы — пирамидную и экстрапирамидную. Под пирамидной системой, или пирамидным трактом, понимают прямые пути от корковых пирамидных нейронов к нейронам спинного мозга (кортико-спинальный путь) и ядрам черепно-мозговых нервов ствола мозга (кортико-бульбарный путь)(рис.3-4).

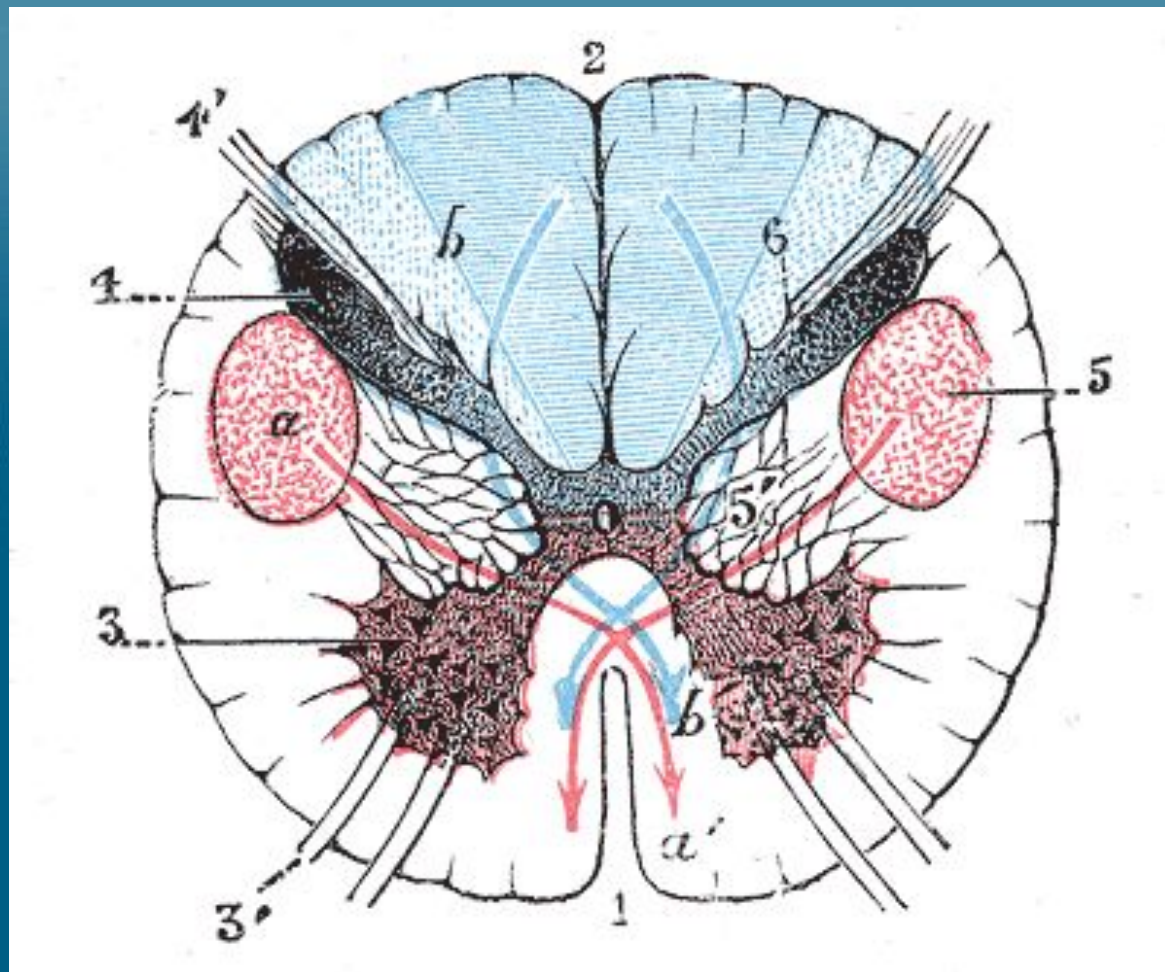


Рис.3. Поперечный разрез спинного мозга. Пирамидная система — красный цвет.





Импульс произвольного мышечного сокращения приходит к альфа-большому нейрону из коры больших полушарий по пирамидному пути.

**Пирамидный путь начинается** от клеток Беца, расположенных в V слое коры передней центральной извилины, задних отделов верхней и средней лобных извилин и парацентральной дольки. Двигательные центры мышц нижних конечностей находятся в верхних отделах передней центральной извилины, мышц верхних конечностей — **в средних отделах**. Ниже локализуются центры, иннервирующие мышцы шеи, лица, языка, глотки, гортани. Распределение двигательных центров в передней центральной извилине **неравномерно. Наибольшее представительство имеют мышцы, выполняющие наиболее сложные, дифференцированные движения.** Так, центры, обеспечивающие движение кисти, пальцев, занимают всю среднюю треть передней центральной извилины, тогда как массивные мышцы ног, выполняющие относительно простую, однообразную работу, имеют значительно меньшее представительство.



Каждая клетка Беца отдает отросток, который в составе пирамидного пути доходит до соответствующего иннервируемого им сегмента спинного мозга, заканчиваясь синапсом с альфа-большим нейроном переднего рога спинного мозга или двигательных ядер черепных нервов.

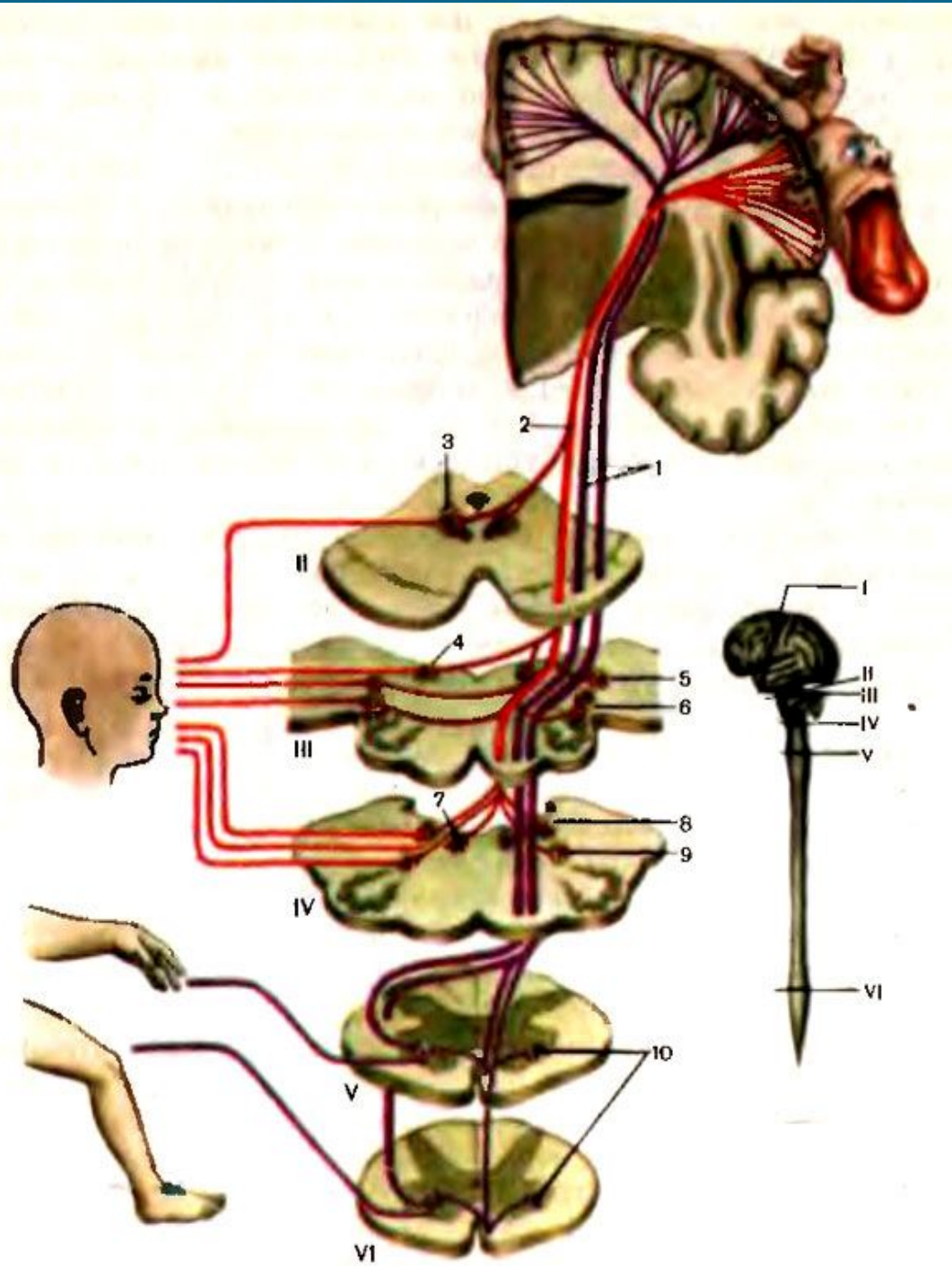
**Из нижней трети** передней центральной извилины волокна, участвующие в иннервации мышц лица, глотки и гортани, языка, заканчиваются у мотонейронов двигательных ядер черепных нервов и поэтому объединяются под названием корково-ядерного пути. Волокна из верхних и передней центральной извилины, участвующие в иннервации мышц туловища и конечностей, заканчиваются на мотонейронах передних рогов спинного мозга и объединяются под названием корково-спинномозгового пути.

В связи с тем что сегментарной зоной верхних конечностей является шейное утолщение, а сегментарной зоной нижних конечностей — поясничное, волокна от средней трети передней центральной извилины заканчиваются преимущественно в шейном утолщении, а от верхней трети — в поясничном.



**Собственно пирамидным путем** обычно называют корково-спинномозговой путь, который образует пирамиды продолговатого мозга, однако принципиальной разницы между корково-спинномозговым и корково-ядерным путем нет. Оба они являются «корково-сегментарными путями» и объединяются в так называемую пирамидную систему (рис. 5).





**Рис. 5. Кортико-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 — кортико-спинномозговой (пирамидный) путь; 2 — корково-ядерный путь; 3 — ядро глазодвигательного нерва; 4 — ядро отводящего нерва; 5 — двигательное ядро тройничного нерва; 6 — ядро лицевого нерва; 7 — ядро подъязычного нерва; 8 — двойное ядро; 9 — ядро добавочного нерва; 10 — мотонейроны переднего рога спинного мозга.



Выходя из передней центральной извилины на всем ее протяжении, аксоны клеток Беца лучеобразно сближаются (*corona radiata*) и компактно соединяются в узком пучке, проходящем в колене и передних и задней ножки внутренней капсулы.

В колене проходят волокна, иннервирующие мышцы лица, глотки, гортани (корково-ядерный путь), в передней трети заднего бедра — мышцы рук, в средней трети — мышцы туловища и ног (корково-спинномозговой путь). Продолжая оставаться компактным, центральный двигательный путь переходит в ствол мозга.

В среднем мозге его волокна проходят в основании ножек мозга, причем кнаружи располагаются волокна к мышцам ног, медиальнее — к мышцам рук и лица. В мосту центральный двигательный путь расчленяется, проходя узкими пучками между собственными ядрами моста и отдавая им коллатерали, а затем пирамидный путь вновь концентрируется в продолговатом мозге, образуя в его основании пирамиды.

В стволе мозга корково-ядерный путь отдает волокна к двигательным ядрам черепных нервов ножек мозга, моста и продолговатого мозга, поэтому в пирамидах проходят волокна только корково-спинномозгового или пирамидного пути.



На границе продолговатого и спинного мозга большая часть волокон пирамидного пути образует перекрест (*decussatio pyramidum*) и идет в боковых канатиках спинного мозга. Меньшая, неперекрещенная часть волокон (пучок Тюрка) идет в передних канатиках спинного мозга. Перекрест осуществляется таким образом, что наружно расположенные в продолговатом мозге волокна, иннервирующие мышцы ног, после перекреста становятся медиальными, и, наоборот, волокна к мышцам рук, расположенные до перекреста медиально, становятся латеральными после перехода на другую сторону.

Таким образом, односторонний патологический процесс в области перекреста пирамиды может одновременно разрушить волокна к мышцам рук уже после их перекреста и волокна к мышцам ног до их перекреста.



**В спинном мозге** пирамидный путь (перекрещенный и неперекрещенный) отдает посегментарно волокна к альфа-большим нейронам переднего рога, осуществляющим непосредственную связь с работающей мышцей.



Весь двигательный кортико-мускулярный путь **двухнейронен**: *центральный нейрон* — клетка Беца с длинным аксоном, образующим пирамидный корково-спинномозговой путь (а также корково-ядерный путь, заканчивающийся на альфа-больших нейронах двигательных ядер ствола мозга), и *периферический нейрон* — двигательная клетка переднего рога спинного мозга. Аксон периферического мотонейрона выходит из спинного мозга в составе переднего корешка, переходит в сплетения и периферические нервы, передавая нервный импульс мышечному волокну.









# Экстрапирамидная система. Пути и центры.





**Кортико-мускулярный** путь, рассмотренный в предыдущем разделе, обеспечивает произвольное сокращение той или иной мышцы. Однако отдельный законченный двигательный акт, каким бы примитивным он ни был, требует согласованного участия многих мышц. Простейшее движение — поднятие руки — обеспечивается сокращением мышц плечевого пояса, но одновременно и мышц туловища, и нижних конечностей, восстанавливающих правильное положение центра тяжести тела.



Качество движения зависит не только от вида и количества мышц, его реализующих. Нередко одни и те же мышцы участвуют в осуществлении различных движений; одно и то же движение может в зависимости от условий выполняться то быстрее, то медленнее, с большей или меньшей силой. Таким образом, для выполнения движения необходимо участие механизмов, регулирующих последовательность, силу и длительность мышечных сокращений и регламентирующих выбор необходимых мышц.

Другими словами, *двигательный акт формируется* в результате последовательного, согласованного по силе и длительности включения отдельных нейронов и волокон кортико-мускулярного пути, отдающего приказы мышцам. Это включение обеспечивается при участии практически всех двигательных систем мозга и прежде всего — **экстрапирамидной системы и стриопаллидарного ее отдела**. Экстрапирамидная система включает структуры коры больших полушарий, подкорковых ганглиев, мозжечка, ретикулярной формации, нисходящие и восходящие пути.

Произвольно выполняя то или иное действие, человек не задумывается о том, какую мышцу необходимо включить в нужный момент, не держит в сознательной памяти последовательную рабочую схему двигательного акта.

Привычные движения производятся механически, незаметно для внимания, смена одних мышечных сокращений другими произвольна, автоматизирована. Двигательные автоматизмы гарантируют наиболее экономное расходование мышечной энергии в процессе выполнения движения. Новый, незнакомый двигательный акт энергетически всегда более расточителен, чем привычный, автоматизированный. Взмах косы косаря, удар молота кузнеца, бег пальцев музыканта — до предела отточенные, энергетически скупые и рациональные автоматизированные движения. *Совершенствование движений* — в их постепенной экономизации, автоматизации, обеспечиваемой деятельностью стриопаллидарной системы.



Стриопаллидарная система разделяется по функциональному значению и морфологическим особенностям на **стриатум и паллидум**.



Хвостатое ядро и скорлупа объединяются в **стриарную систему**. Бледный шар, черное вещество, красное ядро, субталамическое ядро составляют **паллидарную систему**.



Паллидум содержит большое количество нервных волокон и относительно немного крупных клеток. Хвостатое ядро и скорлупа включают в себя множество мелких и крупных клеток и небольшое количество нервных волокон.

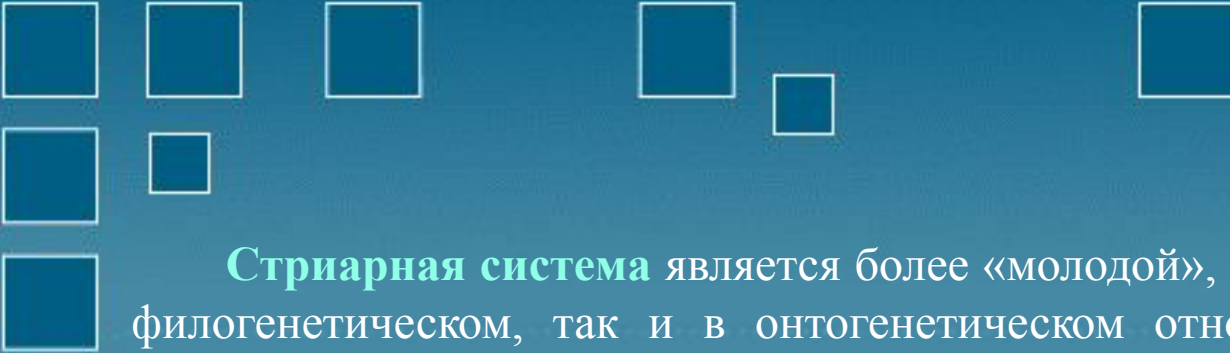


В стриарной системе имеется соматотопическое распределение: в оральных отделах — голова, в средних — руки и туловище, в каудальных отделах — ноги.


Между стриарной и паллидарной системами существует тесная связь.










**Стриарная система** является более «молодой», чем паллидарная, как в филогенетическом, так и в онтогенетическом отношении. Она впервые появилась лишь у птиц и формируется у человека к концу внутриутробного периода, несколько позже, чем паллидум.



**Паллидарная система** у рыб и стриопаллидарная у птиц являются высшими двигательными центрами, определяющими поведение животного. **Стриопаллидарные аппараты** обеспечивают диффузные, массовые движения тела, согласованную работу всей скелетной мускулатуры в процессе передвижения, плавания, полета и др. Жизнедеятельность высших животных, человека требует более тонкой дифференцировки работы двигательных центров. Потребности движений, носящих целенаправленный, производственный характер, уже не может удовлетворить экстрапирамидная система.



В коре переднего мозга создается в процессе эволюции высший аппарат, координирующий согласованную функцию пирамидной и экстрапирамидной систем, руководящих выполнением сложных движений. Однако, перейдя в субординированное, «подчиненное» положение, стриопаллидарная система не утратила присущих ей функций

Различие функционального значения стриатума и паллидума также определяется усложнением характера движений в процессе филогенеза. «Паллидарные» рыбы, передвигаясь во взвешенном в воде состоянии бросковыми, мощными движениями туловища, не должны «заботиться» об экономии мышечной энергии. Потребности такого двигательного акта вполне удовлетворяются работой паллидарной системы, обеспечивающей движения мощные и относительно точные, но энергетически расточительные, чрезмерные.

Птица, вынужденная в полете совершать огромную работу и не имеющая возможности вдруг прервать ее в воздухе, должна располагать более сложным двигательным аппаратом, расчетливо регулирующим качество и количество движений, — стриопаллидарной системой.



Развитие и включение двигательных систем в **онтогенезе человека** имеет ту же последовательность. Миелинизация **стриарных** путей заканчивается лишь к **5-му месяцу жизни**, поэтому в первые месяцы паллидум является высшим моторным органом. Моторика новорожденных носит явные «паллидарные» черты. Движения ребенка до 3 — 4 лет и движения молодого животного (щенка, олененка, зайчонка и т. д.) имеют большое сходство, заключающееся именно в излишестве, свободе, щедрости движений. Характерно богатство мимики ребенка, также свидетельствующее о некотором преобладании «паллидарности». С возрастом многие движения человека становятся все более привычными, автоматизированными, энергетически расчетливыми, скупыми. Улыбка перестает быть постоянным выражением лица. Степенность, солидность **взрослых** — это торжество стриатума над паллидумом, торжество трезвой расчетливости автоматизированных движений над расточительной щедростью еще «неопытной» стриопаллидарной системы ребенка.



Процесс обучения какому-либо движению, направленный на автоматизацию двигательного акта, имеет две фазы. Во время первой фазы, которую условно называют паллидарной, движение чрезмерно, излишне по силе и длительности сокращения мышц. Вторая фаза рационализации движения заключается в постепенной отработке оптимального для данного индивида энергетически рационального, максимально эффективного (при минимальной затрате Сил) способа движения.

Стриопаллидарная система является важнейшим инструментом в выработке двигательных автоматизмов, которые у взрослого человека целенаправленно подбираются и реализуются высшими корковыми центрами праксиса.







Относительная «паллидарность» ребенка обусловлена не только незрелостью стриатума, но и тем, что ребенок еще находится в стадии двигательного обучения в первой, паллидарной фазе его. Чем старше ребенок, тем все большее число двигательных актов автоматизировано, т. е. перестало быть «паллидарными». Наряду с этим незрелость стриатума и преобладание «паллидарности» у новорожденных как бы заранее запланированы, поскольку именно «паллидарность» необходима ребенку в первый период внеутробной жизни.

Стриопаллидарная система имеет многочисленные связи: пути, связывающие между собой образования стриопаллидарной системы; пути, связывающие стриопаллидарную систему с конечным двигательным путем и мышцей; взаимные связи с различными отделами экстрапирамидной системы и корой больших полушарий, и, наконец, пути афферентации. Имеется несколько путей доставки импульсов стриопаллидарной системы к сегментарному двигательному аппарату:

- 1) мостовой красноядерно- спинномозговой путь от красных ядер;
- 2) вестибуло-спинномозговой путь от вестибулярного ядра;
- 3) ретикулоспинно- мозговые пути от ретикулярной формации;
- 4) тектоспинномозговой (покрышечно-спинномозговой) путь от четверохолмия;
- 5) пути к двигательным ядрам черепных нервов.

Ответственная за произвольность выполнения двигательных актов стриопаллидарная система должна получать исчерпывающую информацию о состоянии мышц, сухожилий, о положении тела в пространстве и т. д. (рис. 6-7).

**Рис.6. Связи стриопаллидарной системы:**

1 – хвостатое ядро, 2 – таламус; 3 – скорлупа; 4 – бледный шар; 5 – ретикулярная формация; 6 – красное ядро; 7 – черное вещество; 8 – зубчатое ядро мозжечка.

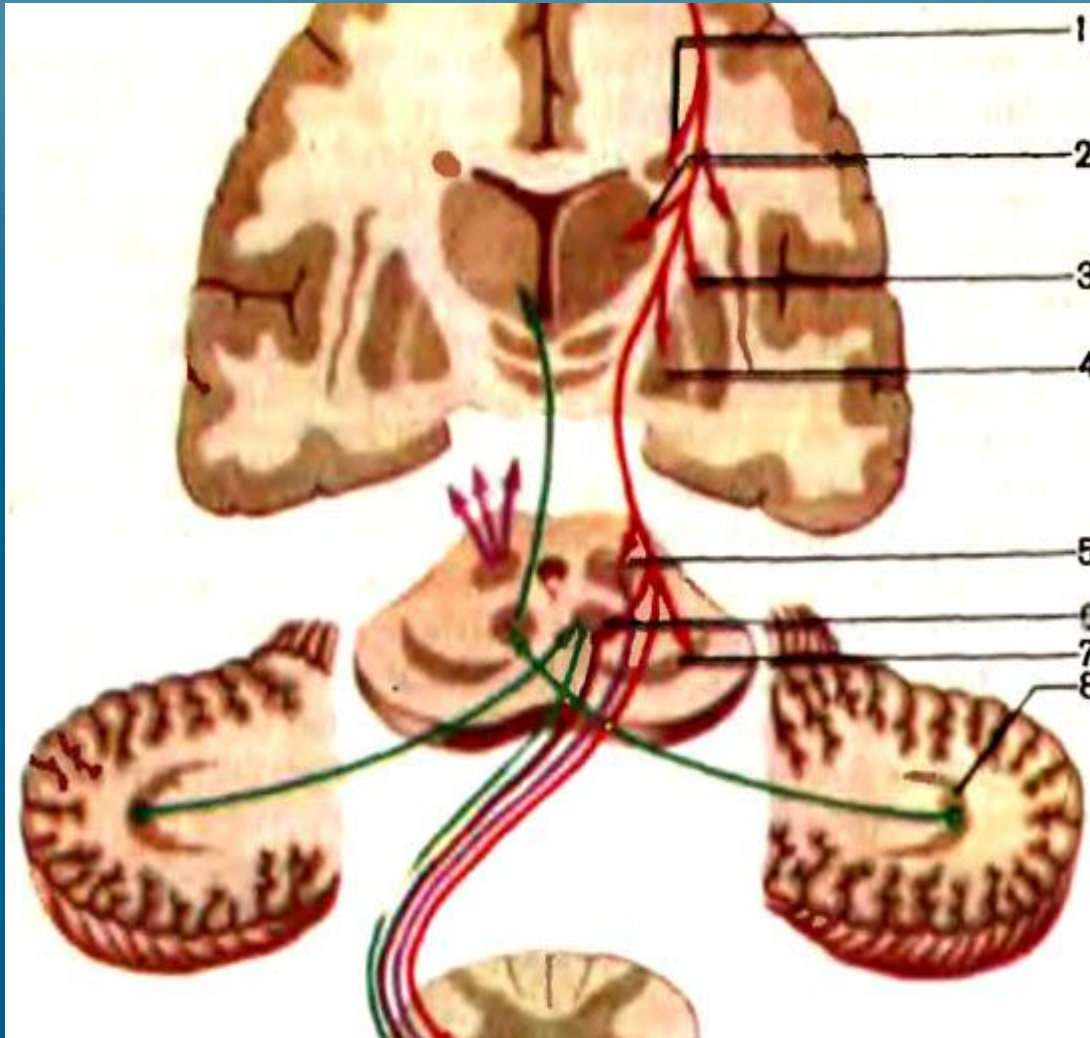
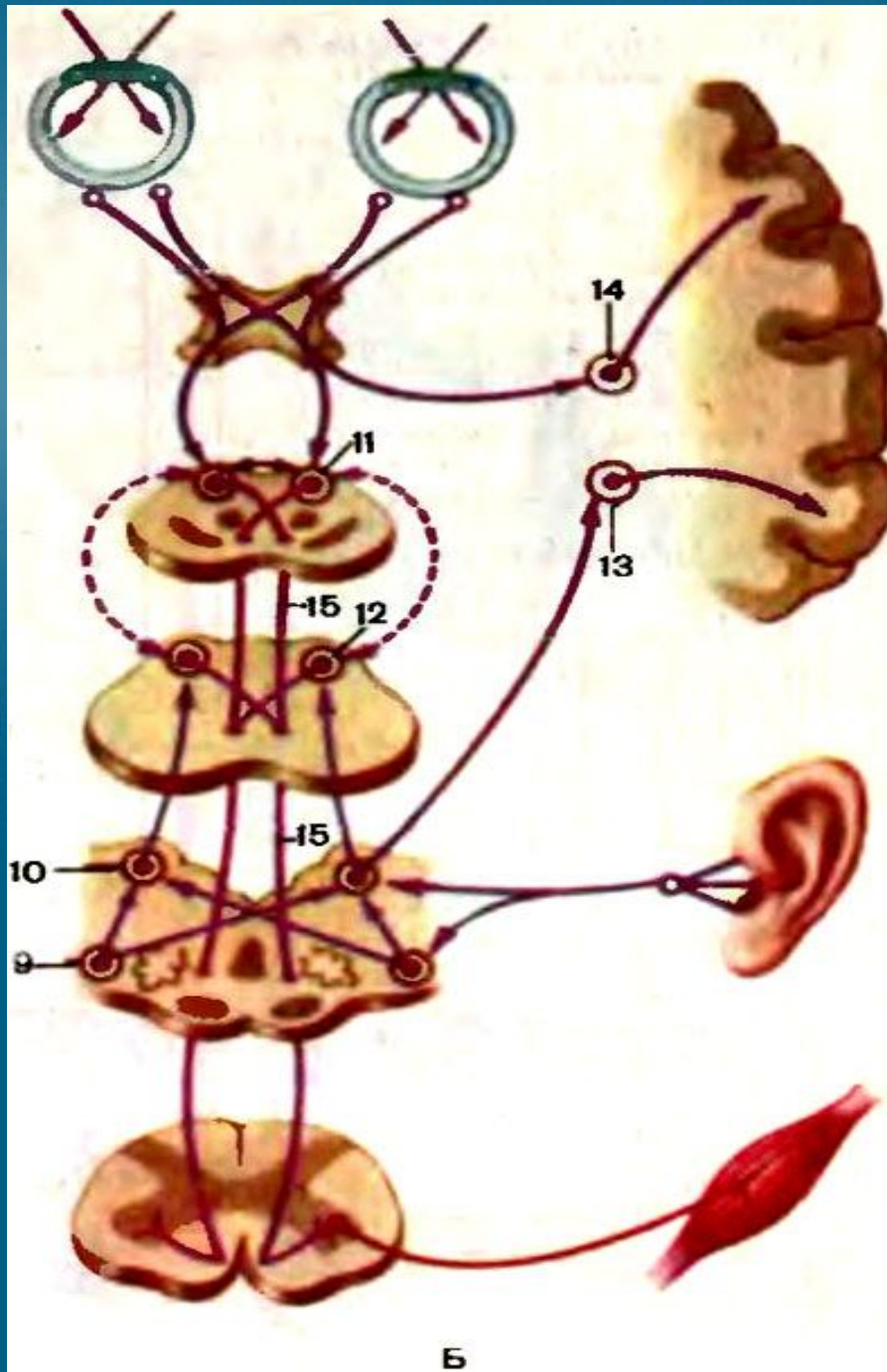


Рис.7. Схема «сарт-рефлексов»  
стриопаллидарной системы:

9 – переднее улитковое ядро; 10 –  
заднее улитковое ядро; 11 – верхние  
холмики; 12 – нижние холмики; 13 –  
медиальное коленчатое тело; 14 –  
латеральное коленчатое тело; 15 –  
покрышечно-спинномозговой путь.







**Афферентные системы**, обслуживающие стриопаллидум (информационные импульсы от «коллектора чувствительности» — таламуса, от мозжечка, ретикулярной формации, корригирующие сигналы от коры и др.), создают вместе с эфферентными путями **кольца обратных связей** с непрерывным потоком информирующих и корригирующих, приказывающих сигналов. Циркуляция импульсов не прекращается, объединяя в единое целое все двигательные и афферентные системы (рис.8).





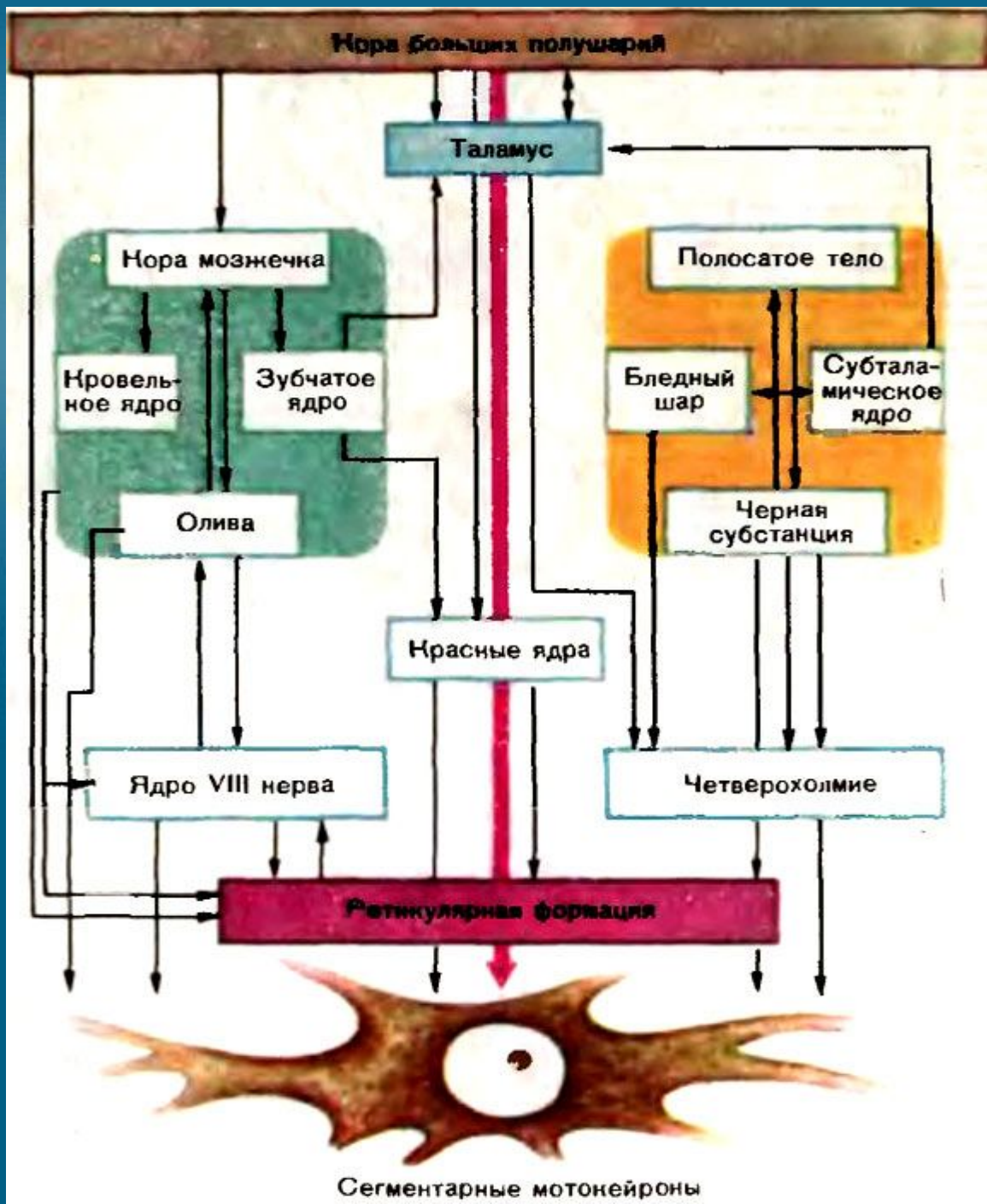


Рис. 8. Блок-схема влияния экстрапирамидной системы на спинальный мотонейрон.

•Мозжечок



# Мозжечок

Важнейшими функциями центрального двигательного аппарата являются обеспечение точности целенаправленных движений, регуляция согласованного, координированного действия мышц-антагонистов, «подправляющих», корригирующих траекторию движения. Подходя к двери, мы поднимаем руку, чтобы нажать кнопку звонка. Вначале наше движение носит ориентировочный характер; мы так же поднимали бы руку, чтобы поправить прическу, надеть очки. Однако на каком-то своем этапе это движение становится только движением к кнопке и, чтобы палец попал именно в кнопку, нужна определенная согласованность действий мышц-антагонистов, причем тем большая, чем ближе цель движения. Внешне движение к цели идет по прямой, без резких изгибов траектории, но эта внешняя «гладкость» движения требует постоянного перераспределения «внимания» центральных регуляторных аппаратов с одной группы мышц на другую. Точно так же, обеспечивая внешне прямое движение автомобиля, водитель не перестает вращать руль, корригируя имеющиеся или угрожающие изменения траектории.



Координирующий аппарат контролирует равновесие тела, стабилизирует центр тяжести, регулирует согласованную деятельность мышц-антагонистов, обеспечивающих сгибание, разгибание и пр. Обеспечение координации движений требует четкой и непрерывной обратной афферентации, информирующей о взаимоположении мышц, суставов, о нагрузке на них, о ходе выполнения траектории движения.



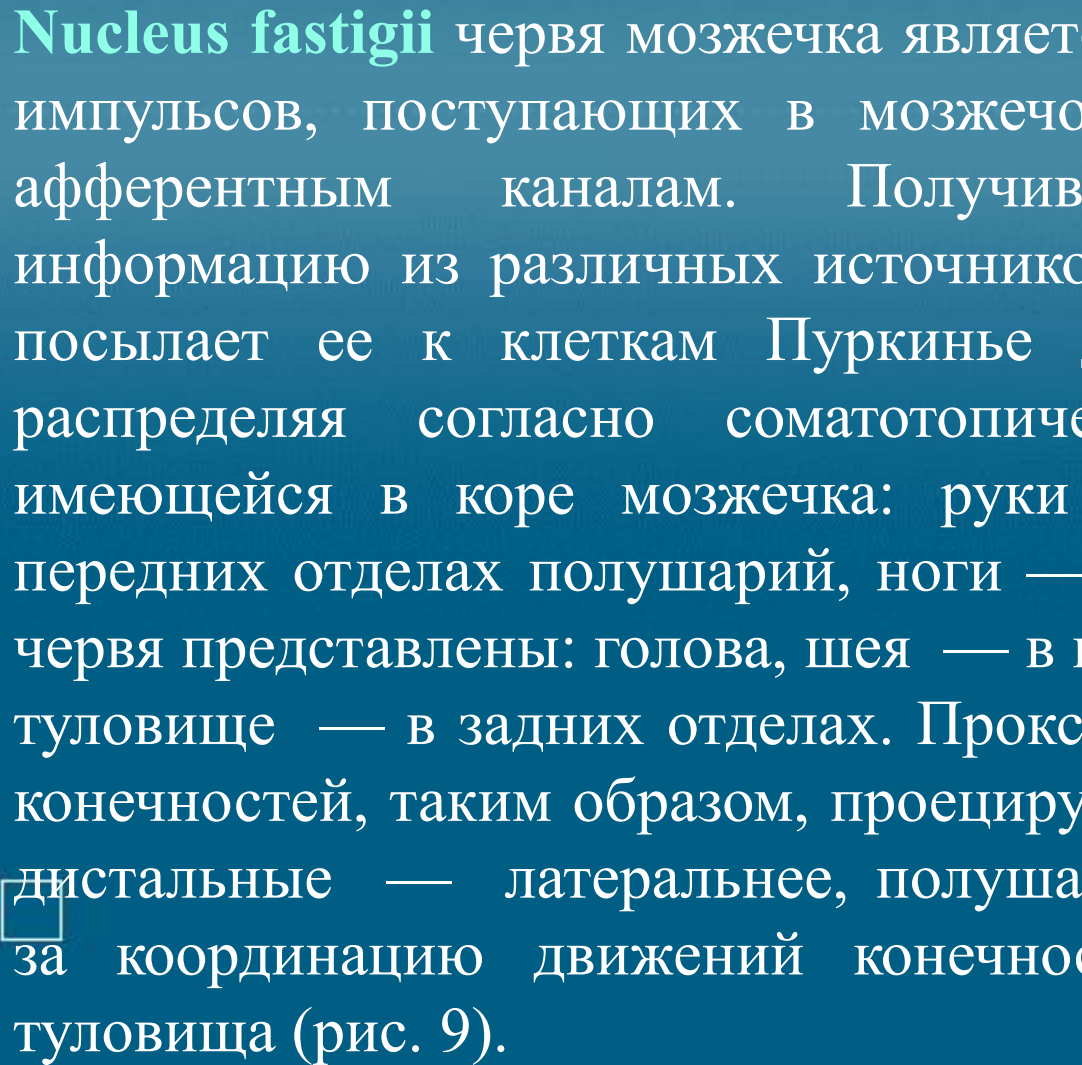
Центром координации движений является мозжечок. Естественно, однако, что координация движений обеспечивается также деятельностью корковых центров, всей экстрапирамидной системы, афферентных и эфферентных путей.



Относительно изолированных от больших полушарий и ствола мозга мозжечок имеет три пары ножек, которые образованы афферентными и эфферентными мозжечковыми путями.



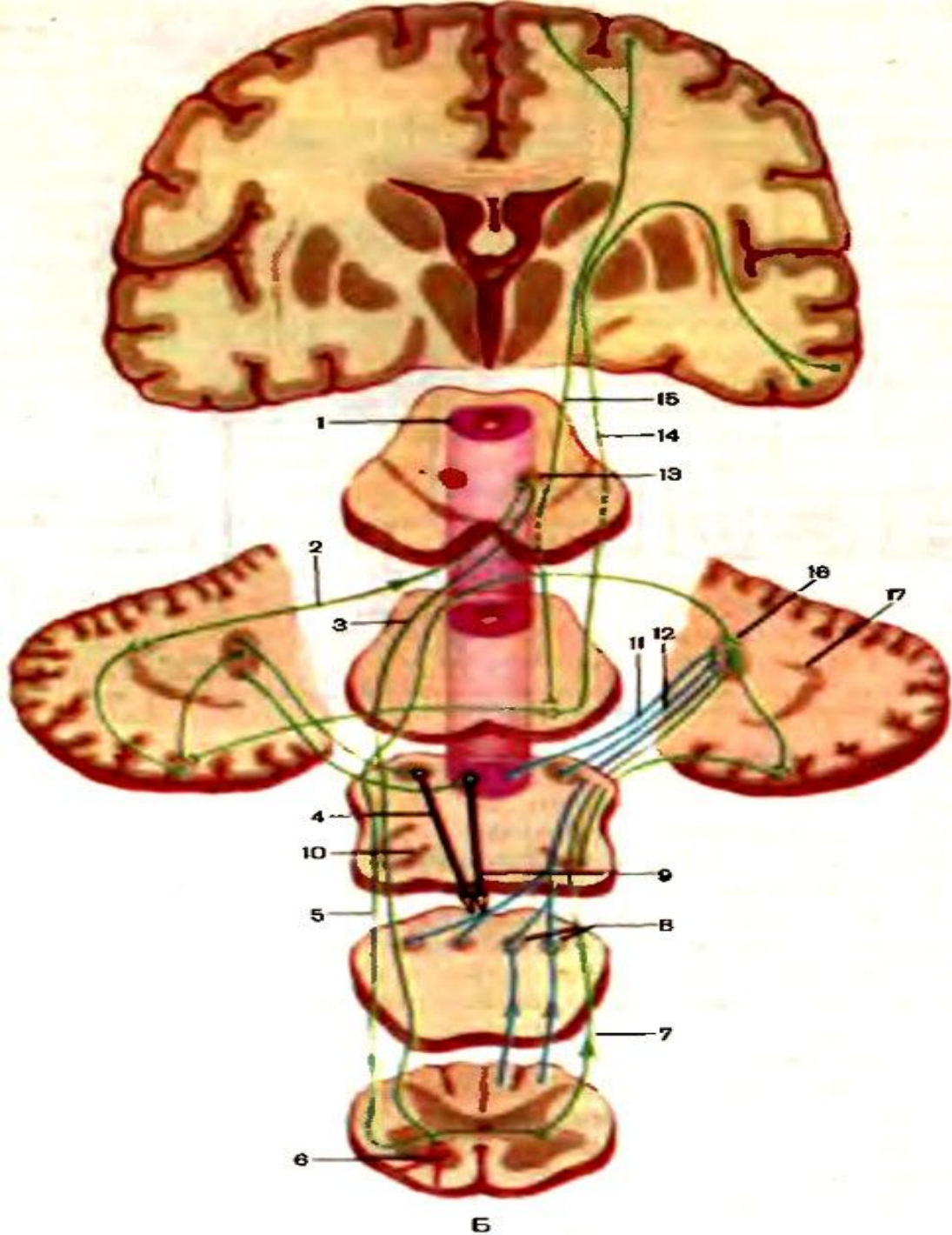




**Nucleus fastigii** червя мозжечка является «коллектором» импульсов, поступающих в мозжечок по различным афферентным каналам. Получив разрозненную информацию из различных источников, nucleus fastigii посылает ее к клеткам Пуркинье для переработки, распределяя согласно соматотопической проекции, имеющейся в коре мозжечка: руки представлены в передних отделах полушарий, ноги — в задних; в коре червя представлены: голова, шея — в передних отделах, туловище — в задних отделах. Проксимальные отделы конечностей, таким образом, проецируются медиальнее, дистальные — латеральнее, полушария ответственны за координацию движений конечностей, червь — туловища (рис. 9).



Рис. 9. Соматотопическая проекция в коре червя и полушарии мозжечка.



**Рис. 10. Мозжечок и его связи:**

1. мозжечково-красноядерный путь;
2. красноядерно-спинномозговой путь;
3. преддверно-спинномозговой;
4. передний спинно-мозжечковый путь;
5. мотонейроны спинного мозга;
6. задний спинно-мозжечковый путь;
7. тонкое и клиновидное ядра;
8. ретикулоспинно-мозговой путь;
9. нижняя олива;
10. ретнкулумозжечковьи путь;
11. преддверно-мозжечковый путь;
12. красные ядра;
13. височно-теменно-затылочно-мостовые волокна;
14. лобно-мостовые волокна;
15. ядро шатра червя мозжечка;
16. зубчатое ядро.





Координация движений требует исчерпывающей всесторонней информации. Аfferентные пути поступают в nucleus fastigii от проприоцепторов мышц, вестибулярного аппарата, ретикулярной формации и некоторых других отделов. Сигналы сенситивной проприоцепции поступают в мозжечок от ядер Голля (тонкого) и Бурдаха (клиновидного) через нижние ножки мозжечка к nucleus fastigii своей стороны (рис. 10-11).





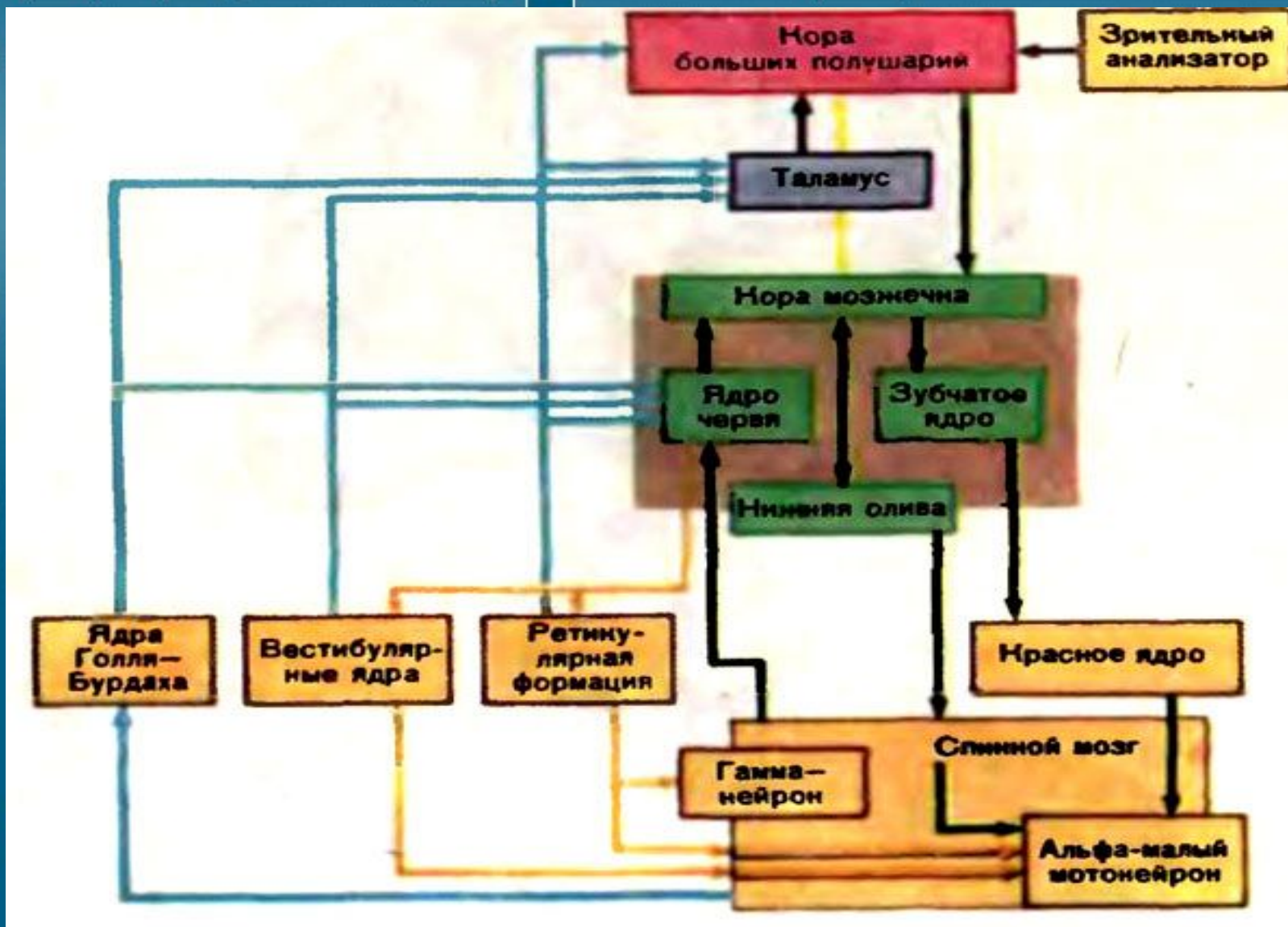


Рис. 11. Блок-схема основных связей мозжечка.

Собственно мозжечковая проприоцепция проводится по путям Флексига и Говерса (задний и передний спинно-мозжечковый пути). Импульсы от проприоцепторов, сигнализирующие о положении тела в пространстве, идут к спинномозговым узлам, где лежат первые нейроны, аксоны которых поступают через задние корешки в спинной мозг. В основании задних рогов спинного мозга и в средней части его серого вещества лежат вторые нейроны, от которых и начинаются спинно-мозжечковые пути. Путь Флексига (tr. spinocerebellaris dorsalis) проходит, не перекрещиваясь, в задней части бокового канатика до продолговатого мозга и в составе нижних ножек достигает червя мозжечка. Путь Говерса (tr. spinocerebellaris ventralis) после перехода на противоположную сторону располагается в боковых канатиках, вентрально от пучка Флексига, проходит спинной, продолговатый мозг и в вентральной части моста мозга поворачивает вверх, кзади, входя в составе верхних ножек в червь мозжечка. Путь Говерса дважды совершает перекрест: в спинном мозге и в переднем мозговом парусе.



Пути от вестибулярного ядра Бехтерева (медиальное вестибулярное ядро), ядер ретикулярной формации подходят к nucleus fastigii своей стороны по нижним ножкам. Нижние оливы продолговатого мозга функционально наиболее тесно связаны с мозжечком, и поэтому оливомозжечковые пути, проходящие в нижних ножках, поступают непосредственно в кору мозжечка, минуя ядро шатра.

### Таким образом:

1) основные афферентные пути подходят к мозжечку, не делая перекреста или делая его дважды (путь Говерса), благодаря чему каждое полушарие мозжечка получает информацию от своей половины тела;

2) основной канал поступления афферентных сигналов — нижние ножки мозжечка (исключение составляет путь Говерса, входящий в мозжечок по верхним ножкам);

3) основной приемный пункт афферентных сигналов — ядро шатра (nucleus fastigii).



Особыми афферентными путями являются пути, нисходящие к мозжечку из коры больших полушарий и прерывающиеся в собственных ядрах моста: от лобной доли — лобно-мостомозжечковый, от затылочной и височной — затылочно-височно-мостомозжечковый.


Сигналы из коры больших полушарий являются корригирующими, направляющими. Они поступают из коры больших полушарий после обработки всей поступающей в нее афферентной информации о положении тела в пространстве по проводникам чувствительности и от органов чувств. Кортиково-мозжечковые пути входят в мозжечок через средние ножки, заканчиваются в коре мозжечка, минуя коллектор мозжечковой афферентации — ядро шатра.







**Корково-мозжечковые пути двухнейронны.** *Первый нейрон* — корково-мостовой путь — берет начало или из верхних отделов лобной доли (лобно-мостовой путь), или из нижних отделов височной и затылочной долей (затылочно-височно-мостовой путь). Лобный путь моста мозга (tr. fronto-pontinus) начинается из передних отделов верхней и средней лобных извилин, проходит centrum semiovale, переднюю ножку внутренней капсулы, внутренний отдел основания ножек мозга и заканчивается в собственных ядрах моста своей стороны. Затылочно- височный путь моста (tr. occipito-temporo-pontinus) начинается от задних отделов височных извилин и затылочной области коры, проходит через задний отдел задней ножки внутренней капсулы в наружную часть основания ножек мозга и оканчивается также в собственных ядрах моста своей стороны.




 *Второй нейрон* начинается от собственных ядер моста — мостомозжечковый путь. Аксоны клеток ядер мозга, предварительно перекрещиваясь в его основании, идут через средние ножки к коре мозжечка. Таким образом, полушария большого мозга связаны с противоположными полушариями мозжечка. Поэтому при поражении коры больших полушарий расстройства координации возникают на противоположной очагу стороне.

 Эфферентные импульсы от мозжечка преимущественно идут через верхние ножки по зубчато-красноядерно-спинномозговому (дентору-броспинальному) пути к альфа-малым нейронам передних рогов спинного мозга. Как денто-рубральная, так и рубро-спинномозговая пути совершают перекресты (Вернекинка и  Фореля), поэтому при поражении полушарий мозжечка расстройства координации возникают на стороне очага.



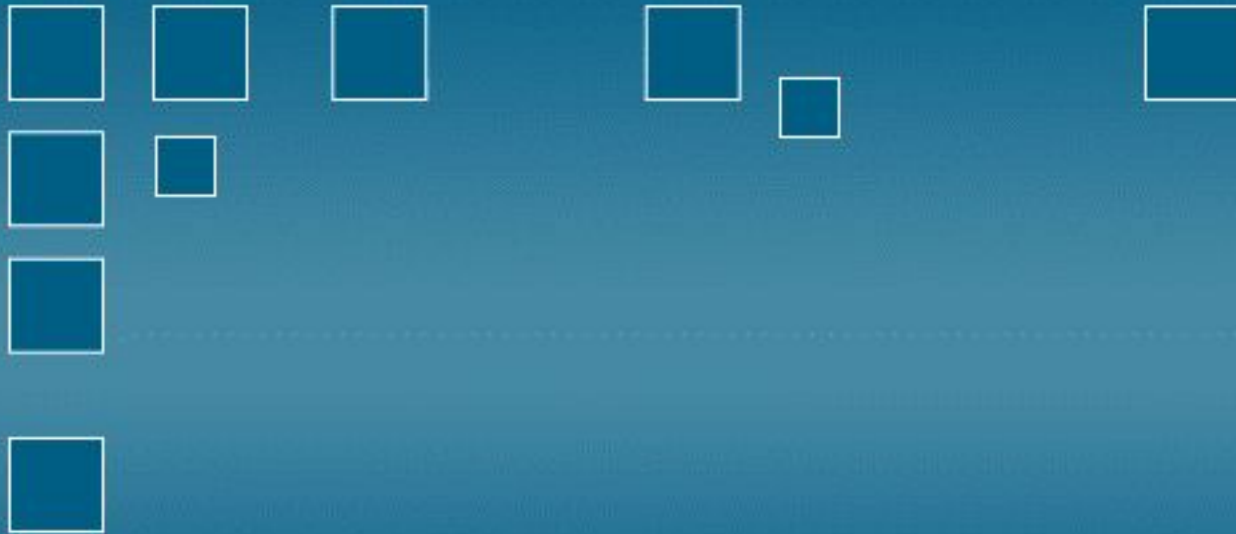
Красные ядра отдают волокна не только в составе красноядерно-спинномозгового пути, но и к зрительному бугру, откуда импульсы поступают в стриопаллидум и кору больших полушарий. Обратные эфферентные сигналы от стриопаллидарной системы проходят к мускулатуре через красноядерно-спинномозговые, преддверно-спинномозговые, покрышечно-спинномозговые, ретикулярно-спинномозговые пути, а также через задний продольный пучок — к мышцам глаза. Мозжечок имеет и собственные связи с вестибулярной системой и ретикулярной формацией. Пути к ядру Дейтерса (латеральное вестибулярное ядро) и ядрам ретикулярной формации идут от ядра шатра червя мозжечка по нижним ножкам. Здесь же проходит нисходящий путь от мозжечка к нижней оливе.



**Функция мозжечка** В единой экстрапирамидной системе осуществляется благодаря непрерывной циркуляции нервных импульсов по кольцевым каналам: сегментарный проприоцептор — пути Флексига, Говерса, Голля, Бурдаха — мозжечок (ядро шатра — кора мозжечка — зубчатое ядро) мозжечково-красноядерно-спинномозговой путь (мозжечково- преддверно-спинномозговой, мозжечково-оливоспинномозговой, мозжечково-ретикулярно-спинномозговой) — сегментарный альфа-малый нейрон и мышца — сегментарный проприоцептор (эфферентная, часть этого кольца может начаться от nucleus fastigii, затем через ядро Дейтерса и ядра ретикулярной формации направляется к мышце).

Такие же кольцевые связи (простые или сложные) имеются со стриопаллидарной системой (мозжечок — красное ядро — зрительный бугор — хвостатое ядро чечевицеобразное ядро — черное вещество ретикулярная формация или нижняя олива — мозжечок), корой больших полушарий (мозжечок — красное ядро зрительный бугор кора — мост — мозжечок), с системой заднего продольного пучка, вестибулярным аппаратом.





**Благодарим за внимание...**

