

# 1. Организация деятельности двигательных систем мозга.

**Источник:** [Тема 7. Двигательная функция центральной нервной системы](#)

В регуляции фазной (динамической) и позной (статической) активности мышц принимают участие различные структуры мозга – спинной мозг, ствол мозга, мозжечок, таламус, базальные ганглии и кора больших полушарий. Каждый отдел мозга выполняет определенные задачи, или функции, конкретный характер которых зависит от вида мышечной деятельности. Так, при выполнении произвольного целенаправленного действия необходимо сформировать побуждение к действию (драйв, мотивация), создать замысел, или цель, действия, определить план реализации замысла, т. е. программу действия и приступить к выполнению этого плана, используя при этом адекватную для данного действия позу. Распределение обязанностей между отделами мозга в этом случае, вероятно, будет таким: мотив и конкретная цель, или замысел, действия формируется в мотивационных и ассоциативных зонах новой коры, а также в структурах лимбической системы. Программа, или план, действия отбирается из массива имеющихся программ или формируется заново. В том и другом случае в формировании программы действия принимают участие ассоциативные и двигательные зоны новой коры при обязательном участии базальных ядер мозжечка и таламуса. Конкретная же реализация программы осуществляется скелетными мышцами под влиянием импульсов, идущих от альфамотонейронов спинного мозга, которые получают необходимые команды по пирамидному пути от двигательной коры больших полушарий, а также по нисходящим путям от компонентов экстрапирамидной системы, т. е. от базальных ядер, мозжечка и ствола мозга.

Каждый нейронный механизм мозга, участвующий в регуляции фазной и позной мышечной активности, по предложению ряда физиологов называется двигательной системой, или двигательным центром. Различают двигательные системы спинного мозга, ствола, мозжечка, базальных ядер, таламуса и новой коры. В расположении структур, отвечающих за удержание позы и регуляцию движений (т. е. двигательных, или моторных, центров), прослеживается четкая иерархия, отражающая постепенное усовершенствование двигательных функций в процессе эволюции, которое сопровождалось не только

перестройкой существовавших двигательных систем, но и надстраиванием новых (контролирующих) структур, отвечающих за определенные программы движения.

В спинном мозге располагается основной элемент всей двигательной системы мозга – альфа-мотонейроны. Аксоны этих нейронов являются единственным каналом, соединяющим нервную систему со скелетными мышцами. Только возбуждение альфа-мотонейрона приводит к активации соответствующих мышечных волокон. В спинном мозге существуют два механизма, активирующих альфа-мотонейроны. Первый механизм – это прямое нисходящее влияние на альфа-мотонейрон, например, такие воздействия могут оказывать аксоны гигантских пирамидных клеток Беца, расположенных в двигательной коре. Однако активация альфа-мотонейронов нередко осуществляется опосредованно, через вставочные нейроны (число которых в спинном мозге огромно) и гамма-мотонейроны. Последние активируют интрафузальные мышечные волокна, повышая тем самым чувствительность мышечных рецепторов, т. е. мышечных веретен к растяжению мышцы. Следствием этого является повышение потока импульсов, идущих от мышечных веретен к альфа-мотонейронам (в том числе через вставочные нейроны), что приводит к возбуждению альфа-мотонейронов и иннервируемых ими мышечных волокон. Такой механизм активации альфа-мотонейронов называется гамма-петлей. Итак, гамма-мотонейроны, по сути, выступают в роли вставочных нейронов, но с особым вариантом возбуждения, т. е. с участием периферического посредника в виде мышечных веретен. Кроме того, в спинном мозге имеются нейроны, выполняющие роль пейсмекера, т. е. автоматического генератора импульсов, возбуждающих альфа-мотонейроны. За счет такого механизма автоматически, без сигналов от супраспинальных двигательных систем могут возникнуть шагательные движения. Эти нейроны формируют так называемый центральный генератор шагания, который у здорового человека, вероятнее всего, полностью переходит под контроль супраспинальных структур (уже с первых месяцев постнатального развития).

Вторым «этажом» управления двигательной активностью являются двигательные системы ствола мозга (в том числе вестибулярные ядра, красное ядро, ретикулярная формация продолговатого мозга и моста, ядра четверохолмия), с участием которых регулируется мышечный тонус, организуется соответствующая поза, в том числе позволяющая выполнять целенаправленные движения. Двигательные системы ствола мозга находятся под контролем мозжечка, базальных ядер, таламуса и двигательной коры больших полушарий. В целом ствольные двигательные системы являются компонентами экстрапирамидной системы. В эту же систему входят мозжечок, базальные ядра и таламус, которые условно можно отнести к третьему «этажу» управления движением. Мозжечок и базальные ядра выполняют две основные двигательные задачи. Во-первых, они контролируют функции двигательных систем ствола мозга, в том числе вестибулярных ядер, красного ядра и ретикулярной формации. Во-вторых, они обеспечивают двигательную кору больших полушарий необходимыми программами действия и корректируют двигательные команды, идущие от двигательной коры к нейронам спинного мозга по пирамидному пути. Четвертым «этажом» управления движения является кора больших полушарий, в том числе ее ассоциативные и двигательные области. В ассоциативных областях (лобной и теменной коры) формируются мотивация действия и его «замысел», или цель, а также программа, или план, целенаправленного действия. Для оценки «замысла» и выбора конкретной программы действия информация из ассоциативной коры поступает одновременно к базальным ядрам и

мозжечку, от которых она возвращается через ядра таламуса к коре больших полушарий (главным образом, к ее двигательной области). От гигантских пирамидных клеток Беца двигательной коры информация направляется непосредственно к нейронам спинного мозга (по пирамидному, или кортикоспинальному, пути). Одновременно с целью коррекции движения и для того, чтобы произвольное целенаправленное движение осуществлялось в оптимальной, удобной позе, сигнал от пирамидных клеток Беца направляется по экстрапирамидным путям к компонентам экстрапирамидной системы, в том числе к базальным ядрам, мозжечку, вестибулярным ядрам, красному ядру, ретикулярной формации продолговатого мозга и моста. Все двигательные системы мозга работают с использованием обратной связи, т. е. на основе получения сенсорной информации, в том числе идущей от мышечных веретен, сухожильных и суставных рецепторов, от тактильных рецепторов и рецепторов вестибулярного аппарата.

На спинальном уровне у человека протекают лишь простейшие координации, например, реципрокное торможение мышц-антагонистов. Ствол мозга обеспечивает координацию правильной установки тела в пространстве. Важная роль в координации движений принадлежит мозжечку, который обеспечивает такие качества движения, как плавность, точность, необходимая сила. Полушария мозга (кора и базальные ядра) обеспечивают наиболее тонкие координации движений – двигательные реакции, приобретенные в индивидуальной жизни. Однако осуществление этих реакций, конечно же, базируется на работе двигательных систем спинного мозга и ствола мозга.

---

Версия #4

GRN создал 2 April 2023 10:43:44

GRN обновил 2 April 2023 11:05:05