

4. Участие мозжечка в регуляции двигательной активности

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

Согласно общепринятому мнению, основное значение мозжечка состоит в том, что он корректирует и дополняет деятельность других двигательных центров. Основные функции мозжечка – регуляция позы и мышечного тонуса, координация медленных движений и рефлексов поддержания позы и коррекция быстрых целенаправленных движений, формируемых двигательной корой больших полушарий. При этом считается, что каждая область мозжечка (архиоцеребеллум, палеоцеребеллум и неocereбеллум) выполняет определенные функции в процессах координации мышечной деятельности.

Архиоцеребеллум (или внутренняя часть) регулирует активность вестибулярных ядер продолговатого мозга и нейронов ретикулярной формации моста. Тем самым он влияет на процессы равновесия и формирования позы. Это влияние достигается тем, что кора архиоцеребеллума за счет клеток Пуркинье регулирует состояние нейронов ядра шатра (тормозит их активность при возбуждении клеток Пуркинье или, наоборот, повышает их активность при торможении клеток Пуркинье). В свою очередь, возбуждение нейронов ядра шатра активирует нейроны вестибулярных ядер и нейроны ретикулярной формации моста, результатом чего является рост активности альфа-мотонейронов мышц-разгибателей. Деятельность архиоцеребеллума основана на информации, поступающей от рецепторов вестибулярного аппарата по вестибуло-мозжечковым волокнам, входящим в состав ядерно-мозжечкового пути.

Функция палеоцеребеллума (или средней части мозжечка) – это взаимная координация позы и целенаправленного движения, а также коррекция выполнения сравнительно медленных движений на основе механизма обратной связи. Эта функция реализуется с участием двух промежуточных ядер мозжечка – пробковидного и шаровидного, которые влияют на активность красного ядра и ретикулярной формации продолговатого мозга. Деятельность палеоцеребеллума основана на информации, поступающей от мышечных, сухожильных и суставных рецепторов, а также от двигательной коры. Функция коррекции медленных движений имеет важное значение в процессе обучения. Однако она не может быть реализована при выполнении быстрых и очень сложных движений, т. е. в условиях дефицита времени.

Неоцеребеллум (или латеральная часть мозжечка) играет важную роль в программировании сложных движений, выполнение которых происходит без использования механизма обратных связей. Деятельность неоцеребеллума основана на информации, поступающей от ассоциативных зон коры («замысел»). Предполагается, что мозжечок программирует каждый следующий шаг на основе информации о предыдущем.

Роль базальных ганглиев в регуляции двигательной активности. Считается, что афферентным входом базальных ядер является неостриатум, т. е. хвостатое тело и скорлупа. Выделяют три основных входящих потока афферентации. Первый несет сенсорную информацию от таламуса. Второй поток афферентации идет от среднего мозга (преимущественно от черной субстанции), а третий – от коры больших полушарий, в том числе от сенсорных зон коры, от двигательных зон (пирамидная и экстрапирамидная кора), от передней ассоциативной области, а также от поясной извилины.

Установлено, что бледный шар является основной структурой базальных ядер, от которой идут эфферентные пути практически со всеми отделами центральной нервной системы. От неостриатума, т. е. хвостатого ядра, и скорлупы также идут многочисленные пути. Самый мощный из них – это путь к бледному шару, посредством которого неостриатум также связан практически со всей ЦНС. Кроме того, от неостриатума идут прямые пути к черной субстанции, к красному ядру, к вестибулярным ядрам, к оваре, к медиальной группе ядер таламуса, к мозжечку, а также к спинному мозгу. Не исключено наличие прямых путей и к коре больших полушарий, хотя основная часть информации от хвостатого ядра и скорлупы к коре проходит последовательно через бледный шар и таламус. В целом между неостриатумом и корой больших полушарий имеется замкнутый круг связей: неостриатум – бледный шар – таламус – кора полушарий головного мозга – неостриатум.

Особый интерес представляют связи неостриатума с черной субстанцией, так как нарушение этих связей приводит к развитию патологии (например, болезни Паркинсона). Взаимодействие черной субстанции и хвостатого ядра основано на прямых и обратных связях между ними. Так, установлено, что стимуляция хвостатого ядра усиливает активность нейронов черной субстанции. С другой стороны, выявлено, что стимуляция черной субстанции увеличивает содержание дофамина в хвостатом ядре, а разрушение черной субстанции снижает его.

В отношении овары известно, что она образует двусторонние связи с различными долями коры больших полушарий головного мозга, с обонятельными луковицами, с черной субстанцией среднего мозга, со скорлупой, хвостатым ядром, миндалевидным комплексом, таламусом и бледным шаром. Это указывает на то, что оварда имеет какую-то важную функцию, в том числе в регуляции движений. Считается, что базальные ядра совместно с черной субстанцией регулируют двигательные автоматизмы, обеспечивают нормальное распределение тонуса и адекватную динамику движения. Одной из основных функций базальных ядер, по мнению многих исследователей, является их участие в формировании двигательных программ. В частности, предполагается, что базальные ядра, подобно мозжечку, используются в качестве системы, в которой уточняется программа выполнения сложных движений (автоматизмов и произвольных движений). Иначе говоря, базальные ядра, подобно мозжечку, рассматриваются как составная часть экстрапирамидной системы.

При этом полагают, что для формирования двигательной программы информация от ассоциативных участков коры, т. е. от мест, где зарождается «замысел» движения (параллельно потоку информации к мозжечку), поступает к неостриатуму, т. е. к хвостатому ядру и скорлупе. От неостриатума информация идет по двум каналам: 1) к черной субстанции, от которой она возвращается к нео-стриатуму (дофаминергический путь) и одновременно идет через таламус к двигательной коре больших полушарий; 2) информация от неостриатума поступает к бледному шару, а от него через таламус достигает двигательной коры. Таким образом, вся информация, поступающая к двигательной коре от неостриатума, бледного шара и черной субстанции, идет через таламус. Поступив в двигательную кору, информация (т. е. уточненная программа действия), используется для управления движением. С этой целью двигательная кора посылает к мышцам двигательные команды по пирамидному и экстрапирамидному путям к альфа-мотонейронам спинного мозга. При нарушении всех описанных выше связей происходят изменения в двигательной сфере человека.

Имеются сведения о том, что от черной субстанции идут также нисходящие пути к гамма-мотонейронам спинного мозга и (или) к клеткам Реншоу, благодаря чему черная субстанция способна непосредственно контролировать активность альфа-мотонейронов спинного мозга. Не исключается, что и бледный шар имеет прямой выход к структурам ствола мозга, в частности – к ретикулярной формации, а от нее – к ретикулоспинальному пути. Но эти влияния, вероятно, не имеют решающего значения в процессах управления движением. Итак, путь «ассоциативная кора – неостриатум – бледный шар (и параллельно – черная субстанция) – таламус – двигательная кора» играет важную роль в процессах управления движением. В настоящее время сделан вывод о том, что хвостатое ядро и скорлупа осуществляют тормозной контроль над поведенческими реакциями организма. В частности, неостриатум осуществляет тормозной контроль за деятельностью бледного шара, в результате чего достигаются максимальная точность и экономичность совершаемых двигательных актов.

Версия #4

GRN создал 2 April 2023 10:54:18

GRN обновил 2 April 2023 11:06:08