

7. Роль коры в регуляции двигательных функций

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

Моторные зоны коры у приматов и человека расположены в предцентральной области, т. е. в передней центральной извилине и задних отделах верхней и средней лобных извилин. Кроме них, на медиальной поверхности коры расположена дополнительная моторная область. Электрическая стимуляция различных участков моторной коры вызывает четкие, координированные двигательные реакции, а также (при слабом раздражении) сокращения отдельных мышц противоположной половины тела.

У человека и приматов разные группы мышц представлены группировками нейронов моторной коры, расположенными в определенной последовательности, т. е. зоны моторной коры организованы строго по соматотопическому принципу – каждой мышце соответствует свой участок области коры. Так, представительство мышц нижних конечностей расположено в медиальной части предцентральной извилины, вблизи продольной щели, а представительство мышц головы и шеи – в дорсолатеральных участках. Мышцы левой половины тела представлены в правом полушарии, и наоборот.

Нейронные группировки моторной коры, связанные с движением разных мышц, занимают разные по размеру площади и распределены неравномерно. Непропорционально большие участки связаны с движением пальцев рук, кистей, языка, мышц лица и значительно меньше – с большими мышцами спины и нижних конечностей. Карта представительства мышц моторной коры имеет вид «гомункулюса» – человечка с огромной головой, языком, кистью и очень маленькими туловищем и ногами. Неравномерное распределение связано с тем, что аксоны пирамидных нейронов моторной коры дают наибольшее количество синаптических контактов на тех мотонейронах спинного мозга, которые иннервируют мышцы пальцев кисти, языка, лица. Такая организация обеспечивает наиболее тонкое и точное управление движением именно этих мышц. Удаление участков моторной коры вызывает нарушение соответствующего движения.

У человека и приматов гигантские пирамидные клетки Беца и другие нейроны моторной коры сгруппированы в вертикально ориентированные колонки («элементарные функциональные единицы»), управляющие работой небольших групп мышечных волокон. Такие колонки нервных клеток включают все шесть слоев коры. Считается, что двигательные колонки способны возбуждать или тормозить группу функционально однородных мотонейронов. В то же время выявлено, что нейроны коры, регулирующие деятельность какой-либо мышцы, не сосредоточены в пределах только одной колонки. Показано, что для колонок характерна тонкая функциональная специализация. Например,

существуют отдельные колонки моторной коры, связанные с быстрыми (фазными, или фазическими) и медленными (тоническими) движениями. Полагают, что каждая колонка управляет суставом, т.е. от колонки идут команды к разным мышцам, деятельность которых имеет отношение к данному суставу. Установлено, что вертикальные колонки специализируются и в отношении положения сустава – возбуждение одних колонок вызывает сгибание соответствующего сустава, а возбуждение других – фиксацию этого сустава. Иначе говоря, двигательная колонка в значительной степени представляет собой функциональное объединение нейронов, регулирующих деятельность нескольких мышц, действующих на тот или иной сустав. Таким образом, в колонках пирамидных нейронов моторной коры представлены не столько мышцы, сколько движения.

Эфферентными выходами колонок являются гигантские пирамидные нейроны (клетки Беца), расположенные в V слое моторной коры. Эти нейроны обладают фоновой активностью, изменение которой предшествует возникновению произвольных движений. Аксоны гигантских пирамидных нейронов образуют пирамидный путь, заканчивающийся возбуждающими синапсами на альфа-мотонейронах (частично, на вставочных нейронах и на гамма-мотонейронах) разных уровней спинного мозга и ствола мозга противоположной стороны. Аксоны пирамидного пути имеют самую большую в организме скорость передачи возбуждения и служат для вызова произвольных движений. Кроме того, нисходящий сигнал в пирамидных волокнах оказывает влияние на нейроны восходящих афферентных путей, модулируя в них передачу импульсов, что, видимо, также является компонентом кортикальной организации двигательного акта. Наряду с пирамидной системой в моторной коре начинается экстрапирамидная система. Эта система отличается тем, что аксоны ее корковых клеток идут к базальным ганглиям, мозжечку, красному ядру, вестибулярным ядрам, ретикулярной формации и другим структурам ствола мозга, которые по нисходящим путям воздействуют на спинномозговые нейроны. В целом пирамидный и экстрапирамидный пути – это единый механизм, благодаря которому выполняется сложное целенаправленное движение при сохранении равновесия и ориентации в пространстве.

В моторную кору приходит афферентация от тактильных, проприорецептивных, вестибулярных, висцеральных, зрительных и слуховых рецепторов, как непосредственно от соответствующих проекционных, так и от ассоциативных областей коры. Важно подчеркнуть, что через систему ассоциативных волокон двигательная область коры связана со многими зонами противоположного полушария, что имеет большое значение для эффективного управления произвольными движениями.

Особое значение для деятельности моторной коры имеет афферентация, поступающая в нее от рецепторов мышц, сухожилий и суставов. Вход в моторную кору от проприорецепторов мышц топически специфичен. Это обеспечивает реализацию рефлексов, замыкающихся через пирамидные клетки непосредственно на альфа-мотонейронах спинного мозга. Такая организация лежит в основе высокой степени самоорганизации и совершенствования движения путем коррекции управления движениями на основе сигналов обратной связи.

Именно первичная соматосенсорная зона, локализованная в задней центральной извилине, является ведущей при анализе сигналов кожной, мышечной и висцеральной чувствительности, которые поступают сюда с участием аксонов релейных клеток заднего

вентрального ядра таламуса. Различные участки тела имеют в этой зоне четкое пространственное представительство (т. е. имеет место соматотопический принцип организации). Например, проекция нижних конечностей находится в верхних участках постцентральной извилины, а проекция головы и верхней половине тела – в нижних ее участках. Площадь представительства зависит от важности участка – она значительно выше для кистей рук, лица и голосового аппарата по сравнению с туловищем и нижними конечностями. Вторая соматосенсорная зона, расположенная в латеральной (силвиевой) борозде, получает сенсорную информацию от аксонов релейных клеток центрального заднего ядра таламуса. Эта зона также играет определенную роль в деятельности моторных центров коры, хотя и меньше, чем первая зона.

Структурами коры, ответственными за замысел и организацию движения являются основные ассоциативные зоны коры: лобная ассоциативная область и теменная ассоциативная область. Лобная ассоциативная область, участвуя в реализации психических процессов, одновременно является местом организации целенаправленной деятельности, в том числе за счет принятия решения и формирования программы действия. Эта область у человека имеет также непосредственное отношение к формированию устной (моторный, или речедвигательный, центр Брока) и письменной речи. Информация о замысле движения передается соответствующим центрам моторной коры, которые направляют двигательные команды к альфа-мотонейронам спинного мозга (по пирамидному пути), а также к базальным ганглиям, мозжечку, красному ядру, вестибулярным ядрам и ретикулярной формации ствола мозга (по экстрапирамидному пути). Архипалеокортекс включает структуры древней и старой коры больших полушарий – обонятельный бугорок и окружающая его кора, переднее продырявленное пространство, гиппокамп, зубчатая фасция, ядра прозрачной перегородки, а также сводчатая извилина, включающая поясную извилину, истмус, парагиппокампальную извилину и крючок. Как известно, он представляет собой одну из важных интегративных систем мозга и является неспецифическим активатором всех видов корковой деятельности. Помимо других функций (обоняние, внимание, эмоции, регуляция вегетативных процессов), архипалеокортекс обеспечивает осуществление биологически важных врожденных рефлексов (в частности, поисковый, пищевой, половой, оборонительный) и их двигательных компонентов. Очевидно, что указанные структуры архипалеокортекса содержат врожденные двигательные программы, реализация которых обеспечивает проявление указанных рефлексов.

Версия #3

GRN создал 2 April 2023 11:00:54

GRN обновил 2 April 2023 11:07:16