

СИСТЕМА ПРОИЗВОЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ У ЧЕЛОВЕКА. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ТРЕНИРОВОК В СПОРТЕ

Изучение и освоение любой двигательной, а точнее сказать, локомоторной программы — это сложная и трудоемкая нагрузка. Если говорить о любом, без исключения, виде спорта, то это еще и значительная **физическая** нагрузка для спортсмена. В своей статье мы не обсуждаем отдельно предварительную теоретическую подготовку, которая необходима для всех спортсменов. Постараемся акцентировать внимание на «более простых» нейромоторных системах обеспечения реализации поставленной задачи. Интенсивность физической нагрузки можно себе представить, если обратить внимание на то, что в любом руководстве по подготовке спортсменов или тренеров говорится о том, что для успешного результата любой спортсмен должен заниматься минимум через день. В конечном итоге количество «рабочего» времени составляет более 4,5 астрономических часов в неделю. Кроме того, каждый профессиональный спортсмен, как правило, начинает интенсивные тренировки еще с детского возраста.

Что дает спортсмену тренировочное занятие?

Начиная разговор о тренировочном режиме, хотелось бы остановиться на базовых понятиях в нейрофизиологии, которые ориентированы на опорно-двигательный аппарат — кости скелета, связки, суставы и мышечную систему. Любое движение человека, как и у многих животных, выполняется только при участии поперечнополосатых скелетных мышц. Мышечная ткань представляет собой одну из разновидностей биологических структур со способностью к укорочению и растяжению. Процесс укорочения является активным, а растяжение происходит пассивно. Кости — это система рычагов, выполняющих локомоторную функцию. Любая костная структура приводится в движение только при помощи сократившейся поперечнополосатой мышечной ткани. Особенности расположения и места прикрепления мышц к структурам кости у человека позволяют выполнять движения различной направленности. Управление мышцами, расположенными на разных участках крепления, представляет собой очень сложный процесс. Он заключается в согласовании переключения импульсов к мышцам и мышечным группам, выполняется высокоспециализированными отделами нервной системы — системой координации. Человек, как наиболее высокоразвитое существо на планете, обладает уникальной способностью с точки зрения умственной деятельности, а также имеет особые преимущества в реализации некоторых двигательных программ. Система произвольных движений, или движений по нашему желанию, достигла в эволюции животного мира своего максимального развития только у человека. Произвольность движений определяется желанием конкретного индивидуума: мы хотим согнуть руку, и мы ее сгибаем.

Типы движений человека можно разделить на две группы (рис. 1). Первая группа, о которой уже упоминалось, относится к произвольным движениям. Вторым вариантом двигательной активности является непроизвольные движения, которые в

свою очередь могут быть насильственными, рефлекторными. Особый тип мышечного сокращения представляет собой миофасциальный синдром.

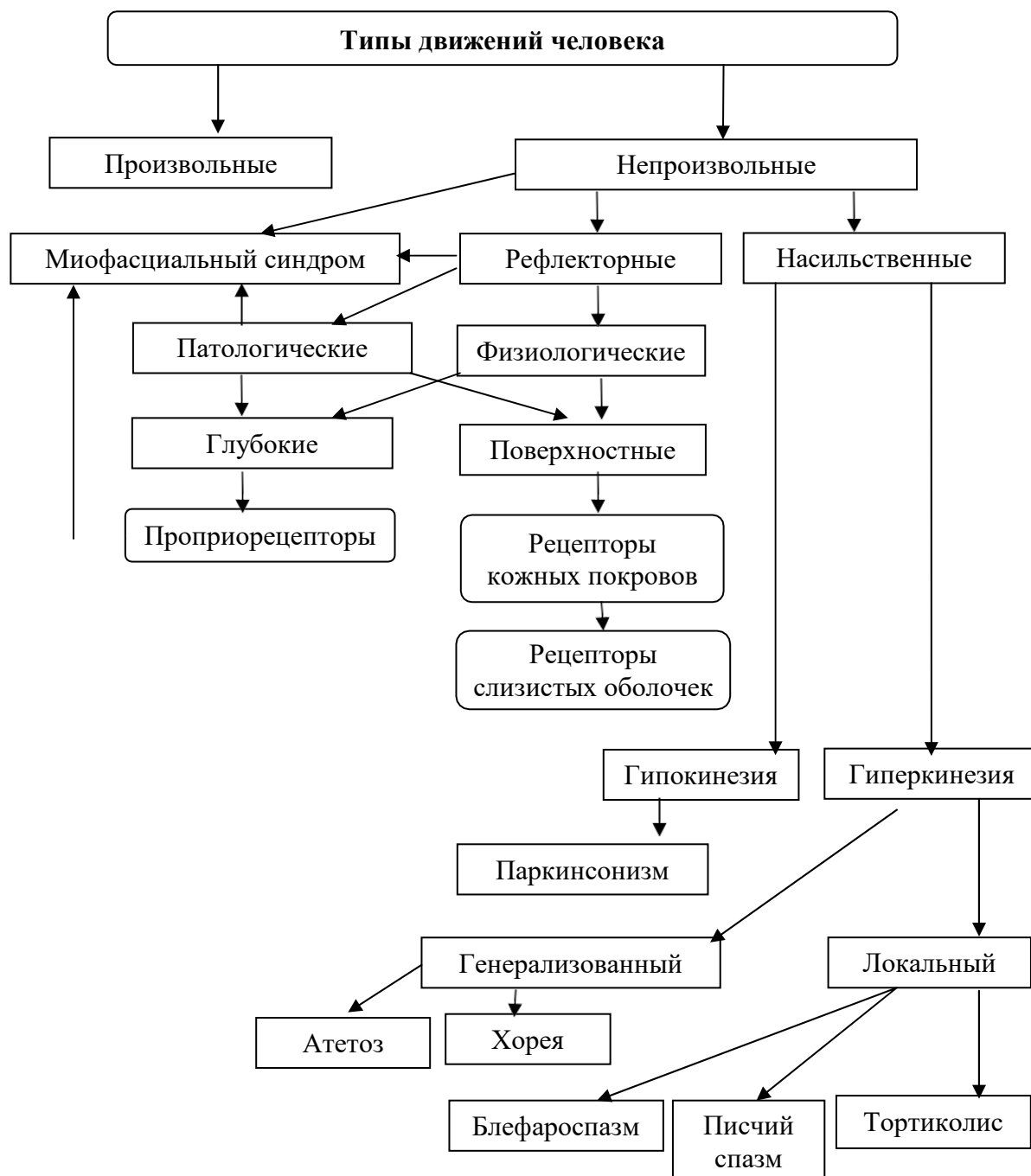


Рис. 1. Двигательная активность человека

Особенностью рефлекторного двигательного ответа является возникновение того или иного непроизвольного движения в ответ на воздействие в соответствующие рефлексогенные зоны. Самым известным примером рефлекторного движения может служить разгибание голени в ответ на кратковременное и быстрое растяжение мышцы, которая в результате и выполняет это движение. В неврологии данный вариант двигательного ответа получил название «коленного рефлекса», и эту

функцию выполняет четырехглавая мышца бедра. Характер этих произвольных движений, в частности сила мышечного сокращения, может контролироваться осознанным фиксированным вниманием на этом движении. Для выполнения рефлекторного движения необходимо функционирование трех отделов периферической и центральной нервной системы: афферентной, эфферентной части дуги соответствующего рефлекса, а также соответствующего сегмента спинного мозга. Хотя образованы эти отделы двумя нейронами: чувствительным и двигательным. Их отростки находятся в соответствующих периферических нервах. В спинном мозге, его переднем роге, находится тело периферического двигательного нейрона, который собственно и направляет электрический импульс в соответствующую поперечнополосатую скелетную мышцу. Импульс генерируется после получения сигнала от чувствительного нейрона.

Еще одним вариантом движений являются произвольные и неконтролируемые содружественные движения (мышечные сокращения). Подобный тип движений может иметь различную распространенность и вовлеченность мышц и мышечных групп, амплитуду сокращения, локомоторный эффект и ряд других характеристик. Описанная моторика всегда носит патологический характер и относится к патологии экстрапирамидной системы. В неврологии насильственные движения получили названия гиперкинезы. В норме у человека присутствуют насильственного типа движения физиологического характера. Подобные проявления моторики получили название нормальных синкинезий, автоматизмов и двигательных стереотипов.

Кроме того, управление функцией движения осуществляет система координации. Здесь ключевую роль играет мозжечок. Нарушение его функции приводит к невозможности выполнения целенаправленных движений руками и ногами, а также нарушаются поддержание вертикальной позы и ходьба. Известно высокое значение чувствительности в координации движений. Информация от аппарата движения играет важнейшую роль контроля, пускового и ограничительного механизма. Необходимо отметить огромное значение афферентной системы и в процессах научения, выработке и формировании новых навыков, особенно в процессе тренировки. В частности, формирование устойчивых синаптических контактов афферентных центров постцентральной извилины. Наряду с этим, нужно иметь в виду, что сами афферентные системы, вплоть до мышечных рецепторов, находятся под регулирующим влиянием двигательных систем. Этот феномен выглядит, как своего рода «контроль над контролем». В организме «все моторы сенсорны, а сенсоры моторны» (Н. Берштейн).

Для понимания принципов и закономерностей освоения двигательных программ нужно обратить внимание на все этапы формирования и реализации двигательных навыков. Выполнение любого движения осуществляется мышечной системой человека, и первоочередная задача системы локомоции (скелет и мышцы) заключается в способности задействовать необходимое количество двигательных единиц и группы мышц. Другими словами, основная функциональная мышца должна развивать определенную силу сокращения. Также важным является «выключение» из процесса движения противоположные по точкам прикрепления и функции, обеспечить меньшую силу сокращения «мышцам-помощникам» (синергистам). В целом организация координации движений представлена на рис. 2.

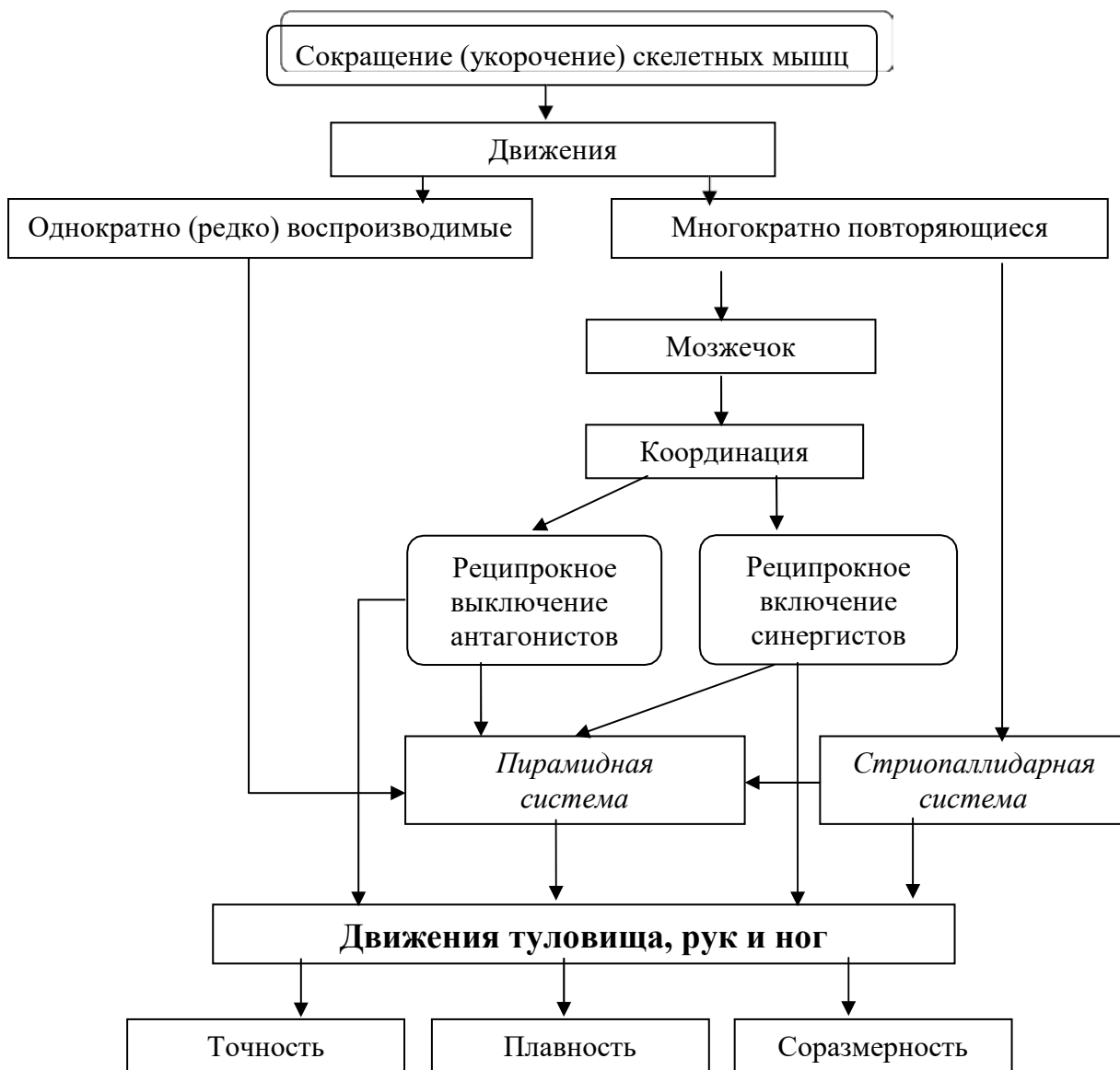


Рис. 2. Регулирование двигательной активности человека

Таким образом, любая спортивная нагрузка, и не только, — это работа скелетной мускулатуры и в первую очередь способность добиться согласованной работы огромного количества мышц и мышечных групп. Только в ноге их насчитывается более десятка. При этом в стройную двигательную программу могут вовлекаться отдельные пучки той или иной мышцы. С другой стороны, скелетная мускулатура туловища, рук и ног является всего лишь конечным исполнителем этого вида деятельности. Движения человека, особенно спортивные навыки, не являются отдельными изолированными импульсами. Они составляют стройную «программу». Комплекс импульсов нейронов, подающих сигнал к мышце (их можно назвать «программой»), исходит из структур головного мозга и спинного мозга. Более того, они расположены в противоположном полушарии и находятся в строгом соответствии с областью иннервации — соматотопический принцип иннервации (Скоромец А.А. и соавт., 2017).

Любое движение представляет собой регулируемую мышечную (сократительную) деятельность. Так организована ходьба, письмо, управление автомобилем и многое другое, даже речь. Имеются различные структуры нервной системы, управляющие мышцами и мышечными группами.

Сама по себе мышца не может сокращаться (укорачиваться) в полную силу. Эта функция управляемая. Ранее упоминалось, что скелетная мускулатура обладает не только сократительной способностью, то есть способностью к укорочению, но и определенной растяжимостью. Локомоторная (двигательная) деятельность является результатом взаимодействия многочисленных мышц, даже при выполнении самого простого движения, например, согнуть руку в локтевом суставе. Основную функцию выполняет двуглавая мышца плеча, находящаяся на передней поверхности плечевой кости. Ее «помощником» (синергистом) является плечелучевая мышца, а противодействующей — трехглавая мышца плеча. Задача системы управления заключается в согласовании работы исполняющих структур (мышечной группы), обеспечивающих как содружественные, так и противоположные движения.

В природе способность к локомоции является жизненно необходимым свойством любого живого существа, поскольку кто быстрее добыл пищу, занял удобную пространственную позицию или удалился от источника опасности, тот остался жив и является продолжателем рода. Моторика человека имеет уникальные и многоуровневые особенности регуляции. Нервный импульс из коры головного мозга по цепочке нейронов направляется к мышечным группам, и мы можем взять предмет со стола, согнуть ногу и т.д. Так приводятся в действие конкретные мышцы. Другие, наоборот, — не вовлекаются в эту программу. «Логика» управления мышцами очень проста, имеет направленный, функциональный характер. Зачем сгибать ногу, когда нужно взять ручку со стола.

Однако если мы посмотрим на движения человека в обычной жизни, то можно заметить, что многие из них нам необходимы с повторениями. К ним относятся и речь, и ходьба, и письмо. Спортивные навыки также попадают в эту категорию, поскольку они становятся востребованными практически постоянно.

При повторении движений происходит изменение системы управления «участников» в этом движении, включение и выключение содружественных и противоположных мышц. Они обеспечиваются не только корковыми мотонейронами, но и другими отделами головного мозга — так называемыми подкорковыми структурами. Это происходит за счет формирования участков взаимодействия между отдельными нейронами в виде синаптических контактов. В нервной системе они являются самыми пластичными структурами и могут достаточно быстро формироваться или утрачиваться. При этом образуются и модули совместно действующих нейронов.

Когда человек осваивает новые двигательные навыки, такие как вождение автомобиля, игра на музыкальных инструментах, плавание, танцевальные движения, ему необходимо контролировать каждое движение, каждое действие. И эта фаза, с точки зрения структур управления в головном мозге, называется пирамидно-стриарной. Ее можно назвать фазой или этапом постоянного контролирования. По мере последующих тренировок или занятий на практике эти сложные двигательные программы приобретают точность, плавность, согласованность и эстетический компонент.

Процесс управления «передается» на более древние по происхождению области мозга с более автоматизированными принципами функционирования — подкорковые структуры. Эти отделы нервной системы получили свое название по расположению, поскольку анатомически они находятся в глубине полушарий или под корой головного мозга. При повторном предъявлении этого же движения они берут на себя функцию согласования сокращений мышц туловища и конечностей. Благодаря подкорковой (экстрапирамидной) системе человек может добиваться таких качеств движения, как энергетическая экономность, соразмерность и изысканность. На этом феномене основано явление «мышечной памяти». Например, человек много лет занимался музыкой и играл на фортепьяно. По разным причинам стал меньше времени заниматься этим видом деятельности. Только иногда удается проигрывать ранее выученные произведения. Но, чем меньше человек занимается музыкой — тем труднее играть на прежнем уровне. На каком-то этапе ноты уже забываются, однако удается «автоматически проигрывать» самое любимое музыкальное произведение. По прошествии времени, если не удастся тренироваться, забывается и этот механизм воспроизведения двигательной «программы».

Безусловно, тренировочный режим не сводится только к отработке моторной программы. Исполнителем является все-таки конкретная мышца или мышечная группа. Эти задействованные структуры должны обладать достаточной силой и выносливостью, соответствующим уровнем метаболизма. Происходит перестройка структуры мышцы, меняется соотношение тонических и фазических волокон. Это еще и память организации нейронных структур, в современном понимании — система нейронных сетей.

Конечная задача системы управления движениями — это обеспечение согласованной работы тех мышц или мышечных групп, которые необходимы для этого движения, и выключение или активное торможение их антагонистов. Так происходит «экономия энергии» для конкретного организма в целом. В природе — это безусловное приспособительное преимущество.

Опираясь на эти знания, мы можем понимать, какая задача ставится для организации тренировки. Занимаясь на тренировках, спортсмен отрабатывает движения, а с точки зрения организации движений — добивается формирования новых и устойчивых контактов между разными отделами головного мозга и их эффективного взаимодействия — взаимоучастие разных клеточных элементов по принципу нейрональных сетей.

Выводы:

1. Неотъемлемым фактором эффективной подготовки спортсмена является регулярность тренировочного процесса.
2. Тренировкой достигается достаточная физическая выносливость спортсмена.
3. Не менее важным является этапность освоения движений, всегда есть базовые упражнения для дальнейшего совершенствования и усложнения.
4. Особое значение имеет мотивация спортсмена.

Литература

1. Гранит Р. Основы регуляции движений. — М.: Мир, 1973.
2. Гурфинкель В.С., Левик Ю.С. Управление движениями // Психофизиология / под ред. Ю.И. Александрова. — СПб.: Питер, 2012. — С. 83-98.
3. Прибкам К. Языки мозга. — М.: Прогресс, 1975.
4. Скоромец А.А., Скоромец А.П., Скоромец Т.А. Топическая диагностика заболеваний нервной системы. — СПб.: Политехника, 2017. — 666 с.
5. Шеперд Г. Нейробиология : в 2-х тт. пер с англ. — М.: Мир, 1987. — Т. 1, гл. 14; Т. 2. гл. 18-23.
6. Эварте Э. Механизмы головного мозга, управляющие движением // Мозг : пер. с англ. / Д. Хьюбел [и др.]. — М. : Мир, 1982. — С. 198-217.