

А у спортсменов с неуспешной соревновательной деятельностью Вегетативный коэффициент является меньше 1 – это означает, что у них доминирует функция симпатической нервной системы. С функцией симпатической нервной системы тесно связана функция мозговой части надпочечников, выделяющей в кровь адреналин и норадреналин. Эти гормоны повышают артериальное давление, учащают сердечные сокращения и «выбрасывают» в кровь сахар из таких депо, как печень, где он хранится «про запас», тем самым «сжигают энергию» что приводит к преждевременному утомлению спортсмена.

Подсчитав разницу результатов в процентном соотношении, мы видим, что средний показатель до соревнований юных спортсменов – борцов вольного стиля с успешной соревновательной деятельностью на много выше чем у спортсменов с неуспешной соревновательной деятельностью. Тоже самое можно сказать и о средних показате-

лях после соревнований. Исходя из анализа литературных источников, экспериментальных исследований можно сделать следующие заключения: эмоциональная напряженность имеет разнонаправленность у юных спортсменов – борцов вольного стиля. Чем опытнее спортсмен, тем выше уровень самоконтроля эмоциональной напряженности. Обучение приемам психической саморегуляции (идеомоторная настройка) в условиях непосредственной соревновательной деятельности важный компонент психологической подготовки юных спортсменов и оптимизации эмоциональной напряженности спортсменов. Это способствует результативности соревновательной деятельности.

Работа представлена на V общероссийскую научную конференцию «Актуальные вопросы науки и образования», г. Москва, 13-15 мая 2009г. Поступила в редакцию 07.05.2009г.

Медицинские науки

ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИОННАЯ ТРЕНИРОВКА МЫШЦ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ МЕХАНИЧЕСКОЙ РАЗГРУЗКИ

Коряк Ю.А.¹, Кузьмина М.М.², Бережинский И.В.³

¹Государственный научный центр РФ -
Институт медико-биологических проблем РАН,

²Федеральное государственное учреждение
«Клиническая больница № 1»

Управления делами Президента РФ,

³ООО «Альянс-Холдинг»,

Москва, Россия

В ходе эволюции функции и системы организма всего живого развивались в условиях гравитационных сил Земли. Физическая нагрузка, в том числе и гравитационная, необходима для сохранения размера и силы мышц у человека [Коряк, 1994; Berg et al., 1997; Narici et al., 1998; Kubo et al., 2000]. Условия микрогравитации сопровождаются снижением сократительных свойств мышц и активности тонической мускулатуры [Kozlovskaya et al., 1988; Bachl et al., 1997; Koryak, 2003], развитием атрофических процессов [Edgerton, Roy, 1996; Shenkman et al., 2003] и дегенеративными изменениями [Nikida et al., 1989]. Наибольшему действию микрогравитации подвергаются антигравитационные мышцы-разгибатели бедра и стопы [LeBlanc et al., 1998; Akima et al., 2002] и более значительно — разгибатели стопы [Григорьева, Козловская, 1983, 1987; LeBlanc et al., 1988; Bachl et al., 1997; Akima et al., 2002], вероятно из-за их большей механической нагрузки их в гравитационных условиях Земли. В этой связи, чтобы мини-

мизировать атрофию, уменьшить потерю сократительных свойств мышц и активировать тонические мышечные волокна, требуются средства, которые в условиях микрогравитации могут устранить дефицит нагрузок и активировать деятельность волокон тонического типа. С этой целью используется физическая тренировка - ФТ [Grigoriev et al., 1999], которая занимает не только много времени, но «отрывает» космонавта от его основной операторской деятельности. Более того, применяемый комплекс физических тренировок полностью не предотвращает развитие изменений в регуляции минерального обмена [Моруков, 1999], массы и силы сокращения мышц [Kawakami et al., 2000, 2001; Akima et al., 2002; Koryak, 1998, 2001; Коряк, 2006]. Общеизвестный факт воздействия микрогравитации эта непропорционально большая потеря силы сокращения мышцы по сравнению с ее размером [LeBlanc et al., 1988; Berg et al., 1997; Kawakami et al., 2001], указывая, тем самым, что кроме атрофии существенный вклад в слабость мышцы вносят и другие факторы. Важный детерминант функциональных характеристик мышцы – эта внутренняя архитектура мышцы [Gans, Bock, 1965; Alexander, Vernon, 1975; Fukunaga et al., 1992].

Функциональная электромиостимуляция (ФЭМС), как метод повышения функциональных возможностей скелетных мышц у человека, занимает особое место в системе профилактики функций мышц, поскольку ФЭМС давно используется в клинике [Бредикис, 1979; Mayr et al., 1993; Kern et al., 2005] и как дополнительное средство тренировки мышечного аппарата у спортсменов (Коц,

1971; Коряк, 1993; Koryak, 1995). Достоинством ФЭМС-тренировки, как одного из физиологических методов направленного на повышение функциональных возможностей мышечного аппарата, является возможность избирательно воздействовать на отдельные группы мышц человека.

Цель настоящего исследования — изучить изменения архитектуры разных головок трехглавой мышцы голени [медиальной (МИМ), латеральной (ЛИМ) икроножных мышц и камбаловидной мышцы (КМ)] у здоровых лиц под влиянием «сухой» водной иммерсии (ИМ) с применением продолжительной низкочастотной ФЭМС-тренировки.

В исследовании приняло участие шесть здоровых мужчин-добровольцев (22.8 ± 0.8 года, 79 ± 4 кг, 1.84 ± 0.1 м) после специального медицинского отбора. Экспериментальные процедуры были выполнены в соответствии с Хельсинской Декларацией и испытуемые после полной информации о процедурах и задачах настоящего исследования дали письменное согласие на участие в нем. Программа исследований была одобрена комиссией по биомедицинской этике ГНЦ РФ – ИМБП РАН.

В качестве модели, имитирующей физиологические эффекты микрогравитации, использовали ИМ [Шульженко, Виль-Вильямс, 1976] длительностью 7 суток.

ФЭМС-тренировку мышц передней и задней поверхности бедра и голени каждой конечности проводили одновременно с использованием двух шестью канальными стимуляторами («СТИМУЛ НЧ-01», РОССИЯ), соединенных между собой кабелем синхронизации и генерирующих двухполярные симметричные прямоугольные электрические импульсы длительностью 1 мс, частотой 25 Гц и амплитудой от 0 до 45 В. Синхронная стимуляция мышц антагонистических конечностей предотвращала нежелательные движения конечностей. Длительность сокращения мышц составляла 1 с и интервал отдыха между сокращениями 2 с. Для ФЭМС процедуры применялись «сухие» стимулирующие электроды (фирма «Axelgaard», USA), покрытые силиконовым токопроводящим гелем. ФЭМС-тренировка мышц выполнялась на протяжении 6 дней по 3 часа/день, на протяжении которых ежедневно 5 дней подряд (от понедельника до пятницы включительно) проводилась стимуляционная процедура. Затем следовал один день отдыха (суббота).

Для определения суставных моментов во время произвольных изометрических сокращений мышц-разгибателей стопы $\frac{3}{4}$ трехглавой мышцы голени (ТМГ) использовали изокинетический динамометр («Biodex 3 Quick Set», USA). Все изме-

рения были выполнены на правой конечности испытуемого.

Для определения архитектуры МИМ, ЛИМ и КМ в реальном времени использовали В-режим изображения универсальной системы («SonoSite MicroMaxx», USA) с электронным линейным датчиком 7.5 МГц. Во время измерений в условиях покоя испытуемых инструктировали - «полностью расслабить мышцу конечности». Визуализация МИМ, ЛИМ и КМ осуществлялась в условиях покоя (пассивный режим) и при выполнении усилия 50 % от МПС (активный режим) при нейтральной позиции в коленном и голеностопном суставах (угловая позиция — 90°).

Длина волокна (L_b) определялась как расстояние между местом прикрепления волокна у поверхностного апоневроза до места его вхождения в глубокие слои апоневроза мышцы (Kawakami et al., 1993; Fukunaga et al., 1997).

Угол (θ) перистости (*pennation angles*) волокна определялся как линия, образованная точкой (местом) прикрепления волокна у поверхностного апоневроза и местом вхождения в глубокий апоневроз мышцы (Narici et al., 1996; Fukunaga et al., 1997).

Степень укорочения L_b мышцы ($rL_{\text{мышца}}$) определялась как разница между L_b и $\cos \theta$ перистости волокна при активном состоянии мышцы по сравнению с ее пассивным состоянием (Kawakami et al., 1998). Все ультразвуковые изображения обрабатывались с использованием пакета программ «Dr. Reallyvision» (ООО «Альянс-Холдинг», РОССИЯ).

После ИМ с применением ФЭМС-тренировкой, максимальный суставной момент, развиваемый ТМГ после иммерсии с ФЭСТ, увеличился в среднем на 11.3 % (150 ± 17.3 против 167 ± 6.7 Н) у четырех испытуемых и незначительно уменьшился (155 против 140 Н; 9.6 %) у одного испытуемого. Анализ ультразвуковых изображений обнаружил, что архитектура мышц значительно изменяется при переходе от пассивного к активному состоянию, под влиянием ИМ и степень этих изменений в МИМ, ЛИМ и КМ была различной. После ИМ в условиях пассивного состояния L_b МИМ, ЛИМ и КМ уменьшилась на 12, 13 и 13 %; при активном состоянии — на 18, 22 и 21 %; θ перистости волокон в условиях их пассивного состояния уменьшился на 22, 20 и 16 %; а при активном состоянии — на 17, 22 и 17 % соответственно. $rL_{\text{мышца}}$ до ИМ в МИМ составила 7,9 мм, а после ИМ уменьшилась и составила 7,8 мм, а в КМ – 5,9 против 5,6 мм. Значительное увеличение $rL_{\text{мышца}}$ отмечается в ЛИМ — 0,9 против 3,3 мм.

Таким образом, как следует из результатов полученных в настоящем исследовании, применение ФЭМС-тренировки мышц нижних конечно-

стей у человека в условиях их механической разгрузки способствует увеличению (+11 %) максимального суставного момента развиваемого ТМГ, тогда как отсутствие профилактических мероприятий приводит к снижению МПС более чем на 50 % [Григорьева, Козловская, 1984; Koryak, 2001; Коряк, 2006] и P_0 — более чем на 30 % [Koryak, 1998, 2001, 2003]. Увеличение максимального суставного момента сопровождалось изменениями внутренней архитектуры МИМ, ЛИМ и КМ, которые были частично предотвращены профилактическими упражнениями (ФЭМС-тренировка). После ИМ L_b и Θ перистости волокон были снижены, что может указывать на потерю не только последовательно расположенных, но и параллельно расположенных саркомеров. Функциональным последствием снижения L_b может быть уменьшение укорочения волокон во время сокращения мышцы, что, вероятно, отразится на взаимоотношении «сила—длина» и «сила—скорость» сокращения мышцы. Более того, уменьшение числа последовательно соединенных саркомеров позволяет предположить, что величина развиваемого сокращения волокон будет сниженной. Эти наблюдения согласуются с результатами, полученными ранее в условиях иммобилизации конечности [Woo et al., 1982; Narici et al., 1998]. Меньший Θ перистости волокна во время сокращения мышцы после ИМ с использованием ФЭМС-тренировки, по-видимому, частично компенсирует потерю силы, которая является постоянным «спутником» гравитационной разгрузки опорно-двигательного, мышечного, аппарата [Kozlovskaya et al., 1988; Vachl et al., 1997; Akima et al., 2000; Koryak, 1995-2003] из-за более эффективной передачи силы, развиваемой волокнами к сухожилию. Сниженный Θ перистости волокна после ИМ, возможно, является результатом уменьшения жесткости сухожилия или мышечно-сухожильного комплекса, что находит подтверждение в значительном увеличении $rL_{\text{мышца}}$ ЛИМ (с 0.9 до 3.3 мм) во время сокращения мышцы и подтверждается ранее полученными данными [Kubo et al., 2000].

Увеличение максимального суставного момента при произвольном сокращении мышц-разгибателей стопы, после ИМ с применением ФЭМС-тренировка позволяет предположить, что ФЭМС-тренировка, по-видимому, способствует увеличению афферентного потока [Козловская и др., 1987] в условиях его дефицита при гравитационной разгрузке, вызванной продолжительным погружением, что может способствовать также определенной роли в поддержании и нормализации активности систем управления произвольными движениями, по принципу обратной связи [Бернштейн, 1939]. Тетаническая электрическая

стимуляция, приложенная к мышце человека генерирует мышечное сокращения, деполяризуя моторные аксоны под стимулирующими электродами. Однако одновременная деполяризация сенсорных аксонов может также внести свой вклад в сокращения через синаптическое рекрутирование спинальных мотонейронов. После входа в спинной мозг, сенсорный залп рекрутирует спинальные мотонейроны, что приводит к развитию центрального момента. Это рекрутирование совместимо с развитием постоянных внутренних токов в спинальных мотонейронах или межнейронах [Collins et al., 2001, 2002]. Постоянные внутренние токи приводят к длительной деполяризации (плато потенциалов), и вследствие этого становится все более и более ясным, что внутренние токи играют важную роль в регуляции частотных характеристик клетки [Collins et al., 2002; Gorassin et al., 2002; Heckman et al., 2005]. Максимальная активация центрального вклада может быть полезным в увеличении мышечной силы.

В заключение, как следует из настоящих результатов, во-первых, что архитектура разных головок ТМГ значительно различается, отражая, возможно, их функциональные роли, во-вторых, различные изменения L_b и Θ перистости волокон между разными мышцами, возможно, связаны с различиями в способности развивать силу и упругих характеристиках сухожилий или мышечно-сухожильного комплекса и, наконец, в-третьих, ФЭМС-тренировка оказывает профилактическое действие на стимулируемые мышцы: частично уменьшает потерю силы сокращения мышц, вызванной длительной разгрузкой.

Работа представлена на международную научную конференцию «Современные проблемы экспериментальной и клинической медицины», Бангкок, Паттайа (Тайланд), 20-30 декабря 2008. Поступила в редакцию 16.03.2009г.

НОВЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ МЕТОДЫ И АППАРАТУРА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Свирин В.Н.

Федеральное государственное унитарное
предприятие «Научно-исследовательский
институт «Полюс» (ФГУП «НИИ «Полюс»)

им. М.Ф. Стельмаха,

Москва, Россия

Лазерооптические информационные технологии и устройства для их реализации широко используются для диагностики различных патологий, в том числе онкологических заболеваний. Методы пульсоксиметрии, флюоресцентной диаг-