

лиду (МИК составляла 60,0 мкг/мл) и рифампицину (62,5% штаммов); 22,8% штаммов показали чувствительность к гентамицину, 27,9% — к ампициллину. К препаратам других групп, чувствительность проявлялась реже ($p < 0,05$).

В итоге, ни один препарат, не показал 100% эффективности (*in vitro*) к протестированным штаммам листериям, из чего следует, что необходимо проводить комплексную антибиотикотерапию листериоза — несколькими препаратами. Причем выбор препаратов должен осуществляться из вышеперечисленных групп и, только по результатам антибиотикограммы. У 1,4% клинических штаммов *L.monocytogenes* наблюдалась резистентность к антибиотикам.

Как известно, важным аспектом проведенного этиотропного лечения является контроль критерия излеченности — это улучшение клиники листериоза у беременных; исчезновение характерных признаков, в частности угрозы прерывания и признаков воспаления — боли, выделения; исчезновение листерий при микроскопическом и бактериологическом исследовании мазков; исход родов и т.д.

Результаты бактериологических исследований с применением новых отечественных селективных питательных сред, обладающих высокой чувствительностью и специфичностью в отношении роста культур рода *Listeria*, подтвержденных методами ПЦР диагностики, РНИФ и РПГА определяют целесообразность проведения комплексного обследования клинического материала тремя и более методами, которое повышает диагностическую эффективность микробиологической диагностики листериоза среди беременных и новорожденных.

ЭЛЕКТРОМИОСТИМУЛЯЦИОННАЯ «ТРЕНИРОВКА» В УСЛОВИЯХ МЕХАНИЧЕСКОЙ РАЗГРУЗКИ МЫШЕЧНОГО АППАРАТА У ЧЕЛОВЕКА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА МЫШЕЧНУЮ АРХИТЕКТУРУ

Коряк Ю.А.

*Учреждение РАН «ГНЦ РФ —
Институт медико-биологических
проблем РАН»,
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; 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]. Наибольшему действию микрогравитации подвергаются антигравитационные мышцы-разгибатели бедра [Kawakami et al., 2001; Akima et al., 2002] и, особенно, мышцы-разгибатели стопы [Bachl et al., 1997; Akima et al., 2002]. В этой связи, в условиях невесомости, чтобы устранить дефицит нагрузок и увеличить активность мышечных волокон, особенно тонического типа, участвующих в поддержании позы, используется физическая тренировка [Степанцов и др., 1972], которая занимает не только много времени, но и «отрывает» космонавта от его основной операторской деятельности. Более того, физическая тренировка, предусматривающая выполнение упражнений с малой интенсивностью, но большим объемом [Trappe et al., 2009], полностью не предотвращает развитие изменений в регуляции минерального обмена [Моруков, 1999], массы и силы сокращения мышц [Kawakami et al., 2001; Koryak, 2001; Коряк, 2006; Trappe et al., 2009].

Поверхностная функциональная нейромышечная электрическая стимуляция (ФНМЭС), как метод повышения функциональных возможностей скелетных мышц у человека, занимает особое место в системе электростимуляции мышц в медицине, поскольку ФНМЭС давно используется в клинике [Langley, Kato, 1915; Osborne, 1951; Бредикис, 1979; Knight, 1980; Kern et al., 2005]. Электротерапия в физической медицине применяется не только для восстановления функций мышц после повреждений, прежде чем пациенты способны самостоятельно (произвольно) выполнять физическую тренировку, но и как дополнительное средство тренировки мышечного аппарата у высококвалифицированных спортсменов (Коц, 1971; Koryak, 1995). Достоинством ФНМЭС, как одного из физиологических методов направленного на повышение функциональных возможностей мышечного аппарата, является возможность избирательно воздействовать на отдельные группы мышц человека.

Общеизвестный факт воздействия микрогравитации — это непропорционально большая потеря силы сокращения мышцы по сравнению с ее размером [LeBlanc et al., 1988; Kawakami et al., 2001], указывая, тем самым, что кроме «функциональной» атрофии существенный вклад в слабость мышцы вносят и другие факторы.

Важный детерминант функциональных свойств мышц (характеристических кривых *сила-длина*, *сила-скорость*, максималь-

ная сила) — эта внутренняя архитектура мышцы [Gans, Bock, 1965; Gans, 1982; Gans, De Vries, 1987; Otten, 1988; Fukunaga et al., 2001; Herbert et al., 2002]. Сила мышцы изменяется на уровне сокращающихся волокон. Изменения в длине волокна при сокращении мышцы, таким образом, характеризуют генерирующие сократительные возможности мышцы. Поэтому данные изменения относительной архитектуры мышцы у человека могут быть одним из лимитирующих факторов (механизмов), ответственных за снижение сократительных ответов под воздействием микрогравитации.

Цель настоящего исследования — изучить изменения архитектуры медиальной икроножной мышцы (МИМ), латеральной икроножной мышцы (ЛИМ) и камбаловидной мышцы (КМ) у здоровых лиц под влиянием «сухой» водной иммерсии (ИМ) с применением продолжительной ФНМЭС «тренировки».

В исследовании приняла участие группа ($n = 4$) здоровых мужчин-добровольцев (22.8 ± 0.8 года, 79 ± 4 кг, 1.84 ± 0.1 м) после специального медицинского отбора. В качестве модели, имитирующей физиологические эффекты микрогравитации, использовали «сухую» водную ИМ [Шульженко, Виль-Вильямс, 1976] продолжительностью 7 суток.

ФНМЭС мышц передней и задней поверхности бедра и голени каждой конечности у человека проводили одновременно с использованием двух шести канальных электростимуляторов «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 всех мышц предотвращала нежелательные движения конечностей. Длительность сокращения мышц при ФНМЭС составляла 1 с и интервал отдыха между сокращениями — 2 с. Для ФНМЭС процедуры применялись «сухие» стимулирующие электроды (фирма «Axelgaard», USA), покрытые силиконовым токопроводящим гелем. ФНМЭС «тренировка» скелетных мышц выполнялась непосредственно при экспозиции испытуемого в ванне на протяжении 6 суток по 3 часа/день.

Для определения суставных моментов во время произвольных изометрических сокращений трехглавой мышцы голени (ТМГ) использовали изокINETический динамометр «Biodex 3 QuickSet», USA). Все измерения были выполнены на правой конечности за 3 суток до начала и на 6 день ИМ.

Для определения архитектуры МИМ, ЛИМ и КМ *in vivo* в реальном времени использовали В-режим изображения универсальной

системы «SonoSite MicroMaxx», USA) с электронным линейным датчиком 7.5 МГц толщиной 1 см и длиной сканирующей поверхности 6 см. Визуализация изображения МИМ, ЛИМ и КМ осуществлялась в условиях покоя (пассивный режим) и при усилении 50 % МПС (активный режим) при нейтральной позиции в коленном и голеностопном суставах (угловая позиция — 90°). Длина (L) мышечного волокна (пучка) определялась как расстояние между местом прикрепления волокна у поверхностного апоневроза до места вхождения в глубокие слои апоневроза мышцы (Kawakami et al., 1993). Угол (θ) наклона мышечного волокна определялся как линия, образованная точкой (местом) прикрепления волокна у поверхностного апоневроза и местом вхождения в апоневроз мышцы (Fukunaga et al., 1997). Все ультразвуковые изображения обрабатывались с использованием пакета программ «Dr. Reallyvision» (ООО «Альянс-Холдинг», РОССИЯ).

После ИМ с применением ФНМЭС «тренировки» максимальный суставной момент, развиваемый ТМГ, увеличился в среднем на 11.3 %. Анализ ультразвуковых изображений показал, что под влиянием ИМ архитектура мышц значительно изменяется при переходе от пассивного состояния к активному, и степень этих изменений в МИМ, ЛИМ и КМ была различной. После ИМ в условиях пассивного состояния L волокон в МИМ, ЛИМ и КМ уменьшилась на 12, 13 и 13 %; при активном состоянии — на 18, 22 и 21 %; θ наклона мышечных волокон в условиях их пассивного состояния уменьшился на 22, 20 и 16 %; а при активном состоянии — на 17, 22 и 17 %, соответственно.

Применение ФНМЭС «тренировки» мышц нижних конечностей у человека в условиях ИМ способствует увеличению максимального произвольного суставного момента, развиваемого ТМГ. Тогда как отсутствие физических тренировок приводит к снижению МПС более чем на 30 % [Григорьева, Козловская, 1984; Когуак; 2001; Коряк, 2006]. Увеличение максимального суставного момента сопровождалось изменениями внутренней архитектуры МИМ, ЛИМ и КМ, которые были частично предотвращены, применяемыми упражнениями (ФНМЭС «тренировки»). После ИМ L и θ наклона мышечных волокон были снижены, что может указывать на потерю не только последовательно расположенных, но и параллельно расположенных саркомеров. Функциональным последствием снижения L мышечных волокон может быть уменьшение укорочения волокон во время сокращения мышцы, что, вероятно, отразится на взаимоотношении *сила–длина* и *сила–скорость* мышцы. Более того, уменьшение числа последовательно сое-

диненных саркомеров позволяет предположить, что величина развиваемого сокращения волокна будет сниженной. Эти наблюдения согласуются с результатами, полученными ранее в условиях иммобилизации конечности [Woo et al., 1982; Narici et al., 1998]. Меньший θ наклона мышечного волокна во время сокращения мышцы после ИМ с использованием ФНМЭС «тренировки», по-видимому, частично компенсирует потерю силы, которая является постоянным «спутником» гравитационной разгрузки двигательного аппарата [Kozlovskaya et al., 1988; Vach et al., 1997; Koryak, 1995-2003] из-за более эффективной передачи силы, развиваемой волокнами к сухожилию. Уменьшение θ наклона волокна, возможно, является результатом снижения жесткости сухожилия мышцы или мышечно-сухожильного комплекса [Kubo et al., 2000].

Увеличение максимального суставного момента после ИМ позволяет предположить, что ФНМЭС, по-видимому, способствует увеличению потока проприоцептивной афферентации [Gazenko et al., 1987] в условиях его дефицита при гравитационной разгрузке, что может способствовать также определенной роли в поддержании и нормализации активности систем управления движениями (по принципу обратной связи) [Бернштейн, 1966]. Более того, ФНМЭС, приложенная поверхностно к мышце человека, и вызывающая сокращение мышцы, деполяризует моторные аксоны, расположенные ниже электродов стимуляции. Таким образом, одновременная деполяризация сенсорных аксонов также может внести вклад в величину

развиваемого сокращения мышцы через συναптический путь рекрутированием спинальных мотонейронов. После входа в спинной мозг сенсорный залп рекрутирует спинальные мотонейроны, ведущие к развитию центрального суставного момента. Это рекрутирование совместимо с развитием постоянных внутренних токов в спинальных или межнейронных мотонейронах [Collins et al., 2001, 2002]. Постоянные внутренние токи ведут к поддержанию некоторого уровня деполяризации (плато потенциалов) и в связи с этим, становится совершенно понятным, что они играют важную роль в регулировании частоты импульсации в нормальных условиях [Collins et al., 2002; Gorassini et al., 2002; Heckman et al., 2005]. Максимальная активация центрального вклада может быть выгодной для увеличения силы сокращения мышцы.

В заключении, полученные результаты позволяют сделать вывод, что, во-первых, архитектура разных головок ТМГ значительно различается, отражая, вероятно, их функциональные роли, во-вторых, различные изменения длины L и θ перистости волокон между разными мышцами, вероятно, определяют различия в способности развивать силу и упругих характеристик сухожилий или мышечно-сухожильного комплекса мышц. Наконец, в-третьих, ФНМЭС оказывает, в целом, тренировочное воздействие на стимулируемые мышцы — частично уменьшает глубину и скорость снижения силы сокращения, а также атрофические процессы мышцы, вызванной механической разгрузкой.

Педагогические науки

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА: МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ ПО АЭРОБИКЕ

Заплатина О.А., Скворцова М.Ю.

Актуальность проблем физического воспитания молодежи и формирования ее личной физической культуры на сегодняшний день очевидна. В современных условиях социально-экономических преобразований России становится востребованной гармонически развитая личность, разносторонне подготовленная к выполнению профессиональных видов деятельности, особенно в условиях опасного производства (горная, химическая промышленность, подземное строительство и

др.) Так как научно-технический прогресс в горном производстве сопровождается непрерывным повышением роли человека в обеспечении высокой эффективности и безопасности труда, возникает острая необходимость в изучении и формировании тех необходимых психических и физических качеств специалиста, которые будут востребованы в условиях их будущей профессиональной деятельности. Несмотря на прогрессирующее убывание грубых мышечных усилий в современном горном и химическом производстве, успешность профессиональной деятельности, работоспособность продолжают быть обусловленными психофизической дееспособностью, психической устойчивостью, базирующейся, кроме личностных качеств, на уровне физических кондиций специалиста.