

МАГНИТНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ МЫШЦ ПРЫГУНОВ В ДЛИНУ



МАРКАРЯН Вартануш Степановна

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва
Доцент кафедры естественно-научных дисциплин, кандидат технических наук
Тел. 8(903)288-37-17, e-mail: vstepmarkaryan@mail.ru

MARKARYAN Vartanush

Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism (GTSOLIFK), Moscow, Russia
Associate Professor, Ph.D., Assistant Professor of Department of Science Education
Phone: 8-903-288-37-17, e-mail: vstepmarkaryan@mail.ru

ПОПОВ Григорий Иванович

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва
Заведующий кафедрой естественно-научных дисциплин, профессор, доктор педагогических наук
Тел. 8-903-763-38-62, e-mail: gpopovhome@rambler.ru

POPOV Grigory

Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism (GTSOLIFK), Moscow, Russia
Professor, Doctor of Education Science, Head Department of Science Education
Phone: 8-903-763-38-62, e-mail: gpopovhome@rambler.ru

Актуальность исследования. Эффективность двигательного действия человека определяется работой мышц тела спортсмена в нужной последовательности и с необходимым напряжением. Поскольку мышца имеет в своем составе различные двигательные единицы, их вклад в конкретное двигательное действие различен. В зависимости от вида выполняемого действия или его фазы ведущей в акте сокращения мышцы может быть та или иная двигательная единица.

Возникает проблема изучения не только закономерностей сократимости мышц в целом, но и вклада различных двигательных единиц в результирующую активность мышц тела человека

МАЛХАСЯН Эдуард Арамович

Помощник члена Совета Федерации РФ, Москва
Тел. 8-916-085-66-11, e-mail: ed_malh@mail.ru

MALKHASYAN Edward

Assistant to the Member of the Federation Council of the Russian Federation, Moscow, Russia
Phone: 8-916-085-66-11; e-mail: ed_malh@mail.ru

Ключевые слова: магнитная стимуляция, спектр ЭМГ, силовые возможности спортсмена.

Аннотация. Показано, что после магнитной стимуляции четырехглавых мышц прыгунов в длину величина прироста момента силы, развиваемого в изометрическом режиме, составляет 3–34%.

MAGNETIC STIMULATION OF MUSCLES OF JUMPERS IN LENGTH

Keywords: magnetic stimulation, EMG range, power opportunities of the athlete.

Abstract. Authors prove that after magnetic stimulation of quadriceps muscle of jumpers in length the size of a gain of the moment of force developed in an isometric mode, makes 3–34%.

для понимания процессов управления мышечной активностью со стороны центральной нервной системы.

Целью нашей работы явилось исследование возможности воздействия посредством магнитной стимуляции на двигательные единицы ПА, реализующие силовой компонент мышечной активности спортсменов.

Методы исследования. Используемое оборудование: магнитный стимулятор Magstim Rapid2 (Magstim Company Ltd, Spring Gardens, UK), инерционный динамометр Biodex System 4 (Biodex Medical Systems, NY, USA), 16-канальный электромиограф ME6000 professional (MEGA Electronics

Ltd, Kuopio, Finland), динамометрическая платформа AMTI BF 1200×1200 (AMTI Force Plate, NY, USA), электроды Ag/AgCl самоклеящиеся типа Sensor, диаметр 50 мм (Pirrone&Co, Milano, Italy).

Методика проведения измерений. В изометрическом режиме испытуемые напрягали четырехглавую мышцу бедра для преодоления сопротивления, создаваемого Biodex. Записывалась поверхностная ЭМГ четырехглавой мышцы бедра. Поскольку в опытах исследовался изометрический режим работы мышц, существенного изменения положения мышц под кожей в ходе опыта не наблюдалось. Электроды накладывались на то место, которое определялось по напряженной специально для этого мышце, на заранее отмеченных маркером местах. Биполярные накожные электроды располагались таким образом, что на всей поверхности или по краям брюшка мышцы устанавливались отводящие электроды. Заземляющий электрод располагался дистальнее места исследования.

Самоклеящиеся электроды, не требующие дополнительной фиксации лейкопластырем, устанавливались после обработки кожи специальной абразивной пастой для зачистки кожи EVERY (Kendall Meditec, Mirandola (MO), Italy).

По интерференционной ЭМГ рассчитывался спектр мощности, в котором, в соответствии с данными работы [2] идентифицировалась частота гармоники, соответствующая максимуму в спектре ЭМГ.

Фиксировался максимальный момент сил при указанном способе нагружения мышц. Измерения проводились для правой и левой ноги.

Испытуемые. В эксперименте участвовали четыре прыгуна в длину с разбега – двое мужчин и две женщины. Квалификация – кандидаты в мастера спорта. Все испытуемые – студенты кафедры легкой атлетики РГУФКСМиТ. У всех испытуемых было получено информированное согласие.

Организация исследования. Магнитная стимуляция четырехглавых мышц бедер проводилась на электронном динамометре Biodex, когда

испытуемые в положении сидя одной из ног преодолевали сопротивление, создаваемое аппаратом. Частота воздействия стимулятора устанавливалась в соответствии с частотой, идентифицированной по спектру для волокон типа ПА, и находилась для разных испытуемых в диапазоне от 60 до 70 Гц (табл. 1).

Койл магнитного стимулятора устанавливался на бедро таким образом, чтобы магнитным потоком были захвачены как минимум две головки четырехглавой мышцы. По команде экспериментатора испытуемый напрягал мышцу в изометрическом режиме, и в этот момент подавался магнитный сигнал. Длительность воздействия составляла 10 с, после чего испытуемый отдыхал. Потом подавался следующий сигнал. Таким образом, испытуемый выполнял по 10 попыток воздействия на каждую из ног. В течение десятидневного периода времени магнитная стимуляция проводилась ежедневно.

Перед началом цикла стимуляции и после его окончания было проведено биомеханическое тестирование спортсменов: прыжок вверх с места двумя ногами, руки на пояс. Прыжок проводился на динамографической платформе из исходного положения с углом 90° в коленном суставе.

Обсуждение результатов исследования. Спектральный анализ электромиограмм показал распределение частот колебаний отдельных двигательных единиц в мышце при их изометрическом напряжении. Частоты колебаний определялись для явно выраженного максимума спектра (рис. 1), который, как оказалось, соответствовал указанному Nagata диапазону для мышечных волокон типа ПА [2].

В спектре прыгунов в длину проявился один максимум, и это закономерно, поскольку прыжок в длину – явно выраженное скоростно-силовое упражнение и здесь должны проявлять себя прежде всего мышечные волокна ПА.

В табл. 2 представлены максимумы моментов сил, развиваемых на Biodex четырехглавыми мышцами бедра при изометрическом напряжении до и после магнитной стимуляции.

Таблица 1

Частоты колебаний, выделенные по одному из максимумов спектра ЭМГ (Гц)

Испытуемые	Е-на		П-ва		Т-си		Т-ч	
	л.н.	п.н.	л.н.	п.н.	л.н.	п.н.	л.н.	п.н.
Нога (левая, правая)								
Частота (Гц)	67	70	63	62	67	61	70	57

Таблица 2

Максимальный момент сил ($H \cdot m$), зафиксированный на инерционном динамометре Biodex до (до МС) и после (после МС) магнитной стимуляции (выбран наибольший из трех попыток)

Испытуемые	Е-на Н.		П-ва Н.		Т-си М.		Т-ч Р.	
	л.н.	п.н.	л.н.	п.н.	л.н.	п.н.	л.н.	п.н.
до МС	150	145	182	182	370	350	500	475
после МС	180	195	210	220	380	410	490	460

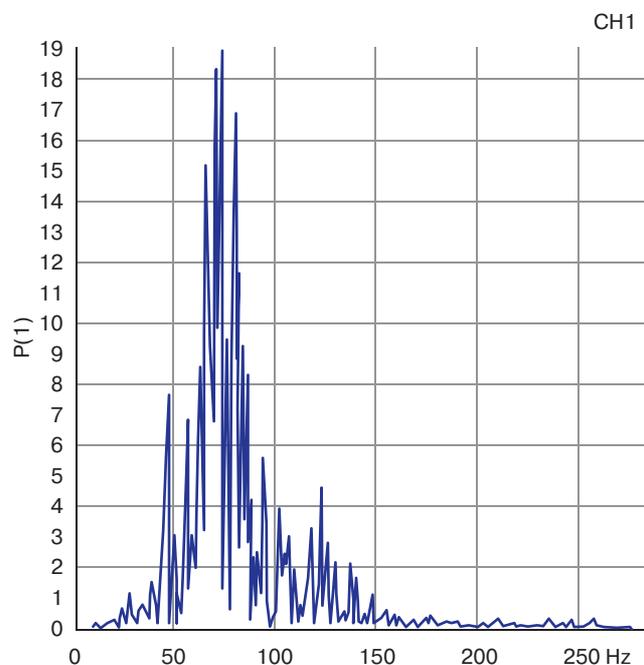


Рис. 1. Пример типичного спектра ЭМГ у участников эксперимента

В табл. 3 приведены фоновые и конечные результаты биомеханического тестирования (прыжок на динамометрической платформе) до и после цикла магнитной стимуляции.

Электромагнитное поле, воздействуя на проводящие пути нервной системы в мышцах, возбуждает в них электрические импульсы. Происходит это вследствие того, что переменное магнитное поле порождает вторичное электрическое поле в тканях организма человека. Напряженность электрического поля определяется первой производной магнитного потока по времени. Чем быстрее изменяется магнитное поле, тем сильнее интенсивность наведенного вторичного электрического поля и, следовательно, интенсивнее стимуляция нервов. При этом индуцированные магнитным полем электрические токи образуются во всей толще нервного ствола и возбуждают в разной степени все нервные волокна в мышце. Длительное

воздействие на проводящую систему мышечных волокон (МВ) должно приводить к гиперплазии митохондрий во всех активных МВ, следовательно, к улучшению функции проводимости нервных и мышечных волокон в стимулируемой мышце [1].

Поэтому в эксперименте зафиксирован рост силы и скорости сокращения мышц (результат теста «прыжок вверх»). В проводящей импульсы системе активные перестройки должны происходить именно в высокопороговых ДЕ, поскольку при обычной тренировке они остаются малоактивными, а при стимуляции в пределах до 70 Гц их активность обеспечивается.

Наблюдается явно выраженное увеличение моментов сил у всех испытуемых после цикла стимуляционных воздействий: 3–34% (см. табл. 2).

Достоверность прироста максимального момента сил, вертикальной составляющей максимальной силы и скорости нарастания силы доказывают расчёты, проведённые в программе Statistica. В расчётах достоверности увеличения силовых показателей прыгунов до и после магнитной стимуляции применялся непараметрический критерий Вилкоксона Т для связанных выборок. Результаты расчётов показали следующее:

- наблюдается статистически достоверное увеличение максимального момента сил, зафиксированного на инерционном динамометре Biodex до и после магнитной стимуляции прыгунов: $T = 0,00$ на уровне значимости $\alpha = 0,028$ ($p < 0,05$);

- наблюдаемое различие связанных выборок для вертикальной составляющей максимальной силы (Fz_{max}) в прыжках на динамометрической платформе АМТИ до и после магнитной стимуляции статистически значимо для прыгунов: $T = 0,00$ на уровне значимости $\alpha = 0,0022$ ($p < 0,05$);

- наблюдается статистически достоверное увеличение средней скорости достижения максимума

Таблица 3

Фоновые и конечные данные биомеханического тестирования, полученные до и после магнитной стимуляции ($\bar{M} \pm \sigma$)

Время исследования	$F_{z \max}$ (вертикальная составляющая максимальной силы)	$t_{\text{опоры}}$ (время опорной фазы)	t_{max} (время достижения максимума силы)	Fz/t (скорость нарастания силы)	$t_{\text{полета}}$ (время полета)
Испытуемый Е-на					
До магнитной стимуляции	1119 ± 23,46	0,33 ± 0,015	0,23 ± 0,01	4873 ± 260,5	0,48 ± 0,01
После магнитной стимуляции	1147 ± 9,2	0,33 ± 0,006	0,25 ± 0,015	4659 ± 273,35	0,49 ± 0,006
Испытуемый П-ва					
До магнитной стимуляции	1262±23,1	0,33±0,03	0,23±0,02	5519±580	0,48±0,006
После магнитной стимуляции	1465±39,05	0,31±0,02	0,22±0,02	7867±351	0,52±0,02
Испытуемый Т-си					
До магнитной стимуляции	1657,7 ± 28,57	0,33 ± 0,05	0,21 ± 0,05	8172,7 ± 1701	0,52 ± 0,01
После магнитной стимуляции	1925,7 ± 48,7	0,26 ± 0,03	0,14 ± 0,03	14174 ± 3331	0,55 ± 0,006
Испытуемый Т-ч					
До магнитной стимуляции	1792 ± 31,5	0,39 ± 0,036	0,26 ± 0,032	6860 ± 684	0,57 ± 0,006
После магнитной стимуляции	1906 ± 10,1	0,36 ± 0,02	0,26 ± 0,02	7359 ± 534,6	0,57 ± 0,02

силы (Fz/t – скорость нарастания силы) в прыжках на динамометрической платформе АМТГ до и после магнитной стимуляции прыгунов: Т = 13 на уровне значимости $\alpha = 0,041$ ($p < 0,05$).

Выводы

1. В спектре мощности, рассчитанном по интерференционной ЭМГ, можно отождествить максимумы на гармониках, соответствующих колебательным процессам, протекающим в отдельных двигательных единицах.

2. Показана принципиальная возможность увеличения силового компонента мышечной активности при магнитной стимуляции, как мы

предполагаем, двигательных единиц типа ПА за малый по длительности тренировочный цикл.

3. При задании определенной частоты стимулирования действие переменного магнитного поля на мышцы обладает избирательным воздействием, что позволяет решать задачи развития конкретных физических качеств.

Литература

1. Селуянов В.Н. Физическая подготовка футболистов / В.Н. Селуянов – М.: ТВТ Дивизион, 2004. – 192 с.
2. Nagata A. Auto-regression analysis upon EMGs power spectra during dynamic exercise. Proceedings Book of 12th International Congress of Biomechanics, Los Angeles, 1989, pp. 134 –135.

