

УДК 796.015.6

СООТНОШЕНИЕ УПРАВЛЯЮЩИХ И РЕАЛИЗАЦИОННЫХ КОМПОНЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ СИЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ В ЛОКАЛЬНЫХ УПРАЖНЕНИЯХ НА ТРЕНАЖЕРАХ

Николай Андреевич Дьяченко, кандидат педагогических наук, доцент, Александр Игоревич Кузнецов, аспирант, Алексей Евгеньевич Озеркин, старший преподаватель, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург

Аннотация

В предложенном исследовании была сделана попытка оценки параметров управляющих воздействий и реализационных компонентов исследуемого двигательного действия. На основе анализа характера проявляемых усилий и показателей электромиографии (ЭМГ) участвующих в движении мышечных групп. В процессе анализа определялась длительность и амплитуда ЭМГ показателей с использованием поверхностной электромиографии. Параметры усилия определялись с помощью методики акселерометрии позволяющей определить величину усилия и ускорение перемещаемого стека в локальных упражнениях на тренажерах. Предлагаемая методика позволяет оценить степень напряженности участвующих в исследуемом двигательном акте ведущих мышечных групп и определить величину усилий и длительность их проявления при ступенчатом повышении внешнего отягощения в упражнениях на тренажерах. В исследовании определено, что электрическая активность ведущих мышечных групп начинает проявляться до начала развития усилия во всем диапазоне предлагаемых нагрузок. В исследовании впервые получены данные по временному соотношению начала управляющих воздействий со стороны нервно мышечного аппарата и временных параметров проявления усилия в тестовых упражнениях на тренажерах.

Ключевые слова: специально-силовая подготовка, электромиографическая методика, акселерометрия, оценка параметров усилия при ступенчатом повышении нагрузки, управляющие и реализационные компоненты исследуемого двигательного акта.

DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2021.7.p104-108

RATIO OF CONTROL AND IMPLEMENTATION COMPONENTS IN THE PROCESS OF SPECIAL STRENGTH TRAINING IN LOCAL EXERCISES ON SIMULATORS

Nikolai Andreevich Dyachenko, the candidate of pedagogical science, senior lecturer, Alexander Igorevich Kuznetsov, the post-graduate student, Alexey Evgenievich Ozerkin, the senior teacher, The Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg

Abstract

In the proposed study, the attempt was made to assess the parameters of control actions and the implementation components of the investigated motor action. Based on the analysis of the nature of the exerted efforts and indicators of electromyography (EMG) of the muscle groups involved in the movement. During the analysis, the duration and amplitude of EMG parameters were determined with using the surface electromyography. Effort parameters were determined with using the accelerometry technique, which allows determining the magnitude of the effort and the acceleration of the stack being moved in local exercises on simulators. The proposed method allows us to assess the degree of tension of the leading muscle groups, participating in the studied motor act and to determine the magnitude of efforts and the duration of their manifestation with stepwise increase in external weights in exercises on simulators. The study determined that the electrical activity of the leading muscle groups begins to manifest itself before the start of the development of effort in the entire range of proposed loads. In the study, for the first time, data were obtained on the time relationship between the onset of control actions from the neuromuscular apparatus and the time parameters of the manifestation of effort in test exercises on simulators.

Keywords: special-strength training, electromyography technique, accelerometry, assessment of the parameters of effort with a stepwise increase in the load, control and implementation components of the studied motor act.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Предложенная проблематика исследования и поставленные в работе задачи, а также анализ исследований по предложенной теме, лежали в основе выбора методов исследования. В качестве методов исследования были выбраны теоретические, методологические и инструментальные методы исследования, а именно:

1. Оценка параметров усилия ведущих мышечных групп в упражнениях на тренажерах с использованием акселерометрической методики [2, 4].
2. Оценка поверхностных биопотенциалов ведущих мышечных групп в тестовых и тренировочных упражнениях на тренажерах с использованием методики электромиографии [6].
3. Определение индивидуальных критериев подбора отягощения в тестовых и тренировочных упражнениях на тренажерах [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Предлагаемая методика позволяет оценивать характер изменения усилия ведущих мышечных групп, определяющих результат в реализации двигательных программ. При этом можно оценивать характер управляющих воздействий по показателям электромиографии [6] и параметров изменения реализационных компонентов усилий в локальных упражнениях на тренажерах. [3]

Проведенное предварительное исследование показало выраженную асимметрию величин усилий ведущих мышечных групп разгибателей колена [5] (рисунок 1).

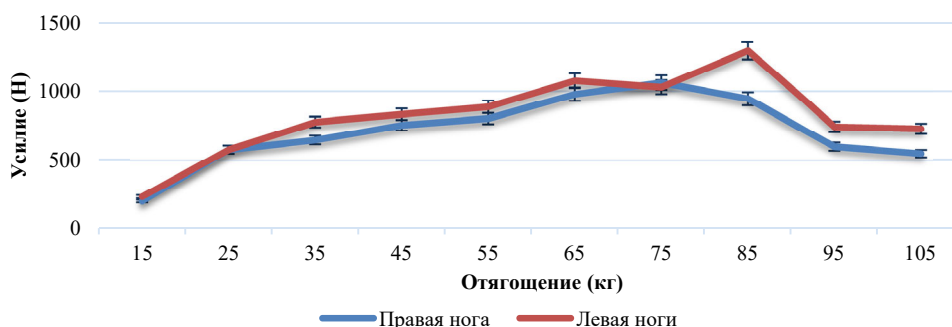


Рисунок 1 – Характер изменения усилия четырехглавых мышц бедра левой и правой ноги при ступенчатом повышении нагрузки в локальном упражнении разгибание колена на тренажере верхний блок, (n=10).

Полученные данные позволили выявить выраженную асимметрию взрывной силы левой и правой ног в исследуемом упражнении, величина которой по среднегрупповым оценкам равняется 270 ньютонам. При этом асимметрия выявлена не только в величине усилия, но и в граничном значении отягощения (ГЗО). У правой ноги ГЗО равняется 75 кг, у левой ноги ГЗО равняется 85 кг [5].

Характер управляющих воздействий со стороны ЦНС определялся по величине амплитуды ЭМГ и длительности проявления биоэлектрической активности в исследуемом двигательном акте [6].

На рисунке 2 приведены кривые изменения длительности ЭМГ в диапазоне исследуемых внешних отягощений с дискретностью 5 килограмм. По оси X отложены значения внешнего отягощения на стеке тренажера по оси Y длительность ЭМГ в секундах. Билатеральная асимметрия в малых диапазонах отягощений выражена достаточно сильно (15–30 кг). С ростом внешнего отягощения асимметрия становится менее выраженной и не носит достоверного характера. В диапазоне использования внешних отягощений от 30 кг не выявлено достоверных различий между длительностями полученных биопотенциалов для левой и правой прямых мышц ног.

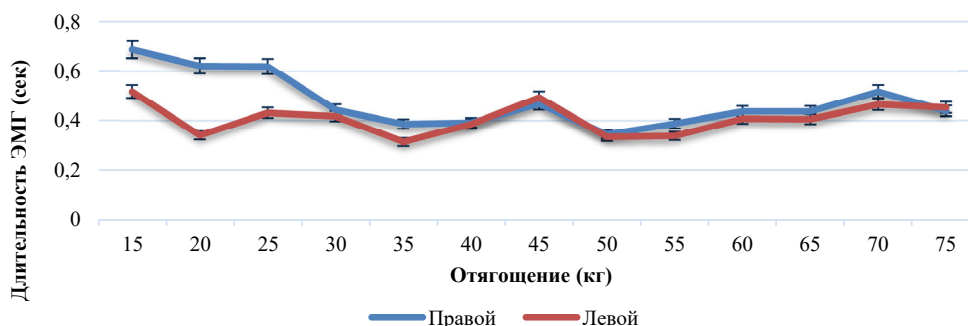


Рисунок 2 – Длительность ЭМГ четырехглавых мышц бедра левой и правой ноги при ступенчатом повышении нагрузки в локальном упражнении разгибание колена на тренажере верхний блок, (n=10)

Это очевидно связано со стабильно выражаемым динамическим стереотипом управления базовыми движениями, к которым несомненно относятся разгибание колена во многих видах спорта. Относительное уменьшение длительности ЭМГ характеризует концентрацию управляющих воздействий при повышении внешнего отягощения.

На рисунке 3 приведены значения показателей максимальной амплитуды ЭМГ для четырехглавых мышц бедра левой и правой ноги при выполнении локального упражнения на тренажере – разгибание колена на тренажере верхний блок.

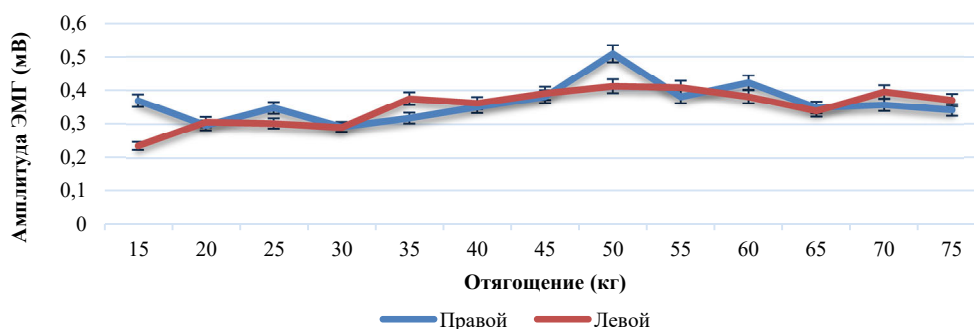


Рисунок 3 – Амплитуда ЭМГ четырехглавых мышц бедра левой и правой ноги при ступенчатом повышении нагрузки в локальном упражнении разгибание колена на тренажере верхний блок, (n=10)

Амплитуда ЭМГ косвенно оценивает степень напряженности мышц в исследуемом двигательном действии. Кривые показывают общую тенденцию изменения управляющих воздействий со стороны ЦНС для правой и левой прямых мышц бедра. Исключением является отягощение в 50 кг, где амплитуда ЭМГ правой ноги достоверно выше, чем у левой. На рисунке 4 приведена кривая изменения максимального усилия при ступенчатом повышении отягощения для четырехглавой мышцы бедра.

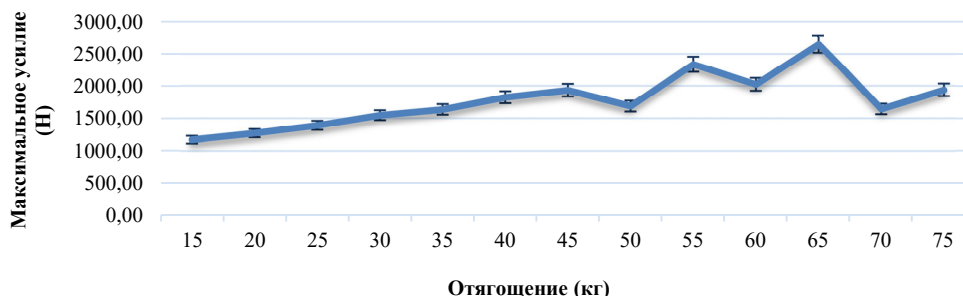


Рисунок 4 – Характер изменения усилия четырехглавых мышц бедра при ступенчатом повышении нагрузки в локальном упражнении разгибание колена на тренажере верхний блок, (n=10)

Максимальное значение усилия, развиваемого спортсменом, складывалось из трех компонентов, а именно: количества нагрузочных дисков в стеке, значения инерциальной составляющей усилия (рассчитывается по показателям акселерометрии) и силы тяжести перемещаемых в упражнении звеньев тела спортсмена.

Из рисунка 4 видно, что показатели максимального усилия зарегистрированы при внешнем отягощении в 65 кг.

Соотношение управляющих воздействий со стороны ЦНС и реализационных компонентов, оцениваемых по началу развития усилия для правой и левой ноги приведены на рисунке 5.

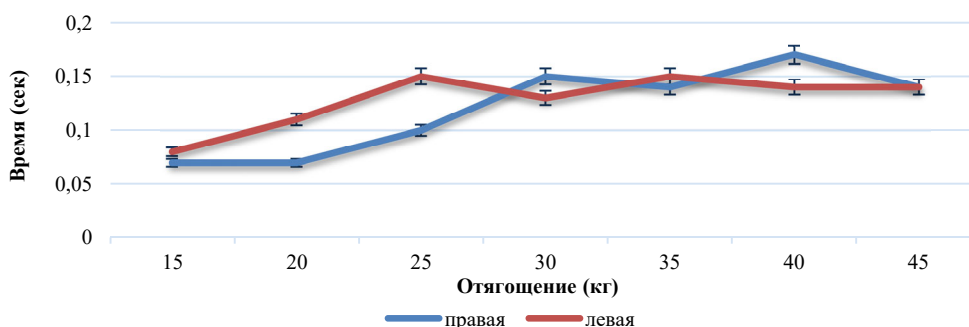


Рисунок 5 – Временное соотношение от начала ЭМГ до начала проявления усилия четырехглавых мышц бедра левой и правой ноги при ступенчатом повышении нагрузки в локальном упражнении разгибание колена на тренажере верхний блок, (n=10)

Увеличение внешнего отягощения повышает степень напряжённости разных компонентов опорно-двигательного аппарата и приводит к увеличению времени предварительной активности, что позволяет повысить жесткость предварительно подготовленных мышц и дает возможность корректировать характер управляющих воздействий в большем диапазоне времени [1, 7]. Степень напряженности управляющих воздействий и значений максимального усилия, как реализационного компонента этих воздействий можно оценить по результатам таблицы 1.

Таблица 1 – Амплитудные характеристики ЭМГ, максимального усилия и времени их проявления (n=10)

Отягощение (кг)	Амплитуда ЭМГ (мВ)		F _{max} (Н)	время различия max ЭМГ и F _{max} (сек)
	Правая нога	Левая нога		Две ноги
15	0,36±0,062	0,23±0,068	420,849±19	0,08±0,009
20	0,29±0,062	0,30±0,064	470,88±26	0,032±0,005
25	0,34±0,076	0,30±0,063	539,55±22	0,04±0,003
30	0,29±0,061	0,29±0,062	647,46±22	0,016±0,001
35	0,31±0,067	0,37±0,085	686,7±24	0,024±0,003
40	0,35±0,078	0,36±0,079	824,04±21	0,024±0,002
45	0,38±0,080	0,39±0,084	882,9±28	0,016±0,002
50	0,50±0,135	0,41±0,091	588,6±21	0,072±0,007
55	0,38±0,086	0,40±0,084	1187,01±20	0,024±0,003
60	0,42±0,093	0,38±0,081	824,04±20	0,048±0,006
65	0,34±0,074	0,33±0,071	1402,83±15	0,016±0,001
70	0,35±0,077	0,39±0,084	343,35±10	0,016±0,002
75	0,34±0,083	0,37±0,077	588,6±20	0,008±0,001

Из таблицы следует, что между амплитудами ЭМГ правой и левой ноги не выявлено достоверных различий, между амплитудами прямой мышцы бедра правой и левой ноги в их максимальных значениях, это определяется ролью четырёхглавой мышцы бедра как одной из главных антигравитационных мышц и мышц, участвующих в основных сагиттальных перемещениях во многих видах спорта. Корреляционный анализ показал, что

значение коэффициента корреляции между значением максимальной амплитуды ЭМГ правой ноги и максимальным усилием равен 0,08. Коэффициент корреляционной взаимосвязи показателей максимальной амплитуды ЭМГ левой ноги и максимальным усилием составил 0,3. Следовательно, не выявлено взаимозависимости между максимальным значением амплитуды и максимальным значением усилия во всем диапазоне нагрузок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что управляющие воздействия и реализационные компоненты отдельных двигательных действий всегда разделены во времени. Управляющие компоненты воздействуют на нервно-мышечную систему с целью подготовки к предполагаемым двигательным актам, увеличивает жёсткость костно-мышечной системы, особенно при проявлении максимальных усилий в предполагаемом диапазоне внешних отягощений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Городничев Р.М. Спортивная электронейромиография : монография / Р.М. Городничев. – Великие Луки : ВЛГАФК, 2005. – 227 с.
2. Дьяченко Н.А. Определение параметров усилия в специальной силовой подготовке на тренажерах / Н.А. Дьяченко, Т.М. Замотин // Российский журнал биомеханики. – 2012. – Т.16, № 2 (56). – С. 68–73.
3. Дьяченко Н.А. Формирование реализационных компонентов двигательных действий в спорте высших достижений / Н.А. Дьяченко, А.Е. Озеркин // IX Международный Конгресс «СПОРТ, ЧЕЛОВЕК, ЗДОРОВЬЕ»: Материалы Конгресса.– Санкт-Петербург, 2019.– С. 166–169.
4. Космин И.В. Обоснование избирательной направленности тренировочных нагрузок тяжелоатлетов-разрядников на основе применения локальных упражнений на тренажерах : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Космин Иван Васильевич. – Санкт-Петербург, 2013. – 23 с.
5. Кузнецов А.И. Методика оценки асимметрии силы мышц ног у конькобежцев высокой квалификации / А.И. Кузнецов, Д.С. Рыбкин // IX Международный Конгресс «СПОРТ, ЧЕЛОВЕК, ЗДОРОВЬЕ»: Материалы Конгресса.– Санкт-Петербург, 2019.– С. 202–204.
6. Ципин, Л.Л. Методологические аспекты применения электромиографии при изучении спортивных движений разной интенсивности / Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2015 – № 8 (126). – С. 188–193.
7. Maestu Jarek Electromyographic and neuromuscular fatigue thresholds as concepts of fatigue / Jarek Maestu, Antonio Chiccella, Prut Purge // Journal of strength and conditioning research. – 2006. – Vol. 20 (4). – P. 824–828.

REFERENCES

1. Gorodnichev, R.M. (2005), *Sports electroneuromyography: monograph*, Velikie Luki.
2. Dyachenko, N.A. and Zamotin, T.M. (2012), "Determination of force parameters in special strength training on simulators", *Russian Journal of Biomechanics*, Vol.16, No. 2 (56), pp. 68–73
3. Dyachenko, N.A. and Ozerkin, A.E. (2019), "Formation of realization components of motor actions in elite sports", *IX International Congress "Sport, Human, Health", materials of the Congress*, St. Petersburg, pp. 166–169
4. Kosmin I.V. (2013), *Substantiation of the selective orientation of the training loads of weightlifters-dischargers based on the use of local exercises on simulators*, dissertation, St. Petersburg.
5. Kuznecov, A.I. and Rybkin, D.S. (2019), "Methodology for assessing the asymmetry of leg muscle strength in highly qualified skaters", *IX International Congress "Sport, Human, Health", materials of the Congress*, St. Petersburg, pp. 202–204.
6. Cipin, L.L. (2015), "Methodological aspects of the use of electromyography in the study of sports movements of varying intensity", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, No. 8 (126), pp. 188–193.
7. Maestu, J., Chiccella, A. and Purge P. (2006), "Electromyographic and neuromuscular fatigue thresholds as concepts of fatigue", *Journal of strength and conditioning research*, Vol. 20 (4), pp. 824–828.

Контактная информация: a.kuznecov@lesgaft.spb.ru

Статья поступила в редакцию 26.05.2021