Дата публикации: 01.03.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_20
УДК 612.7; 612.8; 796.8

Publication date: 01.03.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_20
UDC 612.7; 612.8; 796.8

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АСИММЕТРИИ ЭМГ-АКТИВНОСТИ И ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ТЯЖЕЛОАТЛЕТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОГО УПРАЖНЕНИЯ «РЫВОК»

С.В. Нопин, Ю.В. Корягина
ФГБУ «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия

Аннотация. Актуальным вопросом биомеханики и физиологии спорта, а также спортивной медицины, в аспекте профилактики травм, является выявление асимметрии спортивных движений. Целью исследования явилось выявление функциональных моторных асимметрий, проявляемых в силовых и параметрах электромиографии ведущих мышц при выполнении соревновательного упражнения «рывок» у высококвалифицированных тяжелоатлетов мужского и женского пола. В проведенном исследовании с помощью разработанной методики биомеханической и электромиографической оценки тяжелоатлетических упражнений определены функциональные асимметрии электромиографической активности и динамических характеристик у мужчин и женщин тяжелоатлетов при выполнении рывка. Результаты исследований выявили у мужчин и женщин тяжелоатлетов небольшие правосторонние функциональные асимметрии вертикальных составляющих сил давления ногами на опору. Асимметрия средней амплитуды электромиографии мышц была незначительна и имела следующие особенности: левосторонняя асимметрия для трапециевидной мышцы и правосторонняя асимметрия для мышц ног (латеральной широкой мышцы бедра, двуглавой мышцы бедра и икроножной мышцы). Наибольшие проявления асимметрии выявлены в фазу подрыва, что, по-видимому, связано с частично безопорным положением тела. По электромиографической активности у всех тяжелоатлетов выявлено доминирование правой ноги. Симметричное выполнение упражнения свидетельствует о хорошей технической подготовленности исследуемых высококвалифицированных тяжелоатлетов и оптимальном мышечном балансе.

Ключевые слова: функциональные асимметрии, моторные асимметрии, биомеханика, электромиография, тяжелоатлетические упражнения, тяжелоатлетический рывок.

FUNCTIONAL ASYMMETRY OF EMG ACTIVITY AND DYNAMIC FEATURES IN ELITE WEIGHTLIFTERS WHEN PERFORMING THE COMPETITIVE SNATCH

S.V. Nopin, Yu.V. Koryagina
FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki, Russia

Annotation. The relevant issue of biomechanics and sports physiology, as well as sports medicine, in the aspect of injury prevention, is to identify the asymmetry of sports movements. The aim of the study was to identify functional motor asymmetry manifested in the power and electromyography parameters of the leading muscles when performing the competitive snatch by elite male and female weightlifters. In the study, using the developed methodology for biomechanical and electromyographic evaluation of weightlifting exercises, the functional asymmetry of electromyographic activity and dynamic characteristics in male and female weightlifters during the performance of the snatch were determined. The research results revealed small right-sided functional asymmetry of the vertical component of the efforts, made on the support by the foot, both in male and female weightlifters. The asymmetry of the average electromyography amplitude of the muscles was insignificant and had the following features: left-sided asymmetry for the trapezius muscle and right-sided asymmetry for the leg muscles (quadriceps femoris, biceps femoris, and gastrocnemius). The greatest manifestations of asymmetry were revealed in the snatch phase, which, apparently, is associated with the partially unsupported position of the body. According to

electromyographic activity, dominance of the right leg was revealed in all weightlifters. The symmetrical performance of the exercise testifies to the good technical fitness of the studied elite weightlifters and appropriate muscle balance.
Key words: functional asymmetry, motor asymmetry, biomechanics, electromyography, weightlifting exercises, weightlifting snatch.

Введение. Вопросы, касающиеся функциональных асимметрий в спорте, с каждым годом привлекают все больше специалистов [1-3]. В ряде исследований показано, что функциональная асимметрия и латеральный фенотип в значительной степени генетически детерминированы и в то же время находятся под влиянием социальной и профессиональной деятельности. В частности, у спортсменов под действием тренировочного процесса могут корректироваться и даже видоизменяться [1-4]. Определено, что основными факторами, влияющими на морфологическую и функциональную асимметрию, являются исходный генетически предопределенный уровень асимметрии, вид спорта, квалификация, возраст занимающегося и стаж занятий [1, 2, 4, 5].

Актуальным вопросом в плане биомеханики и физиологии спортивных движений, а также профилактики травм в спорте является выявление асимметрии спортивных движений [6]. Как показывают последние исследовательские работы, одним из важнейших условий совершенства спортивной техники является способность поддерживать вертикальную позу. Установлено, что вклад правой и левой опоры в механизмы постурального контроля зависит от условий поддержания вертикальной позы и профиля асимметрии [3]. Получены сведения о проявлении феномена симметрии-асимметрии вклада правой и левой опоры в поддержание прямостояния в зависимости от условий зрительного контроля [7].

Имеются исследования, характеризующие проявления моторной симметрии-асимметрии при отдельных движениях человека. Так, отмечена асимметричная деятельность ног при ходьбе [8]. Причем авторы подчеркивают, что противоречивые сведения, имеющиеся в литературе при количественных исследованиях шага, связаны с анализом одной стороны тела или стиранием индивидуальных различий при усреднении. Высказывается гипотеза, что поскольку асимметрия шагательных циклов не зависит от «рукости» или уровня внимания, она определяется свойствами спинального локомоторного генератора [9].

При исследовании силовых асимметрий в упражнении «прыжок вверх» у мужчин и женщин, специализирующихся в хоккее на траве, было выявлено, что выраженность асимметрии в женской и мужской выборках нарастает от показателей исходного положения (сил реакции правой и левой опоры при стоянии без нагрузки и движения) к максимальному значению силы (пиковой силы), максимальному значению силы при смене направления движения (при переходе от сгибания к разгибанию в коленных суставах) и становится наиболее яркой в показателях взрывной силы и максимальных значениях силы реакции опоры при приземлении [10].

Имеются немногочисленные исследования функциональных асимметрий у тяжелоатлетов. Выявлена асимметрия в развитии групп мышц, например, «скоростно-силовых возможностях» мышц-разгибателей правого и левого коленных суставов [11]. Причину асимметрии ученые видят в особенности техники толчка штанги от груди в ножницы, где больше нагружается «толчковая нога». Проявления асимметрии у тяжелоатлетов высокой квалификации выявлены также и в технике выполнения рывка [12].

Были выявлены асимметрии при изучении изменения пространственных (межзвенные углы) и динамических характеристик (вертикальная составляющая реакции опоры) при выполнении упражнения тяжелоатлетический толчок способом «ножницы» и полуприседом. Исследование вертикальной составляющей реакции опоры, а

также кинематики движений в локтевом, тазобедренном, коленном, голеностопном суставах показало, что этим параметрам свойственна асимметрия, которая в значительной мере проявляется при выполнении толчка “ножницами” и уменьшается при толчке полуприседом. Проявления асимметрии уменьшаются с ростом внешнего отягощения и спортивной квалификации тяжелоатлетов [13].

При исследовании асимметрии электромиографии (ЭМГ) было выявлено, что при идеомоторных визуализированных актах в большей степени увеличивается амплитуда ЭМГ в доминантном предплечье [14]. На основе определения асимметрии ЭМГ-активности мышц нижних конечностей спортсменов в скоростно-силовом тесте было выявлено, что амплитуда М-ответа стимуляционной ЭМГ и амплитуда суммарной ЭМГ мышц не имеют статистически значимой асимметрии [15].

В связи с чем актуальным является исследование функциональных асимметрий силовых и ЭМГ-параметров, проявляемых у высококвалифицированных спортсменов-тяжелоатлетов при выполнении соревновательного рывка.

Целью исследования явилось выявление функциональных моторных асимметрий проявляемых в силовых и ЭМГ-параметрах ведущих мышц при выполнении упражнения «соревновательный рывок» у высококвалифицированных тяжелоатлетов мужского и женского пола.

Методы и организация исследования. Исследования проводились в Центре медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России в г. Кисловодске на горе Малое седло на высоте 1240 м в условиях учебно-тренировочных сборов спортсменов в ФГУП «Юг Спорт». В исследовании приняли участие 45 тяжелоатлетов мужского и женского пола квалификации мастер спорта (МС), членов сборной команды Российской Федерации по тяжелой атлетике.

В настоящее время уже имеются специализированные системы для комплексного исследования функциональных асимметрий человека [16]. Однако при анализе асимметрий спортивных движений необходимы исследования асимметрии силовых, кинематических и ЭМГ-параметров. Одной из систем анализа этих асимметрий является используемая в нашей работе система BTS Motion System (BTS Bioengineering, Италия), включающая SMART-DX – оптоэлектронную систему с тремя инфракрасными камерами и двумя видеокамерами, двумя сенсорными напольными тензодинамометрическими платформами размером 60×40 см. Для анализа техники тяжелоатлетического упражнения была разработана специальная методика, получен патент на изобретение «Способ биомеханической и электромиографической оценки тяжелоатлетических упражнений» № 2756567 C1 от 01.10.2021 [17]. Также была разработана программа для ЭВМ [18]. Для анализа техники использовалась фазовая структура тяжелоатлетического рывка по Л.С. Дворкину [19].

Коэффициенты функциональной асимметрии средних значений вертикальных составляющих сил давления правой и левой ногой на опору, средней амплитуды ЭМГ трапециевидной мышцы, латеральной широкой мышцы бедра, двуглавой мышцы бедра (длинная головка – средняя часть), икроножной мышцы (латеральная головка – средняя часть) рассчитывались по формуле [20]:

$$Кас = \frac{N_{ПР} - N_{ЛЕВ}}{N_{ПР} + N_{ЛЕВ}} \times 100\%$$

где $N_{ПР}$ – показатель для правой половины тела, $N_{ЛЕВ}$ – показатель для левой половины тела.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программного обеспечения Statistica 13.0 и заключалась в сравнении показателей групп, сформированных по полу с помощью непараметрического U-критерия Манна-Уитни.

Результаты исследования и их обсуждение. Тяжелоатлетический рывок является сложнокоординационным скоростно-силовым упражнением, в котором спортсмен

поднимает большой вес в короткий промежуток времени. Данное упражнение – стандартное симметричное, проведение исследований у спортсменов самой высокой квалификации (мастер спорта (МС) и мастер спорта международного класса (МСМК)) позволило получить модельные характеристики биомеханических и ЭМГ-параметров.

По показателям вертикальной составляющей силы давления на опору двумя ногами в граничный момент между фазами движения в рывке мужчины значительно статистически достоверно превосходят женщин по всем фазам (табл. 1).

Сравнение коэффициентов функциональной асимметрии средних значений вертикальной составляющей сил давления правой/левой ногой на опору при выполнении тяжелоатлетического рывка у мужчин и женщин статистически значимых различий не выявило. Во всех фазах как у мужчин, так и у женщин в основном преобладает очень незначительная правосторонняя асимметрия, за исключением фазы подседа 3.1 у мужчин и фазы вставания 4 у женщин (табл. 2). Наибольшие проявления асимметрии выявлены у мужчин в фазу подрыва, потому что, по-видимому, именно в эту фазу наблюдается относительно безопорное положение тела.

Проведение записи ЭМГ одновременно с регистрацией биомеханических параметров движений при выполнении тяжелоатлетических упражнений высококвалифицированных спортсменов позволило получить характеристики электроактивности изучаемых мышц. Было выявлено, что показатели средней амплитуды ЭМГ левой трапециевидной мышцы у мужчин-тяжелоатлетов по сравнению с женщинами были больше в фазе тяги 1.2, правой трапециевидной мышцы – в фазы тяги 1.1 и 1.2 (табл. 3).

Таблица 1

Средние значения вертикальной составляющей силы давления на опору двумя ногами в рывке у мужчин и женщин в тяжелоатлетов, кг (M±σ)

№ п/п	Фазы	Мужчины	Женщины	p<
1	Тяга 1.1	124,3±26,37	102,1±25,59	0,03
2	Тяга 1.2	192,6±38,22	141,8±27,83	0,0001
3	Подрыв 2.1	177,6±67,72	150,8±26,73	0,03
4	Подрыв 2.2	137,2±59,67	116,9±28,42	-
4	Подсед 3.1	52,80±28,82	45,16±14,96	-
5	Подсед 3.2	184,6±38,86	137,3±31,76	0,0009
6	Вставание 4	160,6±32,85	125,0±31,72	0,002

Примечание: p – по U-критерию Манна Уитни

Таблица 2

Коэффициенты функциональной асимметрии средних значений вертикальной составляющей сил давления правой/левой ногой на опору при выполнении тяжелоатлетического рывка у мужчин и женщин, % (M±σ)

№ п/п	Фазы	Мужчины	Женщины
1	Тяга 1.1	2,5±5,1	0,9±4,5
2	Тяга 1.2	1,0±4,5	1,1±3,7
3	Подрыв 2.1	5,5±20,8	0,1±7,5
4	Подрыв 2.2	10,5±29,7	3,7±7,1
5	Подсед 3.1	-0,8±20,4	1,6±8,6
6	Подсед 3.2	2,4±6,4	1,5±4,6
7	Вставание 4	0,4±9,7	-0,3±3,7

Таблица 3

Средняя амплитуда ЭМГ трапециевидной мышцы в рывке у мужчин и женщин тяжелоатлетов, мВ (M±σ)

№ п/п	Фазы	Правая		p<	Левая		p<
		Мужчины	Женщины		Мужчины	Женщины	
2	Тяга 1.1	0,17±0,1	0,11±0,06	0,04	0,17±0,14	0,11±0,05	-
3	Тяга 1.2	0,42±0,23	0,21±0,09	0,003	0,41±0,21	0,28±0,09	0,03
4	Подрыв 2.1	0,37±0,21	0,29±0,16	-	0,50±0,33	0,32±0,15	-
5	Подрыв 2.2	0,43±0,25	0,39±0,21	-	0,46±0,24	0,36±0,2	-
6	Подсед 3.1	0,53±0,25	0,41±0,15	-	0,57±0,24	0,45±0,12	-
7	Подсед 3.2	0,73±0,32	0,67±0,31	-	0,71±0,33	0,69±0,3	-
8	Вставание 4	0,60±0,47	0,47±0,23	-	0,50±0,32	0,49±0,2	-

Примечание: p – по U-критерию Манна-Уитни

Сравнение показателей средней амплитуды ЭМГ латеральной широкой мышцы бедра у мужчин и женщин тяжелоатлетов показало большие величины у мужчин в фазе подрыва 2.2 (p<0,02). Коэффициенты функциональной асимметрии средней амплитуды ЭМГ мышц при выполнении тяжелоатлетического рывка у мужчин и женщин статистически не отличались (табл. 4, 6). Для средней амплитуды ЭМГ трапециевидной мышцы выявлены небольшие как право- и левосторонние асимметрии как у мужчин, так и у женщин. Наибольшие асимметрии выявлены у мужчин в фазе подрыва 2.1 и у женщин в фазы тяги 1.2 и подрыва 2.1. Среди всех исследованных мышц наибольшее количество левосторонней асимметрии наблюдалось для амплитуды ЭМГ трапециевидной мышцы. Учитывая, что в упражнении «тяжелоатлетический рывок» трапециевидная мышца играет в основном стабилизирующую статическую удерживающую работу, большая амплитуда ЭМГ, по-видимому, свидетельствует о большей работе по необходимому удержанию левой (неведущей) половины тела.

Для средней амплитуды ЭМГ латеральной широкой мышцы бедра наблюдалась правосторонняя асимметрия во все фазы рывка. Наибольшая асимметрия наблюдалась у мужчин в фазы тяги и подрыва, а у женщин – в фазу подрыва 2.2 (табл. 4).

Таблица 4

Коэффициенты функциональной асимметрии средней амплитуды ЭМГ мышц при выполнении тяжелоатлетического рывка у мужчин и женщин, % (M±σ)

№ п/п	Фазы	Трапециевидная мышца		Латеральная широкая мышцы бедра	
		Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
1	Тяга 1.1	4,8±19,2	-6,5±20,6	12,2±37,2	-3,0±30,3
2	Тяга 1.2	-2,2±26,9	-16,1±26,5	14,0±41,5	6,6±28,4
3	Подрыв 2.1	-13,5±32,1	-10,7±18,4	15,7±37,9	-0,5±32,1
4	Подрыв 2.2	-3,7±26,2	2,8±21,6	5,2±39,8	14,1±22,4
5	Подсед 3.1	-3,5±15,4	-7,0±18,1	6,2±33,5	5,2±19,9
6	Подсед 3.2	3,8±17,3	-3,0±14,2	10,1±29,8	4,7±28,0
7	Вставание 4	6,3±22,4	-5,2±15,9	10,5±36,2	1,5±24,2

Средняя амплитуда ЭМГ левой двуглавой мышцы бедра у мужчин была больше в фазу подрыва 2.2, а максимальная амплитуда – в фазу вставания. Средняя амплитуда ЭМГ правой двуглавой мышцы бедра больше у мужчин практически во все фазы рывка (табл. 5). Показатели средней амплитуды ЭМГ правой икроножной мышцы в фазы подрыва 2.1 ($p<0,02$) и подседа 3.2 ($p<0,04$) больше у мужчин.

Таблица 5

Средние значения амплитуды ЭМГ правой двуглавой мышцы бедра (длинная головка – средняя часть) в рывке у мужчин и женщин тяжелоатлетов, мВ (M±σ)

№ п/п	Фазы	Мужчины	Женщины	p
1	Тяга 1.1	0,10±0,06	0,09±0,02	-
2	Тяга 1.2	0,31±0,13	0,23±0,15	<0,03
3	Подрыв 2.1	0,41±0,19	0,35±0,21	-
4	Подрыв 2.2	0,36±0,19	0,23±0,12	<0,009
5	Подсед 3.1	0,29±0,13	0,19±0,12	<0,02
6	Подсед 3.2	0,18±0,09	0,13±0,04	-
7	Вставание 4	0,23±0,11	0,18±0,16	<0,01

Примечание: p – по U-критерию Манна-Уитни

Коэффициенты функциональной асимметрии средней амплитуды ЭМГ двуглавой мышцы бедра и икроножной мышцы были только правосторонние во все фазы рывка как у мужчин, так и у женщин (табл. 6). Наибольшие асимметрии для двуглавой мышцы бедра выявлены в фазу подрыва 2.2 и подседа 3.1 как у мужчин, так и у женщин, что, по-видимому, связано с относительно безопорным положением тела в эти фазы. Для икроножной мышцы наибольшие правосторонние асимметрии у женщин выявлены в фазы тяги 1.2 и подрыва 2.2, а у мужчин – в фазу подрыва 2.1. Наличие правосторонних асимметрий мышц нижних конечностей при выполнении тяжелоатлетического рывка свидетельствует о доминировании у высококвалифицированных тяжелоатлетов правой ноги, мышцы которой берут на себя основную нагрузку по поднятию снаряда.

Таблица 6

Коэффициенты функциональной асимметрии средней амплитуды ЭМГ мышц при выполнении тяжелоатлетического рывка у мужчин и женщин, % (M±σ)

№ п/п	Фазы	Двуглавая мышца бедра		Икроножная мышца	
		Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
1	Тяга 1.1	6,1±32,6	3,4±10,9	5,6±37,1	2,4±38,5
2	Тяга 1.2	8,4±31,2	9,1±16,8	6,9±34,0	16,8±45,5
3	Подрыв 2.1	3,5±43,0	12,3±11,7	17,6±33,2	6,5±43,0
4	Подрыв 2.2	11,6±40,7	22,0±10,7	3,7±35,8	19,4±36,7
5	Подсед 3.1	10,8±37,7	9,6±24,2	6,3±36,5	7,9±38,9
6	Подсед 3.2	4,9±34,6	3,9±12,2	8,3±41,1	8,2±27,6
7	Вставание 4	14,0±31,9	5,7±14,8	9,3±36,8	5,9±48,6

Заключение. Таким образом, в проведенном исследовании с помощью разработанной методики биомеханической и электромиографической оценки тяжелоатлетических упражнений определены функциональные асимметрии ЭМГ-активности и динамических характеристик у высококвали-

фицированных тяжелоатлетов при выполнении соревновательного упражнения «рывок».

Функциональные асимметрии динамического показателя – вертикальных составляющих сил давления правой/левой ногой на опору были небольшими с преобладанием правосторонней асимметрии как у мужчин, так и у женщин. Симметричное выполнение упражнения свидетельствует о хорошей технической подготовленности исследуемых высококвалифицированных тяжелоатлетов и оптимальном мышечном балансе. Асимметрия средней амплитуды ЭМГ мышц была незначительна и имела следующие особенности: левосторонняя асимметрия для трапециевидной мышцы и правосторонняя асимметрия для мышц ног (латеральной широкой мышцы бедра, двуглавой мышцы бедра и икроножной мышцы). Наибольшие проявления асимметрии выявлены в фазу подрыва, что, по-видимому, связано с относительно безопорным положением тела. По ЭМГ-активности у всех тяжелоатлетов выявлено доминирование правой ноги.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бердичевская Е.М. Функциональные асимметрии и спорт / Е.М. Бердичевская, А.С. Гронская // Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. – М: Научный мир. – 2009. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.cerebralasymmetry.ru/24.Berdichevskaya_Gronskaya.pdf (Дата обращения: 25.01.2022).
2. Тришин А.С. Индивидуальный профиль асимметрии как фактор двигательного стереотипа квалифицированных спортсменов / А.С. Тришин, Е.С. Тришин, Ю.А. Кудряшова, Е.М. Бердичевская, Е.А. Кудряшов // Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2020. – № 3. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/individualnyy-profil-asimmetrii-kak-faktor-dvigatelnogo-stereotipa-kvalifitsirovannyh-sportsmenov (Дата обращения: 25.01.2022).
3. Тришин А.С. Билатеральный анализ позной устойчивости баскетболистов с учетом профиля межполушарной асимметрии / А.С. Тришин, Е.М. Бердичевская // Материалы ежегодной отчетной научной конференции аспирантов и соискателей Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма. – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма". – 2018. – № 1. – С. 221-226.
4. Чермит К.Д. Спортивный латеростресс (научная гипотеза) / К.Д. Чермит, А.В. Шаханова, А.Г. Заболотний // Теория и практика физической культуры. – 2014. – № 11. – С. 24-26.
5. Бердичевская Е.М. Роль функциональной асимметрии мозга в возрастной динамике двигательной деятельности человека. / Е.М. Бердичевская // Автореферат дис. д-ра мед. наук. – Краснодар: Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма. – 1999. – 46 с.
6. Мельников А.А. Сравнительный анализ регуляции вертикальной позы у борцов разной спортивной квалификации / А.А. Мельников, А.А. Савин, Л.В. Емельянова, Р.Ю. Николаев, А.Д. Викулов // Физиология человека. – 2011. – Т. 37. – № 5. – С. 113-119.
7. Пантелеева А.М. Особенности проявления симметрии-асиммметрии при локальной статической нагрузке у правшей / А.М. Пантелеева, Е.М. Бердичевская // Ресурсы конкурентоспособности спортсменов: теория и практика реализации. – 2018. – № 1. – С. 334-336.
8. Maupas E. Asymmetric leg activity in healthy subjects during walking, detected by electrogoniometry / E. Maupas, J. Paysant, N. Martinet, J.M. André // Clinical Biomechanics. – 1999. – Vol. 14. – № 6. – P. 403-411.
9. Иванова Г.П. О роли двигательных асимметрии нижних конечностей в динамике спортивных действий / Г.П. Иванова, Д.В. Спиридонов, Э.Н. Саутина // Теория и практика физической культуры. – 2003. – №. 1. – С. 62-63.
10.Хроменкова Е.В. Анализ асимметрии силовых способностей мышц нижних конечностей спортсменов в хоккее на траве / Е.В. Хроменкова, Е.Г. Тычина, Ю.О. Романова // Прикладная спортивная наука. – 2019. – № 2 (10). – С. 51-58.
11.Воробьев А.Н. Физиологические и гигиенические особенности занятий тяжелой атлетикой / А.Н. Воробьев // Тяжелая атлетика: учеб. для

инт-в физ. культ. – М: Физкультура и спорт. – 1988. – С. 197-236.
12.Хасин Л.А. Биомеханический анализ микроструктуры тяжелоатлетических упражнений / Л.А. Хасин // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте. – Малаховка: МГАФК. – 2016. – С. 204-210.
13.Костюченко В.Ф. Асимметрия биомеханической структуры движений тяжелоатлетов / В.Ф. Костюченко, В.С. Степанов, А.А. Алексеев, В.Г. Соколов, П.С. Горулев // Ученые записки университета Лесгафта. – 2008. – № 2. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/asimmetriya-biomehanicheskoy-struktury-dvizheniy-tyazheloatletov (Дата обращения: 25.01.2022).
14.Livesay J.R. Covert neuromuscular activity of the dominant forearm during visualization of a motor task / J.R. Livesay, M.R. Samaras // Perceptual and motor skills. – 1998. – Vol. 86. – № 2. – P. 371-374.
15.Шеин А.П. Асимметрия некоторых биомеханических и биоэлектрических характеристик произвольной и вызванной активности мышц верхних и нижних конечностей у здоровых субъектов / А.П. Шеин, Г.А. Криворучко // Человек. Спорт. Медицина. – 2005. – Т. 1. – № 4 (44). – С. 270-276.
16.Корягина Ю.В. Аппаратно-программный комплекс функциональные асимметрии (АПК функциональные асимметрии) / Ю.В. Корягина, С.В. Нопин // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RUS 2010617759. Заявка № 2010615870 от 24.09.2010.
17.Нопин С.В. Патент на изобретение 2756567C1. Способ биомеханической и электромиографической оценки тяжелоатлетических упражнений / С.В. Нопин, Ю.В. Корягина, Г.Н. Тер-Акопов // Заявка № 2020129093 от 02.09.2020, опубл. 01.10.2021.
18.Нопин С.В. Биомеханическая и электромиографическая экспресс-оценка тяжелоатлетического рывка / С.В. Нопин, Ю.В. Корягина, Г.Н. Тер-Акопов // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020660142, 28.08.2020. Заявка № 2020619210 от 20.08.2020.
19.Дворкин Л.С. Тяжелая атлетика: учебник для вузов / Л.С. Дворкин, А.П. Слободян // М.: Советский спорт. – 2005. – 600 с.
20.Леутин В.П. Функциональная асимметрия мозга: мифы и действительность / В.П. Леутин, Е.И. Николаева // СПб.: Речь. – 2005. – 366 с.

REFERENCES

1. Berdichevskaya E.M. Functional asymmetry and sports / E.M. Berdichevskaya, A.S. Gronskaya // Guide to Functional Interhemispheric Asymmetry. – M: Scientific World. – 2009. [Electronic resource] Access mode: http://www.cerebral-asymmetry.ru/24.Berdichevskaya_Gronskaya.pdf (Accessed on 25.01.2022).
2. Trishin A.S. Individual profile of asymmetry as a factor in the motor stereotype of qualified athletes / A.S. Trishin, E.S. Trishin, Yu.A. Kudryashova, E.M. Berdichevskaya, E.A. Kudryashov // Physical Culture, Sports – Science and Practice. – 2020. – № 3. [Electronic resource] Access mode: https://cyberleninka.ru/article/n/individualnyy-profil-asimmetrii-kak-faktor-dvigatelnogo-stereotipa-kvalifitsirovannyh-sportsmenov (Accessed on 25.01.2022).
3. Trishin A.S. Bilateral analysis of the postural stability of basketball players taking into account the interhemispheric asymmetry profile / A.S. Trishin, E.M. Berdichevskaya // Materials of the Annual Reporting Scientific Conference of Post-Graduate Students and Applicants of the Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism. – Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism. – 2018. – № 1. – P. 221-226.
4. Chermit K.D. Sports lateral stress (scientific hypothesis) / K.D. Chermit, A.V. Shakhanova, A.G. Zabolotnij // Theory and Practice of Physical Culture. – 2014. – № 11. – P. 24-26.
5. Berdichevskaya E.M. The role of functional brain asymmetry within age dynamics of human motor activity. / E.M. Berdichevskaya // Dissertation abstract for a degree of the Doctor of Medical Sciences. – Krasnodar: Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism. – 1999. – 46 p.
6. Mel'nikov A.A. Comparative analysis of vertical posture regulation in wrestlers of different sports qualifications / A.A. Mel'nikov, A.A. Savin, L.V. Emel'yanova, R.Yu. Nikolaev, A.D. Vikulov // Human Physiology. – 2011. – Vol. 37. – № 5. – P. 113-119.
7. Panteleeva A.M. Features of the manifestation of symmetry and asymmetry under local static loads in right-handers / A.M. Panteleeva, E.M. Berdichevskaya // Resources of Competitiveness of Athletes: Theory and Practice of Implementation. – 2018. – № 1. – P. 334-336.
8. Maupas E. Asymmetric leg activity in healthy subjects during walking, detected by electrogoniometry / E. Maupas, J. Paysant, N. Martinet,

J.M. André // Clinical Biomechanics. – 1999. – Vol. 14. – № 6. – P. 403-411.
9. Ivanova G.P. On the role of motor asymmetry of the lower extremities within dynamics of sports activities / G.P. Ivanova, D.V. Spiridonov, E.N. Sautina // Theory and Practice of Physical Culture. – 2003. – № 1. – P. 62-63.
10.Khromenkova E.V. Analysis of the asymmetry of power abilities of the lower extremities' muscles in field hockey athletes / E.V. Khromenkova, E.G. Tychina, Yu.O. Romanova // Applied Sports Science. – 2019. – № 2(10). – P. 51-58.
11.Vorob'ev A.N. Physiological and hygienic features of weightlifting / A.N. Vorob'ev // Weightlifting: Textbook for Physical Culture Institutes. – M: Physical Culture and Sports. – 1988. – P. 197-236.
12.Khasin L.A. Biomechanical analysis of the weightlifting exercises microstructure / L.A. Khasin // Biomechanics of Motor Actions and Biomechanical Control in Sports. – Malakhovka: MSAPC. – 2016. – P. 204-210.
13.Kostyuchenko V.F. Asymmetry of the biomechanical structure of weightlifters' movements / V.F. Kostyuchenko, V.S. Stepanov, A.A. Alekseev, V.G. Sokolov, P.S. Gorulev // Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University. – 2008. – № 2. [Electronic resource] Access mode: https://cyberleninka.ru/article/n/asimmetriya-biomehanicheskoy-struktury-dvizheniy-tyazheloatletov (Accessed on 25.01.2022).
14.Livesay J.R. Covert neuromuscular activity of the dominant forearm during visualization of a motor task / J.R. Livesay, M.R. Samaras // Perceptual and motor skills. – 1998. – Vol. 86. – № 2. – P. 371-374.
15.Shein A.P. Asymmetry of some biomechanical and bioelectrical characteristics of voluntary and evoked activity of the muscles of the upper and lower extremities in healthy subjects / A.P. Shein, G.A. Krivoruchko // Man. Sport. Medicine. – 2005. – Vol. 1. – № 4 (44). – P. 270-276.
16.Koryagina Yu.V. Hardware and software complex functional asymmetry (HSC functional asymmetry) / Yu.V. Koryagina, S.V. Nopin // Certificate of the computer program registration № RUS2010617759. Request № 2010615870 from 24.09.2010.
17.Nopin S.V. Patent № 2756567C1. Method of biomechanical and electromyographic evaluation of weightlifting exercises / S.V. Nopin, Yu.V. Koryagin, G.N. Ter-Akopov // Request № 2020129093 from 02.09.2020, published on 01.10.2021.
18.Nopin S.V. Biomechanical and electromyographic express evaluation of the weightlifting jerk / S.V. Nopin, Yu.V. Koryagina, G.N. Ter-Akopov // Certificate the computer program of registration № 2020660142, 28.08.2020. Request № 2020619210 from 20.08.2020.
19.Dvorkin, L.S. Weightlifting: a textbook for universities / L.S. Dvorkin, A.P. Slobodyan // M.: Soviet Sports. – 2005. – 600 p.
20.Leutin V.P. Functional asymmetry of the brain: myths and reality / P.V. Leutin, E.I. Nikolaev // Saint Petersburg: Speech. – 2005. – 366 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Сергей Викторович Нопин – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник центра медико-биологических технологий, ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: work800@yandex.ru.
Юлия Владиславовна Корягина – доктор биол. наук, профессор, руководитель центра медико-биологических технологий, ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: nauka@skfmba.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Sergej Victorovich Nopin – Candidate of Technical Sciences, Lead Researcher of the Center for Biomedical Technologies, FSBI "North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency", Essentuki, e-mail: work800@yandex.ru.
Yulia Vladislavovna Koryagina – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Center for Biomedical Technologies, FSBI "North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency", Essentuki, e-mail: nauka@skfmba.ru.

Для цитирования: Нопин С.В. Функциональные асимметрии ЭМГ активности и динамических характеристик у высококвалифицированных тяжелоатлетов при выполнении соревновательного упражнения «рывок» / С.В. Нопин, Ю.В. Корягина // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 1. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_20

For citation: Nopin S.V. Functional asymmetry of EMG activity and dynamic features in elite weightlifters when performing the competitive snatch / S.V. Nopin, Yu.V. Koryagina // Modern Issues of Biomedicine. – 2022. – Vol. 6. – № 1. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_20