

6. Titov, V.V. (2013), *Formation of Physical Culture in Cadets of Radio Electronic Specialties of Military Higher Education Institution in the Process of Professional Applied Physical Training*, dissertation, St. Petersburg.

7. Belushchenko, LV. (2004), "Methodology of individual approach in guiding air defense officers to a healthy lifestyle", *Actual problems of physical training and sports*, collection of scientific-methodical works, St. Petersburg, pp. 78–81.

8. Borisov, A.V. (2007), "Pedagogical technology of officer physical training organization of Air Force of Air Defence radio-technical units using functional differentiated approach", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, No. 11 (33), pp. 14–18.

Контактная информация: olga.kuznetsova.2024@bk.ru

Статья поступила в редакцию 02.07.2023

УДК 796.92.093.642

ВЛИЯНИЕ МЕЖКОНЕЧНОСТНОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ МЫШЦ НОГ НА МОТОРНУЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЦИКЛИЧЕСКИХ И АЦИКЛИЧЕСКИХ ЛОКОМОЦИЙ У БИАТЛОНИСТОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Андрей Сергеевич Крючков, кандидат педагогических наук, Федеральный научный центр физической культуры и спорта, Центр спортивной подготовки сборных команд России, Москва; Владимир Леонидович Ростовцев, доктор биологических наук, Павел Евгеньевич Мякинченко, кандидат педагогических наук, Евгений Борисович Мякинченко, доктор педагогических наук, Федеральный научный центр физической культуры и спорта, Москва; Татьяна Владимировна Фендель, кандидат педагогических наук, доцент, Чайковская государственная академия физической культуры и спорта, Чайковский

Аннотация

Введение. В последнее время в качестве способа повышения результативности спортивной подготовки, в том числе биатлонистов, называют учёт имеющихся у них межконечностных функциональных (силовых) асимметрий, однако на сегодняшний день практически неизученным остаётся вопрос об их влиянии на моторную производительность многосуставных унilaterальных циклических и билатеральных ациклических движений, что и определило направление настоящего исследования.

Цель исследования – оценка влияния межконечностной функциональной асимметрии мышц сгибателей и разгибателей коленного сустава на моторную производительность многосуставных унilaterальных циклических и билатеральных ациклических движений у биатлонистов высокого класса.

Методика и организация исследования. В исследовании, которое проводилось в период с 2016 по 2022 год, принимали участие высококвалифицированные биатлонисты, члены сборной команды России (мужчины, n=36 человек, возраст 25±3,7 года, занимавшие в итоговом рейтинге Союза Биатлонистов России с 1 по 16 место).

Оценку силовых способностей мышц сгибателей и разгибателей коленного сустава правой и левой конечности осуществляли методом изокинетической динамометрии с помощью роботизированного комплекса Biodex System 4 Pro.

Для оценки влияния межконечностной функциональной асимметрии нижних конечностей на моторную производительность движений у биатлонистов высокого класса использовали метод контрольных испытаний.

Результаты исследования и их обсуждение. На уровне изолированных мышц (только сгибателей или разгибателей) наблюдается функциональная асимметрия по всем исследуемым параметрам у разгибателей коленного сустава и аналогично у сгибателей, за исключением показателя «пик крутящего момента». На уровне функциональной асимметрии между мышцами-сгибателями и разгибателями коленного сустава обнаружены статистически значимые различия только по показателям «пик крутящего момента» и «угол достижения пика крутящего момента».

Вывод. Результаты исследования указывают на отсутствие значимых связей между функциональной межконечностной асимметрией сгибателей и разгибателей коленного сустава, проявляемой в односуставном унилатеральном движении, и пиковой мощностью, средней скоростью и силой, проявляемой в многосуставном билатеральном ациклическом движении, а также с экономичностью и эффективностью унилатеральных циклических движений у биатлонистов высокого класса.

Ключевые слова: биатлонисты высокого класса, межконечностная асимметрия, сгибатели и разгибатели коленных суставов, Biodex Systems 4 Pro.

DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2023.07.p203-211

INFLUENCE OF INTERLIMB FUNCTIONAL ASYMMETRY OF LEG MUSCLES ON THE MOTOR PERFORMANCE OF CYCLIC AND ACYCLIC LOCOMOTIONS IN HIGHLY QUALIFIED BIATHLONISTS

Andrey Sergeevich Kryuchkov, candidate of pedagogical sciences, Federal Scientific Center of Physical Culture and Sport, Center for Sports Training of Russian National Teams, Moscow; Vladimir Leonidovich Rostovtsev, doctor of biological sciences, Pavel Evgenyevich Myakinchenko, candidate of pedagogical sciences, Evgeny Borisovich Myakinchenko, doctor of pedagogical sciences, Federal Scientific Center of Physical Culture and Sport, Moscow; Tatyana Vladimirovna Fendel, candidate of pedagogical sciences, docent, Tchaikovsky state academy of physical education and sports

Abstract

Introduction. Recently, as a way to increase the effectiveness of sports training, including biathletes, they call taking into account their interlimb functional (strength) asymmetries, but today the question of their influence on the motor performance of multi-joint unilateral cyclic and bilateral acyclic movements remains practically unexplored, which determined the direction of the present study.

The purpose of the study – assessment of the influence of interlimb functional asymmetry of the muscles of the flexors and extensors of the knee joint on the motor performance of multi-joint unilateral cyclic and bilateral acyclic movements in high-class biathletes.

Methodology and organization of the study. The study, which was conducted in the period from 2016 to 2022, involved highly qualified biathletes, members of the Russian national team (men, n=36 people, aged 25±3.7 years, who ranked from 1 to 16 in the final rating of the Russian Biathlon Union).

The power abilities of the muscles of the flexors and extensors of the knee joint of the right and left limbs were assessed by isokinetic dynamometry using the Biodex System 4 Pro robotic complex.

To assess the effect of interlimb functional asymmetry of the lower extremities on the motor performance of movements in high-class biathletes, the method of control tests was used.

The results of the study. At the level of isolated muscles (only flexors or extensors), functional asymmetry is observed in all studied parameters in the extensors of the knee joint and similarly in the flexors, with the exception of the «peak torque» indicator. At the level of functional asymmetry between the flexor and extensor muscles of the knee joint, statistically significant differences were found only in terms of «peak torque» and «angle of reaching peak torque».

Conclusions. The results of the study indicate the absence of significant relationships between the functional interlimb asymmetry of the flexors and extensors of the knee joint, manifested in a single-joint unilateral movement, and peak power, average speed and strength, manifested in a multi-joint bilateral acyclic movement, as well as with the economy and efficiency of unilateral cyclic movements in biathletes high class.

Keywords: high-class biathletes, interlimb asymmetry, knee flexors and extensors, Biodex Systems 4 Pro.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в качестве способа повышения физической подготовленности и спортивной результативности высококвалифицированных спортсменов, в том числе биатлонистов, называют учёт имеющихся у них функциональных асимметрий [1, 2, 3, 4].

Проведённый анализ научно-методической литературы позволил констатировать, что на сегодняшний день открытыми остаются вопросы:

– оценки показателей функциональной асимметрии и их динамики под воздействием тренировочных нагрузок;

- определения форм проявления силовых способностей мышц (максимальной, взрывной, быстрой силы), наиболее подверженных асимметрии у спортсменов высокого класса;
- оценки влияния функциональной асимметрии мышц на моторную производительность унилатеральных и билатеральных многосуставных движений;
- оценки влияния функциональной межконечностной асимметрии на спортивный результат [3, 4, 5, 6].

Произвольные движения звеньев тела совершаются благодаря перекрестной активации (координации) мышц движителей и стабилизаторов со стороны нейронов двигательной системы, располагаемых в правом и левом полушарии мозга. При этом работа обоих полушарий строится таким образом, что ориентирующая сенсорная информация от проприорецепторов одной конечности имеет значение при программировании движения другой конечности [6]. Иными словами, наши мышцы и суставы контралатеральных конечностей нейронально связаны друг с другом.

В случае, когда качество и объём сенсорной информации, поступающих в левое и правое полушария, различаются (например, в связи с асимметрией в развитии нервно-мышечного и рецепторного аппарата одной конечности), это отражается на их возможностях по активации мышц.

Этот факт позволил предположить, что выполнение биатлонистами в рамках тренировочного процесса специализированных движений с участием нижних конечностей при наличии межконечностной функциональной (силовой) асимметрии мышц может сопровождаться ограничением моторной производительности таких движений, в том числе, в зависимости от их унилатеральной или билатеральной специфики.

Цель исследования – оценка влияния межконечностной функциональной асимметрии мышц сгибателей и разгибателей коленного сустава на моторную производительность многосуставных унилатеральных циклических и билатеральных ациклических движений у биатлонистов высокого класса.

Задачи исследования:

1. Определить наличие межконечностной функциональной (силовой) асимметрии мышц у биатлонистов высокого класса в унилатеральных движениях сгибания и разгибания коленных суставов.
2. Оценить влияние функциональной асимметрии мышц нижних конечностей в унилатеральном односуставном движении на мощность выполнения билатерального многосуставного ациклического движения – прыжок вверх с места.
3. Оценить влияние функциональной асимметрии мышц нижних конечностей в унилатеральном односуставном движении на экономичность и эффективность выполнения унилатерального многосуставного циклического движения – бег с палками.

МЕТОДИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось в лаборатории Аналитического управления «Центра спортивной подготовки сборных команд России» в период с 2016 по 2022 год. В исследовании принимали участие высококвалифицированные биатлонисты, члены сборной команды России (мужчины, n=36 человек, возраст 25±3,7 года, занимавшие в итоговом рейтинге Союза Биатлонистов России с 1 по 16 место). Всего было выполнено 256 протоколов человеко-обследований.

Межконечностная функциональная асимметрия рассчитывалась по формуле:

$$K_{ac} = \frac{F1 - F2}{F1} \cdot 100\% ,$$

где: K_{ac} – коэффициент асимметрии, $F1$ – один из показателей силовых способностей, проявляемых в тесте на роботизированном комплексе Biodex System 4 Pro (Biodex Medical Systems, Inc., Ширли, штат Нью-Йорк, США) мышцами разгибателями или

сгибателями коленного сустава одной конечности, $F2$ – аналогичный показатель, проявляемый мышцами другой конечности.

Оценку силовых способностей мышц сгибателей и разгибателей коленного сустава правой и левой конечности осуществляли методом изокинетической динамометрии с помощью роботизированного комплекса Biodex System 4 Pro в условиях квазиизометрического режима работы мышц при фиксированной скорости движения 60 градусов в секунду.

Применение метода позволило получить и рассчитать следующие показатели функциональной асимметрии мышц: величину пикового крутящего момента, время и угол достижения пикового крутящего момента, величину мышечных усилий, достигаемую спортсменом за 0,18 секунды.

Для оценки влияния межконечностной функциональной асимметрии нижних конечностей на моторную производительность движений у биатлонистов высокого класса, использовали метод контрольных испытаний.

В качестве контрольных испытаний использовали:

1. «Прыжок вверх с места» – для оценки влияния межконечностной функциональной асимметрии нижних конечностей на моторную производительность билатеральных ациклических движений у биатлонистов высокого класса – выполнялся с применением датчика линейного перемещения (MuscleLab, Ergotest Innovation A.S., Stathelle, Норвегия). При помощи этого контрольного испытания были получены следующие данные:

– для концентрической фазы прыжка – среднее значение проявляемой мощности (Вт), среднее значение проявляемой силы (Н), среднее значение развиваемой скорости (м/с), пиковая скорость (м/с), время, затрачиваемое на достижение пиковой мощности (сек), перемещение ОЦМТ (см), время, затрачиваемое на реализацию движения (с);

– для эксцентрической фазы прыжка – время амортизации (сек), перемещение ОЦМТ (см), среднее значение проявляемой мощности (Вт), среднее значение проявляемой силы (Н), среднее значение развиваемой скорости (м/с).

2. «Бег на уровне ПАНО с лыжными палками на тредбане» – для оценки влияния межконечностной функциональной асимметрии нижних конечностей на моторную производительность многосуставных унилатеральных циклических движений у биатлонистов высокого класса.

Это испытание позволило получить значения показателя мощности, развиваемой спортсменами (Н/Р/Cosmos Venus (Germany)), и произвести расчёт экономичности их беговых локомоций.

В качестве методов математической статистики использовался метод парной корреляции и метод сравнения показателей для малых выборок (U-критерий Манна – Уитни для 5% уровня значимости).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При решении первой задачи исследования – определении наличия межконечностной функциональной асимметрии мышц-сгибателей правой и левой конечности, по отношению к мышцам-разгибателям правой и левой конечности, применяли роботизированный комплекс Biodex System 4 Pro, позволяющий получить следующие данные: показатели пикового крутящего момента (G), величины крутящего момента, достигнутой за 0,18 секунд (Q) и время достижения пикового крутящего момента (T), а также угол достижения пикового крутящего момента мышц сгибателей и разгибателей коленного сустава правой и левой конечности (A) и в последующем интерпретировать их с позиции форм проявления силовых способностей.

В этой связи пик крутящего момента рассматривался нами как показатель максимальной силы, время достижения пика крутящего момента – как показатель взрывной силы, а усилие, развиваемое за 0,18 секунды – как показатель стартовой или быстрой силы.

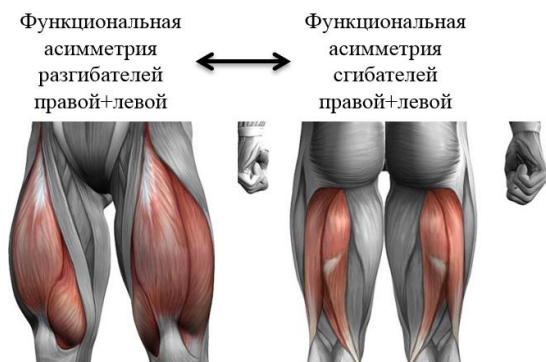


Рисунок – Модель рассматриваемой функциональной асимметрии мышц-сгибателей правой и левой конечности, по отношению к мышцам-разгибателям

На рисунке показаны основные группы мышц-разгибателей и мышц-сгибателей коленных суставов, развивающих усилия в квазиизометрическом двигательном режиме, т. е. в условиях околопредельной величины внешнего сопротивления в рамках роботизированного комплекса.

В верхней части таблицы 1 представлены показатели функциональной асимметрии сгибателей и разгибателей правого и левого коленного сустава по четырём параметрам силовых способностей – G, Q, T, A. В нижней части таблицы 1 представлены

различия в асимметрии между исследуемыми параметрами.

Таблица 1 – Асимметрии сгибателей и разгибателей коленных суставов по четырём параметрам силовых способностей и различие в асимметрии между показателем G и Q, T, A, отдельно (%)

Параметры							
Пик крутящего момента (G)		Усилие за 0,18 с (Q)		Время достижения пика (T)		Угол достижения пика (A)	
Сгибатели	Разгибатели	Сгибатели	Разгибатели	Сгибатели	Разгибатели	Сгибатели	Разгибатели
7,13	5,69	9,56	9,72	22,76	17,58*	19,07	7,49*
Сгибатели				Разгибатели			
G – Q		G – T		Q – T		Q – T	
p>0,05		p<0,05		p<0,05		p<0,05	

Примечание: * - различия достоверны для 5% уровня значимости.

Анализ полученных данных позволил констатировать следующее:

- биатлонисты высокого класса не отличаются по таким показателям асимметрии как «пик крутящего момента» и «усилие, развиваемое за 0,18 сек», демонстрируемыми сгибателями по отношению к разгибателям правого и левого коленных суставов;

- обнаружены достоверные различия функциональной асимметрии по таким показателям асимметрии как «время достижения пика крутящего момента» и «угол достижения пика крутящего момента» у мышц-сгибателей по отношению к мышцам-разгибателям;

- «время достижения пика крутящего момента» как показатель межконечностной функциональной асимметрии имеет более выраженное значение, чем показатели «пик крутящего момента» и «усилие за 0,18 сек»;

- при сравнении асимметрии по различным параметрам силовых способностей мышц-сгибателей следует отметить, что недостоверные различия наблюдаются только между показателем «пик крутящего момента» и показателем «усилие, развиваемое за 0,18 сек» – по остальным параметрам силовых проявлений мышц различия достоверны;

- в отношении мышц-разгибателей обнаружены достоверные различия в асимметрии между показателями «пик крутящего момента», «время достижения пика крутящего момента» и «усилие, развиваемое за 0,18 сек»;

- на уровне изолированных мышц (только сгибателей или разгибателей) наблюдается достоверная «силовая» асимметрия по всем исследуемым параметрам у разгибателей коленного сустава и аналогично у сгибателей, за исключением показателя «пик крутящего момента», который наименее асимметричен по сравнению другими показателями асимметрии;

– на уровне функциональной асимметрии между мышцами-сгибателями и разгибателями коленного сустава обнаружены статистически значимые различия только по показателям «пик крутящего момента» и «угол достижения пика крутящего момента».

Далее мы решили оценить влияние выявленных «силовых» асимметрий в односуставном унилатеральном движении на многосуставные билатеральные упражнения, которые широко применяются в подготовительном периоде подготовки биатлонистов высокой квалификации. В качестве такого упражнения был выбран прыжок вверх с места (таблица 2).

Анализ полученных данных указывает на отсутствие значимых связей между функциональной межконечностной асимметрией сгибателей и разгибателей коленного сустава, проявляемой в односуставном унилатеральном движении, и пиковой мощностью, средней скоростью и силой, проявляемой в многосуставном билатеральном движении, у биатлонистов высокого класса. Единственная достоверная отрицательная взаимосвязь была выявлена между средним значением силы, проявляемой в концентрической фазе прыжка вверх и асимметрией по величине усилий, развиваемой за 0,18 секунд между разгибателями коленного сустава правой и левой ноги. Данный факт позволил сделать заключение о том, что чем меньше асимметрия в способности разгибателей правой и левой нижних конечностей производить усилия в условиях лимита времени, тем выше среднее значение силы, проявляемой в концентрической фазе билатерального высокоскоростного прыжкового упражнения.

Таблица 2 – Взаимосвязь параметров «силовой» асимметрии мышц в унилатеральном односуставном движении с параметрами моторной производительности в билатеральном многосуставном движении

Фазовая структура прыжка	Исследуемые параметры	Взаимосвязь межконечностной функциональной асимметрии мышц сгибателей и разгибателей коленного сустава правой / левой, с показателями прыжка вверх с места							
		Пик крутящего момента		Время достижения пика крутящего момента		Угол пикового крутящего момента		Усилие за 0,18 секунд	
		Разгибатели	Сгибатели	Разгибатели	Сгибатели	Разгибатели	Сгибатели	Разгибатели	Сгибатели
Концентрическая фаза прыжка	Среднее значение мощности (Вт)	-0,22	0,07	-0,32	0,16	-0,12	0,18	-0,37	0,25
	Среднее значение силы (Н)	-0,14	-0,05	-0,38	0,05	0,03	0,16	-0,47*	0,13
	Среднее значение скорости (м/с)	-0,20	0,15	-0,01	0,18	-0,27	0,07	0,02	0,22
	Значение максимальной скорости (м/с)	-0,30	-0,14	0,10	0,13	-0,17	0,35	0,08	-0,01
	Время достижения макс. мощности	-0,07	0,30	0,05	0,18	0,03	-0,14	0,15	-0,01
	Смещение (пройденное расстояние, см)	-0,17	0,27	-0,02	0,20	-0,16	-0,05	0,05	0,15
	Время, затрач. на произв-во движ-я (с)	-0,12	0,30	-0,01	0,18	-0,08	-0,11	0,09	0,09
Эксцентрическая фаза прыжка	Время, затрач. на произв-во движ-я (с)	-0,15	0,33	-0,21	0,01	-0,13	-0,09	-0,09	0,09
	Смещение (пройденное расстояние, см)	-0,13	0,37	-0,02	0,20	-0,10	-0,13	0,05	0,15
	Среднее значение скорости (м/с)	-0,07	0,19	0,23	0,32	-0,02	-0,10	0,20	0,18
	Среднее значение мощности (Вт)	-0,11	0,09	0,02	0,29	0,02	-0,05	-0,04	0,18
	Среднее значение силы (Н)	-0,11	-0,08	-0,29	0,12	0,10	0,09	-0,38	0,13

Примечание: * – различия достоверны для 5% уровня значимости. Коэффициент достоверности корреляции $\geq 0,43$.

Оценку влияния функциональной асимметрии мышц в унилатеральных односуставных движениях на эффективность и экономичность унилатеральных многосуставных циклических локомоций (третья задача исследования) производили с помощью контрольного испытания «Бег на уровне ПАНО с лыжными палками на тредбане» в начале и в конце подготовительного периода (таблица 3).

Характер силовой подготовки в течение подготовительного периода менялся от использования больших отягощений и малых скоростей к наращиванию мощности выполнения упражнений за счёт уменьшения отягощений и повышения скорости движений, т. е. –

сокращения времени производства силы. В отношении циклических (специальных) средств подготовки наблюдалась та же тенденция: акцент тренирующих воздействий смещался в сторону более скоростных двигательных режимов.

В ходе исследования обнаружено отсутствие корреляции между параметрами «силовой» асимметрии мышц сгибателей и разгибателей коленного сустава и экономичностью, а также эффективностью бега с палками. Исключение составляет достоверная взаимосвязь между асимметрией по показателю усилий мышц-разгибателей коленного сустава, развиваемых за 0,18 секунд (Q) и мощностью беговых локомоций на уровне порога анаэробного обмена (ПАНО). Причём, в начале подготовительного периода показатель Q положительно и достоверно коррелировал с мощностью бега на ПАНО, а после 5 месяцев тренировочных нагрузок между указанными параметрами асимметрии и бега обнаружена отрицательная недостоверная взаимосвязь.

Таблица 3 – Корреляционные связи между различиями межконечностной функциональной асимметрий сгибателей и разгибателей коленного сустава правой / левой с показателями мощности и экономичности бега с палками в начале и конце подготовительного периода

Исследуемые параметры асимметрии	Экономичность в беге (тредбан)		Мощность в беге на ПАНО (тредбан)	
	Общеподготовительный этап	Предсоревновательный этап	Общеподготовительный этап	Предсоревновательный этап
Пиковый крутящий момент разгибателей коленного сустава	0,26	0,11	0,41	0,04
Пиковый крутящий момент сгибателей коленного сустава	0,07	0,01	0,11	-0,19
Усилие за 0,18 сек. развиваемого разгибателями коленного сустава	-0,05	-0,09	0,59*	-0,23
Усилие за 0,18 сек. развиваемого сгибателями коленного сустава	0,18	-0,18	-0,11	-0,02
Время достижения пика крутящего момента разгибателей коленного сустава	-0,06	-0,04	0,37	-0,09
Время достижения пика крутящего момента сгибателей коленного сустава	-0,14	-0,19	-0,31	-0,16
Угол достижения пикового крутящего момента разгибателей коленного сустава	0,35	0,14	0,28	0,23
Угол достижения пикового крутящего момента сгибателей коленного сустава	-0,18	-0,14	0,15	0,13

Примечание: * – различия достоверны для 5% уровня значимости. Коэффициент достоверности корреляции $\geq 0,48$.

ВЫВОДЫ

1. У биатлонистов высокого класса отсутствует межконечностная функциональная асимметрия между мышцами сгибателями и разгибателями коленного сустава по показателям «пик крутящего момента» и «усилие, развиваемое за 0,18 сек». С точки зрения практики спорта это означает, что дисбаланса по максимальной силе и быстрой (стартовой) силе, развиваемой в начале рабочего напряжения мышц, у спортсменов нет.

2. Обнаруженная асимметрия по показателям «время достижения пика крутящего момента» и «угол достижения пика крутящего момента» указывает на отсутствие у биатлонистов сбалансированности по взрывной (ускоряющей) силе между мышцами сгибателями и разгибателями коленного сустава.

3. На уровне «внутримышечной» «силовой» асимметрии (изолированно мышцы сгибатели или разгибатели) у биатлонистов высокого класса наблюдаются достоверные различия по всем исследуемым силовым параметрам, за исключением показателя «пик крутящего момента», зафиксированного в мышцах-сгибателях, который наименее асимметричен по сравнению с другими показателями асимметрии.

4. Показатели асимметрии «пик крутящего момента» и «угол достижения пика крутящего момента» между мышцами-разгибателями и сгибателями правого и левого

коленного сустава, проявляемые в односуставном унилатеральном движении, не связаны с пиковой мощностью, средней скоростью и силой, проявляемых в многосуставном билатеральном движении (прыжок вверх с места). Соответственно, дисбаланс по максимальной и ускоряющей силе мышц в односуставных движениях не влияет на моторную производительность в билатеральных многосуставных движениях с взрывным типом усилий.

5. Показатель асимметрии «усилие, развиваемое за 0,18 сек», зафиксированный в мышцах-разгибателях коленных суставов, негативно сказывается на средней величине силы, проявляемой в концентрической фазе отталкивания в прыжке вверх с места. Рассматривая данный параметр как стартовую силу, можно сделать вывод, что межконечностная асимметрия в данной силовой способности мышц ограничивает моторную производительность биатлонистов в многосуставных билатеральных движениях с взрывным типом мышечных усилий.

6. Межконечностная «силовая» асимметрия в унилатеральных односуставных движениях не оказывает влияния на экономичность и механическую мощность, развиваемую биатлонистами на уровне ПАНО в унилатеральных многосуставных циклических локомоциях в виде бега с палками. Соответственно, дисбаланс между мышцами сгибателями и разгибателями по максимальной и взрывной силе не отражается на моторной производительности циклических локомоций. Исключение составляет показатель асимметрии «усилие, развиваемое за 0,18 сек», зафиксированный в мышцах-разгибателях коленного сустава (стартовая сила), который положительно влияет на мощность, развиваемую в беге на уровне ПАНО в начале подготовительного периода, но к предсоревновательному этапу эта корреляционная связь становится не достоверной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Игнатъева Л.Е. Влияние психофункциональных особенностей на состояние опорно-двигательного аппарата биатлонистов / Л.Е. Игнатъева, А.А. Кунаева // Теория и практика физической культуры. – 2023. – № 1. – С. 21.
2. Сергеев Г.А. О некоторых факторах, лимитирующих результат в лыжной гонке квалифицированных биатлонистов России / Г.А. Сергеев // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2018. – № 6 (160). – С. 220–224.
3. Bishop C. Effects of inter-limb asymmetries on physical and sports performance: A systematic review / C. Bishop, A. Turner, P. Read // Journal of sports sciences. – 2018. – Т. 36, № 10. – С. 1135–1144.
4. Coratella G. Correlation between quadriceps and hamstrings inter-limb strength asymmetry with change of direction and sprint in U21 elite soccer-players / G. Coratella, M. Beato, F. Schena // Human movement science. – 2018. – Т. 59. – С. 81–87.
5. Fox K.T. The effect of lower inter-limb asymmetries on athletic performance : A systematic review and meta-analysis / K.T. Fox, L.T. Pearson, K. Hicks // Plos one. – 2023. – Т. 18, № 6. – e0286942.
6. Maloney S.J. The relationship between asymmetry and athletic performance: A critical review / S.J. Maloney // The Journal of Strength & Conditioning Research. – 2019. – Т. 33, №. 9. – С. 2579 – 2593

REFERENCES

1. Ignatyeva, L.E. and Kunaeva, A.A. (2023), “The influence of psychofunctional features on the state of the musculoskeletal system of biathletes”, *Theory and practice of physical culture*, No. 1, p. 21
2. Sergeev, G.A. (2018), “About some factors limiting the result in the ski race of qualified Russian biathletes”, *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*, No. 6 (160), pp. 220–224.
3. Bishop, C., Turner A. and Read, P. (2018), “Effects of inter-limb asymmetries on physical and sports performance: A systematic review”, *Journal of sports sciences*, Vol. 36, No. 10, pp. 1135–1144.
4. Coratella, G., Beato, M. and Schena, F. (2018), “Correlation between quadriceps and hamstrings inter-limb strength asymmetry with change of direction and sprint in U21 elite soccer-players”, *Human movement science*, Vol. 59, pp. 81–87.
5. Fox, K.T., Pearson, L.T. and Hicks, K. (2023), “The effect of lower inter-limb asymmetries on athletic performance: A systematic review and meta-analysis”, *Plos one*, Vol. 18, No. 6, e0286942.
6. Maloney, S.J. (2019), “The relationship between asymmetry and athletic performance: A critical review”, *The Journal of Strength & Conditioning Research*, Vol. 33, No. 9, pp. 2579–2593.

УДК 797.21

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ MORFOФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СТУДЕНТОК ПРИ ЗАНЯТИЯХ ПЛАВАНИЕМ

Андрей Анатольевич Кылосов, кандидат биологических наук, тренер по лыжным гонкам, Спортивная школа олимпийского резерва № 4, Череповец; Николай Николаевич Цирульников, кандидат педагогических наук, доцент, Владимир Викторович Прокopenko, кандидат педагогических наук, доцент, Андрей Митрофанович Приходько, кандидат педагогических наук, Санкт-Петербургский военный ордена Жукова институт войск национальной гвардии Российской Федерации, Санкт-Петербург; Сергей Николаевич Воробьев, кандидат педагогических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени М.А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург

Аннотация

В настоящее время активно изучается школьная и студенческая дезадаптация, которая формируется под воздействием неблагоприятных условий обучения и образа жизни учащихся. Занятия физической культурой имеют большое значение в формировании и поддержании здоровья и направлены на коррекцию неблагоприятных состояний организма. Многообразие форм занятий физической культурой открывает широкие возможности для выбора того или иного вида физкультурной деятельности, оказывает различное влияние на функции организма.

Целью данной статьи было изучение динамики морфофункционального состояния студенток при занятиях плаванием.

Оценка морфофункционального состояния студенток проводилась до и после цикла занятий плаванием (по 3 занятия в неделю в течение 3 недель).

Занятия плаванием проводились в течение 45 минут. Они включали разминку (произвольное плавание 5 минут); плавательные упражнения с работой рук и ног, упражнения в нырянии; заключительная часть, включающая элементы аквааэробики и подвижные игры на воде.

В работе приняли участие 15 студенток второго курса направления подготовки «Педагогическое образование»; образование с двумя профилями: физкультурное образование и образование в области БЖД. Использовались следующие методики исследования: антропометрия, биоимпедансометрия, реография, динамометрия, велоэргометрия, анкетирование. Для оценки физиологической стоимости работы на занятиях по плаванию определяли концентрацию лактата в капиллярной крови, а также проводили измерение частоты сердечных сокращений (ЧСС) у испытуемых.

В результате исследований была получена физиологическая характеристика занятий плаванием: среднее значение концентрации лактата у девушек-студенток составило 2,7 ммоль/л; максимальное значение ЧСС – 169 уд/мин, среднее значение ЧСС – 130 уд/мин. Занятия плаванием привели к небольшому снижению веса и мышечной массы; положительному изменению показателей статической устойчивости и настроения у участников эксперимента.

Ключевые слова: исследование, плавание, физическая культура, физическая нагрузка, студентки, морфофункциональное состояние, здоровье.

DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2023.07.p211-215

FEATURES OF THE DYNAMICS OF THE MORPHOFUNCTIONAL STATE OF FEMALE STUDENTS DURING SWIMMING LESSONS

Andrey Anatolyevich Kylosov, candidate of biological sciences, ski racing coach, Sports School of the Olympic Reserve No. 4, Cherepovets; Nikolay Nikolaevich Tsirulnikov, candidate of pedagogical sciences, docent, Vladimir Viktorovich Prokopenko, candidate of pedagogical sciences, docent, Andrey Mitrofanovich Prikhodko, candidate of pedagogical sciences, Zhukov St. Petersburg Military Institute of the National Guard Troops of the Russian