

5. Levushkin, S.P. and Blinkov, S.N. (2022), “Comparative analysis of the influence of physical activity of various orientation on the physical fitness of schoolchildren aged 7-17 years with different body types in the gender aspect”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, No 2 (224), pp. 265–270.
6. Khramtsov, P.I., Morgachev, O.V., Khramtsova S.N. et al. (2023), “Assessment of lateral asymmetry of the functional state of the shoulder girdle muscles in younger schoolchildren”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, No 3 (217), pp. 503–508.
7. Revenko, E.M., Zelova, T.F. and Salnikov, V.A. (2019), “Typological complex of properties of the nervous system as a system-forming factor in the development of motor abilities”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, No. 1, pp. 241–247.
8. Salnikov, V.A., Khozey, S.P. and Bondarenko, A.M. (2021), “The relationship of the growth rate of motor abilities, morphological characteristics with individual psychological characteristics at the age of 9-12 years”, *XX Anniversary International Scientific and Practical Conference*, collection of materials, Surgut, 2022, pp. 593–596.
9. Kabanov, Yu.M., Venskovich, D.A., Trushchenko, V.V. et al. (2019), “Sensitive periods in human ontogenesis”, *Theory and practice of physical culture*, No. 12, pp. 13–15.
10. Ministry of Sport of Russian Federation (2021), “On Approval of the Federal standard of sports training in the sport of Wushu”, *Order No. 501 dated June 30, 2021*, available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401450882/> (accessed 20 June 2023).
11. Krivolapchuk, I.A., Chernova, M.B., Gerasimova, A.A. et al. (2017), “Physical condition of schoolchildren aged 6-7 years with different orientation of the initial vegetative tone”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, No 7 (149), pp. 115–123.
12. Bogomolova, E.S., Shaposhnikova, M.V., Kotova, N.V. et al. (2019), “Characteristics of physical health of students of modern educational organizations”, *Hygiene and sanitation*, Vol. 98, No. 9, pp. 956–961.
13. Chernyshenko, Yu.K., Antsupov, I.S. and Kolyago, P.V. (2018), “Theoretical and procedural grounds for the development of an experimental pedagogical project of physical training of schoolchildren aged 7-10 years, taking into account the peculiarities of dynamics and interdependence of physical qualities”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, No. 9 (163), pp. 289–295.
14. Shlyk, N.I. (2016), “Management of the training process of athletes taking into account the individual characteristics of heart rate variability”, *Human Physiology*, Vol. 42, No. 6, pp. 81–91.
15. Shlyk, N.I. (2017), “Individual approach to the analysis of the training process according to the data of heart rate variability in track and field runners in the conditions of the middle mountains”, *Theory and practice of physical culture*, No. 1, pp. 15–18.

**Контактная информация:** bev58@yandex.ru

*Статья поступила в редакцию 10.08.2023*

**УДК 796.92.093.642**

**ВЛИЯНИЕ ФРОНТАЛЬНОЙ И САГИТТАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ МЫШЦ  
СГИБАТЕЛЕЙ И РАЗГИБАТЕЛЕЙ КОЛЕННОГО СУСТАВА НА  
РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНО-  
ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ И СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ УПРАЖНЕНИЙ  
БИАТЛОНИСТАМИ 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**

Актуальность исследования влияния асимметрий мышц на соревновательную деятельность биатлонистов определяется тем, что в рамках преодоления тренировочной и соревновательной

дистанции наблюдается постоянное чередование симметричного одновременного одношажного хода с ассиметричным одновременным двушажным ходом и многократным воспроизведением ассиметричной рабочей позы при производстве выстрела, а однозначного ответа о направленности и силе влияния этой ассиметрии на спортивно-технический результат нет. Цель исследования – оценка влияния сагиттальной ассиметрии силовых способностей мышц сгибателей и разгибателей коленных суставов в односуставном унилатеральном упражнении на моторную производительность многосуставных циклических и ациклических локомоций, а также на уровень соревновательного мастерства биатлонистов высокого класса. Методика и организация исследования. Исследование проводилось на 36 мужчинах – членах сборной команды России по биатлону (возраст  $25\pm 3,7$  года), не протяжении 6 лет (2016 – 2022 год). Метод изокINETической динамометрии применяли для оценки силовых способностей мышц сгибателей и разгибателей коленного сустава правой и левой конечности (использовали данные, полученные на роботизированном комплексе Biodex System 4 Pro). Метод контрольных испытаний (прыжок вверх с места и бег на тредбане) применяли для оценки влияния ассиметрии нижних конечностей на соревновательное упражнение биатлонистов высокой квалификации.

Результаты исследования и их обсуждение. Влияние показателей сагиттальной ассиметрии на элементы соревновательного упражнения биатлонистов различно и зависит от этапа спортивной подготовки. Статистически значимых различий между биатлонистами с разным уровнем мирового рейтинга и наличием у них сагиттальной ассиметрии, обнаружено не было.

Выводы. На этапе ранних стартов фронтальная и сагиттальная ассиметрия по взрывной силе и зоне углов максимальной силы оказывает существенное влияние на дистанционную скорость биатлонистов, поэтому на этих этапах применение колено-доминантных силовых многосуставных унилатеральных упражнений является более предпочтительным, по сравнению с изолированными упражнениями, выполняемыми на тренажёрах. На этапе непосредственной подготовки к главному старту целесообразно применять колено-доминантные унилатеральные силовые упражнения в режиме максимальной силы с моделированием соревновательных углов разгибания коленного сустава.

**Ключевые слова:** биатлонисты высокого класса, ассиметрия, сгибатели и разгибатели коленных суставов, сагиттальная плоскость, Biodex Systems 4 Pro.

**DOI:** 10.34835/issn.2308-1961.2023.08.p175-183

## **INFLUENCE OF FRONTAL AND SAGITTAL ASYMMETRY OF THE KNEE JOINT FLEXOR AND EXTENSOR MUSCLES ON THE EFFICIENCY OF THE PERFORMANCE OF SPECIAL PREPARATORY AND COMPETITIVE EXERCISES BY 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**

The relevance of the study of the influence of muscle asymmetries on the competitive activity of biathletes is determined by the fact that within the framework of overcoming the training and competitive distance, there is a constant alternation of a symmetrical simultaneous one-step move with an asymmetric simultaneous two-step move and repeated reproduction of an asymmetric working posture when firing a shot, and an unambiguous answer about the direction and strength of influence there is no such asymmetry for sports and technical results.

The purpose of the study – assessment of the influence of sagittal asymmetry of the power abilities of the flexors and extensors of the knee joints in a single-joint unilateral exercise on the motor performance of multi-joint cyclic and acyclic locomotions, as well as on the level of competitive skill of high-class biathletes. Methodology and organization of the study. The study was conducted on 36 male members of the Russian national biathlon team (age  $25\pm 3.7$  years) for 6 years (2016–2022).

The method of isokinetic dynamometry was used to assess the power abilities of the muscles of the flexors and extensors of the knee joint of the right and left limbs (data obtained on the Biodex System 4 Pro robotic complex were used). The method of control tests (jump up from a place and running on a treadmill)

was used to assess the effect of lower limb asymmetry on the competitive exercise of highly qualified biathletes. The results of the study. The influence of indicators of sagittal asymmetry on the elements of competitive exercises of biathletes is different and depends on the stage of sports training. There were no statistically significant differences between biathletes with different levels of world ranking and the presence of sagittal asymmetry in them. Conclusions. At the stage of early starts, frontal and sagittal asymmetry in terms of explosive strength and the zone of maximum strength angles has a significant impact on the distance speed of biathletes, therefore, the use of knee-dominant strength multi-joint unilateral exercises is more preferable in them, compared to isolated exercises performed on simulators. At the stage of direct preparation for the main start, it is advisable to use knee-dominant unilateral strength exercises in the maximum strength mode with modeling of competitive angles of knee joint extension.

**Keywords:** high-class biathletes, asymmetry, knee flexors and extensors, sagittal plane, Biodex Systems 4 Pro

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день предположение о негативном влиянии асимметрий мышц на качество тех или иных физических упражнений не получило однозначного подтверждения [2, 3, 6, 7, 8].

В научной литературе встречается немало публикаций, предметом которых является асимметрия в работе нервно-мышечного аппарата, однако их представление и выводы не отличаются однородностью: как только изменяется изучаемая группа мышц, или исследовательских процедур, или элемент соревновательного упражнения, или квалификация спортсмена, так выводы о влиянии зафиксированной асимметрии на психомоторные функции человека, на его нервно-мышечные особенности, на поструральный баланс и т. д. сразу же видоизменяются, а иногда становятся полностью противоположными [4, 5, 7, 8].

Так, например, для ряда циклических локомоций доказано, что функциональная асимметрия мышц у спортсмена способна ограничивать проявление им двигательных способностей, особенно в дисциплинах, требующих проявления выносливости [4, 5]. В то же время имеются работы, свидетельствующие о том, что более функционально «сильная» конечность определяет мощность рабочих усилий и темп выполнения движения, задавая соответствующие двигательные требования к контралатеральной конечности [6, 7, 8].

Из этого противоречия следует закономерное заключение о том, что необходимо изучать характер и определять особенности асимметрий в каждом отдельном виде спорта.

Особую актуальность этот тезис приобретает при изучении асимметрий у биатлонистов, так как в рамках преодоления тренировочной и соревновательной дистанции наблюдается постоянное чередование симметричного одновременного одношажного хода с асимметричным одновременным двушажным ходом и многократным воспроизведением ассиметричной рабочей позы при производстве выстрела [1].

Цель исследования – оценка влияния сагиттальной асимметрии силовых способностей мышц сгибателей и разгибателей коленных суставов в односуставном унilaterальном упражнении на моторную производительность многосуставных циклических и ациклических локомоций, а также на уровень соревновательного мастерства биатлонистов высокого класса.

Задачи исследования:

1. Определить показатели сагиттальной асимметрии силовых способностей мышц в унilaterальных односуставных движениях сгибателей и разгибателей правого/левого коленного сустава у биатлонистов высокого класса.

2. Определить взаимосвязь силовых параметров сагиттальной асимметрии мышц в односуставных унilaterальных движениях с многосуставными движениями: с показателями прыжка с места вверх с двух ног, а также с показателями экономичности и эффективности бега с палками на тредбане.

3. Оценить влияние сагиттальной асимметрии мышц у биатлонистов высокого класса на параметры соревновательного упражнения на разных этапах соревновательного периода и успешность выступления спортсменов на международной арене.

## МЕТОДИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось на 36 мужчинах – членах сборной команды России по биатлону (возраст  $25 \pm 3,7$  года), не протяжении 6 лет (2016–2022 год).

Метод изокINETической динамометрии применяли для оценки силовых способностей мышц сгибателей и разгибателей коленного сустава правой и левой конечности (использовали данные, полученные на роботизированном комплексе Biodex System 4 Pro).

Межконечностная функциональная асимметрия рассчитывалась по формуле 1:

$$K_{ac} = \frac{F_1 - F_2}{F_1} * 100\% \quad (1), \text{ где } K_{ac} - \text{коэффициент асимметрии, } F_1 - \text{один из показателей силовых способностей,}$$

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,  $F_2$  – аналогичный показатель, проявляемый мышцами другой конечности.

Метод контрольных испытаний (прыжок вверх с места и бег на тредбане) применяли для оценки влияния асимметрии нижних конечностей на соревновательное упражнение биатлонистов высокой квалификации.

В качестве параметров соревновательного упражнения изучались дистанционная скорость, а также, скорость, которую спортсмены демонстрировали на финишном кругу в спринтерской дисциплине, относительно скорости 6-ки лидеров в итоговом протоколе соревнований. Кроме этого, оценивались показатели качества стрельбы из положения «лежа» и «стоя», а также рейтинг спортсмена в общем зачете Кубка Мира. Были проанализированы выступления биатлонистов, участников этапов Кубка Мира, Чемпионатов Мира и Олимпийских Игр в период с 2016 по 2021 год. Соревновательный период был разбит на три этапа: этап ранних стартов, этап непосредственной подготовки к главному старту и этап главных стартов сезона.

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

Кластерный анализ применяли для оценки влияния сагиттальных асимметрий мышц сгибателей и разгибателей коленных суставов на уровень соревновательного мастерства высококвалифицированных биатлонистов, объединённых в подгруппы (кластеры) по критерию рейтинга в общем зачете Кубка Мира.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

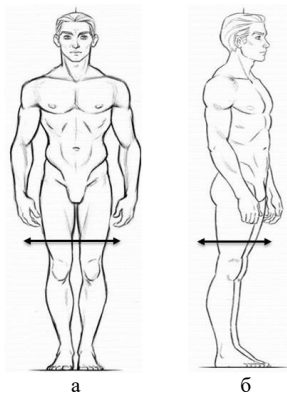


Рисунок – Модель рассматриваемой сагиттальной (б) и фронтальной (а) функциональной асимметрии мышц сгибателей и разгибателей коленного сустава правой и левой конечности у высококвалифицированных биатлонистов

На рисунке показаны два варианта исследуемой асимметрии силовых способностей мышц разгибателей и сгибателей коленных суставов у биатлонистов высокого класса.

В рамках проводимого исследования сагиттальная асимметрия оценивалась путём сопоставления различных показателей силовых способностей мышц сгибателей/разгибателей коленного сустава правой конечности, с соответствующими показателями силовых способностей мышц сгибателей/разгибателей коленного сустава левой конечности. Такую асимметрию, с позиции мышц, условно обозначили как «сопряженную».

Фронтальная асимметрия определялась между мышцами сгибателями правого и левого коленных суставов, относительно разгибателей.

Данная асимметрия была обозначена нами как «изолированная». Количественные показатели фронтальной и сагиттальной асимметрии представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели фронтальной и сагиттальной асимметрии между мышцами сгибателями и разгибателями правой и левой ног у биатлонистов высокого класса (%)

САГИТТАЛЬНАЯ АСИММЕТРИЯ							
Правая нога				Левая нога			
Пик крутящего момента (G)	Усилие за 0,18 с (Q)	Время достижения пика момента (T)	Угол достижения пика момента (A)	Пик крутящего момента (G)	Усилие за 0,18 с (Q)	Время достижения пика момента (T)	Угол достижения пика момента (A)
39,9*	27,6	22,8	24,9	39,6*	26	27,6	24,9
ФРОНТАЛЬНАЯ АСИММЕТРИЯ							
Пик крутящ. момента (G)		Усилие за 0,18 с (Q)		Время достиж. 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		G-Q		G-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, что при изучении сагиттальной асимметрии максимальные значения и для правого, и для левого коленных суставов были зафиксированы по показателю G (пик крутящего момента), причём эти значения оказались статистически значимо выше показателей Q и T. В случае с фронтальной асимметрией её направленность может быть описана следующим образом: T>Q>G. Таким образом, с точки зрения сагиттальной асимметрии, наиболее значимым является параметр пика крутящего момента, отражающий максимальную силу мышц, тогда как для фронтальной асимметрии таким параметром выступает время достижения пика крутящего момента, т. е. быстрота производства силы (взрывная сила). При изучении показателей сагиттальной асимметрии статистически значимых различий в проявлениях силовых способностей мышц правой и левой ног выявлено не было, а по показателю «угол достижения пика крутящего момента» (A) они вообще оказались равными.

Достаточно интересные данные были получены при анализе взаимосвязей параметров силовых способностей, проявляемых в односуставном унилатеральном движении и многосуставном билатеральном движении (прыжок вверх с места) (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели взаимосвязи сагиттальной и фронтальной асимметрии силовых способностей мышц коленного сустава с параметрами моторной производительности прыжка вверх с места у биатлонистов высокого класса

Фазовая структура прыжка	Исследуемые параметры прыжка вверх с места	Взаимосвязь фронтальной и сагиттальной асимметрии мышц сгибателей и разгибателей коленного сустава с показателями прыжка вверх с места							
		Пик крутящего момента		Время достижения пика крутящего момента		Угол пикового крутящего момента		Усилие за 0,18 секунд	
САГИТТАЛЬНАЯ АСИММЕТРИЯ		Прав.	Левая	Прав.	Левая	Прав.	Левая	Прав.	Левая
Концентрическая фаза прыжка	Значение средней мощности (Вт)	0,65*	0,68*	0,26	0,23	0,03	-0,20	0,52*	0,51*
	Значение средней силы (Н)	0,53*	0,71*	0,34	0,46*	0,09	-0,12	0,22	0,49*
	Значение макс. скорости (м/с)	0,25	0,19	-0,18	-0,25	0,16	-0,15	0,53*	0,13
Эксцентрическая фаза прыжка	Значение средней мощности (Вт)	0,44*	0,40	0,09	0,20	-0,30	-0,12	0,38	0,19
	Значение средней силы (Н)	0,53*	0,68*	0,29	0,51*	-0,06	-0,11	0,20	0,41
ФРОНТАЛЬНАЯ АСИММЕТРИЯ		Сгибатели/разгиб.		Сгибатели/разгиб.		Сгибатели/разгиб.		Сгибатели/разгиб.	
Концентрическая фаза прыжка	Значение средней силы (Н)	-0,14	-0,05	-0,38	0,05	0,03	0,16	-0,47*	0,13
Примечание: * – различия достоверны для 5% уровня значимости. Коэффициент достоверности корреляции $\geq 0,43$ .									

При исследовании сагиттальной асимметрии определили, что:

- показатель «пик крутящего момента» достоверно положительно коррелирует со средней силой и мощностью усилий, развиваемых в эксцентрической и концентрической фазах прыжка,

- показатель «усилие, развиваемое за 0,18 секунды» достоверно положительно коррелирует со средней мощностью, развиваемой биатлонистами при отталкивании в концентрической фазе движения,

- показатели «усилие, развиваемое за 0,18 секунды» и «время достижения пика момента», зафиксированные в коленном суставе левой ноги, достоверно положительно коррелируют со значениями средней силы, развиваемой в концентрической фазе движения.

При исследовании фронтальной асимметрии определили, что имеется только единственная достоверная отрицательная связь между значениями средней силы, проявляемой в концентрической фазе прыжка вверх, и показателем «усилие, развиваемое за 0,18 секунды».

При сопоставлении данных, полученных у высококвалифицированных биатлонистов в беге на тредбане, с показателями сагиттальной асимметрии значимых связей обнаружено не было, кроме асимметрии, зафиксированной в показателе «быстрая сила (Q)», причём в начале подготовительного периода эта связь была отрицательно значимой с мощностью бега на уровне порога анаэробного обмена (ПАНО), но после 5 месяцев тренировочного процесса утратила свою силу.

При сопоставлении показателей, связанных с проявлениями фронтальной асимметрии, была выявлена достоверная положительная связь между асимметрией, зафиксированной в показателе «быстрая сила» мышц-разгибателей коленного сустава, и мощностью беговых локомоций на уровне порога анаэробного обмена (ПАНО).

Взаимосвязи показателей асимметрии с параметрами соревновательных локомоций биатлонистов высокого класса на разных этапах соревновательного периода представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Взаимосвязь показателей асимметрии с параметрами соревновательных локомоций биатлонистов высокого класса на разных этапах соревновательного периода

Вариант асимметрии	Параметры асимметрии	Параметры соревновательного упражнения				
		Дистанционная скорость	Скорость финиш. круга	Стрельба лежа	Стрельба стоя	Рейтинг в кубке мира
Этап «ранних стартов»						
Фронтальная	T – время достижения пика разгибателями	-0,51*	0,11	0,02	-0,41	0,42
Сагиттальная	T – время достижения пика левой ногой	-0,15	-0,72*	0,30	-0,02	-0,05
	A – угол достижения пика левой ногой	0,31	-0,52*	0,17	0,54*	-0,35
Этап непосредственной подготовки к главному старту						
Фронтальная	G – пик крутящего момента разгибателей	0,11	0,43*	0,30	0,41	-0,04
Сагиттальная	G – пик крутящего момента правой ноги	-0,08	-0,13	-0,15	-0,44*	0,00

Примечание: \* – различия достоверны для 5% уровня значимости. Коэффициент достоверности корреляции  $\geq 0,43$ . На этапе «главных стартов» значимых связей не обнаружено.

В ходе исследования было установлено, что на этапе ранних стартов, чем больше фронтальная асимметрия по показателю «время достижения пика разгибателями» (T), (чем больше разница по времени достижения спортсменом пика крутящего момента между мышцами разгибателями правого и левого коленных суставов), тем ниже скорость на спринтерской дистанции и ниже позиция биатлониста в рейтинге Кубка Мира.

Что касается сопоставления показателей, свидетельствующих о сагиттальной асимметрии, то была выявлена аналогичная тенденция для левой ноги: чем выше значения асимметрии по показателям «время достижения пика левой ногой» (T) и «угол достижения пика левой ногой» (A), тем ниже скорость на финишном круге. При этом наличие сагиттальной асимметрии по показателю «угол достижения пика крутящего момента» (A) в

коленном суставе левой ноги положительно отражается на качестве стрельбы из положения стоя. Мы попытались объяснить эту связь асимметричной позой при стрельбе и необходимостью создания «силовой» изготочки.

Ещё одним заключением, полученным в ходе исследования, стал факт изменения степени влияния показателей асимметрии в зависимости от этапа подготовки.

Так, на этапе непосредственной подготовки к главному старту высокие значения показателя «пик крутящего момента разгибателей», свидетельствующие о наличии фронтальной асимметрии, способствуют повышению скорости на финише, а высокие значения показателя «пик крутящего момента правой ноги», свидетельствующие о наличии сагиттальной асимметрии приводят к снижению качества стрельбы стоя и увеличению числа промахов, допущенных биатлонистом. Мы предположили, что такая асимметрия не позволяет достигать требуемой стабильности рабочей позы при изготочке и производстве выстрела. На этапе главных стартов у биатлонистов высокой квалификации достоверных корреляций параметров асимметрии и соревновательного упражнения обнаружено не было.

Следующий вопрос, на который мы постарались найти ответ в ходе исследования, звучал следующим образом: «Являются ли «более асимметричные» биатлонисты менее успешными на мировой спортивной арене?».

Для ответа на него всю исследуемую выборку разделили кластерным методом на две подгруппы: «менее симметричные» (далее – кластер 1) и «более симметричные» (далее – кластер 2) по показателям, свидетельствующим о наличии сагиттальной асимметрии.

Спортсмены с высокими значениями показателя Т, зафиксированного в коленном суставе левой ноги, и высокими значениями показателей G и A, зафиксированных в коленном суставе правой ноги, свидетельствующих о сагиттальной асимметрии составили кластер 1. В том случае, если показатели свидетельствовали о низком уровне сагиттальной асимметрии, спортсмен попадал в выборку кластера 2.

Проведенный математический анализ с применением непараметрического U-критерия Манна-Уитни не подтвердил предположение о возможном влиянии обнаруженных асимметрий на этапе ранних стартов и этапе непосредственной подготовки к главным стартам на уровень соревновательного мастерства биатлонистов: достоверных различий между биатлонистами с разным уровнем мирового рейтинга и наличием у них асимметрии, обнаружено не было.

## ВЫВОДЫ

1. Скорость биатлониста в передвижении коньковыми ходами определяется мощностью рабочих усилий, развиваемых в момент отталкивания каждой ногой при сопряженном задействовании мышц сгибателей и разгибателей коленного сустава, при этом современная концепция подготовки биатлонистов высокого класса предусматривает большой объем тренировочной работы на «тяжелом» рельефе в передвижении одновременным двухшажным ходом, для которого характерна выраженная асимметричность двигательной структуры, что, по всей видимости, усиливает и закрепляет функциональную асимметрию мышц нижних конечностей. Соответственно, больший уровень сагиттальной («сопряженной») асимметрии правой и левой ног по показателям взрывной, быстрой и максимальной силы, по сравнению с фронтальной («изолированной») асимметрией сгибателей/разгибателей коленного сустава, по-видимому, обусловлен сопряженностью работы мышц сгибателей и разгибателей в лыжных циклических локомоциях и необходимостью производства мощного отталкивания каждой ногой.

2. При выполнении многосуставных движений (например, прыжок вверх или бег) мышцы сгибатели и разгибатели каждой ноги в различных фазах движения работают скоординировано по типу коактивации и реципрокной иннервации, именно поэтому, скорее всего, сагиттальная («сопряженная») асимметрия имеет более выраженное влияние на

такие многосуставные движения, чем фронтальная («изолированная») асимметрия (между сгибателями правого и левого коленного сустава, относительно разгибателей).

3. С позиции результативности соревновательного движения следует отметить, что на этапе ранних стартов фронтальная и сагиттальная асимметрия по взрывной силе и зоне углов максимальной силы оказывает существенное влияние на дистанционную скорость биатлонистов, поэтому применение на предсоревновательном этапе и этапе ранних стартов колено-доминантных (преимущественная нагрузка на мышцы разгибатели колена) силовых многосуставных унilaterальных упражнений, моделирующих отдельные фазы соревновательного движения по вектору действия силы сопротивления, характеру двигательного усилия (взрывная сила) и акцентированному участку рабочей амплитуды, является более предпочтительным, относительно изолированных (тренажерных) упражнений или билатеральных многосуставных движений, не акцентирующих взрывные усилия в мышцах-разгибателях коленного сустава в зоне соревновательных суставных углов.

4. На этапе непосредственной подготовки к главному старту биатлонисты, как правило, применяют силовые упражнения в режиме максимальной силы, поэтому, учитывая влияние фронтальной асимметрии мышц-разгибателей на скорость финишного круга и сагиттальной асимметрии на стрельбу стоя, на данном этапе целесообразно применять колено-доминантные унilaterальные силовые упражнения в режиме максимальной силы с моделированием соревновательных углов разгибания коленного сустава.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние межконечностной функциональной асимметрии мышц ног на моторную производительность циклических и ациклических локомоций у биатлонистов высокой квалификации / А.С. Крючков, В.Л. Ростовцев, П.Е. Мякинченко [и др.] // *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2023. – № 7 (221). – С. 203–211.*

2. Индивидуальный профиль асимметрии как фактор двигательного стереотипа квалифицированных спортсменов / А.С. Тришин, Е.С. Тришин, Ю.А. Кудряшова [и др.] // *Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2020. – № 3. – С. 30–34.*

3. Кабанов Ю.Н. Успешность спортивной деятельности и функциональная асимметрия головного мозга / Ю.Н. Кабанов // *Мир науки, культуры, образования. – 2009. – № 3 (15). – С. 194–201.*

4. Корюкин Д.А. Функциональная асимметрия у спортсменов разной квалификации и лиц, не занимающихся спортом / Д.А. Корюкин, О.Н. Косолапов, Р.В. Сидоров // *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2022. – № 12 (214). – С. 293–297.*

5. Функциональная асимметрия конькобежцев высокой квалификации / А.Д. Бурмистров, А.И. Чикуров, С.С. Худик, С.В. Радаева // *Вестник Томского государственного университета. – 2018. – № 434. – С. 143–148.*

6. Юров И. А. Функциональная асимметрия как предиктор спортивной работоспособности / И.А. Юров В. М. Мельников // *Ресурсы конкурентоспособности спортсменов: теория и практика реализации. – 2018. – № 1. – С. 263–265.*

7. 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. – Vol. 18, No. 6. – URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0286942/> (date of access: 01.08.2023).*

8. Maloney S.J. The relationship between asymmetry and athletic performance: A critical review / S.J. Maloney // *The Journal of Strength & Conditioning Research. – 2019. – Vol. 33, No. 9. – С. 2579–2593.*

#### REFERENCES

1. Kryuchkov, A.S., Rostovtsev, V.L., Myakinchenko, P.E., Myakinchenko, E.B. and Fendel, T.V. (2023), "Influence of interlimb functional asymmetry of leg muscles on the motor performance of cyclic and acyclic locomotion in highly qualified biathletes", *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*, No. 7 (221), pp. 203–211.

2. Trishin, A.S., Trishin, E.S., Kudryashova, Yu.A., Berdichevskaya, E.M. and Kudryashov, E.A. (2020), "Individual profile of asymmetry as a factor of motor stereotype of qualified athletes", *Physical culture, sport – science and practice*, No. 3, pp. 30–34.

3. Kabanov, Yu.N. (2009), “The success of sports activities and functional asymmetry of the brain”, *World of Science, Culture, Education*, No. 3 (15), pp. 194–201.

4. Koryukin, D.A., Kosolapov, O.N. and Sidorov, R.V. (2022), “Functional asymmetry in athletes of different qualifications and persons not involved in sports”, *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*, No. 12 (214), pp. 293–297.

5. Burmistrov, A.D., Chikurov, A.I., Khudik, S.S. and Radaeva, S.V. (2018), “Functional asymmetry of highly qualified skaters”, *Tomsk State University Bulletin*, No. 434, pp. 143–148.

6. Yurov, I.A. and Melnikov, V.M. (2018), “Functional asymmetry as a predictor of sports performance”, *Resources of competitiveness of athletes: theory and practice of implementation*, No. 1, pp. 263–265.

7. 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, available at: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0286942/> (accessed 1 August 2023).

8. 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.

**Контактная информация:** fendel82@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 25.08.2023*

**УДК 372.879.6**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ВВОДНО–  
ПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ УРОКА ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ КАК  
СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ ИНТЕРЕСА ОБУЧАЮЩИХСЯ**

*Владимир Робертович Кузекевич, кандидат педагогических наук, доцент, Александр Альбертович Русаков, кандидат педагогических наук, доцент, Вадим Юрьевич Еремчук, преподаватель, Иркутский государственный университет, Иркутск*

**Аннотация**

В статье рассматриваются методические рекомендации организации проведения вводно-подготовительной части урока физической культуры. Доказано, что отход от использования достаточно стандартных, типовых, постоянно (часто) повторяющихся в каждом уроке, при этом с узким набором однотипных знакомых с первого класса общеразвивающих упражнений воспринимается многими обучающимися как вынужденная необходимость. Предложена и апробирована на практике в образовательных учреждениях локальная технология организации и проведения вводно-подготовительной части уроков физической культуры.

**Ключевые слова:** вводно-подготовительная часть урока, интерес к занятиям физической культурой.

**DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2023.08.p183-187**

**METHODOLOGICAL RECOMMENDATIONS OF THE INTRODUCTORY AND  
PREPARATORY PART OF THE PHYSICAL EDUCATION LESSON AS A MEANS  
OF INCREASING THE INTEREST OF SCHOOLCHILDREN**

*Vladimir Robertovich Kuzekovich, candidate of pedagogical sciences, docent, Alexander Albertovich Rusakov, candidate of pedagogical sciences, docent, Vadim Yuryevich Eremchuk, teacher, Irkutsk State University*

**Abstract**

The article discusses the methodological recommendations of the organization of the introductory and preparatory part of the physical education lesson. It is proved that the departure from the use of fairly standard, typical, constantly (often) repeated in each lesson, while with a narrow set of the same type of familiar from the first grade, general developmental exercises are perceived by many students as a necessity. A local technology for organizing and conducting the introductory and preparatory part of physical education