

УДК 796.093.645.1

**ДИМОРФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ
ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ
СПОРТСМЕНОВ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В СОВРЕМЕННОМ ПЯТИБОРЬЕ**

Сергей Владимирович Севдалев¹, кандидат педагогических наук, доцент, декан факультета физической культуры,

Евгений Павлович Врублевский¹, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры спортивных дисциплин.

¹Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь

Контактная информация для переписки: sevdalev@mail.ru, vru-evg@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются особенности функциональной подготовленности высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в современном пятиборье. Для оценки функциональной подготовленности спортсменов (7 мужчин и 9 женщин) использовался тест со ступенчато-возрастающей нагрузкой «до отказа», моделирующий заключительное соревновательное упражнение современного пятиборья (комбинированная эстафета 5x600 м). Регистрировались параметры газообмена, внешнего дыхания, фиксировалась концентрация лактата в крови и скорость бега на уровне ПАНО. С целью определения наиболее информативных показателей функциональной подготовленности высококвалифицированных пятиборцев авторами была выявлена корреляционная взаимосвязь между результатами в отдельных видах современного пятиборья и показателями функциональной подготовленности. Последнее позволяет более корректно оценивать динамику состояния спортсменов в рамках индивидуализации их подготовки и своевременно предложить персонализированные рекомендации по коррекции тренирующих воздействий.

Ключевые слова: современное пятиборье, высококвалифицированные спортсмены, функциональная подготовленность, эргоспирометрические исследования, корреляция

**DIMORPHIC FEATURES OF FUNCTIONAL FITNESS OF HIGHLY QUALIFIED
ATHLETES SPECIALIZING IN MODERN PENTATHLON**

Sergey Vladimirovich Sevdalev¹, PhD in Pedagogic sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Physical Education,

Evgeny Pavlovich Vrublevsky¹, Grand PhD in Pedagogic sciences, Professor, Professor of the Department of Sports Disciplines.

¹Gomel State University named after F. Skariny, Gomel, Republic of Belarus

Contact information for correspondence: sevdalev@mail.ru , vru-evg@yandex.ru

Abstract. The article discusses the features of the functional fitness of highly qualified athletes specializing in modern pentathlon. To assess the functional fitness of athletes (7 men and 9 women), a test with a stepwise increasing load "to failure" was used, simulating the final competitive exercise of the modern pentathlon (combined relay 5x600m). The parameters of gas exchange, external respiration were recorded, the concentration of lactate in the blood and the running speed at the level of PANO were recorded. In order to determine the most informative indicators of functional fitness of highly qualified pentathletes, the authors revealed a correlation relationship between the results in certain types of modern pentathlon and indicators of

functional fitness. The latter makes it possible to more correctly assess the dynamics of the condition of athletes within the framework of individualization of their training and timely offer personalized recommendations for the correction of training effects.

Keywords: modern pentathlon, highly qualified athletes, functional fitness, ergospirometric studies, correlation

Актуальность исследования. Одним из красивейших олимпийских видов спортивных многоборий по праву можно считать современное пятиборье. Белорусские и российские спортсмены, как правило, входят в число сильнейших многоборцев мира. При этом наилучших результатов добивались представители женского современного пятиборья. Так, на чемпионатах мира последних лет золотые награды завоёвывали спортсменки сборных команд России и Беларуси – Г. Губайдуллина, А. Прокопенко, О. Силкина.

По мнению ряда авторов, отличительной особенностью соревновательной деятельности в видах многоборий является, прежде всего, ее многоплановость и мультидисциплинарность [3, 8, 9]. Программа соревнований в комплексных многоборьях включает в себя выполнение двигательных действий, различающихся между собой как по характеру локомоций (выполняются циклические, ациклические движения), различной направленности (аэробной, смешанной, анаэробно-аэробной), так и по функциональным механизмам обеспечения двигательной деятельности [8, 9].

Проблема эффективного планирования подготовки в современном пятиборье в различных структурных единицах годового цикла стала более сложной в силу того, что в последнее время неоднократно изменялись правила соревнований. Согласно новому формату (2022 г.) соревнования по современному пятиборью проходят практически без перерыва между видами, а крупнейшие турниры включают в себя три этапа проведения соревнований. В то же время следует учитывать длительность соревновательного периода и высокую плотность проведения состязаний высокого уровня. По мнению авторов, при таком формате соревнований многоборцам необходим высокий уровень аэробной производительности, который позволит ускорить восстановительные процессы [2, 8], а максимальные результаты в видах пятиборья смогут показать только спортсмены с высокой функциональной готовностью различных систем организма.

Таким образом, весьма актуальным в концепции подготовки высококвалифицированных спортсменов является контроль их функциональной подготовленности, отражающий успешность адаптации организма к предъявляемым тренирующим воздействиям [4, 6, 7, 9]. В свою очередь, определение наиболее информативных показателей функциональной подготовленности позволит тренеру без больших временных затрат оценить текущее состояние организма спортсмена и своевременно внести коррективы в тренировочный процесс, избежать перетренированности и ускорить восстановительные процессы.

Цель исследования – выявить особенности функциональной подготовленности высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в современном пятиборье.

Методы и организация исследования. Исследования проводились на базе научно-исследовательской лаборатории олимпийских видов спорта Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины (Республика Беларусь). В нем приняли участие 7 мужчин и 9 женщин, специализирующихся в современном пятиборье и имеющих спортивную квалификацию МС – МСМК.

Для оценки функциональной подготовленности спортсменов использовался тест со ступенчато-возрастающей нагрузкой «до отказа». Спортсмены после стандартной разминки

выполняли предложенный тест, моделирующий заключительное соревновательное упражнение современного пятиборья (комбинированная эстафета 5x600 м). Регистрация параметров газообмена и внешнего дыхания осуществлялась при помощи портативного эргоспирометра «Cortex MetaMax 3B» (Германия). Определялись следующие показатели: жизненная емкость легких (VC, мл), частота сердечных сокращений в покое (HR, уд/мин), частота сердечных сокращений на уровне порога анаэробного обмена (HR (AT), уд/мин), максимальное потребление кислорода (V_{O_2max} , мл/мин/кг), максимальная частота сердечных сокращений (HR max, уд/мин), а также концентрация лактата в крови (Lamax, ммоль/л) и скорость бега на уровне ПАНО (VHR, м/сек). Определение динамики концентрации лактата в крови осуществлялось после пробегания каждого отрезка с помощью портативного прибора Lactate Scout (Германия). Для анализа использовалась капиллярная кровь.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием программы Statistica 10.0.

Результаты исследования и их обсуждение. Как видно из представленных данных (таблица 1 и 2), функциональная подготовленность мужчин и женщин, занимающихся современным пятиборьем, имеет свои специфические отличия. Так, среднее значение жизненной емкости легких составило у пятиборок $4107 \pm 245,66$ мл, у пятиборцев $5300 \pm 320,15$ мл. Частота сердечных сокращений в покое была $57,71 \pm 3,61$ уд/мин у спортсменок и $58,00 \pm 3,74$ у спортсменов. Частота сердечных сокращений на уровне порога анаэробного обмена у пятиборок выше ($179,80 \pm 4,92$ уд/мин), чем у пятиборцев – $176,67 \pm 5,99$ уд/мин, что может быть обусловлено их более низкими физиологическими показателями работы сердца (меньше ударный объем и больше пульс) [1].

Таблица 1

Функциональные показатели высококвалифицированных спортсменок, специализирующихся в современном пятиборье

Показатели	\bar{X}	σ	V%	Min	Max
VC, мл	4107	245,66	5,98	3600	4310
VO ₂ max, мл/мин/кг	55,25	5,27	9,54	49,00	65,00
V HR (AT), м/с	4,45	0,21	4,72	4,25	4,72
HR (AT), уд/мин	179,80	4,92	2,74	170,00	189,00
HR, уд/мин	57,71	3,61	6,26	49	61
HR max, уд/мин	191,40	8,55	4,47	169	200
La, ммоль/л	9,68	1,75	18,08	7,08	12,50

Также, с учетом диморфических особенностей, у спортсменов-мужчин зафиксированы более высокие значения максимального потребления кислорода – $59,58 \pm 2,93$ мл/мин/кг, против $55,25 \pm 5,27$ мл/мин/кг у женщин. Можно отметить, что, несмотря на более высокие значения ЧСС на уровне ПАНО у женщин, средняя величина максимальной ЧСС оказалась незначительно выше у мужчин – $192,73 \pm 5,55$ уд/мин, против $191,40 \pm 8,55$ уд/мин у женщин. Максимальная концентрация лактата в крови у женщин – $9,68 \pm 1,75$ ммоль/л, а у мужчин – $9,66 \pm 1,15$ ммоль/л. Также нами определялась средняя скорость бега на уровне ПАНО, и этот показатель составил у спортсменок $4,45 \pm 0,21$ и у спортсменов $4,69 \pm 0,26$ м/с.

Таблица 2

Функциональные показатели высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в современном пятиборье

Показатели	\bar{X}	σ	V%	Min	Max
VC, мл	5300	320,15	6,11	4900	5700
VO ₂ max, мл/мин/кг	59,58	2,93	4,91	54,00	64,00

V HR (AT), м/с	4,69	0,26	4,72	4,32	4,90
HR (AT), уд/мин	176,67	5,99	3,63	164,00	181,00
HR, уд/мин	58,12	3,74	6,26	52,00	60,00
HR max, уд/мин	192,83	5,55	2,88	185,00	198,00
La, ммоль/л	9,66	1,15	11,92	7,60	11,40

Наибольшая разница между максимальными и минимальными величинами у спортсменок выявлена в показателях максимальной концентрации лактата в крови – 76,55% и максимального потребления кислорода – 32,65%. Затем следуют показатели частоты сердечных сокращений в покое – 24,49%, жизненной емкости легких – 19,72%, максимальной частоты сердечных сокращений – 18,34%, частоты сердечных сокращений на уровне порога анаэробного обмена – 11,18% и средней скорости бега на уровне ПАНО – 11,06%.

В свою очередь, у спортсменов такие же показатели распределились в следующем порядке. Максимальная концентрация лактата в крови – 50%, максимальное потребление кислорода – 18,52%, жизненная емкость легких – 16,33%, частота сердечных сокращений в покое – 15,38%, средняя скорость бега на уровне ПАНО – 13,43%, частота сердечных сокращений на уровне порога анаэробного обмена (HR (AT) – 10,37%, максимальная частота сердечных сокращений (HR max) – 7,03%.

Анализируя вариативность (V%) исследуемых показателей у спортсменок, можно выделить показатели максимальной концентрации лактата в крови – 18,08% и максимального потребления кислорода – 9,54%, имеющие наибольший значимый коэффициент вариации. В свою очередь, у мужчин наибольший значимый коэффициент вариации наблюдается в показателях максимального лактата в крови – 11,92%. В остальных характеристиках определен незначительный разброс значений.

Рассматривая наиболее информативные характеристики работоспособности спортсменов, занимающихся индивидуальными видами спорта, отдельные авторы [2, 4, 6, 10] выделяют следующие показатели: скорость передвижения на уровне ПАНО, мощность работы и потребление кислорода на уровне ПАНО. Особо специалисты выделяют скорость передвижения на уровне ПАНО, определяя ее как зависимость между скоростью, при которой проявляется максимальное устойчивое состояние по лактату (4 ммоль/л), и уровнем аэробной работоспособности. Чем лучше подготовлен спортсмен, тем выше скорость, которую спортсмен способен поддерживать, при максимально устойчивом состоянии по концентрации лактата в крови [4, 6, 10].

Для определения наиболее информативных показателей функциональной подготовленности пятиборцев нами исследовалась корреляционная взаимосвязь между результатами в отдельных дисциплинах современного пятиборья и показателями функциональной подготовленности. Учитывая тот факт, что ряд функциональных показателей (в частности, ПАНО) являются специфическими и измерять их следует, используя соревновательные упражнения, то исследование параметров газообмена и внешнего дыхания осуществлялось в процессе выполнения теста, моделирующего комбинированную эстафету (5x600 м). При этом корреляционная связь определялась только между результатами в комбинированной эстафете и показателями функциональной подготовленности.

Следует отметить выявленную статистически значимую корреляционную связь ($p < 0,05$) между результатами, показанными спортсменами в упражнениях, входящих в состав комбинированной эстафеты, и показателями функциональной подготовленности. Так, выявлена значительная отрицательная корреляционная связь результата в беге (5x600 м) и показателя скорости на уровне ПАНО как у спортсменок (-0,731), так и у спортсменов

(-0,672). Данный показатель отражает функциональное развертывание метаболических реакций обеспечения организма спортсмена с преимущественным образованием быстро выводимых метаболитов, что сохраняет энергетические резервы для анаэробного финишного ускорения. В исследовании этот факт подтверждается отрицательной корреляционной связью показателя с результатом комбинированной эстафеты.

Максимальная частота сердечных сокращений определяет объем циркулирующей крови и мощность ее транспортной функции в организме, особенно на частотах до 175–180 ударов в минуту [4, 5], которые в нашем исследовании и попадали в границы ПАНО. Последнее объясняет выявленную среднюю корреляционную связь с результатом как у женщин (-0,553), так и у мужчин (-0,591). Таким образом, чем выше показатель скорости на уровне ПАНО, тем меньше времени спортсмен затрачивает на пробегание дистанции комбинированной эстафеты (отрицательная корреляционная взаимосвязь). При этом, чем выше показатель максимальной концентрации лактата в крови, тем хуже результат.

Выводы. Полученные в ходе исследования данные свидетельствуют о достаточно значимом уровне функциональной подготовленности у высококвалифицированных пятиборцев на этапе подготовки к основным соревнованиям. В то же время, несмотря на более высокие значения отдельных исследуемых характеристик, общий уровень функциональной подготовленности спортсменок, с учетом диморфических особенностей, более низок, что предопределяет необходимость отдельного планирования объема и интенсивности тренировочных нагрузок.

Следует обратить внимание на величину скорости бега на уровне порога анаэробного обмена, которая может считаться интегральным показателем, определение динамики которого позволит контролировать как функциональную, так и физическую подготовленность пятиборцев. Интегральная сущность данного параметра позволяет соединить такие понятные для тренера факторы, как временной период и результат адаптационных тренировочных сдвигов системных процессов энергообеспечения спортсмена. Также следует отметить относительную простоту выполнения данной тестирующей работы, не требующей использования газоанализатора и максимальных нагрузок на организм спортсмена, что обеспечивает максимально комфортные условия теста, а также его высокую воспроизводимость и низкую чувствительность к отклоняющим факторам экзогенного и эндогенного характера.

Таким образом, диагностика функциональной подготовленности многоборцев позволяет более корректно оценивать динамику физического состояния спортсменов различного пола в рамках индивидуализации спортивной подготовки и своевременно предложить персонализированные рекомендации по коррекции тренирующих воздействий.

Литература

1. Асинкевич, Р. Особенности проявления полового диморфизма у высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в современном пятиборье / Р. Асинкевич, С.В. Севдалев, Е.П. Врублевский // Теория и практика физической культуры. – 2022. – № 1. – С. 17–19. – DOI 10.24412/0040-3601-2022-1-17-19.
2. Брук, Т.М. Корреляционная матрица выявления информативных показателей оценки функционального состояния, анаэробной работоспособности и физической подготовленности высококвалифицированных спортсменов / Т.М. Брук, П.А. Терехов, А.А. Николаев // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2018. – № 2(62). – С. 154–159.
3. Добрынская, Н. Моделирование соревновательной деятельности как основа индивидуализации построения многолетней подготовки в легкоатлетическом многоборье

(женщины) / Н. Добрынская, Е. Козлова // Наука в олимпийском спорте. – 2013. – № 3. – С. 31–37.

4. Квашук, П.В. Критерии оценки функционального состояния гребцов на байдарках высокой квалификации / П.В. Квашук, С.В. Верлин, Г.Н. Семаева // Вестник спортивной науки. – 2008. – № 4. – С. 20–26.

5. Нарский, Г.И. Этапный контроль как эффективное средство управления подготовкой высококвалифицированных спортсменов / Г.И. Нарский, А.Г. Нарский, С.В. Мельников // Высшая школа. – 2015. – № 3 (107). – С. 19–21.

6. Павлов, С.Е. Технология подготовки спортсменов / С.Е. Павлов, Т.Н. Павлова. – Щелково : ОнтоПринт, 2011. – 343 с. – ISBN 978-5-904456-76-4.

7. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В.Н. Платонов. – Киев : Олимпийская литература, 2004. – 808 с.

8. Севдалев, С.В. Индивидуализация в подготовке квалифицированных спортсменов, специализирующихся в комплексных видах многоборий / С.В. Севдалев, М.С. Кожедуб, Е.А. Алейник // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2021. – № 2 (125). – С. 31–37.

9. Чернова, Т.С. Структура функциональной подготовленности спортсменов, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье разной спортивной квалификации / Т.С. Чернова // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2017. – № 3 (206). – С. 42–50.

10. Физиологические основы функциональной подготовки спортсменов / И.Н. Солопов, Е.П. Горбанева, В.В. Чемов [и др.]. – Волгоград : Волгоградская государственная академия физической культуры, 2010. – 346 с.

References

1. Asinkevich, R. Osobennosti proyavleniya polovogo dimorfizma u vy`sokokvalificirovannykh sportsmenov, specializiruyushhichsya v sovremennom pyatibor`e / R. Asinkevich, S.V. Sevdalev, E.P. Vrublevskij // Teoriya i praktika fizicheskoy kul`tury`. – 2022. – № 1. – S. 17–19. – DOI 10.24412/0040-3601-2022-1-17-19.

2. Bruk, T.M. Korrelyacionnaya matricza vy`yavleniya informativnykh pokazatelej ocenki funkcional`nogo sostoyaniya, anae`rboj rabotosposobnosti i fizicheskoy podgotovlennosti vy`sokokvalificirovannykh sportsmenov / T.M. Bruk, P.A. Terexov, A.A. Nikolaev // Vestnik Rossijskoj Voenno-medicinskoj akademii. – 2018. – № 2(62). – S. 154–159.

3. Dobrynskaya, N. Modelirovanie sorevnovatel'noj deyatelnosti kak osnova individualizacii postroeniya mnogoletnej podgotovki v legkoatleticheskom mnogobor'e (zhenshchiny) / N. Dobrynskaya, E. Kozlova // Nauka v olimpijskom sporte. – 2013. – № 3. – S. 31–37.

4. Kvashuk, P.V. Kriterii ocenki funkcional'nogo sostoyaniya grebcov na bajdarkah vysokoj kvalifikacii / P.V. Kvashuk, S.V. Verlin, G.N. Semaeva // Vestnik sportivnoj nauki. – 2008. – № 4. – S. 20–26.

5. Narskin, G.I. Etapnyj kontrol' kak effektivnoe sredstvo upravleniya podgotovkoj vysokokvalificirovannykh sportsmenov / G.I. Narskin, A.G. Narskin, S.V. Mel'nikov // Vyshejschaya shkola. – 2015. – № 3 (107). – S. 19–21. Pavlov, S.E. Texnologiya podgotovki sportsmenov / S.E. Pavlov, T.N. Pavlova ; S.E. Pavlov, T.N. Pavlova. – Shhelkovo : Onto Print, 2011. – 343 s. – ISBN 978-5-904456-76-4.

6. Pavlov, S.E. Texnologiya podgotovki sportsmenov / S.E. Pavlov, T.N. Pavlova. – Shhelkovo : Onto Print, 2011. – 343 s. – ISBN 978-5-904456-76-4.

7. Platonov, V. N. Sistema podgotovki sportsmenov v olimpijskom sporte. Obshchaya teoriya i ee prakticheskie prilozheniya / V. N. Platonov. – Kiev : Olimpijskaya literatura, 2004. – 808 s.

8. Sevdalev, S.V. Individualizaciya v podgotovke kvalificirovanny`x sportsmenok, specializiruyushhixsya v kompleksny`x vidax mnogoborij / S.V. Sevdalev, M.S. Kozhedub, E. A. Alejnik // Izvestiya Gomel`skogo gosudarstvennogo universiteta imeni F. Skoriny`. – 2021. – № 2 (125). – S. 31–37.

9. Chernova, T.S. Struktura funkcional`noj podgotovlennosti sportsmenok, specializiruyushhixsya v legkoatleticheskom mnogobor`e raznoj sportivnoj kvalifikacii / T.S. Chernova // Vestnik Ady`gejskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 4: Estestvenno-matematicheskie i texnicheskie nauki. – 2017. – № 3 (206). – S. 42–50.

10. Fiziologicheskie osnovy` funkcional`noj podgotovki sportsmenov / I.N. Solopov, E.P. Gorbaneva, V.V. Chemov [i dr.]. – Volgograd: Volgogradskaya gosudarstvennaya akademiya fizicheskoy kul`tury`, 2010. – 346 s.

*Статья поступила в редакцию 28.10.22;
одобрена после рецензирования 03.11.22;
принята к публикации 14.01.23.*