

ТРУДЫ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

ВЗАИМОСВЯЗЬ ДАННЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ И РЕЗУЛЬТАТОВ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У БИАТЛОНИСТОК ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ НА ЭТАПАХ МНОГОЛЕТНЕЙ ПОДГОТОВКИ

Р.П. СИНИЧЕНКО, И.Л. РЫБИНА, А.А. ЦИБУЛЬСКИЙ,
ОО «Белорусская федерация биатлона»;
Е.А. ШИРКОВЕЦ,
ФГБУ ФНЦ ВНИИФК

Аннотация

В статье представлены результаты анализа взаимосвязи показателей функционального тестирования на этапах многолетней подготовки с результатами соревновательной деятельности на примере 10 высококвалифицированных биатлонисток. В результате проведенного исследования выявлена высокая информативность комплекса показателей стандартного нагрузочного тестирования для управления тренировочным процессом. Полученные результаты могут быть использованы для прогнозирования результатов соревновательной деятельности спортсменок высокой квалификации.

Ключевые слова: биатлон, соревновательная деятельность, тестирование функциональных возможностей.

Abstract

The article presents the results of the analysis of interrelation of indicators of functional testing on the stages of many years training with results of competitive activity on the example of 10 highly qualified women. In the result of the study identified a highly informative set of indicators standard load testing for management of the training process. The obtained results can be used to predict results of competitive activity of athletes of high qualification.

Keywords: biathlon, competitive activity, testing of functionality.

Введение

В видах спорта, где результативность зависит от уровня функциональных возможностей, определяющим фактором является оптимальное соотношение параметров кардиореспираторной производительности. Изучение метаболизма во время интенсивной мышечной деятельности позволяет адекватно оценить состояние организма, поскольку в данных условиях комплексно анализируются показатели кинетики кислорода, двуокиси углерода, легочной вентиляции [9].

С позиции управления тренировочным процессом наибольшую прикладную ценность имеют систематические измерения анализируемых показателей работоспособности, проводимые в стандартных условиях. Установлено, что выполнение тренировочных нагрузок в зоне анаэробного порога приводит к повышению как аэробных функций, так и механической производительности [12, 20].

При таком режиме тренировок в меньшей степени активизируются процессы анаэробного гликолиза, точка анаэробного порога сдвигается по шкале нагрузок в сторону большей мощности, снижается концентрация лактата при выполнении дозированных субмаксимальных работ.

В биатлоне наиболее целесообразным представляется применение тестирования на лыжероллерном тредмиле в условиях специфических тестовых нагрузок, так как данный метод позволяет получить адекватную картину функционального состояния спортсмена [4, 10, 13, 17, 19]. Из комплекса параметров, определяющих результативность в циклических видах спорта, одним из наиболее информативных показателей являются максимум O_2 -потребления и величина анаэробного порога. Эти показатели достоверно изменяются при повышении работоспособности спортсменов [1, 3, 4, 7, 10, 11, 18, 19].



Цель данного исследования – изучить взаимосвязь показателей функционального тестирования биатлонисток высокой квалификации на этапах многолетней подготовки с результатами соревновательной деятельности.

Организация и методы исследований

В исследовании приняли участие 10 биатлонисток высокой квалификации в возрасте 22–29 лет (мастера спорта и мастера спорта международного класса), принимавшие участие в соревнованиях международного уровня (Олимпийские игры, чемпионаты мира и этапы Кубка мира) с сезона 2010/2011 по сезон 2016/2017 года. Тестирование физической работоспособности и механизмов энергообеспечения мышечной деятельности с использованием специального лыжного эргометра и газоаналитического комплекса Metha Max (Германия) проводилось ежегодно в начале и конце подготовительного периода (июнь и сентябрь соответственно).

Спортсмены выполняли тест со ступенчато-возрастающей нагрузкой на лыжероллерах свободным стилем до «отказа». Скорость движения тредмила в течение теста была постоянной (2,5 м/с). Каждые 4 минуты изменялся угол наклона дорожки, начальный наклон составлял 1 градус. Максимальное количество ступеней – 8. Время отдыха между ступенями – 40 секунд. На каждой ступени регистрировали уровень O_2 -потребления, частоту сердечных сокращений и концентрацию лактата в периферической крови. Забор крови осуществлялся из мочки уха. Исследование лактата в капиллярной крови проводилось с применением анализатора лактата BIOSEN (ЕКФ, Германия).

По результатам исследования строились графики зависимости «мощность работы – лактат», «мощность работы – ЧСС» и «мощность работы – потребление кислорода». Величина мощности выполненной работы задавалась углом наклона дорожки тредмила (в градусах). Затем рассчитывалась мощность работы, частота сердечных сокращений и потребление кислорода в различных зонах мощности работы. В качестве показателей, характеризующих проявление работоспособности за счет различных источников энергии, использовались показатели аэробного порога (АП), порога анаэробного обмена (ПАНО) и показатели работоспособности на пике уровня лактата ($A_{\text{макс}}$). Всего обработаны результаты 24 стандартных нагрузочных тестирований с использованием лыжероллерного тредмила на этапах многолетней подготовки.

В качестве критериев соревновательной деятельности на протяжении сезона применялись методики оценки функционального состояния, общепринятые в биатлоне. В качестве таких критериев использовалась средняя скорость бега спортсменов на протяжении сезона по результатам всех личных гонок, а также показатель среднего времени отставания на километр дистанции от среднего времени пяти лучших результатов в спринтерских гонках (в секундах). В качестве источника информации о результатах соревновательной деятельности использовались данные международного аналитического портала «Realbiathlon» [2], федерации биатлона Украины [8],

а также собственные данные учета и анализа результатов соревновательной деятельности.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием прикладного пакета Excel 2013 Microsoft Office.

Результаты исследований и обсуждение

Для изучения взаимосвязи данных функционального тестирования и показателей физической работоспособности в период предсезонной подготовки с результатами соревновательной деятельности применялся следующий подход. Исходными данными для построения корреляционной матрицы, отражающей результаты предсезонной подготовки, служили результаты тестирования физической работоспособности в начале и в конце подготовительного периода. Анализировались следующие показатели: мощность выполненной работы (угол наклона, град), потребление кислорода (л/мин/кг), ЧСС (уд./мин), вентиляция легких во всех зонах энергообеспечения (л/мин), а также масса тела (кг) и максимальная концентрация лактата (ммоль/л). Среднегрупповые данные результатов тестирования представлены в табл. 1.

В качестве результатов, отражающих характер соревновательной деятельности, применялись общепринятые в биатлоне методики оценки функционального состояния на протяжении сезона. Оценивалась средняя скорость спортсменов на протяжении сезона по результатам всех личных гонок (м/с), а также показатели среднего времени отставания на километр дистанции от пяти лидеров в спринтерских гонках (секунды).

Для выявления взаимосвязей между функциональными показателями, полученными при тестировании, и результатами соревновательной деятельности спортсменов был проведен корреляционный анализ. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Как видно из представленных в таблице данных, достоверная прямая корреляционная зависимость ($P < 0,05$, $P < 0,01$, $P < 0,001$) выявлена для средней скорости, показанной на соревнованиях в сезоне, и показателей мощности выполненной нагрузки и потребления кислорода во всех зонах энергообеспечения как в начале, так и в конце подготовительного периода. Достоверная обратная корреляционная зависимость наблюдалась для показателей отставания в скорости от лидеров мирового биатлона и потребления кислорода на всех этапах тестирования, а также для показателей мощности выполненной работы при проведении тестирования в конце подготовительного периода.

Полученные в результате анализа данные свидетельствуют о высокой прогностической значимости тестирования на тредмиле в части, касающейся кислород-транспортной системы организма и мощности выполнения нагрузки. Ниже более детально рассмотрено влияние названных показателей на соревновательный результат.

Сравнительный анализ коэффициентов корреляции средней соревновательной скорости передвижения с результатами O_2 -потребления и мощности выполненной работы представлен на рис. 1.



Таблица 1

Показатели тестирования физической работоспособности биатлонисток высокой квалификации ($n = 10$) с использованием лыжероллерного тредмила в начале и конце подготовительного периода

Исследуемый показатель	N	Начало подготовительного периода				N	Конец подготовительного периода			
		$X \pm SD$	min	max	Sx		$X \pm SD$	min	max	Sx
Масса тела (кг)	21	$57,1 \pm 4,04$	50,0	67,0	0,88	24	$56,0 \pm 3,71$	51,0	65,0	0,76
Макс. лактат (ммоль/л)	21	$11,7 \pm 1,69$	8,7	16,8	0,37	24	$11,5 \pm 1,77$	6,3	15,0	0,36
АП										
Угол наклона (град)	19	$3,1 \pm 0,63$	0,7	4,4	0,14	23	$3,5 \pm 0,52$	2,1	4,7	0,11
ЧСС (уд./мин)	21	$162,8 \pm 9,3$	140	181,0	2,04	22	$164,9 \pm 14,5$	70,0	188,0	3,11
VO_2 (л/мин кг)	20	$39,6 \pm 3,31$	30,8	51,0	0,74	16	$42,1 \pm 4,90$	31,3	54,0	1,22
Вентиляция легких (л/мин)	13	$63,3 \pm 5,58$	55,1	76,4	1,55	12	$64,8 \pm 7,17$	55,9	80,4	2,07
ПАНО										
Угол наклона (град)	18	$4,7 \pm 0,55$	2,9	5,9	0,13	23	$5,0 \pm 0,51$	3,5	6,2	0,11
ЧСС (уд./мин)	20	$183,3 \pm 6,1$	161	191,0	1,36	22	$184,6 \pm 6,82$	163,0	197,0	1,45
VO_2 (л/мин кг)	19	$48,5 \pm 3,68$	38,3	62,0	0,84	15	$49 \pm 4,88$	38,1	57,0	1,26
Вентиляция легких (л/мин)	12	$87,0 \pm 8,92$	68,8	105,8	2,57	11	$82,7 \pm 8,66$	70,9	97,7	2,61
Максимальная работоспособность										
Угол наклона (град)	18	$6,7 \pm 0,55$	5,6	8,2	0,13	22	$7,0 \pm 0,65$	5,2	8,7	0,14
ЧСС (уд./мин)	19	$192,6 \pm 5,0$	179	203,0	1,16	22	$195,4 \pm 5,79$	178,0	209,0	1,23
VO_2 (л/мин кг)	20	$57,6 \pm 4,10$	50,0	66,0	0,92	22	$58,7 \pm 5,53$	48,0	68,0	1,18
Вентиляция легких (л/мин)	13	$118 \pm 9,60$	103,2	135,5	2,66	12	$113,8 \pm 16,4$	81,2	140,0	4,76
Условные обозначения: X – среднее значение показателя; SD – среднее квадратичное отклонение; min – минимальное значение показателя; max – максимальное значение показателя; Sx – стандартная ошибка среднего										

Таблица 2

Коэффициенты корреляции данных тестирования с результатами соревновательной деятельности

Исследуемый показатель	Начало подготовительного периода ($n = 13$)		Конец подготовительного периода ($n = 12$)	
	Средняя скорость, м/с	Отставание от лидеров, %	Средняя скорость, м/с	Отставание от лидеров, %
АП				
Мощность работы (угол наклона) (град)	0,6773 ($P < 0,05$)	–0,4597	0,7546 ($P < 0,01$)	–0,7953 ($P < 0,01$)
ЧСС (уд./мин)	0,1442	–0,2766	0,0091	–0,9335
Потребление кислорода (л/мин/кг)	0,6735 ($P < 0,05$)	–0,7410 ($P < 0,01$)	0,9263 ($P < 0,001$)	–0,9335 ($P < 0,001$)
Вентиляция легких (л/мин)	0,4579	–0,5865 ($P < 0,05$)	0,7291 ($P < 0,01$)	–0,7094 ($P < 0,01$)
ПАНО				
Мощность работы (угол наклона) (град)	0,7461 ($P < 0,01$)	–0,5093	0,7902 ($P < 0,01$)	–0,7326 ($P < 0,01$)
ЧСС (уд./мин)	–0,0323	–0,1017	0,0473	–0,02359
Потребление кислорода (л/мин/кг)	0,6695 ($P < 0,05$)	–0,6246 ($P < 0,05$)	0,8658 ($P < 0,001$)	–0,8897 ($P < 0,001$)
Вентиляция легких (л/мин)	0,2058	–0,4385	0,4885	–0,4714



Окончание табл. 2

Исследуемый показатель	Начало подготовительного периода (n = 13)		Конец подготовительного периода (n = 12)	
	Средняя скорость, м/с	Отставание от лидеров, %	Средняя скорость, м/с	Отставание от лидеров, %
Максимальная мощность				
Мощность работы (угол наклона) (град)	0,8264 ($P < 0,001$)	-0,5889 ($P < 0,05$)	0,7309 ($P < 0,01$)	-0,7488 ($P < 0,01$)
ЧСС (уд./мин)	0,0318	-0,0439	0,1768	-0,3788
Потребление кислорода (л/мин/кг)	0,7270 ($P < 0,01$)	-0,7194 ($P < 0,01$)	0,6956 ($P < 0,01$)	-0,7037 ($P < 0,01$)
Вентиляция легких (л/мин)	0,3887	-0,5445	0,1796	-0,2061

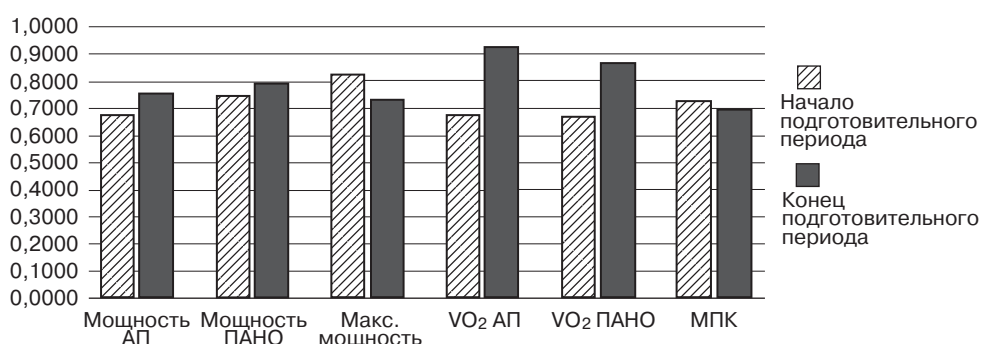


Рис. 1. Сравнительный анализ коэффициентов корреляции показателей тестирования со средней соревновательной скоростью в начале и конце подготовительного периода.

Примечание: по оси абсцисс – показатели тестирования; по оси ординат – коэффициенты корреляции.

Анализ данных показал, что наиболее высокие коэффициенты корреляции с соревновательными результатами отмечены при тестировании в конце подготовительного периода. Очевидно, что проведение функционального тестирования в начале подготовительного периода позволяет тренеру планировать адекватные относительно функционального состояния физические нагрузки на предстоящий подготовительный период. В то же время результаты тестирования в конце подготовительного периода непосредственно отражают готовность к соревновательному сезону и высокую взаимосвязь данных тестирования со скоростью передвижения по дистанции на соревнованиях.

Наибольшую корреляцию с соревновательными результатами имеют показатели потребления кислорода на уровне аэробного порога ($0,9263$, $P < 0,001$) и ПАНО ($0,8658$, $P < 0,001$), а также мощность на уровне ПАНО ($0,7902$, $P < 0,01$). Результаты исследования также подтверждают данные ряда исследований, где обнаружены высокие коэффициенты корреляции для показателя анаэробного порога с соревновательной деятельностью в циклических видах спорта [14, 15, 16].

В биатлоне также было проведено исследование в полевом тесте, где выявлена тесная корреляционная связь со средней соревновательной скоростью биатлонисток

и скоростью на уровне анаэробного порога [5]. Относительно системы кислородтранспортного функционирования организма доказано, что потребление кислорода на пороге анаэробного обмена статистически значимо коррелирует со средней скоростью на соревновательной дистанции [5]. В представленном исследовании наиболее тесная взаимосвязь средней соревновательной скорости выявлена для показателя O_2 -потребления на уровне аэробного порога. В результате анализа полученных данных сделан вывод, что кроме показателя анаэробного порога информативным и надежным показателем выносливости также являются показатели работоспособности на уровне аэробного порога, где концентрация лактата колеблется около 2 ммоль/л.

Следует отметить, что в научно-методической литературе отсутствует информация о зависимости и значимости такого информативного показателя оценки соревновательной деятельности и функциональной подготовленности биатлонистов, как время отставания от лидеров, выражаемого во времени на каждом километре дистанции. Данный показатель не столь подвержен влиянию таких факторов, как рельеф трассы и погодных условий, в отличие от скорости движения, поскольку все спортсменки в данный момент находятся в относительно равных условиях. Значение показателей нивелируется



за счет того, что оценка происходит не по одному лучшему спортсмену, который может быть на голову сильнее остальных, а по пятерке лучших. На рисунке 2 графически отражена зависимость показателей тестирования от времени отставания от лидеров. Данные корреляции по времени отставания от лидеров обладают наибольшей степенью информативности в конце подготовительного периода.

Аналогично значениям соревновательной скорости высокая достоверность обратной корреляции времени отставания от лидеров отмечается для показателей потребления кислорода на уровне аэробного порога ($-0,9335$, $P < 0,001$) и на уровне ПАНО ($-0,8897$, $P < 0,001$). Относительно вклада мощности выполненной нагрузки более высокая зависимость от времени отставания от лидеров выявлена на уровне аэробного порога ($-0,7953$, $P < 0,01$).

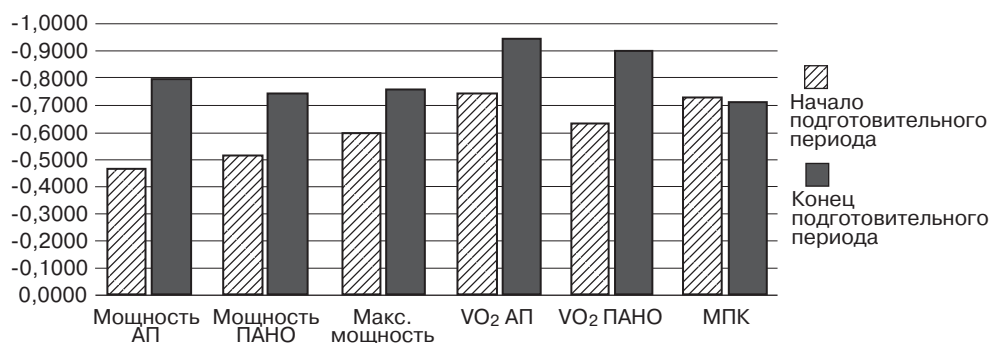


Рис. 2. Сравнительный анализ коэффициентов корреляции показателей тестирования с временем отставания от лидеров.

Примечание: по оси абсцисс – показатели тестирования; по оси ординат – коэффициенты корреляции.

Основываясь на полученных данных, можно констатировать, что одним из базовых показателей функционального состояния биатлонистов является работоспособность на уровне мощности, соответствующей аэробному порогу.

Заключение

В результате изучения корреляции данных тестирования с результатами соревновательной деятельности выявлена высокая степень информативности показателей мощности выполненной работы и потребления кислорода на уровне аэробного и анаэробного порогов для прогнозирования результатов соревновательной деятельности. Проводимый в системе текущего или этапного контроля анализ результатов стандартного нагрузочного тестирования в сочетании с анализом тренирующих воздействий позволяет объективно оценивать эффективность работы. Еще одно преимущество такого рода тестирований заключается в возможности оценивать индивидуальные особенности долговременной и срочной адаптации

к выполняемым нагрузкам. Это позволяет своевременно вносить коррекцию при отклонении от оптимального хода процесса подготовки.

Уровни аэробного и анаэробного порога, а также показатели максимальной мощности нагрузки являются объективными и универсальными критериями оценки соответствия аэробного и анаэробного компонентов работоспособности у конкретного спортсмена. Для полной реализации потенциальных возможностей спортсменов целесообразно проводить нормирование и дозирование физических нагрузок, а также прогнозирование спортивных результатов и их вывод на пик спортивной формы к ответственным стартам с учетом индивидуальных показателей физической работоспособности. Обнаруженные достоверные корреляционные взаимосвязи данных тестирования с результатами соревновательной деятельности позволяют прогнозировать соревновательные результаты и эффективно использовать данную методику в управлении процессом отбора и подготовки высококвалифицированных спортсменов.

Литература

1. Волков, Н.И. Биохимия мышечной деятельности: учебник для студентов вузов физ. воспитания и спорта / Н.И. Волков. – Киев: Олимпийская литература, 2000. – 503 с.
2. Международный аналитический портал “Realbiathlon” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.realbiathlon.com/p/statistics-women.html/> – Дата доступа: 22.07.2017.
3. Попов, Д.В. Финальная концентрация лактата в крови в тесте с возрастающей нагрузкой и аэробная работоспособность / Д.В. Попов, С.С. Мисина, Ю.С. Лемешева и др. // Физиология человека. – 2010. – Т. 36. – № 3. – С. 102–109.
4. Попов, Д.В. Аэробная работоспособность человека / Д.В. Попов, О.Л. Виноградова, А.И. Григорьев. – М.: Наука, 2012. – 112 с.
5. Попов, Д.В. Физиологические основы оценки аэробных возможностей и подбора тренировочных нагрузок в лыжном спорте и биатлоне / Д.В. Попов, А.А. Грушин, О.Л. Виноградова. – М.: Советский спорт, 2014. – 78 с.
6. Раменская, Т.И. Биоэнергетическое моделирование соревновательной деятельности сильнейших лыжников-гонщиков на XVIII зимних Олимпийских играх (Нагано, 1998) / Т.И. Раменская // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 2. – С. 6–12.



7. Уилмор, Дж.Х. Физиология спорта и двигательной активности: пер. с англ. / Дж.Х. Уилмор, Д.Л. Костилл. – Киев: Олимп. Лит. 1997. – 504 с.

8. Федерация биатлона Украины [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.biathlon.com.ua/speed.php>. – Дата доступа: 22.07.2017.

9. Ширковец, Е.А. Соотношение функциональных показателей при стандартном тестировании спортсменов / Е.А. Ширковец // Вестник спортивной науки. – 2012. – № 5. – С. 34–36.

10. Beaver, W.L. Improved detection of lactate threshold during exercise using a log-log transformation / W.L. Beaver, K. Wasserman, B.J. Whipp // J. Appl. Physiol. – 1985. – Vol. 59, No. 6. – Pp. 1936–1940.

11. Becker, M. Anaerobic threshold alterations caused by endurance training in young children / M. Becker, P. Vaccaro // J. Sports Med. – 1983. – No. 4 (23). – 445 p.

12. Cisar, C.J. The effect of endurance on metabolic responses and the prediction of distance running performance / C.J. Cisar, W. Thorland // J. Sports Med. – 1986. – No. 3 (26). – Pp. 234–240.

13. Davis, J. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research // Med. and Sc. in Sports and Exerc. – 1985. – No. 1 (17). – Pp. 6–21.

14. Deckerle, J. Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power / J. Deckerle et al. // Eur. J. Appl. Physiol. – 2003. – Vol. 89. – No. 3–4. – Pp. 281–288.

15. Faude, O. Lactate threshold concepts: how valid are they? / O. Faude, W. Kindermann, T. Meyer // Sports Med. – 2009. – Vol. 39. – No. 6. – Pp. 469–490.

16. Loat, C.E. Relationship between the lactate and ventilatory thresholds during prolonged exercise / C.E. Loat, E.C. Rhodes // Sports Med. – 1993. – Vol. 15. – No. 2. – Pp. 104–115.

17. Niederberger, M. Prinzipien der Ergometrie / M. Niederberger // Herz. – 2002. – No. 7(1). – Pp. 1–19.

18. Olsen, R. Comparison of two intense interval training programs / R. Olsen, K. Berg // J. Sports Med. – 1988. – No. 2 (28). – Pp. 158–164.

19. Wasserman, K. The anaerobic threshold measurement in exercise testing / K. Wasserman // Clin. Chest Med. – 1984. – Vol. 5. – No. 1. – Pp. 77–88.

20. Yoshida, T. Endurance training regimen based upon arterial blood lactate: effects on anaerobic threshold / T. Yoshida, Y. Suda // J. Appl. Physiol. – 1982. – No. 2 (49). – Pp. 223–230.

References

1. Volkov, N.I. Biochemistry of muscular activity: a textbook for students of physical education and sport / N. And. Wolves. – Kiev: Olymp. Lit., 2000. – 503 p.

2. International analytical portal “Realbiathlon” – Mode of access: <http://www.realbiathlon.com/p/statistics-women.html>. – Date of access: 22.07.2017.

3. Попов, Д.В. Final concentration of lactate in the blood in the test with increasing load and aerobic performance / D.V. Popov, S.S. Missina, Y.S. Lemeshev and others // Human Physiology. – 2010. – Vol. 36. – No. 3. – Pp. 102–109.

4. Попов, Д.В. Aerobic human performance / D.V. Popov, O.L. Vinogradov, A.I. Grigor'ev. – M.: Nauka, 2012. – 112 p.

5. Попов, Д.В. Physiological basis of assessment of aerobic capacity and selection of training loads in the sport of skiing and the biathlon / D.V. Popov, A.A. Grushin, O.L. Vinogradova. – M.: Soviet Sports, 2014. – 78 p.

6. Ramenskaya T.I. Bioenergetic modeling of competitive activity of the strongest athletes at the XVIII Olympic winter games (Nagano 1998) / T.I. Ramenskaya // Theory and practice of physical culture. – 2000. – No. 2. – Pp. 6–12.

7. Wilmore, J.H. Physiology of sport and motor activity / J.H. Wilmore, D.L. Costill. – Kiev: Olympus. Lit. 1997. – 504 p.

8. Biathlon Federation of Ukraine [electronic resource]. – Mode of access: <http://www.biathlon.com.ua/speed.php>. – Date of access: 22.07.2017.

9. Shirkovets, E.A. Correlation of the functional parameters for standard testing of athletes // Vestnik sportivnoy nauki. – 2012. – No. 5. – Pp. 34–36.

10. Beaver, W.L. Improved detection of lactate threshold during exercise using a log-log transformation / W.L. Beaver, K. Wasserman, B.J. Whipp // J. Appl. Physiol. – 1985. – Vol. 59, No. 6. – Pp. 1936–1940.

11. Becker, M. Anaerobic threshold alterations caused by endurance training in young children / M. Becker, P. Vaccaro // J. Sports Med. – 1983. – No. 4 (23). – 445 p.

12. Cisar, C.J. The effect of endurance on metabolic responses and the prediction of distance running performance / C.J. Cisar, W. Thorland // J. Sports Med. – 1986. – No. 3 (26). – Pp. 234–240.

13. Davis, J. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research // Med. and Sc. in Sports and Exerc. – 1985. – No. 1 (17). – Pp. 6–21.

14. Deckerle, J. Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power / J. Deckerle et al. // Eur. J. Appl. Physiol. – 2003. – Vol. 89. – No. 3–4. – Pp. 281–288.

15. Faude, O. Lactate threshold concepts: how valid are they? / O. Faude, W. Kindermann, T. Meyer // Sports Med. – 2009. – Vol. 39. – No. 6. – Pp. 469–490.

16. Loat, C.E. Relationship between the lactate and ventilatory thresholds during prolonged exercise / C.E. Loat, E.C. Rhodes // Sports Med. – 1993. – Vol. 15. – No. 2. – Pp. 104–115.

17. Niederberger, M. Prinzipien der Ergometrie / M. Niederberger // Herz. – 2002. – No. 7 (1). – Pp. 1–19.

18. Olsen, R. Comparison of two intense interval training programs / R. Olsen, K. Berg // J. Sports Med. – 1988. – No. 2 (28). – Pp. 158–164.

19. Wasserman, K. The anaerobic threshold measurement in exercise testing / K. Wasserman // Clin. Chest Med. – 1984. – Vol. 5. – No. 1. – Pp. 77–88.

20. Yoshida, T. Endurance training regimen based upon arterial blood lactate: effects on anaerobic threshold / T. Yoshida, Y. Suda // J. Appl. Physiol. – 1982. – No. 2 (49). – Pp. 223–230.

