

Физическая работоспособность и особенности мобилизации энергетических механизмов при нагрузках у квалифицированных спортсменов разной специализации

Елена Лысенко, Людмила Станкевич, Галина Гатилова

АННОТАЦИЯ

Цель. Проанализировать особенности энергообразования у спортсменов, специализирующихся в различных соревновательных дисциплинах, при выполнении нагрузок разной мощности и продолжительности.

Методы. Обследовано 54 квалифицированных спортсмена, специализирующихся в беге на 100, 800 и 5000 м. Для оценки анаэробных возможностей организма спортсменов использовали 15-с ($W_{\max 15c}$) и 60-с ($W_{\max 60c}$) нагрузки максимальной интенсивности.

Результаты. У спортсменов-спринтеров выявлена отрицательная связь величины HLa в крови с $W_{\max 15c}$ $r = -0,68$ и $W_{\max 60c}$ $r = -0,76$. У спортсменов-бегунов на 800 м отмечалась прямая закономерность — увеличение HLa в крови с увеличением $W_{\max 15c}$ $r = 0,81$ и $W_{\max 60c}$ $r = 0,89$. У спортсменов-стайеров выявлено положительную связь HLa в с $W_{\max 15c}$ $r = 0,59$ и отрицательную связь с $W_{\max 60c}$ $r = -0,79$.

Заключение. Характеристики работоспособности по мощности нагрузки при различных режимах ее выполнения у квалифицированных спортсменов-легкоатлетов имеют различия, связанные с длительностью основной соревновательной дистанции и с изменениями деятельности функциональных систем, обеспечивающих работоспособность спортсмена.

Ключевые слова: квалифицированные спортсмены, физические нагрузки, аэробные и анаэробные механизмы энергообеспечения.

ABSTRACT

Objective. To analyze the features of energy production in athletes, specializing in various competitive disciplines under physical loads of different intensity and duration.

Methods. The study involved 54 qualified athletes specializing in the 100, 800 and 5000 m race. The maximum intensity loads of 15 s ($W_{\max 15s}$) and 60 s ($W_{\max 60s}$) duration were used to estimate the anaerobic capacity of athletes.

Results. For sprinters, a negative correlation was revealed between the blood lactate concentration and intensity of loads $r = -0,68$ for $W_{\max 15s}$ and $r = -0,76$ for $W_{\max 60s}$. While for 800 m runners direct relationship was found between blood lactate concentration and load intensity $r = 0,81$ for $W_{\max 15s}$ and $r = 0,89$ for $W_{\max 60s}$. Moreover, stayer's demonstrate positive correlation between the level of blood lactate and intensity of loads for $W_{\max 15s}$ $r = 0,59$ and negative correlation for $W_{\max 60s}$ $r = -0,79$.

Conclusions. Characteristics of qualified athletes' performance by load intensity under different modes of its execution differ in relation to duration of the main race distance and changes in activity of functional systems providing athlete's performance.

Keywords: qualified athletes, physical loads, aerobic and anaerobic energy supply mechanisms.

Постановка проблемы. Легкоатлетический бег в зонах разной мощности предъявляет специфические требования к организму спортсменов. Тренированность спортсмена определяется, прежде всего, уровнем тех функциональных и биохимических реакций, которые формируются в процессе долговременной адаптации организма к напряженным тренировочным и соревновательным нагрузкам.

Сегодня в научной литературе широко представлены результаты изучения мощности и емкости различных источников энергообразования, определена их роль в обеспечении физической работы различной мощности, интенсивности и продолжительности [1, 5, 8], выделены особенности физиологических процессов организма, лимитирующих проявление высокой работоспособности спортсменов при выполнении нагрузок анаэробного (алактатного и гликолитического) и аэробного характера [4, 6].

Анализ литературных источников выявил некоторую несогласованность мнений по вопросам энергообеспечения физической работы максимальной мощности. Широко распространено мнение, что при выполнении кратковременной работы максимальной интенсивности подавляющая часть энергии определяется резервом аденозинтрифосфата (АТФ) и креатинфосфата (КФ), активация анаэробного распада гликолиза и продукция молочной кислоты не происходит. Однако активацию анаэробных процессов гликолиза при спринтерских нагрузках подтверждают другие исследования [7, 9, 12, 13, 15].

При беге на 100 м, как установили W. Hollmann и T. Nettinger [12], у спортсменов отмечаются высокие показатели концентрации лактата — 15 ммоль·л⁻¹ и более. Кроме того, они обнаружили связь между скоростью бега и концентрацией образовавшегося лактата: у спринтеров с увеличением скорости прохождения дистанции увеличивается концентрация молочной кислоты в крови. Однако представленные результаты

не согласуются с тем, что величина накопления лактата в крови легкоатлетов зависит от степени тренированности организма: чем выше квалификация спортсмена, тем больше резервы ресинтеза АТФ креатинкиназным путем и тем меньше на спринтерских дистанциях подключается гликолиз [2, 3, 5, 7]. Очевидно, что специфика вида спорта накладывает существенный отпечаток на мощность анаэробной системы энергообеспечения.

Работа выполнена согласно государственной научно-исследовательской теме «Моніторинг процесу адаптації кваліфікованих спортсменів з урахуванням їхніх індивідуальних особливостей» (номер госрегистрации: № 011U001732) в рамках программы «Прикладні дослідження і розробки за напрямками науково-технічної діяльності вищих навчальних закладів та наукових установ» Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украины на 2012—2013 гг.

Цель исследования — проанализировать особенности энергообразования у спортсменов, специализирующихся в нескольких соревновательных дисциплинах (на примере легкой атлетики), при выполнении нагрузок разной мощности и продолжительности.

Методы и организация исследования. На первом этапе на экспериментальной базе НИИ НУФВСУ в соревновательном периоде были обследованы 50 квалифицированных спортсменов 19—24 лет с уровнем спортивной квалификации МС—КМС, специализирующихся в беге на 100 м — 19 (I группа), на 800 м — 15 (II группа) и на 5000 м — 16 (III группа).

Изучалось проявление работоспособности спортсменов и реакция систем дыхания, кровообращения на предельные (максимальные) физические нагрузки, позволяющие определить аэробные и анаэробные возможности организма [1, 6, 8]. Для оценки анаэробных алактатных (креатинфосфатных) возможностей организма спортсменов использовали 15-секундную работу

максимальной интенсивности ($W_{\max 15c}$); а для оценки анаэробных гликолитических возможностей — 60-секундную работу максимальной интенсивности ($W_{\max 60c}$) [1, 6, 8, 10, 13]. Тесты выполняли на велоэргометре «Monark-894E», предназначенном для проведения тестов анаэробного характера.

В качестве модели нагрузки «смешанного» (аэробного и анаэробного) энергообеспечения использовали тестирующие нагрузки ступенчатовозрастающей мощности продолжительностью 14—20 мин до момента достижения спортсменом индивидуальных границ потребления O_2 (уровень «критической» мощности) — до момента «произвольного» отказа от продолжения работы [8, 11]. Для оценки аэробных возможностей организма спортсменов использовали мощность «критической» нагрузки ($W_{кр}$) при выполнении ступенчато-возрастающей работы, выполняемой «до отказа», а также мощность работы на уровне анаэробного порога ($W_{АП}$). Тест выполняли на тредмиле LE-200 C (Германия) при постоянной скорости движения и при постоянном изменении мощности (каждые две минуты) — на 17 Вт. Как показатели достигнутого эффекта адаптации использовали эргометрические параметры тестовых нагрузок — мощность, предельное время или общее количество выполненной работы.

Для оценки воздействия указанных режимов тестирующих нагрузок на организм спортсменов регистрировали показатели реакции кардиореспираторной системы и газообмена с помощью эргоспирометрического комплекса «Oxuson Pro» («Jaeger», Германия). На третьей и седьмой минутах восстановительного периода после каждой тестирующей нагрузки определяли концен-

трацию лактата (HLа, ммоль·л⁻¹) в капиллярной крови энзиматическим методом («Dr. Lange-400», Германия).

На *втором этапе* исследования проводили в соревновательном периоде подготовки в естественных условиях соревновательной деятельности на протяжении двух лет с участием высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в прыжках. Так, у спортсменов-лидеров, участвующих в официальных соревнованиях «Кубок Украины», проводили забор капиллярной крови сразу же после завершения выполнения ими соревновательной программы для определения концентрации лактата (HLа, ммоль·л⁻¹) в крови энзиматическим методом («Dr. Lange-400», Германия).

Статистическую обработку экспериментального материала осуществляли методом вариационной статистики с использованием t-критерия Стьюдента ($p < 0,05$) и с расчетом коэффициентов корреляции с помощью пакета стандартных компьютерных программ математической статистики «Microsoft Excel». Тестирование проводили после дня отдыха при стандартизованном режиме питания и питьевого режима. Спортсмены были осведомлены о содержании тестов и дали согласие на их проведение.

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе исследования были выявлены достоверные различия (табл. 1) между квалифицированными спортсменами, специализирующимися в беге на дистанции различной продолжительности по величине мощности анаэробной алактатной работы ($W_{\max 15c}$, $p < 0,05$). Так, наибольший уровень анаэробных креатинфосфатных возможностей отмечался у спортсменов-

спринтеров, а наименьший — у спортсменов-стайеров.

При анализе уровня развития анаэробных гликолитических возможностей организма спортсменов по результатам выполнения 60-секундной нагрузки максимальной интенсивности ($W_{\max 60c}$) выявлены достоверные различия только для спортсменов-бегунов на дистанциях 100 и 800 м ($p < 0,05$). Отметим наименьшие относительные значения $W_{\max 60c}$ по группе бегунов на короткие дистанции (спринт) — 6,48 Вт·кг⁻¹. Несколько выше уровень относительных показателей $W_{\max 60c}$ у бегунов на длинные дистанции (5000 м) — 6,71 Вт·кг⁻¹, а наибольший уровень абсолютной и относительной $W_{\max 60c}$ продемонстрирован в группе бегунов на средние дистанции (800 м) — 6,82 Вт·кг⁻¹.

В условиях работы ступенчатовозрастающей мощности, выполняемой «до отказа» (14—20 мин), как правило, проявляются максимальные аэробные возможности, которые могут быть достигнуты, однако, только при определенном уровне активности анаэробных гликолитических процессов [4, 5, 9]. Наибольший уровень аэробных возможностей организма по показателям мощности «критической» нагрузки ($W_{кр}$) отмечался в группе спортсменов-стайеров (бег на 5000 м — $W_{кр}$ 4,82 Вт·кг⁻¹). Более низкий уровень аэробных возможностей организма отмечается в группе бегунов на средние дистанции ($W_{кр}$ 3,27 Вт·кг⁻¹) и в группе бегунов на короткие дистанции ($W_{кр}$ 3,18 Вт·кг⁻¹). Выявленные различия между группами по уровню $W_{кр}$ достоверны ($p < 0,05$).

Выявленные несоответствия между группами по уровню общей физической работоспособности в тестах согласуются с данными литературы по проявлению мощ-

ТАБЛИЦА 1 — Показатели мощности нагрузок анаэробного и аэробного характера у легкоатлетов высокой квалификации, специализирующихся в беге на разные дистанции, $X \pm S$

Показатель мощности нагрузки	Соревновательная дистанция, м			p (t-тест) < 0,05
	100	800	5000	
$W_{\max 15c}$ Вт	764,19 ± 21,90	697,08 ± 19,01	590,21 ± 44,51	1—2, 3; 2—3
$W_{\max 15c}$ на кг массы тела, Вт·кг ⁻¹	10,48 ± 0,19	9,49 ± 0,09	9,08 ± 0,20	1—2, 3; 2—3
$W_{\max 60c}$ Вт	473,84 ± 11,02	513,66 ± 15,98	436,75 ± 29,97	2—1, 3
$W_{\max 60c}$ на кг массы тела, Вт·кг ⁻¹	6,48 ± 0,09	6,82 ± 0,07	6,71 ± 0,19	2—1
$W_{кр}$ Вт	231,85 ± 7,05	270,15 ± 12,99	311,97 ± 11,13	1—2, 3; 2—3
$W_{кр}$ на кг массы тела, Вт·кг ⁻¹	3,18 ± 0,17	3,57 ± 0,15	4,82 ± 0,22	1—2, 3; 2—3

ности и емкости источников энергообеспечения у квалифицированных спортсменов с различной направленностью процесса долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам [1, 4, 5]. Однако, как уже отмечалось, существуют несколько противоречивые факты относительно характера энергообеспечения кратковременной физической нагрузки максимальной интенсивности. Так, широко распространено мнение, что при выполнении кратковременной нагрузки максимальной интенсивности (до 20 с) основная часть энергии определяется резервом АТФ и КФ, а активация анаэробных гликолитических процессов не происходит [1, 8]. Специальные лабораторные исследования с использованием метода биопсии в условиях нагрузки максимальной интенсивности показали, что гликолитические процессы активизируются уже через 6 с такой нагрузки [3, 6, 9, 13, 14]. В связи с этим даже у спортсменов-бегунов на короткие дистанции (спринт, 100 м) с возрастанием скорости преодоления дистанции увеличивается содержание лактата в крови и после указанной нагрузки достигает 9—14 ммоль·л⁻¹ [1, 5, 6, 13]. Вместе с тем приведенные результаты не согласуются с теми данными, которые свидетельствуют, что величина накопления лактата в крови спортсмена-спринтера зависит от уровня тренированности: чем выше квалификация спринтера, тем больше резервы ресинтеза АТФ креатинкиназным путем, тем меньше на дистанции 100 м подключается гликолиз [2, 3]. У спортсменов-бегунов на средние дистанции (800 м), наоборот, с ростом уровня тренированности отмечается увеличение содержания лактата в крови после преодоления данной дистанции [2, 13, 15]. Считают, что обмен веществ у спринтера и бегуна на длинные дистанции существенно различается, однако источник энергии в них один и тот же — АТФ [1, 5].

Приведенные на рисунке 1 результаты анализа концентрации лактата (HLa) в крови на третьей минуте восстановительного периода после выполнения кратковременных максимальных физических нагрузок у квалифицированных спортсменов свидетельствуют, что активизация анаэробных гликолитических процессов в энергообеспечении отмечалась у спортсменов при выполнении как 60-секундной, так и 15-секундной нагрузки максимальной интенсивности ($p > 0,05$).

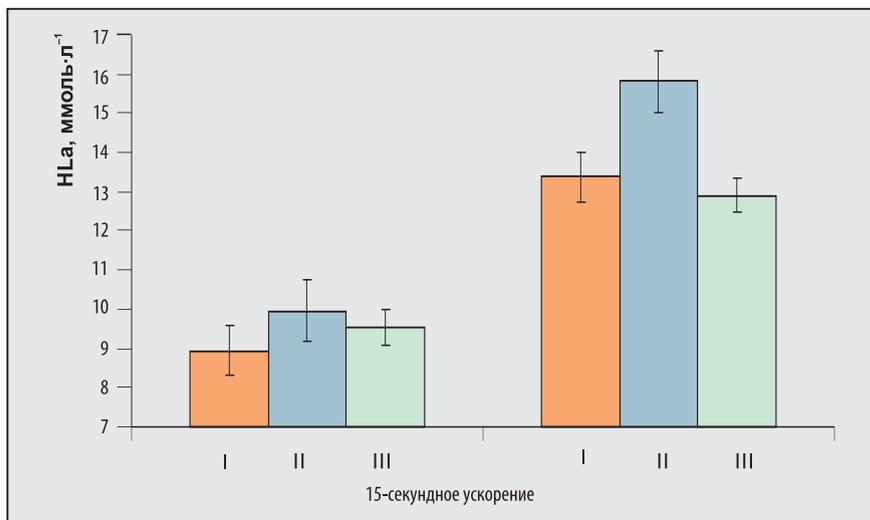


РИСУНОК 1 – Концентрация лактата (HLa, ммоль·л⁻¹) в крови на третьей минуте восстановительного периода у квалифицированных спортсменов после выполнения кратковременных нагрузок максимальной интенсивности: I – первая группа (бег на 100 м); II – вторая группа (бег на 800 м); III – третья группа (бег на 5000 м)

Анализ индивидуальных данных в однородных группах квалифицированных спортсменов на основе сравнения индивидуальных уровней максимальной мощности тестовых нагрузок анаэробного креатинфосфатного и гликолитического характера с концентрацией HLa в крови свидетельствует, что высокие показатели физической работоспособности у спортсменов-бегунов различной специализации достигались разными путями. На рисунке 2 показана взаимосвязь максимальной мощности нагрузок анаэробного креатинфосфатного (W_{max15c}) и гликолитического (W_{max60c}) характера с концен-

трацией лактата в крови на третьей минуте восстановительного периода у квалифицированных спортсменов.

Так, у спортсменов-спринтеров больший прирост HLa в крови после выполнения 15- и 60-секундных тестовых нагрузок максимальной интенсивности отмечался с меньшим уровнем мощности нагрузки анаэробного характера (W_{max15c} , W_{max60c}). Для спортсменов, которые показывали по группе высокий уровень анаэробных возможностей, отмечался меньший прирост HLa после выполнения данных тестирующих нагрузок и выявлена отрицательная взаимосвязь

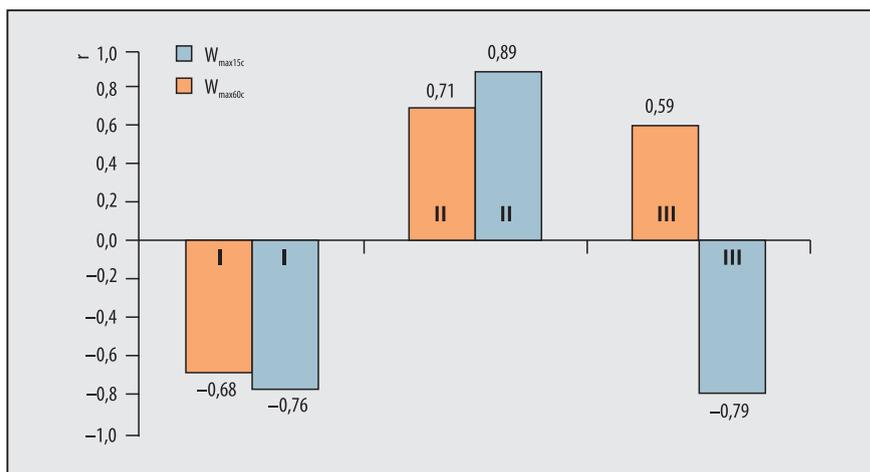


РИСУНОК 2 – Взаимосвязь (r) мощности нагрузки анаэробного креатинфосфатного (W_{max15c}) и гликолитического (W_{max60c}) характера с концентрацией лактата в крови после работы у квалифицированных спортсменов: I группа – бег на 100 м, $r_{0,05} > 0,482$, $n = 17$; II группа – бег на 800 м, $r_{0,05} > 0,456$, $n = 19$; III группа – бег на 5000 м, $r_{0,05} > 0,468$, $n = 18$

ТАБЛИЦА 2 – Концентрация лактата (HLa) в крови на третьей минуте восстановительного периода у квалифицированных спортсменов-прыгунов после выполнения соревновательной программы

Вид соревновательной программы	Спортивный результат, м	Концентрация лактата, (HLa), ммоль·л ⁻¹
Прыжки с шестом	5,50—5,83	6,02—12,1
Прыжки в длину	8,09—8,18	8,79—14,0
Прыжки в высоту	2,28—2,31	3,63—7,23

величины HLa в крови с максимальной мощностью нагрузки анаэробного креатинфосфатного ($W_{\max15c}$ $r = -0,68$, $p < 0,05$) и гликолитического ($W_{\max60c}$ $r = -0,76$, $p < 0,05$) характера. У спортсменов-бегунов на средние дистанции (II группа) отмечалась прямая закономерность — сниженные по группе величины мощности при кратковременных тестирующих нагрузках максимальной интенсивности сочетались с меньшим уровнем HLa в крови, а с увеличением $W_{\max15c}$ и $W_{\max60c}$ отмечалось увеличение HLa в крови ($W_{\max15c}$ $r = 0,81$, $W_{\max60c}$ $r = 0,89$, $p < 0,05$).

При выполнении нагрузок анаэробного креатинфосфатного характера у спортсменов-стайеров наиболее высокие показатели $W_{\max15c}$ сочетались с более высоким по группе содержанием лактата в крови. При тестирующей нагрузке анаэробного гликолитического характера, наоборот, возрастания величины мощности нагрузки ($W_{\max60c}$) сопровождалось меньшим приростом HLa в крови. Выявлены положительная взаимосвязь HLa в крови с величиной мощности нагрузки анаэробного креатинфосфатного характера ($W_{\max15c}$ $r = 0,59$, $p < 0,05$) и отрицательная взаимосвязь с мощностью нагрузки гликолитического характера — ($W_{\max60c}$ $r = -0,79$, $p < 0,05$) (см. рис. 2).

Таким образом, у квалифицированных спортсменов, которые длительное время специализировались в беге на короткие дистанции (I группа, 100 м), отмечался наибольший уровень анаэробных креатинфосфатных и пониженный уровень аэробных возможностей организма. Это согласуется с данными, представленными в научной литературе [1, 5—7]. Рост уровня тренированности и работоспособности в данной группе спортсменов происходит в основном за счет увеличения мощности и совершенствования креатинкиназного механизма ресинтеза АТФ. Поэтому при выполнении максимальных тестирующих нагрузок анаэробного характера

лучшие результаты были отмечены у спортсменов с большой мощностью и емкостью креатинфосфатного механизма энергообеспечения. При выполнении нагрузок максимальной интенсивности активизируются и анаэробные гликолитические механизмы, но их процентный вклад в энергообеспечение нагрузок анаэробного характера у спортсменов-бегунов на дистанции 100 м значительно ниже, чем в группе спортсменов-бегунов на дистанции 800 м. Образование лактата в крови в меньших количествах при выполнении максимальных нагрузок анаэробного характера у более подготовленных спортсменов-спринтеров подтверждает, что повышение их специальной работоспособности обеспечивалось за счет большей мобилизации креатинкиназного механизма энергообеспечения.

У квалифицированных спортсменов, которые специализировались в беге на средние дистанции (II группа, 800 м), отмечался наибольший уровень анаэробных гликолитических возможностей, а уровень аэробных возможностей был выше, чем у спортсменов-бегунов на 100 м. Это свидетельствует о том, что в процессе долговременной адаптации организма к тренировочным нагрузкам в беге на дистанции 800 м совершенствуется не только анаэробная гликолитическая, но и аэробная производительность. Однако улучшение физической работоспособности происходило, в основном, за счет постепенного совершенствования реакций гликолитического фосфорилирования, что и подтверждалось приростом концентрации лактата в крови. В данной группе содержание лактата в крови было выше у спортсменов, которые показали наибольший уровень анаэробных креатинфосфатных ($W_{\max15c}$) и гликолитических ($W_{\max60c}$) возможностей организма.

Наибольший уровень аэробных возможностей организма отмечался у квалифицированных спортсменов, что типично для

спортсменов, которые долгое время специализировались в беге на длинные дистанции (III группа, 5000 м). Продолжительная тренировка, направленная на повышение аэробных возможностей организма и выносливости, повышает способность организма к ресинтезу АТФ аэробным путем, при одновременном снижении скорости энергообеспечения в процессе анаэробного гликолиза. Однако анаэробный гликолитический механизм энергообеспечения играет существенную роль, особенно в начальной части нагрузки. Это подтверждалось более высоким приростом концентрации лактата в крови у спортсменов данной группы, которые показали высокий уровень работоспособности при выполнении 15-секундной нагрузки максимальной интенсивности анаэробного креатинфосфатного характера. С увеличением продолжительности нагрузки (60-секундная нагрузка максимальной интенсивности) в энергообеспечении работы, несмотря на доминирование анаэробного гликолиза, увеличивается значение аэробных механизмов энергообеспечения. Проявление работоспособности спортсменов в большей степени зависит от мобилизации аэробных механизмов энергообеспечения. Сниженный прирост содержания лактата в крови спортсменов, которые показали высокий уровень анаэробных гликолитических возможностей организма ($W_{\max60c}$), свидетельствует о более высокой скорости мобилизации аэробных механизмов (в том числе и реакций кардиореспираторной системы) и большей их доли в энергообеспечении. Для этих спортсменов характерен и наиболее высокий уровень показателей аэробных возможностей (по показаниям $W_{кр}$, $VO_2\max$, $VO_2\Delta nП$ и др.). Увеличение степени прироста концентрации лактата в крови при 60-секундной нагрузке максимальной интенсивности сопровождалось снижением уровня аэробных возможностей организма спортсменов-бегунов на 5000 м.

В таблице 2 представлены начальные результаты исследований активности анаэробных гликолитических процессов в естественных условиях соревновательной деятельности высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в прыжках. Считается, что при выполнении различных прыжков (кратковременная нагрузка максимальной интенсивности) основная часть энергии определяется резервом аденозинтрифосфата и креатин-

фосфата, а активация анаэробных гликолитических процессов не происходит [1, 5, 8]. Однако, как видно из данных, представленных в таблице 2, у спортсменов-прыгунов при выполнении прыжков отмечается активизация анаэробных гликолитических процессов в энергообеспечении, что опровергает классические представления об энергообеспечении взрывной работы скоростно-силового характера. При этом лучший спортивный результат в прыжках шестом сочетается с более высокой концен-

трацией лактата в крови, а при выполнении прыжков в длину, наоборот, спортивный результат отмечается при более низкой ее концентрации.

Таким образом, исследования показали, что характеристики работоспособности по энергетическим измерениям мощности нагрузки при различных режимах ее выполнения у квалифицированных спортсменов-легкоатлетов имеют существенные различия, связанные с длительностью основной соревновательной дистанции (бег на 100, 800

и 5000 м), а также с изменениями в процессе адаптации к специфическим тренировочным нагрузкам деятельности функциональных систем, обеспечивающих работоспособность спортсмена.

Факты повышенной активности анаэробных гликолитических процессов в энергообеспечении прыжков, а также различное ее влияния на спортивный результат спортсменов-прыгунов высокой квалификации, требует дальнейшего изучения и коррекции их спортивной подготовки.

■ Литература

1. Биохимия мышечной деятельности / [Волков Н. И., Нессен Э. Н., Осипенко А. А., Корсун С. Н.]. — К.: Олимп. лит., 2000. — 503 с.
2. Герасимова А. А. Специфичность мобилизации энергетических механизмов выносливости у бегунов на короткие и средние дистанции / А. А. Герасимова, А. И. Анненков, В. И. Гальчун // Системные механизмы и управление специальной работоспособностью спортсменов. — Волгоград, 1984. — С. 67—72.
3. Ленкова Р. И. Участие креатинфосфатного механизма в энергетическом обеспечении интенсивных физических нагрузок / Р. И. Ленкова, С. В. Усик, М. Г. Чумакова // Физиология человека. — 1988. — Т. 14, № 6. — С. 943—947.
4. Мищенко В. С. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной физической тренировке в спорте / В. С. Мищенко, Е. Н. Лысенко, В. Е. Виноградов. — К.: Наук. світ, 2007. — 351 с.
5. Мохан Р. Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки / Р. Мохан, М. Глессон, П. Л. Гринхафф. — К.: Олимп. лит., 2001. — 295 с.
6. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в Олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В. Н. Платонов. — К.: Олимп. лит., 2004. — 808 с.
7. Спрайт Л. Анаэробный метаболизм при высокоинтенсивных физических нагрузках / Л. Спрайт // Метаболизм в процессе физической деятельности: пер с англ. — К.: Олимп. лит., 1998. — С. 9—51.
8. Физиологическое тестирование спортсмена высокой квалификации: пер с англ. / [Бекус Р. Д. Х., Банистер Е. У., Бушар К. и др.]. — К.: Олимп. лит., 1998. — 431 с.
9. Alvarenga R. L. Lactate Thresholds by Bioelectrical Impedance Spectroscopy / R. L. Alvarenga, M. N. Souza // JEPonline. — 2009. — 12 (5). — P. 22—33.
10. Bangsbo J. Elevated muscle glycogen and anaerobic energy production during exhaustive exercise in man / J. Bangsbo, P. D. Gollnick, T. E. Graham et al. // J. Physiol. — 1992. — Vol. 451. — P. 205—227.
11. Deckerle J. Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power / J. Deckerle, B. Baron, L. Dupont et al. // Eur J. of Appl. Physiol. — 2003. — May. — Vol. 89 (3—4). — P. 281—288.
12. Hollmann W. Sportmedizin Arbeitund Trainingsgrundlagen / W. Hollmann, T. Hettinger. — Stuttgart — New York, 1980. — 773 s.
13. Mader A. The regulation of energy supply in sprint and middle distance running. Experimental results and interpretation by computer — simulation / A. Mader // Book of Abstract. — Nice, 1996. — P. 100—101.
14. Nichols J. F. Relationship between blood lactate response to exercise and endurance performance in competitive female master cyclists / J. F. Nichols, S. L. Phares, M. J. Buono // J. of Sports Med., Stuttgart. — 1997. — Vol. 18, № 6. — P. 458—463.
15. Weltman A. The blood lactate response to exercise (current issues in Exercise science) / A. Weltman. — Human Kinetic Publishers, 1995. — 128 p.

■ References

1. Biochemistry of muscle activity / [Volkov N. I., Nessen E. N., Osipenko A. A., Korsun S. N.]. — Kiev: Olympic Books, 2000. — 503 p.
2. Gerasimov A. A. The specificity of the mechanisms of mobilization of energy endurance runners in the short and middle distance / A. A. Gerasimov, A. I. Annenkov, V. I. Galchun // System management tools and a special performance of athletes — Volgograd, 1984. — P. 67—72.
3. Lenkova R. I. Participation kreatinfosfatnogo mechanism in the energy security of intense physical activity / R. I. Lenkova, S. B. Usyk, M. G. Chumakov // Human Physiology. — 1988. — T. 14, № 6. — S. 943—947.
4. Mishchenko V. S. Reactive properties of the cardiorespiratory system as a reflection of adaptation to intense physical training in the sport / V. S. Mishchenko, E. N. Lysenko, V. E. Vinogradov. — Kyiv: Naukova's World, 2007. — 351 p.
5. Mohan R. Biochemistry of muscle activity and physical exercise / R. Mohan, M. Glesson, P. L. Grinhaff. — Kiev: Olympic Books, 2001. — 295 p.
6. Platonov V. N. The system of training athletes in Olympic sports. The general theory and its practical application / V. N. Platonov. — Kiev: Olympic Books, 2004. — 808 p.
7. Sprayet L. Anaerobic metabolism during high-intensity physical activity / L. Sprayet // Metabolism during physical activity: Translation from English. — Kiev: Olympic Books, 1998. — S. 9—51.
8. Physiological testing of highly skilled athletes: Translation from English / [Bekus R. D. H., Banister E. W., Bouchard C. et al.] — Kiev: Olympic Books, 1998. — 431 p.
9. Alvarenga R. L. Lactate Thresholds by Bioelectrical Impedance Spectroscopy / R. L. Alvarenga, M. N. Souza // JEPonline. — 2009. — 12 (5). — P. 22—33.
10. Bangsbo J. Elevated muscle glycogen and anaerobic energy production during exhaustive exercise in man / J. Bangsbo, P. D. Gollnick, T. E. Graham et al. // J. Physiol. — 1992. — Vol. 451. — P. 205—227.
11. Deckerle J. Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power / J. Deckerle, B. Baron, L. Dupont et al. // Eur J. of Appl. Physiol. — 2003 May. — Vol. 89 (3—4). — P. 281—288.
12. Hollmann W. Sportmedizin Arbeitund Trainingsgrundlagen / W. Hollmann, T. Hettinger. — Stuttgart — New York, 1980. — 773 s.
13. Mader A. The regulation of energy supply in sprint and middle distance running. Experimental results and interpretation by computer — simulation / A. Mader // Book of Abstract. — Nice, 1996. — P. 100—101.
14. Nichols J. F. Relationship between blood lactate response to exercise and endurance performance in competitive female master cyclists / J. F. Nichols, S. L. Phares, M. J. Buono // J. of Sports Med., Stuttgart. — 1997. — Vol. 18, № 6. — P. 458—463.
15. Weltman A. The blood lactate response to exercise (current issues in Exercise science) / A. Weltman. — Human Kinetic Publishers, 1995. — 128 p.