

ОТНОШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МЕХАНИЧЕСКОЙ РАБОТЫ И АНАЭРОБНОГО ГЛИКОЛИЗА У БАЙДАРЧНИЦ РАЗНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ГОДИЧНОЙ ПОДГОТОВКИ

Е.А. Мороз,

НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь;

В.В. Шантарович, доцент,

Директорат национальных команд;

Л.М. Шкуматов, канд. биол. наук,

НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь

Аннотация.

В статье представлены данные по соотношению механической работы и анаэробного гликолиза у 12 байдарочниц, при «прохождении» последней ступени теста 3x1000 м на гребном эргометре «Dansprint». В группу I вошли 6 МСМК. В группу II – 6 МС и КМС. В I группе выполнили больший объем механической работы и развили большую мощность по сравнению с группой II. Количество АТФ, ресинтезируемое за счет анаэробного гликолиза, составило $0,61 \pm 0,11$ моль у МСМК и $0,42 \pm 0,11$ моль у КМС, МС. Доля гликолиза в энергообеспечении мышечной деятельности составила $16,0 \pm 2,7$ и $12,7 \pm 2,6$ % соответственно. Способность мышц секретировать, а всего организма утилизировать лактат у байдарочниц при пассивном восстановлении не зависит от уровня спортивной квалификации.

RELATION OF CHARACTERISTICS OF MECHANICAL WORK AND ANAEROBIC GLICOLYSIS FOR WOMEN PADLERS OF DIFFERENT QUALIFICATION AT THE INITIAL STAGE OF YEAR TRAINING.

Abstract.

The article presents data on the ratio of the mechanical work, and anaerobic glycolysis at the third stage of test 3x1000 m on «Dansprint», 12 women specializing in kayak paddling were tested. In group I there were 6 kayak paddlers of high qualification. In group II there were 6 junior kayak paddlers. The sportsmen from first group developed more power and performed more volume of mechanical work in comparison with the second group. The amount of ATP resynthesizing at the expense of anaerobic glycolysis was $0,61 \pm 0,11$ m in the first group and $0,42 \pm 0,11$ m in the second group. Share of glycolysis in supplying energy to muscle activity was $16,0 \pm 2,7\%$ in the first group and $12,7 \pm 2,6$ % in the second. The ability of muscles to secret and the ability of the whole organism to utilize lactate during passive recovery process didn't depend on the level of qualification.

Введение.

Известно, что у спортсменов высокой квалификации показатели технико-тактической подготовленности на этапах годичного цикла тренировки более стабильны, чем состояние физиологических систем, обеспечивающих специальную работоспособность [1]. Мощность метаболических процессов образования энергии, в частности анаэробного гликолиза, является одним из важных факторов, определяющих уровень спортивных результатов в гребле на байдарках [2–4]. В настоящее время в спорте для оценки вклада анаэробного гликолиза в энергообеспечение мышечной деятельности широко используется определение концентрации лактата в крови сразу после нагрузки,

на третьей и восьмой минуте восстановления [1, 5]. Однако такой подход позволяет в лучшем случае качественно оценить вклад гликолиза в энергообеспечение упражнения. Биокинетические исследования лактата, способные дать количественную оценку гликолиза, выполнены в основном с привлечением индивидуумов, не занимающихся спортом или спортсменов массовых разрядов. Поэтому в научной литературе биокинетика лактата у высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в гребле на байдарках, освещена недостаточно [6]. Сказанным выше определяется актуальность проблемы определения характеристик анаэробного гликолиза в энергообеспечение мышечной деятельности гребцов на байдарках разной квалификации.

Целью настоящей работы является определение вклада анаэробного гликолиза в энергетику упражнения у спортсменок разной квалификации в начальном периоде подготовки. Для достижения поставленной цели следует решить ряд задач. Во-первых, вычислить совершенную в ходе тестирования механическую работу и общее количество АТФ, затраченное на ее выполнение. Во-вторых, определить основные параметры кинетики лактата и количество молочной кислоты образовавшейся в ходе выполнения упражнения. В-третьих, рассчитать количество АТФ, ресинтезируемого в результате гликолитического механизма энергообеспечения и его вклад в энергетику упражнения.

Организация и методы исследования.

В исследовании принимало участие 12 спортсменок, специализирующихся в гребле на байдарках. Из них 6 – представительницы основного состава национальной команды Республики Беларусь, все с квалификацией МСМК (группа I). Остальные 6 – спортсменки команды Минской области (юниорский и молодежный состав – группа II). Их квалификация: МС – 2, КМС – 4. Возраст испытуемых – от 16 до 24 лет.

Характеристики механической работы и биокинетики лактата зарегистрированы после работы на последней ступени теста 3х1000 м на гребном тренажере-эргометре «Dansprint».

Концентрации лактата для расчета кинетических показателей были определены в капиллярной крови до нагрузки и в 8–10 точках в течение 60 мин восстановления после работы. Концентрации лактата определяли ионоселективным методом на анализаторе глюкозы и лактата «BIOSEN» (Германия).

Механическую работу на последней ступени вычислили, используя данные компьютера гребного тренажера «Dansprint».

В расчетах использовали энергетическую стоимость гидролиза АТФ до АДФ в 31,5 кДж/моль и КПД утилизации энергии АТФ при гребле равный 0,375. Этот коэффициент получен как произведение двух множителей 0,5 (КПД использования энергии расщепления АТФ для мышечного сокращения) и 0,75 (КПД мышечной системы на создание пропульсивной силы в гребле на байдарках) [7]. Количество АТФ, затраченной на осуществление мышечной деятельности при выполнении тестирующей нагрузки, определяли по формуле (1):

$$n(ATP)_t = \frac{A}{KПД \times 31500}, \quad (1)$$

где $n(ATP)_t$ – количество АТФ, израсходованное на выполнение работы;

A – механическая работа, выполненная на последней ступени

КПД – % утилизации энергии АТФ при гребле.

Индивидуально для каждой спортсменки определили или рассчитали ряд показателей энергообеспечения и биокинетики лактата: в частности, константу скорости исчезновения лактата из крови (k_d) и время полужизни лактата ($t_{1/2}$), константу скорости

появления лактата в крови, т.е. выхода из мышц (k_a), концентрацию лактата в объеме распределения ($C_{\max(v)}$), количество АТФ, образовавшегося в результате гликолиза ($n(ATF)_{gl}$), концентрацию лактата в крови до выполнения последней ступени тестирующей нагрузки (C_1), максимальную концентрацию лактата, зафиксированную в крови ($C_{\max(b)}$), время достижения максимальной концентрации в сыворотке крови (t_{\max}) [8].

Данные были обработаны с помощью пакета прикладных программ STATISTIKA. Для оценки достоверности различий средних арифметических значений показателей из разных групп использованы методы описательной статистики. Использовались непараметрические методы, поскольку выборки нельзя проверить на соответствие закону нормального распределения. Сопоставление определенных и рассчитанных показателей у изучаемых групп проведено по U-критерию Манна-Уитни. Связь между квалификацией спортсменок и показателями, характеризующими механическую работу и анаэробный гликолиз, оценивалась по методу Спирмена. Константы скорости исчезновения рассчитаны с применением регрессионного анализа. Константы скорости появления лактата в крови были найдены методом подбора параметров в среде электронных таблиц Excel [8].

Результаты и обсуждение.

Полученные в ходе исследования результаты представлены в таблице 1. Масса спортсменок составила $70,33 \pm 3,83$ кг у представительниц первой группы и $64,0 \pm 4,56$ кг у второй группы, т. е. меньше на 9,0 %. При прохождении 1000 м с максимальной скоростью байдарочницами из первой группы была выполнена работа в 45285 ± 2710 Дж. Девушки из второй группы выполнили работу на 15 % меньше – 38708 ± 3848 Дж.

Таблица 1 – Масса тела, основные эргометрические и метаболические показатели работы и биокинетические параметры лактата у спортсменок разной квалификации

Показатели	группа I МСМК (n=6)				группа II КМС, МС (n=6)			
	X_{cp}	σ_x	Min	Max	X_{cp}	σ_x	Min	Max
m, кг	70,33*	3,83	65,00	76,00	64,00*	4,56	59,00	70,00
A, Дж	45285*	2710	40927	48771	38708*	3848	35284	44851
$n(ATF)_b$, моль	3,83*	0,23	3,46	4,13	3,28*	0,33	2,99	3,80
K_d , мин ⁻¹	0,0238	0,0027	0,0193	0,0263	0,0248	0,0053	0,0181	0,0319
R^2	0,99	0,01	0,98	0,99	0,97	0,03	0,93	0,99
K_a , мин ⁻¹	5,8177	3,8278	1,5533	9,226	12,511	15,5847	1,1126	43,1665
$t_{1/2}$, мин	29,45	3,76	26,31	35,91	29,11	6,61	21,75	38,32
t_{\max} , мин	1,35	0,93	0,67	2,67	1,24	1,23	0,17	3,50
C_1 , ммоль/л	6,95	1,28	4,70	8,04	7,69	2,27	4,81	10,30
$C_{\max(b)}$, ммоль/л	17,53	2,16	14,39	19,66	15,55	0,86	14,45	16,59
$C_{\max(v)}$, ммоль/л	18,17	2,88	14,62	20,87	16,01	0,84	15,00	16,99
$n(ATF)_{gl}$, моль	0,61*	0,11	0,47	0,76	0,42*	0,11	0,27	0,58
p, %	15,99	2,67	12,03	19,15	12,65	2,63	8,94	16,62

Примечания: m, кг – масса тела; A, Дж – механическая работа на последней ступени; $n(ATF)_b$, моль – количество АТФ ресинтезируемое на последней ступени; K_d , мин⁻¹ – константа скорости исчезновения лактата из крови; R^2 – коэффициент детерминации при определении K_d ; K_a , мин⁻¹ – константа скорости появления лактата в крови; $t_{1/2}$, мин – время «полужизни» лактата в крови; t_{\max} , мин – время достижения максимальной концентрации лактата в крови; C_1 , ммоль/л – концентрация лактата в крови перед началом последней ступени нагрузки; $C_{\max(b)}$, ммоль/л – максимальная концентрация лактата, зафиксированная в крови; $C_{\max(v)}$, ммоль/л – максимальная концентрация лактата в объеме распределения; $n(ATF)_{gl}$, моль – количество АТФ, образовавшейся в результате анаэробного гликолиза на последней ступени нагрузки; p, % – вклад анаэробного гликолиза в энергообеспечение последней ступени нагрузки.

Различия между величинами, помеченными звездочкой *, статистически значимы ($p < 0,05$)

Общее количество АТФ, затраченное спортсменками на обеспечение мышечной деятельности при выполнении нагрузки на последней ступени тестирования, было равным $3,83 \pm 0,23$ моль у МСМК и $3,28 \pm 0,33$ моль, т.е. на 14,36 % меньше, у КМС и МС. Эти показатели у двух групп отличаются статистически значимо, что объясняется более высокой скоростью «прохождения» тестовой дистанции спортсменками первой группы.

Для расчета константы скорости исчезновения лактата из крови использовали регрессионный анализ зависимости индивидуальных данных его концентрации от времени восстановления после нагрузки. Высокая точность данных вычислений подтверждается полученными в результате статистической обработки регрессионными моделями, имеющими расчетные характеристики $r < 0,001$ и коэффициенты детерминации $0,99 \pm 0,01$ и $0,97 \pm 0,03$ у спортсменок первой и второй групп соответственно.

После выполнения нагрузки была зафиксирована максимальная концентрация лактата в сыворотке крови – $17,5 \pm 2,2$ ммоль/л в группе МСМК и $15,6 \pm 0,9$ ммоль/л, т.е. меньше на 13%, у КМС и МС. Концентрация лактата в объеме распределения составила $18,2 \pm 2,9$ ммоль/л у первой группы и $16,0 \pm 0,8$ ммоль/л – у второй. При этом концентрация лактата в крови до начала рассматриваемой работы была $7,0 \pm 1,3$ ммоль/л и $7,7 \pm 2,3$ ммоль/л, в первой и второй группе соответственно. Эти данные показывают, что у спортсменок более низкой квалификации уже при выполнении первых ступеней тестирующей нагрузки в большей степени активируется лактатный механизм энергообеспечения. У более квалифицированных спортсменок лактатный механизм в основном реализуется на последней ступени. Это, наряду с лучшими аэробными возможностями, позволяет им развивать большую мощность или скорость прохождения дистанции.

Время достижения максимальной концентрации лактата в крови, константы исчезновения, время «полужизни» лактата у спортсменок первой и второй группы статистически значимо не различались. Следовательно, способность мышц секретировать, а всего организма – утилизировать лактат, образовавшийся в результате выполнения работы, у спортсменок разной квалификации не различались. Эти результаты сходны с данными Бассета и соавторов, которые не отметили различий в скорости снижения концентрации лактата крови после нагрузки у спортсменов разной тренированности [9]. Однако время достижения максимальной концентрации лактата в крови у более тренированных атлетов было меньшим.

Количество АТФ, ресинтезируемое за счет анаэробного гликолиза, при «прохождении» последней ступени дистанции на эргометре «Dansprint» составило $0,61 \pm 0,11$ моль у МСМК и $0,42 \pm 0,11$ моль, или на 32 % и статистически значимо меньше у КМС, МС. При этом доля гликолиза в энергообеспечении работы составила в первой группе $16,0 \pm 2,7$ % и $12,7 \pm 2,6$ % во второй, т.е. на 20,9 % меньше у КМС и МС, чем у МСМК. Эти результаты демонстрируют, что высококвалифицированные спортсменки обладают более высокими возможностями анаэробного гликолиза. Сходные данные о роли анаэробного механизма энергообеспечения мышечной деятельности гребцов на байдарках в зависимости от спортивного мастерства имеются в литературе. Одним из основных отличий байдарочников международного уровня от гребцов более низкой квалификации (национального уровня) является их большая анаэробная мощность [10]. Анаэробные возможности выше у более успешных гребцов на байдарках [11].

Отсутствие статистически значимых различий по вкладу гликолиза в энергетику упражнения в отличие от количества АТФ, ресинтезируемого за счет лактатного механизма, можно объяснить меньшей мощностью и меньшим объемом работы на последней ступени тестирования, выполненной спортсменками второй группы.

Для уточнения вопроса о взаимосвязи между уровнем спортивной квалификации и определенными и вычисленными показателями, характеризующими выполненную

механическую работу, биокинетику лактата и вклад анаэробного гликолиза в энергообеспечение мышечной деятельности был проведен корреляционный анализ данных. В таблице 2 представлены значения коэффициента корреляции r и значения p между вышеуказанными показателями.

Таблица 2 – Корреляционная матрица связи квалификации и параметров механической работы, биокинетики лактата у байдарочниц на начальном этапе подготовки к сезону

Показатели	r	p
A, Дж	0,66*	0,0185
$n(ATФ)_t$, моль	0,66*	0,0185
K_d , мин ⁻¹	-0,09	0,8015
K_a , мин ⁻¹	-0,21	0,5337
$t_{1/2}$, мин	0,07	0,8410
t_{max} , мин	0,28	0,3830
C_1 , ммоль/л	-0,38	0,2208
$C_{max(b)}$, ммоль/л	0,37	0,2414
$C_{max(v)}$, ммоль/л	0,29	0,3881
$n(ATФ)_{gl}$, моль	0,78*	0,0028
p , %	0,71*	0,0097
Примечание – * – связь статистически значима ($p < 0,05$)		

Приведенные данные показывают, что существует статистически значимая положительная корреляционная связь умеренной силы между квалификацией и выполненной механической работой (количеством АТФ), а также вкладом анаэробного гликолиза в энерготраты. Имеет место сильная связь между мастерством спортсменок и количеством АТФ, ресинтезированным за счет гликолиза.

Заключение.

Большой объем механической работы и количество АТФ, затраченное на ее выполнение, объясняется большей мощностью (скоростью «прохождения») тестовой дистанции спортсменками первой группы в сравнении со второй. Это свидетельствует о лучшем развитии механизмов энергообеспечения у спортсменок первой группы. На лучшее состояние окислительных процессов указывает более низкая концентрация лактата в крови перед началом заключительного тестирующего упражнения. Большая емкость и мощность гликолиза подтверждается большим количеством АТФ, образовавшимся в результате этого процесса у спортсменок первой группы.

Способность мышц спортсменок секретировать, а организма в целом – утилизировать лактат, образовавшийся в результате физической нагрузки, не зависит от уровня спортивного мастерства.

Полученные результаты позволяют повысить уровень контроля над индивидуальными значениями мощности и емкости анаэробного гликолиза у гребцов. На их основе возможен более объективный анализ гликолитического механизма энергообеспечения у высококвалифицированных спортсменов в циклических видах.

Список использованных источников

1. Квашук, П.В. Критерии оценки функционального состояния гребцов на байдарках высокой квалификации / П.В. Квашук // Вестник спортивной науки. – 2008. – № 4. – С. 18–24.

2. Верлин, С.В. Факторный анализ структуры спортивного мастерства гребцов на байдарках высшей квалификации / С.В. Верлин, Г.Н. Семаева // Вестник спортивной науки. – 2011. – № 3. – С. 14–17.
3. Tesch, P.A. Physiological characteristics of elite kayak paddlers / P.A. Tesch // Canadian Journal of Applied Sport Sciences. – 1983. – Vol. 8, № 2. – P. 87–91.
4. Bishop, D. Physiological predictors of flat-water kayak performance in women / D. Bishop // European Journal of Applied Physiology Eur J Appl Physiol. – 2000. – Vol. 82, № 1–2. – P. 91–97.
5. Головачева, А.И. Влияние предельных мышечных нагрузок на формирование основных компонентов специальной выносливости в гребле на байдарках и каноэ / А.И. Головачева, С.В. Широкова // Вестник спортивной науки. – 2004. – № 2. – С. 17–21.
6. Lactate kinetics after intermittent and continuous exercise training / A. Gharbi [et al.] // Journal of Science and Medicine in Sport. – 2008. – Vol. 7, № 2. – P. 279–285.
7. Иссурин, В.Б. Биомеханика гребли на байдарках и каноэ / В.Б. Иссурин. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 111 с.
8. Мороз, Е.А. Энергообеспечение упражнений субмаксимальной мощности у конькобежцев высокой квалификации / Е.А. Мороз, Л.М. Шкуматов // Научные труды НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь: сб. науч. тр. / редкол.: Н.Г. Кручинский (гл. ред.) [и др.]; Науч.-исслед. ин-т физ. культуры и спорта Респ. Беларусь. – Минск, 2010. – Вып. 9 – С. 202-207.
9. Rate of decline in blood lactate after cycling exercise in endurance-trained and untrained subjects / D.R. Bassett [et al.] // Journal of Applied Physiology. – 1991. – Vol. 70, № 4. – P. 1816–1820. Abstract.
10. Van Someren, K.A. Prediction of 200-m sprint kayaking performance / K.A. van Someren, G.S. Palmer // Canadian Journal of Applied Sport Sciences. – 2003. – Vol. 28, № 4. – P. 505–517.
11. Fry, R.W. Physiological and kinanthropometric attributes of elite flatwater kayakers / R.W. Fry, A.R. Morton // Medicine and Science in Sports and Exercise Med Sci Sports Exerc. – 1991. – Vol. 23, № 11–2. – P. 1297–1301.

05.10.2012

УДК 796.015

ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНИКО-ТАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ БОРЦОВ РАЗЛИЧНЫХ ВЕСОВЫХ КАТЕГОРИЙ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ И УЧАСТНИКОВ ПЕРВЕНСТВА ЕВРОПЫ

Л.С. Неменков,

Могилевский государственный университет им. А.А. Кулешова

Аннотация.

В статье рассматривается технико-тактическая подготовленность борцов различных весовых категорий Могилевской области, определенная на основе компьютерной аналитической модели. В модели учитывается вариативность различных характеристик технической и тактической подготовленности борца и их взаимодействие в условиях различных сбивающих факторов.