

Листопад И.В., канд. пед. наук, доцент, Заслуженный тренер Республики Беларусь  
(Белорусский государственный университет физической культуры)

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ СКОРОСТИ ИСЧЕЗНОВЕНИЯ ЛАКТАТА ИЗ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ СО СКОРОСТЬЮ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ И МЕТАБОЛИЧЕСКИМ СТАТУСОМ ОРГАНИЗМА ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ**

*В статье представлены результаты исследований по изучению скорости утилизации лактата из периферической крови у высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в лыжных гонках, после нагрузок гликолитической направленности. Изучены общие закономерности и индивидуальные особенности биохимических сдвигов в организме высококвалифицированных лыжников-гонщиков во взаимосвязи со спортивным результатом и скоростью утилизации лактата из периферической крови.*

*Research results of lactate utilization rate from peripheral blood after glycolytic loads in top class athletes specialized in ski races are presented in the article. General regulations and individual particularities of biochemical shifts in top class ski racers associated with sports performance and rate of lactate utilization from peripheral blood have been studied.*

Одним из показателей способности спортсмена к восстановлению, а следовательно, к выполнению повышенного объема и интенсивности физических нагрузок в условиях тренировочной и соревновательной деятельности и способности достигать наивысшего результата является скорость утилизации лактата из периферической крови, поскольку закисление внутренней среды организма продуктами анаэробного обмена негативным образом сказывается на показателях физической работоспособности. Система тренировки в лыжных гонках предполагает большие по объему и интенсивности тренировочные нагрузки и выполнение адекватных восстановительных мероприятий. Эффективность срочного восстановления существенным образом зависит от параметров

элиминации лактата после нагрузок, требующих мобилизации возможностей гликолитической анаэробной системы энергообеспечения [2, 6, 7]. Метаболические характеристики скорости устранения лактата после мышечной работы зависят от многих факторов, наиболее важными из которых являются скорость перехода лактата из мышц в кровь, интенсивность кровообращения, скорость потребления лактата печенью и скелетными мышцами [1, 3, 4, 10, 11, 14]. Интенсивность удаления лактата в период восстановления также зависит от величины его накопления, продолжительности работы гликолитической направленности, характера восстановительных заданий, а также индивидуальных особенностей организма спортсмена [5, 8, 9, 12, 13].

Целью настоящей работы являлось изучение общих закономерностей и индивидуальных особенностей биохимических сдвигов в организме высококвалифицированных лыжников-гонщиков во взаимосвязи со скоростью передвижения и параметрами утилизации лактата из периферической крови.

**Методы и материалы.** Проводился контроль интенсивности процессов анаэробного гликолиза при прохождении дистанции дуатлона (15 км классическим и 15 км коньковым ходом). В исследовании приняли участие 4 высококвалифицированных лыжника-гонщика (МСМК, возраст 25–36 лет) национальной команды Республики Беларусь, которые вели непосредственную подготовку к Олимпийским играм 2010 года в Ванкувере. Спортсмены проходили дистанцию дуатлона с соревновательной скоростью. По окончании дистанции, через

8 минут и через час после финиша определяли содержание лактата (таблица 1) в периферической крови с использованием портативного лактометра LACTATE SCOUT (Германия). Через час после окончания дистанции проводили забор крови для определения биохимических (концентрация мочевины, глюкозы, триглицеридов, тестостерона, активность ферментов КФК, АЛТ, АСТ) и гематологических параметров (гемоглобин, гематокрит, количество лейкоцитов, тромбоцитов, абсолютное и относительное содержание гранулоцитов и лимфоцитов, средняя концентрация гемоглобина в одном эритроците (МСНС)). Исследования проводили с использованием портативного гематологического анализатора QBC (BD, США) и фотометра РМ 2111 (Солар, Республика Беларусь).

Аналогичные исследования проводились после прохождения спортсменами с соревновательной скоростью 15-километровой дистанции коньковым ходом (таблица 2).

Таблица 1 – Индивидуальные данные динамики накопления и утилизации лактата при прохождении дистанции дуатлона (15 классическим и 15 км коньковым ходом) с соревновательной скоростью у высококвалифицированных лыжников-гонщиков (МСМК, n=4)

№ обследуемого спортсмена	Результат	Место	Лактат макс., ммоль/л	Лактат через 8 мин, ммоль/л	Динамика к 8-й мин, %	Лактат через 1 час, ммоль/л	Динамика через 1 час, %
1	73 мин 45 с	4-е	15,5	9,8	36,8	3,7	76,1
2	69 мин 34 с	1-е	11,5	8,1	29,6	4,5	60,9
3	72 мин 05 с	2-е	12,4	9,4	24,2	2,3	81,5
4	72 мин 39 с	3-е	11,4	9,2	19,3	1,6	86,0

Таблица 2 – Индивидуальные данные динамики накопления и утилизации лактата при прохождении дистанции 15 км коньковым ходом с соревновательной скоростью у высококвалифицированных лыжников-гонщиков (МСМК, n=4)

№ обследуемого спортсмена	Результат	Место	Лактат макс., ммоль/л	Лактат через 8 мин, ммоль/л	Динамика к 8-й мин, %	Лактат через 1 час, ммоль/л	Динамика через 1 час, %
1	37 мин 55 с	4-е	12,5	12,1	3,2	2,9	76,8
2	36 мин 38 с	1-е	12,0	9,6	20,0	2,7	77,5
3	37 мин 09 с	3-е	16,0	15,8	1,3	3,6	77,5
4	37 мин 03 с	2-е	17,2	11,0	36,0	2,9	83,1

Интенсивность гликолиза при развитии максимальных анаэробных способностей оценивалась после выполнения двух серий спринтерских отрезков по 1200 метров с максимальной скоростью по 3 раза. Интервалы отдыха в каждой серии между упражнениями составили 3 минуты и между сериями – 30 минут. Интенсивность процессов утилизации лактата из периферической крови в этом случае оценивалась через 20 мин (таблица 3).

Таблица 3 – Индивидуальные данные динамики накопления и утилизации лактата при прохождении спринтерских дистанций у высококвалифицированных лыжников-гонщиков (МСМК, n=3)

№ обследуемого спортсмена	Время (1-я серия), мин			Лактат макс., ммоль/л			Лактат через 20 мин, ммоль/л			Динамика к 20-й мин, %			Время (2-я серия), мин			Лактат, ммоль/л		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	2,41	2,36	2,42	12,9	4,2	67,4	2,46	2,45	2,48	15,2								
2	2,36	2,33	2,32	8,0	3,2	60,0	2,34	2,30	2,30	10,3								
3	2,40	2,36	2,40	11,4	3,8	66,7	2,39	2,34	2,41	12,2								

**Результаты и обсуждение.** Как видно из представленных данных, максимальное накопление лактата после прохождения дистанции дуатлона варьировалось в пределах от 11,4 до 15,5 ммоль/л. Через 8 минут концентрация лактата находилась в пределах от 8,1 до 9,8 ммоль/л, а динамика его снижения составила 19,3–36,8 % по отношению к максимальному его накоплению. Через 1 час уровень лактата в крови спортсменов находился в пределах от 1,6 до 4,5 ммоль/л. Динамика его снижения по отношению к посленагрузочному уровню составила от 60,9 до 86,0 %.

После прохождения дистанции 15 км коньковым ходом максимальное накопление лактата составило от 12,0 до 17,2 ммоль/л, через 8 минут – 9,6–15,8 ммоль/л, через 1 час – 2,7–3,6 ммоль/л. Динамика элиминации лактата из периферической крови у обследуемых спортсменов через 8 мин значительным образом варьировала – от 1,3 до 36,0 %. Через 1 час снижение лактата отличалось меньшей вариативностью и составило 76,8–83,1 %.

Следует отметить важное обстоятельство: спортсмены, показавшие более высокие результаты, отличаются лучшей способностью утилизации лактата в первые минуты после окончания нагрузки. Например, снижение лактата через 8 минут у спортсменов, показавших первый и второй результаты, составило соответственно 20,0 и 36,0 %, в то время как у менее результативных спортсменов (3 и 4-е места) – 1,3 и 3,2 % соответственно. Лыжники-гонщики, у которых выявлена лучшая способность к элиминации лактата из периферической крови и меньшее его накопление, будут быстрее восстанавливаться во время прохождения спусков и, следовательно, с более высокой скоростью преодолевать следующий подъем или равнинный участок, чем спортсмены с более высоким содержанием лактата и меньшей его утилизацией.

При прохождении первой серии спринтерских отрезков (таблица 3) максимальное содержание лактата варьировало от 8,0 до 12,9 ммоль/л, а через 20 минут – от 3,2 до 4,2 ммоль/л. Динамика снижения концентрации лактата к 20-й минуте находилась в интервале от 60,0 до 67,4 %. Из анализа индивидуальных данных величины накопления и скорости утилизации лактата из периферической крови видно, что более успешно выступающие спортсмены характеризовались меньшим показателем максимального накопления лактата в периферической крови и более высокой скоростью его элиминации. Следует отметить, что в первой серии спортсмены, у которых отмечена лучшая утилизация лактата, показали более высокую скорость бега на каждом отрезке. Наиболее отчетливо эта тенденция проявляется во второй серии, так как у вышеуказанных гонщиков произошло улучшение результатов в трех повторениях по отношению к первой серии. Спортсмены с более низкой скоростью утилизации лактата показали более низкие результаты в первой серии, во второй серии их результаты еще снизились.

Сравнительный анализ среднegrupповых данных параметров накопления и утилизации лактата из периферической крови при прохождении различных дистанций представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнительный анализ среднegrupповых данных динамики накопления и утилизации лактата при прохождении спринтерских отрезков, дистанции дуатлона и 15 км коньковым ходом с соревновательной скоростью у высококвалифицированных лыжников-гонщиков (МСМК, n=4)

Дистанция	Лактат макс., ммоль/л	Лактат через 8 мин, ммоль/л	Динамика к 8-й мин, %	Лактат через 1 час, ммоль/л	Динамика через 1 час, %
Дуатлон	12,70±0,96	9,13±0,36	27,48±7,50	3,03±0,66	76,13±10,93
15 км коньковым ходом	14,43±1,28	12,13±1,33*	15,13±8,13	3,03±0,20	78,73±1,47
Спринт	10,70±1,45				

Примечание – \* – различия достоверны по сравнению с данными в дуатлоне, p<0,05.

Как видно из представленных данных, наибольшие показатели максимального накопления лактата наблюдались после прохождения спортсменами дистанции 15 км коньковым ходом (14,43±1,28 ммоль/л), а наименьшие – при прохождении спринтерских дистанций (10,70±1,45 ммоль/л) (различия недостоверны). Среднegrupповые данные максимального накопления лактата на финише дуатлона составили 12,70±0,96 ммоль/л.

Следует отметить более высокую скорость утилизации лактата из периферической крови через 8 минут после финиша спортсменов в дуатлоне. Концентрация лактата через 8 минут после прохождения дистанции дуатлона была достоверно ниже (9,13±0,36 ммоль/л), чем после прохождения 15 км коньковым ходом (12,13±1,33 ммоль/л) (p<0,05). При этом снижение концентрации лактата через 8 минут после прохождения дистанции дуатлона было значительно выше, чем после 15 км коньковым ходом (27,48±7,50 и 15,13±8,13 % соответственно). Однако через час после финиша не наблюдалось различий в содержании лактата.

Проведено изучение корреляционных взаимосвязей результата прохождения дистанции, параметров утилизации лактата из периферической крови и биохимических и гематологических показателей. Выявлено, что содержание лактата в крови спортсменов через 8 минут и через 1 час после нагрузки имеют достоверную прямую корреляционную зависимость (p<0,05).

Важной является выявленная обратная достоверная корреляционная зависимость между значением гематокрита, гемоглобина и средней концентрации гемоглобина в одном эритроците (МСНС), с одной стороны, и показателями содержания лактата через 8 минут и 1 час после окончания нагрузки – с другой ( $p < 0,05$ ). Это свидетельствует о том, что более высокие кислородтранспортные возможности способствуют лучшей утилизации лактата, позволяя продуктам распада в условиях лучшего снабжения кислородом быстрее диффундировать из мышц в кровь и элиминироваться из организма. В реципрокной связи находятся и посленагрузочные показатели активности КФК и концентрации глюкозы в периферической крови ( $p < 0,05$ ), т. е. чем выше КФК, тем ниже концентрация глюкозы, что, возможно, обусловлено различным вкладом креатинфосфокиназного и гликолитического механизмов в общее энергообеспечение мышечной деятельности. Если креатинфосфокиназный механизм задействован в большей степени, то уровень КФК соответственно возрастает, а глюкоза в ходе анаэробного гликолиза и аэробных процессов расходуется в меньшей степени, и наоборот. В прямой достоверной корреляционной зависимости находилось количество тромбоцитов и концентрация триглицеридов в периферической крови ( $p < 0,05$ ). Объяснимая достоверная прямая корреляционная зависимость наблюдалась между содержанием гемоглобина и гематокритом, содержанием лейкоцитов и гранулоцитов в периферической крови ( $p < 0,05$ ).

#### Выводы

1. Анализ полученных результатов показал, что скорость элиминации лактата из периферической крови у высококвалифицированных лыжников-гонщиков после нагрузок, требующих мобилизации возможностей гликолитической анаэробной системы энергообеспечения, в определенной степени характеризует способность спортсмена к срочному восстановлению. Спортсмены, характеризующиеся меньшим накоплением и лучшей скоростью утилизации лактата, в большей степени способны выполнять тренировочные нагрузки повышенного объема и интенсивности и, соответственно, показывать более высокие результаты.

2. Скорость утилизации лактата в определенной мере служит одним из критериев оценки способности организма спортсменов к быстрому восстановлению и наряду с другими данными может использоваться при оценке перспективности спортсменов и разработке тренировочных программ, способствующих лучшей элиминации лактата в восстановительный период после нагрузок гликолической направленности.

3. Высокий уровень гемоглобина и МСНС способствуют лучшей утилизации лактата, позволяя продуктам распада в условиях лучшего снабжения кислородом быстрее диффундировать из мышц в кровь и элиминироваться из организма.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мелехова, М.А. Кинетика лактата в крови при напряженной мышечной деятельности / М.А. Мелехова // Проблемы оптимизации тренировочного процесса. – М., 1978. – С. 76–84.
2. Платонов, В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В.Н. Платонов. – Киев: Олимпийская литература, 1997. – 584 с.
3. Царев, О.Б. Модель образования и устранения лактата в крови и мышцах человека при напряженной мышечной деятельности / О.Б. Царев // Проблемы оптимизации тренировочного процесса. – М., 1978. – С. 21–31.
4. Blood lactate exchange and removal abilities after relative high-intensity exercise: effects of training in normoxia and hypoxia / L. Messonnier [et al.] // Eur J Appl Physiol. – 2001. – № 84. – P. 403–412.
5. Effects of active recovery on power output during repeated maximal sprint cycling / G.C. Bogdanis [et al.] // Eur J Appl Physiol Occup Physiol. – 1996. – № 74(5). – P. 461–469.
6. Brooks, G.A. End points of lactate and glucose metabolism after exhausting exercise / G.A. Brooks, R.G. Cassens // J. Appl. Physiol. – 1980. – Vol. 49. – P. 1057–1069.
7. Brooks, G.A. Glycogen synthesis and metabolism of lactic acid after exercise / G.A. Brooks, K.E. Brauner, R.G. Cassens // Fm. J. Physiol. – 1973. – Vol. 224. – P. 1162–1166.
8. Muscle deoxygenation during repeated sprint running Effect of active vs. passive recovery / M. Buchheit [et al.] // Int J Sports Med. – 2009. – № 30(6). – P. 418–425.
9. Buchheit, M. Effect of prior exercise on pulmonary  $O_2$  uptake and estimated muscle capillary blood flow kinetics during moderate-intensity field running in men / M. Buchheit, P.B. Laursen, S. Ahmaidi // J Appl Physiol. – 2009. – № 107(2). – P. 460–470.

10. Effect of endurance training on blood lactate clearance after maximal exercise / Y. Fukuba [et al.] // J Sports Sci. – 1999. – № 3. – P. 239–248.

11. Freund, H. Lactate after exercise in man / H. Freund, P. Zouloumian // Eur J Appl Physiol. – 1981. – № 46. – P. 121–176.

12. Heart rate and blood lactate evaluation in bouldering elite athletes / A. La Torre [et al.] // Sports Med Phys Fitness. – 2009. – № 49(1). – P. 19–24.

13. Lactate kinetics during passive and partially active recovery in endurance and sprint athletes / Z. Taoutaou [et al.] // Eur J Appl Physiol Occup Physiol. – 1996. – № 5. – P. 465–470.

14. Work rate-dependent lactate kinetics after exercise in humans / H. Freund [et al.] // J Appl Physiol. – 1981. – № 61. – P. 932–939.

30.08.2010

*Миронов В.М., канд. пед. наук, профессор (Белорусский государственный университет физической культуры),*

*Масюкевич Е.С. (Барановичская СДЮШОР профсоюзов по гимнастике и боксу)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕСТИБУЛЯРНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ГИМНАСТОК ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Вниманию читателя представлены результаты исследования вестибулярной устойчивости квалифицированных гимнасток к вращательным нагрузкам вокруг разных осей пространственной системы координат и реального уровня требований к этой сенсорной системе, предусмотренных официально утвержденной программой их подготовки. Полученные данные могут быть использованы тренерами при корректировке содержания учебно-тренировочной работы по совершенствованию вестибулярной устойчивости гимнасток и на этой основе по сокращению сроков овладения сложной спортивной техникой.*

*Investigation data concerning vestibular stability of top class women-gymnasts to rotative loads about different axes of spatial system of coordinates and real level of demands for this sensory system envisaged by officially adopted program are presented to the reader. The findings can be used by trainers in adjusting the content of educational and training activities to women-gymnasts' vestibular stability improvement and on this basis to shorten the process of this complicated sports technique mastering.*

**Актуальность.** Насыщенность соревновательных упражнений гимнасток высокой квалификации сложными вращениями является характерным признаком мастерства [1, 2]. В этой связи исследование роли сенсорных систем, в частности вестибулярной, представляется акту-

альным. Выработка при освоении гимнастками упражнений с комбинированными вращениями пространственных дифференцировок, сопровождающихся действием угловых ускорений и значительных по величине инерционных сил, тесно связана с уровнем вестибулярной устойчивости спортсменок [1–3]. В настоящее время при подготовке гимнастов и гимнасток высокой квалификации тренеры стремятся как можно раньше добиться гармоничного развития вестибулярной функции воспитанников, поскольку содержание программных требований диктует необходимость высокого уровня вестибулярной устойчивости к вращениям в разных плоскостях движений, особенно в тех, которые пока что недостаточно изучены и редко реализуются.

**Введение.** Как показывают результаты специальных исследований, долговечность достигнутых результатов вестибулярной тренировки зависит от используемых методов. Высокая эффективность активно-пассивного метода в работе с юными гимнастами выявлена около полувека назад в лаборатории профессора М.Л. Украна [4]. Освоение классификационных упражнений программы третьего и второго спортивных разрядов гимнастам в экспериментальных группах удавалось сократить на 2–2,5 месяца (соотношение средств по продолжительности их реализации составляло 4:6).