

Главным теоретико-методическим положением проведенного исследования является то, что улучшение состояния вертикальной устойчивости тела депривированных по слуху детей с помощью компьютерной аудиовизуальной стимуляции (и любых иных коррекционных технологий) должно строиться на основе учета регуляторных влияний вегетативной нервной системы.

1. Данилова, Р. И. Стабилометрические показатели у тугоухих и нормально слышащих детей 7–9 лет : сравнительный анализ / Р. И. Данилова, С. В. Соболев // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 8–5. – С. 1085–1089.

2. Педагогические технологии воспитательной работы в специальных (коррекционных) школах I и II вида : учеб. : в 2 ч. / Е. Г. Речицкая [и др.] ; ред. : Е. Г. Речицкая. – М. : ВЛАДОС, 2009. – Ч. 2 – 392 с.

3. Gender-based differences in cardiovascular autonomic function tests among deaf children / S. Suma [et al.] // *National Journal of Physiology, Pharmacology and Therapeutics*. – 2019. – Vol. 9, № 3. – P. 215–220.

4. Сышко, Д. В. Особенности вестибуловегетативных типов реакций у спортсменов с нарушением функции слуха / Д. В. Сышко, А. В. Мутьев // *Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского*. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 190–194.

5. Акулина, М. В. Оценка адаптационных возможностей депривированных по слуху школьников подросткового периода / М. В. Акулина // *Здоровье и образование в XXI веке*. – 2011. – Т. 13. – № 2. – С. 165–166.

6. Догадкина, С. Б. Особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у детей 8 лет / С. Б. Догадкина // *Новые исследования*. – 2011. – № 27. – С. 101–108.

7. Крамаренко, А. Л. Методика повышения двигательной активности глухих младших школьников на основе использования средств аудиовизуального воздействия : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / А. Л. Крамаренко ; Дальневост. гос. акад. физ. культуры. – Хабаровск, 2009. – 23 с.

8. Айзман, Р. И. Эффективность влияния однократной и продолжительной аудиовизуальной стимуляции на вариабельность сердечного ритма и механизмы вегетативной регуляции у спортсменов-циклистов / Р. И. Айзман, М. С. Головин // *Бюллетень сибирской медицины*. – 2014. – Т. 13. – № 6. – С. 113–119.

9. Аудиовизуальные технологии обучения : учеб.-метод. комплекс дисциплины / сост. С. А. Баженова. – М. : Мос. гор. пед. ун-т, 2008. – 36 с.

УДК 796.91 + 575.1.2

ИЛЮТИК Анна Вячеславовна, канд. биол. наук, доцент

МОРОЗ Елена Александровна

Белорусский государственный университет физической культуры,

ИЛЮТИК Сергей Александрович

ГУ «Городской центр олимпийского резерва по ледовым дисциплинам»,

Минск, Республика Беларусь

СРАВНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГЛИКОЛИЗА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ РАЗВИТИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ У КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КОНЬКОБЕЖЦЕВ

Методы однократной предельной, повторной и интервальной работы по-разному влияют на основные кинетические характеристики гликолиза как ведущего биохимического процесса, определяющего развитие специальной выносливости у конькобежцев. Однократную предельную нагрузку целесообразно использовать для оценки гликолитических возможностей организма и уровня развития специальной выносливости. Метод повторной работы позволяет воспроизводить программируемый тренировочный эффект и отрабатывать скорость движения при прохождении дистанции. Метод интервальной работы является эффективным для адаптации организма к сильному ацидозу и может использоваться для совершенствования компенсаторных механизмов. Динамика содержания лактата в крови конькобежцев позволяет объективно

оценить характеристики гликолиза при выполнении специальной работы, что может применяться для индивидуализации тренировочного процесса.

Ключевые слова: специальная выносливость; методы тренировки; конькобежцы; гликолиз; кинетика лактата.

COMPARISON OF CHARACTERISTICS OF GLYCOLYSIS WITH THE USE OF DIFFERENT METHODS OF SPECIAL ENDURANCE DEVELOPMENT IN SKILLED SKATERS

Methods of single load to perceived exertion, repeated and interval work affect the basic kinetic characteristics of glycolysis, as the leading biochemical process, which determines the development of special endurance in speed skaters, in different ways. Application of single load to perceived exertion is reasonable for assessing glycolytic capabilities of a body and the level of development of special endurance. A method of repeated work enables to reproduce the planned training effect and to work out the speed of movement when passing the distance. A method of interval work is effective for adapting the body to severe acidosis and can be used to improve compensatory mechanisms. Dynamics of appearance and disappearance of lactate from blood of speed skaters allows to assess characteristics of glycolysis during special work objectively, which can be used for individualization of a training process.

Keywords: special endurance; training techniques; speed skaters; glycolysis; lactate kinetics.

Введение. Проблема подбора оптимальных методик в каждом конкретном виде спорта является актуальной, несмотря на большое количество данных, представленных в литературе и посвященных вопросам тренировки [1–7]. Специалистами активно ведется поиск оптимального соотношения параметров тренировочных нагрузок – абсолютной интенсивности, продолжительности упражнений, продолжительности интервалов отдыха, характера отдыха, числа повторений упражнения. Так как технико-тактическая подготовка конькобежцев основана на высоком уровне развития специальной выносливости, то определение оптимальных соотношений объемов тренировочных средств аэробной и анаэробной направленности на различных этапах подготовки, развивающих данное физическое качество, является основным направлением современной методики в конькобежном спорте [1–4].

Развитие и проявление специальной выносливости у квалифицированных конькобежцев во многом определяется состоянием системы энергообеспечения, особенно ее анаэробных составляющих

и главным образом гликолиза. Скорость и эффективность процессов восстановления после нагрузок зависит от состояния аэробных систем [5]. Следовательно, стратегия развития и совершенствования специальной выносливости у квалифицированных конькобежцев должна основываться на двух основных подходах: улучшении компонентов мощности и емкости процесса гликолиза, а также на совершенствовании сопряженных механизмов, т. е. увеличении мощности аэробных систем [1–4]. Данные кинетики лактата в крови можно использовать для количественной оценки вклада гликолиза в энергообеспечение упражнений субмаксимальной мощности, определения мощности тренировочных зон, качественной оценки развития аэробных и анаэробных возможностей спортсменов [6–7]. Однако в литературе недостаточно освещены вопросы изучения активации гликолиза и сопряженных механизмов в зависимости от методов тренировки, следовательно, исследования в данном направлении весьма актуальны.

Цель исследования – сравнение кинетических характеристик гликолитического механизма энергообразования при

использовании методов однократной предельной, повторной и интервальной работы как основных методов развития специальной выносливости у квалифицированных конькобежцев.

Организация исследования. Изучена кинетика накопления и утилизации лактата в крови у квалифицированных конькобежцев при выполнении различных тестирующих нагрузок и во время восстановления после этих нагрузок. Накопление лактата рассматривалось как основная количественная характеристика гликолиза – ведущего энергетического процесса, лежащего в основе развития специальной выносливости конькобежцев. Для оценки развития гликолитического анаэробного компонента выносливости сравнили показатели, полученные при использовании методов однократной предельной, повторной и интервальной работы. Определены биохимические особенности каждого из этих методов.

В исследовании принимали участие конькобежцы (мужчины) в возрасте от 17 до 22 лет (МС – 5, КМС – 8 человек). Исследования проводились на этапе специальной физической подготовки.

Забор проб крови для определения концентрации лактата производился до нагрузки, сразу после выполнения тестирующего упражнения и на протяжении 35 минут отдыха. Концентрацию лактата определяли с использованием анализатора «BIOSEN» (EKF DIAGNOSTIC, Германия).

Статистический анализ данных производили с помощью пакета программ «Microsoft Office Excel» и «IBM SPSS Statistics 20». Полученные экспериментальные данные анализировались методами непараметрической статистики с использованием U-критерия Манна – Уитни. Количественные данные представлены в виде медианы значений (Me) и интерквартильного размаха с опи-

санием значений 25 и 75 перцентилей: Me (25 %; 75 %), критическим значением уровня значимости считали 0,05.

Основные результаты и их обсуждение. Проведено тестирование, в котором исследовали содержание лактата в крови у конькобежцев при прохождении дистанции 500 метров на льду (разгон 100 метров и круг с субмаксимальной скоростью) и анализ восстановления лактата после данной физической нагрузки.

На втором этапе тестирования определили активацию гликолитического механизма энергообеспечения локомоций (по содержанию лактата в крови) при использовании метода повторной работы. Исследовали накопление и утилизацию лактата в периферической крови у конькобежцев при пятикратном прохождении дистанции 500 м. Спортсмены выполняли нагрузку с интервалами отдыха 10–12 минут. После прохождения дистанции восстанавливались в покое. Забор крови проводили перед каждым прохождением дистанции и сразу после выполнения упражнения, а также на 1, 10, 15, 20, 25, 30 и 35-й минутах отдыха.

На третьем этапе тестирования определили активацию гликолитического механизма энергообеспечения локомоций (по содержанию лактата в крови) при использовании метода интервальной работы в условиях ледовой тренировки. Исследовали накопление и утилизацию лактата в периферической крови у конькобежцев при выполнении трехкратного прохождения дистанции 500 метров (разгон 100 метров и круг с субмаксимальной скоростью). Спортсмены проходили дистанцию три раза с интервалами отдыха 1,5 минуты. После третьей нагрузки восстанавливались в покое. Забор крови проводили перед каждым прохождением дистанции и сразу после выполнения упражнения, а

также на 1, 10, 15, 20, 25, 30 и 35-й минутах отдыха.

В таблице приведены среднегрупповые данные по накоплению и утилизации лактата в крови квалифицированных конькобежцев при выполнении различных тестирующих нагрузок и во время восстановления после этих нагрузок.

Исследование биокинетики лактата у конькобежцев при однократном прохождении дистанции 500 метров на льду (время работы 41,2 (39,2; 42,4) с) показало, что данная нагрузка сопровождалась увеличением содержания молочной кислоты в крови конькобежцев до 15,1 (13,6; 15,2) ммоль/л (таблица). Это далеко не предельные показатели содержания лактата в крови. Вероятно, при такой нагрузке не была достигнута максимальная скорость, емкость, мощность гликолитической реакции. Известно, что тренировочный эффект и переход на более высокий уровень развития физического качества возможен лишь при максимальном напряжении и исчерпании энергетического процесса, составляющего биохимическую основу данного качества. В случае лактатной выносливости – гликолиза. Таким образом, метод однократной предельной работы целесообразно использовать для оценки анаэробных гликолитических возможностей организма, характеристик гликолиза как основного механизма энергообеспечения нагрузок в конькобежном спорте, для оценки тренированности спортсменов и уровня развития специальной выносливости на разных этапах годичной подготовки.

Анализ биокинетики лактата у конькобежцев при использовании метода повторной работы показал, что данная нагрузка вызвала значимо более высокое накопление лактата в крови конькобежцев, чем однократная предельная нагрузка ($P < 0,05$). Максимальная концентрация лактата отмечена на 10-й

минуте восстановления: 19,5 (17,2; 21,1) ммоль/л (таблица). Следовательно, такой метод развития специальной выносливости, вызывая более глубокие сдвиги биохимических показателей, способствует повышению эффективности гликолитической реакции. Обращает на себя внимание тот факт, что после каждого повторения упражнения концентрация лактата в крови спортсменов повышалась равномерно: каждое из пяти прохождений дистанции сопровождалось увеличением содержания лактата в среднем на 2,5–3,0 ммоль/л (таблица). Однако глубина восстановления лактата в паузах отдыха между нагрузками была не одинаковой и зависела от количества повторений. Так, с увеличением числа повторений скорость утилизации избытка лактата во время отдыха снижалась. Необходимо отметить также, что от количества повторений упражнения зависела и скорость его выполнения: четвертое и пятое прохождение дистанции сопровождалось снижением скорости и увеличением времени выполнения нагрузки. Вероятно, это связано с тем, что последние повторения происходят за счет увеличения вклада менее мощного аэробного механизма в энергетику упражнения. Поэтому важно подобрать оптимальное соотношение числа повторений упражнения, продолжительность интервалов отдыха, интенсивность упражнения для того, чтобы используемый метод развития специальной выносливости был максимально эффективным.

Таким образом, использование метода повторной работы с продолжительными интервалами отдыха позволяет воспроизводить программируемый тренировочный эффект при каждом повторении упражнения. Это позволяет, например, отрабатывать определенную скорость движения при прохождении дистанции. Снижение скорости при по-

Таблица – Данные по накоплению и утилизации лактата в крови конькобежцев

Концентрация лактата, ммоль/л		Метод однократной предельной работы	Метод повторной работы	Метод интервальной работы
Тестирование	Покой	1,4 (1,3; 1,6)	1,9 (1,7; 2,1)	1,8 (1,5; 2,0)
	Нагрузка 1	–	4,8 (3,7; 6,8)	6,9 (5,7; 7,7)
	Восстановление 1	–	9,3 (9,0; 9,9) * ³	12,7 (11,9; 13,5) * ²
	Нагрузка 2	–	9,4 (8,6; 10,8) * ³	15,2 (14,9; 15,6) * ²
	Восстановление 2	–	13,4 (11,8; 13,9) * ³	18,6 (17,7; 20,0) * ²
	Нагрузка 3	–	11,4 (10,3; 12,7) * ³	19,7 (18,9; 20,8) * ²
	Восстановление 3	–	15,3 (13,4; 15,9)	–
	Нагрузка 4	–	14,2 (12,5; 15,2)	–
	Восстановление 4	–	17,1 (15,3; 17,5)	–
	Нагрузка 5	–	16,5 (14,9; 17,8)	–
Восстановление	1 мин	15,1 (13,6; 15,2) * ^{2,3}	18,3 (16,1; 19,5) * ¹	21,3 (19,5; 22,1) * ¹
	10 мин	12,9 (12,4; 13,6) * ^{2,3}	19,5 (17,2; 21,1) * ³	22,1 (21,3; 22,8) * ¹
	15 мин	11,3 (10,5; 12,1) * ^{2,3}	15,9 (13,6; 16,8) * ^{1,3}	18,9 (18,7; 20,5) * ^{1,2}
	20 мин	9,0 (8,4; 10,2) * ^{2,3}	13,7 (10,6; 14,5) * ^{1,3}	16,5 (15,2; 17,3) * ^{1,2}
	25 мин	7,7 (7,4; 8,2) * ^{2,3}	11,8 (8,9; 13,5) * ^{1,3}	13,5 (13,3; 14,4) * ^{1,2}
	30 мин	6,4 (5,9; 7,2) * ^{2,3}	10,7 (7,5; 11,9) * ¹	9,6 (8,7; 10,6) * ¹
	35 мин	4,4 (4,0; 5,1) * ^{2,3}	9,1 (6,2; 10,8) * ¹	7,3 (6,1; 7,8) * ¹

* – значимые различия (по U-критерию Манна – Уитни, $P < 0,05$).

следних повторениях упражнения свидетельствует о снижении запасов гликогена в работающих мышцах, а также о переключении энергообеспечения с мощного гликолитического на менее мощный аэробный процесс.

Анализ полученных экспериментальных данных по накоплению и утилизации лактата в крови у конькобежцев при выполнении трехкратного прохождения дистанции 500 метров с интервалами отдыха 1,5 минуты показал, что такая работа вызвала максимально высокое накопление лактата в крови конькобежцев по сравнению с повторной и однократной предельной нагрузками. Максимальная концентрация лактата отмечена на 10-й минуте восстановления: 22,1 (21,3; 22,8) ммоль/л (значимые различия по сравнению с однократной предельной нагрузкой, $P < 0,05$, таблица). Все три повторения характеризовались максимальной скоростью развития гликолиза, накопления молочной кислоты и быстро

развивающимся утомлением. Значит, при использовании данного метода развития специальной выносливости совершенствуется способность организма как можно дольше выдерживать сниженный рН крови и выраженный ацидоз, растет емкость буферных систем крови.

Выполнение интервальной нагрузки не вызвало снижение содержания лактата, она нарастала и после повторения упражнения, и в интервалах отдыха (таблица). Это влечет за собой быстрое нарастание утомления, последующее снижение работоспособности и необходимость длительного восстановительного периода для устранения значительно кислородного долга и накопившейся в работающих мышцах молочной кислоты. Снижение работоспособности выражается, прежде всего, в ухудшении реакции, снижении мощности работы, уменьшении скорости выполнения упражнения.

Таким образом, метод интервальной работы является эффективным для адаптации организма конькобежцев к сильному ацидозу, снижению рН крови, которыми сопровождается выполнение тренировочных и соревновательных нагрузок. При использовании данного метода достигается наибольшая скорость анаэробного гликолиза в работающих мышцах и самые высокие значения максимума накопления молочной кислоты в крови. Данный метод целесообразно использовать для совершенствования компенсаторных механизмов и адаптации к работе в условиях резких ацидотических сдвигов.

Изменяя интенсивность упражнения, количество повторений, интервалы и характер отдыха, можно избирательно подбирать нагрузку по ее преимущественному воздействию на компоненты выносливости. Совершенствование двигательных навыков приводит к снижению энерготрат, физиологической стоимости выполненной работы и повышению эффективности использования энергетического потенциала. Критерием контроля направленности нагрузки может являться высокая, не снижающаяся от серии к серии мощность выполнения упражнения и отсутствие чувства усталости, локальной тяжести работающих мышц, т. е. способность переносить значительное закисление. Для совершенствования гликолитических анаэробных возможностей необходимо выполнять упражнения продолжительностью от 30 секунд до 2,5 минут. При этом, если соотношение продолжительности работы и интервалов отдыха составляет 1:1–1:6, то нагрузка будет направлена на увеличение мощности гликолиза. Если период отдыха увеличивается, и соотношение продолжительности работы и интервалов отдыха составляет от 1:6 и до 10–15 минут, то нагрузка будет направлена на повышение емкости гликолиза.

Заключение. Энергообеспечение упражнений в конькобежном спорте в значительной мере определяется параметрами анаэробного гликолиза. Биохимическими факторами, определяющими специальную выносливость конькобежцев, являются гликолитические возможности организма, а также резистентность мышечных волокон и всего организма в целом к повышению кислотности вследствие накопления лактата в мышцах и крови.

Метод однократной предельной работы целесообразно использовать для оценки анаэробных гликолитических возможностей организма, характеристик гликолиза как основного механизма энергообеспечения нагрузок в конькобежном спорте, для оценки тренированности спортсменов и уровня развития специальной выносливости на разных этапах годичной подготовки.

Использование метода повторной работы с продолжительными интервалами отдыха позволяет воспроизводить программируемый тренировочный эффект при каждом повторении упражнения. Это позволяет, отрабатывать определенную скорость движения при прохождении дистанции. При этом важно подобрать оптимальное соотношение числа повторений упражнения, продолжительность интервалов отдыха, интенсивность упражнения, время его выполнения для того, чтобы используемый метод развития специальной выносливости был максимально эффективным.

Метод интервальной работы будет эффективен для адаптации организма конькобежцев к сильному ацидозу, снижению рН крови, которыми сопровождается выполнение тренировочных и соревновательных нагрузок. При использовании данного метода достигается наибольшая скорость анаэробного гликолиза в работающих мышцах и самые высокие значения уровня молочной кислоты в крови. Метод

интервальной работы целесообразно применять для совершенствования компенсаторных механизмов и адаптации к работе в условиях резкого закисления.

Установлено, что динамика появления и исчезновения лактата из крови конькобежцев зависит от метода развития специальной выносливости. Использование в тренировочном процессе

лактометров и измерение концентрации молочной кислоты в крови спортсменов при выполнении тренировочных и соревновательных нагрузок целесообразно для объективного определения емкости и мощности гликолиза, а также для корректировки индивидуальной тренировочной программы конькобежцев с целью повышения ее эффективности.

1. *Validity of Lactate Thresholds in Inline Speed Skating* / A. Hecksteden [et al.] // *J. of Strenght and Conditioning Research*. – 2015. – Vol. 29 (9). – P. 2497–24502.

2. *Performance Characteristics of Long-Track Speed Skaters : a Literature Review* / M. J. Konings [et al.] // *J. of Sport Scieces*. – 2015. – Vol. 45 (4). – P. 505–516.

3. Полозкова, Н. Ф. Алгоритм индивидуализации подготовки конькобежцев высокой квалификации : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Н. Ф. Полозкова ; Уральский гос. ун-т физ. культуры. – Челябинск, 2009. – 24 с.

4. *Creating Performance Benchmarks for the Future Elites in Speed Skating* / I. K. Stoter [et al.] // *J. of Sport Scieces*. – 2019. – Vol. 37 (15). – P. 1770–1777.

5. Биохимия мышечной деятельности / Н. И. Волков [и др.] ; под общ. ред. Н. И. Волкова. – Киев : Олимпийская литература, 2000. – 503 с.

6. Мороз, Е. А. Энергетический баланс у баядарочников при прохождении дистанции 1000 м на гребном тренажере. / Е. А. Мороз, Л. М. Шкуматов, В. В. Шантарович // *Прикладная спортивная наука*. – 2018. – № 2(8). – С. 78–84.

7. Шкуматов, Л. М. Стратегия и тактика текущего биохимического контроля тренировочного процесса спортсменов высокой квалификации циклических видов спорта : практ. пособие / Л. М. Шкуматов, В. В. Шантарович, Е. А. Мороз. – Минск : РНПЦ спорта, 2017. – 40 с.

УДК 796.01:612+378.016:796+612.1

ЛОЙКО Татьяна Васильевна, канд. пед. наук, доцент

ЖИЛКО Наталия Вячеславовна

Белорусский государственный университет физической культуры,
Минск, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ НАГРУЗОК СКОРОСТНО-СИЛОВОГО ХАРАКТЕРА НА СОСТОЯНИЕ ГЕМОДИНАМИКИ, ВЕГЕТАТИВНУЮ РЕГУЛЯЦИЮ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ФИЗИЧЕСКУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СТУДЕНТОК

В статье представлены результаты исследования гемодинамического состояния, исходного вегетативного тонуса, вегетативной реактивности и физической работоспособности студенток учреждения образования «Белорусский государственный университет физической культуры», занимающихся скоростно-силовыми видами спорта. Установлено, что основные показатели гемодинамики (частота сердечных сокращений и артериальное давление) у них находятся в пределах физиологической нормы. Показано, что систематичность занятий физическими упражнениями скоростно-силовой направленности в большей степени формирует особенности вегетативной регуляции сердечной деятельности и физической работоспособности студенток-спортсменок, в меньшей степени – особенности гемодинамического состояния женского организма.

Ключевые слова: физическая нагрузка; спортивная тренировка; физическая работоспособность; сердечно-сосудистая система; гемодинамика; вегетативная регуляция; вегетативный тонус; вегетативная реактивность; студентки; девушки.