

# Функционирование кардиореспираторной системы и энергообеспечение организма квалифицированных лыжниц-гонщиц при прохождении подъемов различной сложности

Юлия Хмельницкая, Михаил Филиппов

Национальный университет физического воспитания и спорта Украины, Киев, Украина

## ABSTRACT

### Operation of the cardiorescription system and energy supply of the qualified racing skiers at the passage of various difference lifts

*Yuliia Khmelnytska, Mikhail Filippov*

*Objective.* To study the main functional changes in the body of skilled female skiers as they ascend slopes of various difficulties.

*Materials and methods.* Theoretical analysis of data from special scientific and methodological literature; study of the changes in the cardiorespiratory system; the contribution of aerobic and anaerobic energy supply to performance, depending on topography and other characteristics of the track, was analysed using the Metamax 3B gas analysis system (Cortex, Germany), the Vario Photometer II photometric biochemical analyzer (Diaglobal, Germany), and GPS sensor of the telemetric monitor Polar RS800 (Polar, Finland); pedagogical experiment, in which 10 skiers of the Ukrainian national team took part.

*Results.* Uphill skiing on slopes of various lengths and steepness is associated with a certain functional stress on the body and changes in the cardiorespiratory system that affect the efficiency of further movement on the downhill and plain sections of the track, while the ratio of aerobic and anaerobic capacities varies as dictated by the topography of the track. The positive effect of the use of the energy supply features of athletes in the different track sections is shown. The assessment of the functional capabilities of the body during the movement on the known competitive track makes possible the focused teaching female cross country skiers to apply rational tactics of uphill skiing on slopes of various steepness and contributes to the increase in the special preparedness of the athletes. The latter was confirmed by the logical rational change by the athletes of the chosen variation in skiing velocity on the track.

*Conclusions.* The effectiveness of uphill skiing on the slopes of various difficulties in cross-country skiing races depends on the capabilities to use anaerobic energy supply mechanisms that to a large extent affects the sports performance.

**Keywords:** skilled female skiers, functional preparedness, topography of skiing track, cardiorespiratory system, aerobic and anaerobic capacities.

## АННОТАЦИЯ

*Цель.* Изучить основные функциональные изменения в организме квалифицированных лыжниц при прохождении подъемов различной сложности.

*Материалы и методы.* Теоретический анализ данных специальной научно-методической литературы; исследование изменений в кардиореспираторной системе; анализ вклада аэробных и анаэробных механизмов энергообеспечения работоспособности в зависимости от рельефа и параметров трассы проводили с помощью газоанализатора «MetaMax 3B» (Cortex, Германия), биохимического анализатора-фотометра «Vario Photometer II» (Diaglobal), системы GPS-навигации телеметрического регистратора «Polar RS800» («Polar», Финляндия); педагогический эксперимент, в котором приняли участие 10 лыжниц сборной команды Украины.

*Результаты.* Преодоление подъемов различной длины и крутизны сопровождается определенным функциональным напряжением организма, изменениями в кардиореспираторной системе, что влияет на эффективность дальнейшего передвижения на спуске и равнине, при этом соотношение аэробной и анаэробной производительности изменяется в соответствии с рельефом трассы. Показан положительный эффект использования особенностей энергообеспечения спортсменок при прохождении различных отрезков дистанции. Оценка функциональных возможностей организма при прохождении предварительно изученной соревновательной трассы позволяет осуществлять направленное обучение лыжниц-гонщиц рациональной тактике преодоления подъемов различной крутизны, способствует повышению специальной подготовленности. Подтверждением явилось закономерное рациональное изменение спортсменками выбираемой динамики скорости передвижения на трассе.

*Заключение.* Эффективность преодоления подъемов различной сложности в лыжных гонках зависит от возможностей реализации анаэробных механизмов энергообеспечения, что в значительной степени влияет на спортивную результативность.

**Ключевые слова:** квалифицированные лыжницы, функциональная подготовленность, рельеф лыжных трасс, кардиореспираторная система, аэробная и анаэробная производительность.

**Постановка проблемы.** Согласно современным представлениям, успешное управление тренировочным процессом в спорте требует учета объективных факторов, определяющих соответствие общей и специальной подготовленности спортсмена планируемой соревновательной деятельности [6–8]. Это возможно лишь при развернутых представлениях о взаимосвязях между структурой функциональной подготовленности спортсмена и такими компонентами, как старт, дистанционная скорость, финиш, рельеф трассы и др. [1, 10]. В лыжном спорте это особенно важно, так как соревнования порой проходят в необычайно переменных условиях скольжения и рельефа трассы.

Следовательно, процесс управления подготовкой лыжников необходимо тесно согласовывать с условиями проведения соревновательной деятельности и функциональными возможностями спортсмена [4, 12, 15].

В настоящее время во всех дисциплинах лыжных гонок существует необходимость дальнейшего поиска и научного обоснования эффективных технологий построения и реализации тренировочного процесса квалифицированных спортсменов на этапах многолетней подготовки. Особо подчеркивается, что на этапе спортивного совершенствования важным элементом тренировочного процесса является такое использование специализированных средств подготовки, которые четко ориентированы на характеристики условий преодоления соревновательной дистанции.

Как отмечают некоторые исследователи [9, 11, 14], к ведущим компонентам соревновательной деятельности в лыжных гонках относятся рациональное прохождение спортсменами дистанции и характер трассы, т.е. подразумевается, что соответственно индивидуальным функциональным возможностям организма реализуется заранее наработанная в тренировочном процессе тактика прохождения подъемов разной сложности и крутизны.

Изучение специальной литературы и проведенные наблюдения показали, что до настоящего времени недостаточно учитываются характеристики предстоящей соревновательной деятельности лыжников-гонщиков на этапе их спортивного совершенствования, хотя формирование специальной функциональной подготовленности, необходимой для преодоления подъемов, является основополагающим условием их подготовки [2, 4, 5, 13].

В связи с этим важным направлением исследований является развитие специальных возможностей, позволяющих лыжникам-гонщикам рационально преодолевать подъемы различной сложности и разворачивать в полном объеме те функции организма, которые необходимы им для успешного прохождения соревновательной дистанции.

**Цель исследования** – определить основные функциональные возможности квалифицированных лыжников, необходимые для прохождения подъемов различной сложности, и эффективность их использования в процессе соревновательной подготовки.

**Методы и организация исследования.** Обследовано 10 лыжниц-гонщиц в возрасте 21–34 года, имеющих квалификацию мастер спорта (МС) и мастер спорта международного класса (МСМК). Все спортсменки являлись членами национальной сборной команды Украины по лыжным гонкам.

Модельные исследования проводили на базе лаборатории теории и методики спортивной подготовки и резервных возможностей спортсменов НИИ и кафедры биологии спорта Национального университета физического воспитания и спорта Украины. Специальную выносливость и функциональные возможности организма мы изучали в естественных условиях прохождения соревновательной трассы на учебно-спортивной базе «Тысовец» (Львовская обл.).

Анализ функционирования системы дыхания осуществляли с помощью газоанализатора «MetaMax 3B» (Cortex, Германия), концентрацию лактата в крови измеряли с помощью биохимического анализатора-фотометра «Vario Photometer II» (Diaglobal). При обследовании спортсменок соблюдались все морально-этические нормы. Энергетические показатели механической работы в лабораторных условиях определяли на специализированном беговом лыжном эргометре с увеличенной площадью полотна Wide Folding Track (ПОМА, Германия). В естественных условиях прохождения лыжной трассы частоту сокращений сердца (ЧСС), скорость передвижения, высоту над уровнем моря определяли с помощью системы GPS-навигации телеметрического регистратора «Polar RS800» («Polar», Финляндия). При этом оценивали профили трассы, мощность работы и другие показатели.

Полученные результаты обрабатывали методами параметрической и непараметрической статистики с использованием программного пакета «StatSoft STATISTICA 10.0» [3].

**Результаты исследования и их обсуждение.** Для установления функциональной подготовленности и последующего регулирования направленности тренировочных нагрузок у лыжниц в лабораторных условиях при выполнении работы на беговой дорожке со ступенчато-возрастающей мощностью оценивали функциональное состояние физиологических систем организма при достижении  $\text{PAHO}_1$ ,  $\text{PAHO}_2$  и максимального потребления кислорода ( $\dot{V}\text{O}_2\text{max}$ ).

Было определено, что средняя мощность работы в процессе лыжного бега составила  $209,2 \pm 16,9$  Вт (максимальные значения –  $236,7 \pm 2,1$  Вт) при частоте  $53,5 \pm 6,61$  шагов в 1 мин (максимальные значения –  $60,0 \pm 1,3$ ). При этом минутный объем дыхания (МОД) достигал  $109,9 \pm 12,3$  л·мин<sup>-1</sup> (максимальные значения –  $134,2 \pm 3,0$ ), при частоте дыхания  $55,4 \pm 7,4$  дых. цикл·мин<sup>-1</sup> (максимальные значения –  $62,0 \pm 1,12$ ) и дыхательном объеме  $2,0 \pm 0,2$  л (максимальные значения –  $2,9 \pm 0,23$ ).

Значения показателей внешнего дыхания зависели от мощности работы (табл. 1).

Было установлено, что прирост дыхательного объема за период между ПАНО<sub>1</sub> и ПАНО<sub>2</sub> составил 0,50 л, а между ПАНО<sub>2</sub> и  $\dot{V}O_2 \max$  – 0,54 л, соответственно, частоты дыханий – 10 и 30,98 дых. цикл·мин<sup>-1</sup>, а МОД – 32,30 и 49,54 л·мин<sup>-1</sup>.

Анализ сердечной деятельности в процессе работы также показал различные значения и темпы прироста отдельных показателей (табл. 2).

Так, прирост ЧСС за период между ПАНО<sub>1</sub> и ПАНО<sub>2</sub> составил 42,89 уд·мин<sup>-1</sup>, а между ПАНО<sub>2</sub> и  $\dot{V}O_2 \max$  – 25,25 уд·мин<sup>-1</sup>; прирост кислородного пульса – 3,70 и 0,74 мл O<sub>2</sub> · 1 серд. сокр.<sup>-1</sup>, а резерва ЧСС – 36,37 и 15,4 % соответственно.

Метаболическое обеспечение работы характеризовалось высокими вариационными разбросами индивидуальных показателей, отражающих аэробную и анаэробную производительность (табл. 3).

У спортсменов  $\dot{V}O_2 \max$  достигал 55,6 ± 5,8 мл·мин·кг<sup>-1</sup> (максимальные значения – 65,1 ± 1,3 мл·мин·кг<sup>-1</sup>), ЧСС<sub>max</sub> – 190,9 ± 11,4 уд·мин<sup>-1</sup> (максимальные значения – 205,0 ± 2,0 уд·мин<sup>-1</sup>), дыхательный коэффициент – 1,1 ± 0,1 (максимальные значения – 1,2 ± 0,1). Концентрация лактата на уровне ПАНО<sub>1</sub> составила 2,82 ±

± 0,50 ммоль·л<sup>-1</sup>, на уровне ПАНО<sub>2</sub> – 4,95 ± 1,45 ммоль·л<sup>-1</sup> (максимальные значения – 5,71 ± 0,12 ммоль·л<sup>-1</sup>), а его максимальная концентрация была зарегистрирована на 3-й минуте восстановления – 11,3 ± 3,4 ммоль·л<sup>-1</sup> (максимальные значения – 16,5 ± 2,8 ммоль·л<sup>-1</sup>). При этом прирост потребления кислорода с увеличением мощности работы между ПАНО<sub>1</sub> и ПАНО<sub>2</sub> составил 1,02 л·мин<sup>-1</sup> (17,97 мл·мин<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup>), а между ПАНО<sub>2</sub> и  $\dot{V}O_2 \max$  – 0,86 л·мин<sup>-1</sup> (9,2 мл·мин<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup>). В свою очередь, прирост выделенного углекислого газа (абсолютные и относительные значения) с увеличением мощности работы был достоверно большим (между ПАНО<sub>1</sub> и ПАНО<sub>2</sub> – 1,16 л·мин<sup>-1</sup> (20,6 мл·мин<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup>), а между ПАНО<sub>2</sub> и  $\dot{V}O_2 \max$  – 1,3 л·мин<sup>-1</sup> (25,35 мл·мин<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup>), что можно объяснить постепенным возрастанием дыхательного коэффициента между ПАНО<sub>1</sub> и ПАНО<sub>2</sub> на 0,1, а между ПАНО<sub>2</sub> и  $\dot{V}O_2 \max$  на 0,35 усл. ед.

Интегрирующими показателями метаболических процессов являются их процентный резерв, который возрос между ПАНО<sub>1</sub> и ПАНО<sub>2</sub> на 32,47, а между ПАНО<sub>2</sub> и  $\dot{V}O_2 \max$  – на 22,81 %, а также вентиляционные эквиваленты по O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub>, увеличение которых соответственно составило 3,01 и 5,29 усл. ед. и 0,32 и 2,21 2 усл. ед.

ТАБЛИЦА 1 – Показатели внешнего дыхания лыжниц-гонщиц при выполнении работы со ступенчато возрастающей мощностью,  $\bar{x} \pm S$

Показатель	Исходное состояние	ПАНО <sub>1</sub>	ПАНО <sub>2</sub>	$\dot{V}O_2 \max$
Дыхательный объем, л	0,55 ± 0,04	1,22 ± 0,07	1,72 ± 0,08	2,26 ± 0,03
Частота дыханий в минуту	20,68 ± 1,14	31,72 ± 1,39	41,88 ± 2,03	72,86 ± 0,78
Минутный объем дыхания, л·мин <sup>-1</sup>	11,02 ± 0,85	37,86 ± 2,10	70,16 ± 3,42	120,73 ± 1,82
Продолжительность выдоха, с	1,78 ± 0,09	1,08 ± 0,05	0,79 ± 0,04	0,63 ± 0,04
Продолжительность вдоха, с	1,34 ± 0,09	0,90 ± 0,04	0,72 ± 0,03	0,59 ± 0,03

ТАБЛИЦА 2 – Показатели сердечной деятельности у лыжниц-гонщиц при выполнении работы со ступенчато возрастающей мощностью,  $\bar{x} \pm S$

Показатель	Исходное состояние	ПАНО <sub>1</sub>	ПАНО <sub>2</sub>	$\dot{V}O_2 \max$
ЧСС, уд·мин <sup>-1</sup>	74,28 ± 5,38	130,86 ± 3,96	173,75 ± 3,68	199,00 ± 2,43
Кислородный пульс, мл O <sub>2</sub> · 1 серд. сокр. <sup>-1</sup>	4,51 ± 0,46	11,74 ± 0,56	14,67 ± 0,45	15,41 ± 0,73
Резерв ЧСС, %	3,34 ± 1,75	46,63 ± 2,73	83,08 ± 2,07	98,40 ± 1,90

ТАБЛИЦА 3 – Показатели метаболического обеспечения работы лыжниц при выполнении работы со ступенчато возрастающей мощностью,  $\bar{x} \pm S$

Показатель	Исходное состояние	ПАНО <sub>1</sub>	ПАНО <sub>2</sub>	$\dot{V}O_2 \max$
$\dot{V}O_2 \max$ , л·мин <sup>-1</sup>	0,37 ± 0,03	1,54 ± 0,09	2,56 ± 0,10	3,42 ± 0,06
Максимальное выведение CO <sub>2</sub> , л·мин <sup>-1</sup>	0,32 ± 0,03	1,34 ± 0,06	2,50 ± 0,10	3,80 ± 0,06
Удельное $\dot{V}O_2 \max$ , мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	6,67 ± 0,61	27,27 ± 1,32	45,24 ± 1,53	54,44 ± 1,02
Удельное максимальное выведение CO <sub>2</sub> , мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	5,63 ± 0,50	23,61 ± 0,94	44,21 ± 1,62	69,5 ± 1,09
Дыхательный коэффициент, усл. ед.	0,86 ± 0,02	0,88 ± 0,01	0,98 ± 0,02	1,33 ± 0,01
Лактат, ммоль·л <sup>-1</sup>	1,88 ± 0,50	2,82 ± 0,50	4,95 ± 1,45	16,50 ± 0,46
Метаболический эквивалент, усл. ед.	1,89 ± 0,17	7,78 ± 0,37	12,93 ± 0,44	18,43 ± 0,29
Вентиляционный эквивалент по O <sub>2</sub> , усл. ед.	25,16 ± 0,61	22,91 ± 0,38	25,92 ± 0,48	31,21 ± 0,59
Вентиляционный эквивалент по CO <sub>2</sub> , усл. ед.	29,31 ± 0,73	26,24 ± 0,47	26,56 ± 0,48	28,75 ± 0,53
Процентный метаболический резерв, %	1,57 ± 0,89	36,10 ± 2,23	68,57 ± 2,04	91,38 ± 1,72

ТАБЛИЦА 4 – Характеристика функциональной подготовленности квалифицированных лыжников в подготовительном периоде годового цикла подготовки

Показатель	Подготовительный период		Δ %
	начало	конец	
Масса тела, кг	54,25	57,58	5,79
Максимальная мощность работы, Вт	250,08	265,67	5,87
МОД, л·мин <sup>-1</sup>	75,90	91,42	16,98
Максимальное потребление кислорода, л·мин <sup>-1</sup>	3,87	4,37	14,88
Максимальное выделение углекислого газа, л·мин <sup>-1</sup>	3,21	3,65	12,10
Максимальная ЧСС, уд·мин <sup>-1</sup>	191,14	190,19	-0,50
Максимальный кислородный пульс, мл O <sub>2</sub> :1 серд. сокр. <sup>-1</sup>	15,06	17,77	15,21
Максимальный вентиляционный эквивалент по O <sub>2</sub>	30,68	31,57	2,82
Максимальный дыхательный коэффициент, усл. ед.	1,12	1,07	-4,93
Мощность ПАНО <sub>2</sub> , Вт	192,13	220,77	12,97
Удельная мощность ПАНО <sub>2</sub> , Вт·кг	3,54	3,83	7,64
МОД при наступлении ПАНО <sub>2</sub> , л·мин <sup>-1</sup>	52,89	69,55	23,96
Потребление O <sub>2</sub> при наступлении ПАНО <sub>2</sub> , л·мин <sup>-1</sup>	2,38	2,92	18,57
ЧСС ПАНО <sub>2</sub> , уд·мин <sup>-1</sup>	176,31	178,74	1,36
% $\dot{V}O_{2max}$ при наступлении ПАНО <sub>2</sub>	83,51	87,70	4,77
Ватт-пульс при наступлении ПАНО <sub>2</sub> , усл. ед.	1,3	1,4	5,67
ЧСС на 10-й минуте восстановления, уд·мин <sup>-1</sup>	129,20	119,50	-8,12

Как следует из представленных данных, с постепенным увеличением мощности работы у лыжниц-гонщиц, вплоть до наступления ПАНО<sub>2</sub>, резко возрастали показатели кардиореспираторной системы, после чего темпы их прироста значительно замедлялись. Причиной последнего могли быть процессы перехода организма на анаэробный механизм энергообеспечения.

На основании полученных функциональных характеристик в тренировочный процесс были введены поправки, позволившие расширить резервные возможности лыжниц при прохождении крутых подъемов. Для оценки эффективности разработанных инноваций, включенных в тренировочный процесс, были проведены исследования функциональных характеристик организма в начале и в конце подготовительного периода подготовки (табл. 4).

Было выявлено, что при достижении ПАНО<sub>2</sub> мощность работы увеличилась на 13 %, а максимальная мощность работы – на 6 %, МОД соответственно на 25 и на 18 %, потребление кислорода – на 19 и на 12 %.

Представленные изменения свидетельствуют об определенном увеличении функционального потенциала организма лыжниц за наблюдаемый период.

Дополнительно к этим исследованиям было проведено моделирование соревновательной деятельности лыжниц в естественных условиях прохождения лыжной трассы. Нам представилось важным определить на соревновательных дистанциях наиболее вероятные характеристики подъемов и изучить те функциональные характеристики резервных возможностей организма лыжниц, которые можно использовать для их преодоления.

Профиль дистанции для женщин включал два круга по 3 км, по пять подъемов на каждом круге, и характеризовался следующими гомолагационными характеристиками: общая длина подъемов – 47 % протяженности дистанции; максимальный подъем – 30 м; сумма перепадов высот – 148 м; крутизна первого подъема – 1,61 %, второго – 10,60, третьего – 8,01, четвертого – 10,57, пятого подъема – 4,19 %; средняя крутизна подъемов – 6,31 %; длина первого подъема – 558 м, второго – 193, третьего – 337, четвертого – 184, пятого подъема – 272 м. Работа выполнялась на лыжероллерах.

По правилам соревнований по лыжным гонкам только несколько из характеристик подъемов отвечали международным стандартам. Согласно международным гомолагационным требованиям, предъявляемым к лыжным трассам, главным является третий подъем (А: протяженность ≥ 30 м, крутизна 6–12 %). Второй и четвертый подъемы соответствуют короткому подъему (В: протяженность 10–29 м, крутизна 9–18 %). Крутые подъемы (С: протяженность до 10 м, крутизна более 18 %) на данном профиле трассы отсутствовали. Общая длина спусков составила 32,7 % протяженности дистанции. Средняя крутизна спусков – 6 %. Протяженность равнинных участков значительно уступала длине других компонентов рельефа, занимая в среднем 25,7 % длины круга. Перепад высот составил в среднем 30 м.

Функциональные возможности оценивали по характеру изменений внешнего дыхания и сердечной деятельности в конце каждого подъема.

Установлено, что скорость преодоления главных подъемов в среднем на 23 % оказалась меньше, чем коротких. Соответственно меньше на 13 % была и мощность работы. При этом увеличились: частота дыхания – на 7,38 %, МОД – на 5,87 %, потребление O<sub>2</sub> – на 3,24 %, выделение CO<sub>2</sub> – на 12 %, дыхательный коэффициент – на 9,4 %, вентиляционный эквивалент по O<sub>2</sub> – на 2,65 %, ЧСС – на 3,45 %, кислородный пульс – на 2,64 %. Вентиляционный эквивалент по CO<sub>2</sub> снизился на 7,23 % (табл. 5).

Как следует из представленных результатов,хождение подъемов различной крутизны сопровождается взаимодействием процессов как аэробного, так и анаэробного метаболизма. Естественно, что основную роль в этих процессах играет кардиореспираторная система, от функционирования которой во многом зависит структура специальной работоспособности квалифицированных лыжниц.

ТАБЛИЦА 5 – Особенности функционального обеспечения лыжниц-гонщиц на подъемах различной крутизны и протяженности

Показатель	Главный подъем (А)			Короткий подъем (В)		
	$\bar{x}$	S	V,%	$\bar{x}$	S	V,%
Скорость, м·с <sup>-1</sup>	13,52	0,11	1,37	16,64	1,93	11,62
Угол наклона, град.	8,36	0,14	3,22	6,17	0,62	10,06
Мощность работы, Вт	280,20	3,68	2,27	319,35	43,01	13,47
Дыхательный объем, л	1,54	0,04	4,21	1,58	0,09	5,46
Частоты дыханий, дых. цикл·мин <sup>-1</sup>	57,79	1,27	3,80	53,52	4,96	9,26
МОД, л·мин <sup>-1</sup>	118,33	0,62	0,91	111,38	5,84	5,25
Потребление O <sub>2</sub> , л·мин <sup>-1</sup>	3,09	0,08	4,43	2,99	0,18	5,89
Выделение CO <sub>2</sub> , л·мин <sup>-1</sup>	3,62	0,12	5,78	3,17	0,10	3,00
Удельное потребление O <sub>2</sub> , мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	55,56	1,31	4,08	53,97	3,21	5,94
Дыхательный коэффициент, усл. ед.	1,17	0,01	1,34	1,06	0,03	3,11
Вентиляционный эквивалент по O <sub>2</sub> , усл. ед.	36,86	1,01	4,75	35,88	2,59	7,21
Вентиляционный эквивалент по CO <sub>2</sub> , усл. ед.	31,52	1,13	6,24	33,80	1,78	5,27
ЧСС, уд·мин <sup>-1</sup>	190,06	1,89	1,72	183,50	5,16	2,81
Кислородный пульс, мл O <sub>2</sub> ·1 серд. сокр. <sup>-1</sup>	16,28	0,59	6,24	15,85	0,81	5,09
Избыток выделяемого CO <sub>2</sub> , усл. ед.	23,39	1,17	8,68	16,66	1,05	6,30

ТАБЛИЦА 6 – Основные различия в методических подходах построения тренировочного процесса лыжников основной и контрольной групп

Контрольная группа	Основная группа
<i>Тренировочный процесс</i>	
Построение тренировочного процесса на основе использования методов и средств предсоревновательной подготовки без учета анализа предстоящей соревновательной деятельности. Тренировка на трассах для лыжных гонок	Построение тренировочного процесса на основе определения сложности лыжной трассы и функциональных возможностей лыжниц, необходимых для характеристик соревновательной деятельности. Тренировка на трассах, адекватных условиям соревновательной дистанции основных стартов
<i>Педагогический контроль специальной подготовленности</i>	
Показатели тестов специальной подготовленности	Количественные критерии модельных характеристик соревновательной деятельности
<i>Оценка результатов соревновательной деятельности</i>	

Для проверки целесообразности разработанного нами подхода был проведен педагогический эксперимент, в котором приняли участие восемь спортсменок высокой квалификации. На основе анализа характеристик наиболее вероятных подъемов соревновательных трасс в предстоящем спортивном сезоне, а также функциональных особенностей спортсменок, рассчитывали предполагаемые варианты их преодоления.

Спортсменки случайным образом были разделены на две группы (основную и контрольную) по четыре человека в каждой. В основной группе построение тренировочного процесса отличалось от традиционного (табл. 6).

Оценка эффективности реализации тренировочных программ спортсменками каждой группы осуществлялась по динамике функциональных сдвигов в специальной подготовленности и результатам контрольных стартов. Было выявлено, что предложенные методические подходы, направленные на обучение спортсменок рациональной тактике преодоления подъемов различ-

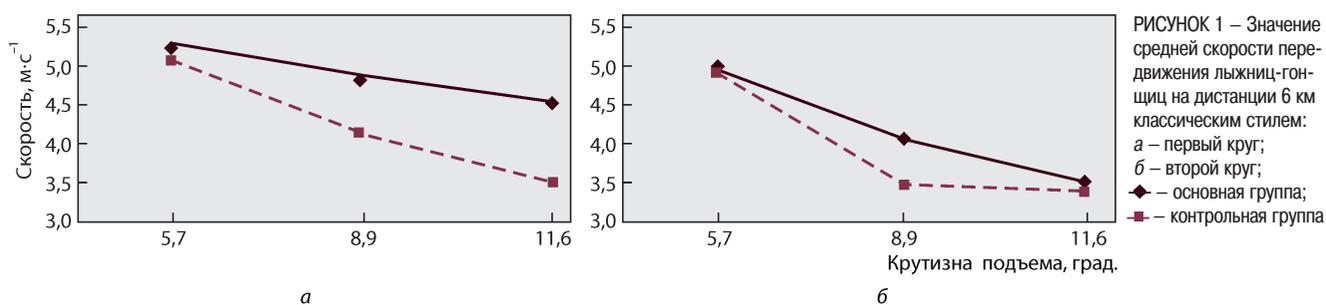
ной крутизны, способствовали повышению специальной подготовленности спортсменок. Подтверждением этого явилось закономерное рациональное изменение спортсменками выбираемой динамики скорости передвижения на трассе (табл. 7).

Если показатели первичных стартов не имели статистически значимых различий в средней скорости бега «на результат» между спортсменками основной и контрольной групп, то при повторных стартах было зафиксировано их достоверное улучшение в основной группе. В наибольшей степени это проявилось при прохождении второго круга дистанции: увеличилась дистанционная скорость в среднем на 0,37 м·с<sup>-1</sup>. Более экономичной стала техника преодоления подъемов различной крутизны (рис. 1).

Тщательный анализ дневников спортсменок, протоколов проведенных в сезоне соревнований с их участием и другой документации учебно-тренировочного процесса подтвердил правомерность полученных результатов: средний ранг спортсменок основной группы

ТАБЛИЦА 7 – Значения средней скорости передвижения спортсменок и ЧСС на подъемах различной крутизны,  $x \pm S$ 

Угол наклона подъема, град.	Показатель	Основная группа		Контрольная группа		p
		Круг прохождения трассы				
		первый	второй	первый	второй	
5,7	Скорость, м·с <sup>-1</sup>	5,23 ± 0,15	5,18 ± 0,13	5,06 ± 0,27	5,03 ± 0,24	< 0,05
	ЧСС, уд·мин <sup>-1</sup>	178,7 ± 2,3	179,6 ± 7,9	179,4 ± 1,1	179,9 ± 7,8	< 0,05
8,9	Скорость, м·с <sup>-1</sup>	4,83 ± 0,20	4,79 ± 0,06	4,13 ± 0,18	3,51 ± 0,11	< 0,05
	ЧСС, уд·мин <sup>-1</sup>	181,6 ± 2,3	182,3 ± 2,8	186,2 ± 1,4	186,7 ± 3,6	< 0,05
11,6	Скорость, м·с <sup>-1</sup>	4,50 ± 0,21	3,77 ± 0,06	3,53 ± 0,12	3,41 ± 0,06	< 0,05
	ЧСС, уд·мин <sup>-1</sup>	188,3 ± 1,9	189,4 ± 3,7	188,9 ± 3,2	190,1 ± 3,5	< 0,05



в ответственных соревнованиях сезона 2010/11 гг. составил 24,3 усл. ед., тогда как контрольной – 26,6 усл. ед.

В связи с тем что педагогический эксперимент проводился на основе предварительного углубленного изучения механизмов энергетического обеспечения и экономизации физиологических функций организма лыжниц-гонщиц высокой квалификации, полученные результаты представляются значимыми в плане формирования их функциональной подготовленности.

#### Выводы.

1. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что структура специальной работоспособности квалифицированных лыжниц во многом зависит от возможностей функционирования кардиореспираторной системы, которая в значительной мере определяет характер реализации энергетических процессов при прохождении соревновательных трас различной сложности.

2. Выявлено, что при преодолении подъемов квалифицированными лыжницами увеличивается доля анаэробных процессов, а на спусках и равнинных участках – аэробных. Преобладание анаэробных процессов на длинных подъемах оказывается преимущественным.

3. Функциональные возможности организма лыжниц высокого класса в процессе моделирования

прохождения соревновательной дистанции характеризовались увеличением легочной вентиляции до  $140,5 \pm 17,4$  л·мин<sup>-1</sup>; потребления  $O_2$  – до  $3,8 \pm 0,3$  л·мин<sup>-1</sup> ( $66,8 \pm 5,1$  мл·мин<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup>); выделения  $CO_2$  – до  $4,2 \pm 0,3$  л·мин<sup>-1</sup>; дыхательного коэффициента – до  $1,4 \pm 0,1$  усл. ед.; ЧСС – до  $195,3 \pm 5,3$  уд·мин<sup>-1</sup>; кислородного пульса – до  $24,08 \pm 8,7$  мл·уд<sup>-1</sup>.

4. Выявленные особенности функциональных возможностей специальной работоспособности, проявляющихся у отдельных лыжниц-гонщиц, позволили вносить коррективы в тренировочные программы с акцентом на «ведущие» показатели и создавать индивидуальные модели преодоления соревновательной дистанции. Результаты педагогического эксперимента показали эффективность разработанных нами педагогических подходов развития специальной подготовленности квалифицированных лыжников-гонщиков, что подтверждается достоверным приростом результатов в основной группе.

Перспективным направлением последующей исследовательской деятельности является содержательный мониторинг функциональных характеристик подготовленности квалифицированных спортсменов-лыжников для использования их в индивидуальной подготовке к предстоящей соревновательной деятельности.

#### Литература

- Баталов АГ, Храмов НА. Подходы к моделированию индивидуальных целевых систем соревнований высококвалифицированных лыжников-гонщиков [Modelling approaches for individual target systems of competitions of elite cross country skiers]. Москва: РИО; РГАФК. ЦОА. 2002;6:31-46.
- Власенко СО, Кузьменко ЛН. Особливості проходження різних за рельєфом ділянок дистанції в лижних гонках [Features of skiing on track sections with different topography in cross country skiing races]. Харків. Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: 36. наук. пр. 2005;1:18-22.
- Денисова ЛВ, Хмельницькая ИВ, Харченко ЛА. Измерение и методы математической статистики в физическом воспитании и спорте [Measurements and methods of mathematical statistics in physical education and sports]: учебное пособие для вузов. Киев: Олимпийская литература; 2008. 127 с.

4. Котляр СН. Модельные характеристики функциональных возможностей лыжников-гонщиков высокой квалификации, успешно выступающих в гонках классическим и коньковым стилями передвижения [Model characteristics of functional capabilities of elite cross country skiers, who successfully perform in classic and freestyle events]. Харків: ХДАДМ. Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту; 36. наук. пр. 2002;27:86-92.
5. Людина АЮ, и др. Оценка энергообмена у лыжников-гонщиков в состоянии покоя и при физической нагрузке «до отказа» [Assessment of the energy exchange in cross country skiers at rest and under exhaustive physical efforts performed to refusal to continue]. В: XIV Всероссийская молодежная научная конференция. 2016;25:62.
6. Мартынов ВС. Комплексный контроль в лыжных видах спорта [Comprehensive control in skiing sports]. Москва: Физкультура и спорт; 1991. 172 с.
7. Платонов ВН. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения [The system for preparing athletes in Olympic sport. General theory and its practical applications]: учеб. для тренеров. Киев: Олимпийская литература; 2015. Кн. 1; 680 с.
8. Платонов ВН. Система подготовки спортсменов в Олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения [The system for preparing athletes in Olympic sport. General theory and its practical applications]: учеб. для тренеров. Киев: Олимпийская литература; 2015. Кн. 2; 752 с.
9. Раменская АА. Физиологическая характеристика лыжных гонок [Physiological characterization of cross country skiing races]. Москва; 2003. 166 с.
10. Раменская ТИ. Биоэнергетическое моделирование соревновательной деятельности сильнейших лыжников-гонщиков на XVII зимних Олимпийских играх (Нагано, 1998) [Bioenergy modelling of competitive activity of the strongest cross country skiers at the XVII Winter Olympics (Nagano, 1998)]. Теория и практика физической культуры. 2000; 2:6-12.
11. Сайкин СВ. Функциональная подготовленность лыжников-гонщиков различных соматотипов при нагрузках различной энергетической направленности [Functional preparedness of cross country skiers of different somatotypes under physical exertions of various energy orientation]. Социально-экономические явления и процессы. 2012;5-6.
12. Филиппов ММ, Давиденко ДН. Физиологические механизмы развития и компенсации гипоксии в процессе адаптации к мышечной деятельности [Physiological mechanisms of development and compensation for hypoxia in the process of adaptation to muscular activity]. СПб.-Киев (Россия-Украина): БПА; 2010. 260 с.
13. Хохлов ГТ. Тестирование лыжников-гонщиков в естественных условиях [Testing of cross country skiers in natural conditions]. Слобожанский науково-спортивний вісник. 2002;5:120-122.
14. Шустин БН. Модельные характеристики соревновательной деятельности [Model characteristics of competitive activity]. В кн.: Современная система спортивной подготовки [Modern system of sports preparation]. Москва: СААМ; 1995. сс. 50-73.
15. Ateş B, Çetin E. Roller-ski aerobic high-intensity interval training improves the  $vo_{2max}$  and anaerobic power in cross-country skiers. International Journal of Applied Exercise Physiology. 2017;6(2):27-33. DOI: 10.22631/ijaep.v6i2.158
16. Gabrys T, Szmatlan-Gabrys U, Plewa M. Dynamics of aerobic capacity in cross-country skiing in the view of training loads structure. In: Koskolou M, editor. Proceedings of the 7th annual congress of the European College of Sport Science; 2002 July 24-28; Athens, Greece. Athens: Pashalidis Medical Publisher, European College of Sport Science; 2002, 1, p.448.
17. Szmatlan-Gabrys U, Cepulenas A, Gabrys T, Gromisz W, Mroz A, Plewa M. Anaerobic threshold indices of cross-country skiers during preparatory yearly macrocycle period. Education. Physical Training. Sport. 2004;3(53):65-73.

**Автор для корреспонденции:**

*Хмельницкая Юлия Константиновна* — старший преподаватель, кафедра медико-биологических дисциплин, Национальный университет физического воспитания и спорта Украины; Украина, 03150, Киев, ул. Физкультуры, 1; тел.: +380667479560  
<https://orcid.org/0000-0002-0231-1879>;  
 Julia\_2008@bigmir.net

**Corresponding author:**

*Khmelnitska Julia* — senior lecturer, Biomedical Disciplines Department, National University of Ukraine on Physical Education and Sport; Ukraine, 03150, Kyiv, 1, Fizkultury Str.; tel. +380667479560  
<https://orcid.org/0000-0002-0231-1879>;  
 Julia\_2008@bigmir.net

Поступила 21.11.2017