

**ОСОБЕННОСТИ СТАНОВЛЕНИЯ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ
ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ 16–20 ЛЕТ,
СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, В ГОДИЧНОМ ЦИКЛЕ ПОДГОТОВКИ**

**А.И. ГОЛОВACHEV, В.И. КОЛЫХМАТОВ,
С.В. ШИРОКОВА,
ФГБУ ФНЦ ВНИИФК, г. Москва;
А.А. ГРУШИН, М.П. ИВАНОВ,
Инновационный Центр ОКР, г. Москва**

Аннотация

В исследовании установлены специфические проявления становления функциональных возможностей основных систем энергообеспечения у лыжников-гонщиков 16–20 лет в зависимости от избранной специализации (дистанция, универсалы, спринт) на различных этапах подготовительного периода под воздействием тренировочных нагрузок, направленных на повышение базового уровня физической подготовленности. Целью исследования являлось изучение особенностей становления функциональных возможностей окислительной и лактацидной систем энергообеспечения лыжников-гонщиков, специализирующихся в различных видах соревновательной деятельности, в годичном цикле подготовки. По стандартизированной программе в начале и конце подготовительного периода проводились комплексные обследования 14 спортсменов в возрасте от 16 до 20 лет, со стажем занятий от 5 до 8 лет, квалификацией от КМС до МС, специализирующихся в различных видах соревновательной деятельности в лыжных гонках. Программа обследований обеспечивала оценку уровня физической работоспособности, функциональных возможностей основных систем энергообеспечения на различных этапах годичного цикла подготовки. Для этого использовались следующие методы исследования: антропометрия, эргометрия (с проведением тестовых процедур оценки аэробной и анаэробной производительности), газометрия, пульсометрия, биохимический анализ крови, методы математической статистики. Результаты сравнительного анализа межгрупповых различий показателей функциональных возможностей систем энергообеспечения свидетельствуют, что к концу подготовительного периода под воздействием предложенного варианта построения тренировочного процесса, направленного на повышение базового уровня физической подготовленности (вне зависимости от профилирующей специализации), происходит выравнивание показателей физической работоспособности в группах «Дистанция», «Универсалы» и «Спринт». Причиной этого выступает повышение мощностных и экономизационных возможностей окислительной и лактацидной энергетических систем, которые в группах «Дистанция» и «Универсалы» значительно сближаются при сохранении различий по отношению к группе «Спринт». В группе «Спринт» рост физической работоспособности обусловлен повышением активности лактацидной энергетической системы, которая еще в большей мере проявляется в 60-секундной предельной мышечной работе (тест 2), сопровождающейся не только повышением максимальной концентрации лактата, но и величиной абсолютного показателя достигнутой механической мощности, характеризующей уровень анаэробной производительности.

Ключевые слова: лыжные гонки, возрастной период 16–20 лет, юноши, годичный цикл подготовки, функциональные возможности окислительной и лактацидной систем, анаэробный порог, динамика исследуемых показателей.

**FEATURES OF FORMATION
OF FUNCTIONAL CAPABILITIES OF ENERGY SUPPLY SYSTEMS
OF HIGHLY CROSS-COUNTRY SKIERS 16–20 YEARS OLD,
SPECIALIZING IN VARIOUS TYPES OF COMPETITIVE ACTIVITIES,
IN THE ANNUAL TRAINING CYCLE**

**A.I. GOLOVACHEV, V.I. KOLYKHMATOV,
S.V. SHIROKOVA,
VNIIFK, Moscow city;
A.A. GRUSHIN, M.P. IVANOV,
ROC Innovation Center, Moscow city**



Abstract

The study established specific manifestations of the formation of the functional capabilities of the main energy supply systems in 16-20-year-old ski racers, depending on the chosen specialization (distance, universal, sprint) at various stages of the preparatory period under the influence of training loads aimed at increasing the basic level of physical fitness. The purpose of the study was to study the features of the formation of the functional capabilities of the oxidative and lactic acid systems of energy supply for cross-country skiers specializing in various types of competitive activities in the annual training cycle. According to the standardized program, at the beginning and at the end of the preparatory period, comprehensive examinations were carried out of 14 athletes aged 16 to 20 years, with experience from 5 to 8 years, qualifications from CMS to MS, specializing in various types of competitive activities in cross-country skiing. The survey program provided an assessment of the level of physical performance, the functionality of the main energy supply systems at various stages of the annual training cycle. For this, the following research methods were used: anthropometry, ergometry (with test procedures for assessing aerobic and anaerobic performance), gasometry, pulsometry, biochemical blood analysis, methods of mathematical statistics. The results of a comparative analysis of intergroup differences in the indicators of the functional capabilities of energy supply systems indicate that by the end of the preparatory period, under the influence of the proposed variant of constructing the training process aimed at increasing the basic level of physical fitness (regardless of the major specialization), there is an alignment of physical performance indicators in the groups Distance, Generalists and Sprint. The reason for this is the increase in the power and economization capabilities of the oxidative and lactic acid energy systems, which in the Distance and Universal groups are significantly closer, while maintaining differences in relation to the Sprint group. In the Sprint group, the increase in physical performance is due to an increase in the activity of the lactic energy system, which is even more manifested in 60-second maximum muscular work (test 2), accompanied not only by an increase in the maximum concentration of lactate, but also by the absolute value of the achieved mechanical power, characterizing level of anaerobic performance.

Keywords: cross-country skiing, age period 16–20 years, young men, one-year training cycle, functionality of the oxidative and lactic acid systems, anaerobic threshold, dynamics of the studied parameters.

Введение

Методологической основой изучения особенностей становления функциональных возможностей основных систем энергообеспечения лыжников-гонщиков от 16 до 20 лет, специализирующихся в различных видах соревновательной деятельности, являлось получение количественных оценок исследуемых показателей в «срезовых» обследованиях в начале и конце подготовительного периода. Выбор данного периода обусловлен тем, что в нем решается одна из важнейших задач, направленная на максимально возможное развитие функциональных возможностей, которые формируют базовый потенциал целостной функциональной системы, обеспечивающей выполнение мышечной деятельности. Базовый потенциал должен быть реализован в условиях соревновательного периода [1, 2].

Особенностью построения тренировочного процесса во всех группах являлось применение стандартизированной программы подготовки, ориентированной на повышение общего базового уровня физической подготовленности за счет увеличения общего объема циклической нагрузки с задачей выведения спортсменов на уровень 8500–9000 км.

Цель настоящего исследования – изучение особенностей становления функциональных возможностей окислительной и лактацидной систем энергообеспечения лыжников-гонщиков, специализирующихся в различных видах соревновательной деятельности, в годичном цикле подготовки.

Организация и методы исследования

По стандартизированной программе [3, 4] в начале и конце подготовительного периода проводилось комплексное обследование 14 спортсменов в возрасте от 16 до 20 лет, со стажем занятий от 5 до 8 лет, с квалификацией от КМС до МС, специализирующихся в различных видах соревновательной деятельности в лыжных гонках. Программа обследований обеспечивала объективную оценку функциональных возможностей основных систем энергообеспечения у спортсменов, специализирующихся в дистанционных, спринтерских видах гонок и универсалов [2–4].

Для выполнения поставленной цели в работе использовались педагогические и медико-биологические

методы исследования:

- 1) антропометрия;
- 2) эргометрия: спортсмены на беговом тредбане Cosmos Quasar Med (Германия) выполняли ступенчато возрастающую нагрузку «до отказа». *Тест 1 «Ступенька»:* начальная скорость бега – 3,0 м/с (10,8 км/ч); прибавочная нагрузка – 0,5 м/с (1,8 км/ч); длительность нагрузочной ступени – 3 мин. Через 5 мин (по окончании теста 1) на велоэргометре Monark Peak Bike Ergomedic 894E (Швеция) выполнялась вторая нагрузка длительностью 60 с. *Тест 2 “All-out”:* нагрузочное сопротивление подбиралось в зависимости от веса спортсмена и составляло диапазон от 4,5 до 5,0 кг;
- 3) газометрия: измерение параметров внешнего дыхания при нагрузочных пробах осуществлялось на авто-



матическом газоанализаторе MetaLayzer-II (Cortex, Германия);

4) пульсометрия. Применялись мониторы сердечного ритма "Polar" (Финляндия). Расчет уровня анаэробного порога (АТ), отражающего состояние функциональной экономизации и степень сформированности межсистемных взаимодействий, осуществлялся на основе рекомендаций К. Wasserman et al. [5] и J.S. Skinner, McLellan [6].

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведенных исследований получены данные, позволяющие провести сравнительный анализ динамики становления функциональных возможностей систем энергообеспечения в подготовительном периоде между группами лыжников-гонщиков различной видовой специализации. Межгрупповые различия показателей физической работоспособности и функциональных возможностей систем энергообеспечения в группах «Дистанция», «Универсалы» и «Спринт» (далее – «Д», «У», «С») рассмотрим по отношению к группе «Д», показавшей в начале подготовительного периода (НПП) наиболее высокий уровень физической работоспособности (табл. 1 и 2).

Характерной особенностью проявления функциональных возможностей систем энергообеспечения в группах лыжников в НПП оказался более высокий уровень физической работоспособности, сопряженный с большим временем работы в тесте 1 («Ступенька»). И как следствие этого, – более высокой скоростью бега при «отказе» от работы в группе «Д» (4,8% и 10,2% – по времени работы; 2,5% и 5,2% – по скорости бега на «отказе» соответственно) по отношению к группам «У» и «С». Причиной этого в первую очередь выступает более высокая мощность функционирования окислительной (1,6% и 4,9% – по показателю относительной величины МПК) и сердечно-сосудистой (1,0% и 4,7% – по показателю ЧСС_{макс.}¹) систем при наименьшей интенсивности функционирования лактаcidной энергетической системы (при различной степени достоверности различий, установленных по величине максимальной концентрации лактата) при сравнении групп «Д – У» (-5,0%), и более выраженные различия между группами «Д – С» (-18,2%, $p < 0,01$) и «У – С» (-12,4%, $p < 0,1$).

При анализе показателей, формирующих мощность окислительной системы (МПК_{абс.}), наше внимание было обращено на сбалансированность процессов внешнего дыхания (циркуляции воздуха через легкие), выраженную в величине максимальной вентиляции легких (МВЛ) и утилизации кислорода в работающих органах и мышцах, выраженную в величине коэффициента использования кислорода (КИО₂), различия по которым в начале подготовительного периода между исследуемыми группами («Д», «У» и «С») составляли диапазон от -6,2% до 1,1% по МВЛ и от -5,0% до 1,9% по КИО₂, различия статистически незначимы (см. табл. 2).

Вторым блоком по значимости выступают различия показателей, отражающих степень сформированности

межсистемных взаимодействий, выраженных в величине показателей анаэробного порога (АТ). Эти различия (см. табл. 2) между всеми группами составили: 2,2% и 3,4% – для скорости бега на АТ (VAT) и 2,1% и 4,3% – для потребления кислорода на АТ (VO₂AT). Полученные данные свидетельствуют об отсутствии статистически значимых различий между исследуемыми группами и наличием лишь различительных тенденций, что дает основание предположить о незавершенности процессов окончательного достижения дефинитивного уровня, характеризующего видовую специализацию спортсменов.

Третьим блоком по значимости выступают различия показателей, отражающих степень сформированности анаэробной производительности. Она оценивается по величине механической мощности, регистрируемой в тесте 2 (60-секундное ускорение, характеризующее реализационную готовность к работе гликолитической мощности), которая во всех исследуемых группах в НПП оказалась наибольшей в группе «Д» (см. табл. 2). Причем в основе более высокого показателя мощности работы, приведенной к массе тела (N_{max}/кг): 0,8% – по отношению к группе «У» и 4,2% – по отношению к группе «С» лежала наименьшая величина максимальной концентрации лактата (maxLa²) -4,6% – по отношению к «У», -11,1% (при $p < 0,05$) – по отношению к группе «С» и наиболее высокая напряженность функционирования сердечно-сосудистой системы. Различия между всеми группами по величине ЧСС_{макс.}² составили: 2,1% – по отношению к группе «У» и 5,5% при $p < 0,1$ – к группе «С». Это свидетельствует, что на данном этапе подготовки результативность в данном тесте определяется не только мощностью функционирования лактаcidной системы, но и общим базовым уровнем физической подготовленности, которая находит свое выражение в текущем уровне физической работоспособности и сформированности функциональных возможностей окислительной системы (см. табл. 1, результаты теста 1).

Характерной особенностью проявления функциональных возможностей систем энергообеспечения в группах лыжников-гонщиков в конце подготовительного периода (табл. 3 и 4) оказалось выравнивание уровня физической работоспособности (в тесте 1) в группах «Д» и «У»: 3,8% – по времени работы и 2,1% – по скорости бега на «отказе», отражая снижение различий по отношению к НПП (см. табл. 1 и 2), и с сохранением различий (даже с незначительным повышением) по отношению к группе «С»: 11,2% – по времени работы и 5,9% – по скорости бега к группе «Д»; 7,1% и 3,7% по отношению к группе «У».

Следует заметить, что выравнивание показателей физической работоспособности (Тр. и V_{макс.}) в группах «Д» и «У» происходило на фоне выравнивания различий по относительной величине показателя МПК (-0,04%). А в группах «Д» и «У» по отношению к группе «С», напротив, отмечалось повышение различий до 6,3% (при $p < 0,2$) по отношению к группе «Д» и 6,3% по отношению к группе «У».



В конце подготовительного периода отмечалось выравнивание различий (при общей динамике роста на больший объем и интенсивность выполненной работы в тестах) величины максимальной концентрации лактата между группами «Д» и «У» и сохранение различий по отношению к группе «С» при оценке аэробной ($maxLa^1$: $-5,3\%$; $-12,4\%$ при $p < 0,05$ и $-7,3\%$) и анаэробной ($maxLa^2$: $-5,2\%$; $-10,4\%$ при $p < 0,05$ и $-5,5\%$) производительности. Это указывает на сохраняющуюся в группах «Д» и «У» тенденцию повышения вклада окислительной энергетической системы, ее мощностного и экономизационного компонентов, показатели которых по своему уровню располагались в следующей иерархии. Более высокий уровень – в группах «Д» и «У», наименьший уровень – в группе «С», в которой данный недостаток компенсировался повышением интенсивности функционирования лактацидной системы, приводящей к сохранению статистически значимых различий величины максимальной концентрации лактата (по отношению к НПП) по отношению к двум другим группам (см. табл. 3 и 4).

Обращает на себя внимание и разнонаправленная динамика различий в показателях анаэробного порога, которая в исследуемых группах оказалась: между группами «Д – С»: $6,9\%$ (при $p < 0,1$) – по скорости бега на АТ и $6,5\%$ (при $p < 0,05$) – по потреблению кислорода на АТ; «У – С»: $4,2\%$ – по скорости бега на АТ и $4,6\%$ (при $p < 0,2$) – по потреблению кислорода на АТ, ука-

зывая на появляющуюся тенденцию разнонаправленного влияния тренировочных нагрузок, обуславливающих формирование видовой специализации. Различия между группами «Д» и «У» составили лишь $2,6\%$ по скорости бега на АТ и $1,9\%$ – по потреблению кислорода на АТ, указывая на выраженную тенденцию сближения уровня функциональной экономизации в группах.

Снижение различий между исследуемыми группами в конце подготовительного периода в большей мере проявляется в показателях реализационной готовности (третий блок, отражающий становление анаэробной производительности) по степени сближения уровня относительной мощности в тесте 2 (60-секундное ускорение, N_{max}/kg). Между группами: «Д» и «У» различия практически отсутствуют ($0,4\%$); «Д» и «С» – $1,5\%$; «У» и «С» – $1,0\%$ (табл. 4). Полученные данные свидетельствуют, что уже в конце подготовительного периода (даже при однонаправленном построении тренировочного процесса во всех группах) выражено проявляется тенденция доминирования избирательного повышения функциональных возможностей тех систем, которые определяют видовую специализацию, но во всех группах, идущих через развитие мощностных возможностей лактацидной энергетической системы, которая опосредованно в каждой группе в присущей для нее степени влияет на развитие мощностных и экономизационных возможностей не только лактацидной, но и окислительной систем, формируя уровень межсистемных взаимодействий.

Заключение

Особенностью формирования функциональных возможностей лыжников-гонщиков в начале подготовительного периода во всех группах подготовки («Дистанция», «Универсалы» и «Спринт») выступает низкая реализационная готовность, проявляемая в результатах теста 2 (60-секундном гликолитическом тесте, характеризующем уровень анаэробной производительности), обусловленная низким уровнем функционирования лактацидной системы, которая оказалась наиболее высокой в группе «Спринт», но не нашедшей своего отражения в достигнутой механической мощности, причем сочетающаяся с низким уровнем функционирования окислительной системы и показателей межсистемных взаимодействий (анаэробного порога).

Особенностью формирования функциональных возможностей лыжников-гонщиков в конце подготовительного периода выступает выравнивание уровня физической работоспособности. Причем в группе «Универсалы» (по отношению к группе «Дистанция») – за счет повышения мощностных и экономизационных возможностей окислительной системы. А в группе «Спринт» – преимущественно за счет повышения мощностных возможностей лактацидной энергетической системы, проявляемой как в тесте 1 (ступенчато возрастающая нагрузка, направленная на оценку аэробной производительности), так и тесте 2 (60-секундная предельная мышечная работа, направленная на оценку анаэробной производительности).

*Работа выполнена в рамках государственного задания
ФГБУ ФНЦ ВНИИФК № 777-00036-23-01
(код темы № 001-23/1)*



Таблица 1

Межгрупповые различия показателей функциональных возможностей систем энергообеспечения у лыжников-гонщиков различных групп в начале подготовительного периода (аэробная производительность)

Исследуемая группа	Вес (кг)	Тр (мин)	Скорость (м/с)	Регистрируемый физиологический показатель							$\max La^1$ (мм/л)
				МВЛ (л/мин)	МПК (л/мин)	МПК/кг (мл/кг/мин)	ЧСС _{max} ¹ (уд./мин)	КП (мл/уд.)	ДК (%)	КИО ₂ (%)	
«Дистанция» (n = 6)	67,2/5,3	17,01/1,04	5,33/0,17	174,0/11,3	4,837/0,429	72,19/7,12	203,7/8,5	23,79/2,33	1,15/0,02	3,62/0,19	10,66/0,75
«Универсалы» (n = 4)	76,1/4,5	16,14/1,50	5,20/0,30	185,5/16,7	5,398/0,594	71,05/7,41	201,8/9,0	26,70/1,72	1,12/0,02	3,81/0,08	11,21/1,13
«Спринт» (n = 4)	76,9/2,6	15,26/1,45	5,07/0,29	183,5/16,1	5,293/0,446	68,81/4,57	194,5/7,1	27,30/3,22	1,15/0,05	3,74/0,22	13,0/0,89
Различия НПП («Дистанция» – «Универсалы»), абс.	-8,8	0,47	0,13	-11,5	-0,561	1,13	1,9	-2,91	0,03	-0,19	-0,56
НПП («Дистанция» – «Универсалы»), отн. (%)	-11,6	4,8	2,5	-6,2	-10,4	1,6	1,0	-10,9	2,3	-5,0	-5,0
$t_{расч.}$ НПП («Дистанция» – Универсалы)	-2,510	0,674	0,680	-1,055	-1,427	0,212	0,298	-2,028	1,739	-1,911	-0,756
Уровень значимости	$p < 0,1$	$p < 0,05$	-	-	$p < 0,2$	-	-	$p < 0,1$	$p < 0,2$	$p < 0,1$	-
Различия НПП («Дистанция» – «Спринт»), абс.	-9,6	1,35	0,26	-9,5	-0,456	3,38	9,2	-3,51	0,00	-0,12	-2,37
НПП («Дистанция» – «Спринт»), отн. (%)	-12,5	10,2	5,2	-5,2	-8,6	4,9	4,7	-12,9	0,0	-3,1	-18,2
$t_{расч.}$ НПП («Дистанция» – «Спринт»)	-3,431	1,413	1,419	-0,898	-1,420	0,817	1,632	-1,648	0,029	-0,760	-3,853
Уровень значимости	$p < 0,05$	$p < 0,2$	$p < 0,2$	-	$p < 0,2$	-	$p < 0,2$	$p < 0,2$	-	-	$p < 0,01$
Различия НПП («Универсалы» – «Спринт»), абс.	-0,8	0,48	0,13	2,0	0,165	2,24	7,3	-0,60	-0,02	0,07	-1,81
НПП («Универсалы» – «Спринт»), отн. (%)	-1,1	25,2	2,6	1,1	2,0	3,3	3,7	-2,2	-2,2	1,0	-13,9
$t_{расч.}$ НПП («Универсалы» – «Спринт»)	-0,278	0,543	0,545	0,148	0,245	0,447	1,093	-0,284	-0,887	0,537	-2,172
Уровень значимости	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$p < 0,1$



Таблица 2

Межгрупповые различия показателей функциональных возможностей систем энергообеспечения у лыжников-гонщиков различных групп в начале подготовительного периода (анаэробная производительность)

Исследуемая группа	Показатель анаэробного порога						Результат теста 2 "All-out"					
	V_{AT} (м/с)	%	$ПК_{AT}$ (мл/кг/мин)	%	$ЧС_{AT}$ (уд./мин)	НС (кг)	Темп (об./мин)	N_{max} (кгМ/мин)	$N_{max}/кг$ (кгМ/мин/кг)	$maxLa^2$ (мм/л)	$ЧС_{max}^2$	
«Дистанция» (n = 6)	4,50/0,11	84,4/2,5	61,0/3,9	84,8/4,7	174,2/7,1	4,50/0,00	108,7/3,6	2841,9/84,2	42,42/2,43	12,76/0,74	198,3/7,5	
	«Универсалы» (n = 4)	4,40/0,24	84,6/1,0	59,8/4,3	84,3/2,9	177,5/7,5	4,50/0,00	122,3/4,0	3196,3/104,7	42,09/1,67	13,37/1,02	194,3/8,1
		«Спринт» (n = 4)	4,35/0,28	85,8/0,7	58,5/1,9	85,2/4,0	169,3/4,7	4,50/0,00	119,7/3,5	3128,4/90,3	40,71/0,86	14,35/0,64
Различия НПП («Дистанция» – «Универсалы»), абс.	0,10	-0,25	1,25	0,5	-3,33	0,00	-13,6	-354,4	0,33	-0,61	4,1	
НПП («Дистанция» – «Универсалы»), отн. (%)	2,2	-0,3	2,1	0,6	-1,9	0,0	-11,1	-11,1	0,8	-4,6	2,1	
$t_{расч.}$ НПП («Дистанция» – Универсалы)	0,657	-0203	0,409	0,190	-0,619	-	-4,812	-4,812	0,224	-0,910	0,708	
Уровень значимости	-	-	-	-	-	-	$p < 0,01$	$p < 0,01$	-	-	-	
Различия НПП («Дистанция» – «Спринт»), абс.	0,15	-1,4	2,5	-0,4	4,9	0,00	-10,96	-286,5	1,71	-1,60	10,33	
НПП («Дистанция» – «Спринт»), отн. (%)	3,4	-1,6	4,3	-0,4	2,9	0,0	-9,2	-9,2	4,2	-11,1	5,5	
$t_{расч.}$ НПП («Дистанция» – «Спринт»)	0,875	-1,169	1,211	-0,122	1,172	-	-4,276	-4,276	1,432	-3,216	2,042	
Уровень значимости	-	-	-	-	-	-	$p < 0,01$	$p < 0,01$	$p < 0,2$	$p < 0,05$	$p < 0,1$	
Различия НПП («Универсалы» – «Спринт»), абс.	0,05	-1,1	1,3	-0,9	8,3	0,00	2,6	68,0	1,39	-0,98	6,3	
НПП («Универсалы» – «Спринт»), отн. (%)	1,2	-1,3	2,1	-1,0	4,9	0,0	2,2	2,2	3,4	-6,8	3,3	
$t_{расч.}$ НПП («Универсалы» – «Спринт»)	0,246	-1,610	0,456	-0,312	1,612	-	0,852	0,852	1,279	-1,142	1,034	
Уровень значимости	-	-	-	-	-	-	$p < 0,2$	$p < 0,2$	-	-	-	



Таблица 3

Межгрупповые различия показателей функциональных возможностей систем энергообеспечения у лыжников-гонщиков различных групп в конце подготовительного периода (аэробная производительность)

Исследуемая группа	Вес (кг)	Тр (мин)	Скорость (м/с)	Регистрируемый физиологический показатель							$maxLa^1$ (мм/л/л)
				МВЛ (л/мин)	МПК (л/мин)	МПК/кг (мл/кг/мин)	ЧСС _{max} ¹ (уд./мин)	КП (мл/уд.)	ДК (%)	КИО ₂ (%)	
«Дистанция» (n = 6)	66,7/5,1	18,15/0,30	5,54/0,08	179,2/10,1	5,055/0,392	75,90/3,90	204,3/6,3	24,78/2,37	1,19/0,02	3,70/0,15	12,36/1,31
«Универсалы» (n = 4)	75,7/3,8	17,34/1,24	5,43/0,23	193,6/15,9	5,737/0,440	75,93/6,04	200,5/2,6	28,60/1,92	1,16/0,03	3,82/0,11	13,06/0,82
«Спринг» (n = 4)	76,8/2,4	16,25/1,25	5,24/0,24	184,8/14,6	5,491/0,508	71,41/4,67	198,0/10,6	27,88/3,96	1,17/0,06	3,88/0,10	14,12/0,43
Различия НПП («Дистанция» – «Универсалы»), абс.	-9,0	0,41	0,11	-14,4	-0,682	-0,03	3,8	-3,82	0,04	-0,12	-0,70
НПП («Дистанция» – «Универсалы»), отн. (%)	-11,9	3,8	2,1	-7,4	-11,9	0,01	1,9	-13,4	3,3	-3,0	-5,3
$t_{расч.}$ НПП («Дистанция» – Универсалы)	-2,830	0,803	0,811	-1,405	-2,209	-0,007	1,203	-2,491	1,828	-1,265	-0,925
Уровень значимости	$p < 0,05$	-	-	-	$p < 0,1$	-	-	$p < 0,05$	$p < 0,2$	-	-
Различия НПП («Дистанция» – «Спринг»), абс.	-10,1	1,50	0,31	-5,6	-0,436	-4,49	6,3	-3,10	0,03	-0,18	-1,76
НПП («Дистанция» – «Спринг»), отн. (%)	-13,2	11,2	5,9	-3,0	-7,9	6,3	3,2	-11,1	2,2	-4,6	-12,4
$t_{расч.}$ НПП («Дистанция» – «Спринг»)	-3,804	2,165	2,156	-0,581	-1,275	1,399	0,945	-1,231	0,671	-2,073	-2,763
Уровень значимости	$p < 0,01$	$p < 0,1$	$p < 0,1$	-	-	$p < 0,2$	-	-	-	$p < 0,1$	$p < 0,05$
Различия НПП («Универсалы» – «Спринг»), абс.	-1,1	1,10	0,19	8,8	0,246	4,52	2,5	0,72	-0,01	-0,06	-1,06
НПП («Универсалы» – «Спринг»), отн. (%)	-1,5	7,1	3,7	4,8	4,5	6,3	1,3	2,6	-1,1	-1,7	-7,5
$t_{расч.}$ НПП («Универсалы» – «Спринг»)	-0,445	1,009	0,999	0,705	0,635	1,026	0,398	0,284	-0,304	-0,756	-1,983
Уровень значимости	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$p < 0,1$



Таблица 4

Межгрупповые различия показателей функциональных возможностей систем энергообеспечения у лыжников-гонщиков различных групп в конце подготовительного периода (анаэробная производительность)

Исследуемая группа	Показатель анаэробного порога						Результат теста 2 "All-out"					
	V_{AT} (м/с)	%	ПК _{AT} (мл/кг/мин)	%	ЧСС _{AT} (уд./мин)	НС (кг)	Темп (об./мин)	N_{max} (кгМ/мин)	N_{max} (кгМ/мин/кг)	$maxLa^2$ (мм/л)	ЧСС _{max} ²	
«Дистанция» (n = 6)	4,71/0,12	85,0/1,5	64,2/2,3	84,7/3,0	174,0/4,9	4,50/0,00	110,7/4,2	2892,4/109,9	43,54/2,78	14,38/1,01	198,2/5,9	
	4,59/0,11	84,6/2,4	63,0/2,4	83,2/4,1	177,3/4,6	4,50/0,00	125,4/4,9	3276,7/129,2	43,36/1,77	15,17/0,91	194,3/3,3	
		4,41/0,24	84,1 / 1,6	60,3/1,7	84,5/3,4	171,0/8,1	4,50/0,00	126,1/3,5	3295,7/91,7	42,92/0,43	16,05/0,74	189,8/7,4
Различия НПП («Дистанция» – «Универсалы»), абс.	0,12	0,4	1,2	1,5	-3,3	0,00	-14,7	-384,3	0,18	-0,79	3,9	
НПП («Дистанция» – «Универсалы»), отн. (%)	2,6	0,4	1,9	1,8	-1,8	0,0	-11,7	-11,7	0,4	-5,2	2,0	
$t_{расч.}$ НПП («Дистанция» – Универсалы)	1,423	0,227	0,680	0,536	-0,942	-	-4,303	-4,303	0,114	-1,139	1,197	
Уровень значимости	$p < 0,2$	-	-	-	-	-	$p < 0,01$	$p < 0,01$	-	-	-	
Различия НПП («Дистанция» – «Спринт»), абс.	0,31	0,9	3,9	0,1	3,0	0,00	-15,4	-403,2	0,62	-1,67	8,4	
НПП («Дистанция» – «Спринт»), отн. (%)	6,9	1,0	6,5	0,1	1,8	0,0	-12,2	-12,2	1,5	-10,4	4,4	
$t_{расч.}$ НПП («Дистанция» – «Спринт»)	2,066	0,734	2,784	0,051	0,583	-	-5,582	-5,582	0,492	-2,677	1,678	
Уровень значимости	$p < 0,1$	-	$p < 0,05$	-	-	-	$p < 0,001$	$p < 0,001$	-	$p < 0,05$	$p < 0,2$	
Различия НПП («Универсалы» – «Спринт»), абс.	0,19	0,5	2,8	-1,3	6,3	0,00	-0,7	-19,0	0,44	-0,88	4,5	
НПП («Универсалы» – «Спринт»), отн. (%)	4,2	0,6	4,6	-1,6	3,7	0,0	-0,6	-0,6	1,0	-5,5	2,4	
$t_{расч.}$ НПП («Универсалы» – «Спринт»)	1,227	0,300	1,595	-0,435	1,161	-	-0,207	-0,207	0,419	-1,300	0,966	
Уровень значимости	-	-	$p < 0,1$	-	-	-	-	-	-	-	-	



Литература

1. Головачев, А.И. Научно-методическое обеспечение российских лыжников-гонщиков и биатлонистов при подготовке к XXII Олимпийским зимним играм 2014 г. в Сочи (Россия) / А.И. Головачев, Э.Л. Бутулов, Е.А. Горбунова, С.В. Широкова, Н.Н. Кондратов // Вестник спортивной науки. – 2013. – № 5. – С. 16–21.
2. Современные методические подходы к контролю физической подготовленности в лыжных гонках / А.И. Головачев, Э.Л. Бутулов, В.И. Колыхматов, С.В. Широкова, Н.Н. Кондратов, Е.В. Горбунова, Н.А. Усакова // Вестник спортивной науки. – 2018. – № 5. – С. 11–17.
3. Головачев, А.И. Особенности достижения модельных показателей функциональных возможностей систем энергообеспечения лыжниц-гонщиц высокой квалификации при подготовке к Олимпийским играм / А.И. Головачев, В.И. Колыхматов, С.В. Широкова // Человек, Спорт, Медицина. – 2021. – Т. 21. – № 3. – С. 38–45.
4. Losnegard, T. Physiological differences between sprint- and distance-specialized cross-country skiers / T. Losnegard, J. Hallén // International Journal of Sports Physiology and Performance. – 2014. – Vol. 9 (1). – Pp. 25–31.
5. Wasserman, K., Whipp, B., Koyal, S., Beaver, W. Anaerobic threshold and respiratory gas-exchange during exercise // J. Appl. Phys. – 1973. – Vol. 35. – No. 2. – Pp. 236–243.
6. Skinner, J.S., McLellan, T.H. The transition from aerobic to anaerobic metabolism // Res. Quart. Exerc. Sport. – 1980. – Vol. 51. – No. 1. – Pp. 234–248.

References

1. Golovachev, A.I., Butulov, E.L., Gorbunova, E.A., Shirokova, S.V. and Kondratov, N.N. (2013), Scientific and methodological support of Russian cross-country skiers and biathletes in preparation for the XXII Olympic Winter Games 2014 in Sochi (Russia), *Vestnik sportivnoy nauki*, no. 5, pp. 16–21.
2. Golovachev, A.I., Butulov, E.L., Kolykhatov, V.I., Shirokova, S.V., Kondratov, N.N., Gorbunova, E.V. and Usakova, N.A. (2018), Modern methodological approaches to the control of physical fitness in cross-country skiing, *Vestnik sportivnoy nauki*, no. 5, pp. 11–17.
3. Golovachev, A.I. Kolykhatov, V.I. and Shirokova, S.V. (2021), Peculiarities of achieving model indicators of the functional capabilities of energy supply systems for elite ski racers in preparation for the Olympic Games, *Chelovek, Sport, Medicina*, vol. 21, no. 3, pp. 38–45.
4. Losnegard, T. and Hallén, J. (2014), Physiological differences between sprint- and distance-specialized cross-country skiers, *International Journal of Sports Physiology and Performance*, vol. 9 (1), pp. 25–31.
5. Wasserman, K., Whipp, B., Koyal, S. and Beaver, W. (1973), Anaerobic threshold and respiratory gas-exchange during exercise, *J. Appl. Phys.*, vol. 35, no. 2, pp. 236–243.
6. Skinner, J.S. and McLellan, T.H. (1980), The transition from aerobic to anaerobic metabolism, *Res. Quart. Exerc. sport.*, vol. 51, no. 1, pp. 234–248.

