

***ДИНАМИКА ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
И СТРЕСС-ВОССТАНОВЛЕНИЯ У ЛЫЖНИЦ-ГОНЩИЦ
В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ И СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОДЫ***

*И.О. Гарнов**, *А.А. Чальшева**, *Н.Г. Варламова**, *Т.П. Логинова**,
*А.В. Козловская***, *Е.Р. Бойко**

*Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения РАН
(Республика Коми, г. Сыктывкар)

**Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина
(Республика Коми, г. Сыктывкар)

Особое внимание в тренировочном процессе лыжниц-гонщиц необходимо уделять развитию физической работоспособности и психологической устойчивости в подготовительный период для успешного достижения результата на соревновательном этапе. Сведения о влиянии соревновательного и подготовительного периодов на функциональное и психологическое состояние лыжниц-гонщиц в доступной научной литературе практически отсутствуют. Мы предполагаем, что физические нагрузки во время соревновательного периода тренировочного процесса не должны вызывать снижение физической работоспособности и ухудшать психологический статус лыжниц-гонщиц. Цель исследования – изучить динамику физической работоспособности и баланс стресс-восстановления у 11 лыжниц-гонщиц 16,0 (15,5; 19,0) лет в подготовительный и соревновательный периоды. В данном исследовании использовали тест «до отказа» на велоэргометрической установке и адаптированный опросник «Стресс-восстановление в спорте – 76». Показано, что у лыжниц-гонщиц в соревновательный период, по сравнению с подготовительным, статистически значимо снижается мощность нагрузки на пороге анаэробного обмена ($p < 0,01$), увеличиваются масса и индекс массы тела ($p < 0,02$), жизненная емкость легких ($p < 0,001$), ухудшаются психологические показатели в масштабах общего и социального стресса ($p < 0,05$). Таким образом, выявлена отрицательная

¹Работа выполнена в рамках научных тем: «Метаболическое обеспечение физической работоспособности у человека в условиях Севера и разработка способов ее повышения» по программе Фонда научных исследований на 2017–2020 годы (№ ГР ФФФФ-Ф17-117012310157-7); «Разработка способа повышения физической работоспособности путем коррекции метаболизма жиров в организме человека» по программе президиума РАН на 2018–2020 годы (№ ГР АААА-А18-118012290367-6).

Ответственный за переписку: Гарнов Игорь Олегович, адрес: 167001, Республика Коми, г. Сыктывкар, ГСП-50, ул. Первомайская, д. 50; e-mail: 566552@inbox.ru

Для цитирования: Гарнов И.О., Чальшева А.А., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Козловская А.В., Бойко Е.Р. Динамика физической работоспособности и стресс-восстановления у лыжниц-гонщиц в подготовительный и соревновательный периоды // Журн. мед.-биол. исследований. 2018. Т. 6, № 3. С. 214–222. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.3.214

динамика физической работоспособности у девушек в соревновательный период по сравнению с подготовительным на фоне негативного влияния стресса. Увеличение массы тела и индекса массы тела у спортсменок, возможно, обусловлено уменьшением на 50 % времени, затраченного на учебно-тренировочные занятия. Повышение жизненной емкости легких, по всей видимости, связано с сезонными изменениями показателя в годовом цикле.

Ключевые слова: лыжницы-гонщицы, физическая работоспособность, порог анаэробного обмена, стресс-восстановление в спорте.

Основные задачи тренировочного процесса (ТП) в лыжных гонках – развитие выносливости, силы, скорости и техники передвижений на лыжах, что предполагает большие объемы нагрузок с различной интенсивностью [1]. Элитные лыжницы-гонщицы проводят на учебно-тренировочных занятиях (УТЗ) до 800–950 ч в год, причем более 90 % времени они тратят на развитие выносливости, а оставшиеся 10 % – на развитие других физических качеств [2]. Прогнозировать спортивный результат в лыжных гонках можно на основе результатов лабораторного тестирования аэробной производительности. Важнейшими показателями функционирования кардиореспираторной системы (КРС) являются: максимальное потребление кислорода (МПК), потребление кислорода на пороге анаэробного обмена (ПК_{ПАНО}) [3, 4], частота сердечных сокращений (ЧСС) [4], мощность выполненной нагрузки [5]. Показатели функциональной подготовленности имеют высокую степень корреляции с местами, занимаемыми спортсменами, как на коротких, так и на длинных дистанциях [6]. Спортсменки успешно готовятся и выступают в соревнованиях только при условии сохранения баланса между стрессом от физических нагрузок и восстановлением [7].

Влияние занятий спортом на состояние здоровья и личностное благополучие неоднозначно. С одной стороны, спорт снижает стрессогенность образа жизни, помогает преодолевать личностные проблемы и снимать психоэмоциональное напряжение повседневной жизни. С другой стороны, с повышением квалификации и стажа занятий спортом снижается

стрессоустойчивость, ухудшается психосоматический статус [8]. Воздействие физических нагрузок в годовом цикле ТП влияет на степень напряженности адаптационных механизмов в организме спортсменок. Разнообразные тренировочные и соревновательные нагрузки, объем и интенсивность которых варьируют в зависимости от целей и задач периодов подготовки и календарного плана соревнований, вызывают различные сдвиги в КРС [9]. Основная задача подготовительного периода ТП – подготовка спортсменки к наивысшей физической форме, которую необходимо сохранить в течение всего соревновательного периода. Особенностью соревновательного периода является не только большой объем максимальных физических нагрузок, но и высокое психоэмоциональное напряжение.

В зарубежной литературе представлены данные о волнообразном изменении основных показателей физической работоспособности у лыжников-гонщиков при тестировании в разные периоды ТП [10]. В отечественной литературе преобладает информация о влиянии подготовительного этапа ТП на функциональные показатели лыжниц-гонщиц [5, 6, 11]. О влиянии соревновательного периода на спортсменов имеются единичные исследования [10], однако работ, в которых проводится сравнение состояния лыжниц-гонщиц в соревновательный и подготовительный периоды, нами в доступной литературе не встречено. Мы предполагаем, что физические нагрузки во время соревновательного периода ТП не должны вызывать снижение физической работоспособности и ухудшать психологический статус

лыжниц-гонщиц. Цель исследования – изучить динамику физической работоспособности и баланс стресс-восстановления у лыжниц-гонщиц в подготовительный и соревновательный периоды.

Материалы и методы. Исследование проведено на 11 лыжницах-гонщицах в возрасте 16,0 (15,5; 19,0) лет, проживающих в условиях Европейского Севера (62° с. ш. и 51° в. д.), из них 1 имеет квалификацию МС, 4 – КМС и 6 – первый разряд. Исследование проведено дважды – в конце подготовительного периода (октябрь) и спустя 12 недель, в середине соревновательного периода (январь). Спортсменки соблюдали стандартизированный режим питания. Главной задачей подготовительного периода ТП явилось развитие функциональных возможностей КРС и физических качеств, а соревновательного периода – получение максимального спортивного результата. Основные различия между подготовительным и соревновательным периодами состояли в общем объеме тренировочной нагрузки, соотношении долей общей (ОФП) и специальной (СФП) физической подготовки. В подготовительный период ОФП составляла 40 %, СФП – 60 %, общий объем УТЗ – 5,0–6,0 ч в день. В соревновательный период ОФП составила 25 %, СФП – 75 %, объем УТЗ – 2,5–3,0 ч в день и в среднем 10 соревновательных стартов (примерно один старт в 7 дней).

Все спортсменки подписали добровольное согласие на тестирование. Протокол исследования был одобрен локальным комитетом по этике Института физиологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. Использование методов исследования осуществлялось в соответствии с положениями Хельсинкской декларации 1975 года (с изменениями 2013 года).

В комфортных условиях у спортсменок измеряли: массу тела и рост на медицинском весоростомере, массу жира и его процентное содержание – при помощи прибора BF 302 («Omron», Япония), рассчитывали индекс массы тела (ИМТ) по формуле Кетле. Определяли

жизненную емкость легких (ЖЕЛ) на микропроцессорном спирографе СПМ-01-«Р-Д» (НПП «Монитор», г. Санкт-Петербург). Для оценки функционального состояния организма спортсменок проводили велоэргометрический тест «до отказа» на эргоспирометрической системе «Охусон Pro» («Erich Jaeger», Германия) по следующему протоколу [12]: покой лежа (2 мин), покой сидя (2 мин), педалирование без нагрузки (1 мин), ступенчатое увеличение нагрузки начиная с 80 Вт на 40 Вт каждые 2 мин при частоте педалирования 60 оборотов в минуту вплоть «до отказа» с регистрацией показателей до 5-й минуты восстановления. В течение всего теста в режиме «breath by breath» с усреднением показателей по 15-секундным отрезкам определяли: ПК на 1 кг массы тела (мл/(мин·кг)), отношение уровня ПК_{ПАНО} к уровню МПК (ПК_{ПАНО}/МПК, %), мощность нагрузки на 1 кг массы тела на ПАНО и в момент завершения теста (Вт/кг), частоту дыхания, минутный объем дыхания (МОД), ЧСС, метаболический эквивалент нагрузки, энерготраты. Для оценки общего и спортивного стресса, общего и спортивного восстановления использовали российскую версию опросника «Стресс-восстановление в спорте – 76» [7]. Опросник был заполнен до выполнения теста «до отказа».

Статистическую обработку результатов осуществляли при помощи программы «Statistica 6.0». Учитывая малочисленность исследуемой выборки и существенные индивидуальные различия в значениях определяемых показателей, проводили проверку данных на нормальность распределения с применением критерия Шапиро–Уилка. Поскольку полученные данные в нескольких случаях не подчинялись нормальному закону распределения, использовали непараметрический метод сравнения показателей. Для определения статистической значимости различий результатов применяли Т-критерий Вилкоксона. Данные представляли в виде медианы (*Me*) и интерквартильного интервала – 25-го и 75-го перцентилей (*Q1*; *Q3*). Критическим уровнем значимости статистических гипотез в исследовании принимали $p < 0,050$.

Результаты. Исследование антропометрических показателей лыжниц-гонщиц (табл. 1) показало статистически значимое повышение в соревновательный период по сравнению с подготовительным: массы тела на 1,0 % ($p < 0,020$), ИМТ на 1,0 % ($p < 0,020$), а также наличие тенденции к увеличению массы жира на 2,1 % ($p > 0,060$)

и процентного содержания жира на 2,8 % ($p > 0,20$). Отмечено статистически значимое повышение ЖЕЛ ($p < 0,010$) на 10,0 % (табл. 2). В соревновательный период в группе спортсменов отмечены снижение ($p < 0,010$) мощности нагрузки на ПАНО на 6 % (по средним значениям) и тенденция к уменьшению $ПК_{ПАНО}$ на 7,7 %. Остальные показатели

Таблица 1

**АНТРОПОФИЗИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛЫЖНИЦ-ГОНЩИЦ
В ДИНАМИКЕ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА, Ме (Q1; Q3)**

| Показатель | Период | |
|---|-------------------------|-------------------------|
| | подготовительный | соревновательный |
| Длина тела, см | 164,0 (160,7; 166,7) | 164,0 (160,7; 166,0) |
| Масса тела, кг | 53,8 (49,6; 57,4) | 54,2 (50,2; 59,0)* |
| Масса жира, кг | 9,3 (7,7; 10,2) | 9,5 (6,8; 11,1) |
| Содержание жира, % | 17,7 (16,7; 18,4) | 18,2 (13,6; 18,9) |
| ИМТ, кг/м ² | 20,1 (18,7; 21,2) | 20,3 (18,8; 21,4)* |
| МПК, мл/(мин·кг) | 53,0 (51,2; 55,9) | 51,7 (49,5; 55,5) |
| Метаболический эквивалент нагрузки в покое, ед. | 1,6 (1,5; 2,0) | 1,3 (1,2; 1,7) |
| Энерготраты в покое, ккал | 2094,0 (1866,5; 2644,5) | 1774,0 (1700,0; 2210,5) |
| ЖЕЛ в покое, л | 4,1 (4,0; 4,5) | 4,6 (4,5; 5,0)** |

Примечание: * – установлена статистическая значимость различий между показателями в подготовительный и соревновательный периоды, $p < 0,050$.

Таблица 2

**КАРДИОРЕСПИРАТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛЫЖНИЦ-ГОНЩИЦ
В ВЕЛОЭРГОМЕТРИЧЕСКОМ ТЕСТЕ «ДО ОТКАЗА», Ме (Q1; Q3)**

| Показатель | Период | |
|------------------------------|-------------------|-------------------|
| | подготовительный | соревновательный |
| ПК, мл/(мин·кг): | | |
| в покое сидя | 5,7 (5,1; 7,0) | 4,5 (4,4; 5,7) |
| на ПАНО | 46,9 (40,4; 51,8) | 43,3 (38,3; 51,8) |
| при максимальной нагрузке | 51,0 (47,5; 52,2) | 50,7 (48,1; 53,8) |
| на 5-й минуте восстановления | 9,4 (7,9; 10,4) | 10,8 (9,6; 11,7) |
| $ПК_{ПАНО}/МПК$, % | 89,5 (83,7; 94,2) | 88,0 (79,5; 94,2) |

Окончание табл. 2

| Показатель | Период | |
|--------------------------------------|----------------------|----------------------|
| | подготовительный | соревновательный |
| Мощность нагрузки, Вт/кг: | | |
| на ПАНО | 3,7 (2,6; 4,4) | 3,5 (2,4; 4,4)** |
| при максимальной нагрузке | 4,4 (4,0; 4,7) | 4,6 (3,9; 4,9) |
| Частота дыхания, мин ⁻¹ : | | |
| в покое сидя | 16,0 (14,0; 17,5) | 16,0 (14,0; 18,5) |
| на ПАНО | 35,0 (34,0; 38,0) | 37,0 (30,0; 42,0) |
| при максимальной нагрузке | 50,0 (44,5; 51,5) | 54,0 (50,5; 58,0) |
| на 5-й минуте восстановления | 25,5 (22,0; 28,0) | 27,0 (22,5; 29,0) |
| МОД, л/мин: | | |
| в покое сидя | 10,0 (8,0; 11,0) | 9,0 (7,5; 10,0) |
| на ПАНО | 68,0 (65,5; 74,0) | 71,0 (57,0; 74,0) |
| при максимальной нагрузке | 95,0 (83,0; 104,5) | 99,0 (97,0; 117,5) |
| на 5-й минуте восстановления | 19,0 (17,0; 22,0) | 24,0 (21,0; 26,5) |
| ЧСС, уд./мин: | | |
| в покое сидя | 72,0 (64,5; 75,5) | 72,0 (65,0; 74,5) |
| на ПАНО | 169,0 (168,0; 179,5) | 173,0 (166,0; 176,5) |
| при максимальной нагрузке | 184,0 (181,0; 186,0) | 186,0 (179,0; 193,0) |
| на 5-й минуте восстановления | 109,0 (90,5; 102,0) | 102,0 (98,0; 107,0) |

Примечание: ** – установлена статистическая значимость различий между показателями в подготовительный и соревновательный периоды, $p < 0,010$.

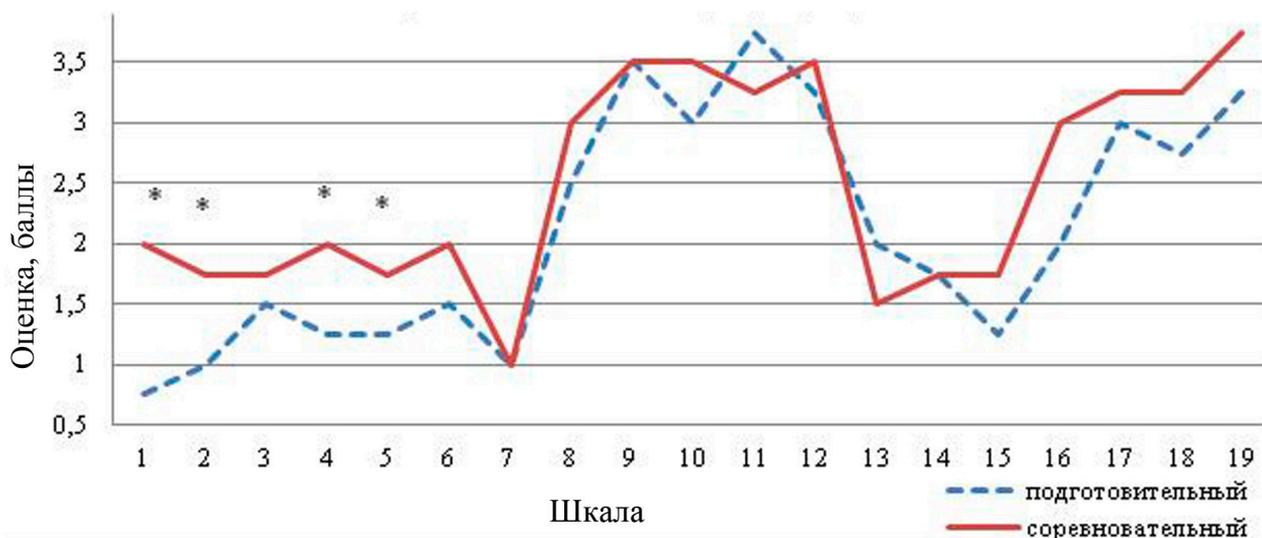
не имели статистически значимых различий и не выходили за рамки референтных значений.

Анализ данных опросника «Стресс-восстановление в спорте – 7б» (см. рисунок) выявил у спортсменок в соревновательный период по сравнению с подготовительным статистически значимое повышение уровней шкал: «Общий стресс» – на 62,1 % ($p < 0,010$), «Эмоциональный стресс» – 43,0 % ($p < 0,010$), «Конфликты/давление» – 37,0 % ($p < 0,010$), «Усталость» – 28,0 % ($p < 0,030$).

Обсуждение. Компонентный состав массы тела в спорте имеет широкое информационное поле: возрастные и квалификационные различия; видовая специфика, модельные характери-

стики, взаимосвязь с физическими качествами и функциональными показателями [13]. Анализ антропометрических показателей у обследованных нами спортсменок 15–19 лет выявил более высокие значения массы жира и его процентного содержания, чем у лыжниц-гонщиц 15–17 лет [13] и у девушек 19,8±0,6 лет, занимающихся другим циклическим видом спорта (бег) [14].

Исследование, проведенное с участием девушек, занимающихся бегом [14], показало снижение массы жира с 18,79±3,28 до 15,72±5,59 % в соревновательный период по сравнению с подготовительным. У обследованных нами лыжниц-гонщиц динамика массы жира была обратной, хотя по данным литературы [13] при интенсивной физической нагрузке



Сравнение показателей стресс-восстановления у лыжниц-гонщиц в подготовительный и соревновательный периоды тренировочного процесса по шкалам: 1 – «Общий стресс»; 2 – «Эмоциональный стресс»; 3 – «Социальный стресс»; 4 – «Конфликты/давление»; 5 – «Усталость»; 6 – «Недостаток энергии»; 7 – «Физические жалобы»; 8 – «Успех»; 9 – «Социальное восстановление»; 10 – «Физическое восстановление»; 11 – «Общее благополучие»; 12 – «Сон»; 13 – «Качество перерывов»; 14 – «Эмоциональное выгорание»; 15 – «Подверженность травме»; 16 – «Спортивная форма»; 17 – «Личные достижения»; 18 – «Самоэффективность»; 19 – «Саморегуляция» (* – установлена статистическая значимость различий между показателями подготовительного и соревновательного периодов, $p < 0,050$)

происходит уменьшение жирового компонента и увеличение активной массы тела. Таким образом, можно предположить, что выявленное нами увеличение массы жира у девушек в соревновательный период по сравнению с подготовительным связано с особенностями ТП (снижением количества времени на УТЗ с 5,0–6,0 до 2,5–3,0 ч в день).

Жизненная емкость легких является важным показателем функциональных возможностей внешнего дыхания. Установленное в нашем исследовании увеличение ЖЕЛ, по всей видимости, не зависит от рассматриваемых этапов ТП и связано с динамическими изменениями функции внешнего дыхания в течение годового цикла [15]. Повышение ЖЕЛ от теплого к холодному периоду года способствует увеличению дыхательной поверхности легких и тем самым создает условия для более эффективного приспособления легочной вентиляции к удовлетворению по-

вышенных метаболических потребностей организма зимой, способствует лучшему согреванию вдыхаемого воздуха и насыщению его влагой [16].

Известно, что мощность нагрузки на ПАНО коррелирует со средней соревновательной скоростью [17], а снижение $ПК_{ПАНО}$ и повышение мощности нагрузки на ПАНО свидетельствует об увеличении аэробной работоспособности [5]. Уменьшение мощности нагрузки на ПАНО и тенденция к снижению $ПК_{ПАНО}$ ($p > 0,109$) в соревновательный период, выявленные нашим исследованием, вероятно, отражают снижение аэробной работоспособности.

У лыжниц-гонщиц в соревновательный период отмечено повышение значений в шкалах: «Общий стресс», «Эмоциональный стресс», «Конфликты/давление» и «Усталость». Это может проявляться психическим напряжением, подавленным настроением, вялостью, тревогой, снижением энергетического потенциала, воз-

никновением проблем в достижении поставленных целей и усталостью вследствие длительного психологического и физического напряжения [7]. Необходимо отметить, что данные шкалы входят в масштаб «Общий стресс» адаптированного опросника и отражают общий и социальный стресс, который испытывают спортсменки.

Таким образом, у лыжниц-гонщиц в соревновательный период по сравнению с подготовительным отмечена отрицательная динамика физической работоспособности, а именно уменьшение мощности выполненной нагрузки на ПАНО на фоне негативного влияния общего и социального стресса. Увеличение массы тела и ИМТ у спортсменок, возможно, связано с уменьшением на

50 % времени, затраченного на УТЗ; увеличение ЖЕЛ, по всей видимости, – с сезонными изменениями показателя в годовом цикле.

Полученные данные позволят тренерам-преподавателям учитывать объем физических нагрузок на разных этапах ТП с целью его корректировки. Рекомендуется проводить функциональное и психологическое тестирование спортсменок в соревновательный период, с целью разработки индивидуальной программы восстановления. Тренерскому штабу и врачам команды необходимо обращать внимание на роль восстановительных процедур и их регламентированное применение в соревновательный период ТП.

Список литературы

1. Sandbakk Ø., Hegge A.M., Losnegard T., Skattebo Ø., Tønnessen E., Holmberg H.C. The Physiological Capacity of the World's Highest Ranked Female Cross-Country Skiers // *Med. Sci. Sports Exerc.* 2016. Vol. 48, № 6. P. 1091–1100.
2. Solli S.G., Tønnessen E., Sandbakk Ø. The Training Characteristics of the World's Most Successful Female Cross-Country Skiers // *Front. Physiol.* 2017. Vol. 8. Art. № 1069.
3. Rusko H. The Effect of Training on Aerobic Power Characteristics of Young Cross-Country Skiers // *J. Sports Sci.* 1987. Vol. 5, № 3. P. 273–286.
4. Ландырь А.П., Ачкасов Е.Е., Добровольский О.Б., Руненко С.Д., Султанова О.А. Определение тренировочных зон частоты сердечных сокращений для спортсменов // *Спортивная медицина: наука и практика.* 2013. № 1. С. 40–45.
5. Попов Д.В., Грушин А.А., Виноградова О.Л. Физиологические основы оценки аэробных возможностей и подбора тренировочных нагрузок в лыжном спорте и биатлоне. М.: Сов. спорт, 2014. 78 с.
6. Грушин А.А., Ростовцев В.Л. Влияние структуры, объема и интенсивности тренировочных средств на специальную и функциональную подготовленность высококвалифицированных лыжниц-гонщиц // *Вестн. спортив. науки.* 2010. № 5. С. 7–11.
7. Ковбас Е.Ю. Русская версия опросника RESTQ-SPORT (Kellman, Kallus, 2001 г.) для оценки состояния восстановления у спортсменов // *Лечеб. физкультура и спортив. медицина.* 2015. № 2(128). С. 15–21.
8. Речкалов А.В., Смелышева Л.Н., Пиеничникова О.Л. Психологический статус спортсменов разных специализаций // *Теория и практика физ. культуры.* 2006. № 6. С. 47–49.
9. Белова Е.Л., Румянцева Н.В. Взаимосвязь показателей ритма сердца и некоторых характеристик тренировочных и соревновательных нагрузок квалифицированных лыжников-гонщиков // *Вестн. спортив. науки.* 2009. № 5. С. 22–25.
10. Losnegard T., Myklebust H., Spencer M., Hallén J. Seasonal Variations in $\dot{V}_{O_{2max}}$, O_2 -Cost, O_2 -Deficit, and Performance in Elite Cross-Country Skiers // *J. Strength Cond. Res.* 2013. Vol. 27, № 7. P. 1780–1790.
11. Павлова А.Н., Чиков А.Е. Динамика аэробных возможностей юных лыжниц-гонщиц 15-16 лет в подготовительном периоде. URL: <https://www.scienceforum.ru/2016/1435/19776> (дата обращения: 26.02.2017).
12. Гарнов И.О., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Потолицина Н.Н., Бойко Е.Р. Функциональное состояние лыжниц-гонщиц в мезоцикле летнего подготовительного этапа // *Лечеб. физкультура и спортив. медицина.* 2017. № 2(140). С. 9–17.
13. Абрамова Т.Ф., Никитина Т.М., Кочеткова Н.И. Лабильные компоненты массы тела – критерии общей физической подготовленности и контроля текущей и долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам. М.: Скайпринт, 2013. 132 с.

14. Johnson G.O., Nebelsick-Gullett L.J., Thorland W.G., Housh T.J. The Effect of a Competitive Season on the Body-Composition of University Female Athletes // *J. Sports Med. Physiol. Fitness*. 1989. Vol. 29, № 4. P. 314–320.
15. Варламова Н.Г., Евдокимов В.Г. Оценка внешнего дыхания у девушек и женщин Европейского Севера // *Гигиена и санитария*. 2008. № 1. С. 16–19.
16. Ефимова Н.В., Попова О.Н. Адаптивные реакции внешнего дыхания у здоровых студентов в годовом цикле на Европейском Севере // *Экология человека*. 2012. № 3. С. 23–27.
17. Fabre N., Balestreri F., Leonardi A., Schena F. Racing Performance and Incremental Double Poling Test on Treadmill in Elite Female Cross-Country Skiers // *J. Strength Cond. Res*. 2010. Vol. 24, № 2. P. 401–407.

References

1. Sandbakk Ø., Hegge A.M., Losnegard T., Skattebo Ø., Tønnessen E., Holmberg H.C. The Physiological Capacity of the World's Highest Ranked Female Cross-Country Skiers. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2016, vol. 48, no. 6, pp. 1091–1100.
2. Solli S.G., Tønnessen E., Sandbakk Ø. The Training Characteristics of the World's Most Successful Female Cross-Country Skier. *Front. Physiol.*, 2017, vol. 8. Art. no. 1069.
3. Rusko H. The Effect of Training on Aerobic Power Characteristics of Young Cross-Country Skiers. *J. Sports Sci.*, 1987, vol. 5, no. 3, pp. 273–286.
4. Landyr' A.P., Achkasov E.E., Dobrovolskiy O.B., Runenko S.D., Sultanova O.A. Opredelenie trenirovochnykh zon chastoty serdechnykh sokrashcheniy dlya sportsmenov [Determination of Training Heart Rate Zones for Athletes]. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika*, 2013, no. 1, pp. 40–45.
5. Popov D.V., Grushin A.A., Vinogradova O.L. *Fiziologicheskie osnovy otsenki aerobnykh vozmozhnostey i podbora trenirovochnykh nagruzok v lyzhnom sporte i biatlone* [Physiological Bases for Estimation of Aerobic Capacity and Adjustment of Training Loads in Skiing and Biathlon]. Moscow, 2014. 78 p.
6. Grushin A.A., Rostovtsev V.L. Vliyaniye struktury, ob'ema i intensivnosti trenirovochnykh sredstv na spetsial'nyuyu i funktsional'nyuyu podgotovlennost' vysokokvalifitsirovannykh lyzhnits-gonshchits [Influence of Training Structure, Volume and Intensity on Special and Functional Preparedness of Elite Female Cross-Country Skiers]. *Vestnik sportivnoy nauki*, 2010, no. 5, pp. 7–11.
7. Kovbas E.Yu. Russkaya versiya oprosnika RESTQ-SPORT (Kellman, Kallus, 2001 g.) dlya otsenki sostoyaniya vosstanovleniya u sportsmenov [The Russian Version of the RESTQ-Sport (Kellmann, Kallus, 2001) for Assessment of Recovery in Athletes]. *Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina*, 2015, no. 2, pp. 15–21.
8. Rechkalov A.V., Smelysheva L.N., Pshenichnikova O.L. Psikhologicheskiy status sportsmenov raznykh spetsializatsiy [The Psychological Status of Athletes of Different Specializations]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*, 2006, no. 6, pp. 47–49.
9. Belova E.L., Rummyantseva N.V. Vzaimosvyaz' pokazateley ritma serdtsa i nekotorykh kharakteristik trenirovochnykh i sorevnovatel'nykh nagruzok kvalifitsirovannykh lyzhnikov-gonshchikov [Interrelation Between Heart Rate Parameters and Some Characteristics of Training and Competitive Loads in Elite Cross-Country Skiers]. *Vestnik sportivnoy nauki*, 2009, no. 5, pp. 22–25.
10. Losnegard T., Myklebust H., Spencer M., Hallén J. Seasonal Variations in $\dot{V}_{O_{2max}}$, O_2 -Cost, O_2 -Deficit, and Performance in Elite Cross-Country Skiers. *J. Strength Cond. Res.*, 2013, vol. 27, no. 7, pp. 1780–1790.
11. Pavlova A.N., Chikov A.E. *Dinamika aerobnykh vozmozhnostey yunykh lyzhnits-gonshchits 15-16 let v podgotovitel'nom periode* [Aerobic Capacity Dynamics in Young Female Cross-Country Skiers Aged 15–16 Years During the Preparatory Phase]. Available at: <https://www.scienceforum.ru/2016/1435/19776> (accessed 26 February 2017).
12. Garnov I.O., Varlamova N.G., Loginova T.P., Potolitsina N.N., Boyko E.R. Funktsional'noe sostoyanie lyzhnits-gonshchits v mezotsikle letnego podgotovitel'nogo etapa [Functional State of Cross-Country Skiers in the Summer Preparatory Stage of Training Mesocycle]. *Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina*, 2017, no. 2, pp. 9–17.
13. Abramova T.F., Nikitina T.M., Kochetkova N.I. *Labil'nye komponenty massy tela – kriterii obshchey fizicheskoy podgotovlennosti i kontrolya tekushchey i dolgovremennoy adaptatsii k trenirovochnym nagruzkam* [Labile Components of Body Weight: Criteria for General Physical Fitness and Control of Current and Long-Term Adaptation to Training Loads]. Moscow, 2013. 132 p.
14. Johnson G.O., Nebelsick-Gullett L.J., Thorland W.G., Housh T.J. The Effect of a Competitive Season on the Body-Composition of University Female Athletes. *J. Sports Med. Physiol. Fitness*, 1989, vol. 29, no. 4, pp. 314–320.

15. Varlamova N.G., Evdokimov V.G. Otsenka vneshnego dykhaniya u devushek i zhenshchin Evropeyskogo Severa [Evaluation of External Respiration in the Girls and Women of the European North]. *Gigiena i sanitariya*, 2008, no. 1, pp. 16–19.

16. Efimova N.V., Popova O.N. Adaptivnye reaktivnyye vneshnego dykhaniya u zdorovykh studentov v godovom tsikle na Evropeyskom Severe [Adaptive Responses of External Respiration in Healthy Students During the Annual Cycle in the European North]. *Ekologiya cheloveka*, 2012, no. 3, pp. 23–27.

17. Fabre N., Balestreri F., Leonardi A., Schena F. Racing Performance and Incremental Double Poling Test on Treadmill in Elite Female Cross-Country Skiers. *J. Strength Cond. Res.*, 2010, vol. 24, no. 2, pp. 401–407.

DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.3.214

Igor' O. Garnov*, **Anna A. Chalysheva***, **Nina G. Varlamova***,
Tat'yana P. Loginova*, **Anna V. Kozlovskaya****, **Evgeniy R. Boyko***

*Institute of Physiology, Komi Science Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
(Syktyvkar, Russian Federation)

**Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin
(Syktyvkar, Russian Federation)

DYNAMICS OF PHYSICAL WORKING CAPACITY AND RECOVERY-STRESS OF FEMALE CROSS-COUNTRY SKIERS DURING THE PREPARATORY AND COMPETITIVE PHASES

The main objective of the training process in cross-country skiing is the development of physical working capacity and psychological stability for successful performance during the competitive phase. However, there is limited information available about the influence of the competitive and preparatory phases on the functional and psychological condition of female cross-country skiers. We assume that physical loads during the competitive phase neither reduce physical working capacity nor worsen the psychophysiological state of female cross-country skiers. This paper studies the dynamics of physical working capacity and the recovery-stress balance in 11 female cross-country skiers aged 16.0 (15.5; 19.0) years during the preparatory and competitive phases of the training process. In our research we used maximal exercise test on a bicycle ergospirometer and the Russian version of the RESTQ-Sport-76 questionnaire. We found that during the competitive phase female cross-country skiers had decreased load power at anaerobic threshold ($p < 0.01$), increased body weight and body mass index ($p < 0.02$), higher vital capacity ($p < 0.001$) and greater values of social and overall stress ($p < 0.05$) as compared to the preparatory phase. Thus, we identified negative changes in the subjects' physical working capacity during the competitive phase compared to the preparatory phase against the background of the negative impact of overall and social stress. The increase in body weight and body mass index can, probably, be explained by the 50 % reduction of training time. The higher vital capacity is, most likely, caused by the seasonal effects on the respiratory system.

Keywords: *female cross-country skiers, physical working capacity, anaerobic threshold, recovery-stress in sports.*

Поступила 14.02.2018
Received 14 February 2018

Corresponding author: Igor' Garnov, address: ul. Pervomayskaya 50, GSP-50, Syktyvkar, 167001, Respublika Komi, Russian Federation; e-mail: 566552@inbox.ru

For citation: Garnov I.O., Chalysheva A.A., Varlamova N.G., Loginova T.P., Kozlovskaya A.V., Boyko E.R. Dynamics of Physical Working Capacity and Recovery-Stress of Female Cross-Country Skiers During the Preparatory and Competitive Phases. *Journal of Medical and Biological Research*, 2018, vol. 6, no. 3, pp. 214–222. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.3.214