

Е.А. Шагарова, И.Ю. Горская

## ИНФОРМАТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОНИТОРИНГА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ЛЫЖНИЦ-ГОНЩИЦ

Разработано содержание мониторинга функционального состояния лыжниц-гонщиц высокой квалификации. Для определения информативных показателей проведен корреляционный анализ, направленный на выявление связей показателей функционального состояния с общей и специальной физической подготовленностью и соревновательной результативностью лыжниц-гонщиц. Показатели функционального состояния спортсменок, тесно коррелирующие с параметрами спортивной результативности, определены в качестве наиболее информативных и вошли в содержание мониторинга функционального состояния высококвалифицированных лыжниц-гонщиц.

**Ключевые слова:** лыжные гонки; функциональное состояние; мониторинг; корреляционный анализ; физическая подготовка.

### Введение

В лыжных гонках сложилась ситуация, когда для контроля подготовленности лыжниц-гонщиц недостаточно только «прикидочных» или контрольных стартов, тренеру необходима комплексная оценка готовности спортсменки, как физической подготовленности, так и по показателям функционального состояния. Проблема влияния различных физических нагрузок на изменение параметров специальной и общей подготовленности лыжниц-гонщиц на современном этапе является недостаточно изученной, но актуальной [1–4]. Мониторинг функционального состояния позволяет объективно оценивать уровень подготовленности лыжниц-гонщиц и своевременно вносить коррективы в тренировочный процесс и график соревновательной деятельности. При некорректном построении тренировочного процесса нагрузки могут приводить к развитию перенапряжения, хронического утомления, переутомления, что вызывает снижение работоспособности, иммунитета и при длительном воздействии способствует срыву адаптации. Чтобы не допустить этого, необходимо ориентироваться на индивидуальные особенности спортсмена при выборе мощности, длительности и направленности физической нагрузки [5–9].

При подготовке высококвалифицированных лыжниц-гонщиц необходим дифференцированный подход к объему, темпу выполнения упражнений. Поэтому оперативный мониторинг функционального состояния высококвалифицированных лыжниц-гонщиц является важнейшим механизмом педагогического контроля. Эффективное управление тренировочным процессом должно основываться на принципе обратной связи, элементами которой выступают различные педагогические тесты и функциональные пробы [10–12]. Выявление объективно существующих факторов, влияющих на результативность соревновательной деятельности лыжниц-гонщиц, позволит рационально распределить тренировочные воздействия во временном интервале годичной подготовки. При этом стоит отметить, что система мониторинга уровня физической и функциональной подготовленности спортсменок и организация тренировочного процесса по этапам и периодам подготовки разработаны недостаточ-

но. В последние годы ученые многих стран проделали большую работу по определению физиологического воздействия тех или иных методов тренировки на организм спортсмена [13–19]. Однако, несмотря на широкое внедрение многочисленных аппаратных методик мобильной диагностики состояния спортсмена, остается открытым вопрос подбора наиболее информативных показателей функционального состояния, а также дальнейшего использования полученных сведений для планирования и коррекции тренировочного процесса.

Проведенный анализ научной литературы показал противоречивый характер рекомендаций по мониторингу физической и функциональной подготовленности квалифицированных лыжниц-гонщиц. Отдельные авторы считают, что основным компонентом формирования высокой производительности соревновательной функциональной системы лыжника является соревновательный режим бега, от объема которого на предсоревновательном этапе зависит реализационная эффективность спортсмена как главное слагаемое спортивного результата. При этом корреляционные связи спортивного результата лыжников экстракласса с показателями силы, скоростно-силовых способностей, аэробной и анаэробной мощности и экономичности приближаются к нулю [20].

П.А. Малеев и К.К. Марков рассмотрели влияние силовой выносливости на спортивный результат лыжников, специализирующихся в дистанционных дисциплинах. Проведенный корреляционный анализ между показателями силовой выносливости (подтягивание в висе на перекладине, сгибание-разгибание рук из упора лежа, приседания на одной ноге, сгибание-разгибание рук на брусьях, поднимание-опускание туловища из и.п. лежа, подъем переворотом) и соревновательной результативностью в дистанционных гонках показал, что имеются тесные связи между исследуемыми характеристиками ( $r = 0,63–0,81$ ) [21].

Н.С. Загурский, О.А. Усатова, проведя корреляционный анализ, выявили, что передвижение на лыжероллерах и работа на силовом тренажере Conceptr являются основными средствами подготовки у лыжниц-спринтеров, отражающими специфику соревновательной деятельности и имеющих наиболее высокие

корреляционные связи со спортивным результатом. Сильные корреляционные связи выявлены в показателях максимального потребления кислорода (МПК) и порога анаэробного обмена (ПАНО) ( $r = -0,74$  и  $r = -0,79$  соответственно), максимальной скорости передвижения в ступенчатом тесте на лыжероллерах ( $r = 0,85$ ) и скорости передвижения на уровне ПАНО на лыжероллерах ( $r = 0,82$ ). Высокую связь со спортивным результатом авторы выявили в тесте с использованием спортивного тренажера Concept ( $r$  от  $-0,70$  до  $-0,75$ ). Но в тестах по общей физической подготовке (прыжок в длину с места, десятерный прыжок, отжимания в упоре на брусьях, подъем туловища на наклонной доске) корреляционные связи ниже среднего ( $r = 0,44-0,59$ ) [22].

Ученые Норвежского университета науки и технологий провели исследование по определению физиологических детерминантов спринтерской и стайерской результативности у элитных лыжников [23]. Они отмечают, что ни одно исследование до настоящего времени не показало, какие физиологические возможности определяют уровни результативности на спринтерских и стайерских дистанциях у элитных лыжников. В своем исследовании они соотнесли физиологические лабораторные показатели с уровнем результативности на спринтерских и стайерских дистанциях лыжных гонок с помощью рейтинговых очков международной лыжной федерации (FIS-очков). Результаты показывают, что пиковая мощность для верхних и нижних конечностей коррелирует с результатами в спринте ( $r = 0,68$  и  $-0,47$ ), но не с результатами на стайерских дистанциях. МПК коррелирует с результатами на стайерских дистанциях ( $r = -0,70$ ), но не в спринте. Не выявлено значимых корреляций между общей эффективностью и FIS-очками в спринте или на стайерских лыжных дистанциях. Уровень результативности на стайерских дистанциях коррелирует с уровнем лактата в крови и респираторного коэффициента на субмаксимальных скоростях ( $r = 0,73$ ). Антропометрические показатели не коррелируют с уровнем результативности в спринте и на стайерских дистанциях. [23, 24].

Несмотря на значительное количество научно-исследовательских работ, направленных на изучение особенностей подготовки высококвалифицированных лыжниц-гонщиц, проблема обновления и конкретизации имеющихся в литературе данных в связи с требованиями интенсивно меняющейся практики лыжных гонок требует проведения углубленных исследований в этом направлении, включая уточнение содержания мониторинга функционального состояния лыжниц-гонщиц высокой квалификации. На более ранних этапах развития лыжных гонок определяющим фактором результативности спортсмена являлась общая и скоростно-силовая выносливость. В настоящее время наблюдается тенденция к универсализации подготовки в лыжных гонках в связи с расширением участия спортсменов в гонках на разные дистанции. В исследованиях выявлено, что система подготовки российских лыжниц-гонщиц высокой квалификации нуждается в изменении подхода к силовой, скоростно-силовой и аэробной работе

мышц плечевого пояса, которые на современном этапе развития данного вида спорта являются лимитирующим фактором для достижения высоких спортивных результатов [25]. Увеличение аэробных возможностей мышц плечевого пояса и мышц туловища может быть основным потенциалом для дальнейшего увеличения аэробной работоспособности лыжниц-гонщиц. В этой связи пересмотр средств контроля функционального состояния спортсмена в лыжных гонках является важной задачей в научном и научно-методическом сопровождении подготовки лыжниц-гонщиц.

Таким образом, анализ специальной научной литературы по исследуемой теме показал, что проблема совершенствования медико-биологического и педагогического контроля высококвалифицированных лыжниц-гонщиц с использованием мониторинга функционального состояния требует уточнения и дополнения с учетом современных реалий подготовки в лыжных гонках.

Цель работы – разработать содержание мониторинга функционального состояния лыжниц-гонщиц высокой квалификации на основе выявления информативных показателей, определяющих спортивную результативность.

### Методы и организация исследования

В исследовании были использованы такие методы, как теоретический анализ и обобщение научно-методической литературы, анализ документальных материалов, педагогическое наблюдение, контрольные испытания, биомеханический метод исследования, медико-биологические методы, статистическая обработка. Научная работа проведена на базе кафедры естественно-научных дисциплин Сибирского государственного университета физической культуры и спорта (Омск) и государственного автономного учреждения Тюменской области «Центр спортивной подготовки и проведения спортивных мероприятий» с участием 20 высококвалифицированных лыжниц-гонщиц, состоящих в сборной Тюменской области (уровень квалификации – мастера спорта, кандидаты в мастера спорта).

В ходе педагогического наблюдения проводился анализ электронных дневников ежедневных тренировок с использованием программы Polar Flow с целью контроля интенсивности (ЧСС, уд/мин), объема (км, часы выполненной работы ациклического и циклического характера) задаваемой нагрузки в микроцикле, мезоцикле и макроцикле. Для измерения двигательных возможностей лыжниц-гонщиц применялся биомеханический анализ техники лыжниц-гонщиц высокой квалификации с помощью датчика Racefox (WeMeMove) и мобильного приложения для Android. Данный прибор представляет собой нагрудный датчик, в который встроен акселерометр. При тестировании спортсменов при передвижении на лыжероллерах, используя технику «даблполинг» (doublepoling – одновременный бесшажный классический ход, применяется в гонках классическим и свободным стилями, а также в тренировках для повышения специаль-

ной силовой подготовленности) в 8-минутном тесте, анализировались следующие характеристики: ускорение корпуса до постановки палок, м/с<sup>2</sup> (Attack), ускорение корпуса во время основного отталкивания, м/с<sup>2</sup> (CorePower), частота отталкиваний в минуту, количество отталкиваний в минуту (Frequency), коэффициент стабильности отталкиваний, усл. ед (Consistency).

Для оценки дыхательной системы определяли жизненную емкость легких (ЖЕЛ), используя портативный спирометр MicroLoop (CareFusion), для оценки скоростно-силовых качеств был использован тест на определение максимальной алактатной мощности (МAM) мышц плечевого пояса, для оценки функционального состояния и реакции сердечно-сосудистой системы (ССС) лыжниц-гонщиц использовались методы определения ПАНО с помощью теста с повышающейся нагрузкой на ручном эргометре SkiERG (Concept 2) с взятием пробы крови на определение уровня лактата и теста Конкони на лыжероллерах, а для оценки частоты сердечных сокращений (ЧСС) использовались мониторы сердечного ритма Polar V800 и M400.

Мониторинг функционального состояния осуществлялся в начале (май) и в конце (сентябрь) подготовительного периода высококвалифицированных лыжниц-гонщиц. Для оценки функционального состояния анализировалось два блока показателей – морфофункциональные показатели и показатели физической подготовленности. В исследовании был использован критерий корреляции Пирсона для определения тесноты корреляционной связи между показателями общей и специальной физической подготовленности, морфофункциональными показателями и результативностью в спортивном сезоне у лыжниц-гонщиц высокой квалификации. В ходе исследования анализировались только статистически достоверные связи, критическое значение коэффициента корреляции не ниже 0,500 (–0,500). Расчет производился в программе SPSS Statistics 17.0.

## Результаты исследования и их обсуждение

В нашем исследовании для определения информативных показателей функционального состояния был проведен корреляционный анализ, направленный на выявление связей с показателями спортивной результативности лыжниц-гонщиц. Оценка функционального состояния проводилась по морфофункциональным показателям и показателям физической подготовленности. Морфофункциональные показатели включали в себя антропометрические индексы, ЖЕЛ, оценку силы мышц спины, определение ПАНО (с использованием теста Конкони и ступенчатого теста на тренажере Concept 2 с взятием крови на определение уровня лактата), а также определение мощности плечевого пояса (с использованием тренажера Concept 2). Показатели физической подготовленности составили сгибание-разгибание рук в упоре лежа, поднимание-опускание туловища, бег на дистанции 100 м и 5 км, прыжок в длину с места, бег на лыжероллерах на дистанции 15 км свободным стилем и 1,4 км классическим стилем, 8-минутный тест с использованием датчика Racefox и техники «даблполинг».

Для оценки соревновательной результативности учитывались результаты соревновательных гонок на лыжероллерах на дистанциях 15 км свободным стилем и 1,4 км классическим стилем, а также лыжных гонок на дистанциях спринта, 5 км, 10 км классическим и свободным стилем в спортивном сезоне 2016/2017. Были выбраны результаты спортивных соревнований, в которых лыжницы-гонщицы должны были показать наивысший результат, согласно перспективному индивидуальному плану. В ходе исследования выявлено значительное количество корреляционных связей показателей времени прохождения соревновательной дистанции с параметрами общей, специальной физической подготовленности и функциональным состоянием (таблица).

**Корреляция результатов соревновательной деятельности с показателями физической подготовленности и морфофункциональными показателями**

Показатели	Лыжная гонка (л/г)					Гонка на лыжероллерах (л/р)	
	Классический стиль (к/с)			Свободный стиль (с/с)			
	спринт	5 км	10 км	3,3 км	10 км	с/с 15 км	к/с 1,4 км
Поднимание-опускание туловища	-0,599	-0,516	-0,750		-0,727	-0,700	-0,599
Сгибание-разгибание рук в упоре лежа	-0,687	-0,637		-0,720	-0,852		
Прыжок в длину с места				-0,747			
Бег 100 м							0,586
МAM			-0,900	-0,902	-0,900		
ПАНО		-0,710		-0,902	-0,788		
ЖЕЛ, мл	-0,810		-0,757				
Индекс процентного отношения мышечной силы к массе				-0,666	-0,747		
Индекс процентного отношения становой силы к массе			-0,676	-0,712	-0,857		
Индекс Кетле, г/см						0,603	
Индекс Брока, %						0,721	
Индекс Эрисмана						0,882	
Л/г (к/с) 5 км	0,760		0,922	0,909		0,739	0,760
Л/г (с/с) (спринт)	0,737	0,760			0,602		
Л/г (к/с) (спринт)				0,882			
Л/г (с/с) 10 км	0,798		0,859			0,671	0,631
Л/г (к/с) 10 км		0,922			0,859	0,798	0,798

Л/г (с/с) 3,3 км	0,882	0,909				0,732	0,737
Л/р (к/с) 1,4 км		0,760	0,798	0,737	0,631		
Л/р (с/с) 15 км		0,739	0,798	0,732	0,671		0,705
Ускорение корпуса во время основного отталкивания руками (датчик Racefox)	0,803	0,700	0,680	0,720			0,790
Ускорение корпуса до постановки палок (датчик Racefox)	0,851	0,765	0,665	0,751			0,705

Результаты в спринте и дистанционных гонках коррелируют с результатами МАМ плечевого пояса ( $r = -0,902$  и  $-0,900$ ). Выявлены значимые корреляционные связи между стайерскими лыжными дистанциями и морфофункциональными показателями лыжниц-гонщиц: индексы Кетле, Брока, Эрисмана, ПАНО ( $r = 0,603$ ;  $r = 0,721$ ;  $r = 0,882$ ;  $r = -0,902$ ). Уровень результативности на спринтерских дистанциях коррелирует с подниманием-опусканием туловища и сгибанием-разгибанием рук в упоре лежа ( $r = -0,599$ ;  $r = -0,687$ ). Наблюдаются тесные корреляционные связи между результатами в лыжных гонках классическим, свободным стилями на различных дистанциях и показателями в тесте на лыжероллерах с использованием датчика Racefox (ускорение корпуса во время основного отталкивания руками и с ускорением корпуса до постановки палок), значения корреляции от 0,665 до 0,851.

Корреляционный анализ позволил определить «слабые» места в подготовленности спортсменок, а также обозначить лимитирующие факторы достижение соревновательного результата. Основываясь на полученных данных, можно сказать, что спортивный результат спортсменок на современном этапе зависит от силовой подготовленности, мощности плечевого пояса, уровня аэробной выносливости, скоростных и скоростно-силовых способностей лыжниц-гонщиц. Следовательно, взрывная сила, измеренная максимальная алактатная мощность плечевого пояса и порог анаэробного обмена связаны как с результативностью в спринте, так и с результативностью в дистанционных гонках.

Полученные данные использованы для разработки содержания мониторинга физической подготовленности и функционального состояния высококвалифицированных лыжниц-гонщиц, т.е. показатели, в которых выявлены тесные корреляционные связи с соревновательной результативностью, отнесены к наиболее информативным.

В связи с тем, что общая и специальная подготовленность формируется в течение всего годичного цикла спортивной подготовки, контроль изменения количественных показателей воздействия физических нагрузок на состояние спортсменок необходимо осуществлять в рамках текущих обследований – после каждого микроцикла, и этапных обследований – три раза в сезон (май, июль, сентябрь). Предлагаем включить три среза для этапного контроля с использованием информативных тестов физического и функционального состояния лыжниц-гонщиц в начале подготовительного периода в мае (исследовать исходный уровень подготовленности лыжниц-гонщиц), июле (середина подготовительного периода) и сентябре (окончание подготовительного периода). Для эффек-

тивного управления подготовкой высококвалифицированных лыжниц-гонщиц были определены сроки текущего и этапного контроля и их содержание.

Текущий контроль осуществляется тренером (при возможности тренером совместно с научной группой) с использованием системы Polar Flow. После каждого микроцикла выявляются динамика нагрузки, объем циклической и ациклической работы, интенсивность нагрузки, а также развитие техники и уровень подготовленности лыжниц-гонщиц. Также рекомендуется анализировать данные ЧСС во время тренировочного процесса с использованием мониторов сердечного ритма, а также проводить мониторинг тренировочной нагрузки (объем, интенсивность, продолжительность нагрузки) после каждого микроцикла для оптимизации тренировочного процесса с использованием программы Polar Flow.

Этапный контроль проводится в начале подготовительного периода (май), в середине подготовительного периода (июль) и в конце подготовительного периода (сентябрь). На данных этапах следует регистрировать наиболее информативные морфофункциональные и физические показатели, которые были выделены в исследовании для этапного контроля: антропометрические индексы (индексы Кетле, Брока и Эрисмана и индекс процентного отношения становой силы к массе, индекс процентного отношения мышечной силы к массе), ПАНО, МАМ, становую динамометрию, бег 100 м, сгибание-разгибание рук, поднимание-опускание туловища, прыжок в длину с места, бег на 5 км, гонка на лыжероллерах на дистанции 15 км и 1,4 км, тест с использованием датчика Racefox.

В текущий контроль включено педагогическое наблюдение за электронными дневниками тренировок в программе Polar Flow однократно после каждого микроцикла.

Применение разработанного содержания мониторинга должно являться неотъемлемой частью подготовки высококвалифицированных лыжниц-гонщиц, так как он необходим для оптимизации тренировочного процесса и соревновательной деятельности на основе учета различных сторон подготовленности и функционального состояния лыжниц-гонщиц, индивидуализации и коррекции процесса подготовки.

## Заключение

Проведенное исследование позволило разработать содержание мониторинга функционального состояния лыжниц-гонщиц высокой квалификации на основе выявления информативных показателей, определяющих спортивную результативность. Определены факторы функционального состояния спортсменок, спо-

собствующие достижению наилучшего результата в лыжных гонках, а также факторы, лимитирующие результат. К таким факторам были отнесены показатели морфофункционального состояния и физической подготовленности, наиболее тесно коррелирующие с показателями спортивного результата лыжниц-гонщиц. Среди морфофункциональных показателей к таким факторам относятся: ПАНУ; МАМ плечевого пояса; станова́я динамометрия; индекс процентного отношения становой силы к массе, индекс процентного отношения мышечной силы к массе, индексы Кетле, Брока и Эрисмана, ЖЕЛ. Из показателей физической подготовленности к таким факторам можно отнести результаты в тестах: сгибание-разгибание рук в упоре лежа; поднимание-опускание туловища; бег на 100 м; бег на лыжероллерах на дистанции 15 км и 1,4 км свободным и классическим стилем соответственно; 8-минутный тест на лыжероллерах с использованием датчика Racefox, – о чем свидетельствует наличие корреляций этих показателей с показателями спортивной результативности. Следовательно, приоритет выявленных факторов должен быть основой

при планировании содержания физической подготовки, коррекции нагрузок, прогнозе приростов показателей специальной подготовленности лыжниц-гонщиц. На основе выявленных наиболее информативных показателей, взаимосвязанных с уровнем спортивной результативности, обосновано содержание мониторинга функционального состояния лыжниц-гонщиц высокой квалификации.

Применение данного мониторинга позволит тренеру использовать наиболее информативные тесты для определения общей и специальной физической подготовленности лыжниц-гонщиц. Приоритет выявленных факторов должен быть основой при планировании содержания физической подготовки, коррекции нагрузок, прогнозе приростов показателей специальной подготовленности лыжниц-гонщиц. При реализации общей и специальной физической подготовки необходимо учитывать лимитирующие факторы, влияющие на результативность лыжниц-гонщиц (сосредоточить внимание на совершенствовании силовых, скоростно-силовых показателей, лыжероллерной подготовке).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Грушин А.А., Нагейкина С.В., Ростовцев В.Л. Упрощенные тесты по определению динамики изменения специальной и общефизической подготовленности спортсмена (на примере лыжных гонок) // Вестник спортивной науки. 2014. № 4. С. 3–7.
2. Rundell K.W. Treadmill roller ski test predicts biathlon roller ski race results of elite U.S. biathlon women // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1995. Vol. 27. P. 1677–1685.
3. Будагаев Д.С., Лебединский В.Ю. Управление тренировочным процессом лыжников-гонщиков с использованием аппаратуры OMEGAWAVE // Вестник ИрГТУ. 2011. № 12. С. 362–365.
4. Сивохов В.Л., Сивохова Е.Л., Миролевич Д.В. Современное медико-биологическое обеспечение занимающихся физической культурой и спортом. Иркутск : Центр медико-биологических исследований ИрГТУ, 2010. 164 с.
5. Лебединский В.Ю. Мониторинг здоровья субъектов образовательного процесса в вузах «Паспорт здоровья» / под общ. ред. В.Ю. Лебединского. Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2008. 268 с.
6. Михайловский С.П. Взаимосвязь морфологических параметров лыжников-гонщиков со спортивным результатом в спринте // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. СПб., 2009. Вып. 8 (54). С. 89–93.
7. Бухарин В.А., Торшин Г.С., Улицкая Т.И., Куликов В.С., Афанасьева И.А., Ветош А.Н., Ткачук М.Г. Способы мониторинга и коррекции функционального состояния и работоспособности спортсменов в период тренировочной и соревновательной деятельности // Теория и практика физической культуры. 2016. № 10. С. 68–71.
8. Бондин В.И., Жаброва Т.А. Адаптационные изменения кардиореспираторной системы у студентов под влиянием занятий физической культурой в различных условиях современной окружающей среды // Теория и практика физической культуры. 2016. № 12. С. 52–54.
9. Пономарев А.Е., Пономарева И.А. Актуальные проблемы мониторинга функционального состояния занимающихся физической культурой и спортом // Известия ТулГУ. Физическая культура. Спорт. 2019. Вып. 5. С. 40–47.
10. Кабанов А.А., Башкин В.М. Педагогическая диагностика как метод управления тренировочным процессом спортсменов // Теория и практика физической культуры. 2016. № 3. С. 78–82.
11. Хомяков Г.К. Индекс эффективности кровообращения как метод контроля оптимизации физической нагрузки // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2017. № 5 (147). С. 182–184.
12. Намозова С.Ш., Хуббиев Ш.З., Минвалеев Р.С., Шадрин Л.В. Мониторинг функционального состояния членов сборных команд в системе педагогического управления студенческим спортом : отбор значимых критериев // Теория и практика физической культуры. 2016. № 4. С. 20–22.
13. Матвеев Л.П. Общая теория спорта и ее прикладные аспекты. 4-е изд., испр. и доп. СПб. : Лань, 2005. 384 с.
14. Платонов В.Н. Спорт высших достижений и подготовка национальных команд к Олимпийским играм. Отечественный и зарубежный опыт. История и современность. М. : Сов. спорт, 2010. 310 с.
15. Иссурин В.Б. Блоковая периодизация спортивной тренировки. М. : Сов. спорт, 2010. 288 с.
16. Зацюрский В.М. Физические качества спортсмена. М. : Физическая культура и спорт, 2010. 220 с.
17. Огольцов И.Г. Тренировка лыжника-гонщика. М. : ФИС, 2011. 189 с.
18. Озолин Н.Г. Современная система спортивной тренировки : монография : стер. изд. М. : Альянс, 2017. 480 с. : ил.
19. Иорданская Ф.А. и др. Мониторинг функциональной подготовленности высококвалифицированных спортсменов и совершенствование программного обеспечения в процессе тренировочных мероприятий // Вестник спортивной науки. 2018. № 5. С. 37–44.
20. Мьякинченко Е.Б., Крючков А.С., Волков М.В., Храмов Н.А. «Секреты» норвежских лыжников // Теория и практика физической культуры. 2017. № 1. С. 78–82.
21. Малеев П.А., Марков К.К. Значение силовой выносливости в структуре физической подготовленности лыжников-дистанционщиков // Совершенствование профессиональной и физической подготовки курсантов, слушателей образовательных организаций и сотрудников силовых ведомств : материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. и празднованию 20-летия образования кафедры физической подготовки. Иркутск : Восточно-Сибирский ин-т Мин-ва внутренних дел РФ, 2015. С. 402–405.
22. Загурский Н.С., Усатова О.А. Информативность тестов этапного контроля за подготовленностью лыжниц-спринтеров в подготовительном периоде // Научные труды Сибирского государственного университета физической культуры и спорта. 2017. Т. 20, № 1. С. 18–21.
23. Sandbakk O., Grasaas C.Å., Grasaas E., et al. Physiological determinants of sprint and distance performance level in elite cross-country skiers // 6 International Congress on Science and Skiing. Austria : St. Christoph a. Arlberg, 2013. P. 93.

24. Шагарова Е.А., Корягина Ю.В., Шмидт А.В. Актуальные проблемы подготовки в лыжных гонках за рубежом // Современные проблемы науки и образования. 2016. URL: <https://www.science-education.ru/article/view?id=25407> (дата обращения: 11.02.2021).
25. Реуцкая Е.А., Загурский Н.С., Романова Я.С. Исследование функциональных возможностей мышц плечевого пояса лыжниц-гонщиц // Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции тренеров по лыжным гонкам «Актуальные вопросы подготовки лыжников-гонщиков высокой квалификации», 25–28 апреля 2017 г., г. Смоленск. Смоленск : СГАФКСТ, 2017. С. 209–213.

Статья представлена научной редакцией «Педагогика» 16 марта 2021 г.

### **Informative Indicators of Monitoring the Functional State of Highly Qualified Female Cross-Country Skiers**

*Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal*, 2021, 467, 81–87.

DOI: 10.17223/15617793/467/10

**Elena A. Shagarova**, Siberian State University of Physical Education (Omsk, Russian Federation). E-mail: [shef\\_le@mail.ru](mailto:shef_le@mail.ru)

**Inessa Yu. Gorskaya**, Siberian State University of Physical Education (Omsk, Russian Federation). E-mail: [gorskaya.inessa@gmail.com](mailto:gorskaya.inessa@gmail.com)

**Keywords:** cross-country skiing; functional state; monitoring; correlation analysis; physical fitness.

This article briefly describes the informative indicators of monitoring of the functional state of highly qualified female ski racers. The research made it possible to determine the most informative indicators, which revealed close correlations with competitive performance. The content of monitoring of the physical fitness and functional state of highly qualified female ski racers was developed. The correlation analysis revealed close links between the competitive performance of female skiers and their physical and functional fitness in the following indicators: (1) results in sprint and distance races correlate with the results of the maximum alactate power of the shoulder girdle; (2) results at stayer and sprint distances have a close relationship with the threshold of anaerobic metabolism; (3) results in stayer ski distances correlate with results of the morphological indicators of female skiers: Quetelet, Brock, and Erisman indices, and the index of the percentage ratio of standing strength to mass, the index of the percentage ratio of muscle strength to mass; (4) the level of performance at sprint distances correlates with the lifting–lowering of the body and flexion–extension of arms in the prone position; (5) performance at sprint distances correlates with lung capacity, lifting–lowering of the trunk, running at 100 m, flexion–extension of arms in the prone position. Thus, on the basis of the data of the correlation analysis between female racers’ competitive performance and their physical and functional readiness, factors limiting the performance of female racers of high qualifications were identified, and the most informative indicators that should be included in the monitoring program were determined. Based on the test results, it can be argued that the factors limiting the performance of female racers are: (1) in functional capabilities: indicators of the level of aerobic endurance, speed-and-power and strength qualities (reduced values of test results in comparison with female skiers leading in tests: anaerobic metabolism threshold, maximum alactate power of the shoulder girdle, back dynamometry); (2) in physical fitness: indicators of speed-and-power and strength readiness (as evidenced by the reduced values of test results in comparison with female skiers leading in tests: flexion–extension of arms in the prone position, lifting–lowering of the body, acceleration of the body during the main push-off with hands, acceleration of the body before setting the poles).

### **REFERENCES**

1. Grushin, A.A., Nageykina, S.V. & Rostovtsev, V.L. (2014) Simplified tests for determination of special and general fitness changes in athletes (ski cross). *Vestnik sportivnoy nauki*. 4. pp. 3–7. (In Russian).
2. Rundell, K.W. (1995) Treadmill roller ski test predicts biathlon roller ski race results of elite U.S. biathlon women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 27. pp. 1677–1685.
3. Budagaev, D.S. & Lebedenskiy, V.Yu. (2011) Control of the racing skiers training process with the use of “Omegawave” equipment. *Vestnik IrGTU – Proceedings of Irkutsk State Technical University*. 12. pp. 362–365. (In Russian).
4. Sivokhov, V.L., Sivokhova, E.L. & Mirolevich, D.V. (2010) *Sovremennoe mediko-biologicheskoe obespechenie zanimayushchikhsya fizicheskoy kul'turoy i sportom* [Modern Medical and Biological Support for Those Who Go in for Physical Culture and Sports]. Irkutsk: Irkutsk State Technical University.
5. Lebedinskiy, V.Yu. (2008) *Monitoring zdorov'ya sub'ektov obrazovatel'nogo protsessa v vuzakh "Pasport zdorov'ya"* [Monitoring the health of subjects of the educational process in universities “Passport of health”]. Irkutsk: Irkutsk State Technical University.
6. Mikhaylovskiy, S.P. (2009) Interconnection of morphological parameters of skiers-racers with sport results in sprint. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*. 8 (54). pp. 89–93. (In Russian).
7. Bukharin, V.A. et al. (2016) Athletes’ performance and working capacity monitoring and correction methods in training and competitive processe. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury – Theory and Practice of Physical Culture*. 10. pp. 68–71. (In Russian).
8. Bondin, V.I. & Zhabrova, T.A. (2016) Students’ cardiorespiratory system adaptive capability variation tests in different physical training environments. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury – Theory and Practice of Physical Culture*. 12. pp. 52–54. (In Russian).
9. Ponomarev, A.E. & Ponomareva, I.A. (2019) Actual problems of monitoring of functional state engaged in physical activity and sports. *Izvestiya TulGU. Fizicheskaya kul'tura. Sport*. 5. pp. 40–47. (In Russian).
10. Kabanov, A.A. & Bashkin, V.M. (2016) Pedagogical diagnostics for athletes’ training process management. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury – Theory and Practice of Physical Culture*. 3. pp. 78–82. (In Russian).
11. Khomyakov, G.K. (2017) Index of efficiency of blood circulation as a method of control for optimization of physical load. *Uchenye zapiski universiteta im. Lesgafta*. 5(147). pp. 182–184. (In Russian).
12. Namozova, S.Sh. et al. (2016) Monitoring of functional state of national teams’ members in university sport pedagogical management system: selection of relevant criteria. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury – Theory and Practice of Physical Culture*. 4. pp. 20–22. (In Russian).
13. Matveev, L.P. (2005) *Obshchaya teoriya sporta i ee prikladnye aspekty* [General theory of sports and its applied aspects]. 4th ed. Saint Petersburg: “Lan”.
14. Platonov, V.N. (2010) *Sport vysshikh dostizheniy i podgotovka natsional'nykh komand k Olimpiyskim igram. Otechestvennyy i zarubezhnyy opyt. Istoriya i sovremennost'* [Elite sport and preparation of national teams for the Olympic Games. Domestic and foreign experience. History and the present]. Moscow: Sov. sport.
15. Issurin, V.B. (2010) *Blokovaya periodizatsiya sportivnoy trenirovki* [Block periodization of sports training]. Moscow: Sov. sport.
16. Zatsiorskiy, V.M. (2010) *Fizicheskie kachestva sportsmen* [The Physical Qualities of the Athlete]. Moscow: Fizicheskaya kul'tura i sport.
17. Ogol'tsov, I.G. (2011) *Trenirovka lyzhnika-gonshchika* [Training of a Ski Racer]. Moscow: FIS.
18. Ozolin, N.G. (2017) *Sovremennaya sistema sportivnoy trenirovki* [The Modern System of Sports Training]. Moscow: Al'yanS.

19. Iordanskaya, F.A. et al. (2018) Monitoring of functional fitness of elite athletes and improvement of the programs in the process of training activity. *Vestnik sportivnoy nauki – Sports Science Bulletin*. 5. pp. 37–44. (In Russian).
20. Myakinchenko, E.B. et al. (2017) “Secrets” of Norwegian cross-country skiers. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury – Theory and Practice of Physical Culture*. 1. pp. 78–82. (In Russian).
21. Maleev, P.A. & Markov, K. (2015) [The value of strength endurance in the structure of physical fitness of distance skiers]. *Sovershenstvovanie professional'noy i fizicheskoy podgotovki kursantov, slushateley obrazovatel'nykh organizatsiy i sotrudnikov silovykh ведомств* [Improvement of professional and physical training of cadets, students of educational organizations and employees of law enforcement agencies]. Proceedings of the XVII International Conference dedicated to the 70th Anniversary of the 1941–1945 Great Patriotic War Victory and celebration of the 20th anniversary of the formation of the Department of Physical Training. Irkutsk. 11–10 June 2010. Irkutsk: East-Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia. pp. 402–405. (In Russian).
22. Zagurskiy, N.S. & Usatova, O.A. (2017) The information content of the test step control for preparation of skiers-sprinters in the preparatory period. *Nauchnye trudy Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta fizicheskoy kul'tury i sporta (Omsk)*. 1 (20). pp. 18–21. (In Russian).
23. Sandbakk, O. et al. (2013) *Physiological determinants of sprint and distance performance level in elite cross-country skiers*. Proceedings of the 6th International Congress on Science and Skiing. St. Christoph am Arlberg. 14–19 December 2013. Salzburg: The University of Salzburg.
24. Shagarova, E.A., Koryagina, Yu.V. & Shmidt, A.V. (2016) Current problems of training in ski racing abroad. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya – Modern Problems of Science and Education*. [Online] Available from: <https://www.science-education.ru/article/view?id=25407>. (Accessed: 11.02.2021). (In Russian).
25. Reutskaya, E.A., Zagurskiy, N.S. & Romanova, Ya.S. (2017) [Investigation of the functional capabilities of the muscles of the shoulder girdle of female racers]. *Aktual'nye voprosy podgotovki lyzhnikov-gonshchikov vysokoy kvalifikatsii* [Topical Issues of Training Highly Qualified Skiers-Racers]. Proceedings of the IV All-Russian Conference of Ski Coaches. Smolensk. 25–28 April 2017. Smolensk: SGAFKST. pp. 209–213. (In Russian).

Received: 16 March 2021