

УДК 613.72; 616.1
DOI: 10.26456/vtbio238

СРАВНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ И АЭРОБНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У БИАТЛОНИСТОВ И ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ*

Ю.Г. Солонин, И.О. Гарнов, Т.П. Логинова, А.Л. Марков
Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения РАН,
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

При максимальной нагрузке повышенная степень тренированности обнаруживается у лыжников-гонщиков по мощности и длительности нагрузки на велоэргометре, по пульсовой и сердечной стоимости единицы работы, по валовому и удельному значению МПК. Организм лыжников-гонщиков при максимальной нагрузке по значению КПД работает более эффективно, чем организм биатлонистов. Более высокая тренированность у лыжников-гонщиков РК проявляется в экономизации функций кардиореспираторной системы как в покое, так и при максимальных велоэргометрических нагрузках, а также по показателям удельной физиологической стоимости единицы работы. Повышенные функциональные возможности (или резервы) лыжники-гонщики показывают по таким параметрам как ЧСС, ЧД, МОД, ПК и ЭТ. Заключение: у биатлонистов аэробная производительность организма ниже, чем у лыжников-гонщиков, в связи с меньшим объемом тренировочных нагрузок по бегу на лыжах. Спортсмены-северяне по аэробной работоспособности уступают спортсменам из других регионов страны и мира. При медико-биологических и физиологических исследованиях группы биатлонистов и лыжников-гонщиков следует рассматривать отдельно.

Ключевые слова: *биатлонисты, лыжники-гонщики, степень тренированности, велоэргометрические нагрузки, кардиореспираторная система, максимальное потребление кислорода.*

Введение. Биатлон и лыжные гонки – это близкие виды спорта, связанные с высоким напряжением организма и с тренировкой такой важнейшей характеристики спортсмена как выносливость. Однако, стрельба в биатлоне со статической и нервно-эмоциональной нагрузками и соответственно сниженный объем бега на лыжах придает этому виду спорта свою психофизиологическую специфику и может негативно повлиять на аэробную работоспособность спортсмена. В

* Работа выполнена за счет средств субсидии на выполнение Государственного задания № ГР 1021051201877-3-3.1.8

литературе последних лет достаточно широко обсуждаются физиологические вопросы оценки выносливости у биатлонистов как в полевых, так и в лабораторных условиях (Черкасов и др., 2017; Болотин и др., 2019; Karstrom et al, 2019; Luchsinger et al, 2019; Комарова и др., 2020; Литвин и др., 2020; Laaksonen et al, 2020). Немало работ посвящено изучению физической работоспособности лыжников-гонщиков (Мануйлов, Масько, 2014; Polat et al, 2018; Starczewski et al, 2019; Torvik et al; 2020; Grzebisz, 2020). В ряде исследований при оценке функциональных особенностей организма спортсменов биатлонисты и лыжники-гонщики объединены в одну группу (Гарганеева и др., 2012; Попов и др., 2014; Гринь, Сухонос, 2017; Degens et al, 2019), что на наш взгляд вряд ли целесообразно. И лишь единичные работы посвящены сравнительному анализу морфофункциональных и психофизиологических показателей биатлонистов и лыжников-гонщиков (Филиппова, 2017; Корягина и др., 2020; Солонин и др., 2021). В связи с вышесказанным нам представляется актуальным сравнение функций кардиореспираторной системы в состоянии покоя и во время велоэргометрического тестирования при максимальных нагрузках у биатлонистов и лыжников-гонщиков первого спортивного разряда. Исходная наша гипотеза состоит в том, что у биатлонистов в связи с заведомо меньшим объемом динамических мышечных нагрузок по сравнению с лыжниками-гонщиками уровень аэробной производительности должен быть ниже, чем у лыжников-гонщиков.

Цель работы – сравнить физиологические показатели кардиореспираторной системы в покое и при максимальных велоэргометрических нагрузках у биатлонистов и лыжников-гонщиков первого спортивного разряда для выявления разницы в их аэробной работоспособности. Задачей исследования было сопоставить аэробную работоспособность наших спортсменов-северян с данными спортсменов из других регионов страны и мира.

Методика. Были обследованы 15 биатлонистов и 15 лыжников-гонщиков из Республики Коми (РК) в возрасте от 17 до 20 лет, имеющие одинаковую спортивную квалификацию (первый взрослый спортивный разряд) и находящиеся в хорошей физической форме.

Обследование организовано осенью (сентябрь – ноябрь) и проводилось обычно через день после отдыха от тренировок, в первой половине рабочего дня в лаборатории Института физиологии Коми НЦ УрО РАН в Сыктывкаре. От каждого спортсмена получено письменное согласие на участие в тестировании на велоэргометре. Протокол обследования был одобрен локальным комитетом по биоэтике при Институте физиологии Коми НЦ УрО РАН.

У спортсменов определяли рост и массу тела. Показатели кровообращения – частоту сердечных сокращений (ЧСС) и артериальное давление систолическое (АДС) и диастолическое (АДД) в покое сидя измеряли автоматическим прибором модели UA-767 (Япония). При нагрузках показатели артериального давления определяли по Короткову. Рассчитывали индекс массы тела (ИМТ), пульсовое давление (ПД) и двойное произведение по Робинсону (ДП). Для электрокардиографии (ЭКГ) в 12 отведениях и пульсометрии во время нагрузок на кожу спортсменов накладывали электроды, а для регистрации респираторных показателей на лицо надевали маску с датчиками параметров внешнего дыхания, кислорода и углекислоты.

Спортсмены были протестированы возрастающими нагрузками до отказа на велоэргометре с помощью системы “Oxycop Pro” (Германия) с регистрацией следующих показателей: ЭКГ, ЧСС, частота дыхания – ЧД, дыхательный объем – ДО, минутный объем дыхания (МОД), потребление кислорода – ПК, дыхательный коэффициент – ДК, кислородный пульс – КП, максимальное потребление кислорода – МПК прямым методом, и расчетом ряда показателей: ПД, ДП, энерготраты – ЭТ, коэффициент использования кислорода – КИО₂ и коэффициент полезного действия – КПД.

После 5-минутного сидения на велоэргометре спортсмены выполняли 2-минутную работу мощностью 120 Вт, с последующим ступенчатым приростом нагрузки на 40 Вт каждые две минуты при частоте педалирования 60 об/мин. Тест продолжался до отказа по самочувствию спортсмена.

Для сопоставимой оценки реакций организма спортсменов на последней минуте нагрузки, которая различается у разных лиц, мы считаем нужным ввести показатели «физиологической стоимости единицы работы»: пульсовой, прессорный, сердечный, респираторный, вентиляционный, кислородный, энергетический, значения которых получают путем деления абсолютных величин соответствующих физиологических показателей при максимальной нагрузке на мощность механической работы в ваттах (например, пульсовой – ЧСС/нагрузка или уд/Вт, прессорный – АДС/нагрузка или мм/Вт, сердечный – ДП/нагрузка или усл. ед./Вт, респираторный – ЧД/нагрузка или цикл/Вт, вентиляционный – МОД/нагрузка или л/Вт, кислородный – ПК/нагрузка или мл/Вт, энергетический – ЭТ/нагрузка или кал/Вт). Они позволяют говорить о том, во что обходится организму спортсмена единица мощности работы, и на этой основе сравнивать разных индивидуумов или обследуемые выборки. Предложенные нами ранее аналогичные показатели – удельные физиологические затраты на единицу продукции –

продемонстрировали высокую информативность в физиологии труда (Солонин, 2017).

Полученные материалы подвергнуты статистической обработке с помощью пакета прикладных программ Statistica 6.0 и Biostat (версия 4.03) с проверкой вариационных рядов на характер распределения (по критерию Шапиро-Уилка). В представленных ниже таблицах приведены средние арифметические величины со стандартной ошибкой ($M \pm m$). Различия между выборками спортсменов оценивали по критерию Стьюдента и принимали статистически значимыми при $P < 0,05$.

Результаты. Данные табл. 1 показывают, что по антропометрическим и физиологическим показателям кровообращения, дыхания и газообмена в покое отсутствуют статистически значимые различия между биатлонистами и лыжниками-гонщиками.

Таблица 1
Антропометрические и физиологические показатели у спортсменов в покое ($M \pm m$)

Показатели	Биатлонисты, n=15	Лыжники- гонщики, n=15	Значимость различий, P
Возраст, лет	18,4±0,54	17,1±0,59	0,508
Длина тела, см	177,1±0,97	177,0±1,20	0,342
Масса тела, кг	71,2±0,92	69,0±1,00	0,224
ИМТ, кг/м ²	22,7±0,18	22,8±0,35	0,471
ЧСС, уд/мин	54±2,4	57±1,5	0,274
АДС, мм рт.ст.	115±2,3	112±2,5	0,418
АДД, мм рт.ст.	75±1,0	72±2,0	0,327
ПД, мм рт.ст.	40±5,9	40±4,8	0,839
ДП, усл. ед.	62±2,3	64±2,5	0,519
ЧД, цикл/мин	15,1±0,80	16,8±0,87	0,370
ДО, мл	688±35	660±37	0,403
МОД, л	10,4±0,51	11,1±0,52	0,210
ДК, усл. ед.	0,75±0,029	0,76±0,046	0,891
ПК, мл/мин	356±22	379±25	0,419
ЭТ, кал/мин	1590±70	1680±75	0,730
КП, мл/уд.	6,2±0,51	7,2±0,49	0,359
КИО ₂ , мл/л	34,1±1,10	35,0±1,20	0,254

При максимальной нагрузке (табл. 2) у лыжников-гонщиков по сравнению с биатлонистами статистически значимо выше длительность нагрузки и достигнутая мощность работы, ЧСС, ЧД, МОД, ДК, ПК, МПК и МПК/кг, ЭТ, КПД, ЧД/нагрузка. Тем не менее,

между группами нет значимых различий в значениях таких показателей как АДД, ДП, ДО, КП, КИО2, МОД/нагрузка. Одновременно у лыжников-гонщиков по сравнению с биатлонистами статистически значимо ниже АДС, ПД, ЧСС/нагрузка, АДС/нагрузка, ДП/нагрузка, ПК/нагрузка, ЭТ/нагрузка, что вместе с параметрами выполненной работы, значениями КПД и МПК свидетельствует об их более высокой физической работоспособности и тренированности на выносливость.

В подавляющем большинстве случаев значения ДК у биатлонистов и лыжников-гонщиков в тесте до отказа превышают единицу, что свидетельствует о преодолении почти всеми спортсменами респираторного порога анаэробного обмена.

Таблица 2

Физиологические показатели у спортсменов на последней минуте нагрузки до отказа ($M \pm m$)

Показатели	Биатлонисты, n=15	Лыжники-гонщики, n=15	Уровень значимости, P
Длительность нагрузки, мин	10,6±0,23	12,7±0,29	<0,001
Нагрузка, Вт	309±5,5	357±5,4	<0,001
ЧСС, уд/мин	174±2,6	187±2,6	<0,001
АДС, мм рт. ст.	197±2,9	186±2,7	<0,01
АДД, мм рт. ст.	63±2,0	68±3,9	>0,05
ПД, мм рт.ст.	134±2,6	118±2,7	<0,001
ДП, усл. ед.	342±7,1	348±6,9	>0,05
ЧД, цикл/мин	42,3±2,00	54,3±1,88	<0,001
ДО, мл	2985±82	2829±102	>0,05
МОД, л	125,4±5,1	151,0±4,7	<0,001
ДК, усл. ед.	1,03±0,01	1,09±0,02	<0,01
ПК, мл/мин	4071±102	4380±73	<0,02
МПК, мл/мин	4134±63	4511±75	<0,001
МПК/кг, мл/мин*кг	57,7±0,95	65,6±1,00	<0,001
ЭТ, кал/мин	20712±549	22600±403	<0,02
КП, мл/уд	23,3±0,43	23,4±0,59	>0,05

КИО ₂ , мл/л	32,5±1,89	29,0±1,74	>0,05
КПД, %	21,5±0,35	22,7±0,26	<0,01
ЧСС/нагрузка, уд/Вт	0,57±0,007	0,52±0,009	<0,001
АДС/нагрузка, мм/Вт	0,65±0,01	0,52±0,01	<0,001
ДП/нагрузка, усл.ед./Вт	1,10±0,021	0,97±0,020	<0,001
ЧД/нагрузка, цикл/Вт	0,12±0,005	0,15±0,07	<0,001
МОД/нагрузка, л/Вт	0,40±0,01	0,42±0,01	>0,05
ПК/нагрузка, мл/Вт	13,3±0,34	12,3±0,13	<0,01
ЭТ/нагрузка, кал/Вт	67,2±0,14	63,4±0,18	<0,001

Обсуждение. В тех видах спорта, где тренируется выносливость, с повышением квалификации у спортсменов снижается нагрузка на сердечно-сосудистую систему в покое. Это рассматривается как проявление экономичности в деятельности аппарата кровообращения (Белоцерковский, Любина, 2012). При максимальной нагрузке у обследованных нами лыжников-гонщиков экономизация функций сердечно-сосудистой системы выявляется уже по таким показателям как АДС, ПД, ЧСС/нагрузка, АДС/нагрузка, ДП/нагрузка, а экономизация функций дыхания и энергетики обнаруживается по значениям ПК/нагрузка, ЭТ/нагрузка.

Представляется уместным сравнить у спортсменов и рабочие приросты физиологических показателей, характеризующие функциональные резервы организма. Они составляют в среднем соответственно у биатлонистов и лыжников-гонщиков: по ЧСС 222 и 228%, по АДС 71 и 66%, по ЧД 180 и 223%, по МОД 1105 и 1260%, по ПК 1043 и 1055%, по ЭТ 1203 и 1245%, по МПК 1061 и 1090%. По большинству показателей у более работоспособных лыжников-гонщиков обнаруживается увеличение их рабочего прироста, что свидетельствует о возрастании функциональных резервов у лыжников-гонщиков в сравнении с биатлонистами.

В одной из работ было убедительно показано, что объем циклической нагрузки в год действительно был выше у лыжников-гонщиков (6195 км), чем у биатлонистов (5408 км) (Филиппова, 2017). В результате такой разницы в тренировках на выносливость у лыжников-гонщиков были выше скорость бега на лыжах на 100 м и скорость обычного бега на 1000 м и 3000 м.

Физиологические механизмы тренировки выносливости у спортсменов направлены на повышение способности переноса и

потребления кислорода во время интенсивной физической нагрузки и усиливают работу легких, системы крови, сердца, сосудов и мышц. Наиболее объективным показателем адаптации систем дыхания и кровообращения, а также степени тренированности выносливости является уровень МПК (Polat et al, 2018). Значения МПК (абсолютные и удельные на единицу массы тела и на единицу мощности нагрузки), характеризующие так называемый кислородный потолок, у лыжников-гонщиков намного выше, чем у биатлонистов, что подтверждает несравненно более высокую у них тренированность кардиореспираторной системы и выносливость организма.

При решении поставленной нами задачи интересно было сравнить уровни МПК и других показателей у спортсменов Республики Коми (РК) и других регионов страны и мира. У биатлонистов-юношей Тюменской области (Черкасов и др., 2017) значение МПК/кг было немного выше (68-73 мл/мин*кг), чем у биатлонистов РК – около 58 мл/мин*кг. У биатлонистов со средним возрастом 21,4 года (Luchsinger et al, 2019) уровни МПК 5630 мл/мин и ЧСС 198 уд/мин были выше, чем у спортсменов РК – 4134 мл/мин и 174 уд/мин. У более опытных биатлонистов в возрасте 23 лет (Karstrom et al, 2019) значения МПК (4900 мл/мин) и ЧСС (191 уд/мин) также были выше, чем у биатлонистов РК. Такая же закономерность наблюдалась и по уровню МОД – соответственно 192 л и 125 л. У биатлонистов еще одной группы 23-24 лет (Laaksonen et al, 2020) значения МПК/кг (66 мл/мин*кг), ЧСС (191 уд/мин) и МОД (192 л) превышали уровни, характерные для спортсменов РК. В целом биатлонисты РК показали несколько меньшую аэробную тренированность, чем обследованные в других регионах нашей страны и за рубежом.

В объединенной группе биатлонистов и лыжников со средним возрастом 22 года из Сибирских городов (Гарганеева и др., 2012) значение МПК/кг было в среднем 64,7 мл/мин*кг, что близко к уровню у лыжников-гонщиков РК (около 65 мл/мин*кг). Как следует из табл.2, у лыжников-гонщиков РК уровень МПК/кг составил 65,6 мл/мин*кг, а ЧСС при максимальной нагрузке достигла значения 187 уд/мин. У лыжников-гонщиков из Северной Европы такого же возраста - 19,6 лет (Torvik et al, 2020) значение МПК было на уровне 71,5 мл/мин*кг, а ЧСС при максимальной нагрузке составила 192 уд/мин. В другой зарубежной группе (Lundgren et al, 2015) МПК было еще выше - 78 мл/мин*кг. Таким образом, по аэробной способности и функциональным возможностям при нагрузке до отказа лыжники-гонщики РК уступают своим зарубежным соперникам.

Одной из причин пониженного уровня физической работоспособности наших биатлонистов и лыжников-гонщиков могут

являться сформировавшиеся в детском возрасте у жителей РК проблемы со здоровьем. Многие школьники-северяне физически ослаблены, у них снижены адаптационные способности и резервные возможности организма (Солонин, 1996).

Заключение. Таким образом, сформулированная нами гипотеза получила подтверждение. При максимальной нагрузке более высокая аэробная работоспособность обнаруживается у лыжников-гонщиков по мощности и длительности нагрузки на велоэргометре, по валовому и удельному значению МПК, КПД. В целом более выраженная степень тренированности у лыжников-гонщиков РК по сравнению с биатлонистами проявляется в экономизации функций кардиореспираторной системы при максимальных велоэргометрических нагрузках по пульсовой, прессорной, сердечной, кислородной и энергетической стоимости, ПД. Повышенные функциональные возможности (или резервы) лыжники-гонщики показывают по таким параметрам как ЧСС, ЧД, МОД, ПК, ЭТ. Отсюда следует, что при медико-биологических и физиологических исследованиях и оценках группы биатлонистов и лыжников-гонщиков необходимо рассматривать отдельно.

Список литературы

- Белоцерковский З.Б., Любина Б.Г.* 2012. Сердечная деятельность и функциональная подготовленность у спортсменов. М.: Советский спорт. 548 с.
- Болотин А.Э., Парамзин В.Б., Яцык В.З.* 2019. Методы исследования физического состояния и резервных возможностей организма у биатлонистов в процессе развития выносливости // Физическая культура и спорт. Олимпийское образование. Матер. междунар. науч.-практ. конф. Краснодар. С. 250-252.
- Гарганеева Н.П., Таминова И.Ф., Ворожцова И.Н., Бурматов Н.А.* 2012. Функциональные особенности сердечно-сосудистой системы у квалифицированных спортсменов разных видов спорта в зависимости от интенсивности и типа физической нагрузки // Сибирский медицинский журнал. Т. 27. № 4. С. 47-51.
- Гринь Г.Р., Сухонос Ю.А.* 2017. Комплексная оценка функционального состояния лыжника и биатлонистов // Вопросы восстановительной и спортивной медицины. Матер. междунар. науч.-практ. конф. М. С.76-78.
- Комарова Н.А., Кокурин А.В., Шуняева Е.А.* 2020. Управление тренировочным процессом юных биатлонистов на основе показателей функциональной диагностики // Теория и практика физической культуры. № 9. С. 20.
- Корягина Ю.В., Нопин С.В., Тер-Акопов Г.Н.* 2020. Сравнительный анализ морфологического статуса лыжников и биатлонистов России и Норвегии // Современные вопросы биомедицины. Т.4. № 2. С. 58-63.

- Литвин Ф.Б., Брук Т.М., Терехов П.А., Осипова Н.В.* 2020. Особенности анаэробной работоспособности биатлонистов в зависимости от типа вегетативной регуляции сердечного ритма // Журнал медико-биологических исследований. Т. 8. № 4. С. 368-377.
- Мануйлов И.В., Масько Е.В.* 2014. Взаимосвязь физической работоспособности с показателями кардиореспираторной системы у лыжников в годовом цикле на Европейском Севере // Бюллетень Северного государственного медицинского университета. № 1 (32). С. 213-214.
- Попов Д.В., Грушин А.А., Виноградова О.Л.* 2014. Физиологические основы оценки аэробных возможностей и подбора тренировочных нагрузок в лыжном спорте и биатлоне. М.: Советский спорт. 80 с.
- Солонин Ю.Г.* 1996. Физическое здоровье школьников Севера // Школа здоровья. Т. 3. № 1. С. 5-13.
- Солонин Ю.Г.* 2017. Нормирование физического напряжения при труде. Монография. Новосибирск: Изд. АНС «СибАК». 180 с.
- Солонин Ю.Г., Гарнов И.О., Логинова Т.П., Марков А.Л.* 2021. Состояние кардиореспираторной системы биатлонистов и лыжников-гонщиков Республики Коми при велоэргометрическом тестировании // Журнал медико-биологических исследований. Т. 9. № 3. С. 305-315.
- Филиппова Е.Н.* 2017. Сравнительный анализ морфофункциональных и психофизиологических показателей лыжников-гонщиков и биатлонистов // Современные тенденции развития науки и технологий. № 2-4. С.137-141.
- Черкасов В.В., Ильиных И.А., Старых И.А., Калашикова Т.В.* 2017. Развитие выносливости биатлонистов на специальноподготовительном этапе годового тренировочного цикла // Теория и практика физической культуры. № 10. С.78-80.
- Degens H., Stasiulis A., Skurvydas A., Statkeviciene B., Venckunas T.* 2019. Physiological comparison between non-athletes, endurance, power and team athletes // Eur J Appl Physiol. V. 119. № 6. P. 1377-1386.
- Grzebisz N.* 2020. Cardiovascular Adaptations to Four Months Training in Middle-Aged Amateur Long-Distance Skiers // Diagnostics (Basel). V. 10. № 7. A. 442.
- Karstrom M.J., McGawley K., Laaksonen M.S.* 2019. Physiological Responses to Rifle Carriage During Roller-Skiing in Elite Biathletes // Front Physiol. V. 10. P.15-19.
- Laaksonen M.S., Andersson E., Karstrom M.J., Lindblom H.* 2020. Laboratory-Based Factors Predicting Skiing Performance in Female and Male Biathletes // Front Sports Act Living. V. 2. A. 99.
- Luchsinger H., Talsnes R.K., Kocbach J., Sandbakk O.* 2019. Analysis of a Biathlon Sprint Competition and Associated Laboratory Determinants of Performance // Front Sports Act Living. V. 1. A. 60.
- Lundgren K.M., Karlsen T., Sandbakk O., James P.E., Tjonna A.E.* 2015. Sport-specific physiological adaptations in highly trained endurance athletes // Med Sci Sports Exerc. V. 47. № 10. P. 2150-2157.

- Polat M., Eryilmaz S.K., Aydogan S.* 2018. Seasonal variations in body composition, maximal oxygen uptake, and gas exchange threshold in cross-country skiers // *Open Access J Sports Med.* V. 9. P. 91-97.
- Starczewski M., Zmijewski P., Witek K., Klusiewicz A.* 2019. Physiological Aspects of Different Roller Skiing Techniques in Field Conditions // *J Hum Kinet.* V. 66. P.111-120.
- Torvik P-O., van den Tillaar R., Iversen G.* 2020. Does the Order of Submaximal Lactate Threshold and Maximal Oxygen Uptake Testing Influence Test Outcomes // *Sports (Basel).* V.8. № 6. A. 75.

COMPARISON OF PHYSICAL AND AEROBIC PERFORMANCE IN BIATHLONISTS AND RACING SKIERS

Iu.G. Solonin, I.O. Garnov, T.P. Loginova, A.L. Markov

Institute of Physiology of Komi Science Centre of the Ural Branch RAS,
FRC Komi SC UB RAS, Syktyvkar

At maximum load, an increased degree of fitness is found among cross-country skiers in terms of power and duration of exercise on a bicycle ergometer, in terms of pulse and heart cost per unit of work, and in gross and specific VO₂ max. The body of skiers-racers at maximum load in terms of efficiency value works more efficiently than the body of biathletes. A higher level of fitness among skiers-racers of the Republic of Kazakhstan is manifested in the economization of the functions of the cardiorespiratory system both at rest and at maximum cycle ergometric loads, as well as in terms of the specific physiological cost of a unit of work. Increased functionality (or reserves) skiers-racers show in such parameters as heart rate, HR, MO, PC and ET. Conclusion: in biathletes, the aerobic performance of the body is lower than in skiers-racers, due to the lower volume of training loads for cross-country skiing. Athletes from the north are inferior in aerobic performance to athletes from other regions of the country and the world. In biomedical and physiological studies, the groups of biathletes and cross-country skiers should be considered separately.

Keywords: *biathletes, cross-country skiers, fitness level, bicycle ergometric loads, cardiorespiratory system, maximum oxygen consumption.*

Об авторах:

СОЛОНИН Юрий Григорьевич – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела экологической и медицинской физиологии, ФГБУН «Институт физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН», 167982, Сыктывкар, ул. Первомайская, 50, e-mail: solonin@physiol.komisc.ru.

ГРАНОВ Игорь Олегович – кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела экологической и медицинской, ФГБУН «Институт физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН», 167982, Сыктывкар, ул. Первомайская, 50, e-mail: 566552@inbox.ru.

ЛОГИНОВА Татьяна Петровна – кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела экологической и медицинской, ФГБУН «Институт физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН», 167982, Сыктывкар, ул. Первомайская, 50, e-mail: loginova@physiol.komisc.ru.

МАРКОВ Александр Леонидович – кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела экологической и медицинской физиологии, ФГБУН «Институт физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН», 167982, Сыктывкар, ул. Первомайская, 50, e-mail: volkarb@mail.ru.

Солонин Ю.Г. Сравнение физической и аэробной работоспособности у биатлонистов и лыжников-гонщиков / Ю.Г. Солонин, И.О. Гранов, Т.П. Логинова, А.Л. Марков // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2022. № 1(65). С. 39-49.