

Функциональная характеристика лыжников-гонщиков Республики Коми

Ю.Г. Солонин¹, И.О. Гарнов¹, А.Л. Марков¹, А.В. Нутрихин², А.А. Черных¹, Е.Р. Бойко¹

¹ФГБУН Институт физиологии Коми Научного центра Уральского отделения РАН, г. Сыктывкар, Россия

²ГАУ РК Центр спортивной подготовки сборных команд, г. Сыктывкар, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: изучить функциональные характеристики лыжников-гонщиков сборных команд Республики Коми. **Материалы и методы:** обследовано 43 лыжника возрастом от 16 до 34 лет (30 мужчин и 13 женщин). Определяли соматометрические, физиометрические и физиологические показатели в покое и при стандартных физических нагрузках на велоэргометре. С помощью аппаратно-программного комплекса «Экосан-2007» проведен анализ вариабельности сердечного ритма. **Результаты:** по максимальному потреблению кислорода и уровню PWC-170 лыжники-северяне соответствуют средним значениям российских нормативов. По показателям вариабельности сердечного ритма у лыжников-северян преобладает парасимпатическая регуляция сердечно-сосудистой системы и это преобладание более выражено у мужчин, чем у женщин. **Выводы:** по большинству соматометрических, физиометрических и физиологических показателей и параметрам физической работоспособности (МПК и PWC-170) женщины существенно уступают мужчинам. При велоэргометрическом тестировании женщины демонстрируют более высокую «физиологическую стоимость» (пульсовую, прессорную, респираторную, вентиляционную и кислородную) стандартных физических нагрузок.

Ключевые слова: потребление кислорода, лыжники, пол, физическая нагрузка

Для цитирования: Солонин Ю.Г., Гарнов И.О., Марков А.Л., Нутрихин А.В., Черных А.А., Бойко Е.Р. Функциональная характеристика лыжников-гонщиков Республики Коми // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т.8, №2. С. 12-20. DOI: 10.17238 / ISSN2223-2524.2018.2.12.

Functional characteristic of ski-runners in Komi Republic

Yuriy G. Solonin¹, Igor O. Garnov¹, Aleksandr L. Markov¹,
Andrey V. Nutrikhin², Aleksey A. Chernukh¹, Evgeny R. Boyko¹

¹Institute of Physiology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

²National Team Sports Training Center, Syktyvkar, Russia

ABSTRACT

Objective: to study functional characteristic of ski-runners from national teams of the Komi Republic. **Materials and methods:** 43 skiers aged from 16 to 34 (30 men and 13 women) were examined. We determined a number of somatometric, physiometric and physiological parameters of both male and female ski-runners at rest and during the standardized bicycle ergometer tests. The ECG recordings were analyzed using the Ecosan-2007 complex. **Results:** we found that maximal oxygen consumption and PWC-170 parameters in ski runners living in the North were similar to the average parameters for Russia. Heart rate variability parameters showed predominance of the parasympathetic cardiovascular regulation, especially in men. **Conclusions:** according to the majority of somatometric, physiometric, and physiological parameters, and to the results of physical capacity tests (MOC, PWC-170) women showed substantially lower results than men. During the standardized bicycle ergometer tests women showed higher «physiological cost» (by pulse, pressure, respiration, ventilation and oxygen consumption parameters) of physical work.

Key words: oxygen consumption, skiers, sex, physical load

For citation: Solonin YuG, Garnov IO, Markov AL, Nutrikhin AV, Chernukh AA, Boyko ER. Functional characteristic of ski-runners in Komi Republic. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2018;8(2):12-20. Russian. DOI: 10.17238 / ISSN2223-2524.2018.2.12.

1.1 Введение

Морфологические и физиологические особенности организма мужчин и женщин достаточно полно освещены в литературе [1]. Имеются данные и о гендерных различиях у спортсменов [2-4], в том числе и у лыжников [5-12]. Однако эта проблема не теряет актуальности, поскольку гендерные различия могут иметь свои особенности в разных странах, в разных регионах страны, в разных видах трудовой и спортивной деятельности. Нам представляется интересным сравнить физиологический статус мужчин и женщин – представителей лыжного спорта северной Республики Коми.

В Республике Коми, как известно, хорошо развит лыжный спорт в силу традиций местного населения (катание и охота на лыжах зимой) и климатических особенностей территории (длительный период снежного покрова). Выдающиеся достижения наших земляков – мировых звезд лыжного спорта – Р.П. Сметаниной, Н.С. Бажукова, В.П. Рочева и др. также способствовали массовому развитию лыжного спорта в республике. Вместе с тем, проживание в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях с их суровыми природно-климатическими условиями могут негативно влиять на здоровье как обычных жителей-северян [13, 14], так и на спортивные результаты и здоровье спортсменов.

Цель исследования: изучить гендерные и региональные особенности физиологического статуса лыжников-гонщиков сборных команд Республики Коми.

1.2 Материалы и методы

В изучаемую выборку были взяты лыжники-гонщики высокой спортивной квалификации (от 1-го взрослого разряда до мастеров спорта международного класса) в возрасте от 16 до 34 лет (30 мужчин и 13 женщин). Исследования проведены в подготовительно-тренировочный период летом и осенью. Женщины обследованы в наиболее работоспособные периоды – постменструальный и постовариальный фазы цикла. Исследования были организованы на базе лаборатории Института физиологии Коми НЦ УрО РАН в первой половине рабочего дня не ранее чем через сутки после тренировочного дня на лыжероллерах.

От каждого спортсмена получено письменное информированное согласие на участие в обследовании. Протокол обследования одобрен локальным комитетом по биоэтике при Институте физиологии Коми НЦ УрО РАН.

У спортсменов общепринятыми методами определяли морфофункциональные, физиометрические и физиологические показатели. Долю жира в теле измеряли с помощью биоэлектрического определителя жировых отложений OMRON BF 302 (Япония). Силу мышц определяли ручным и станковым динамометрами. Проводили пробы с задержкой дыхания (Штанге и Генчи). Время простой зрительно-моторной реакции (при 30 предъявлениях раздражителя) измеряли с помощью компьютерного комплекса для психофизиологического те-

стирования «НС-Психотест» («Нейрософт», Иваново). Жизненную емкость легких (ЖЕЛ) определяли сухим спирометром. Артериальное давление (систолическое – СД и диастолическое – ДД) и частоту сердечных сокращений (ЧСС) измеряли электронным прибором модели UA-767 (A&D Company Ltd., Япония).

Рассчитывали индекс массы тела (ИМТ), индекс «талия-бедро», динамометрический индекс (ДИ – сила кисти/масса тела), становой индекс (СИ – станова сила/масса тела), жизненный индекс (ЖИ – ЖЕЛ/масса тела), двойное произведение (ДП) по Робинсону, среднединамическое давление (СДД) по Хикему, вегетативный индекс Кердо (ВИК), кардиореспираторный индекс Скибинской (ИС).

С помощью аппаратно-программного комплекса «Экосан-2007» («Медицинские компьютерные системы», г. Зеленоград) у части спортсменов, находящихся в покое лежа в течение 5 минут, регистрировали электрокардиограмму и получали показатели вариабельности сердечного ритма (BCP): ЧСС, квадратный корень суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов (RMSSD), число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс в процентах к общему числу кардиоинтервалов (pNN50), стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов (SDNN), стресс-индекс (SI), суммарную мощность спектра BCP (TP), мощность спектра высоко- (HF), низко- (LF), очень низкочастотного (VLF) и ультра низкочастотного (ULF) компонентов BCP, доли спектров HF, LF, VLF в общей мощности спектров (в процентах), индекс вагосимпатического взаимодействия (LF/HF), индекс централизации (IC) и показатель активности регуляторных систем (ПАРС) [15]. Регистрировали показатели дисперсионного картирования электрокардиограммы (ДК ЭКГ) «Миокард» и «Ритм» [16]. На спортсменах-северянах эта методика апробирована впервые.

С помощью системы «Охусон Про» (Германия) спортсмены были протестированы на велоэргометре с регистрацией и расчетом кардиореспираторных показателей: ЧСС, СД, ДД, ДП, СДД, частота дыхания – ЧД, дыхательный объем – ДО, минутный объем дыхания – МОД, потребление кислорода – ПК, коэффициент использования кислорода – КИО₂, кислородный пульс – КП, насыщение крови кислородом.

После 5-минутного сидения на велоэргометре в покое спортсменам предъявляли ступенчатые нагрузки с частотой вращения педалей 60 об/мин. Мужчины выполняли нагрузки 50, 100 и 150 Вт длительностью по 5 минут каждая; женщины – 50, 75 и 100 Вт также длительностью по 5 минут каждая. Максимальное потребление кислорода (МПК) или аэробный потолок определяли в отдельном исследовании при нагрузке «до отказа», а показатель PWC-170 по методике Карпмана [17]. Полученные объемные показатели: ДО, МОД, ПК, МПК и PWC-170 в таблицах представлены как в абсолютном (валовом), так и в удельном значении (на единицу массы тела).

Полученные материалы подвергнуты статистической обработке с помощью программ Statistica 6.0 и

Biostat 4.03 с проверкой вариационных рядов на характер распределения (по критерию Шапиро-Уилка). Для показателей с нормальным распределением приведены средние арифметические величины со стандартным отклонением ($M \pm SD$). Для показателей с асимметричным распределением и высокой вариабельностью приведены медиана (Me) и 25 и 75-й перцентили. Различия между выборками мужчин и женщин принимали статистически значимыми при $P < 0,05$.

1.3 Результаты и их обсуждение

Данные табл. 1 показывают, что сопоставляемые выборки мужчин и женщин идентичны по возрасту. Они также близки по доле лиц с разной спортивной квали-

фикацией. Но у них выявляются существенные различия по многим соматометрическим, физиометрическим и физиологическим показателям.

У женщин по сравнению с мужчинами статистически значимо ниже рост (в среднем на 12 см), масса тела (в среднем на 15 кг), ИМТ (в среднем на 2,2 кг/м²), окружность талии (в среднем на 9 см), окружность бедер (в среднем на 2,4 см), индекс талия/бедр, сила правой кисти (в среднем на 17 кг), сила левой кисти (в среднем на 15 кг), динамометрический индекс (в среднем на 6%), становая сила (в среднем на 57 кг), становой индекс (в среднем на 51%), время задержки дыхания на вдохе (в среднем на 12 с) и на выдохе (в среднем на 8 с), ЖЕЛ (в среднем на 1440 мл), ЖИ (в среднем на 7 мл/кг), СД (в среднем на

Таблица 1

Сравнение соматометрических, физиометрических и физиологических показателей у лыжников разного пола ($M \pm SD$)

Table 1

Comparison of somatometric, physiometric and physiological parameters in skiers different genders ($M \pm SD$)

Показатели / Parameters	Мужчины / Men n=30	Женщины / Women n=13	Уровень различий, P / Level of differences
Возраст, лет / Age, years	21,9±4,21	21,6±5,65	с.н. / s.i.
Рост, см / Height, cm	177,1±4,90	165,5±5,72	<0,001
Масса тела, кг / Body weight, kg	71,9±7,58	56,6±4,52	<0,001
Индекс массы тела, кг/м ² / Body mass index, kg/m ²	22,9±1,81	20,7±1,59	<0,001
Доля жира в теле, % / Fat content in the body	10,8±3,13	17,4±4,41	<0,001
Окружность талии, см / Waist circumference, cm	75,0±4,05	65,9±2,75	<0,001
Окружность бедер, см / Circumference of hips, cm	92,4±4,38	90,0±3,34	<0,05
Индекс талия / бедра / Waist-hip ratio	0,81±0,04	0,73±0,04	<0,001
Сила правой кисти, кг / Strength of right hand, kg	48,9±6,45	31,9±4,50	<0,001
Сила левой кисти, кг / Strength of the left hand, kg	45,8±5,43	30,6±4,94	<0,001
Динамометрический индекс, % / Dynamometric index, %	68,2±7,33	57,1±10,51	<0,01
Становая сила, кг / Dead lift, kg	138,7±26,4	81,7±14,5	<0,001
Становой индекс, % / Dead lift index	198,1±32,8	146,8±29,6	<0,001
Проба Штанге, с / Stange test, sec	77,1±21,04	64,9±15,75	<0,05
Проба Генчи, с / Genci's test, sec	43,1±14,77	35,0±9,94	<0,05
Время зрительно-моторной реакции, мс / Time of motor reaction, msec	192±22,1	212±18,4	<0,01
Жизненная емкость легких, мл / Vital capacity, ml	4995±575	3554±345	<0,001
Жизненный индекс, мл/кг / Life index, ml/kg	69,8±7,33	62,8±6,40	<0,01
Систолическое давление, мм рт.ст. / Systolic pressure, mmHg	126±9,8	113±8,8	<0,001
Диастолическое давление, мм рт.ст. / Diastolic pressure, mm Hg	68±8,8	64±5,2	с.н. / s.i.
Частота сердечных сокращений, уд/мин / HR, BPM	54±9,1	58±5,7	с.н. / s.i.
Двойное произведение, усл. ед. / Double product, CU	67±13,7	65±6,8	с.н. / s.i.
Среднединамическое давление, мм рт.ст. / Mean dynamic pressure, mm Hg	87±8,1	81±4,3	<0,001
Вегетативный индекс Кердо, % / Kerdo index	-27,9±21,6	-11,9±14,4	<0,01
Индекс Скибинской, баллы / Skibinsky Index, points	73±25,2	41±13,3	<0,001

Здесь и в последующих таблицах «с.н.» – статистически незначимые различия / Here and in the following tables, «s.i.» – statistically insignificant differences

13 мм рт.ст.), СДД (в среднем на 6 мм рт.ст.), ИС (в среднем на 32 балла). В то же время у женщин статистически значимо выше доля жира в теле (в среднем на 7%), время ЗМР (в среднем на 20 мс), ВИК (в среднем на 16%). Не выявлено гендерных различий в покое по значениям ДД, ЧСС и ДП.

По большинству показателей ВСР (табл. 2) статистически значимых гендерных различий не установлено и их значения лежали в границах нормативов параметров. Выявлено, что у мужчин-лыжников ЧСС существенно ниже, чем у женщин. Возможно, такой уровень ЧСС у мужчин обусловлен существенным влиянием парасимпатического звена вегетативной нервной системы (ВНС) на ритм сердца (на это указывают значения временных и спектральных параметров ВСР). У обследованных спортсменов выявлена статистически значимая разница по абсолютному значению диапазона мощности LF, отражающего влияния как симпатического, так и парасимпатического отделов ВНС. Значения ПАРС, отражающего степень напряжения регуляторных систем и функциональные резервы организма, у мужчин значимо выше, что свидетельствует о значительном напряжении регуляторных систем. Данный факт подтверждается и индексом ДК ЭКГ «Ритм». Схожие данные были получены у

мужчин-лыжников Удмуртии [18]. Индекс ДК ЭКГ «Миокард», количественно оценивающий состояние миокарда, у мужчин и женщин находился в пределах норматива. Группа авторов из разных стран [19] у элитных лыжников не выявила существенных половых различий по показателям ВСР в покое, за исключением индекса LF/HF.

В положении сидя на велоэргометре (табл. 3) у женщин по сравнению с мужчинами статистически значимо выше ЧСС (в среднем на 14 уд/мин), ДП (в среднем на 11 усл.ед.) и ниже ДО (в среднем на 109 мл), МОД (в среднем на 2,6 л), ПК (в среднем на 116 мл/мин), КП (в среднем на 3,6 мл/уд), насыщение крови кислородом (в среднем на 1,3%). Не было различий по СД, ДД, СДД, ЧД, КИО₂, ДО/кг и МОД/кг.

На последней минуте нагрузки 50 Вт у женщин по сравнению с мужчинами статистически значимо выше ЧСС (в среднем на 20 уд/мин), ДП (в среднем на 24 усл.ед.), ЧД (в среднем на 4,3 цикл/мин), МОД (в среднем на 61 мл/кг), ПК (в среднем на 2,15 мл/мин*кг). Но при этом у женщин ниже ДО (в среднем на 370 мл), ПК (в среднем на 135 мл/мин), КП (в среднем на 4,3 мл/уд).

На последней минуте нагрузки 100 Вт у женщин статистически значимо выше ЧСС (в среднем на 34 уд/мин),

Таблица 2

Показатели вариабельности сердечного ритма и дисперсионного картирования электрокардиограммы у лыжников разного пола (медиана и 25-й и 75-й перцентили)

Table 2

Heart rate variability parameters and ECG dispersion mapping parameters in skiers different genders (median and 25 and 75 percentil)

Показатели	Нормы / Standard	Мужчины / Men n=12	Женщины / Women n=10	Уровень различий, P / Level of differences
ЧСС, уд/мин / HR, BPM	55-75	56 (53-58)	68 (60-72)	<0,01
RMSSD, мс / msec	20-50	68,5 (56-86)	51,5 (40-73)	с.н. / s.i.
pNN50, %		46,2 (37-52)	33,8 (20-59)	с.н. / s.i.
SDNN, мс / msec	40-80	71,9 (63-102)	68,7 (51-72)	с.н. / s.i.
SI, усл. ед. / SU	50-150	30,5 (23-44)	46,5 (34-83)	с.н. / s.i.
TP, мс ² / msec ²	1000-2500	4682 (3493-9491)	3460 (2239-4571)	с.н. / s.i.
HF, мс ² / msec ²		1488 (1043-1894)	935 (699-2463)	с.н. / s.i.
LF, мс ² / msec ²		2344 (1069-4439)	1026 (689-1703)	<0,05
VLF, мс ² / msec ²		501 (379-1193)	391 (336-566)	с.н. / s.i.
ULF, мс ² / msec ²		524 (162-808)	292 (165-647)	с.н. / s.i.
HF, %	15-30	30,1 (21-49)	44,4 (34-49)	с.н. / s.i.
LF, %	15-40	49,9 (37-64)	37,0 (31-50)	с.н. / s.i.
VLF, %	15-30	13,8 (9-17)	16,8 (14-18)	с.н. / s.n.
LF / HF, усл. ед. / SU		1,80 (0,78-3,08)	0,86 (0,63-1,50)	с.н. / s.i.
IS, усл. ед. / SU	до 2,5	2,33 (1,04-3,60)	1,25 (1,04-1,98)	с.н. / s.i.
ПАРС, баллы / IARS, points	до 3	6,0 (3,7-7,0)	4,0 (2,2-5,0)	<0,05
Миокард, % / Myocardium	до 15	14,0 (13,5-15,0)	14,0 (11,5-14,7)	с.н. / s.i.
Ритм, % / Rhythm	до 20	27,5 (9,7-36,7)	12,5 (4,7-27,5)	<0,01

Таблица 3

Сравнение функциональных показателей при нагрузочном тестировании на велоэргометре у лыжников разного пола (M±SD)

Table 3

Comparison of functional parameters during bicycle ergometer test in skiers different genders (M±SD)

Показатели и нагрузки / Indicators and loads	Мужчины / Men n=30	Женщины / Women n=13	Уровень различий, P / Level of differences
Частота сердечных сокращений, уд/мин: ЧСС, уд/мин / HR, BPM: покой / Rest 50 Вт / 50W 100 Вт / 100W	50±7,6 83±11,0 98±12,0	64±6,0 103±9,8 132±14,2	<0,001 <0,001 <0,001
Систолическое давление, мм рт.ст.: / Systolic pressure, mmHg: покой / Rest 50 Вт / 50W 100 Вт / 100W	110±10,7 116±9,9 129±11,1	104±10,2 116±13,0 126 ±17,5	с.н. с.н. с.н.
Диастолическое давление, мм рт.ст.: / Diastolic pressure, mmHg: покой / Rest 50 Вт / 50W 100 Вт / 100W	74±8,4 71±10,1 68±7,4	70±8,7 71±7,2 69±11,6	с.н. / s.i. с.н. / s.i. с.н. / s.i.
Двойное произведение, усл. ед.: Double product, CU: покой / Rest 50 Вт / 50W 100 Вт / 100W	55±10,3 95±16,8 126±18,8	66±10,5 119±19,6 166±30,3	<0,01 <0,001 <0,001
Среднединамическое давление, мм рт.ст.: / Mean dynamic pressure, mm Hg: покой / Rest 50 Вт / 50W 100 Вт / 100W	86±7,7 86±8,7 90±8,3	81±8,4 86±7,4 88±12,3	с.н. / s.i. с.н. / s.i. с.н. / s.i.
Частота дыхания, цикл / мин: / Respiratory rate, breaths per minute: покой / Rest 50 Вт / 50W 100 Вт / 100W	17,1±3,52 18,9±3,77 21,4±3,00	15,5±4,03 23,2±4,93 26,1±6,76	с.н. / s.i. <0,01 <0,05
Дыхательный объем, мл: / Respiratory volume, ml: покой / Rest 50 Вт / 50W 100 Вт / 100W Дыхательный объем, мл / кг: Respiratory volume, ml/kg: покой / Rest 50 Вт / 50W 100 Вт / 100W	670±160 1460±240 1760±240 9,3±2,22 20,3±3,33 24,5±3,33	561±165 1089±120 1518±238 9,9±2,91 19,2±2,12 26,8±4,20	<0,05 <0,001 <0,01 с.н. / s.i. с.н. / s.i. с.н. / s.i.
Минутный объем дыхания, л: / Respiratory minute volume, l: покой / Rest 50 Вт / 50W 100 Вт / 100W Минутный объем дыхания, мл / кг: / Respiratory minute volume, ml/kg покой / Rest 50 Вт / 50W 100 Вт / 100W	11,1±2,26 27,0±3,17 37,1±3,89 154,4±31,4 375,5±44,0 516,0±54,1	8,5±1,05 24,7±3,85 38,8±7,33 150,2±18,5 436,4±68,0 685,5±129,5	<0,001 с.н. / s.i. с.н. / s.i. с.н. / s.i. <0,01 <0,001
Потребление кислорода, мл/мин: / Oxygen consumption, ml/min покой / Rest 50 Вт / 50W 100 Вт / 100W Потребление кислорода, мл/мин*кг: Oxygen consumption, ml/min*kg: покой / Rest 50 Вт / 50W 100 Вт / 100W	389±111 1207±112 1708 ±106 5,41±1,54 16,79±1,54 23,75±1,47	273±34 1072±83 1634±101 4,82±0,60 18,94±1,46 28,87±1,78	<0,001 <0,001 <0,05 с.н. / s.i. <0,001 <0,001

Окончание таблицы 3

End of the table 3

Показатели и нагрузки / Indicators and loads	Мужчины / Men n=30	Женщины / Women n=13	Уровень различий, P / Level of differences
Коэффициент использования кислорода, мл/л: Oxygen utilization rate, ml/l:			
покой / Rest	34,9±5,33	32,5±3,98	с.н. / s.i.
50 Вт / 50W	44,7±3,63	44,0±4,52	с.н. / s.i.
100 Вт / 100W	46,4±4,31	43,1±6,04	с.н. / s.i.
Кислородный пульс, мл/уд: Oxygen pulse mL / heartbeat			
покой / Rest	7,9±2,19	4,3±0,81	<0,001
50 Вт / 50W	14,8±2,17	10,5±0,87	<0,001
100 Вт / 100W	17,8±2,69	12,5±1,10	<0,001
Насыщение крови кислородом, %: / Oxygen saturation:			
покой / Rest	98,6±0,61	97,3±1,42	<0,01
50 Вт / 50W	96,7±2,40	94,7±4,13	с.н. / s.i.
100 Вт / 100W	97,0±2,67	91,5±4,99	<0,001
Максимальное потребление кислорода, мл/мин / Maximum oxygen uptake, ml/min	4402±510	3087±541	<0,001
Максимальное потребление кислорода, мл/мин*кг / Maximum oxygen uptake, ml min*kg	62,5±7,11	54,8±6,76	<0,001
PWC-170, кгм / мин / Physical working capacity, kgm / min	1847±312	1080±425	<0,001
PWC-170, кгм/мин*кг, kgm/min	25,7±4,33	19,1±7,50	<0,01

ДП (в среднем на 40 усл. ед.), ЧД (в среднем на 4,7 цикл/мин), МОД (в среднем на 170 мл/мин*кг), ПК (в среднем на 5 мл/мин*кг). Но у них ниже ДО (в среднем на 242 мл), ПК (в среднем на 74 мл/мин), КП (в среднем на 5,3 мл/уд), насыщение крови кислородом (в среднем на 5,5%). Значения двух последних показателей свидетельствуют о сниженной у женщин по сравнению с мужчинами эффективности кардиореспираторной системы при одинаковой нагрузке. Интересно, что при этом уровень ПК от МПК составляет у женщин около 53%, а у мужчин всего лишь около 39%.

У женщин по сравнению с мужчинами статистически значимо ниже важнейшие показатели физической работоспособности. Значения МПК меньше в среднем на 1315 мл/мин (на 29,9%) или на 7,7 мл/мин*кг (на 12,3%), а значения PWC-170 ниже в среднем на 767 кгм/мин (на 41,5%) или на 6,6 кгм/мин*кг (на 25,7%). По уровню МПК и МПК/кг спортсмены Республики Коми соответствуют российским нормативам [12], а по значениям МПК/кг заметно отстают от элитных лыжников из Норвегии, Швеции и Швейцарии [7], а также Финляндии [19]. Особенностью гендерных различий у лыжников Республики Коми по сравнению с российскими данными [17] является меньшая разница по PWC-170 (41,5% против 49,0% в РФ) и по PWC-170/кг (25,7% против 41,2% в РФ).

Известно, что рабочие значения физиологических показателей и их сдвиги при физической нагрузке могут зависеть от исходного уровня функций [20, 21]. Если

смотреть сдвиги показателей от покоя к нагрузке 100 Вт, то у женщин по сравнению с мужчинами больше простоты таких показателей как ЧСС (на 68 и 48 уд/мин соответственно), СД (на 22 и 19 мм рт.ст. соответственно), ДП (на 100 и 71 усл. ед. соответственно), СДД (на 7 и 4 мм рт.ст. соответственно), ЧД (на 10,6 и 4,4 цикл/мин соответственно), МОД (на 30,3 и 26,0 л соответственно), ПК (на 1361 и 1319 мл/мин соответственно) и, более выраженное падение насыщения крови кислородом (на 5,8 и 1,6% соответственно). Все это свидетельствует о более высокой «физиологической стоимости» (пульсовой, прессорной, респираторной, вентиляционной и кислородной) стандартных физических нагрузок у женщин. В то же время у них меньше нарастает значение ДО и почти одинаковы с мужчинами сдвиги в ДД, КИО2 и КП.

«Валовая физиологическая стоимость» стандартных нагрузок у женщин в сравнении с мужчинами равна по МОД и значимо меньше по ДО и ПК. Но «удельная физиологическая стоимость» (на кг массы тела) у женщин близка к мужчинам по ДО и статистически значимо выше по МОД и ПК. Это прямо указывает на большую «вентиляционную» и «кислородную стоимость» идентичных нагрузок у женщин.

Следует заметить, что обнаруженные различия между мужчинами и женщинами выявлены при велоэргометрических нагрузках, которые не являются специфическими для лыжников. В связи с этим уместно привести данные литературы при адекватных для этих спортсме-

нов нагрузках. Гендерные различия у лыжников-гонщиков особенно четко проявляются при тестировании их на специальном лыжном эргометре «Концепт-2», который позволяет отдельно дозировать нагрузки на все тело, на верхнюю часть тела и на руки [7]. Авторами показано, что количественные различия в физиологических реакциях возрастают при переходе от нагрузок на крупные мышечные группы к нагрузкам на ограниченные группы мышц. Авторы объясняют это тем, что по данным изучения состава тела между мужчинами и женщинами разница в массе мышц ног невелика, но существенно возрастает разница в массе мышц рук.

Нам удалось показать четкие гендерные различия у лыжников и по спортивной результативности, когда они проходили одинаковую дистанцию (4 км) в один день и по одной трассе. Средний результат у мужчин составил 12,35 мин, а у женщин 14,74 мин, что на 19,3% больше.

Сравнение данных у нетренированных северян [14, 22] и лыжников-северян показывает явные преимущества в функциональном состоянии и уровне физического здоровья у лыжников. У них выше уровень СИ, переносимость гипоксемии (пробы Штанге и Генчи), значения ЖЕЛ и ЖИ, МПК и ИС, но ниже уровень показателей центральной гемодинамики (СД, ДД, ЧСС, СДД, ДП, ВИК), что свидетельствует о благотворном влиянии

многочасовых интенсивных физических тренировок на холоде на организм северян.

1.4 Выводы

Лыжники женщины сборной команды Республики Коми (РК) существенно уступают мужчинам по соматометрическим, физиометрическим и некоторым физиологическим показателям. У лыжников РК обнаружены меньшие гендерные различия по значениям PWC-170 по сравнению с российскими нормативами. У лыжников-северян по показателям variability сердечного ритма выявляется преобладание парасимпатической регуляции сердечно-сосудистой системы, и это преобладание более выражено у мужчин, чем у женщин. Показатели дисперсионного картирования ЭКГ у лыжников-северян в целом соответствуют норме для жителей средней полосы, лишь индекс «Ритм» у части женщин и большей части мужчин превышает норму. При велоэргометрическом тестировании лыжники женщины РК показывают более высокую «физиологическую стоимость» (пульсовую, прессорную, респираторную, вентиляционную и кислородную) стандартных физических нагрузок и меньшую эффективность кардиореспираторной системы. Лыжники-гонщики сборных команд РК обоего пола по значениям МПК в целом соответствуют средним показателям российских нормативов.

Список литературы

1. Ильин Е.П. Дифференциальная психофизиология мужчины и женщины. СПб: Питер, 2003. 544 с.
2. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: Учебник для вузов. М.: Олимпия-Пресс, 2005. 528 с.
3. Abad C, Kobal R, Kitamura K, Gil S, Pereira L, Loturco I, Nakamura F. Heart rate variability in elite sprinters: effects of gender and body position // Clin. Physiol. Funct. Imaging. 2017. Vol.37, №4. P. 442-7. DOI: 10.1111 / cpf.12331.
4. Koenig J, Thayer JF. Sex differences in healthy human heart rate variability: A meta-analysis // Neurosci. Biobehav. Rev. 2016. Vol.64 P. 288-310. DOI: 10.1016 / j.neubiorev.2016.03.007.
5. Haymes EM, Dickinson AL. Characteristics of elite male and female ski racers // Med. Sci. Sports. Exerc. 1980. Vol.12, №3. P. 153-8.
6. Hegge AM, Myhre K, Welde B, Holmberg HC, Sandbakk O. Are gender differences in upper-body power generated by elite cross-country skiers augmented by increasing the intensity of exercise? // PloS One. 2015. Vol.10, №5. e0127509. DOI: 10.1371 / journal.pone.0127509.
7. Hegge AM, Bucher E, Ettema G, Faude O, Holmberg HC, Sandbakk O. Gender differences in power production, energetic capacity and efficiency of elite cross-country skiers during whole-body, upper-body, and arm poling // Eur. J. Appl. Physiol. 2016. Vol.116, №2. P. 291-300. DOI: 10.1007 / s00421-015-3281-y.
8. Nikolaidis PT, Villiger E, Rosemann T, Knechtle B. The effect of aging on pacing strategies of cross-country skiers and the role of performance level // Eur. Rev. Aging Phys. Act. 2018. Vol.15. P. 4. DOI: 10.1186 / s11556-018-0193-y.
9. Sandbakk Ø, Solli GS, Holmberg HC. Sex Differences in World-Record Performance: The Influence of Sport Discipline

References

1. Ilin EP. Differentsialnaya psikhofiziologiya muzhchiny i zhenshchiny. Saint-Petersburg, Piter, 2003. 544 p. Russian.
2. Solodkov AS, Sologub EB. Fiziologiya cheloveka. Obshchaya. Sportivnaya. Vozrastnaya: Uchebnik dlya vuzov. Moscow, Olimpiya-Press, 2005. 528 p. Russian.
3. Abad C, Kobal R, Kitamura K, Gil S, Pereira L, Loturco I, Nakamura F. Heart rate variability in elite sprinters: effects of gender and body position. Clin. Physiol. Funct. Imaging. 2017;37(4):442-7. DOI: 10.1111 / cpf.12331.
4. Koenig J, Thayer JF. Sex differences in healthy human heart rate variability: A meta-analysis. Neurosci. Biobehav. Rev. 2016;64:288-310. DOI: 10.1016 / j.neubiorev.2016.03.007.
5. Haymes EM, Dickinson AL. Characteristics of elite male and female ski racers. Med. Sci. Sports. Exerc. 1980;12(3):153-8.
6. Hegge AM, Myhre K, Welde B, Holmberg HC, Sandbakk O. Are gender differences in upper-body power generated by elite cross-country skiers augmented by increasing the intensity of exercise? PloS One. 2015;10(5):e0127509. DOI: 10.1371 / journal.pone.0127509.
7. Hegge AM, Bucher E, Ettema G, Faude O, Holmberg HC, Sandbakk O. Gender differences in power production, energetic capacity and efficiency of elite cross-country skiers during whole-body, upper-body, and arm poling. Eur. J. Appl. Physiol. 2016;116(2):291-300. DOI: 10.1007 / s00421-015-3281-y.
8. Nikolaidis PT, Villiger E, Rosemann T, Knechtle B. The effect of aging on pacing strategies of cross-country skiers and the role of performance level. Eur. Rev. Aging Phys. Act. 2018;15:4. DOI: 10.1186 / s11556-018-0193-y.
9. Sandbakk Ø, Solli GS, Holmberg HC. Sex Differences in World-Record Performance: The Influence of Sport Discipline and

and Competition Duration // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2018; Vol.13, №1. P. 2-8. DOI: 10.1123 / ijspp.2017-0196.

10. Carlsson M, Assarsson H, Carlsson T. The influence of sex, age, and race experience on pacing profiles during the 90 km Vasaloppet ski race // *Open Access J. Sports Med.* 2016. Vol.7. P. 11-9. DOI: 10.2147 / OAJSM.S101995.

11. Sandbakk O, Ettema G, Leirdal S, Holmberg HC. Gender differences in the physiological responses and kinematic behavior of elite sprint cross-country skiers // *Eur. J. Appl. Physiol.* 2012. V.112, №3. P. 1087-94. DOI: 10.1007 / s00421-011-2063-4.

12. Sandbakk O, Ettema G, Holmberg HC. Gender differences in endurance performance by elite cross-country skiers are influenced by the contribution from poling // *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2014. Vol.24, №1. P. 28-33. DOI: 10.1111 / j.1600-0838.2012.01482.x.

13. Бойко Е.Р., Евдокимов В.Г., Вахнина Н.А., Шадрин В.Д., Потолицына Н.Н., Варламова Н.Г., Кочан Т.И., Канева А.М., Солонин Ю.Г., Логинова Т.П., Есева Т.В., Кеткина О.А., Рогачевская О.В., Людина А.Ю. Сезонные аспекты оксидативного стресса у человека в условиях Севера // *Авиакосмическая и экологическая медицина.* 2007. Т.41, №3. С. 44-8.

14. Солонин Ю.Г., Марков А.Л., Бойко Е.Р. Функциональные показатели здоровья у мужчин-северян // *Известия Коми НЦ УрО РАН.* 2011. Вып. 3(7). С. 43-7.

15. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Введение в донозологическую диагностику. М.: Фирма «Слово», 2008. 220 с.

16. Иванов Г.Г., Сула А.С. Метод дисперсионного картирования ЭКГ в клинической практике. М., 2008. 42 с.

17. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. М.: Физкультура и спорт, 1988. 208 с.

18. Шлык Н.И., Гаврилова Е.А. Анализ variability сердечного ритма в контроле за тренировочной и соревновательной деятельностью спортсменов на примере лыжных видов спорта // *Лечебная физкультура и спортивная медицина.* 2016. №1. С. 17-23.

19. Schafer D, Gjerdalen GF, Solberg EE, Khokhlova M, Badtieva V, Herzig D, Trachsel LD, Noack P, Karavirta L, Eser P, Saner H, Wilhelm M. Sex differences in heart rate variability: a longitudinal study in international elite cross-country skiers // *Eur. J. Appl. Physiol.* 2015. V.115, №10. P. 2107-14. DOI: 10.1007 / s00421-015-3190-0.

20. Солонин Ю.Г. Роль исходного состояния физиологических функций в реакции на физическую нагрузку // *Физиология человека.* 1987. Т.13, №1. С. 96-102.

21. Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р., Марков А.Л., Варламова Н.Г., Гарнов И.О., Логинова Т.П., Мартынов Н.А., Черных А.А. Сравнение физиологических показателей и их реакций на физические нагрузки у лыжников-гонщиков и тхэквондистов // *Спортивная медицина: наука и практика.* 2015. №2. С. 33-8.

22. Солонин Ю.Г. Физическое здоровье населения на Европейском Севере // *Вестник ТверГУ. Серия: Биология и экология.* 2017. №2. С. 55-62.

Competition Duration. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2018;13(1):2-8. DOI: 10.1123 / ijspp.2017-0196.

10. Carlsson M, Assarsson H, Carlsson T. The influence of sex, age, and race experience on pacing profiles during the 90 km Vasaloppet ski race. *Open Access J. Sports Med.* 2016;7:11-9. DOI: 10.2147 / OAJSM.S101995.

11. Sandbakk O, Ettema G, Leirdal S, Holmberg HC. Gender differences in the physiological responses and kinematic behavior of elite sprint cross-country skiers. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2012;112(3):1087-94. DOI: 10.1007 / s00421-011-2063-4.

12. Sandbakk O, Ettema G, Holmberg HC. Gender differences in endurance performance by elite cross-country skiers are influenced by the contribution from poling. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2014;24(1):28-33. DOI: 10.1111 / j.1600-0838.2012.01482.x.

13. Boyko ER, Evdokimov VG, Vakhnina NA, Shadrina VD, Potolitsyna NN, Varlamova NG, Kochan TI, Kaneva AM, Solonin YuG, Loginova TP, Eseva TV, Ketkina OA, Rogachevskaya OV, Lyudinina AYU. Seasonal aspects of the oxidative stress in Northerners. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina.* 2007;41(3):44-8. Russian.

14. Solonin YuG, Markov AL, Boyko ER. Health indices in male northerners. *Izvestiya Komi NTs UrO RAN.* 2011;(3):43-7. Russian.

15. Baevskiy RM, Berseneva AP. *Vvedenie v donozologicheskuyu diagnostiku.* Moscow, «Slovo», 2008. 220 p. Russian.

16. Ivanov GG, Sula AS. *Metod dispersionnogo kartirovaniya EKG v klinicheskoy praktike.* Moscow, 2008. 42 p. Russian.

17. Karpman VL, Belotserkovskiy ZB, Gudkov IA. *Testirovanie v sportivnoy meditsine.* Moscow, Fizkultura i sport, 1988. 208 p. Russian.

18. Shlyk NI, Gavrilova EA. Analysis of heart rate variability in the control of training and competitive activities of athletes on the example of ski sports. *Lechebnaya fizkultura i sportivnaya meditsina.* 2016(1):17-23. Russian.

19. Schafer D, Gjerdalen GF, Solberg EE, Khokhlova M, Badtieva V, Herzig D, Trachsel LD, Noack P, Karavirta L, Eser P, Saner H, Wilhelm M. Sex differences in heart rate variability: a longitudinal study in international elite cross-country skiers. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2015;115(10):2107-14. DOI: 10.1007 / s00421-015-3190-0.

20. Solonin YuG. Rol iskhodnogo sostoyaniya fiziologicheskikh funktsiy v reaktsiyakh na fizicheskuyu nagruzku. *Fiziologiya cheloveka.* 1987;13(1):96-102. Russian.

21. Solonin YuG, Boyko ER, Markov AL, Varlamova NG, Garnov IO, Loginova TP, Martynov NA, Chernykh AA. Comparison of the physiological indices and physical load responses in cross-country skiers and taekwondo practitioners. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice).* 2015;(2):33-8. Russian.

22. Solonin YuG. Fizicheskoe zdorovye naseleniya na Evropeyskom Severe. *Vestnik TverGU. Seriya: Biologiya i ekologiya.* 2017;(2):55-62. Russian.

Сведения об авторах:

Солонин Юрий Григорьевич, главный научный сотрудник ФГБУН Института физиологии Коми научного центра УрО РАН, д.м.н., проф. ORCID ID: 0000-0002-8068-1023 (+7 (8212) 24-14-74, solonin@physiol.komisc.ru)

Гарнов Игорь Олегович, младший научный сотрудник ФГБУН Института физиологии Коми научного центра УрО РАН. ORCID ID: 0000-0002-2604-2773

Марков Александр Леонидович, научный сотрудник ФГБУН Института физиологии Коми научного центра УрО РАН, к.б.н. ORCID ID: 0000-0003-0152-6250

Нутрихин Андрей Владимирович, главный тренер сборной Республики Коми по лыжным гонкам ГАУ РК Центр спортивной подготовки сборных команд. ORCID ID: 0000-0002-8862-5712

Черных Алексей Анатольевич, младший научный сотрудник ФГБУН Института физиологии Коми научного центра УрО РАН. ORCID ID: 0000-0002-1574-5588

Бойко Евгений Рафаилович, директор ФГБУН Института физиологии Коми научного центра УрО РАН, д.м.н., проф. ORCID ID: 0000-0002-8027-898X

Information about the authors:

Yuriy G. Solonin, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Chief Scientist of the Institute of Physiology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. ORCID ID: 0000-0002-8068-1023 (+7 (8212) 24-14-74, solonin@physiol.komisc.ru)

Igor O. Garnov, Junior Researcher of the Institute of Physiology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. ORCID ID: 0000-0002-2604-2773

Aleksandr L. Markov, Ph.D. (Biology), Scientist of the Institute of Physiology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. ORCID ID: 0000-0003-0152-6250

Andrey V. Nutrikhin, Chief Coach of the Cross-Country Ski Team of Komi Republic of the National Team Sports Training Center. ORCID ID: 0000-0002-8862-5712

Aleksey A. Chernykh, Junior Researcher of the Institute of Physiology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. ORCID ID: 0000-0002-1574-5588

Evgeny R Boyko, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Institute of Physiology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. ORCID ID: 0000-0002-8027-898X

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Финансирование: работа выполнена в рамках базового бюджетного финансирования (№ ГР АААА-А17-117012310157-7)

Funding: the study was carried out within the framework of basic budget financing (№ ГР АААА-А17-117012310157-7)

Поступила в редакцию: 12.02.2018

Принята к публикации: 13.03.2018

Received: 12 February 2018

Accepted: 13 March 2018

Серия «Библиотека журнала «Спортивная медицина: наука и практика»



Основы скандинавской ходьбы

Ачкасов Е.Е., Володина К.А., Руненко С.Д.

В учебном пособии представлены теоретические и практические аспекты скандинавской ходьбы, которая рассмотрена не только в контексте оздоровительных технологий, но и как средство медицинской реабилитации. Изложена история распространения скандинавской ходьбы, представлены клинично-функциональное обоснование использования скандинавской ходьбы в медицинской реабилитации, особенности врачебного контроля, санитарно-гигиенические требования, экипировка и техническое оснащение занятий скандинавской ходьбой. В отдельных главах подробно рассмотрены вопросы построения тренировочного занятия и техника скандинавской ходьбы, возможности ее использования для развития разных физических качеств человека. Усвоению материала учебного пособия способствуют тестовые задания и вопросы для самоконтроля. В приложениях к пособию содержится дополнительная информация, необходимая для медицинского обследования при занятиях скандинавской ходьбой и оценки ее эффективности, представлены примерные комплексы упражнений при занятиях скандинавской ходьбой.

Учебное пособие предназначено для обучающихся по программам дополнительного профессионального образования врачей по специальности «Лечебная физкультура и спортивная медицина», других специалистов в области медицинской реабилитации и врачей смежных специальностей, может быть полезно студентам, обучающимся по специальности «Лечебное дело», «Педиатрия», «Медико-профилактическое дело», «Стоматология», инструкторам по лечебной физкультуре.

Книгу можно заказать в редакции журнала по телефону: +7 (499) 248-08-21 или по e-mail: info@smjournal.ru