

УДК 612.24.017.2(470.1/.2)+796.921

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ У ЛЫЖНИКОВ МАССОВЫХ СПОРТИВНЫХ РАЗРЯДОВ В УСЛОВИЯХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА

© 2016 г. ^{1,2}А. Б. Гудков, ³И. В. Мануйлов, ⁴В. И. Торшин, ¹О. Н. Попова, ²Н. Б. Лукманова¹Северный государственный медицинский университет, ²Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова, г. Архангельск; ³Центральная городская больница им. А. М. Дегонского, г. Железнодорожный, Московская область; ⁴Российский университет дружбы народов, г. Москва

Представлен анализ сезонных изменений легочных объемов и емкостей у лыжников массовых спортивных разрядов в условиях Европейского Севера России. Исследование функции дыхательной системы осуществлялось в сентябре, январе, апреле и июле у одной и той же группы из 38 мужчин в возрасте 18–22 лет (средний возраст 19,6 (19,2; 21,7) года), родившихся и постоянно проживающих в г. Архангельске (64°32' с. ш., 40°32' в. д.) и г. Северодвинске (64°34' с. ш., 39°51' в. д.). Обследуемые занимались лыжными гонками 3–5 лет и имели 1–2 спортивный разряд. Для оценки функции внешнего дыхания использовался спирограф «Диамант-С» (Комплекс КМ-АР-01). Оценивались легочные объемы и емкости: дыхательный объем (ДО), резервные объемы вдоха (РОВд) и выдоха (РОВвд), емкость вдоха (Евд), жизненная емкость лёгких (ЖЕЛ), а также показатели легочной вентиляции: частота дыхания и минутный объем дыхания. Установлено, что у лыжников в динамике сезонов года происходят функциональные перестройки в системе внешнего дыхания. Так, максимальное значение ЖЕЛ было выявлено зимой, минимальное – весной, разница составила 1,21 л. Минимальное значение величины ДО регистрировалось летом, максимальное – зимой, разница составила 0,58 л. Величина РОВд имела наибольшее значение осенью, а РОВвд и Евд – зимой. В динамике сезонов года у обследованных спортсменов-лыжников изменяются не только значения статических легочных объемов и емкостей, но и характер связей между ними. Расчет долевого соотношения ДО и ЖЕЛ выявил, что при дыхании в состоянии покоя лыжники используют от 17 % ЖЕЛ осенью и летом, до 21–23,5 % – зимой и весной. Сравнение полученных у лыжников результатов с результатами обследования лиц, не занимающихся спортом, выявило, что сезонные изменения легочных объемов и емкостей у лыжников более выражены.

Ключевые слова: лыжники массовых спортивных разрядов, лёгочные объёмы и ёмкости, сезонные изменения, Европейский Север

SEASONAL CHANGES OF EXTERNAL RESPIRATORY PARAMETERS IN SKIERS OF MASS CATEGORIES IN THE CONDITIONS OF RUSSIAN NORTH

^{1,2}A. B. Gudkov, ³I. V. Manuilov, ⁴V. I. Torshin, ¹O. N. Popova, ²N. B. Lukmanova¹Northern State Medical University, Arkhangelsk; ²Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk; ³Central City Hospital named after A. M. Degonskii, Zheleznodorozhny, Moscow Region; ⁴Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

The study results of lung volume seasonal changes in skiers of mass categories in the conditions of European North are presented. Respiratory system study was carried out in September, January, April and July in the same group of 38 men skiers aged 18–22 (middle age: 19,6 (19,2; 21,7)), born and permanently residing in Arkhangelsk (64°32'n.l., 40°32'e.l.) and Severodvinsk (64°34'n.l., 39°51'e.l.). Survey sample had experience in cross-country skiing for 3–5 years and 1–2 senior degree. Spirograph «Dinamit-S» (Complex KM-AP-01) was used for pulmonary function test. Lung volume was esteemed: respiratory volume (RV), inspiratory (IRV) and expiratory (ERV) reserve volume, inspiratory capacity (IC), lung capacity (LC), as well as indices of lung ventilation: respiratory rate (RR) and respiratory minute volume (RMV). It is stated that skiers have seasonal functional alternation in the external respiration system. Thus, LC maximum was in winter, LC minimum - in spring, with difference 1,21 l. RV minimum was in summer, maximum - in winter, with difference 0,58 l. IRV was maximum in autumn, ERV and IC - in winter. Not only statistic lung volumes indices, but their nature of communication change in seasonal dynamic in surveyed sportsmen skiers. Percentage ratio calculation from RV to LC showed that breathing in rest conditions skiers use from 17 % in autumn and summer to 21–23,5 % LC in winter and spring. Comparison of the results obtained in skiers and people not engaged in sport activities revealed that seasonal changes of lung volume in skiers are more evident.

Keywords: skiers of mass categories, lung volume, seasonal changes, European North

Библиографическая ссылка:

Гудков А. Б., Мануйлов И. В., Торшин В. И., Попова О. Н., Лукманова Н. Б. Сезонные изменения параметров внешнего дыхания у лыжников массовых спортивных разрядов в условиях Европейского Севера // Экология человека. 2016. № 6. С. 31–36.

Gudkov A. B., Manuilov I. V., Torshin V. I., Popova O. N., Lukmanova N. B. Seasonal Changes of External Respiratory Parameters in Skiers of Mass Categories in the Conditions of Russian North. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2016, 6, pp. 31–36.

Климатогеографические условия северных территорий являются благоприятными для развития зимних видов спорта, особенно лыжного, который пользуется значительной популярностью среди населения благодаря своей доступности. Внимание исследователей

лыжники привлекали многократно. Так, на их примере изучались процессы адаптации и дизадаптации кардиореспираторной системы к физической нагрузке [16], рассматривались вопросы формирования спортивного перенапряжения [11], изучались газообмен и

физическая работоспособность у профессиональных лыжников [20], влияние окружающей среды и интенсивности тренировочного процесса на проходимость дыхательных путей в различные сезоны года [18], а также особенности кардиореспираторной системы у лыжников разной спортивной направленности [19].

Существенным фактором формирования функционального состояния организма человека является приспособление кардиореспираторной системы к различным сезонам года [1] и особенно дыхательной, поскольку она испытывает влияние целого комплекса неблагоприятных пульмонотропных факторов [6]. Некоторые аспекты сезонных компенсаторно-приспособительных реакций дыхательной системы в годовой динамике рассматривались у молодых мужчин — жителей Республики Коми [4], изучались особенности функции внешнего дыхания в годовом цикле у детей среднего [9] и старшего [14] школьных возрастов, у студентов — уроженцев Европейского Севера [7], а также у лиц юношеского возраста — жителей Кольского Заполярья [17].

Однако исследования, посвященные сезонным изменениям дыхательной системы у лыжников массовых спортивных разрядов на территории Европейского Севера страны, носят единичный характер [13]. Кроме того, необходимо отметить, что большинство исследований, направленных на установление сезонных особенностей функционального состояния организма лыжников, были выполнены в Сибири и центральной части России [2, 3], климатогеографические характеристики которых значительно отличаются от условий Европейского Севера, поскольку климат его давно определен многими исследователями как особенно дискомфортный и суровый [5, 10].

Все вышеизложенные факты и побудили провести настоящее исследование, так как изучение в годовой динамике адаптивных реакций дыхательной системы лыжников массовых спортивных разрядов — жителей Европейского Севера как особой и достаточно многочисленной категории населения, представляет существенный интерес.

Цель работы — выявить особенности физиологических реакций респираторной системы у лыжников массовых спортивных разрядов в динамике сезонов года на Европейском Севере России.

Методы

Исследование функции дыхательной системы осуществлялось 4 раза в год: осенью (сентябрь), зимой (январь), весной (апрель) и летом (июль) у одной и той же группы из 38 мужчин в возрасте 18–22 лет (средний возраст 19,6 (19,2; 21,7) года), занимающихся лыжными гонками, родившихся и постоянно проживающих в г. Архангельске (64°32' с. ш., 40°32' в. д.) и г. Северодвинске (64°34' с. ш., 39°51' в. д.). Обследуемые имели стаж занятий лыжными гонками 3–5 лет и 1–2 взрослый разряд.

Исследование проводилось с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации и

Директивах Европейского сообщества (8/609ЕС), и одобрено локальным Комитетом по этике Северного государственного медицинского университета.

Обследование проводилось в первой половине дня, через 1,5–2 часа после приема пищи, после 20-минутного отдыха, в комфортных микроклиматических условиях. Показатели внешнего дыхания регистрировались в положении сидя. Для оценки функции внешнего дыхания использовался спирограф «Диамант-С» (Комплекс КМ-АР-01), обеспечивающий приведение измеренных объемных и скоростных показателей к стандартным газовым условиям. У обследуемых оценивались легочные объемы и емкости: дыхательный объем (ДО), резервные объемы вдоха (РОВд) и выдоха (РОВвд), емкость вдоха (Евд), жизненная емкость легких (ЖЕЛ), а также показатели интенсивности легочной вентиляции: частота дыхания (ЧД) и минутный объем дыхания (МОД).

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием пакета прикладных программ IBM SPSS 19.0. Анализ измеренных переменных на нормальность распределения осуществлялся с помощью теста Шапиро — Уилка ($p < 50$). Полученные результаты описательной статистики не подчинялись закону нормального распределения и поэтому представлены в виде медианы (Me), первого (Q_1) и третьего (Q_3) квартилей. Для парных сравнений использовался непараметрический критерий Вилкоксона для зависимых выборок с поправкой Бонферони. Для оценки связей между показателями проведен корреляционный анализ с использованием критерия Спирмена. Критический уровень значимости (p) принимался равным 0,05.

Результаты

Анализ полученных результатов показал, что у спортсменов-лыжников, уроженцев Европейского Севера, в динамике сезонов года происходят функциональные перестройки в системе внешнего дыхания (табл. 1).

Так, величина ЖЕЛ осенью была на 16,8 % больше, чем весной ($p < 0,001$), и на 16,2 % больше, чем летом ($p < 0,001$). Зимой этот показатель был на 20,9 % больше, чем весной ($p < 0,001$), и на 20,2 % больше, чем летом ($p < 0,001$). Статистически значимой разницы между величинами этого показателя осенью и зимой, как весной и летом, не выявлено. Таким образом, максимальное значение ЖЕЛ было установлено зимой, минимальное — весной, разница составила 1,21 л.

В физиологических исследованиях дыхательной системы традиционно особое внимание уделяется анализу изменений объемов, составляющих ЖЕЛ. У обследованных лыжников значение величины ДО было больше на 29,6 % зимой по сравнению с осенью ($p < 0,001$), на 27,4 % — по сравнению с весной ($p < 0,001$) и на 42,9 % — по сравнению с летом ($p < 0,001$). Минимальное значение величины ДО

Таблица 1

Показатели системы внешнего дыхания у лыжников — уроженцев Европейского Севера

n=38

Показатель	Сезон года				Значимость различий между сезонами					
	Осень (I)	Зима (II)	Весна (III)	Лето (IV)	P _{I-II}	P _{I-III}	P _{I-IV}	P _{II-III}	P _{II-IV}	P _{III-IV}
ЖЕЛ, л	5,51 (5,05; 5,76)	5,79 (5,40; 5,95)	4,58 (4,20; 4,84)	4,62 (4,20; 5,04)	1,0	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	1,0
РОВд, л	1,75 (1,61; 2,15)	1,57 (1,34; 2,11)	1,18 (1,04; 1,58)	1,30 (1,02; 1,63)	1,0	0,001	0,006	0,001	0,003	1,0
РОВыд, л	2,63 (2,51; 2,79)	2,86 (2,42; 2,92)	2,47 (2,13; 2,52)	1,30 (1,02; 1,63)	1,0	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	1,0
ДО, л	0,92 (0,78; 1,18)	1,35 (0,91; 1,62)	0,98 (0,71; 1,19)	0,77 (0,50; 0,98)	<0,001	1,0	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Евд, л	2,41 (2,32; 2,91)	2,94 (2,82; 3,03)	2,16 (1,68; 2,55)	2,52 (2,04; 2,91)	<0,001	1,0	1,0	<0,001	<0,001	<0,001
ЧД, кол/мин	11,5 (9,50; 15,43)	10,56 (8,78; 12,00)	12,2 (9,00; 14,74)	13,00 (11,00; 16,93)	<0,001	0,011	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
МОД, л/мин	12,03 (7,88; 19,06)	14,76 (7,27; 18,19)	10,37 (10,04; 12,44)	10,25 (7,67; 13,59)	1,0	1,0	0,03	0,001	<0,001	0,03

Примечание. Сравнение зависимых выборок осуществлялось непараметрическим критерием Т-Вилкоксона, Me (Q₁, Q₃).

регистрировалось летом, максимальное — зимой, разница составила 0,58 л. Значимых различий между осенним и весенним результатами не выявлено.

В динамике сезонов года менялись и резервные объемы легких. Так, величина РОВд имела наибольшее значение осенью — на 32,6 % выше, чем весной ($p < 0,001$), и на 25,7 % выше, чем летом ($p = 0,006$). Весной РОВд меньше, чем осенью ($p = 0,001$), и зимой меньше, чем летом ($p = 0,003$). Статистически значимой разницы между показателями, полученными осенью и зимой, не выявлено.

Аналогичная ситуация наблюдается и с сезонными изменениями величины РОВыд. Осенью этот показатель был на 6 % больше, чем весной ($p < 0,001$), и на 50,5 % больше, чем летом ($p < 0,001$). Зимой данная величина была на 13,6 % больше, чем весной ($p < 0,001$), и на 54,5 % больше, чем летом ($p < 0,001$). Значимой разницы между осенним и зимним этапами исследования, как и между весенним и летним, не выявлено.

Известно, что величина емкости вдоха характеризует эластическую способность легочной ткани. Анализ полученных результатов при обследовании лыжников показал, что значение Евд зимой было больше на 18,0 % по сравнению с осенью ($p < 0,001$), на 26,5 % по сравнению с весной ($p < 0,001$) и 14,2 % по сравнению с летом ($p < 0,001$). Также этот показатель весной меньше, чем летом, на 16,6 % ($p < 0,001$). Наибольшее значение этой величины зимой, возможно, указывает на использование резервных ацинусов в дыхании при снижении температуры воздуха окружающей среды.

В динамике сезонов года у обследованных спортсменов-лыжников изменяются не только значения статических легочных объемов и емкостей, но и характер связей между ними (табл. 2).

Так, осенью обнаруживается значимая средней силы связь между величинами ЖЕЛ и РОВд. Весной и летом отмечается сильная корреляционная связь

($p < 0,001$) между этими показателями. В зимний период года теснота связи ЖЕЛ — РОВд ослабевает.

Таблица 2

Корреляционные связи между параметрами внешнего дыхания у лыжников — уроженцев Европейского Севера

n=38

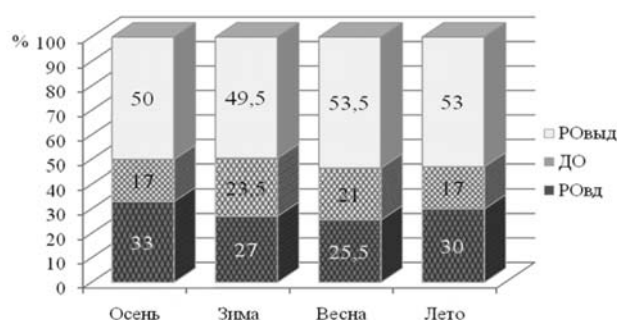
Связь показателей	Осень	Зима	Весна	Лето
ЖЕЛ — РОВд	0,656	(0,161)	0,729	0,787
ЖЕЛ — РОВыд	0,434	0,885	0,352	0,597
РОВд — РОВыд	(0,139)	(0,092)	(-0,197)	(0,085)

Примечание. Указан коэффициент корреляции Спирмена. Значения в скобках статистически незначимы.

В период от осени к зиме связь между ЖЕЛ и РОВыд усиливается. Весной она характеризуется как слабая, однако отмечается увеличение тесноты связей между ЖЕЛ и РОВыд от весеннего времени года к летнему. Появление взаимосвязи между РОВыд и ЖЕЛ в зимний период имеет важное значение, поскольку указывает на возрастание роли резервного объема выдоха для обеспечения функционирования организма спортсменов в зимний соревновательный период, для которого также характерно и усиление воздействия неблагоприятных природно-климатических факторов окружающей среды в этот сезон года. Взаимосвязь между величинами РОВд и РОВыд характеризуется как статистически незначимая и слабая во все сезоны года.

Большую ценность имеет анализ не только абсолютных значений РОВд, РОВыд и ДО, но и их относительных величин, в частности отношение резервных объемов вдоха и выдоха к жизненной емкости легких (рисунок).

Расчет долевого соотношения ДО и ЖЕЛ выявил, что при дыхании в состоянии покоя спортсмены-лыжники — уроженцы Европейского Севера используют от 17 % осенью и летом, до 21–23,5 % ЖЕЛ зимой и весной. Следовательно, летом более 83 % и зимой



Сезонная динамика показателей, составляющих жизненную емкость легких, у лыжников

Примечание. За 100 % принят показатель ЖЕЛ соответствующего сезона года.

более 77 % величины ЖЕЛ при спокойном дыхании у них находится в резерве.

Величина РОвд в динамике сезонов года у лыжников составила от 30 % осенью и летом, до 23 % зимой и весной. Величина РОвд у обследованных спортсменов составила от 50 % осенью и зимой, до 53 % весной и летом.

В годовой динамике у лыжников величина ЧД не превышала 13 дыхательных движений, что характерно для спортсменов, развивающих выносливость, и является физиологическим состоянием. При этом величина ЧД зимой была на 8,9 % ниже, чем осенью ($p < 0,001$), на 15,5 % ниже, чем весной ($p = 0,011$), и на 23,1 % ниже, чем летом ($p < 0,001$). В осенний период года ЧД также на 6 % ниже, чем в весенний ($p < 0,001$), и на 13 % ниже, чем в летний период года ($p < 0,001$).

Известно, что показатель МОД, тесно связанный с изменениями ДО и ЧД, наиболее точно отражает степень адаптации и выраженность приспособительных механизмов, происходящих в системе внешнего дыхания [4, 12]. При анализе результатов, полученных у лыжников, было выявлено увеличение показателя МОД на 13,8 % осенью по сравнению с весной ($p = 0,001$). Также значение МОД у лыжников зимой на

29,7 % больше, чем весной ($p = 0,001$), и на 30,5 % больше, чем летом ($p < 0,001$). Следует заметить, что максимальное значение исследуемой величины было выявлено зимой, причем увеличение МОД происходило за счет повышения ДО, а не ЧД, что является более эффективным процессом приспособления к повышенным нагрузкам в ходе соревновательного периода.

Обсуждение результатов

Для выявления особенностей сезонных изменений функции внешнего дыхания, связанных со спортивно-тренировочной деятельностью у лыжников массовых спортивных разрядов, представляется целесообразным сравнить их результаты с результатами обследования лиц, не занимающихся лыжными гонками. Такие исследования были выполнены Н. В. Ефимовой [8] у молодых лиц 18–22 лет – уроженцев Европейского Севера (табл. 3).

При сравнении полученных показателей ЖЕЛ у лыжников с результатами исследования Н.В. Ефимовой было установлено, что сезонная кривая ЖЕЛ у лыжников и не спортсменов имеет одинаковую направленность. Однако у лыжников отмечается более значительное увеличение показателя ЖЕЛ от осени к зиме, которое составляет 16,2 %, в то время как у мужчин-северян, не занимающихся спортом, повышение этого показателя к зимнему времени года составило лишь 2,6 %. Известно, что величина ЖЕЛ является показателем, отражающим функциональные возможности системы внешнего дыхания в целом. Он хорошо отражает объем функционирующей респираторной ткани и косвенно указывает на максимальную площадь дыхательной поверхности легких. Исходя из этого можно заключить, что у спортсменов-лыжников за счет увеличения ЖЕЛ зимой создаются условия для более эффективного приспособления легочной вентиляции к удовлетворению метаболических потребностей организма, связанных с повышением объемов физических нагрузок, характерных для

Таблица 3
Показатели системы внешнего дыхания у молодых лиц 18–22 лет – уроженцев г. Архангельска (данные Н. В. Ефимовой [8])
n=35

Показатель	Сезон года				Р _{I-II}	Р _{I-III}	Р _{I-IV}	Р _{II-III}	Р _{II-IV}	Р _{III-IV}
	Зима (I)	Весна (II)	Лето (III)	Осень (IV)						
¹ ЖЕЛ, л	5,75 (5,50; 6,45)	5,25 (4,60; 5,69)	5,43 (4,95; 6,22)	5,60 (5,13; 6,29)	<0,001	<0,001	1,0	0,048	0,048	1,0
¹ РОВд, л	2,12 (1,07; 2,47)	1,49 (0,94; 2,22)	1,44 (0,80; 2,21)	2,12 (1,48; 2,44)	1,0	0,048	1,0	1,0	1,0	1,0
² РОВд, л	3,06±0,59	2,77±0,80	2,90±0,69	3,05±0,86	1,0	1,0	1,0	1,0	0,912	1,0
² ДО, л	0,47±0,26	0,42±0,20	0,39±0,18	0,43±0,28	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
¹ Евд, л	2,76 (2,27; 3,22)	1,99 (1,46; 2,88)	2,17 (1,50; 3,29)	2,53 (1,85; 2,97)	0,139	0,537	1,0	1,0	1,0	1,0
¹ МОД, л/мин	10,26 (8,94; 15,60)	10,03 (8,21; 12,32)	11,00 (7,84; 14,66)	12,06 (8,08; 22,93)	0,012	0,894	1,0	1,0	0,039	0,696
¹ ЧД, кол/мин	15 (12; 18)	16 (14; 19)	16 (13; 18)	16 (13; 18)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Примечание. Сравнение зависимых выборок осуществлялось: ¹ – непараметрическим критерием Т-Вилкоксона, Me (Q₁; Q₃); ² – параметрическим критерием Т-Стьюдента, (M ± s).

соревновательного периода, и воздействием неблагоприятных природно-климатических факторов, характерных для зимнего времени года.

При анализе ДО установлено, что сезонная кривая данного показателя у лиц, не занимающихся спортом, аналогична изменениям ДО у лыжников. Однако увеличение этого показателя зимой по сравнению с осенью у них составило всего 8,5 %, в то время как у лыжников — 46,7 %. Увеличение глубины дыхания в зимний период года у лыжников, вероятно, связано как с комплексным воздействием неблагоприятных факторов внешней среды, так и с возрастанием физических нагрузок в зимний соревновательный период.

При сравнении статических легочных объемов у лыжников с показателями лиц, не занимающихся спортом, было установлено, что у северян не спортсменом максимальное значение РОвд регистрировалось осенью и зимой, а минимальное летом, в то время как наибольшее значение данного показателя у лыжников было выявлено осенью, а наименьшее весной. Изменение сезонной кривой РОвд у лыжников также отличалось от сезонной динамики этого показателя у лиц, не занимающихся спортом. Так, наименьшее значение РОвд у лыжников было выявлено летом, а наибольшее зимой, разница составила 54 %. У мужчин-северян не занимающихся спортом, наибольшее значение данного показателя было также в зимний период года, однако наименьшее значение регистрировалось весной с разницей в 9,4 %. Также стоит отметить, что у лыжников РОвд изменялся в большей степени, чем РОвд. Известно, что РОвд, участвуя в формировании остаточной емкости легких, играет более важную роль в стабилизации дыхания, чем РОвд [15]. Связано это с тем, что РОвд принимает участие в механизмах регуляции и накопления метаболического CO_2 , так как в функциональном отношении резервный объем выдоха является буферной емкостью проводящих воздухоносных путей, снижающей возможность беспрепятственного выделения метаболического CO_2 через легкие наружу.

Сезонная кривая МОД у мужчин, не занимающихся спортом, отлична от таковой у спортсменов-лыжников. Так, у мужчин-северян минимальное значение МОД регистрировалось весной, а максимальное — осенью, и разница составила 16,6 %. У лыжников максимальное значение МОД наблюдалось в зимний период.

Таким образом, у спортсменов-лыжников, уроженцев Европейского Севера, в зимний период года наблюдается увеличение ЖЕЛ, РОвд, ДО и МОД, которое является более выраженным, чем у лиц, не занимающихся спортом.

Список литературы

1. Агаджанян Н. А., Радыш И. В. Биоритмы, среда обитания, здоровье. М. : РУДН, 2013. 362 с.
2. Белова Е. Л., Румянцева Н. В. Взаимосвязь показателей ритма сердца и некоторых характеристик тренировочных и соревновательных нагрузок квалифицированных

лыжников-гонщиков // Вестник спортивной науки. 2009. № 4. С. 29—33.

3. Бухарева А. С. Особенности функционального состояния кардиореспираторной системы лыжниц-гонщиц 17—20 лет с различным уровнем спортивной результативности : автореф. ... дис. канд. биол. наук. Челябинск, 2009. С. 8—13.

4. Варламова Н. Г., Евдокимов В. Г., Бойко Е. Р. Функция внешнего дыхания у молодых мужчин Европейского Севера в годовом цикле // Физиология человека. 2008. Т. 34, № 6. С. 85—91.

5. Грибанов А. В., Волокитина Т. В. Здоровье и функциональное развитие школьников на Европейском Севере России // Вестник национального комитета «Интеллектуальные ресурсы России». 2006. № 4. С. 271—275.

6. Гудков А. Б., Попова О. Н. Пульмотропные факторы Европейского Севера // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки. 2008. № 2. С. 15—22.

7. Ефимова Н. В., Попова О. Н. Адаптивные реакции внешнего дыхания у здоровых студентов в годовом цикле на Европейском Севере // Экология человека. 2012. № 3. С. 23—27.

8. Ефимова Н. В. Эколого-физиологическая характеристика адаптивных реакций кардиореспираторной системы в годовом цикле у молодых лиц 18—22 лет, уроженцев Европейского Севера : дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2013. 176 с.

9. Завьялова А. А., Щербина Ф. А., Смолина В. С. Сезонные изменения показателей внешнего дыхания у детей среднего школьного возраста — уроженцев г. Архангельска // Экология человека. 2012. № 2. С. 28—31.

10. Кубушка О. Н., Гудков А. Б. Особенности структуры жизненной ёмкости лёгких у северян старшего школьного возраста // Вестник Поморского университета. Серия: Физиологические и психолого-педагогические науки. 2003. № 1. С. 42—51.

11. Матвеева А. М. Функциональные особенности формирования спортивного перенапряжения у лыжников, тренирующихся в условиях Севера : автореф. канд. мед. наук. Тюмень, 2007. 26 с.

12. Сарычев А. С., Гудков А. Б., Попова О. Н. Компенсаторно-приспособительные реакции внешнего дыхания у нефтяников в динамике экспедиционного режима труда в Заполярье // Экология человека. 2011. № 3. С. 7—13.

13. Семенов Н. И., Шарахудинова А. Ю. Оценка эффективности годичного двухциклового построения подготовки квалифицированных лыжников-гонщиков в условиях Крайнего Севера // Физическая культура и здоровье. 2013. № 1 (43). С. 3—6.

14. Чупакова Л. В., Щербина Ф. А., Смолина В. С. Изменения показателей легочной вентиляции в годовом цикле у детей старшего школьного возраста, уроженцев Европейского Севера // Экология человека. 2012. № 8. С. 50—53.

15. Шишкин Г. С., Устюжанинова Н. В. Функциональные состояния внешнего дыхания здорового человека. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2012. 329 с.

16. Шмердяк А. В. Физиологические и метаболические характеристики процессов адаптации и дизадаптации организмов спортсменов высокой квалификации: дис. ... канд. мед. наук. Тюмень, 2005. С. 3—100.

17. Щербина Ю. Ф., Попова О. Н. Характеристика резервных возможностей и эффективности вентиляции легких у жителей Крайнего Севера в контрастные сезоны года // Экология человека. 2012. № 12. С. 10—15.

18. Heir T., Larsen S. The influence of training intensity, airway infections and environmental conditions on seasonal variations in bronchial responsiveness in cross-country skiers // *Scand J Med Sci Sports*. 1995. N 5 (3). P. 152–159.

19. Losnegard T., Hallén J. Physiological differences between sprint- and distance-specialized cross-country skiers // *Int J Sports Physiol Perform*. 2014. N 9 (1). P. 25–31.

20. Spencer M., Losnegard T., Hallén J., Hopkins W. G. Variability and predictability of performance times of elite cross-country skiers // *Int J Sports Physiol Perform*. 2014. N 9 (1). P. 5–11.

References

1. Agadzhanian N. A., Radyshev I. V. *Bioritmy, sreda obitaniya, zdorov'e* [Biorhythms, habitat, health]. Moscow, 2013. 362 p.

2. Belova E. L., Rumyantseva N. V. Correlation of heart rate and certain characteristics of training and competition loads skilled skiers. *Vestnik sportivnoi nauki* [Journal of Sport Science]. 2009, 4, pp. 29-33. [in Russian]

3. Bukhareva A. C. *Osobennosti funktsional'nogo sostoyaniya kardiorespiratornoi sistemy lyzhnits-gonttsits 17-20 let s razlichnym urovnem sportivnoi rezul'tativnosti*. Avtoref. kand. dis. [Features of a functional state of the cardiorespiratory system skiers-racers of 17-20 years with different levels of athletic performance. Author's Abstract of Cand. Diss.] Chelyabinsk, 2009, pp. 8-13.

4. Varlamova N. G., Evdokimov V. G., Boiko E. R. External respiratory function in young men in the European North of the annual cycle. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2008, 34 (6), pp. 85-91. [in Russian]

5. Gribanov A. V., Volokitina T. V. Health and functional development of schoolchildren in the European North of Russia. *Vestnik natsional'nogo komiteta «Intellektual'nye resursy Rossii»* [Bulletin of the National Committee "Intellectual resources of Russia"]. 2006, 4, pp. 271-275. [in Russian]

6. Gudkov A. B., Popova O. N. Pulmonotropic factors of the European North (Review). *Vestnik Pomorskogo universiteta. Seriya: fiziologicheskie i psichologo-pedagogicheskie nauki* [Bulletin of Pomor university. Series: Physiological and psychological-pedagogical sciences]. 2008, 2, pp. 15-22. [in Russian]

7. Efimova N. V., Popova O. N. Adaptive responses of external respiration in healthy students annual cycle in the European North. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012, 3, pp. 23-27. [in Russian]

8. Efimova N. V. *Ekologo-fiziologicheskaya kharakteristika adaptivnykh reaktsii kardiorespiratornoi sistemy v godovom tsikle u molodykh lits 18-22 let, urozhentsev Evropeiskogo Severa*. Kand.dis. [Ecological and physiological characteristic of the adaptive reactions of the cardiorespiratory system in the annual cycle of young people 18-22 years old, the natives of the European North. Cand. dis.]. Moscow, 2013, 176 p.

9. Zav'yalova A. A., Shcherbina F. A., Smolina V. S. Seasonal changes in external respiration in children of secondary school age - the natives of the city of Arkhangelsk. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012, 2, pp. 28-31. [in Russian]

10. Kubushka O. N., Gudkov A. B. The structure features of vital lung capacity in northerners of high school age. *Vestnik Pomorskogo universiteta. Seriya: Fiziologicheskie i psichologo-pedagogicheskie nauki* [Journal of Pomor University. Series: Physiological, psychological and pedagogical sciences]. 2003, 1, pp. 42-51. [in Russian]

11. Matveeva A. M. *Funktsional'nye osobennosti formirovaniya sportivnogo perenapryazheniya u lyzhnikov, treniruyushchikhsya v usloviyakh Severa*. Avtoref. kand. dis. [Features of formation of sports surge skiers, practicing in the North. Author's abstract of cand. dis.]. Tyumen', 2007, 26 p.

12. Sarychev A. S., Gudkov A. B., Popova O. N. Compensatory-adaptive reactions of external respiration in oil industry workers in dynamics of field work regime in Polar region. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2011, 3, pp. 7-13. [in Russian]

13. Semenov N. I., Sharakhudinova A. Yu. Evaluating the effectiveness of the annual two-cycle construction of training the qualified skiers-racers in the Far North. *Fizicheskaya kul'tura i zdorov'e* [Physical Culture and Health]. 2013, 1 (43), pp. 3-6. [in Russian]

14. Chupakova L. V., Shcherbina F. A., Smolina V. S. Changes in pulmonary ventilation indices in the annual cycle of children school age, the natives of the European North. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012, 8, pp. 50-53. [in Russian]

15. Shishkin G. S., Ustjuzhaninov N. V. *Funktsional'nye sostoyaniya vneshnego dyhaniya zdorovogo cheloveka* [Functional status of the external breathing in healthy person] Novosibirsk, 2012, 329 p.

16. Shmerdyak A. V. *Fiziologicheskie i metabolicheskie kharakteristiki protsessov adaptatsii i dazadaptatsii organizmov sportsmenov vysokoi kvalifikatsii*. Kand. dis. [The physiological and metabolic characteristics of the processes of adaptation and maladjustment organisms sportsmen of high qualification. Cand. dis.]. Tyumen', 2005, pp. 3-100.

17. Shcherbina Yu. F., Popova O. N. Characteristics of dynamic lung volumes, spare capacities and ventilation effectiveness in Far North residents during contrastive year seasons. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012, 12, pp. 10-15. [in Russian]

18. Heir T., Larsen S. The influence of training intensity, airway infections and environmental conditions on seasonal variations in bronchial responsiveness in cross-country skiers. *Scand J Med Sci Sports*. 1995, 5 (3), pp. 152-159.

19. Losnegard T., Hallén J. Physiological differences between sprint- and distance-specialized cross-country skiers. *Int J Sports Physiol Perform*. 2014, 9 (1), pp. 25-31.

20. Spencer M., Losnegard T., Hallén J., Hopkins W.G. Variability and predictability of performance times of elite cross-country skiers. *Int J Sports Physiol Perform*. 2014, 9 (1), pp. 5-11.

Контактная информация:

Гудков Андрей Борисович — доктор медицинских наук, профессор, директор института гигиены и экологии человека ГБОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заслуженный работник высшей школы РФ; главный научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории функциональных резервов организма института медико-биологических исследований ФГОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова» Министерства образования и науки России

Адрес: 163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51

Тел. (8182) 21-50-93

E-mail: gudkovab@nsmu.ru