

УДК [612.24:612.216.2](470.1/.2)

ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЗЕРВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ У ЖИТЕЛЕЙ КРАЙНЕГО СЕВЕРА В КОНТРАСТНЫЕ СЕЗОНЫ ГОДА

© 2012 г. Ю. Ф. Щербина, *О. Н. Попова

Мурманский государственный технический университет, г. Мурманск

*Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск

В контрастные сезоны года (полярный день, полярная ночь) исследована функция внешнего дыхания у лиц юношеского возраста, жителей г. Мурманска. Выявлено повышение напряженности работы аппарата внешнего дыхания в период полярной ночи по сравнению с периодом полярного дня как у юношей, так и у девушек. При этом эффективность альвеолярной вентиляции и резервные возможности дыхания снижаются, особенно у девушек.

Ключевые слова: Крайний Север, внешнее дыхание, юношеский возраст

Территории Крайнего Севера по совокупности климатических характеристик и с учетом общебиологического действия неспецифических и специфических факторов окружающей среды в целом относятся к зоне дискомфортных районов с элементами выраженной экстремальности по ряду параметров [10, 21], которые осложняют труд, быт и отдых проживающих здесь людей [14, 20, 31], предъявляя повышенные требования к функциональным системам их организма [2, 13, 23, 30].

Природно-климатические факторы Крайнего Севера оказывают влияние на многие функциональные системы организма человека, но в первую очередь на систему дыхания, поскольку она не может быть защищена от внешних воздействий надежным искусственным барьером. При этом существует мнение о том, что влияние специфических климатических факторов Крайнего Севера, таких, как колебания атмосферного давления, факторы электромагнитной природы и изменения фотопериодизма, практически не блокируется социальными и другими мерами защиты [25]. Поэтому, несмотря на очевидный и значительный прогресс систем жизнеобеспечения, защищающих от неблагоприятных климатических условий северных территорий, до сих пор одной из самых уязвимых систем организма человека остается дыхательная, особенно на этапе внешнего дыхания [22, 27].

Функциональные изменения в системе внешнего дыхания у взрослых людей изучались в условиях как Азиатского Севера [5, 12, 23, 33], так и Европейского [8, 18, 22, 32]. Это позволило выявить особенности и закономерности функционального состояния дыхательной системы у жителей Севера, а также характер компенсаторно-приспособительных реакций респираторной системы, направленных на уравнивание с внешней средой. Вместе с тем исследования внешнего дыхания у взрослых жителей Крайнего Севера немногочисленны [4, 9, 16, 19], а сведения о его особенностях в контрастные сезоны года носят фрагментарный характер [17]. Кроме этого, поскольку на Крайнем Севере дыхательной системе отводится особая роль в обеспечении организма кислородом для поддержания соответствующего уровня окислительно-восстановительных процессов, кислотно-щелочного баланса и в физической терморегуляции, в рамках экологической физиологии и северной медицины представляется актуальным изучать адаптивное поведение системы органов дыхания у жителей этих территорий, как с теоретической, так и с практической точек зрения. Все вышеперечисленное и побудило провести настоящее исследование.

Методы

Функция внешнего дыхания была изучена у студентов, практически здоровых лиц, родившихся и проживающих в городе Мурманске (68°59' с. ш., 33°5' в. д.). Их отбирали, используя официальный критерий

ВОЗ, согласно которому здоровыми считаются те, кто не имеет хронических заболеваний, освобождения от работы или учебы по поводу острого заболевания, жалоб в день обследования, и у кого при объективном осмотре в кабинете функциональной диагностики не обнаруживали скрытую легочную патологию. Обследовались одни и те же лица в декабре — январе (полярная ночь) и в мае — июне (полярный день). Всего 79 человек: 40 юношей (средний возраст 20,2 (19,6; 20,7) года) и 39 девушек (средний возраст 19,5 (19,1; 19,8) года).

Непосредственно до начала исследования изменялись длина и масса тела. Антропометрия проводилась по общепринятой методике. Несмотря на то, что антропометрические показатели не являются респираторными, но ввиду их связи со многими параметрами дыхания и использования для расчетов должных величин, они представлены в табл. 1.

Таблица 1

Антропометрические показатели у жителей Крайнего Севера в контрастные сезоны года
n = 79 (М = 40; Ж = 39)

Показатель	Пол	Период обследования		р-уровень
		Полярный день	Полярная ночь	
Длина тела, см	М	178,4 ± 7,6	178,1 ± 7,4	0,382
	Ж	167,2 ± 5,5	167,1 ± 5,6	0,147
Масса тела, кг	М	68,5 (62,0; 74,7)	70,5 (61,4; 74,4)	0,059
	Ж	56,5 (53,0; 62,8)	55,5 (52,3; 64,9)	0,414

Поскольку антропометрические показатели в динамике обследования как у юношей, так и у девушек изменились статистически незначимо, то и должные величины деятельности внешнего дыхания в контрастные сезоны года не имели значимых отличий.

Исследования проводились в условиях, приближенных к основному обмену: в первой половине дня, через 1,5–2 часа после принятия пищи, после 20-минутного отдыха, при температурном комфорте и относительном покое. Все показатели регистрировались в положении сидя.

При подготовке к обследованию особое внимание было уделено предварительной тренировке, которая, согласно рекомендациям [6], заключалась прежде всего в ознакомлении испытуемых с применяемой аппаратурой. После того, как они убеждались в том, что дыхание в аппарат практически не отличается от свободного дыхания, и приобретали необходимые навыки, приступали к записи спирограммы. Во время записи отмечали ритм и характер дыхания, наблюдая за тем, чтобы обследуемый не изменял характера своего естественного дыхания, в противном случае фиксирование спирограммы останавливалось.

Для изучения функционального состояния системы внешнего дыхания использовался спирограф микропроцессорный портативный СМП-2/01-«Р-Д» (Россия), который автоматически обеспечивал приведение легочных объемов, емкостей и показателей вентиляции к стандартным условиям ВTPS (к условиям организма: температуре тела (37 °C), окружающему

атмосферному давлению и полному насыщению водяными парами при этой температуре).

Известно, что для полной характеристики состояния системы внешнего дыхания используется около 40 параметров, которые отражают основные функции легких [3, 28]. В связи с этим нами был отработан стандартный для всех контингентов и серии исследования подход к оценке функционального состояния системы внешнего дыхания у уроженцев Крайнего Севера.

Для регистрации минутного объема дыхания (МОД) и частоты дыхания (ЧД) обследуемый спокойно дышал в датчик спирографа в течение 60 секунд.

Поскольку вдыхаемый воздух не весь доходит до альвеол, около 33 % его не участвует в газообмене и составляет объем мертвого пространства, важное значение имеет величина минутной альвеолярной вентиляции (МAB), которая была рассчитана по формуле [24]:

$$\text{МAB} = (\text{ДО} - \text{ФМП}) \times \text{ЧД},$$

где ДО — дыхательный объем; ФМП — функциональное мертвое пространство: 0,15 л (мужчины); 0,14 л (женщины) [15].

Кроме МAB определяли величину эффективности вентиляции (ЭВ) по формуле [15]:

$$\text{ЭВ} = \text{МAB} : \text{МОД} \times 100.$$

Для определения максимальной вентиляции легких (МВЛ) обследуемому предлагалось выполнить дыхательные циклы с максимальными амплитудой вдоха — выдоха и частотой. Его просили дышать «чаще и глубже», объясняя маневр необходимостью узнать, сколько «воздуха может пройти через легкие». С целью предупреждения развития гипоксии, возникающей из-за искусственной гипервентиляции, время записи пробы согласно рекомендациям Т. М. Голиковой и Л. Н. Любченко [11] было ограничено до 15 секунд.

Для оценки функциональных способностей аппарата дыхания у обследованных был определен резерв дыхания (РД). Величина РД определялась по разнице между МВЛ и МОД в состоянии покоя. Кроме определения абсолютной величины РД также были вычислены его относительные цифры (в % от МВЛ).

Анализ полученных результатов проводился с помощью статистического пакета SPSS 15.0 [7]. Проверка на нормальность распределения измеренных переменных осуществлялась при помощи теста Шапиро — Уилка ($p \leq 50$). В случае нормального распределения переменных применялись параметрические методы (Т Стьюдента) для зависимых выборок, при ненормальном — непараметрические (Вилкоксона) [29]. Значимость различий между динамикой показателей и гендерной принадлежностью оценивалась с помощью χ^2 Пирсона. Результаты непараметрических методов обработки данных представлялись в виде медианы (Md), первого (Q_1) и третьего (Q_3) квартилей, параметрических — в виде среднего значения (М) и стандартного отклонения (s). Критический уровень

значимости (p) для всех проверяемых статистических гипотез принимался равным 0,05.

Обследование контингентов проводилось с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации и Директивах Европейского сообщества (8/609 ЕС).

Результаты

В общем комплексе методов и проб, используемых при функциональном исследовании аппарата внешнего дыхания, большое место занимает изучение легочной вентиляции в покое, поскольку основное ее предназначение заключается в поддержании парциального давления кислорода в альвеолярном газе. Наиболее ярко отражает функциональные особенности аппарата внешнего дыхания такой показатель легочной вентиляции, как величина МОД. У жителей Крайнего Севера установлено статистически значимое повышение минутной легочной вентиляции как у юношей ($p < 0,001$), так и у девушек ($p = 0,042$) в период полярной ночи по сравнению с периодом полярного дня (табл. 2).

Таблица 2
Показатели динамических легочных объемов у жителей Крайнего Севера в контрастные сезоны года
 $n = 79$ (М = 40; Ж = 39)

Показатель	Пол	Период обследования		р-уровень
		Полярный день	Полярная ночь	
МОД, л/мин	М ¹	9,84 (8,64; 13,9)	12,8 (11,2; 18,3)	0,001
	Ж ¹	8,23 (6,83; 10,03)	9,3 (8,4; 13,9)	0,042
ЧД, кол./мин	М ²	14,8 ± 4,5	16,5 ± 4,7	0,012
	Ж ¹	15,0 (12,0; 20,0)	16,0 (12,0; 21,0)	0,757
МВЛ, л/мин	М ^{1,2}	100,9 (52,1; 135,0)	107,40 ± 3,79	0,383
	Ж ²	81,0 (57,6; 96,0)	73,0 (45,8; 102,8)	0,535

Примечание. Сравнение зависимых выборок осуществлялось:
¹ — непараметрическим критерием Т Вилкоксона, ($Md (Q_1 - Q_3)$);
² — параметрическим критерием Т Стьюдента, ($M \pm s$).

Причем величина МОД в период полярной ночи превышает значения МОД в полярный день на 30,1 % ($p = 0,001$) у юношей и на 13,0 % ($p = 0,042$) у девушек (рис. 1).

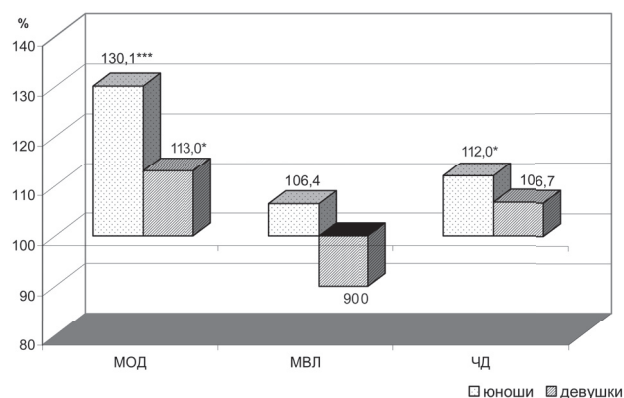


Рис. 1. Изменения динамических легочных объемов у жителей Крайнего Севера в полярную ночь по сравнению с полярным днем

Примечание. За 100 % приняты величины в полярный день. Различия по сравнению с полярным днем статистически значимы: * — $p < 0,05$; *** — $p < 0,001$.

Увеличение МОД в период полярной ночи статистически значимо чаще встречалось у девушек по сравнению с юношами ($p = 0,021$; $\chi^2 = 5,296$).

Величины МВЛ у жителей Крайнего Севера в контрастные сезоны года не имели статистически значимых различий ни у юношей, ни у девушек (см. табл. 2).

При сравнительном анализе статистических показателей установлено, что величина РД в полярную ночь была несколько ниже, чем в период полярного дня (табл. 3).

Таблица 3
Показатели резервных возможностей и эффективности вентиляции у жителей Крайнего Севера в различные сезоны световой аперииодичности
 $n = 79$ (М = 40; Ж = 39)

Показатель	Пол	Период обследования		р-уровень
		Полярный день	Полярная ночь	
РД, л/мин	М ^{1,2}	91,4 (40,6; 126,3)	90,1 ± 39,9	0,798
	Ж ¹	69,6 (52,4; 83,6)	63,4 (35,6; 90,3)	0,295
Относительный РД, %	М ¹	89,1 (76,1; 92,5)	87,0 (81,1; 90,2)	0,968
	Ж ¹	89,0 (82,6; 92,0)	86,0 (73,5; 90,5)	0,029
МАВ, л/мин	М ¹	8,36 (6,94; 13,2)	11,8 (9,32; 15,5)	<0,001
	Ж ¹	6,30 (4,60; 7,60)	7,56 (5,95; 11,4)	0,026
ЭВ, %	М ¹	81,3 (76,7; 84,5)	82,7 (78,6; 86,5)	0,076
	Ж ¹	74,1 (69,1; 78,7)	79,6 (73,3; 84,3)	0,015

Примечание. Сравнение зависимых выборок осуществлялось:
¹ — непараметрическим критерием Т Вилкоксона, ($Md (Q_1 - Q_3)$);
² — параметрическим критерием Т Стьюдента, ($M \pm s$).

В период полярной ночи снижение РД достигает почти 10 %, и в большей степени это происходит у девушек, чем у юношей (рис. 2).

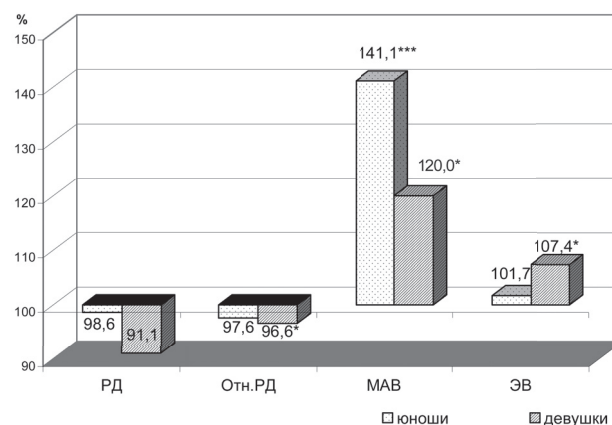


Рис. 2. Изменения показателей резервных возможностей и эффективности вентиляции у жителей Крайнего Севера в полярную ночь по сравнению с полярным днем

Примечание. За 100 % приняты величины в полярный день. Различия по сравнению с полярным днем статистически значимы: * — $p < 0,05$; *** — $p < 0,001$.

Несмотря на несомненно большую значимость МОД в общем комплексе оценки состояния внешнего дыхания, необходимо учитывать, что эта величина не является абсолютным показателем эффективности альвеолярной вентиляции. В связи с этим у обследованных жителей Крайнего Севера была определена МАВ,

показывающая реальное количество провентилированного воздуха, дошедшего до альвеол и участвующего в газообмене. Выявлено, что в период полярной ночи величины МАВ значительно и статистически значимо превышают таковые в полярный день (см. табл. 3). Так, величина МАВ в период полярной ночи выше у юношей на 41,1 % ($p < 0,001$), а у девушек — на 20 % ($p = 0,026$) (см. рис. 2). Однако величина ЭВ при этом возросла незначительно (см. табл. 3): у девушек — на 7,4 % ($p = 0,015$), а у юношей — лишь на 1,7 % ($p = 0,076$) (см. рис. 2).

Обсуждение результатов

Величина МОД является непосредственным результатом работы системы внешнего дыхания, которая обеспечивает поддержание скорости поступления кислорода в легкие и выведение углекислого газа на необходимом уровне. Легочная вентиляция находится в тесной зависимости от интенсивности процессов метаболизма в организме. Поэтому в период полярной ночи усиление вентиляции у жителей Крайнего Севера является важным приспособительным механизмом внешнего дыхания в ответ на повышенную потребность организма в кислороде, направленную на обеспечение усиленного тканевого метаболизма при повышенных энергозатратах.

Характерной особенностью усиления вентиляции легких в период полярной ночи является то, что она преимущественно обусловлена значительным увеличением ДО при незначительном росте ЧД. Величина ЧД зависит от МОД, и, вероятно, организм сам выбирает наиболее рациональные пути взаимоотношений между МОД, ЧД и ДО. Можно предположить, что в экстремальных условиях Крайнего Севера более рациональным следует считать увеличение МОД за счет большего повышения ДО, чем ЧД. Такой механизм обеспечения необходимого уровня легочной вентиляции для организма будет являться менее энергозатратным. Однако следует заметить, что при компенсаторном увеличении МОД в период полярной ночи вентиляционный аппарат будет находиться в состоянии функционального напряжения.

Кроме необходимости обеспечения повышенного метаболизма в литературе обсуждаются и другие причины увеличения вентиляции в состоянии покоя у северян. Так, предполагается, что в морфологической структуре респираторных отделов легких у жителей Севера имеются какие-то изменения. Морфологической основой данного функционального сдвига может быть умеренный интерстициальный отек межальвеолярных перегородок, который у северян был подтвержден электронно-микроскопически А. П. Авцыным, А. П. Миловановым [1], что, в свою очередь, приводит к ухудшению проницаемости аэрогематического барьера [9], а также исчезновение части альвеол в респираторных бронхиолах [26]. Такие морфологические изменения вызывают усиление неравномерности газообмена в микроструктурах ацинусов, что находит функциональное выражение в возникновении альвеолярного мертвого пространства.

В связи с этим усиленную вентиляцию, вероятно, можно отнести к состоянию пульмонологического риска. Видимо, данный механизм усиления вентиляции в покое может иметь место и у жителей Крайнего Севера в период полярной ночи.

Величина МВЛ у жителей Крайнего Севера в контрастные сезоны года не имела статистически значимых различий как у юношей, так и у девушек, что указывает на достаточно стабильный уровень предельных способностей аппарата внешнего дыхания у них.

В оценке функционального состояния дыхательной системы наряду с МОД и МВЛ большое значение имеет определение величины РД. Чем выше РД, тем совершеннее функция аппарата внешнего дыхания, и наоборот, чем ниже РД, тем меньшие жизненные требования могут предъявляться к организму. Полученные показатели РД у жителей Крайнего Севера в полярную ночь были несколько ниже, чем в период полярного дня, что указывает на снижение функциональных возможностей системы внешнего дыхания в этот сезон года.

Статистический анализ показал, что в период полярной ночи величины МАВ, характеризующей реальное количество воздуха, участвующего в газообмене, значительно и статистически значимо превышают показатели МАВ в полярный день как у юношей, так и у девушек. Однако при этом величина ЭВ возросла незначительно, что может косвенно указывать на меньшую эффективность альвеолярной вентиляции у жителей Крайнего Севера в период полярной ночи по сравнению с периодом полярного дня. Возможно предположить, что этот факт говорит о существовании у жителей Крайнего Севера функционального механизма, затрудняющего газообмен на уровне альвеол, особенно в период полярной ночи.

Таким образом, проведенные в контрастные сезоны световой аperiodичности исследования динамических легочных объемов у жителей, родившихся и проживающих на Крайнем Севере, указывают на более напряженную работу у них аппарата внешнего дыхания в период полярной ночи по сравнению с периодом полярного дня. При этом эффективность альвеолярной вентиляции и резервные возможности дыхания снижаются, особенно у девушек.

Список литературы

1. Авцын А. П., Милованов А. П. Стадия адаптации легких человека в условиях Крайнего Севера // Физиология человека. 1985. № 3. С. 389–399.
2. Агаджанян Н. А., Петрова П. Г. Человек в условиях Севера. М.: «КРУК», 1996. 208 с.
3. Анохин М. И. Компьютерная спирометрия у детей. М.: Изд-во «БИНОМ», 2012. 104 с.
4. Бартош О. П., Максимов А. Л., Соколов А. Я. Региональные нормативы объемно-временных параметров внешнего дыхания у молодых жителей г. Магадана: науч.-практ. рекомендации. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2002. 34 с.
5. Бартош О. П., Соколов А. Я. Региональные особенности внешнего дыхания в экологических условиях Северо-Востока России // Физиология человека. 2006. Т. 32, № 3. С. 70–74.

6. Белов А. А., Лакишина Н. А. Оценка функции внешнего дыхания. Методические подходы и диагностическое значение. М. : Издат. дом «Русский врач», 2006. 67 с.
7. Бююль А., Цефель П. SPSS: искусство обработки информации. СПб. : ООО «ДиаСофтЮП», 2005. 608 с.
8. 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.
9. Величковский Б. Т. Молекулярные механизмы нарушения газообменной функции легких на Крайнем Севере // Пульмонология. 2005. № 4. С. 61–64.
10. Гаврилова М. К. Районирование (зонирование) Севера Российской Федерации: сб. науч. трудов по материалам Всерос. конф. с междунар. участием, Якутск, 2007. С. 64–98.
11. Голикова Т. М., Любченко Л. Н. Исследование функции внешнего дыхания // Справочник по функциональной диагностике в педиатрии. М., 1979. С. 265–296.
12. Гришин О. В., Устюжанинова Н. В. Медленно развивающиеся реакции органов дыхания // Дыхание на Севере. Функция. Структура. Резервы. Патология. Новосибирск, 2006. С. 38–40.
13. Гудков А. Б. Физиологическая характеристика нетрадиционных режимов организации труда в Заполярье : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Архангельск, 1996. 32 с.
14. Гудков А. Б., Сарычев А. С., Лабутин Н. Ю. Реакции кардиореспираторной системы нефтяников на экспедиционный режим труда в Заполярье // Экология человека. 2005. № 8. С. 43–48.
15. Иванов Ю. И., Погорелюк О. Н. Статистическая обработка результатов медико-биологических исследований на микрокалькуляторах по программам. М. : Медицина, 1990. 217 с.
16. Ким Л. Б. Функция внешнего дыхания и показатели красной крови у жителей Крайнего Севера : автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1983. 21 с.
17. Кононов А. С. Внешнее дыхание и энергетический обмен в процессе акклиматизации человека на Крайнем Севере : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Петрозаводск, 1972. 22 с.
18. Кубушка О. Н., Гудков А. Б., Лабутин Н. Ю. Некоторые реакции кардиореспираторной системы у молодых лиц трудоспособного возраста на стадии адаптивного напряжения при переезде на Север // Экология человека. 2004. № 5. С. 16–18.
19. Неверова Н. П., Кононов А. С. Функция внешнего дыхания в начальном периоде акклиматизации человека в Арктике // Акклиматизация и краевая патология человека на Севере : материалы Межобл. конф. северо-западных областей РСФСР по акклиматизации и краевой патологии человека на Севере, Архангельск, 1970. С. 123–125.
20. Никанов А. Н., Талыкова Л. В., Рочева И. И., Чащин В. П., Фролова Н. М. Роль производственных факторов риска в формировании репродуктивных эффектов у работников никелевых предприятий Крайнего Севера // Экология человека. 2009. № 6. С. 44–46.
21. Об основах государственной политики РФ в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях: доклад рабочей группы Госсовета по проблемам развития северных территорий РФ. М., 2002. 83 с.
22. Попова О. Н., Глебова Н. А., Гудков А. Б. Компенсаторно-приспособительная перестройка системы внешнего дыхания у жителей Крайнего Севера // Экология человека. 2008. № 10. С. 31–33.
23. Попова О. Н. Характеристика адаптивных реакций внешнего дыхания у молодых лиц трудоспособного возраста, жителей Европейского Севера : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2009. 34 с.
24. Стручков П. В., Винницкая Р. С., Люкевич И. А. Введение в функциональную диагностику внешнего дыхания. М., 1996. 72 с.
25. Турчинский В. И. Ишемическая болезнь сердца на Крайнем Севере. Новосибирск : Наука, 1980. 280 с.
26. Устюжанинова Н. В., Шишкин Г. С., Милованов А. П. Морфологические основы изменений газообмена в респираторных отделах легких у жителей Севера // Бюллетень СО РАМН. 1997. № 2. С. 106–112.
27. Устюжанинова Н. В., Шишкин Г. С., Уманцева Н. Д. Функциональное состояние внешнего дыхания здоровых студентов // Бюллетень СО РАМН. 2004. № 1. С. 134–137.
28. Функциональные методы исследования бронхиальной проходимости у детей : метод. рекомендации / И. С. Ширяева, О. Ф. Лукина, В. С. Реутова. М., 1992. 22 с.
29. Харькова О. А., Соловьев А. Г. Математическая статистика в психологии. Архангельск, 2012. 74 с.
30. Хаснулин В. И., Хаснулин П. В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. 2012. № 1. С. 4–11.
31. Чащин В. П., Деденко И. И. Труд и здоровье человека на Севере. Мурманск, 1990. 104 с.
32. Чеснокова В. Н., Мосягин И. Г. Сезонная динамика параметров кардиореспираторной системы у юношей, проживающих на Европейском Севере // Экология человека. 2009. № 8. С. 7–11.
33. Шишкин Г. С., Устюжанинова Н. В. Функциональные механизмы изменений внешнего дыхания при осенне-зимнем понижении температуры воздуха // Экология человека. 2012. № 7. С. 3–6.

References

1. Avtsyn A. P., Milovanov A. P. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 1985, no. 3, pp. 389–399. [in Russian]
2. Agadzhanian N. A., Petrova P. G. *Chelovek v usloviyakh Severa* [Human being in northern conditions]. Moscow, 1996, 208 p. [in Russian]
3. Anokhin M. I. *Komp'yuternaya spirometriya u detei* [Children's computer spirometry]. Moscow, 2012, 104 p. [in Russian]
4. Bartosh O. P., Maksimov A. L., Sokolov A. Ya. *Regional'nye normativy ob'emno-vremennykh parametrov vneshnego dykhaniya u molodykh zhitelei g. Magadana: nauch.-prakt. rekomendatsii* [Regional norms of volume-temporal parameters of external respiration in young residents of the city of Magadan: research and practical recommendations]. Magadan, 2002, 34 p. [in Russian]
5. Bartosh O. P., Sokolov A. Ya. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2006, vol. 32, no. 3, pp. 70–74. [in Russian]
6. Belov A. A., Lakshina N. A. *Otsenka funktsii vneshnego dykhaniya. Metodicheskie podkhody i diagnosticheskoe znachenie* [Assessment of the external respiration function. Methodical approaches and diagnostic significance]. Moscow, 2006, 67 p. [in Russian]
7. Byuyul' A., Tsefel' P. *SPSS: iskusstvo obrabotki informatsii* [SPSS: art of information processing]. Saint Petersburg, 2005, 608 p. [in Russian]
8. Varlamova N. G., Evdokimov V. G., Boiko E. R. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2008, vol. 34, no. 6, pp. 85–91. [in Russian]
9. Velichkovskii B. T. *Pul'monologiya* [Pulmonology]. 2005, no. 4, pp. 61–64. [in Russian]

10. Gavrilova M. K. *Raionirovanie (zonirovanie) Severa Rossiiskoi Federatsii : sb. nauch. trudov po materialam Vseros. konf. s mezhdunar. uchastiem, Yakutsk, 2007* [Division (zoning) of the North of the Russian Federation: Collection of scientific papers of All-Russian Conference with foreign participation, Yakutsk, 2007], pp. 64-98. [in Russian]
11. Golikova T. M., Lyubchenko L. N. *Spravochnik po funktsional'noi diagnostike v pediatrii* [Guide in Functional Diagnostics in Pediatrics]. Moscow, 1979, pp. 265-296. [in Russian]
12. Grishin O. V., Ustyuzhaninova N. V. *Dykhaniye na Severe. Funktsiya. Struktura. Rezervy. Patologiya* [Breathing in the North. Function. Structure. Reserves. Pathology]. Novosibirsk, 2006, pp. 38-40. [in Russian]
13. Gudkov A. B. *Fiziologicheskaya kharakteristika netraditsionnykh rezhimov organizatsii truda v Zapolyar'e (avtoref. dis. ... d-ra med. nauk)* [Physiological description of non-traditional regimes of labor organization in the Polar region (Doct. Dis. Thesis)]. Arkhangelsk, 1996, 32 p. [in Russian]
14. Gudkov A. B., Sarychev A. S., Labutin N. Yu. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2005, no. 8, pp. 43-48. [in Russian]
15. Ivanov Yu. I., Pogorelyuk O. N. *Statisticheskaya obrabotka rezul'tatov mediko-biologicheskikh issledovaniy na mikrokal'kulyatorakh po programmam* [Statistical processing of results of medical-biological studies with microcalculator according to programs]. Moscow, 1990, 217 p. [in Russian]
16. Kim L. B. *Funktsiya vneshnego dykhaniya i pokazateli krasnoi krovi u zhitelei Krainego Severa (avtoref. dis. ... kand. med. nauk)* [External respiration function and red blood indices in the Far North residents (Cand. Dis. Thesis)]. Moscow, 1983, 21 p. [in Russian]
17. Kononov A. S. *Vneshnee dykhanie i energeticheskii obmen v protsesse akklimatizatsii cheloveka na Krainem Severe (avtoref. dis. ... kand. med. nauk)* [External respiration and energy metabolism in process of human acclimatization in the Far North (Cand. Dis. Thesis)]. Petrozavodsk, 1972, 22 p. [in Russian]
18. Kubushka O. N., Gudkov A. B., Labutin N. Yu. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2004, no. 5, pp. 16-18. [in Russian]
19. Neverova N. P., Kononov A. S. *Akklimatizatsiya i kraevaya patologiya cheloveka na Severe : materialy Mezhdobl. konf. severo-zapadnykh oblastei RSFSR po akklimatizatsii i kraevoi patologii cheloveka na Severe, Arkhangel'sk, 1970* [Acclimatization and human endemic pathology in the North : Proceedings of Interregional Conference of the North-Western Regions of the RSFSR on Human Acclimatization and Endemic Pathology in the North, Arkhangelsk, 1970], pp. 123-125. [in Russian]
20. Nikanov A. N., Talykova L. V., Rocheva I. I., Chashchin V. P., Frolova N. M. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2009, no. 6, pp. 44-46. [in Russian]
21. *Ob osnovakh gosudarstvennoi politiki RF v raionakh Krainego Severa i priravnennykh k nim mestnostyakh: doklad rabochei gruppy Gossoveta po problemam razvitiya severnykh territorii RF* [Principles of the RF State Policy in the regions of the Far North and equated localities: Report of the Working Group of the State Council for Problems of the RF Northern Territories Development]. Moscow, 2002, 83 p. [in Russian]
22. Popova O. N., Glebova N. A., Gudkov A. B. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2008, no. 10, pp. 31-33. [in Russian]
23. Popova O. N. *Kharakteristika adaptivnykh reaktivnykh vneshnego dykhaniya u molodykh lits trudospособного vozrasta, zhitelei Evropeiskogo Severa (avtoref. dis. ... d-ra med. nauk)* [Description of adaptive reactions of external respiration in young able-bodied persons residing in the European North (Doct. Dis. Thesis)]. Moscow, 2009, 34 p. [in Russian]
24. Struchkov P. V., Vinnitskaya R. S., Lyukevich I. A. *Vvedenie v funktsional'nuyu diagnostiku vneshnego dykhaniya* [Introduction into functional diagnostics of external respiration]. Moscow, 1996, 72 p. [in Russian]
25. Turchinskii V. I. *Ishemicheskaya bolezni' serdtsa na Krainem Severe* [Ischemic heart disease in the Far North]. Novosibirsk, 1980, 280 p. [in Russian]
26. Ustyuzhaninova N. V., Shishkin G. S., Milovanov A. P. *Byulleten' SO RAMN* [Bulletin of the Siberian Branch RAMS]. 1997, no. 2, pp. 106-112. [in Russian]
27. Ustyuzhaninova N. V., Shishkin G. S., Umantseva N. D. *Byulleten' SO RAMN* [Bulletin of the Siberian Branch RAMS]. 2004, no. 1, pp. 134-137. [in Russian]
28. *Funktsional'nye metody issledovaniya bronkhial'noi prokhodimosti u detei : metod. rekomendatsii* [Functional methods of study of Bronchial Asthma in children: Methodological recommendations] / I. S. Shiryayeva, O. F. Lukina, V. S. Reutova. Moscow, 1992, 22 p. [in Russian]
29. Khar'kova O. A., Solov'ev A. G. *Matematicheskaya statistika v psikhologii* [Mathematical Statistics in Psychology]. Arkhangelsk, 2012, 74 p. [in Russian]
30. Khasnulin V. I., Khasnulin P. V. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012, no. 1, pp. 4-11. [in Russian]
31. Chashchin V. P., Dedenko I. I. *Trud i zdorov'e cheloveka na Severe* [Labor and human health in the North]. Murmansk, 1990, 104 p. [in Russian]
32. Chesnokova V. N., Mosyagin I. G. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2009, no. 8, pp. 7-11. [in Russian]
33. Shishkin G. S., Ustyuzhaninova N. V. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012, no. 7, pp. 3-6. [in Russian]

CHARACTERISTIC OF DYNAMIC LUNG VOLUMES, SPARE CAPACITIES AND VENTILATION EFFECTIVENESS IN FAR NORTH RESIDENTS DURING CONTRASTIVE YEAR SEASONS

Yu. F. Shcherbina, *O. N. Popova

Murmansk State Technical University, Murmansk

*Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

In the contrastive year seasons (the polar day, polar night), there has been carried out a study of the external respiration function in teen-agers (40 youths, 39 girls) living in Murmansk. Increased intensity of work of the apparatus of external respiration in the period of the polar night has been detected, in comparison with the polar day period both in the youths and the girls. Effectiveness of alveolar ventilation has been decreased, and respiration spare capacities have been reduced, especially in the girls.

Keywords: Far North, external respiration, teen age

Контактная информация:

Попова Ольга Николаевна — доктор медицинских наук, доцент, доцент кафедры гигиены и медицинской экологии ГБОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России

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

E-mail: popovaon@nsmu.ru