

УДК 611.2

<https://doi.org/10.36906/KSP-2023/51>

**Погоньшева И.А.<sup>1</sup>**

*ORCID: 0000-0002-5759-0270, канд. биол. наук*

**Постникова В.В.<sup>1</sup>**

*ORCID: 0000-0001-7846-7864*

**Шаламова Е.Ю.<sup>2</sup>**

*ORCID: 0000-0001-5201-4496, д-р биол. наук*

**Рагозин О.Н.<sup>1,2</sup>**

*ORCID: 0000-0002-5318-9623, д-р мед. наук*

**Кучумов М.С.<sup>1</sup>**

*ORCID: 0000-0003-4714-5023*

*Нижневартровский государственный университет<sup>1</sup>*

*г. Нижневартовск, Россия*

*Ханты-Мансийская государственная медицинская академия<sup>2</sup>*

*г. Ханты-Мансийск, Россия*

## **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ ЮНОШЕЙ И ДЕВУШЕК В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА**

**Аннотация.** У студентов, проживающих и обучающихся в условиях севера, были исследованы функциональные показатели внешнего дыхания с использованием спирометра «Спиро-Спектр» фирмы «Нейрософт». Средние значения жизненной емкости легких, дыхательного объема, частоты дыхания у юношей и девушек были в пределах нормы. Степень снижения ЖЕЛ, ФЖЕЛ по отношению к должным величинам у большинства студентов не выходила за границы нормы. Вентиляционные нарушения согласно изменению показателя ОФВ<sub>1</sub> не выявлены (у всех представителей выборки выше 80% должной величины). Значения индекса Генслера у всех обследуемых студентов были выше 70%, что является вариантом нормы. По показателю максимальной вентиляции легких отклонений от нормы не зафиксировано. Функциональные признаки обструктивных и рестриктивных нарушений у обследуемых студентов не выявлены.

**Ключевые слова:** север; внешнее дыхание; спирометрия; студенты.

**Pogonysheva I.A.<sup>1</sup>**

*ORCID: 0000-0002-5759-0270, Candidate of Biological Sciences*

**Postnikova V.V.<sup>1</sup>**

*ORCID: 0000-0001-7846-7864*

**Shalamova E.Yu.<sup>2</sup>**

*ORCID: 0000-0001-5201-4496, Doctor of Biological Sciences*

**Ragozin O.N.<sup>1,2</sup>**

*ORCID: 0000-0002-5318-9623, Doctor of Medical Sciences*

**Kuchumov M.S.<sup>1</sup>**

*ORCID: 0000-0003-4714-5023*

*Nizhnevartovsk State University<sup>1</sup>*

*Nizhnevartovsk, Russia*

*Khanty-Mansiysk State Medical Academy<sup>2</sup>*

*Khanty-Mansiysk, Russia*

## **FUNCTIONAL INDICATORS OF EXTERNAL RESPIRATION OF YOUNG MEN AND WOMEN IN THE CONDITIONS OF THE NORTH**

**Abstract.** Functional indicators of external respiration were studied among students who live and study in the north. For this research, a “Spiro-spectrum” spirometer from “Neurosoft” was used. The average values of vital capacity of the lungs, tidal volume, and respiratory rate in young men and women were within normal limits. The degree of decrease in VC and FVC in relation to the required values for the majority of students didn't go beyond the normal limits. Ventilation disorders according to changes in the FEV1 indicator were not detected (all representatives of the sample were above 80% of the expected value). The values of the Gensler index for all examined students were above 70%, which is a variant of the norm. According to the indicator of maximum lung ventilation, no deviations from the norm were identified. Functional signs of obstructive and restrictive disorders weren't identified in the examined students.

**Keywords:** north; external respiration; spirometry; students.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда и  
Правительства ХМАО-Югры № 22-15-20023, <https://rscf.ru/project/22-15-20023/>.*

Реализация «Стратегии развития Арктической зоны России и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года», принятие плана мероприятий, где основной акцент делается на улучшение качества жизни населения, актуализируют исследования состояния функциональных систем организма жителей арктических и субарктических территорий.

Параметры дыхательной и сердечно-сосудистой систем позволяют оценить эффективность механизмов адаптации организма к климатогеофизическим факторам окружающей среды. Согласно опубликованным данным исследований морфофункциональные показатели респираторной системы пришлых жителей севера подвергаются адаптационной перестройке с целью поддержания гомеостаза в дискомфортных условиях. У населения северных территорий показатели внешнего дыхания находятся в состоянии функционального напряжения, что сказывается на успешности адаптации, здоровье, трудовой деятельности и качестве жизни [6; 8; 12; 15; 16; 18; 19].

Большинство исследований функции внешнего дыхания в экстремальных условиях окружающей среды проведено у населения Европейского Севера [2; 3; 7-9; 17]. Выявлено, что к значимым факторам, осложняющим адаптацию органов дыхания на Севере, относятся: низкая температура воздуха длительный период года, низкое абсолютное содержание водяных паров в атмосфере, частые ветра, резкие изменения метеозаэрологических элементов погоды, метаболическая гипоксия. Рассмотрено влияние низких температур на структурные и функциональные параметры легких жителей Севера, определены механизмы морфо-физиологических изменений [5]. Анализируя функциональные параметры органов дыхания у северян, было определено уменьшение значений максимальной вентиляции легких [13]. Авторами отмечено, что в холодные сезоны года респираторная система у уроженцев Европейского Севера России находится в состоянии функционального напряжения [2; 9].

Влияние острого воздействия холода и акклиматизация к холодному стрессу дыхательных функций исследованы в Индии. В качестве испытуемых были выбраны здоровые мужчины (n=10). Сначала измерения показателей дыхательной системы проводились в г.

Дели, затем несколько замеров сделаны в период нахождения обследуемых в арктическом регионе в течение нескольких месяцев, далее выполнялось заключительное измерение по возвращении в условия привычного климата. Дыхательные функции оценивались по стандартной методике на виталографе. Первоначально, при остром воздействии холодового стресса, у обследуемых наблюдалось снижение функциональных параметров респираторной системы: жизненной емкости легких, форсированной ЖЕЛ, максимальной вентиляции легких, объема форсированного выдоха за 1 сек., пиковой скорости выдоха. Далее отмечено постепенное восстановление в ходе акклиматизации в течение 4 недель и значительное улучшение после 9 недель пребывания в арктическом регионе. По возвращении в Индию все параметры приблизились к базовым значениям, за исключением МВЛ, которая оставалась слегка повышенной [23]. Для сравнения, параметры внешнего дыхания были также оценены у российских мигрантов (РМ; n=7) и уроженцев России (УР; n=6). У РМ и УР отмечена похожая тенденция изменения показателей дыхательной функции в начале острого воздействия холода в арктической зоне. У уроженцев России наблюдалось улучшение после 10 недель пребывания в арктическом регионе, а у российских мигрантов особых изменений выявлено не было [23].

Морфофизиологические особенности системы органов дыхания населения северных территорий являются защитными реакциями, реализуются для снижения контакта дыхательных путей с низкотемпературным воздухом и уменьшения теплотеря [18]. В зимний период усиливается гипоксемия, что способствует повышению свободно-радикального окисления, снижается содержание антиоксидантов в организме [3]. Отмечено ослабление устойчивости органов дыхания к действию экстремальных факторов у курящих жителей Севера [3; 14].

Изучены функциональные параметры дыхательной системы в сезоны с измененным фотопериодом в условиях арктической территории: во время полярной ночи, по сравнению с периодом увеличенного светового дня, повышаются значения жизненной емкости легких и резервного объема выдоха у военнослужащих, а также наблюдается увеличение потребления кислорода [6]. Установлены изменения функциональных параметров респираторной системы у жителей Крайнего Севера в покое. Спирометрические показатели (жизненная емкость легких, дыхательный объем, резервный объем вдоха и выдоха) были выше должных величин, выявлена гипервентиляция, связанная с синхронным повышением частоты дыхания и дыхательного объема [17].

У обучающихся циркумполярного региона, определялись спирометрические показатели 4 раза в год. Выявлены функциональные изменения, адаптирующие органы дыхания к гипокомфортным условиям севера: рост значений статических легочных объемов в зимний сезон года, динамические легочные объемы находились в состоянии напряжения в холодное время года [9]. Согласно опубликованным данным Н.Г. Варламовой, Е.Р. Бойко (2017) у молодых мужчин северного региона выявлено увеличение значений жизненной емкости легких, минутного объема дыхания, максимальные величины легочных объемов отмечены в холодные сезоны года [2].

Появлению дисфункций респираторной системы предшествуют преморбидные состояния внешнего дыхания, поэтому актуальным и значимым является изучение адаптивных реакций этой системы у молодых жителей севера с целью принятия превентивных мер для сохранения здоровья.

Были обследованы студенты (81 человек), из них 42 девушки и 39 юношей в возрасте от 18 до 20 лет, обучающиеся в Нижневартовском государственном университете (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра (ХМАО-Югра), регион, приравненный к районам Крайнего севера). Для изучения функциональных возможностей внешнего дыхания был использован спирометр «Спиро-Спектр» фирмы «Нейрософт». Спирометрические показатели определяли в первой половине дня, после 25-минутного отдыха, в положении сидя. Обследуемые студенты получали инструктаж о выполнении дыхательных маневров. Обследование было проведено с соблюдением биоэтических норм, получено информированное согласие [21].

У обследуемых юношей и девушек отсутствовали заболевания кардиореспираторной системы на момент обследования. Статистическая обработка результатов спирометрии выполнена с применением программ Microsoft Excel, анализировались средние арифметические величины ( $M$ ), ошибка средней ( $m$ ).

Интерпретация результатов спирометрии включала основные спирометрические показатели, представленные в таблице 1. Определение жизненной емкости легких (ЖЕЛ, л) выполняли в начале спирометрии, до проведения форсированных маневров, с целью определить максимальную величину параметра [22], далее регистрировалась форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ, л). Фиксировались максимальные значения ЖЕЛ, ФЖЕЛ и объема форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ<sub>1</sub>, л). Спирометрические исследования выполняли, используя носовой зажим. Рассчитывали индекс ОФВ<sub>1</sub> / ФЖЕЛ - индекс Генслера. Количественную оценку показателей проводили, сравнивая измеренные величины с их должными значениями, которые зависят от антропометрических параметров.

Таблица

**Значения показателей спирометрии, ( $M \pm m$ )**

Показатель	Девушки (n=42)	Юноши (n=39)
ДО, л	0,73±0,02	0,85±0,05
ЧД, раз/мин	18,54±0,93	17,28±0,87
ЖЕЛ, л	3,67±0,19	4,75±0,23
ЖЕЛ, %	99,80±3,15	105,40±4,85
ФЖЕЛ, л	3,01±0,24	4,25±0,26
ФЖЕЛ, %	102,32±4,35	104,54±3,98
ОФВ <sub>1</sub> , л	2,96±0,17	3,55±0,20
ОФВ <sub>1</sub> / ФЖЕЛ, %	96,51±3,05	85,60±2,87
МВЛ, л	110,83±3,95	150,04±4,15
МВЛ, %	98,35±3,24	90,16±3,45

Средние значения ЖЕЛ у юношей и девушек были в пределах нормы и составили соответственно 4,75±0,23 л. и 3,67±0,19 л. (табл.). В норме ФЖЕЛ, отражающая проходимость

дыхательных путей, характеризующая механические свойства респираторной системы, варьирует от 2,5 л. до 7,5 л., у всех обследуемых находилась в пределах нормативных значений. Степень снижения ЖЕЛ, ФЖЕЛ оценивается по должным величинам (ДВ) (в норме % к ДВ >90), у обследуемых студентов степень уменьшения этих параметров не выходила за границы нормы.

Результаты определения ЖЕЛ согласуются с данными, полученными в ходе обследования студентов Сургутского государственного педагогического университета (ХМАО-Югра). Средние значения ЖЕЛ у юношей и девушек составили  $4,0 \pm 0,21$  и  $3,4 \pm 0,43$  л. соответственно. Отмечено, что у 18,5% девушек и 20% юношей величины жизненной емкости легких отклонялись от нормы более чем на 80%, а у 33,3% девушек и 26,6% юношей показатели ЖЕЛ превышали должное значение [4].

В исследовании 113 практически здоровых юношей в возрасте от 18 лет до 21 года, проведенном в Якутии, выявлено, что фактическая величина ЖЕЛ якутских юношей ( $3,94 \pm 0,07$ ) была ниже должного значения на 17,1%, что, предположительно, обусловлено морфо-физиологическими особенностями обследуемого контингента. При этом, фактические показатели ФЖЕЛ ( $3,57 \pm 0,05$ ) были ниже должного значения на 22,5% [20].

Согласно результатам исследования внешнего дыхания у студентов г. Самары (87 юношей и 123 девушки), определенные средние значения ЖЕЛ были выше, чем у студентов северного вуза и составили  $6,32 \pm 1,58$  л. у юношей и  $3,99 \pm 0,93$  л. у девушек. При этом уменьшение жизненной емкости легких было выявлено у каждого десятого студента [11].

Величины дыхательного объема (ДО, л) который является одним из показателей, характеризующих функциональное состояние внешнего дыхания, и частота дыхания (ЧД, раз/мин) у студентов г. Нижневартовска также были в пределах нормы. Среднее значение дыхательного объема было равно  $0,73 \pm 0,02$  л. у девушек и  $0,85 \pm 0,05$  л. у представителей мужского пола. ЧД составляла  $18,54 \pm 0,93$  и  $17,28 \pm 0,87$  раз/мин соответственно (табл.).

У студентов Самарского государственного университета средние значения ДО были выше и составили  $1,43 \pm 0,76$  л. у юношей и  $0,81 \pm 0,46$  л. у девушек. ЧД (раз/мин) была равна  $17,78 \pm 5,74$  и  $17,03 \pm 5,16$  соответственно [11].

Степень проявления вентиляционных дисфункций оценивают по динамике параметра  $ОФВ_1$ , который анализируется при проведении спирометрии. Легкая степень нарушения определяется в случае, когда значения  $ОФВ_1 > 70$  % должной величины; умеренная степень от 60 до 69 % должной; среднетяжелая от 50 до 59 % должной; тяжелая от 35 – 49 % должной [22]. Показатель  $ОФВ_1$  ниже 80% от должной величины является критерием обструктивных нарушений [1]. У всех обследуемых студентов значения  $ОФВ_1$  были выше 80% должной величины. У девушек среднее значение  $ОФВ_1$  было равно  $2,96 \pm 0,17$  л., у юношей  $3,55 \pm 0,20$  л. (табл.).

У якутских юношей  $ОФВ_1$  ( $3,21 \pm 0,04$ ) был меньше должной величины на 20,9%. [20]. У самарских юношей среднее значение  $ОФВ_1$  было равно  $4,78 \pm 1,69$ , у девушек –  $3,14 \pm 1,15$  л. [11].

Для уточнения причины снижения  $ОФВ_1$  (рестрикция или обструкция) измеряют показатель соотношения  $ОФВ_1 / ФЖЕЛ$  (индекс Генслера). У здорового человека это соотношение составляет 75–85% [22]. Значения индекс Генслера в норме не ниже 70% [10]. Для обструктивного типа вентиляционных нарушений характерно снижение соотношения  $ОФВ_1 / ФЖЕЛ$  при нормальной  $ФЖЕЛ$ . Функциональным признаком рестриктивных нарушений является снижение жизненной емкости легких при нормальных значениях  $ОФВ_1 / ФЖЕЛ$ . Значения индекс Генслера у всех обследуемых студентов были выше 70%, что является вариантом нормы, вентиляционные нарушения выявлены не были. У девушек среднее значение соотношения  $ОФВ_1 / ФЖЕЛ$  было равно  $96,51 \pm 3,05\%$ , у юношей  $85,60 \pm 2,87\%$  (табл.).

О резервных возможностях дыхательной системы свидетельствует показатель максимальной вентиляции легких (МВЛ, л), по данному параметру отклонений от нормы ( $МВЛ > 85$ ) у обследуемых студентов не выявлено. Средние значения МВЛ у обследованных юношей и девушек составили соответственно  $150,04 \pm 4,15$  л. и  $110,83 \pm 3,95$  л. (табл.).

Среднее значение МВЛ у самарских юношей было выше ( $160,31 \pm 86,05$  л.), чем у нижевартовских студентов. У девушек г. Самары МВЛ была меньше -  $86,50 \pm 40,68$  л. [11].

Таким образом, основные спирометрические параметры обследуемых студентов, проживающих и обучающихся в условиях севера (г. Нижневартовск), не выходили за границы нормативных значений, функциональные признаки обструктивных и рестриктивных нарушений не выявлены.

### Литература

1. Андреева Е.А., Похазникова М.А., Кузнецова О.Ю., Дегриз Я.М. Взгляд в будущее или реалии настоящего: референсные значения в спирометрии // Российский семейный врач. 2012. №4. С. 29-34.
2. Варламова Н.Г., Бойко Е.Р. Особенности функции внешнего дыхания у северян в годовом цикле // Морская медицина. 2017. Т.3. №3. С. 43-49. <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2017-3-3-43-49>
3. Величковский Б.Т. Причины и механизмы низкого коэффициента использования кислорода в легких человека на Крайнем Севере // Acta Biomedica Scientifica. 2013. №2(90). С. 97-101.
4. Говорухина А.А., Мальков О.А., Благородова Л.Д., Новоселова А.А. Адаптационные возможности и морфо-функциональные особенности студентов, проживающих в Югре // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. №1. С. 85-93.
5. Гришин О.В., Устюжанинова Н.В. Дыхание на Севере. Функция. Структура. Резервы. Патология. Новосибирск: Арт-Авеню, 2006. 253 с.
6. Гудков А.Б., Ермолин С.П., Попова О.Н., Сарычев А.С. Функциональные изменения системы внешнего дыхания военнослужащих в Арктике в контрастные сезоны года // Экология человека. 2014. №6. С. 3-7.

7. Гудков А.Б., Попова О.Н. Внешнее дыхание человека на Европейском Севере: изд. 2-е, испр. и доп. Архангельск: Изд-во Северного гос. мед. ун-та, 2012. 252 с.
8. Гудков А.Б., Попова О.Н., Никанов А.Н. Адаптивные реакции внешнего дыхания у работающих в условиях европейского севера // Медицина труда и промышленная экология. 2010. №4. С. 24-27.
9. 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.
10. Каменева М.Ю., Тишков А.В., Быхова А.В., Похазникова М.А., Трофимов В.И. Анализ согласованности некоторых референсных систем при интерпретации результатов спирометрии // Российский семейный врач. 2012. №2. С. 23-28.
11. Кретьева И.Г., Ширяева О.И. Поло-возрастные особенности показателей функции внешнего дыхания студентов г. Самары // Современные проблемы науки и образования. 2014. №3. С. 627 - 628.
12. Луняк И.И., Погоньшева И.А. Параметры оксигенации и факторы риска гипоксических состояний организма подростков г. Нижневартовска // В мире научных открытий. 2017. Т.9. №1-2. С. 25-29.
13. Марачев А.Г. Морфофункциональные основы адаптации и патологии легких, сердца и красной крови человека в условиях Крайнего Севера: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 1980. 60 с.
14. Нифонтова О.Л., Литовченко О.Г., Багнетова Е.А., Конькова К.С. Показатели функционального состояния дыхательной системы студентов северного вуза // Экология человека. 2017. №2. С. 17-21.
15. Погоньшева И.А., Жданова И.А. Сезонные изменения параметров системы органов дыхания студентов северного вуза // Культура, наука, образование: проблемы и перспективы: Мат-лы VI международной научно-практической конференции (г. Нижневартовск, 13-15 февраля 2017 г.). Нижневартовск, 2017. С. 57-59.
16. Погоньшева И.А., Погоньшев Д.А. Физическое развитие и функциональное состояние системы органов дыхания студентов НВГУ // Культура, наука, образование: проблемы и перспективы: Мат-лы IV Всероссийской научно-практической конференции (г. Нижневартовск, 12-13 февраля 2015 г.). Нижневартовск, 2015. С. 52-55.
17. 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.
18. Попова О.Н., Гудков А.Б. Морфофункциональные особенности дыхательной системы у северян. Обзор // Экология человека. 2009. №2. С. 53-58.
19. Соловьев В.С., Соловьева С.В., Погоньшева И.А., Погоньшев Д.А. Оценка системы дыхания работоспособных жителей ХМАО-Югры // Вестник НВГУ. 2013. №3. С. 89-93.
20. Степанова Г.С., Кириллина Т.Н., Устинова М.В. Показатели внешнего дыхания у практически здоровых юношей-якутов // Бюллетень СО РАМН. 2012. Т.32. №6. С. 29-33.

21. Хельсинкская декларация Всемирной медицинской ассоциации. «Этические принципы проведения медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта. 1964 г» (с изм. и доп. октябрь 2013 г). <https://clck.ru/NLeqf>

22. Чучалин А.Г., Айсанов З.Р., Чикина С.Ю., Черняк А.В., Калманова Е.Н. Федеральные клинические рекомендации Российского респираторного общества по использованию метода спирометрии // Пульмонология. 2014. №6. С. 11–23.

23. Vandopadhyay P., Selvamurthy W. Respiratory changes due to extreme cold in the Arctic environment // International journal of biometeorology. 1993. Vol. 37(1). P. 32–35. <https://doi.org/10.1007/BF01212764>

© Погоньшева И.А., Постникова В.В., Шаламова Е.Ю., Рагозин О.Н., Кучумов М.С., 2024