

УДК [612.2-053.2:613.13](470.11)

## СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ У ДЕТЕЙ СРЕДНЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА – УРОЖЕНЦЕВ г. АРХАНГЕЛЬСКА

© 2012 г. А. А. Завьялова, \*Ф. А. Щербина, В. С. Смолина

Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск

\*Мурманский государственный гуманитарный университет, г. Мурманск

В течение года (зимой, весной, летом и осенью) проведено спирографическое обследование одной и той же группы практически здоровых детей – 25 мальчиков и 35 девочек среднего школьного возраста, уроженцев г. Архангельска. Установлено, что в переходный период от теплого времени года к холодному (осенью) у детей 11–14 лет повышаются функциональные возможности системы внешнего дыхания и уровень дыхания. Увеличение общей вентиляции легких осенью у девочек обеспечивается в большей степени возрастанием дыхательного объема, чем возрастанием частоты дыхания.

**Ключевые слова:** Север, дети среднего школьного возраста, легочные объемы и емкости, сезонная динамика.

Среди ведущих факторов, определяющих специфику Севера, выделяют большую группу пульмонотропных факторов, сочетание и степень выраженности которых зависит от сезона года [6]. Изучение сезонной изменчивости показателей респираторной системы, определяющей эффективность приспособительных реакций организма, является одной из важнейших проблем экологической физиологии человека [10].

Имеется достаточно исследований о влиянии климатических факторов Севера на дыхательную систему взрослых в различные сезоны года [3, 4, 7, 9, 12, 14]. В то же время работ по изучению функционирования системы внешнего дыхания у детского населения совсем немного [7, 8, 11, 13], несмотря на то, что организм ребенка в большей степени подвержен отрицательному воздействию природно-климатических факторов Севера, нежели организм взрослого [5].

Дети среднего школьного возраста испытывают морфофункциональную перестройку внутренних органов и систем, что определяет их большую уязвимость по сравнению с детьми других возрастов. Для ребенка 11–14 лет характерны неравномерность роста и созревания отдельных легочных структур, несовершенство нейрогуморальной регуляции внешнего дыхания, что приводит к функциональной нестабильности системы дыхания и повышению ее чувствительности к воздействию неблагоприятных факторов. Однако в настоящее время данные по изучению функции внешнего дыхания у детей 11–14 лет в годовом цикле немногочисленны и носят фрагментарный характер, что отражает необходимость дальнейшего изучения этого вопроса [8, 11].

### Методы

В течение года (зимой, весной, летом и осенью) были изучены функции внешнего дыхания у одной и той же группы практически здоровых детей – 25 мальчиков и 35 девочек среднего школьного возраста (11–14 лет), родившихся и постоянно проживающих в г. Архангельске. Обследование контингента осуществлено на базе МОУ СОШ № 35 с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации и Директивах Европейского общества (8/609 ЕС), и одобрено локальным комитетом по этике Северного государственного медицинского университета. Для обследования были приглашены дети I–II групп здоровья, имеющие средний уровень физического развития, гармонично развитые. В число обследованных не были включены дети, имеющие хронические заболевания органов дыхания, других органов и систем, влияющих на функцию внешнего дыхания; перенесшие за последние 3 месяца, предшествующие обследованию, какие-либо острые заболевания. Проводилось спирографическое исследование

при помощи спирографа микропроцессорного портативного СМП-21/01-“Р-Д”, который обеспечивал приведение измеренных объемных и скоростных показателей к стандартным газовым условиям (BTPS). Измерения осуществлялись в помещении в условиях температурного комфорта и относительного покоя в положении сидя. В годовом цикле были изучены следующие показатели: жизненная емкость легких (ЖЕЛ), резервные объемы вдоха ( $PO_{вд}$ ) и выдоха ( $PO_{выд}$ ), дыхательный (ДО) и минутный (МОД) объемы дыхания, частота дыхания (ЧД).

Анализ полученных результатов исследования проводился с помощью статистического пакета SPSS 18.0. Проверка на нормальность распределения данных осуществлялась при помощи критерия Шапиро – Уилка (для выборок до 50 наблюдений). Результаты описательной статистики для данных, подчиняющихся закону нормального распределения, представлялись в виде среднего значения ( $M$ ) и стандартного отклонения ( $SD$ ); для данных, не подчиняющихся закону нормального распределения, — в виде медианы ( $Me$ ), первого и третьего ( $Q1$  и  $Q3$ ) квартилей. В случае нормального распределения данных использовался дисперсионный анализ для зависимых выборок, для попарных сравнений —  $t$ -критерий Стьюдента для зависимых выборок с поправкой Бонферрони. В случае распределения данных, отличного от нормального, использовался дисперсионный анализ по Фридману, для попарных сравнений — критерий Вилкоксона для зависимых выборок с поправкой Бонферрони. Критический уровень значимости ( $p$ ) для всех проверяемых статистических гипотез принимался равным 0,05.

### Результаты

В связи с тем, что диффузионная способность легких пропорциональна их емкости [2], основным показателем, отражающим функциональные возмож-

ности внешнего дыхания в целом, является жизненная емкость легких [5]. Анализ полученных данных показал сезонную зависимость величины ЖЕЛ в обеих группах ( $p < 0,001$ ) (таблица). Так, у девочек значения показателя ЖЕЛ были статистически значимо больше осенью, летом и зимой по сравнению с весной ( $p < 0,001$ ,  $p = 0,007$ ,  $p < 0,001$  соответственно). В группе мальчиков показатели ЖЕЛ были статистически значимо больше осенью по сравнению с зимой ( $p = 0,006$ ) и весной ( $p < 0,001$ ). В обеих группах величины ЖЕЛ уменьшались от зимы к весне и возрастали к осени, при этом максимальные значения ЖЕЛ регистрировались в осенний период года, минимальные — в весенний. Повышенную ЖЕЛ в осенний период года по сравнению с весенним можно расценивать как компенсаторно-приспособительную реакцию организма в ответ на начало действия холодового фактора, направленную на увеличение площади дыхательной поверхности легких, обеспечивающей газообмен, и на улучшение параметров кондиционирования воздуха [4, 6].

При фракционном анализе ЖЕЛ установлено, что фактическая величина резервного объема вдоха зависела от сезона года у девочек ( $p = 0,021$ ) и была больше зимой по сравнению с весной ( $p = 0,002$ ). В обеих группах максимальные значения  $PO_{вд}$  наблюдались зимой, минимальные — весной и прослеживалась тенденция к повышению  $PO_{вд}$  от весны к осени. Показатель резервного объема выдоха зависел от сезона года у мальчиков ( $p < 0,001$ ) и статистически значимо был больше летом, чем зимой ( $p = 0,004$ ) и весной ( $p = 0,028$ ). Максимальные значения  $PO_{выд}$  в обеих группах приходились на лето и осень, минимальные — на зиму.

Известно, что величина МОД является непосредственным результатом работы системы внешнего

Показатели статических и динамических легочных объемов и емкостей в различные сезоны года у детей 11–14 лет — уроженцев Европейского Севера ( $M \pm s$ ),  $Me$  ( $Q1$ ;  $Q3$ )

$n = 35$  девочек  
 $n = 25$  мальчиков

Показатель	Пол детей	Зима	Весна	Лето	Осень	Достоверность различий
ЖЕЛ, л	Д 1,4,5,6	$3,52 \pm 0,53$	$3,29 \pm 0,47$	$3,41 \pm 0,52$	$3,65 \pm 0,48$	$p < 0,001$
	М 3,4,5,6	$3,89 \pm 0,71$	$3,78 \pm 0,76$	$3,99 \pm 0,87$	$4,18 \pm 0,83$	$p < 0,001$
$PO_{вд}$ , л	Д 1	$1,43 \pm 0,43$	$1,18 \pm 0,39$	$1,37 \pm 0,53$	$1,42 \pm 0,48$	$p = 0,021$
	М	$1,63 \pm 0,67$	$1,33 \pm 0,54$	$1,38 \pm 0,6$	$1,47 \pm 0,48$	$p = 0,058$
$PO_{выд}$ , л	Д	1,51 (1,15; 2,11)	1,61 (1,32; 1,98)	1,72 (1,38; 2,09)	1,76 (1,43; 2,36)	$p = 0,061$
	М 2,4	$1,61 \pm 0,47$	$1,88 \pm 0,59$	$2,3 \pm 0,88$	$2,12 \pm 0,82$	$p < 0,001$
ДО, л	Д 1,6	0,45 (0,38; 0,53)	0,42 (0,33; 0,49)	0,4 (0,32; 0,48)	0,46 (0,38; 0,56)	$p = 0,003$
	М	0,49 (0,41; 0,53)	0,49 (0,41; 0,58)	0,46 (0,37; 0,53)	0,46 (0,38; 0,54)	$p = 0,46$
МОД, л/мин	Д 5,6	$7,38 \pm 1,41$	$7,06 \pm 1,66$	$7,24 \pm 1,61$	$8,12 \pm 1,43$	$p = 0,018$
	М	$8,32 \pm 1,24$	$8,82 \pm 1,89$	$8,08 \pm 1,79$	$8,53 \pm 1,79$	$p = 0,276$
ЧД	Д	15 (13,5; 18,5)	17 (15; 20)	17 (14,5; 22,0)	18 (15; 21)	$p = 0,059$
	М	17 (15; 19)	18 (15; 19)	18 (15; 19)	18 (16; 20)	$p = 0,424$

Примечание. Достоверность различий ( $p < 0,05$ ) между показателями отмечены: 1 — зимой и весной; 2 — зимой и летом; 3 — зимой и осенью; 4 — весной и летом; 5 — весной и осенью; 6 — летом и осенью.

дыхания, которая обеспечивает поддержание скорости поступления кислорода в легкие и выведение углекислого газа на необходимом уровне [1]. Исследование величины МОД показало, что ее изменения зависят от сезона года в группе девочек ( $p = 0,018$ ) и МОД статистически значимо выше осенью по сравнению с летом ( $p = 0,027$ ) и весной ( $p = 0,031$ ). В группе мальчиков сезонные различия по данному показателю выявлены не были ( $p = 0,276$ ), однако наблюдалась тенденция увеличения МОД от лета к осени. Вероятно, интенсификация легочной вентиляции осенью отражает повышенную потребность организма в кислороде, направленную на обеспечение усиливающегося тканевого метаболизма.

Величина МОД определяется частотой дыхания и дыхательным объемом. Величина ЧД практически не изменялась в течение года ( $p = 0,059$  для девочек и  $p = 0,424$  для мальчиков), однако наблюдалась тенденция к увеличению ЧД от зимы к осени в обеих группах. Величина ДО зависит от сезона года у девочек ( $p = 0,003$ ), она была статистически значимо больше зимой по сравнению с весной ( $p = 0,018$ ) и осенью по сравнению с летом ( $p = 0,006$ ). Максимальные значения ДО в группе девочек наблюдались осенью, минимальные — летом. В группе мальчиков значимые сезонные различия по данному показателю не выявлены ( $p = 0,46$ ).

### Обсуждение результатов

При анализе результатов исследования показателей статических и динамических легочных объемов и емкостей в годовом цикле у детей 11–14 лет — уроженцев г. Архангельска установлено, что в переходный период от теплого времени года к холодному (осенью) повышаются функциональные возможности системы внешнего дыхания, что проявляется увеличением ЖЕЛ, величин  $PO_{\text{вд}}$ ,  $PO_{\text{выд}}$  и ДО в группе девочек и увеличением ЖЕЛ и  $PO_{\text{выд}}$  в группе мальчиков.

Увеличение в большей степени резервного объема выдоха по сравнению с резервным объемом вдоха в осенний период года обусловило повышение уровня дыхания [6]. Полагают, что повышение уровня дыхания косвенно свидетельствует об увеличении остаточного объема легких [10]. Необходимо заметить, что снижение величины уровня дыхания в ответ на возмущающий фактор является более выгодной реакцией системы дыхания для осуществления газообмена [15].

При изучении показателей динамических легочных объемов были выявлены статистически значимые сезонные различия МОД в группе девочек, а в группе мальчиков значимых различий показателей динамических легочных объемов в разные сезоны года выявлено не было. Так, в осенний период года у девочек наблюдались максимальные величины общей вентиляции легких. При этом увеличение МОД достигалось за счет возрастания ДО, что является более рациональным, чем за счет возрастания ЧД, поскольку известно, что такой способ увеличения

МОД не приводит к нарастанию удельного веса вентиляции «мертвого пространства» и снижению эффективности вентиляции альвеол [1, 6].

Таким образом, в переходный период от теплого времени года к холодному (осенью) у детей среднего школьного возраста повышаются функциональные возможности системы внешнего дыхания и уровень дыхания. Увеличение общей вентиляции легких осенью у девочек обеспечивается в большей степени возрастанием дыхательного объема, чем возрастанием частоты дыхания.

### Список литературы [References]

1. Agadzhanyan N. A., Gnevushev V. V., Katkov A. Yu. Adaptatsiya k gipoksii i bioekonomika vneshnego dykhaniya [Adaptation to hypoxia and bioeconomics of external respiration]. M. : Izd-vo UDN, 1987. 186 s. [in Russian]
2. Baranov V. L., Kurenkova I. G., Kazantsev V. A. Issledovanie funktsii vneshnego dykhaniya [Respiration function study]. SPb. : Elbi-SPb., 2002. 302 s. [in Russian]
3. Bartosh O. P. Ekologo-fiziologicheskie osobennosti vneshnego dykhaniya u molodykh zhitelei Severo-Vostoka Rossii [Respiratory function in young men during annual cycle in European North] : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Novosibirsk, 2003. 23 s. [in Russian]
4. Varlamova N. G., Evdokimov V. G., Boiko E. R. Funktsiya vneshnego dykhaniya u molodykh muzhchin Evropeiskogo Severa v godovom tsikle [Respiratory function in young men during annual cycle in European North] // Fiziologiya cheloveka. 2008. T. 34, N 6. S. 85–91. [in Russian]
5. Gudkov A. B., Antsiferova O. A., Kubushka O. N., Smolina V. S. Vneshnee dykhanie shkol'nikov na Severe [Schoolchildren's external respiration in the North]. Arkhangel'sk : Izd. tsentr Severnogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta, 2003. 262 s. [in Russian]
6. Gudkov A. B., Popova O. N. Vneshnee dykhanie cheloveka na Evropeiskom Severe [Human external respiration in European North]. Arkhangel'sk : Izd-vo Severnogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta, 2009. 242 s. [in Russian]
7. Evdokimov V. G. Formirovanie sezonnoi adaptatsii k kholodu kardiorespiratornoi sistemy cheloveka - adaptatsiya i rezistentnost' organizma na Severe [Formation of seasonal adaptation of human cardiovascular system to cold - body's adaptation and resistance in the North] // Fiziologobiohimicheskie organizmy : tr. Komi nauch. tsentra UrO AN SSSR. Syktyvkar, 1990. N 115. S. 42–54. [in Russian]
8. Lebedeva O. P. Dinamika funktsional'nogo sostoyaniya kardiorespiratornoi sistemy u podrostkov 11-12 let na Krainem Severe v razlichnye sezony goda [Dynamics of cardiovascular system functional state in adolescents aged 11-12 y. o. in the Far North during different seasons] // Fizicheskaya kul'tura: vospitanie, obrazovanie, trenirovka. 2002. N 3. S. 48–50. [in Russian]
9. Mishina E. A. Sezonnaya i sutochnaya ritmika parametrov funktsional'nykh sistem organizma cheloveka, prozhivayushchego na Severe RF [Seasonal and daily cycling of parameters of functional systems of human body in the RF North] : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Tula, 2007. 24 s. [in Russian]
10. Neverova N. P., Barbashova Z. I., Kononov A. S. Sistema dykhaniya [Respiratory system] // Ekologicheskaya

fiziologiya cheloveka. Adaptatsiya cheloveka k razlichnym klimatogeograficheskim usloviyam / pod red. N. N. Vasil'skogo. L., 1980. S. 109–121. [in Russian]

11. Rogachevskaya O. V. Adaptivnye sdvigi v kardiorespiratornoi sisteme shkol'nikov na protyazhenii goda [Adaptive shifts in schoolchildren's cardiovascular system during a year] // Aktual'nye problemy biologii : tez. dokl. konf. molodykh uchenykh. Syktyvkar, 1996. S. 103. [in Russian]

12. Roshchevskii M. P., Evdokimov V. G., Ovsov A. S. i dr. Sezonnye izmeneniya parametrov kardiorespiratornoi sistemy zhitelei Severa [Seasonal changes of cardiovascular system parameters in Northern inhabitants] // Fiziologiya cheloveka. 1993. T. 19, N 6. S. 44–50. [in Russian]

13. Tenditnaya L. V. Nekotorye pokazateli sezonnykh izmenenii gazoobmena i osnovnogo obmena u detei korennykh zhitelei Krainego Severa [Some indices of gas exchange seasonal changes in Far North indigenous inhabitants' children] // Fiziologiya i patologiya cheloveka v usloviyakh Krainego Severa. Novosibirsk, 1977. S. 99–103. [in Russian]

14. Chesnokova V. N., Mosyagin I. G. Sezonnaya dinamika parametrov kardiorespiratornoi sistemy u yunoshei, prozhivayushchikh na Evropeiskom Severe Rossii [Seasonal dynamics of cardiorespiratory system marks of youth of European North of Russia] // Ekologiya cheloveka. 2009. N 8. S. 7–11. [in Russian]

15. Chogovadze A. V., Butchenko L. A. Sportivnaya meditsina : rukovodstvo dlya vrachei [Sports Medicine: Guide for medical doctors]. M. : Meditsina, 1984. S. 60–74. [in Russian]

# SEASONAL CHANGES OF EXTERNAL RESPIRATION INDICES IN INTERMEDIATE SCHOOL-AGED CHILDREN BORN IN ARKHANGELSK

A. A. Zavyalova, \*F. A. Shcherbina, V. S. Smolina

*Northern State Medical University, Arkhangelsk  
\*Murmansk State Humanities University, Murmansk*

During a year (in winter, spring, summer and autumn), a spirographic survey of one and the same group of healthy children (25 boys and 35 girls at intermediate school age born in the European North) was conducted. It has been detected that functionality capabilities of the external respiration system and the breathing level increased in children aged 11–14 y.o. in the transition period from the warm season to the cold season. The increased total lung ventilation in the girls in autumn was mostly explained by the increased respiratory volumes rather than by the respiration rate.

**Keywords:** European North, intermediate school-aged children, lung volumes and capacities, seasonal dynamics

## Контактная информация:

*Завьялова Александра Александровна* — ассистент кафедры гигиены и медицинской экологии Северного государственного медицинского университета

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

Тел. (8182) 21-57-38

E-mail: psyfeya@yandex.ru