

УДК [612.2:613.13] – 057.36(1-922)

ОСОБЕННОСТИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ В КОНТРАСТНЫЕ СЕЗОНЫ ГОДА У ВОЕННОСЛУЖАЩИХ В АРКТИКЕ

^{1,3}А.Б.Гудков, ²С.П.Ермолин, ^{1,3}О.Н.Попова, ¹А.С.Сарычев

¹ Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск

² ПУ ФСБ России по Архангельской области, г. Архангельск

³ Институт медико-биологических исследований САФУ имени М.В.Ломоносова

В статье представлены результаты спирометрического обследования, проведённого в период полярного дня и полярной ночи у одних и тех же 20 военнослужащих на архипелаге Земля Франца-Иосифа (80°04'с.ш., 47°05'в.д.). Установлено, что величина ЖЕЛ у военнослужащих увеличивается на 26,6% в период полярной ночи по сравнению с полярным днём ($p=0,001$). При фракционном анализе ЖЕЛ выявлено, что в период полярной ночи наблюдается повышение на 21,4% величины резервного объёма выдоха (РОВд) по сравнению с периодом полярного дня ($p=0,006$), в отличие от резервного объёма вдоха (РОВв) и дыхательного объёма (ДО), которые не имеют статистически значимых сезонных различий. Величина потребления кислорода (PO_2) была выше на 16,6% в период полярной ночи в сравнении с периодом полярного дня ($p=0,015$). Расчет величин одного дыхательного (O_{2RC}) и сердечного (O_{2CC}) циклов у военнослужащих показал статистически значимое превышение их в период полярной ночи по сравнению с полярным днём ($p = 0,002$ и $p = 0,005$ соответственно).

Ключевые слова: Арктика, военнослужащие, внешнее дыхание, полярная ночь, полярный день

FEATURES OF EXTERNAL RESPIRATION OF MILITARY MEN IN CONTRAST SEASONS IN ARCTIC

^{1,3}A.B.Gudkov, ²S.P.Ermolin, ^{1,3}O.N.Popova, ¹A.S. Sarychev

¹Northern State Medical University, Arkhangelsk

²Federal Security Service Department in Arkhangelsk Region, Arkhangelsk

³Institute of Medical and Biological Research NARFU after named M.V. Lomonosov

In the article, there have been presented results of a spirometric study conducted in the period of polar day and polar night in the same 20 military men on the Frantz Josef Land Archipelago (80°04'N, 47°05'E). It has been established that vital capacity of the military men increased by 26.6% in the period of polar night compared to polar day ($p=0.001$). During a fractional analysis of vital capacity, it has been detected that in the period of polar night there was observed 21.4% higher expiratory reserve volumes (ERV) compared to the period of polar day ($p=0.006$) as distinct from inspiratory reserve volumes (IRV) and breathing capacity (BC) which did not have statistically significant seasonal differences. Oxygen cost volumes (CVO_2) were higher by 16.6% in the period of polar night compared to the period of polar day ($p=0.015$). Calculation of values of one respiratory (O_{2RC}) and cardiac (O_{2CC}) cycles in the military men has shown their statistically significant excess in the period of polar night compared to polar day ($p = 0.002$ and $p = 0.005$ respectively). Key words: Arctic, military men, external respiration, polar night, polar day.

На современном этапе арктический регион Земли становится одним из центров пересечения геостратегических интересов и выстраивания новой системы обеспечения глобальной и региональной безопасности. Одной из ключевых задач государственной политики Российской Федерации в Арктике является изучение влияния экстремальных факторов окружающей среды на человека, разработка требований по охране здоровья населения, обоснование комплекса мероприятий, направленных на оздоровление среды обитания населения и профилактику заболеваний [9, 13].

Известно, что организм человека в условиях высоких широт подвергается воздействию целого ряда неблагоприятных климатических факторов, как неспецифических (холод, высокая относительная и низкая абсолютная влажность воздуха, тяжёлый аэродинамический режим), так и специфических (изменение фотопериодизма, колебания атмосферного давления, факторы электромагнитной природы) [5, 12]. Среди них холод рассматривается как наиболее важный [3, 11, 13]. Считается, что

влияние специфических климатических факторов Севера, практически не блокируются социальными и другими мерами защиты [11].

В этой связи, 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 система, особенно на этапе внешнего дыхания [4, 8, 10, 15].

В настоящее время известны результаты исследования по выявлению воздействия природно-климатических факторов арктической среды на состояние внешнего дыхания в контрастные сезоны года на широте $68^{\circ}58'$ с.ш. $33^{\circ}05'$ в.д. (г.Мурманск) [7, 16]. Настоящая работа проведена в самой северной точке территории Российской Федерации, в условиях которой проживают и выполняют служебные задачи военнослужащие – остров Земля Александры, архипелаг Земля Франца Иосифа ($80^{\circ}04'$ с.ш., $47^{\circ}05'$ в.д.).

Цель работы – выявить особенности функции внешнего дыхания в периоды полярной ночи и полярного дня у военнослужащих, проходящих службу в Арктической зоне Российской Федерации.

Методы

Основу настоящего исследования составили выполненные в полевых условиях динамические наблюдения за военнослужащими на острове Земля Александры. Обследовались одни и те же 20 мужчин в возрасте от 21 до 36 лет в ноябре – декабре (период полярной ночи) и в июле – августе (период полярного дня).

Спирометрические измерения проводились в первой половине дня при дыхании атмосферным воздухом в условиях температурного комфорта и относительного покоя в положении сидя, через 1,5 – 2 часа после принятия пищи, после 20-минутного отдыха. Обследование контингента осуществлялось с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации и директивах Европейского сообщества (8/609 ЕС).

Для определения функционального состояния системы внешнего дыхания у военнослужащих использовался метод спирометрии. С этой целью применялся спирограф микропроцессорный портативный СМП-21/01-«РД», обеспечивающий приведение измеренных и вычисленных объемных и скоростных показателей к стандартным газовым условиям (ВTPS). При подготовке к обследованию военнослужащие были ознакомлены с применяемой аппаратурой. Кроме того отбирался выдыхаемый воздух, анализировался его состав газоанализатором ПГА – 200 для последующего расчета показателей газообмена, которые приводились к системе STPD, определялось насыщение артериальной крови кислородом (S_pO_2) при помощи электронного пульсового оксиметра ОХ – 700.

В выдыхаемом воздухе определялось содержание кислорода (FeO_2), углекислого газа ($FeCO_2$), рассчитывалось потребление кислорода (PO_2), коэффициент использования кислорода (KIO_2), кислородный эффект одного дыхательного (O_{2RC}) и одного сердечного (O_{2CC}) циклов.

Анализ полученных результатов исследования проводился с помощью статистического пакета SPSS 13.0. В связи с малым размером выборки, было принято считать распределение данных отличающимся от нормального [17], использовался дисперсионный

анализ по Фридману, для попарных сравнений – критерий Вилкоксона с поправкой Бенферрони. Результаты обработки данных представлялись в виде медианы (Md), первого (Q_1) и третьего квартилей (Q_3). Для статистического изучения связи между явлениями применялся коэффициент ранговой корреляции Спирмена (r_s). При использовании коэффициента ранговой корреляции оценивали тесноту связей между признаками, считая значения коэффициента от 0,01 до 0,29 показателями слабой тесноты связи; значения от 0,30 до 0,69 – показателями средней тесноты связи, а значения от 0,70 до 0,99 – показателями сильной тесноты связи [6]. Критический уровень значимости (p) для всех проверяемых статистических гипотез принимался равным 0,05.

Результаты

Анализ полученных данных показал наличие функциональных изменений в системе внешнего дыхания у военнослужащих в период полярного дня и полярной ночи. Так, при анализе динамики легочных объемов и ёмкостей установлено статистически значимое увеличение на 26,6% жизненной ёмкости лёгких (ЖЕЛ) в период полярной ночи в сравнении с показателями ЖЕЛ в полярный день ($p < 0,001$) (табл.1).

Таблица 1.

Лёгочные объёмы и ёмкости у военнослужащих в контрастные сезоны года.

n=20

Показатели	Период обследования		P
	Полярная ночь	Полярный день	
ЖЕЛ, л	8,1 (7,4; 8,3)	6,4 (5,6; 7,2)	0,001
ДО, л	1,08 (0,89; 1,38)	0,97 (0,82; 1,45)	0,16
РОВд, л	2,15 (1,18; 2,60)	1,08 (0,55; 2,43)	0,14
РОВыд, л	4,83 (4,40; 5,60)	3,98 (1,58; 4,96)	0,006

При фракционном анализе ЖЕЛ выявлено, что в период полярной ночи наблюдается повышение на 21,4% величины резервного объема выдоха (РОВыд) по сравнению с периодом полярного дня ($p=0,006$), в отличие от резервного объёма вдоха (РОВд) и дыхательного объёма (ДО), которые не имеют статистически значимых сезонных различий. При этом обратные взаимосвязи средней тесноты между РОВд и РОВыд стабильно регистрируются и практически не изменяются в контрастные сезоны года (табл.2).

Таблица 2.

Корреляционные взаимосвязи между лёгочными объёмами и ёмкостями у военнослужащих в контрастные сезоны года

Взаимосвязь		Полярная ночь	Полярный день
ЖЕЛ – РОВд	r_s	0,147	0,364
	p	0,538	0,115
ЖЕЛ – РОВыд	r_s	0,326	- 0,101

	p	0,161	0,673
РОВд – РОВыд	r _s	- 0,513	- 0,809
	p	0,021	<0,001

Проведенный расчет отношения ДО к ЖЕЛ в контрастные сезоны года показал, что военнослужащие при дыхании в состоянии покоя используют 13,3% абсолютной величины ЖЕЛ в период полярной ночи, а в период полярного дня – 15,2 %.

Полученные величины несколько ниже, чем результаты исследования, проведенного Н.Г.Варламовой с соавт. [2], в ходе которого установлено, что у молодых мужчин 18 – 22 лет, проживающих в Республике Коми, величина ДО в годовом цикле колеблется от 15,1 до 16,5 % ЖЕЛ. Также установлено, что молодые мужчины, уроженцы Архангельской области, используют в состоянии покоя 14,1% от абсолютной величины ЖЕЛ [10].

Величина РОВд у военнослужащих составила 26,5 % ЖЕЛ в период полярной ночи, причем она несколько уменьшается в период полярного дня по сравнению с полярной ночью (16,9 % ЖЕЛ). Такие величины меньше значений, указанных для жителей Республики Коми: 30,5% для молодых мужчин [2], а также для уроженцев Архангельской области: 44,0% [10].

Резервный объем выдоха у обследованных военнослужащих находился в диапазоне 59,6 – 62,2 % ЖЕЛ, соответственно в период полярной ночи и полярного дня. Полученные величины больше данных, приведенных для жителей Республики Коми: у мужчин в годовом цикле от 40,9 до 51,6 % ЖЕЛ [2], у жителей Архангельской области величина РОВыд составляет 40,4 % от ЖЕЛ [10].

Также выявлено наличие статистически значимых функциональных изменений у военнослужащих в показателях легочного газообмена в период полярного дня и полярной ночи (табл. 3).

Таблица 3.

Показатели лёгочного газообмена у военнослужащих в
контрастные сезоны года
n=20

Показатели	Период обследования		p
	Полярная ночь	Полярный день	
FeO ₂ , %	16,9(16,4; 17,3)	17,9 (17,6; 18,3)	0,006
FeCO ₂ , %	2,1 (1,7; 2,5)	2,8 (2,6; 3,2)	<0,001
ПО ₂ , мл/мин	548,8 (432,9; 677,1)	470,9 (270,2; 571,8)	0,015
КИО ₂ , мл/л	46,8 (41,1; 52,2)	30,4 (25,9; 33,6)	0,003
O _{2RC} , мл	40,2 (35,2; 46,7)	27,5 (18,5; 41,0)	0,002
O _{2CC} , мл	7,4 (5,7; 9,2)	5,6 (3,7; 7,1)	0,005
SpO ₂ , %	97 (96; 97)	97 (97; 98)	0,17

Важным показателем, характеризующим обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью легочных капилляров, является величина ПО₂, которая определяется внутренней потребностью в нем клеток и тканей и осуществляется на уровне целостного организма [1]. Анализ полученных результатов показал зависимость данного показателя от сезона года. Величина ПО₂ была выше на 16,6% в период полярной ночи в сравнении с периодом полярного дня (p=0,015), что связано, вероятно, с интенсификацией окислительного метаболизма в период полярной ночи.

Анализ полученных данных показал, что величина КИО₂ в период полярной ночи была статистически значимо выше, чем в период полярного дня (p=0,003), которая, как известно, зависит от условий диффузии кислорода, объёма альвеолярной вентиляции и совершенства координации лёгочной вентиляции с кровообращением в малом круге.

Расчет величин O_{2RC} и O_{2CC} у военнослужащих показал статистически значимое превышение их в период полярной ночи по сравнению с полярным днём (p = 0,002 и p = 0,005

соответственно), что указывает на сниженную экономичность одного дыхательного и одного сердечного циклов в полярную ночь.

Результаты измерения величины S_{pO_2} у военнослужащих в контрастные сезоны года не выявили значимых различий, отмечен достаточно стабильный уровень данного показателя в пределах 97 % как в период полярной ночи, так и в период полярного дня. Необходимо заметить, что в норме величина S_{pO_2} находится в интервале $93 \pm 2,3\%$. Стрессовые ситуации и физические нагрузки могут вызывать повышение насыщения артериальной крови кислородом до 95 - 98% [1].

Обсуждение результатов

Известно, что величина ЖЕЛ косвенно указывает на максимальную площадь дыхательной поверхности легких, обеспечивающей газообмен, и, в целом, косвенно характеризует аэробные возможности системы внешнего дыхания. Повышенное значение ЖЕЛ в течение полярной ночи по сравнению со значением ЖЕЛ в течение полярного дня также можно интерпретировать как компенсаторно-приспособительную реакцию организма, направленную на увеличение площади дыхательной поверхности легких, обеспечивающей газообмен, тем самым удовлетворяя повышенные метаболические потребности организма в холодный период года.

Помимо газообменной функции легкие осуществляют согревание и насыщение влагой воздуха, поступающего в дыхательные пути. Поэтому увеличение ЖЕЛ у военнослужащих в период полярной ночи является целесообразной компенсаторно-приспособительной реакцией организма, направленной не только

на обеспечение усиленного метаболизма, но и на кондиционирование вдыхаемого воздуха.

В настоящее время становится общепризнанным факт того, что величина $PO_{\text{выд}}$, которая является второй составляющей ЖЕЛ и первой составляющей функциональной остаточной емкости легких, более важна для стабилизации дыхания, чем значение $PO_{\text{вд}}$ [14, 18]. Связано это с тем, что $PO_{\text{выд}}$ играет важную роль в механизмах регуляции и накопления метаболического CO_2 , поскольку в функциональном отношении $PO_{\text{выд}}$ представляет собой буферную емкость проводящих воздухоносных путей, снижающую возможность беспрепятственного выделения метаболического CO_2 через легкие наружу [1]. Поэтому можно предположить, что в период полярной ночи в респираторной системе появляются реакции в виде увеличения $PO_{\text{выд}}$, направленные на стабилизацию дыхания. Кроме этого, физиологический смысл повышения $PO_{\text{вд}}$ и $PO_{\text{выд}}$ в период полярной ночи заключается также в том, что в этом случае имеется большая потенциальная возможность значительного увеличения легочной вентиляции за счет использования этих объемов как в покое, так и при физической нагрузке, а значит, повышения поступления кислорода в легкие и выделения углекислого газа из организма в холодный период года.

Таким образом, у военнослужащих, проходящих военную службу в условиях Арктики, в системе внешнего дыхания со стороны статических легочных объемов и емкостей происходят сезонные перестройки. В период полярной ночи по сравнению с полярным днем увеличиваются величины ЖЕЛ, $PO_{\text{выд}}$ изменяются структура ЖЕЛ и характер взаимосвязей между ее составляющими. Наряду с целесообразными компенсаторно-приспособительными

реакциями системы внешнего дыхания, направленными на уравнивание с внешней средой, имеются элементы скрытых функциональных нарушений. Так, на фоне напряженной деятельности системы внешнего дыхания газообменная эффективность вентиляции, экономичность одного дыхательного и одного сердечного циклов в период полярной ночи снижены. Такие скрытые функциональные нарушения могут являться факторами пульмонологического риска.

Список литературы

1. Агаджанян Н. А., Гневушев В. В., Катков А. Ю. Адаптация к гипоксии и биоэкономика внешнего дыхания. М. : Изд-во УДН, 1987. 186 с.
2. 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.
3. 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.
4. Гудков А.Б., Попова О.Н. Пульмонотропные факторы Европейского Севера // Вестник Поморского университета. Серия: Физиологические и психолого-педагогические науки. 2008. №2. С.15-17.
5. Гудков А.Б., Попова О.Н., Небученных А.А. Новосёлы на Европейском Севере. Физиолого-гигиенические аспекты: монография. Архангельск: Изд-во СГМУ, 2012. 285 с.
6. Зайцев В.М., Лифляндский В.Г., Маринкин В.И. Прикладная медицинская статистика. – СПб.: Фолиант, 2003. 428 с.
7. Кононов А. С. Внешнее дыхание и энергетический обмен в процессе акклиматизации человека на Крайнем Севере : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Петрозаводск, 1972. 22 с.
8. 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.
9. «Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу», утверждены Президентом РФ 18 сентября 2008 г. № Пр-1969.
 10. *Попова О. Н.* Характеристика адаптивных реакций внешнего дыхания у молодых лиц трудоспособного возраста, жителей Европейского Севера : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Архангельск, 2009. 34 с.
 11. *Турчинский В. И.* Ишемическая болезнь сердца на Крайнем Севере. Новосибирск : Наука, 1980. 280 с.
 12. *Хаснулин В.И.* Введение в полярную медицины. Новосибирск: СО РАМН, 1998. 337 с.
 13. *Чащин В.П., Гудков А.Б., Попова О.Н., Одланд Ю.О., Ковшов А.А.* Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике // Экология человека. 2014. №1. С.3-12.
 14. *Шишкин Г. С., Устюжанова Н. В.* Функциональные механизмы изменений внешнего дыхания при осенне-зимнем понижении температуры воздуха // Экология человека. 2012. № 7. С. 3–6.
 15. *Шишкин Г.С., Устюжанинова Н.В.* Функциональные состояния внешнего дыхания здорового человека. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 329 с.
 16. *Щербина Ю.Ф.* Изменения легочных объемов у жителей Крайнего Севера в периоды полярного дня и полярной ночи: : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Архангельск, 2013. 18 с.
 17. *Chang Y.H.* Biostatistics 101: Data presentation/ Y.H. Chang// Singapore Medical Journal. – 2003. – N 6. – P. 280 – 285.
 18. *West J. B.* Respiratory Physiology – the Essentials. Baltimore : Lippincott, Wilcins, 2008. 180 p.

References

1. Agadzhanjan N. A., Gnevushev V. V., Katkov A. Ju. Adaptacija k gipoksii i bioekonomika vneshnego dyhanija. [Adaptation to hypoxia and bioeconomy of external respiration]. Moscow, 1987. 186 p. [in Russian].
2. Varlamova N.G., Evdokimov V.G., Bojko E.R. Respiratory function in young men of European North in the annual cycle.

- Fiziologiya cheloveka [Human physiology]. 2008, 6. pp. 85 – 91. [in Russian].
3. Griбанov A. V., Volokitina T.V. Health and functional development of the schoolchildren in the European North of Russia. Vestnik nacional'nogo komiteta «Intellectual'nye resursy Rossii». [Bulletin of the National Committee «Intellectual resources of Russia»] 2006, 4, pp. 271-275. [in Russian].
 4. Gudkov A.B., Popova O.N. Pulmonotropic factors of the European North (Review). Vestnik Pomorskogo universiteta. Serija: Fizilogicheskie i psihologo-pedagogicheskie nauki. [Bulletin of Pomor university] 2008, 2, pp.15-17. [in Russian].
 5. Gudkov A.B., Popova O.N., Nebuchennyh A.A. Novosjoly na Evropejskom Severe. Fiziologo-gigienicheskie aspekty. [Settlers in the European North. Physiological and hygienic aspects]. Arhangelsk, 2012, 285 p. [in Russian].
 6. Zajcev V.M., Lifljandskij V.G., Marinkin V.I. Prikladnaja medicinskaja statistika.[Applied Medical Statistics]. St. Petersburg, 2003, 428 p. [in Russian].
 7. Kononov A. S. Vneshnee dyhanie i jenergeticheskij obmen v processe akklimatizacii cheloveka na Krajnem Severe : (avtoref. kand. diss.) [External respiration and energy metabolism during acclimatization in the Far North (Author's Abstract of Candidate thesis)]. Petrozavodsk, 1972. 22 p. [in Russian].
 8. Kubushka O.N., Gudkov A.B., Labutin N.Yu. Some reactions of the cardiorespiratory sistem in young persons at able-bodied age at the stage of adaptive strain by removal to the North. Ekologiya cheloveka. [Human Ecology]. 2004, 5, pp. 16–18. [in Russian].
 9. *Osnovy gosudarstvennoi politiki Rossiiskoi Federatsii v Arktike na period do 2020 goda i dal'neishuyu perspektivu* [Principles of Russian Federation State Policy in the Arctic up to 2020 and Further], utv. Prezidentom RF 18.09.2008. Pr-1969. [in Russian].
 10. Popova O. N. *Kharakteristika adaptivnykh reaktsii vneshnego dykhaniya u molodykh lits trudospobnogo vozrasta, zhitelei Evropeiskogo Severa (avtoref. doc. dis.)* [Characteristics of adaptive reactions of external respiration in young people of working age, residents of the European North (Author's Abstract of Doctoral Thesis)]. Moscow, 2009, 34 p. [in Russian].
 11. Turchinskij V.I. Ishemicheskaja bolezni' serdca na Krajnem Severe. [Coronary heart disease in the Far North]. Novosibirsk: Nauka, 1980. 280 p. [in Russian].

12. Khasnulin V. I. *Vvedenie v polyarnuyu meditsinu* [Introduction to the polar medicine]. Novosibirsk, 1998, 337 p. [in Russian].
13. Chashhin V.P., Gudkov A.B., Popova O.N., Odland Ju.O., Kovshov A.A. Description of main health deterioration risk factors for population living on territories of active natural management in the Arctic. *Ekologiya cheloveka*, [Human ecology]. 2014, 1, pp. 3-12. [in Russian].
14. Shishkin G. S., Ustjuzhanova N. V. Functional mechanisms of changes in the external respiration in the autumn-winter air temperature drops. *Jekologija cheloveka*. [Human Ecology]. 2012, 7, pp. 3-6. [in Russian].
15. Shishkin G.S., Ustjuzhaninova N.V. Funkcionalnye sostojanija vneshnego dyhanija zdorovogo cheloveka. [Functional status of the external breathing in healthy person]. Novosibirsk, 2012, 329 p. [in Russian]
16. Shherbina Ju.F. *Izmenenija legochnyh obemov u zhitelej Krajnego Severa v periody poljarnogo dnja i poljarnoj nochi* (avtoref. kand. diss.). [Changes in lung volumes among residents of the Far North during the polar day and polar night. (Author's Abstract of Candidate thesis)]. Arhangel'sk, 2013, 18 p.
17. Chang Y.H. Biostatistics 101: Data presentation/ Y.H. Chang// Singapore Medical Journal. – 2003. – N 6. – P. 280 – 285.
18. West J. B. *Respiratory Physiology – the Essentials*. Baltimore : Lippincott, Wilcins, 2008. 180 p.