

## Оригинальные исследования

Л.Ю.Никитина<sup>1</sup>, С.К.Соодаева<sup>2</sup>, Ф.И.Петровский<sup>1</sup>, Ю.А.Петровская<sup>1</sup>, В.Н.Котлярова<sup>1</sup>, Т.В.Шашкова<sup>1</sup>, А.Г.Чучалин<sup>2</sup>

## Скрининг бронхообструкции, вызванной физической нагрузкой, у лыжников и биатлонистов в различные периоды годового тренировочного цикла

1 – ГОУ ВПО "Ханты-Мансийская государственная медицинская академия": 628007, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, г. Ханты-Мансийск, ул. Мира, 40;

2 – ФГБУ "НИИ пульмонологии" ФМБА России: 105077, Москва, ул. 11-я Парковая, 32, корп. 4

L. Yu. Nikitina, S. K. Soodaeva, F. I. Petrovsky, Yu. A. Petrovskaya, V. N. Kotlyarova, T. V. Shashkova, A. G. Chuchalin

## Screening of exercise-induced bronchoconstriction in skiers and biathletes at different periods of annual training cycle

### Summary

The purpose of the study was to investigate prevalence of exercise-induced bronchoconstriction (EIB) in winter sports athletes at different periods of an annual training cycle and to evaluate a role of NO production in the respiratory tract for EIB occurrence. 92 athletes were examined during a precompetitive period and 78 were examined during a competitive period of an annual training cycle (mean age was  $17.5 \pm 2.3$  years). EIB was detected using an indirect exercise field-test in cold air. Before and after the challenge test the fractional exhaled NO (FeNO) was measured. Post-exercise FEV1 decreased  $\geq 10\%$  in 6.4% and 6.5% of athletes during the competitive and the precompetitive periods, respectively. A correlation was found between  $\Delta\text{FEV}_1$  and  $\Delta\text{FEF}_{25-75}$ . In EIB-positive athletes, there was a significantly lower baseline FeNO during the precompetitive period ( $p = 0.03$ ). Relationships were determined between post-exercise FEV1, FVC, PEF, FEF<sub>25-75</sub> and post-exercise FeNO. The EIB prevalence among skiers and biathletes was as low as 6.5%. The NO level correlated with pulmonary function in elite athletes.

**Key words:** biathletes, skiers, exercise induced bronchoconstriction, fractional exhaled nitric oxide (FeNO).

### Резюме

Целью исследования было изучение распространенности бронхоспазма, вызванного физической нагрузкой (БФН), среди спортсменов лыжников и биатлонистов в различные периоды годового тренировочного цикла; исследование роли продукции NO в респираторном тракте в реализации данного феномена. В подготовительный период были обследованы 92 спортсмена, в соревновательный – 78 (средний возраст –  $17,5 \pm 2,3$  года). Для выявления БФН использован непрямой провокационный тест с физической нагрузкой на открытом воздухе при низких температурах окружающей среды с динамической оценкой функции внешнего дыхания (ФВД). Исходно и после нагрузки определялся уровень оксида азота в выдыхаемом воздухе ( $\text{NO}_{\text{выд}}$ ). Снижение объема форсированного выдоха за 1-ю секунду ( $\text{ОФВ}_1$ ) на  $\geq 10\%$  после нагрузки зарегистрировано у 6,4% и 6,5% спортсменов в соревновательном и подготовительном периодах соответственно. Установлена положительная взаимосвязь между показателями  $\Delta\text{ОФВ}_1$  и  $\Delta\text{МОС}_{25-75}$ . Определен достоверно меньший исходный уровень  $\text{NO}_{\text{выд}}$  у спортсменов с БФН в подготовительный период ( $p = 0,03$ ). Выявлена положительная взаимосвязь постнагрузочных значений  $\text{ОФВ}_1$ , ФЖЕЛ, ПСВ,  $\text{МОС}_{25-75}$  с уровнем  $\text{NO}_{\text{выд}}$  после нагрузки.

Распространенность БФН среди лыжников и биатлонистов невысока и составляет  $\leq 6,5\%$ . Описана взаимосвязь уровня  $\text{NO}_{\text{выд}}$  с показателями ФВД у атлетов, занимающихся зимними видами спорта.

**Ключевые слова:** биатлонисты; лыжники; бронхоспазм, вызванный физической нагрузкой; фракция оксида азота в выдыхаемом воздухе.

Большая часть годового тренировочного цикла атлетов, занимающихся зимними видами спорта, проходит в суровых климатических условиях. Интенсивные физические нагрузки на открытом воздухе при температурах ниже нулевой отметки сопровождаются поступлением в дыхательные пути больших объемов сухого холодного воздуха [1]. Увеличение минутной вентиляции легких неизбежно сопровождается переключением носового дыхания на дыхание ртом [2]. При этом верхние дыхательные пути полностью исключаются из процесса кондиционирования воздуха. В данных условиях основная нагрузка, связанная с очищением, увлажнением и согреванием поступающего в респираторный тракт

воздуха, ложится на мелкие бронхи, однослойный эпителий которых выстлан сравнительно малым количеством золя [2]. Вследствие перечисленных факторов у лыжников и биатлонистов часто возникает бронхоспазм, вызванный физической нагрузкой (БФН), основным механизмом развития которого является иссушение слизистой дыхательных путей, изменение осмотических свойств золя и дегрануляция тучных клеток с высвобождением провоспалительных медиаторов (гистамина, цистеиниловых лейкотриенов) [1–3].

БФН представляет собой остро развивающееся транзиторное сужение дыхательных путей, возникающее во время выполнения физической нагрузки

или после ее завершения [4]. Объективным подтверждением этого служит снижение показателя объема форсированного выдоха за 1-ю секунду ( $ОФВ_1$ ) на  $\geq 10\%$  после нагрузки или провокационного теста [1–4]. Наличие у спортсмена БФН отражается на функциональном состоянии кардиореспираторной системы (максимальное потребление кислорода, порог анаэробного обмена, кислородный пульс и т. п.), препятствуя достижению оптимальной спортивной производительности [2]. Зачастую при БФН отсутствует явная клиническая картина, и ни сам спортсмен, ни тренер не имеют представления об истинных препятствиях, стоящих на пути достижения оптимальной спортивной формы [1].

Особый интерес представляют механизмы развития и поддержания воспаления в дыхательных путях при БФН и роль активных форм азота (АФА) в его реализации. Этому вопросу были посвящены многие исследования последнего 10-летия, но их результаты не дали однозначного ответа [5]. Однако в некоторых исследованиях установлена роль монооксида азота (NO) в качестве предиктора БФН у пациентов с atopической астмой [6–8].

Цель данного исследования заключалась в оценке распространенности БФН в популяции спортсменов-лыжников и биатлонистов в различные периоды годового тренировочного цикла и исследовании роли продукции NO в респираторном тракте в реализации данного феномена.

## Материалы и методы

Проводилось обследование лыжников и биатлонистов – воспитанников детско-юношеских спортивных школ олимпийского резерва ( $n = 78$ ) в рамках соревновательного периода (февраль–март 2012 г.) и участников ( $n = 92$ ) осенне-зимнего этапа подготовительного периода (ноябрь–декабрь 2012 г.). Средний возраст обследованных спортсменов составил  $17,5 \pm 2,3$  года, число юношей и девушек, включенных в исследование на указанных этапах, было сопоставимо. Показатели функции внешнего дыхания (ФВД) оценивались при помощи спирографа *MasterScreen Pneumo (Jaeger, Германия)* исходно, на 1, 5 и 10-й минутах после рутинной тренировки на открытом воздухе продолжительностью до 60 мин БФН регистрировался при снижении показателя  $ОФВ_1$  после нагрузки на  $\geq 10\%$ . Исходно и после тренировки определялась фракция оксида азота в выдыхаемом воздухе –  $NO_{\text{выд}}$ , ppb (*parts per billion* – частиц на 1 млрд), с помощью анализатора *CLD 88 (Eco Medics, Швейцария)* совместно с устройством *Denox 88 (Eco Medics, Швейцария)*, освобождающим вдыхаемый воздух от оксида азота. Процедура проводилась согласно Рекомендациям Американского торакального и Европейского респираторного обществ по измерению уровня выдыхаемого и назального оксида азота у взрослых и детей (2005) [9]. На этапе прескрининга из исследования были исключены спортсмены, у которых в течение последнего месяца отмечались эпизоды острых респираторных

заболеваний, а также спортсмены с общим стажем спортивной подготовки  $< 3$  лет. Статистическую обработку результатов проводили при помощи пакета программ *Statistica for Windows 10.0*. Данные представлены в виде средних арифметических значений со стандартной ошибкой среднего и 95%-ным доверительным интервалом (ДИ). Для оценки различия средних в попарно несвязанных выборках применяли U-критерий Манна–Уитни, в связанных выборках – критерий Вилкоксона. Степень взаимосвязи между признаками оценивали, вычисляя коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Разницу значений считали значимой при  $p < 0,05$ .

## Результаты

По результатам скрининга определена сходная распространенность БФН среди лыжников и биатлонистов в различные периоды годового тренировочного цикла, составившая 6,4% – в соревновательном и 6,5% – в подготовительном периодах макроцикла.

Спортсмены с диагностированным БФН демонстрировали достоверно более низкие объемно-скоростные показатели выдоха как исходно, так и после нагрузки. Выявленные статистически значимые различия прослеживались на обоих этапах исследования (табл. 1, 2).

Корреляционный анализ позволил установить положительную взаимосвязь между показателями  $\Delta ОФВ_1$  и  $\Delta МОС_{25-75}$  (табл. 3).

Таблица 1  
Показатели ФВД у спортсменов в зависимости от наличия БФН, подготовительный период

Показатель	Снижение $ОФВ_1$ на $\geq 10\%$	Отсутствие снижения $ОФВ_1$	$p$
Исходно			
$ОФВ_{1, л}$	3,4 (2,6; 4,1)	4,2 (4,0; 4,4)	0,04
ФЖЕЛ, %	136,1 (127,0; 145,2)	124,5 (121,8; 127,2)	0,02
ПСВ, л	5,9 (4,6; 7,2)	8,1 (7,7; 8,5)	$< 0,01$
$МОС_{25-75, л}$	2,8 (1,7; 3,8)	5,0 (2,5; 7,4)	0,04
Через 1 мин после тренировки			
$ОФВ_{1, л}$	3,2 (2,4; 4,0)	4,2 (4,0; 4,4)	0,01
ПСВ, л	6,0 (4,6; 7,4)	8,1 (7,7; 8,4)	0,02
$МОС_{25-75, л}$	2,7 (1,5; 4,0)	3,8 (3,6; 4,1)	0,04
$\Delta МОС_{25-75, \%}$	-9,8 (-18,5; -1,2)	1,6 (-2,5; 5,6)	0,01
$\Delta ОФВ_{1, \%}$	-6,4 (-10,3; -2,5)	-1,6 (-2,3; -0,9)	$< 0,01$
Через 5 мин после тренировки			
$ОФВ_{1, л}$	3,1 (2,3; 3,9)	4,2 (3,9; 4,3)	0,01
ПСВ, л	5,7 (4,3; 7,1)	8,0 (7,6; 8,4)	0,01
$МОС_{25-75, л}$	2,3 (1,5; 3,2)	3,8 (3,6; 4,1)	$< 0,01$
$МОС_{25-75, \%}$	69,3 (49,7; 88,9)	95,0 (89,8; 100,1)	0,01
$\Delta МОС_{25-75, \%}$	-16,2 (-31,7; -0,6)	2,0 (-2,2; 6,3)	0,01
$\Delta ОФВ_{1, \%}$	-9,0 (-13,4; -4,6)	-2,4 (-1,1; -1,1)	$< 0,01$

Примечание: здесь и в табл. 2: ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; ПСВ – пиковая объемная форсированная скорость выдоха;  $МОС_{25-75}$  – мгновенная объемная скорость воздушного потока в интервале 25–75% ФЖЕЛ;  $\Delta, \%$  – разница показателей до и после нагрузки, рассчитанная по формуле: разница значений (показатель после теста – исходный показатель) / исходный показатель  $\times 100\%$ . В абсолютных значениях: разница значений (показатель после теста – исходный показатель). Данные представлены как среднее и 95%-ный ДИ.

**Таблица 2**  
**Показатели ФВД у спортсменов в зависимости от наличия БФН, соревновательный период**

Показатель	Снижение ОФВ <sub>1</sub> на ≥ 10 %	Отсутствие снижения ОФВ <sub>1</sub>	p
Через 1 мин после тренировки, %			
ПСВ	84,2 (66,5; 107,4)	108,8 (69,9; 164,0)	0,03
ΔМОС <sub>25-75</sub>	-25,8 (-37,1; -15,0)	-0,1 (-43,2; 70,2)	0,01
ΔОФВ <sub>1</sub>	-12,6 (-19,0; -6,2)	-0,1 (-1,3; -1,2)	< 0,01
Через 5 мин после тренировки, %			
ПСВ	86,7 (76,5; 99,4)	108,4 (73,6; 150,4)	0,03
ΔМОС <sub>25-75</sub>	-27,9 (-31,5; -21,5)	1,3 (-45,8; 31,3)	< 0,01
ΔОФВ <sub>1</sub>	-11,8 (-24,7; -1,1)	-0,9 (-1,9; -0,1)	< 0,01

Исходный уровень NO<sub>выд.</sub> и объем выдыхаемого за 1 мин. NO (V'NO) у обследованных спортсменов составили 12,6 ± 0,7 ppb и 36,5 ± 2,0 нл / мин, а также 15,8 ± 1,6 ppb и 46,0 ± 4,8 нл / мин – в подготовительном и соревновательном периодах соответственно. Достоверное снижение данных показателей NO<sub>выд.</sub> определялось на обоих этапах исследования (p < 0,001). Выявленная динамика уровня выдыхаемого NO вполне закономерна и является следствием "вымывания" NO из дыхательных путей в условиях повышенной минутной вентиляции легких [9]. Однако у 22,8 % спортсменов в подготовительном и 25,6 % – в соревновательном периодах интенсивность синтеза NO не снижалась и / или увеличивалась после гипервентиляции в условиях тренировки. Достоверно определен меньший исходный уровень NO<sub>выд.</sub> у спортсменов с БФН в подготовительном периоде (p = 0,03).

Установлены взаимосвязи между уровнем NO<sub>выд.</sub> до и после нагрузки с исходными и постронагрузочными показателями ФВД (табл. 4).

### Обсуждение результатов

Полученные показатели распространенности БФН несколько ниже опубликованных в течение последних 10–15 лет данных зарубежных эпидемиологических исследований, согласно которым частота выявления БФН среди представителей зимних олимпийских видов спорта варьируется от 18 до 37,5 % [10, 11]. По последним данным, распространенность астмы

**Таблица 3**  
**Взаимосвязь показателей ΔОФВ<sub>1</sub> и ΔМОС<sub>25-75</sub> у лыжников и биатлонистов на различных этапах тренировочного цикла**

Показатель 1	Показатель 2	rs	p
Подготовительный период, %			
ΔОФВ <sub>1</sub> *	ΔМОС <sub>25-75</sub> , %*	0,40	< 0,001
ΔОФВ <sub>1</sub> **	ΔМОС <sub>25-75</sub> , %**	0,54	< 0,001
Соревновательный период, %			
ΔОФВ <sub>1</sub> *	ΔМОС <sub>25-75</sub> , %*	0,76	< 0,001
ΔОФВ <sub>1</sub> **	ΔМОС <sub>25-75</sub> , %**	0,68	< 0,001

Примечание: \* – через 1 мин после нагрузки; \*\* – через 5 мин после нагрузки; rs – коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

**Таблица 4**  
**Взаимосвязь показателей ФВД с уровнем NO в выдыхаемом воздухе у спортсменов в различные периоды тренировочного процесса**

Показатель 1	Показатель 2	rs	p
Подготовительный период			
NO <sub>выд.</sub> , ppb*	ОФВ <sub>1</sub> , %***	0,27	0,02
NO <sub>выд.</sub> , ppb**	ОФВ <sub>1</sub> , л*	0,33	< 0,01
	ОФВ <sub>1</sub> , л**	0,31	< 0,01
	ПСВ, л*	0,27	0,01
	ПСВ, л**	0,26	0,02
	МОС <sub>25-75</sub> , л**	0,37	< 0,01
	МОС <sub>25-75</sub> , л***	0,24	0,03
Соревновательный период			
NO <sub>выд.</sub> , ppb**	ОФВ <sub>1</sub> , %*	0,30	< 0,01
	ФЖЕЛ, %*	0,33	< 0,01
	ФЖЕЛ, %**	0,28	0,02
	ПСВ, %*	0,29	0,01

Примечание: \* – показатель до тренировки; \*\* – через 1 мин после нагрузки; \*\*\* – через 5 мин после нагрузки.

и бронхиальной гиперреактивности в олимпийских атлетических видах спорта составляет 7–8 % [12], что сопоставимо с полученными в работе показателями.

Особый интерес представляло сравнение частоты выявления БФН в различные периоды спортивной подготовки, что обусловлено принципиальными отличиями по объему и качеству нагрузок. Так, подготовительный период годового тренировочного макроцикла лыжников и биатлонистов характеризуется наибольшим объемом физической нагрузки и постепенным ростом ее интенсивности. Отличительной особенностью соревновательного периода является меньший объем нагрузок и максимальная их интенсивность. Несмотря на указанные обстоятельства, в представленной работе определена сопоставимая распространенность БФН в различные периоды макроцикла.

Значимо более низкие объемно-скоростные показатели экспираторной части петли "поток–объем" (см. табл. 1, 2) у спортсменов с диагностированным БФН, безусловно, были ожидаемы, поскольку ограничение скорости воздушного потока на выдохе – определяющее клиническое проявление данного феномена [1–3]. Наряду с основным маркером БФН – ΔОФВ<sub>1</sub> ≥ 10 % следует отметить высокую диагностическую ценность ΔМОС<sub>25-75</sub>, достоверные различия по которой в группе спортсменов с БФН также определялись на всех этапах исследования, причем снижение ΔМОС<sub>25-75</sub> было более выраженным по сравнению с ΔОФВ<sub>1</sub>. Как в подготовительном, так и в соревновательном периодах прослеживалась положительная взаимосвязь между указанными показателями через 1 и 5 мин после физической нагрузки (см. табл. 3). Этот факт интересен тем, что динамика показателя МОС<sub>25-75</sub>, наряду с ОФВ<sub>1</sub>, также позволяет характеризовать степень обструкции дыхательных путей и может быть использована для диагностики БФН [13]. Кроме того, по данным G.Ciprandi et al.,



снижение  $МОС_{25-75}$  ассоциировано с выраженной гиперреактивностью бронхов в тесте с метахолином и интенсивностью продукции NO в дыхательных путях у пациентов с аллергическим ринитом [14].

Одной из задач настоящего исследования было изучение фракции NO в выдыхаемом воздухе у спортсменов в различные периоды годового тренировочного макроцикла, а также поиск возможных взаимосвязей продукции NO в респираторном тракте лыжников и биатлонистов с БФН. Согласно опубликованным данным, содержание NO в выдыхаемом воздухе у больных бронхиальной астмой с БФН до проведения теста с физической нагрузкой превышает этот показатель у здоровых обследуемых и остается высоким после провокационного теста [8, 15]. Следовательно, предположение об участии NO в патогенезе БФН посредством активации свободнорадикального окисления с развитием нитрозивного стресса и повреждения слизистой бронхов, десквамацией эпителия и т. п. вполне уместно. В подтверждение этого можно привести работы отечественных [16] и зарубежных исследователей [8] о ключевой роли АФА (NO, пероксинитрит и т. д.) в реализации каскада перекисного окисления липидов и воспаления респираторного тракта при бронхообструктивной патологии. Заслуживает внимания одно из немногих исследований роли NO в генезе БФН у спортсменов, выполненных *Ö.Kasimay et al.* [17]. У 8 из 43 обследованных футболистов был выявлен БФН по результатам стандартного тредмил-теста. Данная группа спортсменов характеризовалась повышенными показателями NO, эндотелина-1 крови, малонового диальдегида в ответ на нагрузку [17]. В группе здоровых футболистов нагрузка приводила к достоверному снижению NO, эндотелина-1 крови, малонового диальдегида, что сопровождалось статистически значимым повышением уровня глутатиона [17]. Таким образом, результаты исследования подтверждают предположение о наличии у профессиональных футболистов с БФН признаков системного оксидативного стресса с участием АФА.

По результатам исследования не выявлено значимых различий по исходному уровню  $NO_{\text{выд.}}$  у спортсменов на различных этапах тренировочного процесса. Зафиксировано ожидаемое достоверное снижение показателя в подготовительном и соревновательном периодах, связанное с выведением NO из дыхательных путей в условиях нагрузочной гипервентиляции. Более 20 % спортсменов продемонстрировали увеличение фракции  $NO_{\text{выд.}}$  после тренировки, причем определена положительная взаимосвязь постнагрузочных значений ОФВ<sub>1</sub>, ФЖЕЛ, ПСВ,  $МОС_{25-75}$  с данным показателем после нагрузки (см. табл. 4). Вероятным объяснением найденных корреляций может быть более интенсивное воздействие сухого холодного воздуха на респираторный тракт спортсменов с большими объемно-скоростными показателями, ассоциированное с повышением проницаемости микроциркуляторного русла и отеком слизистой в результате увеличения осмолярности бронхиального секрета и дегрануляции тучных клеток; нарушением целост-

ности реснитчатого эпителия бронхов, активацией индуцибельной NO-синтазы [2, 3].

В соревновательном периоде не выявлено достоверных различий по уровню  $NO_{\text{выд.}}$  у спортсменов с наличием и отсутствием БФН. Вопреки ожидаемым результатам, в подготовительном периоде исходный показатель был значимо меньше в группе спортсменов, демонстрировавших постнагрузочную бронхообструкцию. Полученные результаты усложняют интерпретацию роли NO при БФН без клинических проявлений астмы (проявление неспецифической гиперреактивности бронхов) [2], где, вероятно, экспрессия индуцибельной NO-синтазы может быть не столь высока, как при персистирующем атопическом эозинофильном воспалении.

## Заключение

Таким образом, распространенность БФН среди обследованных лыжников и биатлонистов, определенная с использованием высокочувствительного непрямого провокационного теста с физической нагрузкой на открытом воздухе при низких температурах, была сопоставима в соревновательном и подготовительном периодах годового тренировочного макроцикла и составила 6,4 % и 6,5 % соответственно. Определение содержания NO в выдыхаемом воздухе является неинвазивным и быстровыполнимым методом исследования состояния респираторного тракта спортсменов, позволяющим производить своевременную динамическую оценку состояния дыхательных путей. Однако особенности синтеза NO при БФН, вероятно, отличаются от таковых при сочетании данного феномена с астмой.

## Литература

1. *Molis M.A., Molis W.E.* Exercise-induced bronchospasm. *Sports Health*; 2010; 2 (4): 311–317.
2. *Weiler J.M., Anderson S.D., Randolph C.* Pathogenesis, prevalence, diagnosis, and management of exercise-induced bronchoconstriction: a practice parameter. Joint Task Force of the American Academy of Allergy, Asthma and Immunology, the American College of Allergy, Asthma and Immunology and the Joint Council of Allergy, Asthma and Immunology. *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 2010; 105 (6): 1–47.
3. *Kippelen P., Fitch K.D., Anderson S.D. et al.* Respiratory health of elite athletes – preventing airway injury: a critical review. *Br. J. Sports Med.* 2012; 46: 471–476.
4. *Anderson S.D., Kippelen P.* Assessment and prevention of exercise-induced bronchoconstriction. *Br. J. Sports Med.* 2012; 46 (6): 391–396.
5. *Feitosa L.A., Dornelas de Andrade A., Reinaux C.M., Brito M.C.* Diagnostic accuracy of exhaled nitric oxide in exercise-induced bronchospasm: Systematic review. *Rev. Port. Pneumol.* 2012; 18 (4): 198–204.
6. *Chinellato I., Piazza M., Peroni D. et al.* Bronchial and alveolar nitric oxide in exercise-induced bronchoconstriction in asthmatic children. *Clin. Exp. Allergy* 2012; 42 (8): 1190–1196.
7. *Grzelewski T., Grzelewska A., Majak P. et al.* Fractional exhaled nitric oxide (FeNO) may predict exercise-induced

- bronchoconstriction (EIB) in schoolchildren with atopic asthma. *Nitric Oxide* 2012; 27 (2): 82–87.
8. *Sugiura H., Ichinose M.* Nitrate stress in inflammatory lung diseases. *Nitric Oxide* 2011; 25: 138–144.
  9. ATS / ERS Recommendations for standardized procedures for the online and offline measurement of exhaled lower respiratory nitric oxide and nasal nitric oxide, 2005. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2005; 171: 912–930.
  10. *Wilber R.L., Rundell K.W., Szmedra L. et al.* Incidence of exercise-induced bronchospasm in Olympic winter sport athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2000; 32 (4): 732–737.
  11. *Stensrud T., Mykland K.V., Gabrielsen K., Carlsen K.H.* Bronchial hyperresponsiveness in skiers: field test versus methacholine provocation? *Med. Sci. Sports Exerc.* 2007; 39 (10): 1681–1686.
  12. *Fitch K.D.* An overview of asthma and airway hyper-responsiveness in Olympic athletes. *Br. J. Sports Med.* 2012; 46 (6): 413–416.
  13. *Bavarian B., Mehrkhani F., Ziaee V. et al.* Sensitivity and specificity of self-reported symptoms for exercise-induced bronchospasm diagnosis in children. *Iran. J. Pediatr.* 2009; 19 (1): 47–51.
  14. *Ciprandi G., Tosca M.A., Castellazzi A.M. et al.* FEF(25–75) might be a predictive factor for bronchial inflammation and bronchial hyperreactivity in adolescents with allergic rhinitis. *Int. J. Immunopathol. Pharmacol.* 2011; 24 (4): 17–20.
  15. *Belda J., Ricart S., Casan P. et al.* Airway inflammation in the elite athlete and type of sport. *Br. J. Sports Med.* 2008; 42: 244–248.
  16. *Соодаева С.К., Климанов И.А.* Нарушения окислительного метаболизма при заболеваниях респираторного тракта и современные подходы к антиоксидантной терапии. *Атмосфера. Пульмонолог. и аллергол.* 2009; 1: 34–38.
  17. *Kasimay O., Yildirim A., Unal M. et al.* The involvement of nitric oxide and endothelin-1 in exercise-induced bronchospasm in young soccer players. *Clin. J. Sport Med.* 2011; 21 (3): 237–242.

## Информация об авторах

*Никитина Лидия Юрьевна* – к. м. н., доцент кафедры госпитальной терапии ГОУ ВПО "Ханты-Мансийская государственная медицинская академия"; тел.: (908) 882-86-20; e-mail: [liidiya\\_nikitina@mail.ru](mailto:liidiya_nikitina@mail.ru)

*Соодаева Светлана Келдибековна* – д. м. н., профессор, зав. лабораторией клинической и экспериментальной биофизики ФГБУ "НИИ пульмонологии" ФМБА России; тел.: (495) 465-52-64; e-mail: [soodaeva@mail.ru](mailto:soodaeva@mail.ru)

*Петровский Федор Игоревич* – д. м. н., зав. кафедрой фармакологии и клинической фармакологии с курсом иммунологии и аллергологии ГОУ ВПО "Ханты-Мансийская государственная медицинская академия"; тел.: 89090320707; e-mail: [fedor\\_petrovsky@mail.ru](mailto:fedor_petrovsky@mail.ru)

*Петровская Юлия Аманжоловна* – к. м. н., доц. кафедры фармакологии и клинической фармакологии с курсом иммунологии и аллергологии ГОУ ВПО "Ханты-Мансийская государственная медицинская академия"; тел.: 8-909-032-07-05; e-mail: [fedor\\_petrovsky@mail.ru](mailto:fedor_petrovsky@mail.ru)

*Котлярова Валентина Николаевна* – к. м. н., доц., зав. кафедрой терапии факультета ПДО ГОУ ВПО "Ханты-Мансийская государственная медицинская академия"; тел.: 8-922-233-50-07; e-mail: [KotlyarovaVN@yandex.ru](mailto:KotlyarovaVN@yandex.ru)

*Шашкова Татьяна Владимировна* – к. м. н., доц. кафедры госпитальной терапии ГОУ ВПО "Ханты-Мансийская государственная медицинская академия"; тел.: 8-908-880-18-15; e-mail: [smetanenko@mail.ru](mailto:smetanenko@mail.ru)

*Чучалин Александр Григорьевич* – д. м. н., акад. РАМН, проф., директор ФГБУ "НИИ пульмонологии" ФМБА России; тел.: (495) 465-52-64; e-mail: [chuchalin@inbox.ru](mailto:chuchalin@inbox.ru)

Поступила 08.04.13

© Коллектив авторов, 2013

УДК 616.233-007.271-07:796/799