

Нерешенные вопросы диагностики рестриктивного типа вентиляционных нарушений

М.Ю.Каменева, А.В.Тишков, В.И.Трофимов

ГБОУ ВПО "Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова" Минздрава России: 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, 6 / 8

Резюме

С целью определения эффективности алгоритма диагностики рестриктивного типа вентиляционных нарушений, рекомендованного Американским торакальным и Европейским респираторным обществами, проанализированы результаты легочных функциональных тестов у больных ($n = 148$) интерстициальными заболеваниями легких с отсутствием признаков обструкции дыхательных путей и повышенной эластичностью легких. В большинстве случаев ($n = 86$) наблюдался вариант рестриктивных нарушений, названный неклассическим, поскольку он не удовлетворял существующим диагностическим критериям. При использовании рекомендованного к применению алгоритма диагностики рестриктивного типа вентиляционных нарушений продемонстрирована низкая чувствительность (0,42). Основной причиной тому была недостаточная информативность спирометрии – у 80 % больных с неклассическим рестриктивным паттерном жизненной емкости легких показатели оставались в пределах нормальных значений.

Ключевые слова: спирометрия, бодиплетизмография, эластичность легких, легочные функциональные тесты, рестриктивный тип вентиляционных нарушений, диссеминированные заболевания легких, интерстициальные заболевания легких.

DOI: 10.18093/0869-0189-2015-25-3-363-367

Unresolved issues of diagnosis of restrictive ventilation disorders

M. Yu. Kameneva, A. V. Tishkov, V. I. Trofimov

State Institution "Academician I.P. Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University", Healthcare Ministry of Russia: 6 / 8, L'va Tolstogo str., Saint-Petersburg, 197089, Russia

Summary

The aim of this study was to determine diagnostic value of an algorithm for restrictive ventilation disorders recommended by the American Thoracic and European Respiratory Society. *Methods.* We analyzed pulmonary function tests of 148 patients with interstitial lung disease with increased lung elasticity and without airways obstruction. *Results.* A specific type of restrictive disorders referred to as "non-classic", because it does not match existing diagnostic criteria, was observed in most patients ($n = 86$). *Conclusion.* The recommended diagnostic algorithm had low sensitivity (0.42) mainly due to a low informative value of spirometry (VC was within a normal range in 80% of patients with non-classic restrictive pattern).

Key words: spirometry, body plethysmography, lung elasticity, lung function tests, restrictive ventilation disorders, disseminated lung diseases, interstitial lung diseases

Диагностика рестриктивного типа вентиляционных нарушений (рестриктивного паттерна) основывается на совместных рекомендациях Американского торакального и Европейского респираторного обществ (ATS / ERS) [1]. Они определяют рестриктивный паттерн как снижение жизненной (ЖЕЛ) и общей емкости легких (ОЕЛ) при нормальных или повышенных значениях теста Тиффно (соотношение показателей объема форсированного выдоха за 1-ю секунду (ОФВ₁) и ЖЕЛ). При реализации этого алгоритма предусмотрено последовательное выполнение спирометрии, с помощью которой выявляется снижение ЖЕЛ, и методов определения величины ОЕЛ. Наиболее распространенными методами являются бодиплетизмография (плетизмография всего тела) и метод разведения газов (обычно гелия), для проведения которых требуется дорогостоящее и сложное в эксплуатации оборудование, что возможно только в условиях крупного консультационно-диагностического центра или специализированного пульмонологического отделения.

В ряде работ [2–5] отмечается возможность сохранения нормальных легочных объемов у больных

идиопатическим легочным фиброзом, обсуждаются случаи снижения ОЕЛ без уменьшения ЖЕЛ. Применение существующего алгоритма диагностики рестриктивных нарушений в подобных ситуациях затруднено, поскольку при нормальных показателях спирометрии исключена необходимость дополнительных функциональных исследований. В соответствии с существующими подходами даже в случае снижения ОЕЛ такой вариант нарушений не может быть идентифицирован как рестриктивный.

Целью настоящего исследования явился анализ эффективности существующего алгоритма диагностики рестриктивного типа вентиляционных нарушений.

Материалы и методы

Проведен ретроспективный анализ результатов обследования больных ($n = 148$) интерстициальными заболеваниями легких (ИЗЛ), среди которых выявлены: идиопатический фиброзирующий альвеолит (ИФА) ($n = 98$), экзогенный аллергический альвеолит (ЭАА) ($n = 23$), гистиоцитоз X легких (ГХЛ) ($n = 11$), саркоидоз органов дыхания (СОД) ($n = 10$),

лимфангиолейомиоматоз ($n = 5$), синдром ИФА при ревматоидном артрите ($n = 1$) [6]. Всем пациентам по стандартным методикам выполнялось комплексное функциональное исследование внешнего дыхания: спирометрия, бодиплетизмография; исследование диффузионной способности легких методом одиночного вдоха (по угарному газу), эластических свойств легких с пищеводным зондом (*Master Screen, Viasys Healthcare*, Германия) и газов крови (*AVL*, Австрия). Оценивались следующие показатели: ЖЕЛ, ОФВ₁, тест Тиффно (ОФВ₁ / ЖЕЛ), средняя скорость при выдохе от 25 до 75 % форсированной ЖЕЛ, ОЕЛ, остаточный объем легких (ООЛ), соотношение ООЛ к ОЕЛ (ООЛ / ОЕЛ), статическая растяжимость легких (CL_{3stat}), диффузионная способность легких (ДСЛ), парциальное напряжение в крови кислорода (P_{O₂}) и углекислого газа (P_{CO₂}); в качестве основного показателя, характеризующего легочную эластичность, использовался индекс ретракции легких (*coefficient of retraction* – CR), рассчитываемый по формуле:

$$CR = P_{el100\%OEL} / OEL,$$

где P_{el100%OEL} – эластическое давление, измеряемое посредством пищеводного зонда при максимально глубоком вдохе в квазистатических условиях.

Расчет должных величин, верхней и нижней границы нормы производился согласно рекомендациям Европейского общества угля и стали [7].

Из базы данных ИЗЛ отобрано 181 комплексное функциональное исследование со значениями CR, превышающими верхнюю границу нормы (0,61–3,57 кПа / л) этого показателя [8]. Результаты обследования 33 больных были исключены из дальнейшего анализа в связи с зафиксированными признаками обструкции дыхательных путей (снижение показателей теста Тиффно, повышение ООЛ и соотношения ООЛ / ОЕЛ).

Статистическая значимость различий для выборок значений измеряемых величин проверялась при помощи параметрического критерия Уэлча (модификация критерия Стьюдента для выборок с разными дисперсиями), если выборки согласованы с распределением Гаусса, и при помощи критерия Манна–Уитни – в противном случае. Согласованность выборочных распределений с распределением Гаусса определялась по критерию Шапиро–Уилка. Статистическая значимость различий частотных распределений выявлялась критерием χ^2 . Для всех критериев нулевая гипотеза отвергалась при $p < 0,05$. Вычисления проводились в программе *IBM SPSS Statistics 20*.

Результаты и обсуждение

Применение алгоритма, рекомендованного ATS / ERS, позволило диагностировать рестриктивный тип вентиляционных нарушений в 62 случаях, которые были отнесены к группе с классическим рестриктивным паттерном. В 86 случаях отмечено несоответствие требуемым критериям и, поскольку примененный алгоритм не позволил их классифицировать, эти больные были отнесены к группе с неклассическим рестриктивным паттерном. При использовании данного алгоритма показана небольшая чувствительность (0,42) в обнаружении рестриктивного паттерна, причем столь низкий результат продемонстрирован в группе больных с двусторонними изменениями в легких интерстициального характера, выявленных при рентгенологическом исследовании и ставших причиной повышения эластической отдачи легких.

Пациенты с классическим рестриктивным паттерном (1-я группа) были статистически значимо моложе и выше ростом, нежели больные с неклассическим рестриктивным паттерном (2-я группа). Зна-

Таблица 1
Сравнительная характеристика пациентов с классическим (1-я группа) и неклассическим (2-я группа) рестриктивными паттернами

Table 1
A comparison of patients with classic (the group 1) and non-classic (the group 2) restrictive patterns

Параметры	1-я группа, n = 62		2-я группа, n = 86	
	M ± SD	95%-ный ДИ	M ± SD	95%-ный ДИ
Возраст, годы	44,7 ± 13,8	43,8–45,6	52,8 ± 13,6*	52,0–53,6
Рост, см	169 ± 8	168–170	162 ± 8*	162–163
Масса тела, кг	74 ± 15	74–75	72 ± 13	71–73
ИМТ, кг / м ² :	26,0 ± 4,6	25,5–26,5	27,3 ± 4,6	26,8–27,7
мужчины	30 (48 %)		17 (20 %)	
женщины	32 (52 %)		69 (80 %)	
Число курящих	24 (39 %)		21 (24 %)	
ИК, пачко-лет	23,4 ± 21,2	21,6–25,2	20,9 ± 21,4	18,9–22,9
ИФА	46 (74 %)		53 (62 %)	
ЭАА	5 (8 %)		17 (20 %)	
ГХЛ	7 (12 %)		4 (5 %)	
СОД	2 (3 %)		8 (9 %)	
Лимфангиолейомиоматоз	2 (3 %)		3 (3 %)	
РА	–		1 (1 %)	

Примечание: M – среднее значение, SD – стандартное отклонение; 95%-ный ДИ – доверительный интервал; * – $p < 0,001$; ИК – индекс курения.

чимых различий в группах по массе тела и индексу массы тела (ИМТ) не выявлено (табл. 1). В 1-й группе соотношение мужчин и женщин было практически одинаковым (48 и 52 % соответственно), в то время как во 2-й группе 80 % составили женщины. У пациентов 1-й группы курение отмечалось несколько чаще (39 %), чем во 2-й (24 %), но ИК был практически одинаковым ($23,4 \pm 21,2$ и $20,9 \pm 21,4$ пачко-лет соответственно). Не выявлено зависимости классического и неклассического рестриктивных паттернов от какой-либо нозологической формы ИЗЛ. Существенных различий в распределение по диагнозам и частоте их встречаемости в 1-й и 2-й группах не обнаружено, все нозологические формы ИЗЛ были в равной степени представлены в обеих группах.

При анализе рентгенологических данных были выделены группы больных с поражением всех легочных полей преимущественно нижних или верхних отделов. В обеих группах были представлены все варианты, однако статистически значимые изменения во всех легочных полях встречались чаще при классическом паттерне (65 и 34 % соответственно; $p < 0,05$), а изменения с преимущественной локализацией в нижних отделах – при неклассическом (29 и 61 % соответственно; $p < 0,05$). Гораздо реже

патологический процесс развивался в верхних отделах легких, частота таких изменений в 1-й и 2-й группах практически не различалась (6 и 5 % соответственно).

При анализе средних значений показателей механики дыхания и легочного газообмена выявлены различия между 1-й и 2-й группами (табл. 2): в 1-й наблюдалось характерное для классического варианта рестриктивных нарушений снижение ЖЕЛ (61 ± 11 %_{долж.}) и ОЕЛ (60 ± 11 %_{долж.}) при нормальной величине теста Тиффно; кроме того, уменьшались ОФВ₁ (63 ± 13 %_{долж.}) и ООЛ (64 ± 17 %_{долж.}). Их снижение было пропорционально изменению ЖЕЛ и ОЕЛ, о чем свидетельствовали нормальные значения теста Тиффно ($0,83 \pm 0,06$) и соотношения ООЛ / ОЕЛ (103 ± 18 %_{долж.}). Во 2-й группе ЖЕЛ (95 ± 14 %_{долж.}), ОЕЛ (84 ± 12 %_{долж.}), ОФВ₁ (94 ± 16 %_{долж.}) и соотношение ООЛ / ОЕЛ (88 ± 15 %_{долж.}) оставались в пределах нормальных значений и статистически значимо отличались от показателей в 1-группе. Значения CL_{stat} были статистически значимо ниже, а индекс CR – выше в 1-й группе. ДСЛ была снижена в обеих группах, однако в 1-й группе выраженность изменений была значимо больше (43 ± 14 %_{долж.}), нежели во 2-й (62 ± 18 %_{долж.}). Величина P_{O_2} была статисти-

Таблица 2
Показатели механики дыхания и легочного газообмена у больных с классическим (1-я группа) и неклассическим (2-я группа) рестриктивными паттернами

Table 2
Parameters of respiratory mechanics and pulmonary gas exchange in patients with classic (the group 1) and non-classic (the group 2) restrictive patterns

Вариант	1-я группа, n = 62		2-я группа, n = 86		Достоверность различий
	M ± SD	95%-ный ДИ	M ± SD	95%-ный ДИ	
ЖЕЛ, л	2,46 ± 0,76	2,24–2,67	2,99 ± 0,75	2,81–3,18	< 0,001
ЖЕЛ, % _{долж.}	61 ± 11	53–69	95 ± 14	87–102	< 0,001
ОФВ ₁ , л	2,05 ± 0,66	1,85–2,25	2,42 ± 0,68	2,25–2,60	< 0,001
ОФВ ₁ , % _{долж.}	63 ± 13	54–72	94 ± 16	86–103	< 0,001
МОС _{25–75} , л / с	2,52 ± 1,14	2,26–2,79	2,70 ± 1,18	2,47–2,93	н/д
МОС _{25–75} , % _{долж.}	68 ± 30	54–82	82 ± 32	70–95	< 0,01
Тест Тиффно	0,83 ± 0,06	0,77–0,90	0,81 ± 0,06	0,75–0,86	н/д
ОЕЛ, л	3,52 ± 0,89	3,29–3,76	4,27 ± 0,86	4,07–4,46	< 0,001
ОЕЛ, % _{долж.}	60 ± 11	51–68	84 ± 12	76–91	< 0,001
ООЛ, л	1,17 ± 0,33	1,03–1,31	1,33 ± 0,31	1,21–1,45	< 0,001
ООЛ, % _{долж.}	64 ± 17	54–74	76 ± 18	67–85	< 0,001
ООЛ / ОЕЛ, %	34 ± 7	27–40	32 ± 6	27–37	< 0,05
ООЛ / ОЕЛ, % _{долж.}	103 ± 18	93–114	88 ± 15	80–96	< 0,001
CL _{stat} , л / кПа	0,8 ± 0,6	0,6–1,1	1,4 ± 0,7	1,2–1,6	< 0,001
CL _{stat} , % _{долж.}	33 ± 22	20–46	59 ± 33	46–72	< 0,001
CR, кПа / л	1,53 ± 0,65	1,33–1,73	1,07 ± 0,40	0,94–1,21	< 0,001
ДСЛ, ммоль / мин / кПа	4,13 ± 1,54	3,79–4,47	5,08 ± 1,74	4,8–5,36	< 0,001
ДСЛ, % _{долж.}	43 ± 14	33–54	62 ± 18	53–71	< 0,001
P _{O₂} , мм. рт. ст.	67,2 ± 9,5	66,3–68,1	70,5 ± 7,6	69,8–71,2	< 0,05
P _{O₂} , % _{долж.}	82 ± 13	71–93	88 ± 10	80–95	< 0,01
P _{сO₂} , мм рт. ст.	38,8 ± 3,5	38,3–39,4	39,0 ± 3,7	38,5–39,4	н/д

Примечание: M – среднее значение, SD – стандартное отклонение; н/д – недостоверно; МОС_{25–75} – максимальная объемная скорость выдоха на уровне 50 % ФЖЕЛ.

чески значимо ниже в 1-й группе, но не выходила за границы физиологической нормы. По показателю P_{CO_2} группы практически не различались, его значения были в пределах нормы как в 1-й ($38,8 \pm 3,5$ мм рт. ст.), так и во 2-й группе ($39,0 \pm 3,7$ мм рт. ст.).

По результатам индивидуального анализа показано, что снижение ЖЕЛ и ОФВ₁ наблюдалось только у 20 % пациентов 2-й группы (см. рисунок). Применительно ко всем обследованным в рамках данного исследования пациентам это означало, что у 54 % больных показатели спирометрии были неинформативны в диагностике рестриктивных нарушений, поскольку не выявлено снижения ЖЕЛ. По сравнению с ЖЕЛ уменьшение ОЕЛ во 2-й группе регистрировалось чаще – ≈ 50 % наблюдений (0,52). ООЛ был снижен у большинства больных 1-й группы (0,81), а во 2-й группе его уменьшение было отмечено только в ≈ 50 % случаев (0,46). В 1-й группе ДСЛ снижалась у всех пациентов, а во 2-й – в 82 % случаев. Понижение P_{O_2} чаще демонстрировалось у пациентов 1-й группы (0,79), во 2-й его нормальные значения и снижение регистрировались практически с одинаковой частотой.

Таким образом, выраженность нарушений вентиляции и газообмена легких в группе с классическим рестриктивным паттерном была достоверно больше, нежели в группе с неклассическим вариантом рестриктивных нарушений. Столь выраженное различие в степени нарушений и отсутствие значимых отличий в частоте встречаемости выявленных вариантов при различных нозологических формах ИЗЛ позволили предположить зависимость классического и неклассического вариантов рестрикции от стадии заболевания. С этой целью были проанализированы результаты динамического наблюдения больных ИЗЛ ($n = 49$) из числа включенных в данное исследование. Срок наблюдения в группе с классическим рестриктивным паттерном составил 0,86–17,8 года, а в группе с неклассическим рестрик-

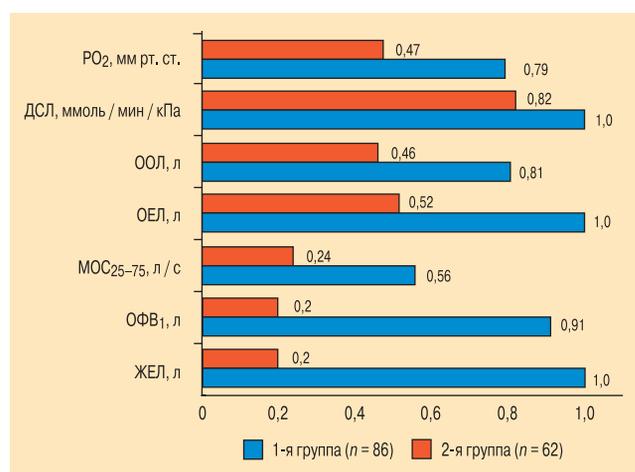


Рисунок. Частота отклонений от нижней границы нормы показателей механики дыхания и легочного газообмена у пациентов с классическим (1-я группа) и неклассическим (2-я группа) рестриктивными паттернами

Figure. A rate of reduction of pulmonary mechanics and gas exchange parameters below the lower normal level in patients with classic (the group 1) and non-classic (the group 2) restrictive patterns

Таблица 3
Изменения классического и неклассического вариантов рестриктивных паттернов в процессе динамического наблюдения в зависимости от формы ИЗЛ

Table 3
Change in classic and non-classic restrictive patterns depending on the form of interstitial lung disease during the patients follow-up

Диагноз	К–К	К–НК	НК–НК	НК–К	Число наблюдений
ИФА	8	6	19	3	36
ЭАА	–	1	5	1	7
ГХЛ	–	–	1	–	1
СОД	–	–	4	1	5
Число наблюдений	8	7	29	5	49

тивным паттерном – 0,68–30,5 года. Выделены следующие варианты изменений исходных вариантов рестриктивных нарушений: К–К – сохранение классического паттерна в течение всего периода наблюдений; НК–НК – сохранение неклассического паттерна в течение всего периода наблюдений; К–НК – трансформация классического паттерна в неклассический в течение периода наблюдения; НК–К – трансформация неклассического паттерна в классический. По результатам анализа полученных данных продемонстрировано, что у абсолютного большинства больных (85 %) с неклассическим паттерном, независимо от диагноза, на протяжении всего периода наблюдения сохранялся первоначальный вариант рестриктивных вентиляционных нарушений (табл. 3). Трансформация его в классический паттерн была отмечена только в 5 случаях. У 50 % больных с классическим вариантом рестрикции сохранялся исходный вариант нарушений, а в остальных случаях наблюдалась его трансформация в неклассический паттерн.

Сохранение "неклассического" рестриктивного паттерна на протяжении длительного периода наблюдений, причем у значительного числа пациентов с разными нозологическими формами ИЗЛ, не позволяло объяснить его возникновение только ранней стадией развития патологического процесса. Очевидно, что это отдельный вариант рестриктивных нарушений, связанный с повышением эластической отдачи легких, наличие которого требует изменения существующих подходов к диагностике этого типа вентиляционных расстройств.

Заключение

Показана низкая чувствительность алгоритма интерпретации легочных функциональных тестов, рекомендованного ATS / ERS, в диагностике рестриктивного типа вентиляционных нарушений. Применение существующих диагностических правил позволило определить рестриктивный паттерн только в 42 % случаев, поскольку у большей части больных ИЗЛ сохранялись нормальные значения ЖЕЛ или ОЕЛ при повышенных значениях индекса рет-

ракции легких и отсутствии функциональных признаков обструктивных нарушений.

Выявленный в ходе настоящего исследования неклассический рестриктивный паттерн, при котором сохраняются нормальные значения ЖЕЛ или ОЕЛ, представляет собой самостоятельный вариант рестриктивного типа вентиляционных нарушений, обусловленный повышением эластической отдачи легких и воспроизводимый при длительном динамическом наблюдении. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости уточнения критериев диагностики рестриктивного типа вентиляционных нарушений.

Литература

1. Pellegrino R., Viegi G., Brusasco V. et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur. Respir. J.* 2005; 25: 948–968.
2. Doherty M.J., Pearson M.G., O'Grady E.A. et al. Cryptogenic fibrosing alveolitis with preserved lung volumes. *Thorax.* 1997; 52: 998–1002.
3. Aaron S.D., Dales R.E., Cardinal P. How accurate is spirometry at predicting restrictive pulmonary impairment? *Chest.* 1999; 115 (3): 869–873.
4. Wesotowski S., Boros P. Restrictive pattern in spirometry. Does FEV₁ / FVC need to be increased? *Pneumonol. Alergol. Pol.* 2011; 79 (6): 382–387.
5. Каменева М.Ю. Стратегия применения легочных функциональных тестов в работе врача общей практики. *Российский семейный врач.* 2012; 16 (2): 4–8.
6. Свидетельство № 2014620056 РФ. База данных интерстициальных заболеваний легких / Каменева М.Ю., Трофимов В.И., Тишков А.В. Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем. 2014; 2.
7. Report working party Standardization of lung function tests, European Community for Steel and Coal. Official statement of European Respiratory Society. *Eur. Respir. J.* 1993; 6 (Suppl. 16): 5–40.
8. Клемент Р.Ф., Зильбер Н.А. Диагностика нарушений функции внешнего дыхания. В кн.: Путов Н.В., ред. Диссеминированные процессы в легких. М.: Медицина; 1984: 53–66.
2. Doherty M.J., Pearson M.G., O'Grady E.A. et al. Cryptogenic fibrosing alveolitis with preserved lung volumes. *Thorax.* 1997; 52: 998–1002.
3. Aaron S.D., Dales R.E., Cardinal P. How accurate is spirometry at predicting restrictive pulmonary impairment? *Chest.* 1999; 115 (3): 869–873.
4. Wesotowski S., Boros P. Restrictive pattern in spirometry. Does FEV₁ / FVC need to be increased? *Pneumonol. Alergol. Pol.* 2011; 79 (6): 382–387.
5. Kameneva M.Yu. A strategy of pulmonary functional testing in general clinical practice. *Rossiyskiy semeynyy vrach.* 2012; 16 (2): 4–8 (in Russian).
6. Svidetel'stvo № 2014620056 RF. Baza dannykh interstitsial'nykh zabolevaniy legkikh / Kameneva M.Yu., Trofimov V.I., Tishkov A.V. Programmy dlya EVM. Bazy dannykh. Topologii integral'nykh mikroskhem. 2014; 2 (in Russian).
7. Report working party Standardization of lung function tests, European Community for Steel and Coal. Official statement of European Respiratory Society. *Eur. Respir. J.* 1993; 6 (Suppl. 16): 5–40.
8. Klement R.F., Zil'ber N.A. Diagnosis of lung function disorders. In: Putov N.V., ed. Pulmonary disseminations. Moscow: *Meditsina*; 1984: 53–66 (in Russian).

Received May 13, 2014
UDC 616.24-008-07

Информация об авторах:

Каменева Марина Юрьевна – к. м. н., ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского центра ГБОУ ВПО "Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П.Павлова" Минздрава России; тел.: (941) 753-66-31; e-mail: kmju@mail.ru
Тишков Артем Валерьевич – к. ф.-м. н., зав. кафедрой физики, математики и информатики ГБОУ ВПО "Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П.Павлова" Минздрава России; тел.: (941) 952-91-85; e-mail: artem.tishkov@gmail.com
Трофимов Василий Иванович – д. м. н., профессор, зав. кафедрой госпитальной терапии ГБОУ ВПО "Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П.Павлова" Минздрава России; тел.: (812) 234-54-51; e-mail: trofvi@mail.ru

Author information

Kameneva Marina Yur'evna, PhD, Chief Scientist at the Scientific Center of State Institution "Academician I.P.Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University", Healthcare Ministry of Russia; tel.: (941) 753-66-31; e-mail: kmju@mail.ru
Tishkov Artem Valer'evich, PhD in Physics and Mathematics, Head of Department of Physics, Mathematics and Informatics, State Institution "Academician I.P.Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University", Healthcare Ministry of Russia; tel.: (941) 952-91-85; e-mail: artem.tishkov@gmail.com
Trofimov Vasily Ivanovich, MD, Professor, Head of Department of Hospital Internal Medicine, State Institution "Academician I.P.Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University", Healthcare Ministry of Russia; tel.: (812) 234-54-51; e-mail: trofvi@mail.ru

References

1. Pellegrino R., Viegi G., Brusasco V. et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur. Respir. J.* 2005; 25: 948–968.

Поступила 13.05.14
УДК 616.24-008-07