

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 616.24-008.4-073.173:612.216.2

DOI: 10.12737/article_59aca3bd1aa8e8.39408462

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ СИНДРОМОВ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ НАРУШЕНИЙ

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

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П.Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 197022, г. Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, 6-8.

РЕЗЮМЕ

Цель исследования состояла в разработке нового алгоритма диагностики синдромов вентиляционных нарушений. Проведен ретроспективный анализ результатов комплексного функционального исследования внешнего дыхания (спирометрия, бодиплетизмография и определение эластических свойств легких с пищеводным зондом) у 575 больных диффузными паренхиматозными заболеваниями легких. Алгоритм, рекомендованный в 2005 году экспертной комиссией Американского торакального и Европейского респираторного обществ, показал низкую чувствительность – нарушения механики дыхания определялись только у 43% больных. Новый алгоритм, основанный на анализе жизненной емкости легких, общей емкости легких, остаточного объема легких, отношений ООЛ/ОЕЛ и $ОФВ_1/ЖЕЛ$, был более результативен, в основном, за счет лучшей диагностики рестриктивного синдрома вентиляционных нарушений. Чувствительность нового алгоритма зависела от способа определения границ нормы. При определении границ нормы по фиксированным, выраженным в процентах от должных, величинам вентиляционные нарушения были выявлены у 72% больных, а при расчете индивидуальных значений верхней и нижней границ нормы немногим реже – у 62% больных.

Ключевые слова: спирометрия, бодиплетизмография, легочные функциональные тесты, вентиляционные нарушения, должные значения, диффузные

паренхиматозные заболевания легких, интерстициальные заболевания легких.

SUMMARY

NEW APPROACHES TO DIFFERENTIAL DIAGNOSTICS OF SYNDROMES OF VENTILATION DISORDERS

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

*Pavlov First Saint Petersburg State Medical University,
6/8 L'va Tolstogo Str., Saint Petersburg,
197022, Russian Federation*

The study objective is to develop a new algorithm for diagnosing lung function disorder types. A retrospective analysis of lung function tests results (spirometry, body plethysmography and lung elasticity measurement with the esophageal balloon) was performed in 575 patients with diffuse parenchymal lung diseases. The algorithm, recommended by the expert commission of American Thoracic Society and European Respiratory Society in 2005, showed low sensitivity: disturbances of respiratory mechanics were determined only in 43% of cases. The proposed algorithm, based on the analysis of vital capacity, total lung capacity, residual volume, the ratio of RV/TLC and FEV_1/VC , was more sensitive, basically due to better diagnosis of restrictive syndrome of ventilation disorders. The accuracy of the proposed algorithm depends on the method of normal limits definition. When normal limits were defined as percentage of predicted values, ventilation disorders were detected in 72% of cases. Utilizing equations for upper and lower limits of norm,

the algorithm recognized ventilation disorders in 62% of cases.

Key words: spirometry, body plethysmography, lung function tests, ventilation disorders, reference values, diffuse parenchymal lung diseases, interstitial lung diseases.

Важнейшими задачами проведения легочных функциональных тестов являются определение характера и выраженности изменений параметров механики дыхания. Для дифференциальной диагностики обструктивного, рестриктивного и смешанного синдромов (типов) вентиляционных нарушений большинство специали-

стов использует алгоритм, рекомендованный в 2005 году экспертной комиссией Американского торакального (АТО) и Европейского респираторного (ЕРО) обществ [13]. Однако, накопленный опыт свидетельствует о недостаточной эффективности его решающих правил, базирующихся на анализе трех параметров: жизненной емкости легких (ЖЕЛ), общей емкости легких (ОЕЛ) и индекса Тиффно – отношения объема форсированного выдоха за 1-ю секунду к ЖЕЛ ($ОФВ_1/ЖЕЛ$) (рис. 1).

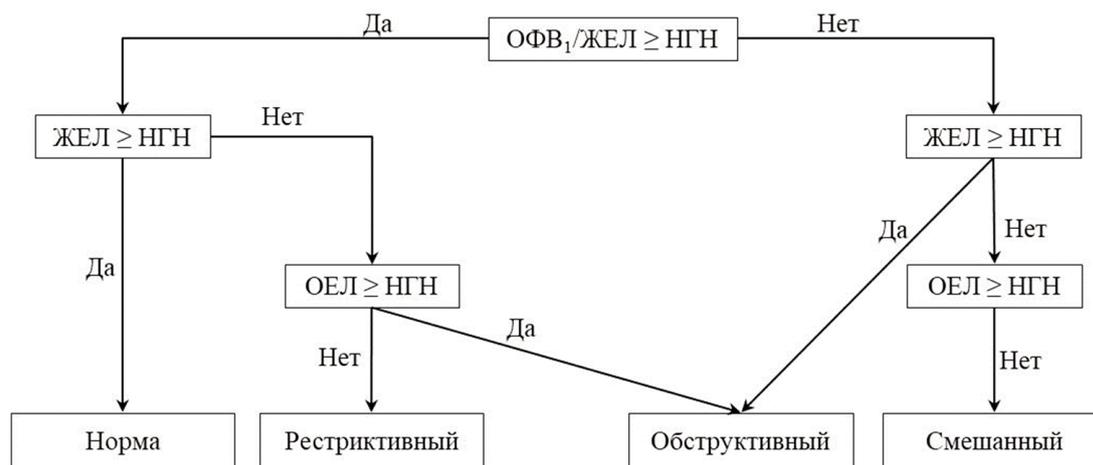


Рис. 1. Алгоритм диагностики синдромов вентиляционных нарушений, рекомендованный экспертной комиссией Американского торакального и Европейского респираторного обществ (R.Pellegrino et al., 2005).

К числу спорных вопросов следует отнести диагностику рестриктивного синдрома вентиляционных нарушений. Алгоритм АТО/ЕРО (2005) исключает возможность определения рестриктивного паттерна при нормальных значениях ЖЕЛ, хотя известно, что этот показатель не всегда снижается даже при идиопатическом легочном фиброзе (ИЛФ), считающимся своеобразным эталоном формирования нарушений ограничительного характера. Больных ИЛФ с неизменными легочными объемами, в том числе и нормальной величиной ЖЕЛ, наблюдали M.J.Doherty et al. [8]. В исследовании A.Cortes-Telles et al. [7] нормальные значения форсированной ЖЕЛ регистрировались у половины больных ИЛФ, а у каждого четвертого больного сохранялись и нормальные значения ОЕЛ. Можно полагать, что именно с этими обстоятельствами связана низкая эффективность обсуждаемого алгоритма при интерстициальных заболеваниях легких, выявленная M.Topalovic et al. [16].

Помимо диагностики рестриктивных нарушений, немало вопросов вызывает правило, согласно которому случаи снижения ЖЕЛ при нормальных значениях ОЕЛ и индекса Тиффно относятся алгоритмом АТО/ЕРО (2005) к обструктивному типу вентиляционных нарушений. Часто такой патологический паттерн называют неспецифическим, поскольку снижение ЖЕЛ может сопутствовать как нарушениям рестриктивного, так и обструктивного характера [6, 9]. Наблюдение в динамике большого числа больных с неспецифическим паттерном, проведенное V.N.Iyer et

al. [10], показало, что в дальнейшем у них практически с одинаковой частотой формировались и обструктивный (15%), и рестриктивный (16%) синдромы вентиляционных нарушений.

Цель настоящего исследования состояла в определении новых критериев и алгоритма диагностики синдромов вентиляционных нарушений.

Материалы и методы исследования

Был проведен ретроспективный анализ результатов комплексного функционального исследования внешнего дыхания у 575 больных диффузными паренхиматозными заболеваниями легких (ДПЗЛ), большую часть которых составили больные различными формами идиопатических интерстициальных пневмоний, в том числе ИЛФ – 165 случаев, саркоидозом органов дыхания – 141 случай, экзогенным аллергическим альвеолитом – 95 случаев, легочным ганглиоцитозом – 81 случай и лимфангиолейомиоматозом – 53 случая. Диагностика всех заболеваний проводилась врачами-экспертами Института интерстициальных и орфанных заболеваний легких ПСПбГМУ им. акад. И.П.Павлова. Выбор нозологических форм определялся широким спектром функциональных проявлений различных по характеру и распространенности патологических изменений в легких при этих заболеваниях.

Среди пациентов преобладали женщины (65%), их средний возраст был несколько выше, чем у мужчин (48,8±13,2 и 42,5±15,3 года, соответственно), как и ин-

декс массы тела – 26,4±5,3 и 25,0±4,1 кг/м², соответственно (табл. 1). Большинство мужчин курили (64%), средняя интенсивность курения составила 16,3±18,2

пачка-лет. Женщины курили реже (18%) и с меньшей интенсивностью (5,1±11,1 пачка-лет).

Таблица 1

Характеристика обследованной группы (n=575)

Показатель	Мужчины (n=202)		Женщины (n=373)	
	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ
Возраст, годы	42,5±15,3	40,4–44,6	48,8±13,2	47,5–50,1
Индекс массы тела, кг/м ²	25,0±4,1	24,4–25,5	26,4±5,3	25,9–27,0
Число курящих	130 (64%)		69 (18%)	
Интенсивность курения (пачка-лет)	16,3±18,2	13,2–19,5	5,1±11,1	2,4–7,7

Примечание: n – число больных, M – среднее значение, SD – стандартное отклонение, ДИ – доверительный интервал.

Комплексное функциональное исследование внешнего дыхания включало спирометрию, бодиплетизмографию и определение эластических свойств легких с помощью пищеводного зонда. Все измерения проводились на установке MasterScreen (E. Jaeger, Германия) в соответствии с рекомендациями АТО и ЕРО [11, 17, 18]. Анализировали следующие показатели: ЖЕЛ, измеренную на вдохе, ОФВ₁, индекс Тиффно (ОФВ₁/ЖЕЛ), ОЕЛ, остаточный объем легких (ООЛ), отношение ООЛ/ОЕЛ и индекс ретракции легких (coefficient of retraction — CR). Расчет CR производился по формуле: CR = P_{100%ОЕЛ}/ОЕЛ, где P_{100%ОЕЛ} – транспульмональное давление, регистрируемое с помощью пищеводного зонда при максимально глубоком вдохе [18]. Расчет должных значений, вычисление индивидуальных, выраженных в абсолютных величинах, верхней и нижней границ нормы производились согласно рекомендациям Европейского общества стали и угля [14]. Для определения диапазона нормальных значений по фиксированным, выраженным в процентах от должных (% долж.), величинам использовали критерии, принятые в лаборатории клинической физиологии дыхания ПСПбГМУ им. акад. И.П.Павлова [4].

Для ввода, редактирования и первичной верификации данных был разработан программный интерфейс в среде MS Access. Расчеты выполняли при помощи программного обеспечения IBM SPSS Statistics 20.0, Cytel Studio 8, Rapid Miner 5, а также специально разработанных программ на основе Java-библиотеки Apache Commons Math. Описательная статистика для числового показателя представлена размером выборки (n), средним значением (M), стандартным отклонением (SD) и 95%-ным доверительным интервалом (95% ДИ). При разработке диагностического алгоритма применялся математический метод «раскопки данных» (Data Mining) – дерево решений. Для построения дерева решений использовали метод оценки значимости показателя Information Gain [12].

Результаты исследования и их обсуждение

С помощью алгоритма АТО/ЕРО (2005) (критерий границы нормы – индивидуально определяемые значения верхней и нижней границ) нарушения механики

дыхания были выявлены только у 249 больных ДПЗЛ (43%): чаще всего определялись обструктивный (119 случаев, 21%) и рестриктивный (109 случаев, 19%) синдромы, а самым редким был смешанный (21 случай, 3%). Выявленное, пусть и незначительное, преобладание обструктивных нарушений среди больных ДПЗЛ не соответствовало существующим представлениям об этой патологии, традиционно ассоциирующейся с рестриктивным паттерном [2]. Помимо этого, обращало на себя внимание большое число случаев (326 случаев, 57%) отсутствия нарушений механики дыхания при наличии распространенных двусторонних изменений в легких. Эти результаты были сопоставимы с данными, представленными M. Topalovic et al. [16], которые с помощью алгоритма АТО/ЕРО (2005) смогли выявить вентиляционные нарушения лишь у 26 % больных интерстициальными заболеваниями легких.

Средние значения основных параметров механики дыхания в группе «норма» не выходили за границы референсных интервалов (ЖЕЛ 100±14% долж., 95% ДИ 99–102; ОФВ₁/ЖЕЛ – 0,79±0,06, 95% ДИ 0,79–0,80; ОЕЛ 93±15% долж., 95% ДИ 92–95; ООЛ – 91±25% долж., 95% ДИ 89–94; ООЛ/ОЕЛ – 95±18% долж., 95% ДИ 93–97) и только CR был умеренно повышен (0,75±0,46 кПа/л, 95% ДИ 0,68–0,82), что свидетельствовало об увеличении эластичности легочной ткани, характерном для интерстициальных изменений отечно-воспалительного или фиброзного характера. Индивидуальный анализ 326 случаев, отнесенных к группе «норма», показал, что основным недостатком алгоритма АТО/ЕРО (2005) было отсутствие диагностических правил, позволяющих классифицировать вентиляционные нарушения, связанные с изменениями ООЛ или его доли в структуре ОЕЛ (ООЛ/ОЕЛ) при нормальной величине ЖЕЛ (варианты 1, 3, 4, 6–10, табл. 2).

Известно, что увеличение ООЛ и его доли в структуре ОЕЛ свидетельствуют о наличии повышенной остаточной воздухонаполненности (гиперинфляции) легких, являющейся функциональным признаком обструктивных нарушений [1, 15]. Результаты собственных исследований и данные, полученные О.И.Савушкиной и соавт., позволили считать противо-

положительное изменение ООЛ признаком рестриктивных нарушений. Так, снижение ООЛ при нормальных значениях ЖЕЛ и ОЕЛ ранее было выявлено нами у больных ДПЗЛ с повышенными значениями СР ($1,07 \pm 0,40$ кПа/л) и без каких-либо функциональных признаков обструкции дыхательных путей (ОФВ₁/ЖЕЛ – $0,81 \pm 0,06$; ОЕЛ – $84 \pm 12\%$ долж.; ООЛ

– $76 \pm 18\%$ долж.; ООЛ/ОЕЛ – $88 \pm 15\%$ долж.), то есть среди больных с рестриктивными нарушениями, обусловленными легочными причинами [3]. О.И.Савушкина и соавт. отмечали случаи снижения только ООЛ у больных с рентгенологическими признаками пневмофиброза, сформировавшегося после перенесенной пневмонии [5].

Таблица 2

Частота встречаемости изменений показателей механики дыхания у больных ДПЗЛ группы «норма», диагностированной согласно алгоритму АТО/ЕРО (2005) с определением референсных интервалов по индивидуальным значениям нижней и верхней границ нормы (n=326)

№ варианта	ЖЕЛ	ОЕЛ	ООЛ	ООЛ/ОЕЛ	ОФВ ₁ /ЖЕЛ	Число наблюдений
1	Н	↓	↓	Н	Н	46 (14%)
2	Н	↓	Н	Н	Н	19 (6%)
3	Н	Н	↓	Н	Н	13 (4%)
4	Н	↑	↑	Н	Н	5 (2%)
5	Н	↑	Н	Н	Н	7 (2%)
6	Н	Н	↑	↑	Н	7 (2%)
7	Н	Н	↑	Н	Н	3 (1%)
8	Н	Н	Н	↑	Н	5 (2%)
9	Н	↓	Н	↑	Н	1 (<1%)
10	Н	↓	↑	Н	Н	1 (<1%)
11	Н	Н	Н	Н	Н	219 (67%)

Примечание: Н – значение показателя соответствует норме; ↓ – значение показателя ниже нормы; ↑ – значение показателя выше нормы.

При определении новых критериев и алгоритма диагностики синдромов вентиляционных нарушений в число базовых диагностических параметров, помимо ЖЕЛ, ОФВ₁/ЖЕЛ и ОЕЛ, были включены ООЛ и ООЛ/ОЕЛ (рис. 2). Также, в новом алгоритме была уч-

тена возможность разнонаправленного изменения показателей, что актуально для таких параметров как ОЕЛ и ООЛ, но не предусмотрено алгоритмом АТО/ЕРО (2005).

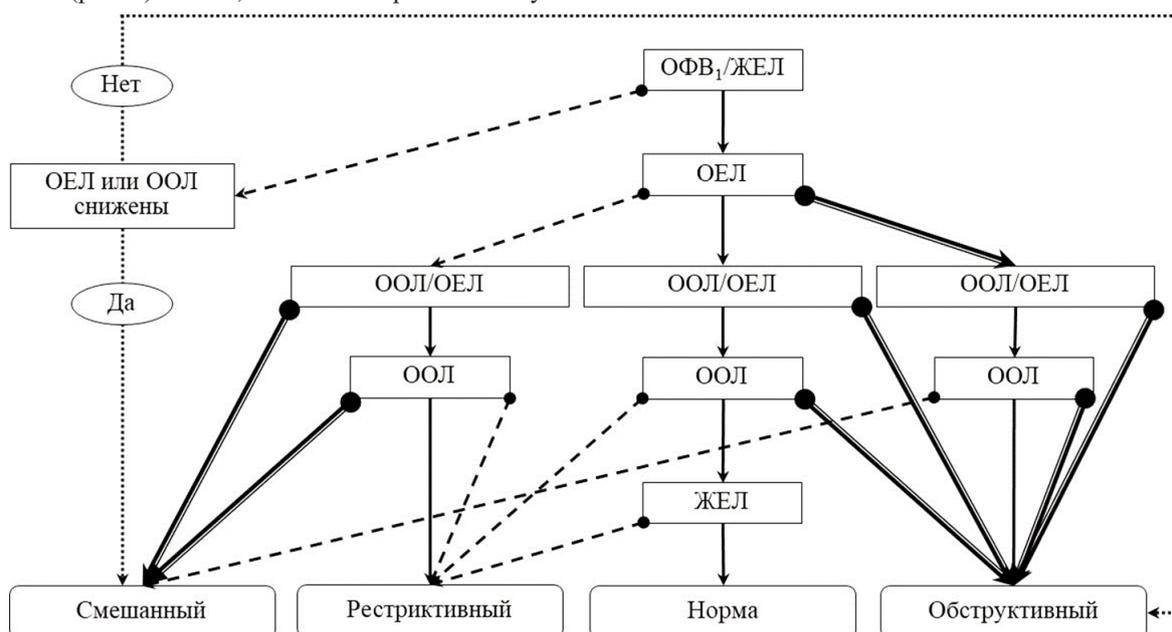


Рис. 2. Новый алгоритм диагностики синдромов вентиляционных нарушений: тонкая линия – значение показателя соответствует норме; пунктирная линия – значение показателя ниже нормы; двойная утолщенная линия – значение показателя выше нормы.

Согласно новым решающим правилам, обструктивному синдрому нарушений соответствовало снижение $ОФВ_1/ЖЕЛ$ при отсутствии снижения $ОЕЛ$ и $ООЛ$, повышение $ОЕЛ$ или $ООЛ/ОЕЛ$ при не сниженном $ООЛ$ и $ОФВ_1/ЖЕЛ$, а также повышение $ООЛ$ без снижения $ОЕЛ$ и $ОФВ_1/ЖЕЛ$. Рестриктивный синдром нарушений определялся как снижение хотя бы одного из трех объемных показателей – $ЖЕЛ$, $ОЕЛ$ или $ООЛ$ при нормальных величинах $ОФВ_1/ЖЕЛ$ и $ООЛ/ОЕЛ$, а смешанный – как вариант отклонения базовых диагностических параметров, не соответствующий ни критериям обструктивного, ни рестриктивного синдромов вентиляционных нарушений.

В таблице 3 приведены средние значения показателей механики дыхания в группах больных с различными синдромами вентиляционных нарушений, определенных с помощью нового алгоритма. Обструктивный синдром нарушений характеризовался снижением $ОФВ_1/ЖЕЛ$ ($0,62 \pm 0,15$) и $ОФВ_1$ ($74 \pm 26\%$ долж.) без изменения $ОЕЛ$ ($106 \pm 14\%$ долж.), $ЖЕЛ$ ($96 \pm 20\%$ долж.), $ООЛ$ ($141 \pm 46\%$ долж.), $ООЛ/ОЕЛ$ ($129 \pm 34\%$

долж.) и CR ($0,47 \pm 0,26$ кПа/л). Рестриктивному паттерну соответствовало снижение $ОЕЛ$ ($68 \pm 12\%$ долж.), $ЖЕЛ$ ($75 \pm 16\%$ долж.), $ООЛ$ ($65 \pm 16\%$ долж.) и увеличение CR ($1,32 \pm 0,58$ кПа/л) при нормальных значениях $ОФВ_1/ЖЕЛ$ ($0,82 \pm 0,06$) и $ООЛ/ОЕЛ$ ($93 \pm 18\%$ долж.). При смешанном паттерне снижение $ОФВ_1$ было более выражено, чем при рестриктивном (55 ± 14 и $77 \pm 17\%$ долж., соответственно, $p < 0,001$), среднее значение $ОФВ_1/ЖЕЛ$ ($0,73 \pm 0,13$) приближалось к границе нормы, что сочеталось с признаками рестриктивных нарушений – уменьшением $ОЕЛ$ ($70 \pm 13\%$ долж.), $ЖЕЛ$ ($62 \pm 13\%$ долж.) и увеличением CR ($1,11 \pm 0,83$ кПа/л). В отличие от рестриктивного, при смешанном синдроме вентиляционных нарушений $ООЛ$ оставался в границах нормы (102 ± 36 и $65 \pm 16\%$ долж., соответственно, $p < 0,001$), а его доля в структуре $ОЕЛ$ соответствовала верхней границе нормы – $ООЛ/ОЕЛ$ (140 ± 36 и $93 \pm 18\%$ долж., соответственно, $p < 0,001$). В группе «норма» средние значения всех показателей, включая и CR , не выходили за пределы референсных интервалов.

Таблица 3

Показатели механики дыхания у больных ДПЗЛ при различных синдромах вентиляционных нарушений, диагностированных с помощью нового алгоритма и определением референсных интервалов по индивидуальным значениям верхней и нижней границ нормы (n=575)

Показатель	Синдром вентиляционных нарушений			
	Обструктивный (n=141)	Рестриктивный (n=166)	Смешанный (n=49)	Норма (n=219)
	М ± SD [95% ДИ]	М ± SD [95% ДИ]	М ± SD [95% ДИ]	М ± SD [95% ДИ]
ЖЕЛ, % долж.	96±20 [92; 97]	75±16 [73; 78]	62±13 [58; 66]	109±11 [106; 111]
ОФВ ₁ , % долж.	74±26 [70; 78]	77±17 [74; 79]	55±14 [51; 60]	103±12 [100; 106]
ОФВ ₁ /ЖЕЛ	0,62±0,15 [0,60; 0,64]	0,82±0,06 [0,81; 0,83]	0,73±0,13 [0,69; 0,77]	0,77±0,06 [0,76; 0,79]
ОЕЛ, % долж.	106±14 [104; 109]	68±12 [66; 70]	70±13 [66; 74]	101±8 [99; 102]
ООЛ, % долж.	141±46 [133; 149]	65±16 [62; 67]	102±36 [92; 112]	96±13 [93; 99]
ООЛ/ОЕЛ, % долж.	129±34 [123; 135]	93±18 [90; 96]	140±36 [130; 149]	93±10 [91; 96]
CR, кПа/л	0,47±0,26 [0,41; 0,53]	1,32±0,58 [1,21; 1,43]	1,11±0,83 [0,82; 1,40]	0,51±0,21 [0,44; 0,58]

Примечание: n – число больных; М – среднее значение; SD – стандартное отклонение; ДИ – доверительный интервал.

При создании нового алгоритма была учтена возможность его модификации для функциональных лабораторий экспертного класса, применяющих в своей работе исследование эластических свойств легких с пищеводным зондом. В этом случае к базовым диагностическим параметрам добавляется CR и правило, согласно которому случаи сочетания повышенных значений CR с критериями обструктивных нарушений

и пониженных значений CR с критериями рестриктивных нарушений рассматриваются как соответствующие смешанному синдрому нарушений механики дыхания.

Было проведено сравнение эффективности нового алгоритма (в том числе и с учетом CR) и алгоритма АТО/ЕРО (2005) при диагностике вентиляционных нарушений. Поскольку выбор критерия границы нормы

при интерпретации легочных функциональных тестов до сих пор остается предметом дискуссии, все алгоритмы были апробированы как с определением референсных интервалов по индивидуально вычисляемым верхней и нижней границам нормы, так и с использованием фиксированных значений, выраженных в процентах от должных.

При оценке прежнего массива данных с помощью нового алгоритма существенно сократилась доля случаев, отнесенных к группе «норма» и при использовании индивидуальных границ нормы – с 326 (57%) до 219 (38%) ($p < 0,001$ по критерию хи-квадрат) (группы 1 и 2, табл. 4), и при определении патологических отклонений по фиксированным значениям, выраженным в процентах от должных – с 293 (51%) до 161 (28%) ($p < 0,001$ по критерию хи-квадрат) (группы 4 и 5, табл. 4). Независимо от способа оценки границ нормы, пре-

обладающим в случае применения новых диагностических правил стал рестриктивный тип нарушений: частота выявления этого паттерна составила 29% при определении границ нормы по их индивидуальным значениям и 41% при использовании процентов должных величин ($p < 0,001$ по критерию хи-квадрат) (группы 2 и 5, табл. 4). Вне зависимости от выбранных алгоритмов и критериев границ нормы, самым редким паттерном оставался смешанный. Дополнительный анализ CR привел лишь к небольшому перераспределению больных из групп с обструктивным синдромом вентиляционных нарушений в группы нарушений смешанного типа (группы 3 и 6, табл. 4). В большей степени определение CR было необходимо для того, чтобы понять, насколько выявленные нарушения связаны с патологическими изменениями в самих легких.

Таблица 4

Частота встречаемости синдромов вентиляционных нарушений у больных ДПЗЛ в зависимости от алгоритма диагностики и критерия определения границ нормы (n=575)

Синдром вентиляционных нарушений	Критерий определения границы нормы					
	индивидуальные значения верхней и нижней границ нормы			% должной величины		
	Алгоритм АТО/ЕРО (2005)	Новый алгоритм	Новый алгоритм с учетом CR	Алгоритм АТО/ЕРО (2005)	Новый алгоритм	Новый алгоритм с учетом CR
	1	2	3	4	5	6
Обструктивный	119 (21%)	141 (25%)	127 (22%)	149 (26%)	139 (24%)	129 (22%)
Рестриктивный	109 (19%)	166 (29%)	166 (29%)	119 (21%)	235 (41%)	235 (41%)
Смешанный	21 (3%)	49 (8%)	63 (11%)	14 (2%)	40 (7%)	50 (9%)
Норма	326 (57%)	219 (38%)	219 (38%)	293 (51%)	161 (28%)	161 (28%)

Таким образом, результаты исследования показали, что величины ООЛ и ООЛ/ОЕЛ имеют важное значение в дифференциальной диагностике синдромов вентиляционных нарушений. Разработанный с их учетом алгоритм продемонстрировал большую чувствительность в диагностике нарушений механики дыхания у больных ДПЗЛ, в основном, за счет лучшего выявления рестриктивного синдрома вентиляционных нарушений. Определение границ нормы по фиксированным значениям, выраженным в процентах от должных, дает преимущество разработанному алгоритму в определении рестриктивного синдрома вентиляционных нарушений по сравнению с методикой расчета индивидуальных значений верхней и нижней границ нормы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айсанов З.Р., Калманова Е.Н. Бронхиальная обструкция и гипервоздушность легких при хронической обструктивной болезни легких // Практическая пульмонология. 2016. №2. С.9–19.
 2. Илькович М.М., Новикова Л.Н., Илькович Ю.М. Диссеминированные заболевания легких в практике семейного врача // Российский семейный врач. 2012.

Т.16, №2. С.16–22.
 3. Каменева М.Ю., Тишков А.В., Трофимов В.И. Нерешенные вопросы диагностики рестриктивного типа вентиляционных нарушений // Пульмонология. 2015. Т.25, №3. С.363–367. doi: 10.18093/0869-0189-2015-25-3-363-367
 4. Каменева М.Ю., Трофимов В.И., Тишков А.В. Информативность спирометрии в диагностике нарушений механики дыхания у больных интерстициальными заболеваниями легких // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2015. Вып.55. С.8–14.
 5. Савушкина О.И., Черняк А.В., Коповая Н.Ю. Роль комплексного исследования функции внешнего дыхания в выявлении вентиляционно-газообменных нарушений у больных после перенесенной внебольничной полисегментарной пневмонии // Пульмонология. 2016. Т.26, №2. С.186–189. doi: 10.18093/0869-0189-2016-26-2-186-189
 6. Chevalier-Bidaud B., Gillet-Juvin K., Callens E., Chenu R., Graba S., Essalhi M., Delclaux C. Non specific pattern of lung function in a respiratory physiology unit: causes and prevalence: results of an observational cross-sectional and longitudinal study // BMC Pulm. Med. 2014. Vol.14. P.148.

7. Cortes-Telles A., Forkert L., O'Donnell D.E., Morán-Mendoza O. Idiopathic pulmonary fibrosis: new insights to functional characteristics at diagnosis // *Can. Respir. J.* 2014. Vol.21, №3. P.55–60.

8. Doherty M.J., Pearson M.G., O'Grady E.A., Pellegrini V., Calverley P.M.A. Cryptogenic fibrosing alveolitis with preserved lung volumes // *Thorax*. 1997. Vol.52, №11. P.998–1002.

9. Hyatt R.E., Cowl C.T., BJORAKER J.A., SCANLON P.D. Conditions associated with an abnormal nonspecific pattern of pulmonary function tests // *Chest*. 2009. Vol.135, № 2. P.419–424.

10. Iyer V.N., Schroeder D.R., Parker K.O., Hyatt R.E., Scanlon P.D. The nonspecific pulmonary function test. Longitudinal follow-up and outcomes // *Chest*. 2011. Vol.139, №4. P.878–886.

11. Miller M.R., Hankinson J., Brusasco V., Burgos F., Casaburi R., Coates A., Grappo R., Enright P., van der Grinten C.P.M., Gustafsson P., Jensen R., Johnson D.C., MacIntyre N., McKay R., Navajas D., Pedersen O.F., Pellegrino R., Viegi G., Wanger J. Standardisation of spirometry // *Eur. Respir. J.* 2005. Vol.26, №5. P.319–338.

12. Mitchell T. Machine learning. McGraw-Hill, 1997. 414 p.

13. Pellegrino R., Viegi G., Brusasco V., Grapo R.O., Burgos F., Casaburi R., Coates A., van der Grinten C.P., Gustafsson P., Hankinson J., Jensen R., Johnson D.C., MacIntyre N., McKay R., Miller M.R., Navajas D., Pedersen O.F., Wanger J. Interpretative strategies for lung function tests // *Eur. Respir. J.* 2005. Vol.26, №5. P.948–968.

14. European Community for Steel and Coal: standardized lung function testing // *Eur. Respir. J.* 1993. Vol.6, Suppl.16. P.5–40.

15. Smith B.M., Hoffman E.A., Basner R.C., Kawut S.M., Kalhan R., Barr R.G. Not all measures of hyperinflation are created equal: lung structure and clinical correlates of gas trapping and hyperexpansion in COPD: the multi-ethnic study of atherosclerosis (MESA) COPD study // *Chest*. 2014. Vol.145, №6. P.1305–1315.

16. Topalovic M., Laval S., Aerts J.M., Troosters T., Decramer M., Janssens W. Automated interpretation of pulmonary function tests in adults with respiratory complaints // *Respiration*. 2017. Vol.93, №3. P.170–178.

17. Wanger J., Clausen J.L., Coates A., Pedersen O.F., Brusasco V., Burgos F., Casaburi R., Crapo R., Enright P., van der Grinten C.P.M., Gustafsson P., Hankinson J., Jensen R., Johnson D., MacIntyre N., McKay R., Miller M.R., Navajas D., Pellegrino R., Viegi G. Standardisation of the measurement of lung volumes // *Eur. Respir. J.* 2005. Vol.26, №3. P.511–522.

18. Yernault J.C. Lung mechanics 1: lung elasticity // *Bull. Eur. Physiopathol. Respir.* 1983. Vol.19, Suppl.5. P.28–32.

REFERENCES

1. Aisanov Z.R., Kalmanova E.N. Bronchial Obstruction and Pulmonary Hyperinflation in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Prakticheskaya*

pul'monologiya 2016; 2:9–19 (in Russian).

2. Ilkovich M.M., Novikova L.N., Ilkovich J.M. Disseminated lung diseases in primary care practice. *Rossiyskiy semeynyy vrach* 2012;16(2):16–22 (in Russian).

3. Kameneva M.Y., Tishkov A.V., Trofimov V.I. Unresolved issues of diagnosis of restrictive ventilation disorders. *Russian Pulmonology* 2015; 25(3):363–367 (in Russian). doi: 10.18093/0869-0189-2015-25-3-363-367

4. Kameneva M.Yu., Trofimov V.I., Tishkov A.V. Informativeness of spirometry in diagnostics of airway mechanics disorder in patients with interstitial lung diseases. *Bulleten' fiziologii i patologii dyhaniâ* 2015; 55:8–14 (in Russian).

5. Savushkina O.I., Chernyak A.V., Kopovaya N.Y. A role of pulmonary function testing for detecting ventilation and gas exchange disorders in multilobar community-acquired pneumonia convalescents. *Russian Pulmonology* 2016; 26(2):186–189 (in Russian). doi: 10.18093/0869-0189-2016-26-2-186-189

6. Chevalier-Bidaud B., Gillet-Juvin K., Callens E., Chenu R., Graba S., Essalhi M., Delclaux C. Non specific pattern of lung function in a respiratory physiology unit: causes and prevalence: results of an observational cross-sectional and longitudinal study. *BMC Pulm.Med.* 2014; 14:148.

7. Cortes-Telles A., Forkert L., O'Donnell D.E., Morán-Mendoza O. Idiopathic pulmonary fibrosis: new insights to functional characteristics at diagnosis. *Can. Respir. J.* 2014; 21(3):e55–e60.

8. Doherty M.J., Pearson M.G., O'Grady E.A., Pellegrini V., Calverley P.M.A. Cryptogenic fibrosing alveolitis with preserved lung volumes. *Thorax* 1997; 52(11):P.998–1002.

9. Hyatt R.E., Cowl T.C., BJORAKER J.A., SCANLON P. D. Conditions associated with an abnormal nonspecific pattern of pulmonary function tests. *Chest* 2009; 135(2):419–424.

10. Iyer V.N., Schroeder D.R., Parker K.O., Hyatt R.E., Scanlon P.D. The nonspecific pulmonary function test. Longitudinal follow-up and outcomes. *Chest* 2011; 139(4):878–886.

11. Miller M.R., Hankinson J., Brusasco V., Burgos F., Casaburi R., Coates A., Grappo R., Enright P., van der Grinten C.P.M., Gustafsson P., Jensen R., Johnson D.C., MacIntyre N., McKay R., Navajas D., Pedersen O.F., Pellegrino R., Viegi G., Wanger J. Standardisation of spirometry. *Eur. Respir. J.* 2005; 26(5):319–338.

12. Mitchell T. Machine learning. McGraw-Hill; 1997.

13. Pellegrino R., Viegi G., Brusasco V., Grapo R.O., Burgos F., Casaburi R., Coates F., van der Grinten C.P., Gustafsson P., Hankinson J., Jensen R., Johnson D.C., MacIntyre N., McKay R., Miller M.R., Navajas D., Pedersen O.F., Wanger J. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur. Respir. J.* 2005; 26(5):948–968.

14. European Community for Steel and Coal: standardized lung function testing. *Eur. Respir. J.* 1993; 6(Suppl.16):5–40.

15. Smith B.M., Hoffman E.A., Basner R.C., Kawut S.M., Kalhan R., Barr R.G. Not all measures of hyperin-

flation are created equal: lung structure and clinical correlates of gas trapping and hyperexpansion in COPD: the multi-ethnic study of atherosclerosis (MESA) COPD study. *Chest* 2014; 145(6):1305–1315.

16. Topalovic M., Laval S., Aerts J.M., Troosters T., Decramer M., Janssens W. Automated interpretation of pulmonary function tests in adults with respiratory complaints. *Respiration* 2017; 93(3):170–178.

17. Wanger J., Clausen J.L., Coates A., Pedersen O.F.,

Brusasco V., Burgos F., Casaburi R., Crapo R., Enright P., van der Grinten C.P.M., Gustafsson P., Hankinson J., Jensen R., Johnson D., MacIntyre N., McKay R., Miller M.R., Navajas D., Pellegrino R., Viegi G. Standardisation of the measurement of lung volumes. *Eur. Respir. J.* 2005; 26(3):511–522.

18. Yernault J.C. Lung mechanics 1: lung elasticity. *Bull. Eur. Physiopathol. Respir.* 1983; 19(Suppl.5):28–32.

Поступила 07.06.2017

Контактная информация

Марина Юрьевна Каменева,

*доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского центра,
Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П.Павлова,
197022, г. Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, 6-8.*

E-mail: kmju@mail.ru

Correspondence should be addressed to

Marina Yu. Kameneva,

*MD, PhD, DSc, Leading staff scientist of Research Centre,
Pavlov First Saint Petersburg State Medical University,
6/8 L'va Tolstogo Str., Saint Petersburg, 197022, Russian Federation.*

E-mail: kmju@mail.ru