



СТАНДАРТИЗАЦИЯ СПИРОМЕТРИИ: КАК УЛУЧШИТЬ РЕЗУЛЬТАТ

М. И. ЧУШКИН^{1,2}, Л. А. ПОПОВА¹, О. Н. ОТС³, П. В. СТРУЧКОВ^{4,5}

¹ФГБНУ «Центральный НИИ туберкулеза», г. Москва, РФ

²Многопрофильный медицинский центр Банка России, г. Москва, РФ

³НИИ фтизиопульмонологии ПМГМУ им. И. М. Сеченова, г. Москва, РФ

⁴ФГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации ФМБА России», г. Москва, РФ

⁵ФГБУЗ «КБ № 85 ФМБА России», г. Москва, РФ

Большинство ошибок при выполнении спирометрии приводит к снижению результатов исследования.

Цель: сравнение результатов спирометрии, получаемых при использовании критериев стандартизации Американского торакального общества / Европейского респираторного общества и при визуальном контроле качества.

Материалы и методы. Спирометрия выполнена дважды у 62 пациентов с разным контролем ее качества. Статистический анализ проведен с помощью метода Блэнда – Альтмана.

Результаты. Значения показателей форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ) и объема форсированного выдоха за 1-ю с (ОФВ₁) при использовании критериев стандартизации были больше, чем при визуальном контроле. Средняя разница по ФЖЕЛ составила $0,40 \pm 0,28$ л, по ОФВ₁ – $0,07 \pm 0,21$ л.

Заключение. Использование критериев стандартизации при спирометрии может значительно повысить качество исследования и избежать ошибок.

Ключевые слова: спирометрия, критерии качества спирометрии, метод Блэнда – Альтмана

Для цитирования: Чушкин М. И., Попова Л. А., Отс О. Н., Стручков П. В. Стандартизация спирометрии: как улучшить результат // Туберкулёз и болезни лёгких. – 2019. – Т. 97, № 2. – С. 26-32. DOI: 10.21292/2075-1230-2019-97-2-26-32

STANDARDIZATION OF SPIROMETRY: HOW TO IMPROVE THE RESULT

M. I. CHUSHKIN^{1,2}, L. A. POPOVA¹, O. N. OTS³, P. V. STRUCHKOV^{4,5}

¹Central Tuberculosis Research Institute, Moscow, Russia

²Multifield Medical Center of the Bank of Russia, Moscow, Russia

³Phthiisopulmonology Research Institute by I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

⁴Professional Development Institute by the Russian Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

⁵Clinical Hospital no. 85 by the Russian Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

The majority of errors committed during spirometry results in the lower values of test results.

The objective: to compare spirometry results obtained when using standard criteria of American Thoracic Society / European Respiratory Society and visual quality control.

Subjects and methods. Spirometry was performed twice in 62 patients using different quality control methods. Bland – Altman method was used for statistic analysis.

Results. The values of forced volume vital capacity (FVL) and forced expiratory volume during the 1st second (FEV₁) were higher when using standard criteria compared to visual quality control. The mean difference in FVL made 0.40 ± 0.28 L and in FEV₁ – 0.07 ± 0.21 L.

Conclusion. Using the standard criteria during spirometry can significantly improve the quality of the test and prevent errors.

Key words: spirometry, spirometry quality criteria, Bland – Altman method

For citations: Chushkin M.I., Popova L.A., Ots O.N., Struchkov P.V. Standardization of spirometry: how to improve the result. *Tuberculosis and Lung Diseases*, 2019, Vol. 97, no. 2, P. 26-32. (In Russ.) DOI: 10.21292/2075-1230-2019-97-2-26-32

В настоящее время хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) является одной из глобальных проблем. В некоторых странах мира распространенность ХОБЛ очень высока (> 20% в Чили). По результатам исследования GOLD показано, что распространенность ХОБЛ II стадии и выше среди лиц старше 40 лет составляет $10,1 \pm 4,8\%$, в том числе среди мужчин – $11,8 \pm 7,9\%$, среди женщин – $8,5 \pm 5,8\%$. По данным эпидемиологического исследования, посвященного ХОБЛ в Самарской области

(жители 30 лет и старше), ее распространенность в общей выборке составила 14,5% (18,7% – среди мужчин, 11,2% – среди женщин) [2].

Спирометрия является основным методом диагностики и оценки степени тяжести ХОБЛ и других хронических заболеваний легких [2, 3, 9]. Кроме того, показано, что объем форсированного выдоха за 1-ю с (ОФВ₁) является не только показателем функции легких, но и прогностическим показателем общей и сердечно-сосудистой летальности [5, 6, 16-18].

Качество выполнения спирометрии является очень важным условием для правильной интерпретации. В 2005 г. Американское торакальное общество и Европейское респираторное общество (ATS/ERS, 2005) опубликовали стандарты проведения спирометрии. Соблюдение этих рекомендаций должно обеспечивать выполнение спирометрии с хорошим качеством [13-15, 17]. Однако на практике при спирометрии нередко ограничиваются визуальным контролем (ВК) качества, что может отражаться на истинности получаемых результатов.

Цель исследования: сравнение результатов спирометрии, полученных с применением критериев стандартизации (КС), которые включали ВК и числовые характеристики маневра, и полученных только при ВК.

В настоящее время в мировой практике для сравнения результатов измерений, выполненных двумя способами, используют метод Блэнда – Альтмана [3-5]. Впервые метод предложен в 1986 г., и за прошедшие годы статья была цитирована более 30 000 раз [9, 10]. В отечественной литературе этот метод сравнения освещен мало, поэтому приводим его описание.

Материалы работы представлены на Международном конгрессе Европейского респираторного общества, который проходил 9-12 сентября 2017 г. в Милане [8].

Материал и методы

Обследовано 62 пациента (44 мужчины и 18 женщин) в возрасте от 21 года до 76 лет ($51,5 \pm 13,6$ года) с различными хроническими заболеваниями легких. Критерии исключения: кро-вохарканье, обострение заболеваний сердечно-сосудистой системы или тяжелая легочно-сердечная недостаточность, недавние (менее 1 мес. назад) травмы и операции на органах грудной клетки и брюшной полости, глазах, бронхоскопия менее 7 дней назад, заболевания челюстно-лицевого аппарата, отсутствие удовлетворительного когнитивного контакта с пациентом.

В качестве функциональных показателей оценивали форсированную жизненную емкость легких (ФЖЕЛ), ОФВ₁, пиковую скорость форсированного выдоха (ПСВ), максимальные объемные скорости форсированного выдоха на уровне 75, 50 и 25% ФЖЕЛ (МОС75, МОС50, МОС25), среднюю скорость форсированного выдоха на уровне 25-75% ФЖЕЛ (СОС25-75). Для сравнения двух подходов к оценке качества исследования 62 пациентам выполнили спирометрию дважды в случайном порядке на аппарате «Master Screen Lab» фирмы Erich Jaeger (Германия) с использованием КС и на аппарате «Pneumoscope» фирмы Erich Jaeger (Германия) с ВК качества выполнения исследования. Второе исследование проводили не ранее чем через 30 мин.

При использовании КС [3, 8, 9, 13, 15] выполняли минимум три попытки (при необходимости до 8 маневров) форсированного выдоха, которые были свободны от артефактов (кашель, раннее завершение выдоха, медленное начало, недостаточное усилие). Количественные КС: объем обратной экстраполяции (объем форсированного выдоха до нулевой точки, от которой начинается измерение всех временных параметров спирометрии, рассчитывается компьютером) в приемлемых попытках был менее 5%, или 150 мл от ФЖЕЛ; длительность форсированного выдоха составляла более 6 с; разница между двумя наибольшими значениями в каждом исследовании для ОФВ₁ и для ФЖЕЛ составляла не более 150 мл. Из полученных результатов выбирали наибольшие значения ФЖЕЛ и ОФВ₁, скоростные показатели – из маневра с наибольшей суммой значений ФЖЕЛ и ОФВ₁. При исследовании с ВК качества выполняли минимум три попытки, свободные от артефактов. Показатели выбирали с использованием огибающей кривой (в результате попыток получают несколько кривых объем – поток, затем компьютер определяет огибающую кривую как результирующую кривую, из которой выводятся значения измерений). Для описания повторяемости результатов спирометрии с КС сравнивали два наибольших значения ФЖЕЛ и ОФВ₁. Другие показатели оценивали из двух маневров с наибольшей суммой ФЖЕЛ и ОФВ₁.

Для анализа и оценки данных использовали методы описательной статистики. Достоверность различий пар измерений определяли с использованием парного t-теста. Корреляцию пар измерений определяли с помощью коэффициента Пирсона. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Для оценки согласованности результатов пар измерений, выполненных с различной оценкой качества, использовали метод Блэнда – Альтмана. Согласно данному методу, для каждой пары измерений вычисляют их разность, затем – среднюю величину и стандартное отклонение разности парных измерений. Средняя разность характеризует систематическое расхождение (ошибку), а стандартное отклонение – степень разброса результатов. Соответственно методу Блэнда – Альтмана, интервал согласованности, т. е. 95% всех результатов (разница между двумя парами измерений), лежит в пределах двух стандартных отклонений от средней разности. По результатам сравнения строят график, где по оси X откладывают среднюю величину параметра [(метод1 + метод2)/2], а по оси Y – разность величин (метод1 - метод2). Другими словами, разность пары измерений против средней величины этих же двух измерений или ошибка измерений против истинного значения (поскольку мы не знаем истинного значения, по условиям метода за истинное значение принимают среднюю величину). Иногда разница измерений может быть представлена в процентном выражении: [(метод1 - метод2)/средняя величина] × 100%. Согласованность результа-

тов, полученных двумя методами контроля (т. е. воспроизводимость, когда первоначальный результат сравнивают с повторным результатом при изменении условий), сравнивали с показателями повторяемости (когда первоначальный результат сравнивают с повторным результатом в тех же самых условиях), полученными с помощью метода Блэнда – Альтмана. Если теоретически метод имеет плохую повторяемость, т. е. если есть значительная вариабельность повторных измерений, то согласованность результатов (воспроизводимость), полученных двумя разными методами, тоже неудовлетворительная [1, 3, 4, 14].

Интервал согласованности должен быть определен заранее, поскольку метод Блэнда – Альтмана только оценивает интервал согласованности и не указывает, насколько интервал согласованности является приемлемым в данном сравнении [10].

В работе использовали ранее описанный интервал согласованности, который для ОФВ₁ составил 350 мл, а для ФЖЕЛ – 500 мл [13, 17].

Результаты исследования

Как следует из табл. 1, средние величины ФЖЕЛ, полученные при разных критериях контроля исследования, составили $3,72 \pm 1,24$ и $3,32 \pm 1,15$ л, с разницей между ними $0,40 \pm 0,28$ л. Показатель ФЖЕЛ, полученный с использованием КС, в среднем больше на 400 мл (11,7%), чем показатель ФЖЕЛ, полученный при спирометрии с ВК качества. Как видно из рис. 1 и 2, несмотря на то что коэффициент корреляции между двумя значениями был очень высоким ($r = 0,98$; табл. 1), величина ФЖЕЛ при соблюдении КС может быть больше на 950 мл (26,2%) или меньше на 150 мл (2,9%), чем величина ФЖЕЛ при ВК качества. Разница статистически значима ($p < 0,001$). Таким образом, интервал согласованности очень большой, что показывает очень большую разницу в определении ФЖЕЛ при различном контроле качества выполнения форсированного выдоха.

Только в четырех случаях показатель ФЖЕЛ, полученный с применением ВК, был больше, чем

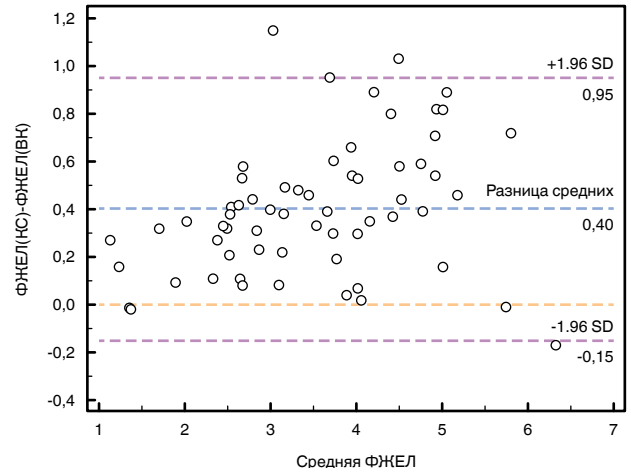


Рис. 1. Сравнение величин ФЖЕЛ, полученных с использованием КС и ВК, методом Блэнда – Альтмана в абсолютном значении

Fig. 1. Comparison of FVL values obtained using standard criteria and visual quality control, Bland – Altman method in absolute values

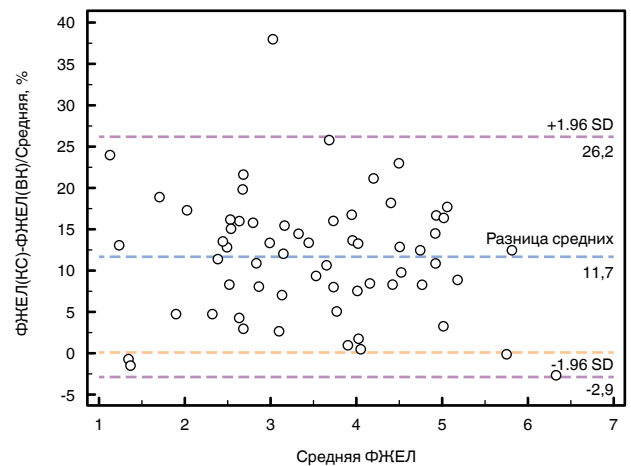


Рис. 2. Сравнение величин ФЖЕЛ, полученных с использованием КС и ВК, методом Блэнда – Альтмана в процентном выражении

Fig. 2. Comparison of FVL values obtained using standard criteria and visual quality control, Bland – Altman method in per cent

Таблица 1. Сравнение показателей спирометрии, полученных с использованием КС и ВК ($n = 62$)

Table 1. Comparison of spirometry rates obtained using standard criteria and visual quality control ($n = 62$)

Показатели и их размерность	Использование КС (M ± σ)	Использование ВК (M ± σ)	Разница (M ± σ)	Корреляция	Интервал согласованности
ФЖЕЛ, л	3,72 ± 1,24	3,32 ± 1,15	0,40 ± 0,28**	0,98**	950 мл/26,2%
ОФВ ₁ , л	2,38 ± 1,08	2,31 ± 1,06	0,07 ± 0,21*	0,98**	490 мл/22,2%
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ, %	62,4 ± 15,1	67,9 ± 14,7	-5,5 ± 5,0**	0,94**	
ПСВ, л/с	5,68 ± 2,60	5,58 ± 2,50	0,09 ± 1,16	0,90**	
МОС75, л/с	3,92 ± 2,46	3,72 ± 2,35	0,19 ± 0,80	0,95**	
МОС50, л/с	1,99 ± 1,49	2,22 ± 1,38	-0,23 ± 0,50**	0,94**	
МОС25, л/с	0,68 ± 0,63	1,24 ± 0,71	-0,56 ± 0,38**	0,84**	
СОС25-75, л/с	1,57 ± 1,22	2,04 ± 1,21	-0,47 ± 0,44**	0,93**	

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$ (парный t-тест)

показатель ФЖЕЛ, полученный при использовании КС (во всех случаях разница оказалась меньше 500 мл). В то же время в 58 случаях «стандартизованная» ФЖЕЛ превышала ФЖЕЛ, полученную при ВК качества (в 16 случаях разница превышала 500 мл, или 25,8%).

Скоростные показатели МОС50, МОС25 и СОС25-75, косвенно характеризующие бронхиальную проходимость, при спирометрии с ВК достоверно выше, чем при спирометрии с КС. Этот факт можно объяснить их расчетом по кривой поток – объем форсированного выдоха с меньшими значениями ФЖЕЛ в этой группе и, соответственно, более близким расположением к пиковому значению форсированного выдоха.

Можно предположить, что значительная разница в величине ФЖЕЛ, полученная при использовании КС и ВК, может быть обусловлена вариабельностью показателя. Но, как видно из табл. 2 и рис. 3, повторяемость спирометрических показателей очень высокая (в пределах теста значения не отличаются более чем на 150 мл; разница между наибольшими значениями ФЖЕЛ составила лишь $0,06 \pm 0,04$ л).

Средние величины ОФВ₁ (табл. 1), полученные при разных критериях контроля качества, составили $2,38 \pm 1,08$ л и $2,31 \pm 1,06$ л с разницей между измерениями $0,07 \pm 0,21$ л, т. е. показатель ОФВ₁ (рис. 4), полученный с использованием КС, в среднем больше на 70 мл, чем показатель ОФВ₁, полученный при спирометрии с ВК качества.

Показатель ОФВ₁ при использовании КС может быть больше на 490 мл (22,2%) или меньше на 350 мл (16,9%), чем при использовании ВК (рис. 5).

Только в 6 (9,7%) случаях из 62 разница превышала 350 мл. Коэффициент корреляции между двумя значениями ОФВ₁ был очень высокий ($r = 0,98$).

Но, как видно из табл. 2 и рис. 6, повторяемость ОФВ₁ тоже очень высокая (в пределах теста наибольшие значения не отличаются более чем на 150 мл; разница между наибольшими значениями ОФВ₁ составила лишь $0,05 \pm 0,04$ л).

Таким образом, форсированный выдох с использованием количественных критериев каче-

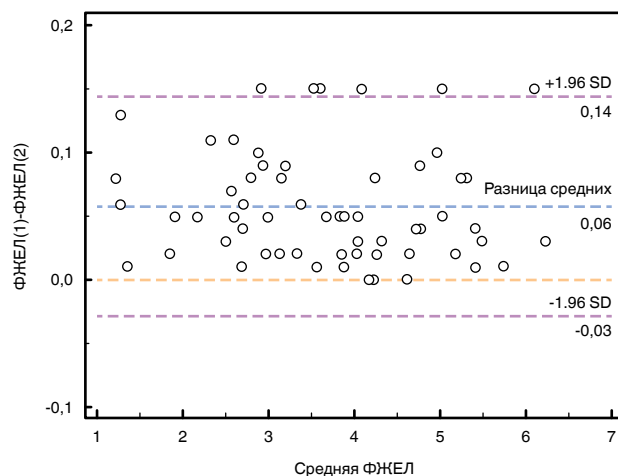


Рис. 3. Оценка повторяемости ФЖЕЛ с помощью метода Блэнда – Альтмана

Fig. 3. Assessment of FVL repeatability of using Bland – Altman method

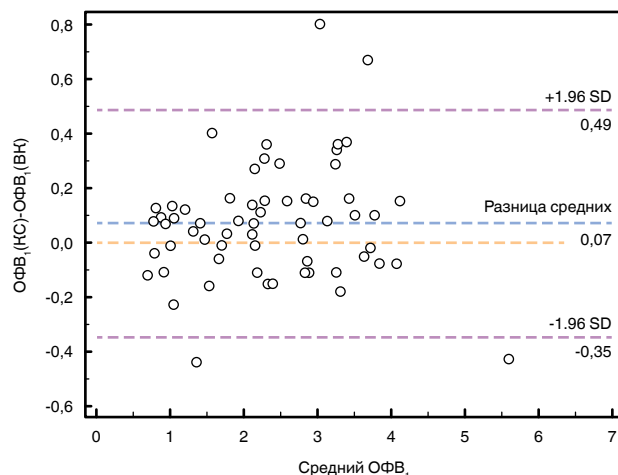


Рис. 4. Сравнение величин ОФВ₁, полученных с использованием КС и ВК, методом Блэнда – Альтмана в абсолютном значении

Fig. 4. Comparison of FEV1 values obtained using standard criteria and visual quality control, Bland – Altman method in absolute values

Таблица 2. Повторяемость показателей спирометрии при использовании КС (n = 62)

Table 2. Repeatability of spirometry rates when standard criteria (n = 62)

Показатель	Наибольший результат (M ± σ)	Второй по величине результат (M ± σ)	Разница (M ± σ)	Корреляция
ФЖЕЛ, л	3,71 ± 1,25	3,66 ± 1,25	0,06 ± 0,04**	0,99**
ОФВ ₁ , л	2,39 ± 1,07	2,34 ± 1,06	0,05 ± 0,04**	0,99**
ПОС, л/с	5,69 ± 2,62	5,46 ± 2,52	0,23 ± 0,88*	0,94**
МОС75, л/с	3,94 ± 2,44	3,85 ± 2,40	0,09 ± 0,69	0,96**
МОС50, л/с	2,02 ± 1,49	2,01 ± 1,50	0,01 ± 0,33	0,98**
МОС25, л/с	0,68 ± 0,64	0,65 ± 0,58	0,04 ± 0,12	0,98**
МОС25-75, л/с	1,58 ± 1,24	1,54 ± 1,20	0,04 ± 0,18	0,99**

Примечание: * – p < 0,05; ** – p < 0,01

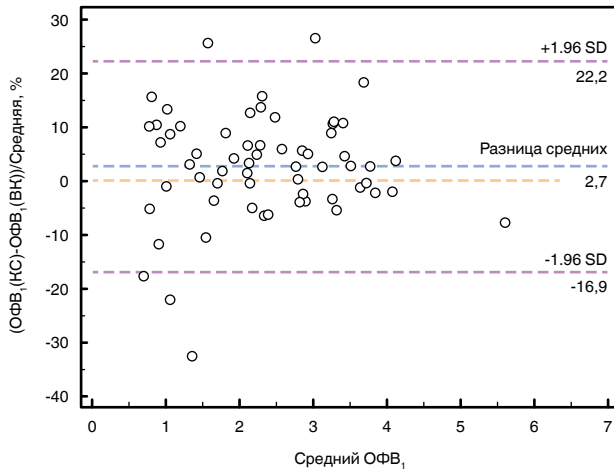


Рис. 5. Сравнение величин $ОФВ_1$, полученных с использованием КС и ВК, методом Блэнда – Альтмана в процентном выражении

Fig. 5. Comparison of FEV_1 values obtained using standard criteria and visual quality control, Bland – Altman method in per cent

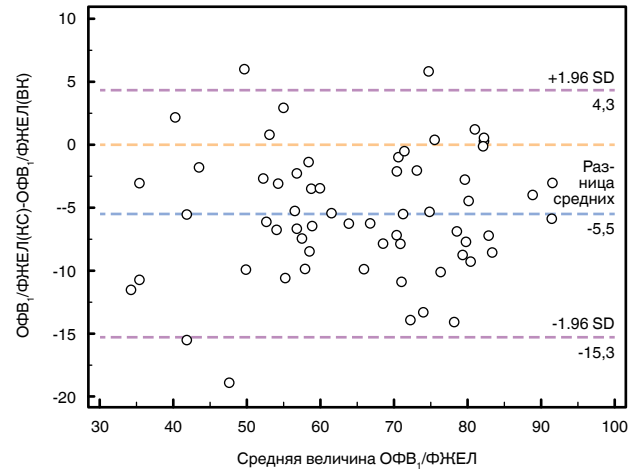


Рис. 7. Сравнение величин $ОФВ_1/ФЖЕЛ$, полученных с использованием КС и ВК, методом Блэнда – Альтмана

Fig. 7. Comparison of FEV_1/FVL values obtained using standard criteria and visual quality control, Bland – Altman method

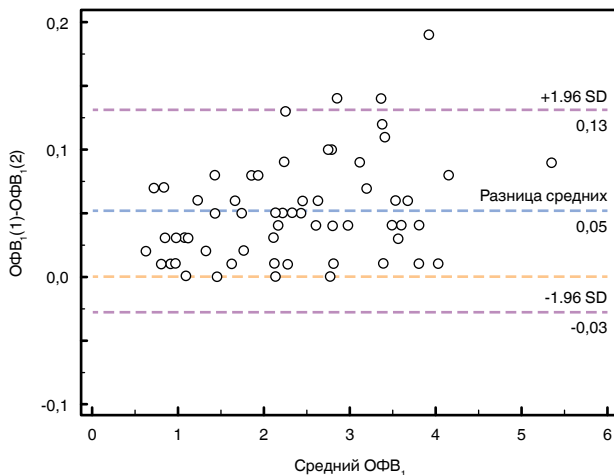


Рис. 6. Оценка повторяемости $ОФВ_1$ с помощью метода Блэнда – Альтмана

Fig. 6. Assessment of FEV_1 repeatability using Bland – Altman method

ства (ATS/ERS, 2005) позволяет получить более высокую величину показателя $ОФВ_1$, но средняя разница между значениями остается в пределах приемлемых значений и интервал согласованности довольно небольшой.

Средние величины $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ (табл. 1), полученные при разных критериях контроля качества, составили $62,4 \pm 15,1$ и $67,9 \pm 14,7\%$, с разницей между измерениями $5,5 \pm 5,0\%$, т. е. показатель $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ (рис. 7), полученный с использованием КС, в среднем меньше на 5,5% пункта, чем показатель $ОФВ_1/ФЖЕЛ$, полученный при спирометрии с ВК качества. Таким образом, только ВК выполнения спирометрии (без учета количественных КС) может привести к гиподиагностике обструктивных изменений.

Необходимо отметить, что спирометрию, полностью соответствующую критериям качества (ATS/ERS, 2005), даже в специализированных лабораториях выполняют в 90% случаев, а в учреждениях общего профиля – лишь в 40-60% случаев [12]. Наиболее частыми ошибками при выполнении спирометрии являются недостаточное время форсированного выдоха и слишком большой объем в последнюю секунду форсированного выдоха. Поэтому тщательный числовой контроль завершения маневра может улучшить правильность выполнения спирометрии [7, 11].

Вместе с тем мы согласны с другими авторами, что числовые критерии не могут заменить ВК выполнения спирометрии, поэтому ВК также обязателен [16].

Часто необходимо сравнить результаты измерений, полученные разными методами. Использование при этом коэффициента корреляции и регрессионного анализа для оценки согласованности неправильно.

Корреляция измеряет взаимосвязь показателей, но не их согласованность. Кроме того, корреляция показателей, как правило, очень высокая, поскольку проверяют взаимосвязь измерений одной и той же величины. В этом случае было бы странно как раз отсутствие значимой корреляции, свидетельствующее о том, что результаты как минимум одного из методов не соответствуют истинным значениям измеряемого признака.

Регрессионный анализ неприемлем уже потому, что его результаты зависят от того, какую переменную считать независимой, а какую зависимой. Коэффициент детерминации определяет пропорцию общей вариативности, или насколько величина независимой переменной определяет величину зависимой переменной. Следует подчеркнуть и отличие задачи сравнения двух методов измерения от задачи калибровки, в которой приближенные измерения

сравнивают с некоторым эталоном. Здесь регрессионный анализ может быть применен, поскольку эталон – это известная величина и, очевидно, является независимой переменной [1, 4, 5, 10].

Заключение

Оценка результатов спирометрии с помощью метода Блэнда – Альтмана показала, что исполь-

зование КС выполнения спирометрии (ATS/ERS, 2005) помогает получить значительно более высокие результаты, особенно для ФЖЕЛ. Улучшение результата для показателя ОФВ₁ в среднем составляет 70 мл, а для ФЖЕЛ – в среднем 400 мл. Интерпретация спирографического исследования с ложно низкими значениями ФЖЕЛ может привести к гипердиагностике рестриктивных изменений и гиподиагностике обструктивной патологии.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Conflict of Interests. The authors state that they have no conflict of interests.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М., Практика, 1999. – 459 с.
2. Чучалин А. Г., Авдеев С. Н., Айсанов З. Р., Белевский А. С., Лещенко И. В., Мещерякова Н. Н., Овчаренко С. И., Шмелев Е. И. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению хронической обструктивной болезни легких // Пульмонология. – 2014. – № 3. – С. 15-54.
3. Чучалин А. Г., Айсанов З. Р., Чикина С. Ю., Черняк А. В., Калманова Е. Н. Федеральные клинические рекомендации Российского респираторного общества по использованию метода спирометрии // Пульмонология. – 2014. – № 6. – С. 11-23.
4. Bland J. M., Altman D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement // *Lancet*. – 1986. – Vol. 1, № 8476. – P. 307-310.
5. Bland M. Comparing two methods of measurement. An Introduction to Medical Statistics, Oxford Medical Publications, 2000; pp. 272-275.
6. Calabro E., Randi G., La Vecchia C., Sverzellati N., Marchiano A., Villani M., Zompatori M., Cassandro R., Harari S., Pastorino U. Lung function predicts lung cancer risk in smokers: a tool for targeting screening programmes // *Eur. Respir. J.* – 2010. – Vol. 35, no. 1. – P. 146-151.
7. Czajkowska-Malinowska M., Tomalak W., Radliński J. Quality of spirometry in the elderly // *Pneumonol. Alergol. Pol.* – 2013. – Vol. 81, № 6. – P. 511-517.
8. Chushkin M., Popova L., Ots O., Nenasheva O., Struchkov P. Comparison between results of spirometry performed with the ATS/ERS quantitative criteria and simple visual inspection criteria // *Eur. Respir. J.* – 2017. – Vol. 50, Suppl. 61. – OA3440.
9. García-Río F., Calle M., Burgos F., Casan P., Del Campo F., Galdiz J. B., Giner J., González-Mangado N., Ortega F., Puente Maestu L. Spanish Society of Pulmonology and Thoracic Surgery (SEPAR). Spirometry // *Arch. Bronconeumol.* – 2013. – Vol. 49, № 9. – P. 388-401.
10. Giavarina D. Understanding Bland Altman analysis // *Biochemia*. – 2015. – Vol. 25, № 2. – P. 141-151.
11. Giner J., Plaza V., Rigau J., Solà J., Bolibar I., Sanchis J. Spirometric standards and patient characteristics: an exploratory study of factors affecting fulfillment in routine clinical practice // *Respir. Care*. – 2014. – Vol. 59, № 12. – P. 1832-1837.
12. Licskai C. J., Sands T. W., Paolatto L., Nicoletti I., Ferrone M. Spirometry in primary care: an analysis of spirometry test quality in a regional primary care asthma program // *Can. Respir. J.* – 2012. – Vol. 19, № 4. – P. 249-254.
13. Liistro G., Vanwelde C., Vincken W., Vandevoorde J., Verleden G., Buffels J. COPD Advisory Board. Technical and functional assessment of 10 office spirometers: A multicenter comparative study // *Chest*. – 2006. – Vol. 130. – P. 657-665.
14. Miller M. R., Crapo R., Hankinson J., Brusasco V., Burgos F., Casaburi R., Coates A., Enright P., van der Grinten C. P., Gustafsson P., Jensen R., Johnson D. C., MacIntyre N., McKay R., Navajas D., Pedersen O. F., Pellegrino R., Viegi G., Wanger J. ATS/ERS Task Force. General consideration for lung function testing // *Eur. Respir. J.* – 2005. – Vol. 26, № 1. – P. 153-161.
15. Miller M. R., Hankinson J., Brusasco V., Burgos F., Casaburi R., Coates A., Crapo R., Enright P., van der Grinten C. P., Gustafsson P., Jensen R., Johnson D. C., MacIntyre N., McKay R., Navajas D., Pedersen O. F., Pellegrino R., Viegi G., Wanger J. ATS/ERS Task Force. Standardisation of spirometry // *Eur. Respir. J.* – 2005. – Vol. 26, № 2. – P. 319-338.

REFERENCES

1. Glants S. *Mediko-biologicheskaya statistika*. [Medical biological statistics]. Moscow, Praktika Publ., 1999, 459 p.
2. Chuchalin A.G., Avdeev S.N., Aysanov Z.R., Belevskiy A.S., Leschenko I.V., Mescheryakova N.N., Ovcharenko S.I., Shmelev E.I. Federal clinical recommendations on diagnostics and treatment of chronic obstructive pulmonary disease. *Pulmonologiya*, 2014, no. 3, pp. 15-54. (In Russ.)
3. Chuchalin A.G., Aysanov Z.R., Chikina S.Yu., Chernyak A.V., Kalmanova E.N. Federal clinical recommendations of the Russian Respiratory Society on spirometry. *Pulmonologiya*, 2014, no. 6, pp. 11-23. (In Russ.)
4. Bland J.M., Altman D.G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, 1986, vol. 1, no. 8476, pp. 307-310.
5. Bland M. Comparing two methods of measurement. An Introduction to Medical Statistics, Oxford Medical Publications, 2000; pp. 272-275.
6. Calabro E., Randi G., La Vecchia C., Sverzellati N., Marchiano A., Villani M., Zompatori M., Cassandro R., Harari S., Pastorino U. Lung function predicts lung cancer risk in smokers: a tool for targeting screening programmes. *Eur. Respir. J.*, 2010, vol. 35, no. 1, pp. 146-151.
7. Czajkowska-Malinowska M., Tomalak W., Radliński J. Quality of spirometry in the elderly. *Pneumonol. Alergol. Pol.*, 2013, vol. 81, no. 6, pp. 511-517.
8. Chushkin M., Popova L., Ots O., Nenasheva O., Struchkov P. Comparison between results of spirometry performed with the ATS/ERS quantitative criteria and simple visual inspection criteria. *Eur. Respir. J.*, 2017, vol. 50, suppl. 61. – OA3440.
9. García-Río F., Calle M., Burgos F., Casan P., Del Campo F., Galdiz J.B., Giner J., González-Mangado N., Ortega F., Puente Maestu L. Spanish Society of Pulmonology and Thoracic Surgery (SEPAR). Spirometry. *Arch. Bronconeumol.*, 2013, vol. 49, no. 9, pp. 388-401.
10. Giavarina D. Understanding Bland Altman analysis. *Biochemia*, 2015, vol. 25, no. 2, pp. 141-151.
11. Giner J., Plaza V., Rigau J., Solà J., Bolibar I., Sanchis J. Spirometric standards and patient characteristics: an exploratory study of factors affecting fulfillment in routine clinical practice. *Respir. Care*, 2014, vol. 59, no. 12, pp. 1832-1837.
12. Licskai C.J., Sands T.W., Paolatto L., Nicoletti I., Ferrone M. Spirometry in primary care: an analysis of spirometry test quality in a regional primary care asthma program. *Can. Respir. J.*, 2012, vol. 19, no. 4, pp. 249-254.
13. Liistro G., Vanwelde C., Vincken W., Vandevoorde J., Verleden G., Buffels J. COPD Advisory Board. Technical and functional assessment of 10 office spirometers: A multicenter comparative study. *Chest*, 2006, vol. 130, pp. 657-665.
14. Miller M.R., Crapo R., Hankinson J., Brusasco V., Burgos F., Casaburi R., Coates A., Enright P., van der Grinten C.P., Gustafsson P., Jensen R., Johnson D.C., MacIntyre N., McKay R., Navajas D., Pedersen O.F., Pellegrino R., Viegi G., Wanger J. ATS/ERS Task Force. General consideration for lung function testing. *Eur. Respir. J.*, 2005, vol. 26, no. 1, pp. 153-161.
15. Miller M.R., Hankinson J., Brusasco V., Burgos F., Casaburi R., Coates A., Crapo R., Enright P., van der Grinten C.P., Gustafsson P., Jensen R., Johnson D.C., MacIntyre N., McKay R., Navajas D., Pedersen O.F., Pellegrino R., Viegi G., Wanger J. ATS/ERS Task Force. Standardisation of spirometry. *Eur. Respir. J.*, 2005, vol. 26, no. 2, pp. 319-338.

16. Muller-Brandes C., Krämer U., Gappa M., Seitner-Sorge G., Hüls A., von Berg A., Hoffmann B., Schuster A., Illi S., Wisbauer M., Berdel D. LUNOKID: can numerical American Thoracic Society/European Respiratory Society quality criteria replace visual inspection of spirometry? // *Eur. Respir. J.* – 2014. – Vol. 43. – P. 1347-1356.
17. Pellegrino R., Viegi G., Brusasco V., Crapo 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.
18. Young R. P., Hopkins R., Eaton T. E. Forced expiratory volume in one second: not just a lung function test but a marker of premature death from all causes // *Eur. Respir. J.* – 2007. – Vol. 30, № 4. – P. 616-622.
16. Muller-Brandes C., Krämer U., Gappa M., Seitner-Sorge G., Hüls A., von Berg A., Hoffmann B., Schuster A., Illi S., Wisbauer M., Berdel D. LUNOKID: can numerical American Thoracic Society/European Respiratory Society quality criteria replace visual inspection of spirometry? *Eur. Respir. J.*, 2014, vol. 43, pp. 1347-1356.
17. Pellegrino R., Viegi G., Brusasco V., Crapo 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, no. 5, pp. 948-968.
18. Young R.P., Hopkins R., Eaton T.E. Forced expiratory volume in one second: not just a lung function test but a marker of premature death from all causes. *Eur. Respir. J.*, 2007, vol. 30, no. 4, pp. 616-622.

ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

ФГБНУ «Центральный НИИ туберкулеза»,
107564, г. Москва, Яузская аллея, д. 2.
Тел.: 8 (499) 785-90-48.

Чушкин Михаил Иванович

доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник
клинико-диагностического отдела.
E-mail: mchushkin@yandex.ru

Попова Лидия Анатольевна

кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник
клинико-диагностического отдела.
E-mail: fdcniit@yandex.ru

Отс Олег Николаевич

ПМГМУ им. И. М. Сеченова,
доктор медицинских наук,
кафедра фтизиопульмонологии
и торакальной хирургии.
127994, г. Москва, ул. Достоевского, д. 4.
Тел.: 8 (495) 681-84-22.
E-mail: ole-otson@rambler.ru

Стручков Петр Владимирович

ФГБУЗ «КБ № 85 ФМБА России»,
доктор медицинских наук, профессор,
заведующий отделением функциональной диагностики.
115409, г. Москва, ул. Москворечье, д. 16.
Тел.: 8 (499) 324-45-83.
E-mail: struchkov57@mail.ru

FOR CORRESPONDENCE:

Central Tuberculosis Research Institute,
2, Yauzskaya Alleya, Moscow, 107564
Phone: +7 (499) 785-90-48.

Mikhail I. Chushkin

Doctor of Medical Sciences,
Leading Researcher of Clinical Diagnostic Department.
Email: mchushkin@yandex.ru

Lidiya A. Popova

Candidate of Medical Sciences,
Senior Researcher of Clinical Diagnostic Department.
Email: fdcniit@yandex.ru

Oleg N. Ots

First Moscow State Medical University by I.M. Sechenov
(Sechenov University),
Doctor of Medical Sciences,
Phthiopulmonology and Thoracic Surgery Department.
4, Dostoevsky St., Moscow, 127994
Phone: +7 (495) 681-84-22.
Email: ole-otson@rambler.ru

Petr V. Struchkov

Clinical Hospital no. 85 by the Russian Federal Medical
Biological Agency, Doctor of Medical Sciences, Professor,
Head of Functional Diagnostic Department.
16, Moskvorechye St., Moscow, 115409
Phone: +7 (499) 324-45-83.
Email: struchkov57@mail.ru

Поступила 24.05.2018

Submitted as of 24.05.2018