

УДК 616.24-007.272-036.12-072.7-07

М. А. Полянская

ГУ «Национальный институт фтизиатрии и пульмонологии им. Ф. Г. Яновского НАМН Украины», г. Киев

Проведение спирометрии в клинической практике. Функциональные проявления бронхообструктивных заболеваний (клинические примеры)

Ключевые слова: спирометрия, хроническое обструктивное заболевание легких, бронхиальная астма

Спирометрия широко применяется в клинической практике, однако в ряде случаев к ее проведению следует относиться с осторожностью. При проведении форсированных маневров необходимо приложить максимальных усилий, для того чтобы получить валидный результат, а максимальное физическое напряжение может при определенных обстоятельствах спровоцировать нежелательные негативные явления. Поэтому перед проведением процедуры нужно опросить исследуемого пациента на предмет наличия у него возможных противопоказаний для проведения этого исследования [4]:

- кровохарканье (за предшествующий месяц);
- пневмоторакс;
- нестабильные заболевания сердечно-сосудистой системы, недавний (на протяжении 3 месяцев) инфаркт миокарда или инсульт, неконтролируемая гипертензия, эмболия легочной артерии;
- аневризма (любая);
- недостаточность венозных клапанов нижних конечностей с варикозным расширением вен, трофические нарушения и тенденция к повышенной свертываемости крови;
- недавние операции на глазах, грудной клетке или брюшной полости (в течение предыдущих 3 месяцев);
- отслойка сетчатки;
- тошнота, рвота;

- нарушения сознания, деменция;
- респираторная инфекция, туберкулез.

Затрудняют исследование воспалительные заболевания ротовой полости (боль или дискомфорт при нахождении загубника во рту), невралгия лицевого нерва, парез (та же причина, плюс невозможность плотно охватить загубник губами).

Исследование в подавляющем числе случаев нормально переносится пациентами, побочные эффекты спирометрии редки, но максимально глубокое дыхание может привести к головокружению, головной боли, покраснению лица, обмороку, а максимальные усилия – к переходу к недержанию мочи.

Проводится спирометрия как в положении сидя, так и стоя, однако при последующих исследованиях следует придерживаться одной и той же позиции. Предпочтительная позиция – сидя, чтобы избежать потенциально возможной обморочной ситуации. Если исследование проводится стоя, за пациентом должно стоять кресло или стул, на случай, если у него закружится голова при проведении дыхательных маневров, чтобы он мог сесть и избежать падения [1, 2, 5, 6, 8].

Позиция стоя может применяться для пациентов с ожирением, это позволит им осуществить более глубокие дыхательные маневры. Для пациентов с нормальной массой тела позиция не имеет существенного значения.

На результаты спирометрии могут влиять некоторые факторы, во избежание чего перед проведением исследования пациента необходимо предупредить, чтобы он:

- воздержался от курения не менее чем за час до процедуры;
- не принимал алкоголь не менее чем за 4 часа до исследования;
- избегал значительных физических нагрузок на протяжении последних хотя бы 30 минут;
- пришел в свободной одежде, не затрудняющей полное дыхание грудью и животом;
- не ел плотно за 2 часа до исследования (допустим легкий завтрак);
- соблюдал сроки вымывания бронхолитиков перед исследованием, если пациент их принимает (табл. 1).

Бронхолитик	Следует воздержаться на протяжении
Короткого действия ингаляционные β_2 -агонисты, холинолитики, комбинации короткого действия бронхолитиков	4–6 часов
Длительного действия ингаляционные β_2 -агонисты (салметерол, формотерол)	12 часов
Ультрадлительного действия ингаляционные β_2 -агонисты (индакатерол)	36 часов
Длительного действия холинолитики	36 часов

Критерии валидности спирограммы хорошо известны [2, 3, 5–8]. Кривые поток–объем форсированного выдоха должны быть приемлемы.

1. На кривой форсированного выдоха не должно быть артефактов:

- кашля на протяжении первой секунды форсированного выдоха;
- смыкания голосовых связок;
- преждевременного завершения дыхательного маневра или его прерывания;
- дыхательный маневр проводится не на максимальном уровне;
- утечки воздуха;
- закупорки загубника (языком, жвачкой, зубными протезами, их фрагментами);
- дополнительных дыхательных маневров.

2. Быстрое начало выдоха (отсутствие обратной экстраполяции).

3. Длительность форсированного выдоха не менее 6 секунд или достижение фазы плато на выдохе.

Показатели форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ) и объема форсированного выдоха за первую секунду ($ОФВ_1$) должны быть воспроизводимы: по получении минимум 3 приемлемых кривых необходимо оценить:

- 2 наибольшие значения ФЖЕЛ отличаются не более чем на 150 мл (при ФЖЕЛ <1,0 л – на 100 мл);
- 2 наибольшие значения $ОФВ_1$ отличаются не более чем на 150 мл.

Если присутствуют оба критерия, тест можно не продолжать. Если нет – продолжать:

- пока не будут соблюдены оба критерия, или
- до 8 попыток, или
- до момента, пока пациент не может или не хочет продолжать исследование.

В данной работе мы приводим примеры, как оценивать спирограмму, но важно помнить, что результаты функциональных методов исследования должны трактоваться только вместе с клинической оценкой.

Рассмотрим примеры спирограмм, выполненных после приема бронхолитика.

На рисунке 1 представлена спирограмма больного N.

1. Оцениваем критерии приемлемости спирограммы – на спирометрических кривых выдоха нет артефактов, нет обратной экстраполяции, есть острый пик на выдохе, продолжительность выдоха более 6 секунд и достигнута фаза плато [2, 3, 5–8]. Спирограмма приемлема.

Выполнено минимум 3 приемлемых попытки? Да.

2. Оцениваем воспроизводимость попыток. Разница между наибольшей попыткой по $ОФВ_1$ (FEV_1) – в примере это 3,10 л и ближайшей наибольшей (2,99 л) в пределах 150 мл? Да, 110 мл. По ФЖЕЛ (FVC) – 4,87 л и 4,79 л – менее 150 мл? Да, 80 мл. Воспроизводимость достигнута.

Спирограмма пригодна для оценки.

$ОФВ_1$ (FEV_1) – 3,10 л, 88, 3 % должных – в пределах нормы (табл. 1), ФЖЕЛ (FVC) – 4,87 (110 %) – норма, но их соотношение $3,10/4,87 = 0,636$ – менее 0,7 (70 %) – при наличии клинических симптомов можно думать о хроническом обструктивном заболевании легких (ХОЗЛ) легкой степени бронхообструкции (GOLD 1).

Наличие незначительной, но все же бронхообструкции в этом примере можно заподозрить и по внешнему виду кривой выдоха, она достаточно заметно вогнутая, а не прямая.

Умеренная бронхообструкция (исследование после приема 400 мкг сальбутамола) (рис. 2). На левом графике есть 3 приемлемые кривые (все, кроме третьей), 1-я, 2-я и 4-я попытки – высоковоспроизводимые, больший $ОФВ_1$ – 2,44 л (66,7 % должных), ФЖЕЛ – 4,68, на наличие стойкой бронхообструкции указывает снижение $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ после приема бронхолитика ниже 0,7 – в данном случае 0,52 – соответствует по спирометрической классификации GOLD 2, умеренная степень бронхообструкции.

На правом графике – все кривые приемлемы и воспроизводимы, $ОФВ_1$ – 2,18 (67,7%), ФЖЕЛ – 3,45, $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ – 0,616, также умеренная фиксированная бронхообструкция.

Пример тяжелой бронхообструкции, ее динамика с течением времени представлены на рисунках 3 и 4. Первое исследование проводилось в 2007 году, второе – 2 года спустя.

Критерии приемлемости кривых соблюдены.

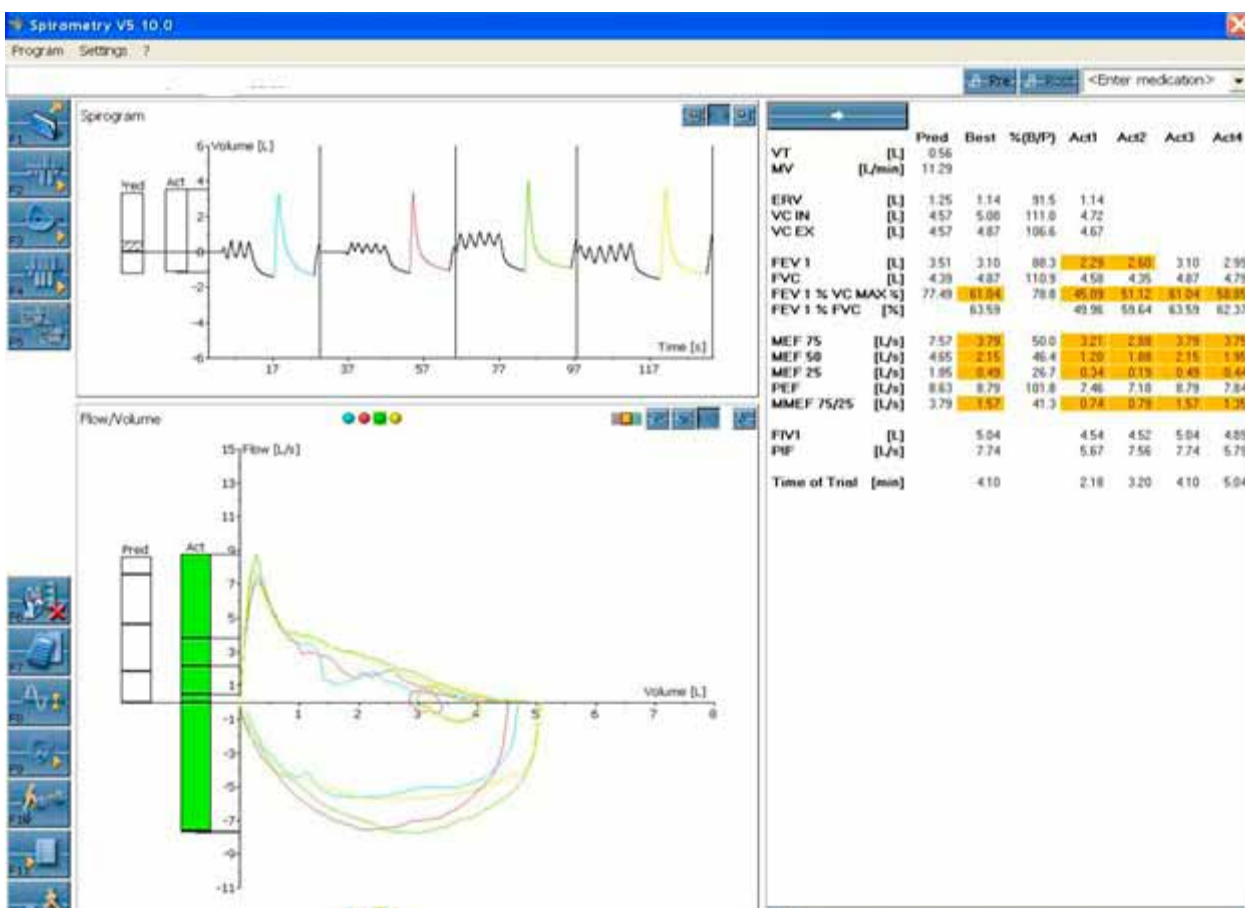


Рис. 1. Пример легкой степени бронхообструкции

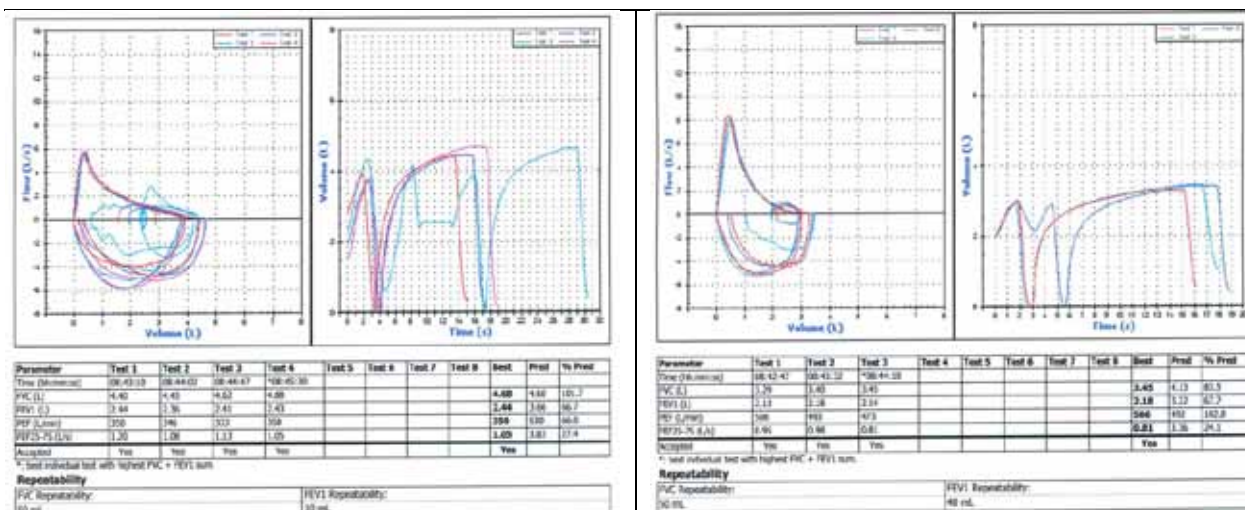


Рис. 2. Умеренная бронхообструкция, GOLD 2

ОФВ₁ низкий, максимальное значение – 1,08 л, минимальное – 0,95. При ОФВ₁ менее 1 л критерии для оценки воспроизводимости еще больше сужаются – разница между наибольшим и ближайшим к нему значениями ОФВ₁ и ФЖЕЛ должна быть до 100 мл. В данном случае воспроизводимость высокая (по ОФВ₁ (FEV₁) – 1,24–1,21 = 30 мл, по ФЖЕЛ (FVC) – 3,76–3,75 = 10 мл, ОФВ₁ – 42 % должных, ОФВ₁/ФЖЕЛ 0,45 (45%). Исследование выполнено правильно, результат соответствует тяжелой обструкции по GOLD [3].

Пример наглядно демонстрирует падение ОФВ₁ с течением времени у больного с тяжелым ХОЗЛ. За 2 года ОФВ₁ снизился с 1,24 до 1,08 л, несмотря на базисную терапию с применением тройной комбинации – ингаляционный кортикостероид + длительного действия бронхолитики (β₂-агонист и холинолитик).

Кривые форсированного выдоха такой конфигурации часто наблюдаются у больных с верифицированной на компьютерной томографии эмфиземой легких.

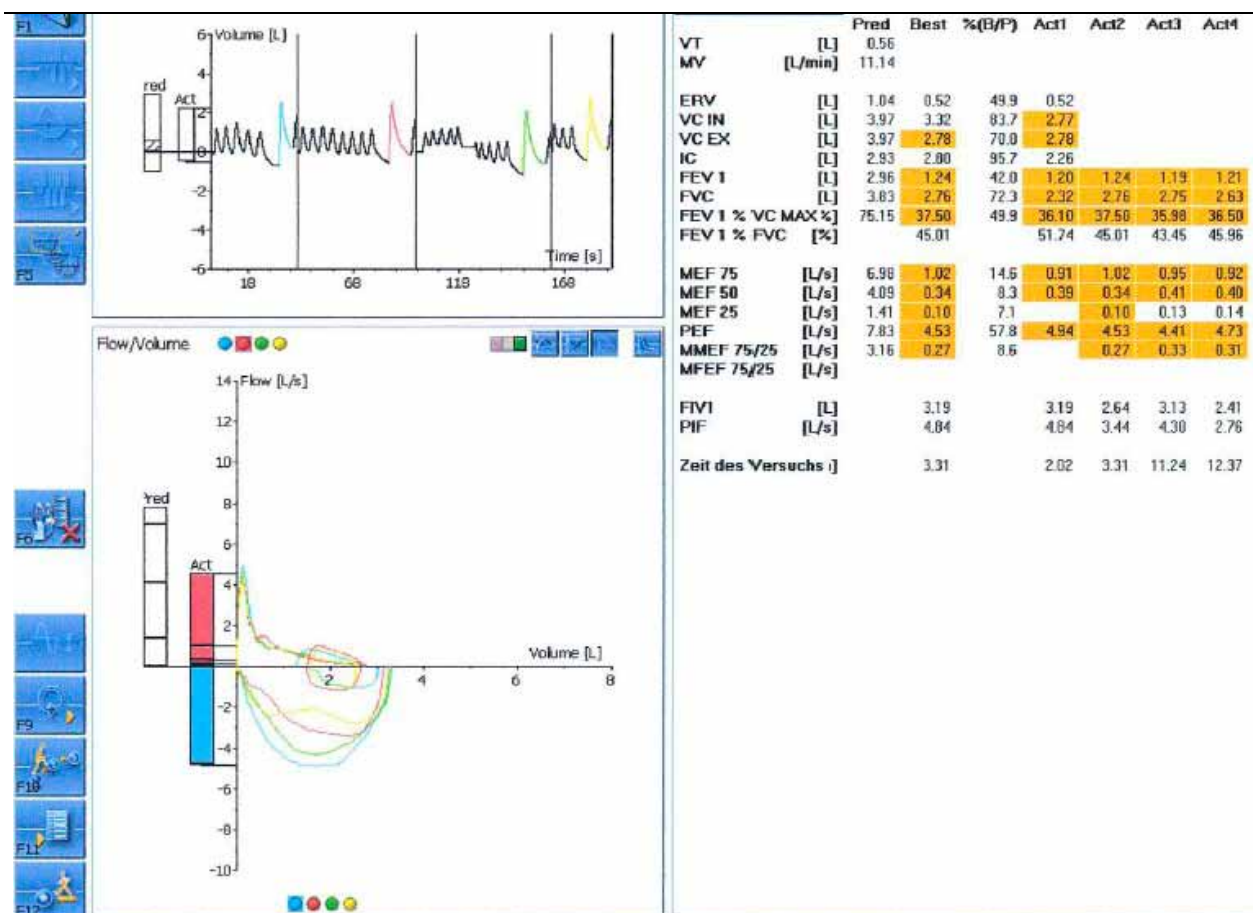


Рис. 3. Больной К. Пример тяжелой бронхообструкции, 2007 год

На рисунке 5 представлен пример бронхообструктивных нарушений у больного Д., также тяжелых, $ОФВ_1$ – 47,8 %, однако характер кривой несколько иной, чем на рисунке 2. ФЖЕЛ также снижена, причем более выражено, чем в предыдущем примере (63,4 % должных). Однако данный пациент имеет избыточную массу тела (индекс массы тела – ИМТ 30,4). Значительный живот, высокое стояние и уплощение диафрагмы усугубляют его вентиляционные нарушения и объясняют низкие показатели ФЖЕЛ. У этого пациента вентиляционные нарушения можно охарактеризовать как смешанные, но нужно иметь в виду, что уменьшение емкости легких связано у него с физиологическими особенностями.

Пример очень тяжелой фиксированной бронхообструкции (соответствует GOLD 4) представлен на рисунке 6.

У данного пациента $ОФВ_1$ ниже 1 литра. На этом примере можно отметить важный нюанс: максимальное значение 0,88 получено во второй попытке, но компьютер автоматически выбрал как лучшую попытку в данном случае другую, хотя $ОФВ_1$ в ней не наибольший – 0,73 л. Авторы согласны с выбором компьютера, потому что попытка с наибольшим $ОФВ_1$ была выполнена не на максимальном усилии (это видно по более широкому пику на кривой выдоха). $ОФВ_1$ – 0,73 (25,5 % должного) указывает на очень тяжелую бронхообструкцию, соответственно GOLD 4. ФЖЕЛ у этого пациента также снижена, но не в такой катастрофической степени (до 63,4 % должного).

При тяжелой бронхообструкции ФЖЕЛ часто снижается, между ЖЕЛ (выполненной при спокойном маневре) и ФЖЕЛ (выполненной при форсированном выдохе) возникает существенная разница (в норме они обычно равны, существуют физиологические колебания в среднем 100–200 мл). Медленно и спокойно максимально вдохнуть и выдохнуть до уровня ЖЕЛ пациент с тяжелой обструкцией может, но при значительном физическом усилии мелкие бронхи спадаются, образуются воздушные «ловушки», чтобы максимально выдохнуть, нужно приложить еще большие усилия. Получается замкнутый круг. При тяжелой и очень тяжелой обструкции выдох значительно удлиняется. Если здоровый человек выдыхает ФЖЕЛ за несколько секунд и для него составляет проблему выдыхать целых 6 секунд, больной с тяжелой бронхообструкцией выдыхает на протяжении 12, 15, 20 секунд и более, а стадия плато так и не достигается. Поэтому не рекомендуется при тяжелой обструкции выдыхать более 15 секунд, даже если к этому времени плато не будет достигнуто.

На сегодняшний день сама обратимость бронхообструкции при ХОЗЛ не является ни диагностическим, ни дифференциально диагностическим критерием, а при бронхиальной астме (БА) ее роль остается прежней. Диагностическим функциональным критерием БА является прирост $ОФВ_1$ в пробе с бронхолитиком ≥ 12 % и 200 мл, чем больше прирост – тем вероятнее диагноз

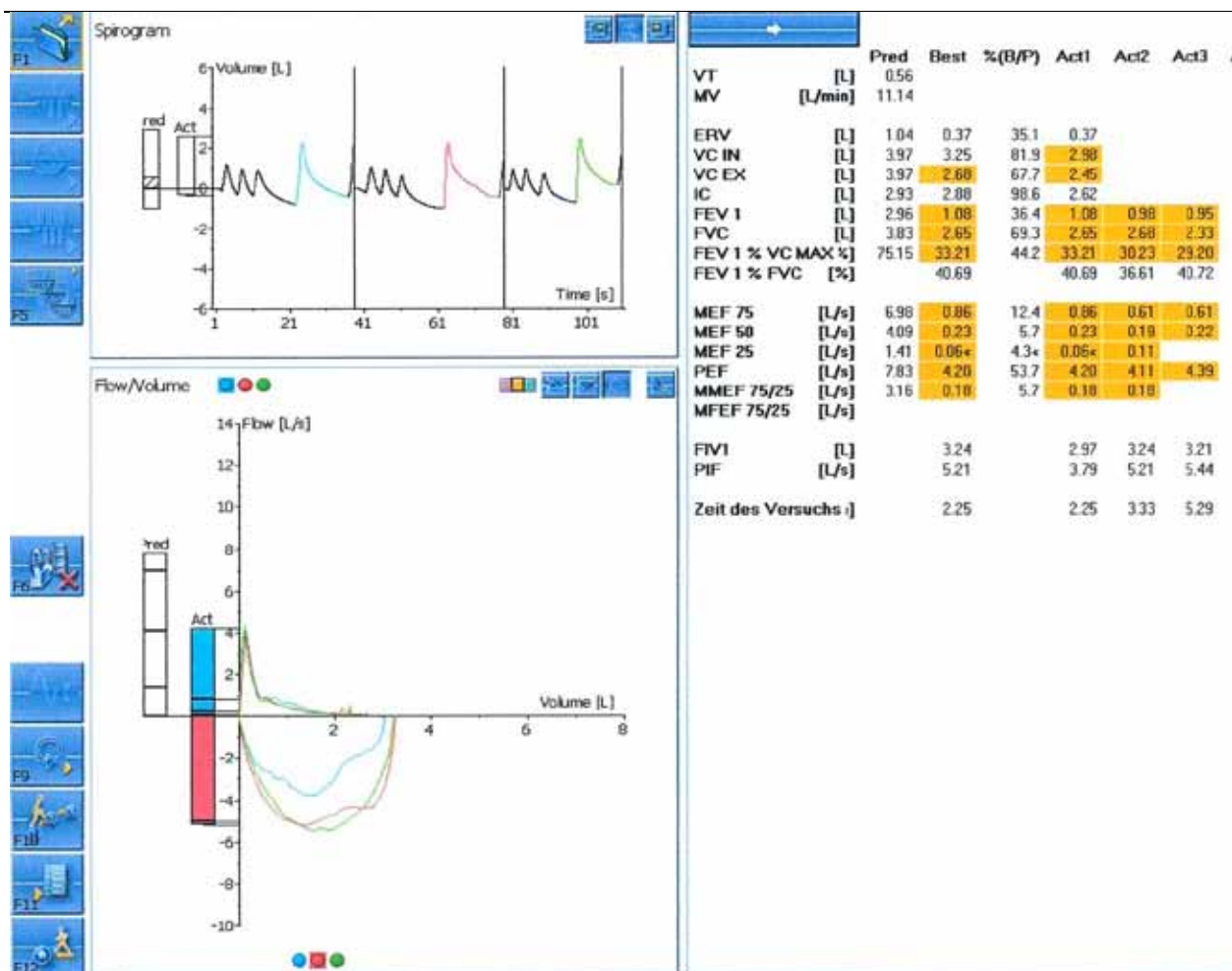


Рис. 4. Больной К., через 2 года, 2009 год

БА. На рисунке 7 показана спирограмма больного БА до и после приема 400 мкг сальбутамола.

Исходно у пациента $ОФВ_1$ был снижен до 1,87 л (при должном значении 3,18) – 59 % от должного. После приема бронходилататора $ОФВ_1$ увеличился до 2,57 л (прирост составил 700 мл и $(2,57 - 1,87) / 1,87 \times 100 = 37,4\%$). Очень высокая обратимость в ответ на сальбутамол – аргумент в пользу БА.

Приводим пример спирограммы больного БА. На рисунке 8 – спирограмма больного персистирующей, частично контролируемой БА. Пациента 1–2 раза в неделю беспокоят дневные симптомы, иногда просыпается ночью из-за симптомов БА (2–4 раза в месяц), несколько 1 раз в неделю пользуется сальбутамолом для снятия симптомов, аускультативно – при форсированном выдохе выслушиваются сухие свистящие хрипы в небольшом количестве.

Анализ спирограммы: приемлемы все 5 попыток, воспроизводимы – 4. $ОФВ_1$ – 87,2 % от должного, 3,42 л, ФЖЕЛ – 4,59 л, соотношение $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ – 0,745: признаков стойкой бронхообструкции нет, $ОФВ_1$ в пределах нормы. Однако если внимательно посмотреть на кривую выдоха, на ее нисходящую часть, то, как и в первом примере, заметна вогнутая кривая, что позволяет предположить наличие небольшой

бронхообструкции у этого пациента, что подтвердилось в данном случае при сборе анамнеза (см. выше).

Не всем больным удается успешно провести спирометрию, несмотря на объяснение и демонстрацию дыхательных маневров. Пример отсутствия взаимодействия врач–пациент приведен на рисунке 9.

Сделано 6 попыток. По приемлемости, если рассматривать каждую в отдельности:

- первая (голубая кривая) – есть острый пик на выдохе, нет кашля, но маневр закончен преждевременно, фаза плато не достигнута, выдох длился заметно менее 6 секунд;
- вторая (красная) – пик есть, но в середине нисходящей части кривой пациентка сделала небольшой вдох, и снова не достигнута фаза плато, выдох длился заметно менее 6 секунд, маневр закончен преждевременно;
- третья (зеленая) – выдох слабый, не максимальный, закончен преждевременно;
- четвертая (желтая) – начало форсированного выдоха слабое, в середине дополнительный вдох, недостиженные фазы плато;
- пятая (малиновая) – очень слабый выдох;
- шестая (оранжевая) – нет пика, выдох слабый.

Продолжать исследование пациентка отказалась, ни одной приемлемой для анализа кривой не получено, оценивать нечего.

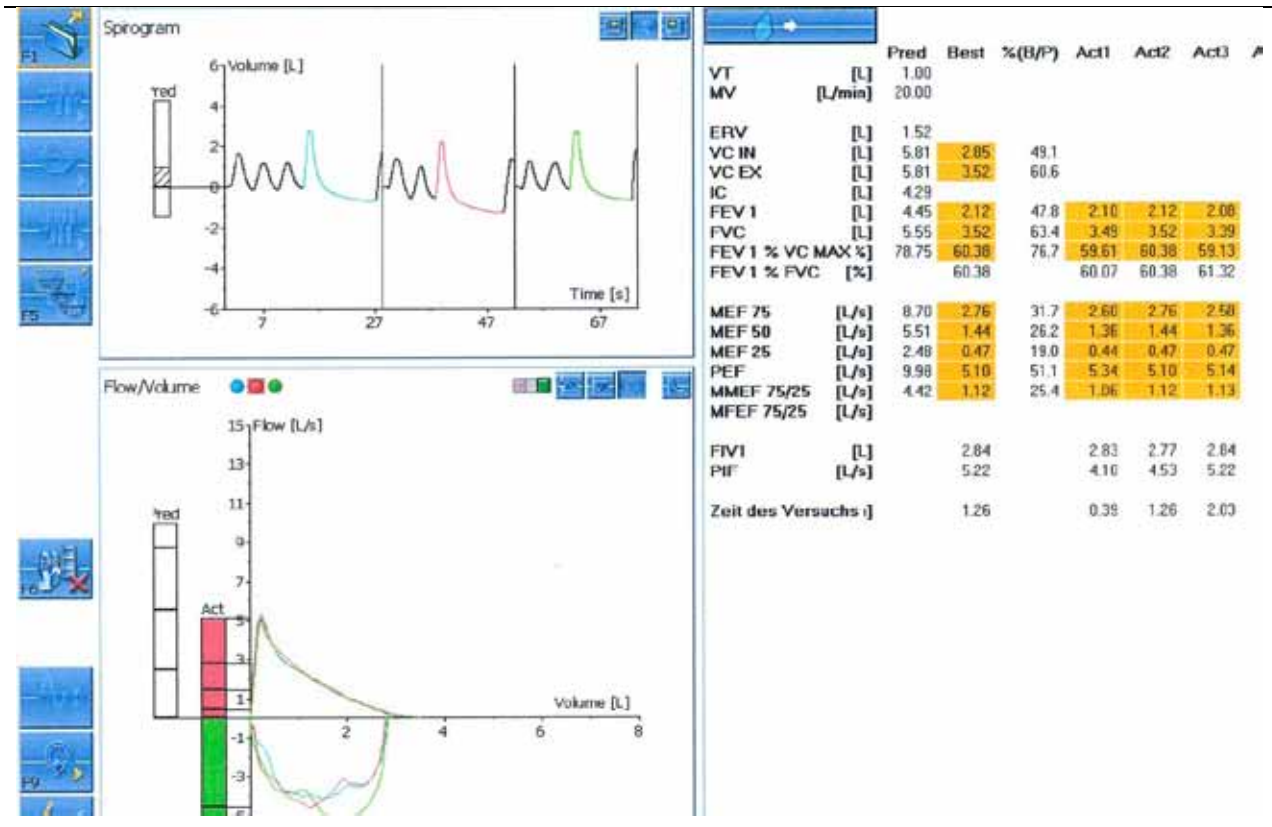


Рис. 5. Тяжелые бронхообструктивные нарушения

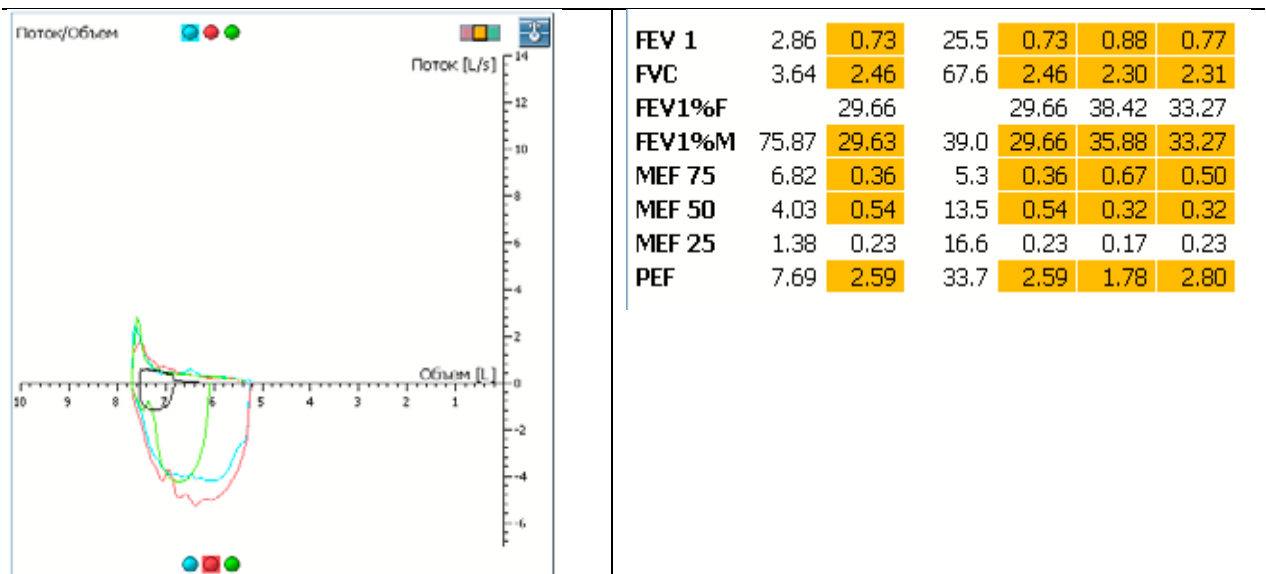


Рис. 6. Очень тяжелая бронхообструкция

Напоминаем, спирограмму можно оценивать, если получено минимум 3 приемлемые кривые и среди них есть воспроизводимые. Для достижения приемлемости и воспроизводимости есть смысл делать до 8 попыток, далее – не стоит, пациент, скорее всего, устанет и до приближения до уровня максимальных значений не выдохнет.

На рисунке 10 изображен пример попытки достижения приемлемых и воспроизводимых кривых. Критерии, позволяющие оценить исследование (кривые приемлемые,

ОФВ₁ и ФЖЕЛ воспроизводимые), были достигнуты только при выполнении 8 попыток.

Оценивая результаты спирометрии, важно видеть не только цифровой результат, но и графическое изображение кривых. Если об этом исследовании судить только по цифровым результатам, непонятно, зачем делать столько попыток. Воспроизводимость по ФЖЕЛ (FVC) высокая – наибольший результат 5,54 л, ближайший к нему по величине – 5,53 л, затем 5,52 л, 5,49 л, 5,48 л, наименьшее значение – 5,42 л; максимальная разница

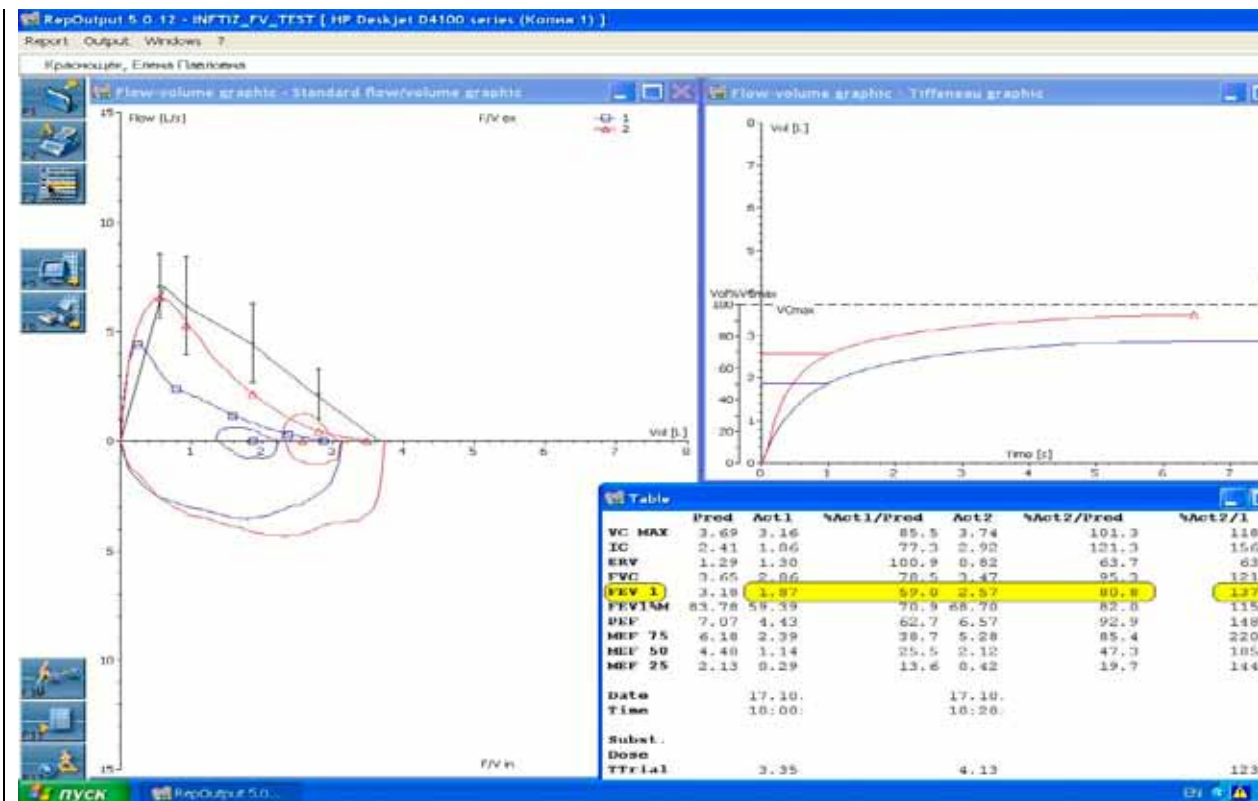
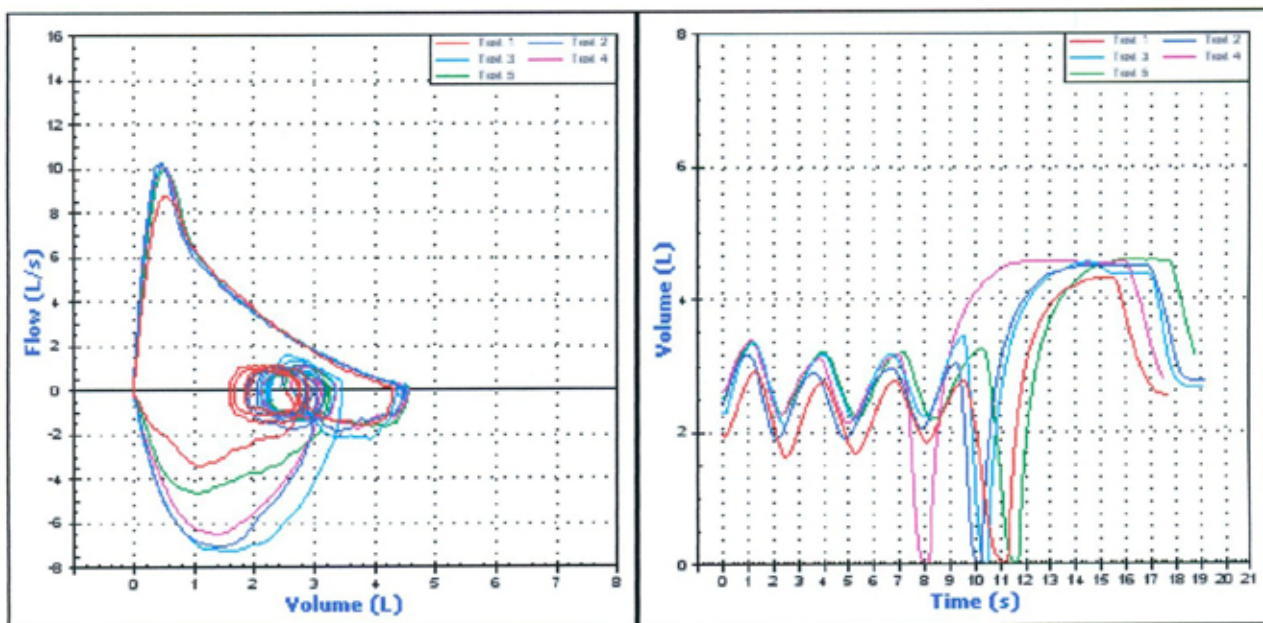


Рис. 7. Положительная проба с бронхолитиком



Parameter	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5	Test 6	Test 7	Test 8	Best	Pred	% Pred
Time (hh:mm:ss)	08:15:46	08:16:39	08:17:25	08:17:58	*08:18:31						
FVC (L)	4.31	4.50	4.55	4.56	4.59				4.59	4.61	99.6
FEV1 (L)	3.38	3.39	3.42	3.42	3.42				3.42	3.92	87.2
PEF (L/min)	529	617	612	611	602				617	556	111.0
FEF25-75 (L/s)	2.90	2.64	2.67	2.64	2.60				2.60	4.76	54.6
Accepted	Yes	Yes	No	Yes	Yes				Yes		

*: best individual test with highest FVC + FEV1 sum.

Repeatability

FVC Repeatability: 30 mL	FEV1 Repeatability: 0 mL
-----------------------------	-----------------------------

Рис. 8. Спирограмма больного бронхиальной астмой с частично контролируемым течением

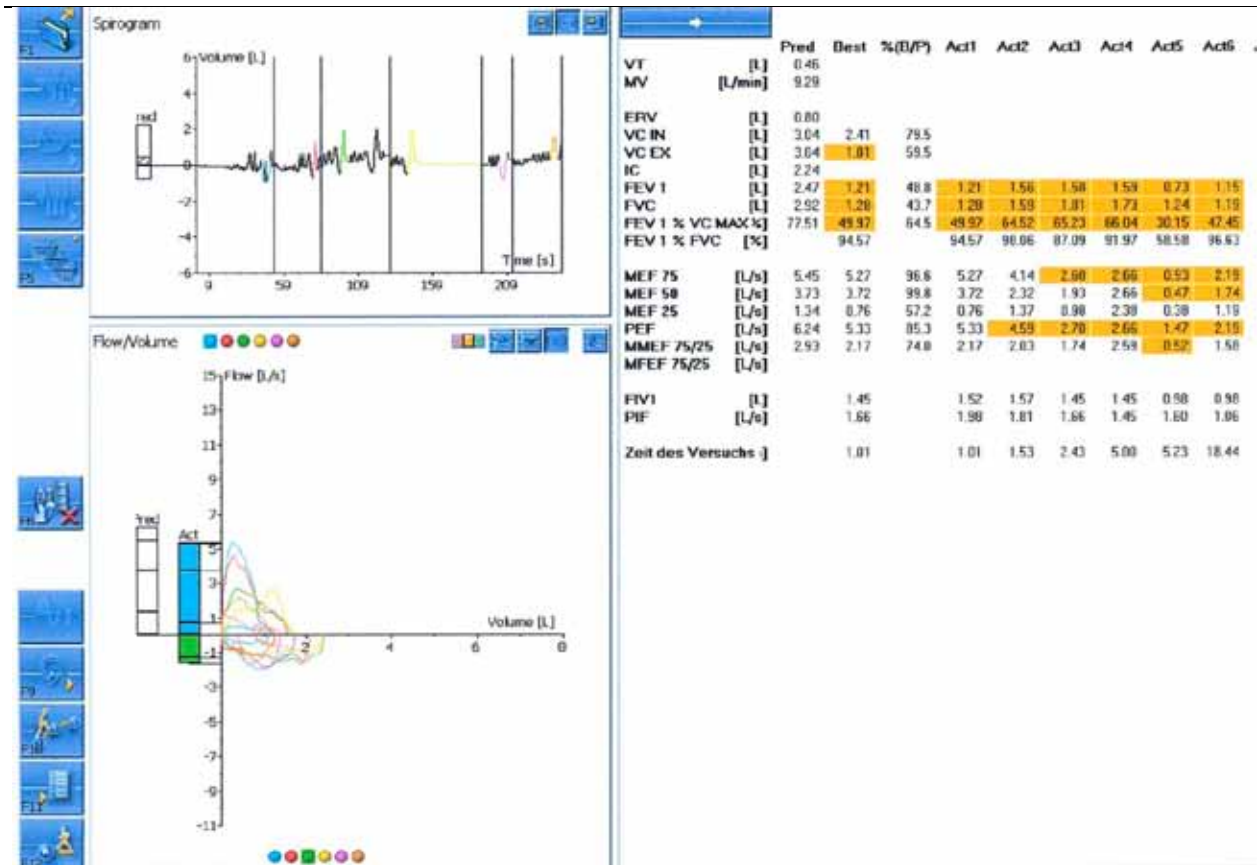


Рис. 9. Пример плохого комплаенса в выполнении исследования

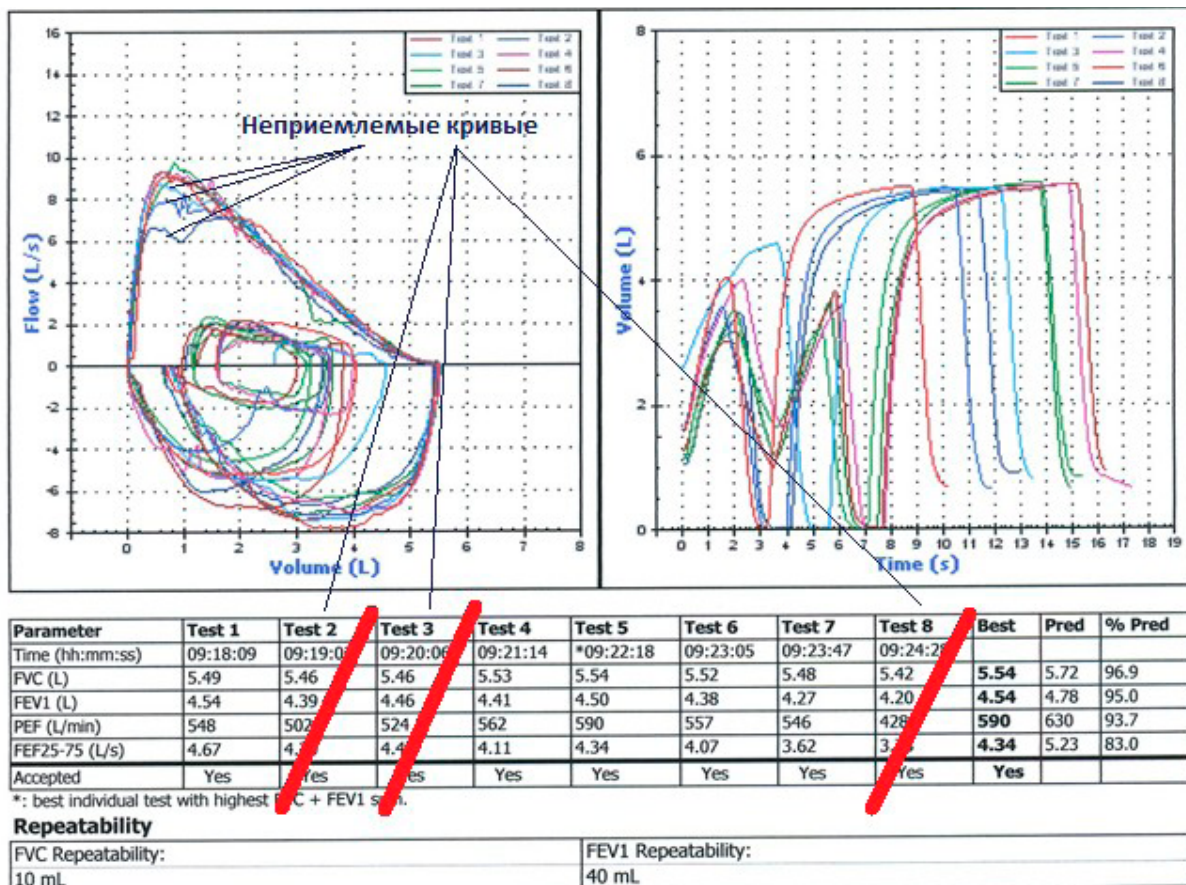


Рис. 10. Для достижения критериев приемлемости и воспроизводимости можно делать до 8 попыток

между наибольшим и наименьшим значением – 120 мл, по $ОФВ_1$ (FEV_1) – 4,54 л (наибольшее значение), затем идут 4,50 л, 4,46 л, 4,41 л, 4,39 л, 4,38 л и т.д. $ОФВ_1$ хорошо воспроизводим (разница менее 150 мл) в 4 попытках.

Однако если посмотреть на графическое изображение – видно, что три кривые (попытки 2, 3, 8) неприемлемы – на кривой форсированного выдоха дополнительные дыхательные маневры. Причем если бы мы видели только данные этих кривых без графика, только цифры (табл. 2), можно было бы подумать, что исследование проведено хорошо, результаты воспроизводимы. Однако эти 3 кривые неприемлемы для оценки и интерпретации! Только полноценно представленный результат – когда мы можем видеть и кривые, и цифровые данные – может стать основой для трактовки.

Показатель	Тест 2	Тест 3	Тест 8
ФЖЕЛ (FVC)	5,46	5,46	5,42
$ОФВ_1$ (FEV_1)	4,39	4,46	4,20

Литература

1. Полянская, М. А. Спирометрия в вопросах и ответах [Текст] / Полянская М. А. // Медицинская газета «Здоров'я України». – 2009. – № 2/1. – С. 38–39.
2. Феценко, Ю. И. Основы спирометрии и ее особенности при ХОЗЛ [Текст] / Ю. И. Феценко, Л. А. Яшина, М. А. Полянская // Астма та алергія. – 2012. – № 2. – С. 22–27.
3. Coates, A. Spirometry in primary care [Text] / Coates A., Srahan B., McFadden R. et al. // Can. Respir. J. – 2010. – Vol. 20, № 1. – P. 13–21.
4. Cooper, B. G. An update on contraindications for lung function testing. 2010 [Электронный ресурс] / B. G. Cooper. – Режим доступа: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20671309>.
5. Levya, M. Diagnostic Spirometry in Primary Care: Proposed standards for general practice compliant with American Thoracic Society and European Respiratory Society recommendations Primary Care [Text] / M. Levya, P. Quanjer, R. Bookerc // Respiratory J. – 2009. – Vol. 18, № 3. – P. 130–147.
6. Miller, M. R. Standardisation of spirometry. ATS / ERS task force: standardisation of lung function testing [Text] / Miller M. R. et al. // Eur. Respir. J. – 2005. – Vol. 26. – P. 319–338.
7. Quanjer, P. Become an Expert in Spirometry. 2012 [Электронный ресурс] / P. Quanjer. – Режим доступа: <http://www.spirxpert.com/indices7.htm>.
8. Queensland Health Spirometry Training Program [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ilearn.health.qld.gov.au/login/index.php> 17.

ПРОВЕДЕННЯ СПІРОМЕТРІЇ В КЛІНІЧНІЙ ПРАКТИЦІ. ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПРОЯВИ БРОНХООБСТРУКТИВНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ (КЛІНІЧНІ ПРИКЛАДИ)

М. О. Полянська

Резюме

Спірометрія – поширене інформативне дослідження, яке широко використовується в клінічній практиці. Проте оскільки основні дихальні маневри при цьому дослідженні потребують максимальних зусиль, в ряді випадків проведення спірометрії – небажане чи взагалі протипоказане. Докладання максимальних зусиль (за відсутності протипоказань) може спричинити небажані прояви, це також треба мати на увазі. Протипоказання та небажані прояви щодо спірометрії наведено у статті. Значну увагу приділено процесу аналізу спірограми, детально на клінічних прикладах висвітлено етапи оцінки, відбір тестів, придатних або непридатних для подальшого аналізу.

Ключові слова: спірометрія, хронічне обструктивне захворювання легень, бронхіальна астма

Науково-практичний журнал «Астма та алергія», 2013, № 4

М. О. Полянська

ДУ «Національний інститут фізіології і пульмонології ім. Ф. Г. Яновського НАМН України», 03680, Україна, Київ, вул. Амосова, 10
тел./факс: 38044 275 62 42
e-mail: polianska@ifp.kiev.ua

IMPLEMENTATION OF SPIROMETRY IN CLINICAL PRACTICE. FUNCTIONAL EXPRESSION OF BRONCHOOBSTRUCTIVE DISEASES (CLINICAL EXAMPLES)

М. А. Polianska

Summary

Spirometry is a widespread, informative study, which is widely used in clinical practice. But since the main respiratory maneuvers in this study require maximum effort, in some cases, conducting spirometry undesirable or even contraindicated. Application of maximum effort (in the absence of contraindications) may cause undesirable manifestations, it must be borne in mind. Contra-indications and adverse manifestations on spirometry are given in the article. Much attention is paid to the analysis process of spirogram. The stages of evaluation and selection of tests, suitable or not suitable for further analysis is described in details on clinical examples.

Key words: spirometry, chronic obstructive pulmonary disease, bronchial asthma.

Theoretical and practical J. «Asthma and allergy», 2013, 4.

М. О. Polianska

SO «National Institute of Phthysiology and Pulmonology named after F. G. Yanovsky NAMS of Ukraine», 03680, Ukraine, Kyiv, M. Amosova str., 10
tel./fax: 38044 275 62 42
e-mail: polianska@ifp.kiev.ua