

УДК 615.471.036:616

Ю. И. Фещенко, Л. А. Яшина, М. А. Полянская

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

Основы спирометрии и ее особенности при хроническом обструктивном заболевании легких

Ключевые слова: функция внешнего дыхания, спирометрия, ХОЗЛ, функциональные критерии.

Нарушения проходимости дыхательных путей играют ключевую роль в патогенезе бронхообструктивных заболеваний. Оценить наличие бронхообструкции, степень ее выраженности, ответ на лечение позволяет исследование функции внешнего дыхания (ФВД).

Наиболее простым, доступным и высокоинформативным из имеющихся на сегодняшний день методов исследования является спирометрия — метод, позволяющий измерить основные объемы и емкости легких, изменения которых являются основополагающими для постановки диагноза хронического обструктивного заболевания легких (ХОЗЛ), бронхиальной астмы (БА).

Аббревиатуры обозначений основных объемов и емкостей легких приводим в русском и английском вариантах.

Объемы, определяемые при спокойном маневре

Дыхательный объем ДО (VT) — объем воздуха, который человек вдыхает или выдыхает при обычном спокойном дыхании.

Резервный объем выдоха $PO_{\text{вд.}}$ (ERV) — объем воздуха, который человек может выдохнуть от уровня спокойного выдоха до максимально глубокого выдоха.

Резервный объем вдоха $PO_{\text{вд.}}$ (IRV) — объем воздуха, который человек может вдохнуть от уровня спокойного вдоха до максимально глубокого вдоха.

Объемы, определяемые при форсированном маневре

Объем форсированного выдоха за первую секунду $O_{\text{ФВ}_1}$ (FEV₁), мгновенные объемные скорости на разных уровнях форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ), на уровне крупных, средних и мелких бронхов — МОС 25–75 (MMEF).

Объемы измеряются непосредственно при выполнении маневров, а емкости — это сумма объемов, просто говоря — нечто, что их вмещает. Таким образом, емкость вдоха $E_{\text{вд.}}$ (IC) — по сути, количество воздуха, которое человек может вдохнуть от уровня спокойного вдоха до уровня максимально глубокого вдоха — сумма (ДО + $PO_{\text{вд.}}$); жизненная емкость легких — ЖЕЛ (VC) — количество воздуха, которое человек может максимально вдохнуть или выдохнуть от уровня максимально глубокого выдоха или, соответственно, вдоха — сумма ($E_{\text{вд.}}$ + $PO_{\text{вд.}}$).

ЖЕЛ, ФЖЕЛ, $O_{\text{ФВ}_1}$, $E_{\text{вд.}}$, $PO_{\text{вд.}}$ измеряются в литрах, пиковая объемная скорость выдоха и мгновенные скорости выдоха на уровнях 25 %, 50 %, 75 % ФЖЕЛ измеряются в литрах за секунду.

На рисунке 1 графически изображены эти объемы и емкости, плюс еще один объем, определяемый при другом, более сложном исследовании — общей плетизмографии тела — остаточный объем легких ООЛ (RV) — тот объем воздуха, который остается в легких после максимально глубокого выдоха, и общая емкость легких ОЕЛ (TLC) — сумма (ЖЕЛ + ООЛ).

Спирометрия — это исследование методически простое в выполнении, но в большой степени зависящее от волевого усилия обследуемого. От точности выполнения дыхательных маневров зависит достоверность исследования и интерпретация полученных результатов, объем назначаемого лечения. Поэтому настоятельно рекомендуется, чтоб на распечатке было графическое изображение исследования, а не только цифровое. Врач, оценивающий результат, сможет тогда сам грамотно оценить исследование. Обычно при правильном обучении пациента, при точном

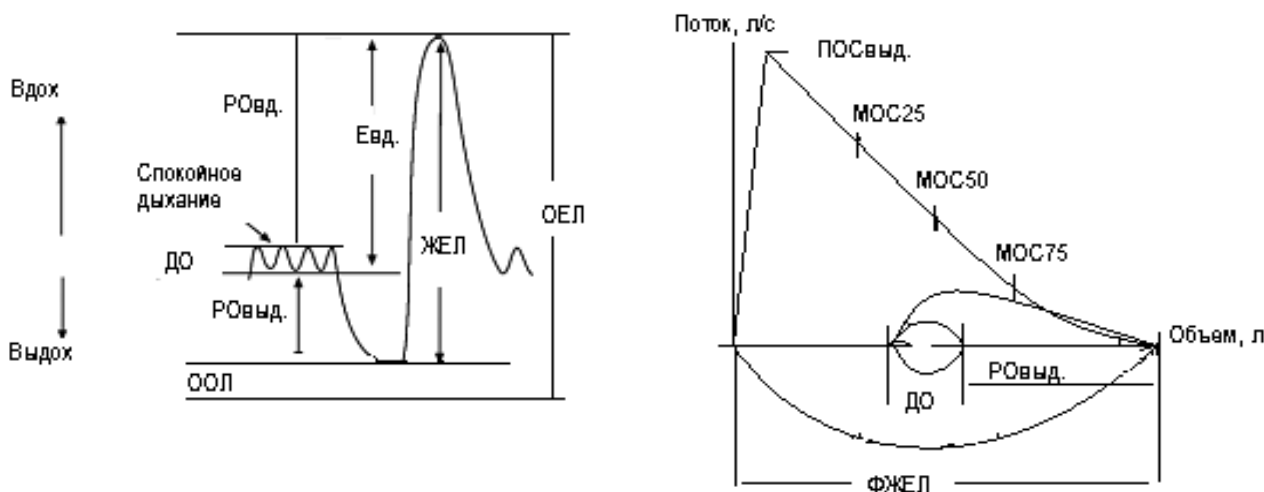


Рис. 1. Основные объемы и емкости легких

следовании инструкции несложно получить достоверные результаты.

Начинается исследование с беседы с пациентом, во время которой врач заполняет паспортную часть с указанием паспортных данных (ФИО), даты рождения, пола, роста больного (возраст, пол и рост — основные параметры, определяющие должные величины для каждого конкретного случая). Должные значения высчитываются автоматически, они были выделены по результатам масштабных исследований тысяч здоровых лиц с учетом именно этих параметров. Должные значения приняты Европейским респираторным обществом (ERS) и ECHRS, хотя в различных странах могут применяться и другие должные значения (в зависимости от местных особенностей).

Рекомендуется указывать массу тела пациента, поскольку у людей с ожирением могут быть измененные показатели ФВД, но определяемые не наличием заболевания дыхательных путей, в физиологическими особенностями, например, высоким стоянием и уплощением диафрагмы.

Далее следует ознакомить пациента с техникой спирометрии, подробно описать, при необходимости — продемонстрировать правильную технику выполнения дыхательных маневров.

Исследование рекомендуется проводить в утренние часы, до приема бронхолитических препаратов. Одежда пациента должна быть достаточно свободной, не сковывающей движений грудной клетки; натощак — не обязательное условие, допустим легкий завтрак, но не рекомендуется пить кофеинсодержащие напитки и курение на протяжении 2 часов до начала исследования.

Если пациент принимает бронхолитические препараты, нужно соблюдать сроки их вымывания перед исследованием ФВД. Для β_2 -агонистов короткого действия (сальбутамол, беротек, комбинированные бронхолитики короткого действия в одном ингаляторе) — 6 часов, бронхолитиков длительного действия — β_2 -агонистов длительного действия и их комбинации с ингаляционными кортикостероидами (сальметерол

и формотерол) — 12 часов, индакатерола и холинолитика длительного действия — 36 часов (так как длительность их действия — более 24 часов).

Положение пациента при проведении исследования — сидя, спина прямая, ноги стоят параллельно, руки на коленях. Нос зажимается специальной клеммой, ртом нужно плотно охватить загубник, не оставляя щелей в углах рта (исследователь должен следить за этим на протяжении всего исследования — дыхательный поток должен поступать в замкнутый контур полностью, не допускается утечка вне его). Позвоночник выпрямлен, голову следует держать ровно, не наклонять.

Наиболее часто в клинической практике проводят спокойную спирометрию (позволяет измерить ЖЕЛ и емкость вдоха) и форсированную (измерение ФЖЕЛ, ОФВ₁, ПОС_{выд.}, МОС 25, 50, 75 %).

Маневр спокойной спирометрии: пациент дышит спокойно, равномерно, рекомендуемая частота дыхания — 18–20 в минуту. Обычно достаточно 5 спокойных дыхательных циклов (вдох–выдох) для стабильного состояния. Выполнять маневр ЖЕЛ можно как начиная с максимально глубокого выдоха, затем максимально глубокий вдох (этот показатель иногда называется ЖЕЛ_{вд.}), после чего продолжить спокойное дыхание, так и наоборот — после обычного выдоха сделать максимально глубокий вдох, затем максимально глубокий выдох (ЖЕЛ_{выд.}). Суть показателя от этого не меняется — это ЖЕЛ.

Выполняя маневр спокойной спирометрии, лучше добиться небольшой фазы плато в конце маневра, что может служить гарантией того, что пациент вдохнул и выдохнул действительно на уровне максимальной амплитуды (рис. 2).

Во время спокойного маневра определяется также емкость вдоха — после спокойного равномерного дыхания (нужно следить за тем, чтобы все дыхательные циклы были равномерными, глубина спокойных выдохов была на одной линии, это очень важно для определения Е_{вд.}) пациент спокойно выдыхает до уровня нормального обычного выдоха и максимально глубоко

Spirogram

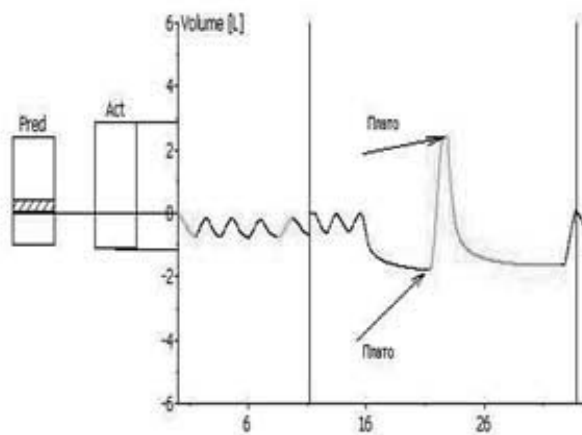


Рис. 2. При выполнении маневра спокойной спирометрии (определение ЖЕЛ) рекомендуется достичь небольшой фазы плато на максимуме выдоха и вдоха, чтоб удостовериться в полноте выполнения маневра

вдыхает (этот маневр подобен началу маневра определения ЖЕЛ_{выд.}), далее он продолжает дышать обычно.

Следующий дыхательный маневр — **форсированная спирометрия**. Начинается он также с нескольких спокойных дыхательных циклов, после чего пациент делает максимально глубокий вдох и практически сразу (время на размышления и подготовку к выдоху у него — до 1,5 секунды) — максимально сильный и длительный выдох, на пределе своих возможностей. Длительность выдоха должна быть не менее 6 секунд или по достижении стадии плато (когда уже нечего выдыхать, ровная линия на спирограмме, параллельная оси абсцисс) — на протяжении 1–2 секунд. После этого делается обычный (или форсированный, если цель — оценить объем форсированного вдоха) вдох.

После выполнения дыхательного маневра сначала визуально оценивают приемлемость кривой.

По критериям приемлемости кривой на ней не должно быть артефактов. К артефактам относятся: кашель, смыкание голосовых связок, преждевременное завершение дыхательного маневра или его прерывание, дыхательный маневр проводится не на максимальном уровне, утечка воздуха, закупорка загубника, дополнительные дыхательные маневры, обратная экстраполяция (затянувшаяся задержка на высоте максимального вдоха перед форсированным выдохом, более 80 мс), длительность форсированного выдоха менее 6 секунд или недостижение фазы плато на выдохе. На рисунке 3 представлен пример приемлемой попытки при проведении спирометрии.

Очень частым артефактом при проведении спирометрии является кашель, поскольку сильный кашлевой толчок имитирует высокие скорости на разных уровнях ФЖЕЛ. Кашля при проведении маневров следует избегать, но в отдельных случаях пациент не может выполнить форсированный выдох, не закашлявшись, кашель может повторяться из попытки в попытку. Принципиальное значение кашель имеет на протяжении первой секунды выдоха, такая попытка засчитываться однозначно не должна; если кашля не избежать и он возникает после первой секунды, им можно пренебречь, но это надо указать в комментарии к исследованию (рис. 4).

Необходимо получить не менее 3 приемлемых кривых (удовлетворяющих критериям приемлемости), после чего проанализировать воспроизводимость — наибольшие значения ОФВ₁ и ФЖЕЛ должны отличаться от ближайших к ним по величине не более чем на 150 мл (рис. 5), причем наибольшие и ближайшие к ним ОФВ₁ и ФЖЕЛ не обязательно должны быть из одной попытки.

Если при проведении трех попыток все критерии соблюдены, дальше попытки можно не продолжать; если нет — исследование продолжается до получения нужной воспроизводимости, или до достижения 8 попыток, или до момента, когда пациент не может или не хочет продолжать исследование.

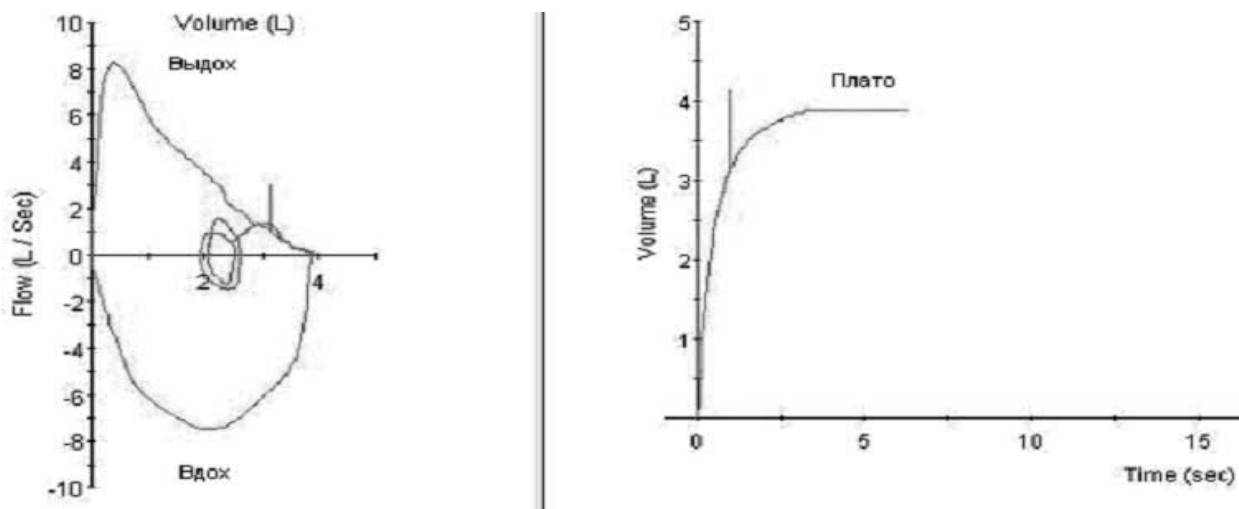


Рис. 3. Приемлемая попытка спирограммы: отсутствие артефактов, наличие острого пика на кривой выдоха, длительность выдоха не менее 6 секунд

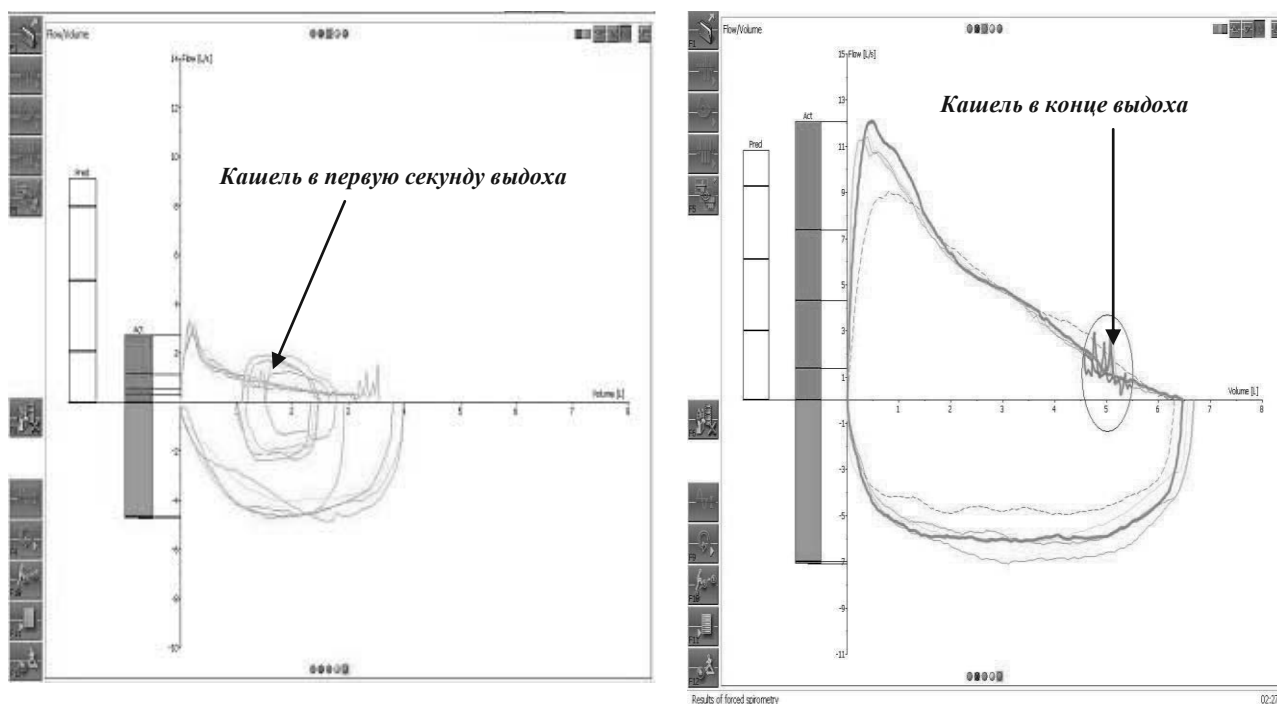
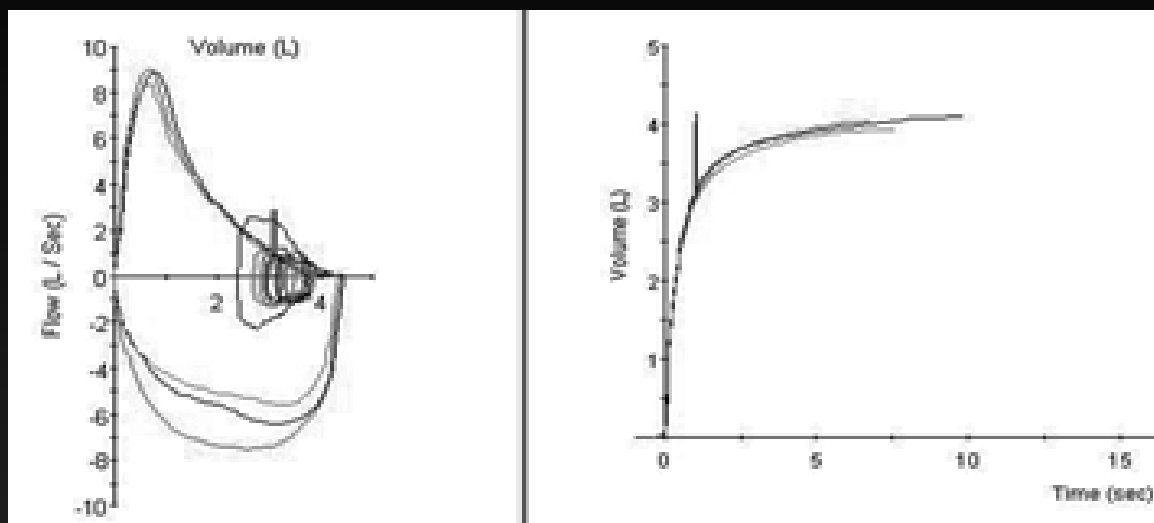


Рис. 4. Графическое изображение кашля



Кривые приемлемы

Time	Select	1-Lp	Test	415	FVC	FVC	FEV1	FEV1
					absolute	Predict	absolute	Predict
Predicted					5.16	100	3.89	100
Pre								
09:30:26	✓	✓			4.09	79	3.15	81
09:32:13	✓	✓			4.04	78	3.09	79
09:33:16	✓	✓			3.93	76	3.03	78

Попытки воспроизводимы

Рис. 5. Пример правильно выполненной спирограммы с соблюдением всех критериев приемлемости и воспроизводимости

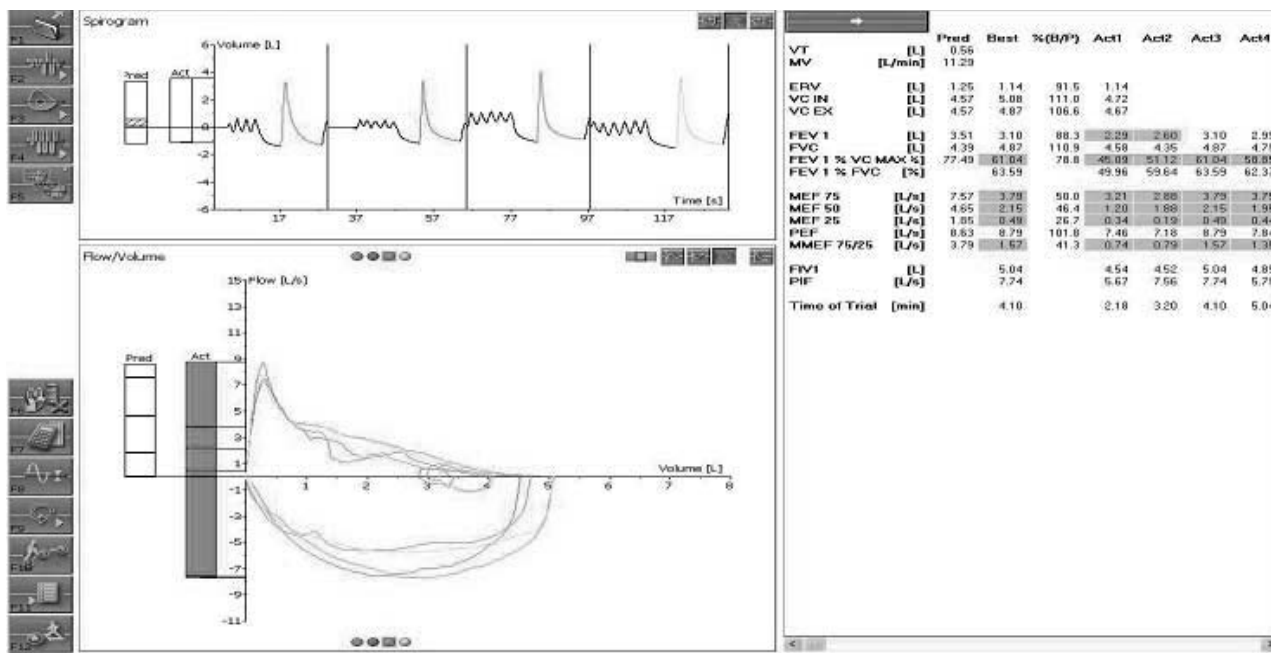


Рис. 6. После приема бронхолитика ОФВ₁ (FEV₁) 3,1 л (долж. 3,51 л), 88,3 % должных (в пределах нормального значения показателя), ФЖЕЛ (FVC) 4,87 л, 110,9 % должных (в пределах нормальных значений показателя), соотношение ОФВ₁/ФЖЕЛ – 0,63 – ниже 0,7, что подтверждает наличие стойкой бронхообструкции

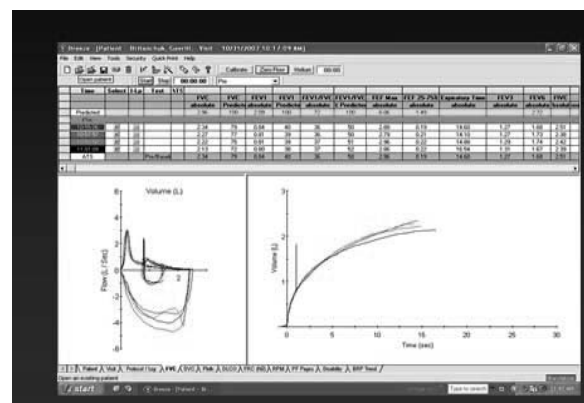
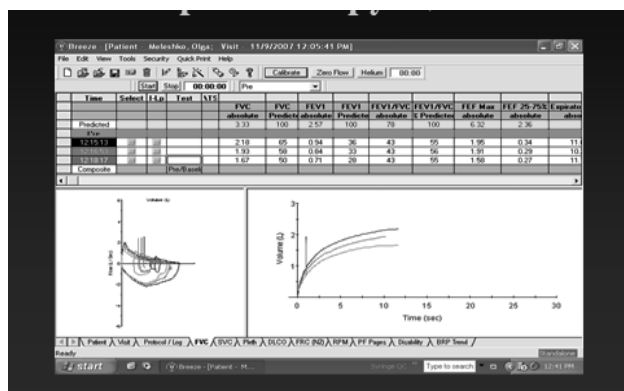


Рис. 7. Характерная вогнутая нисходящая часть кривой выдоха: А – пример выраженной бронхообструкции; Б – пример очень тяжелой бронхообструкции, кривая характерна для больных с эмфиземой

Границы нормальных значений ОФВ₁, ФЖЕЛ, их соотношения приведены в таблице [1].

Таблица Границы нормальных значений ОФВ ₁ , ФЖЕЛ, их соотношения	
Показатель	Нормальные значения (95 % конфиденциальный интервал), %
ОФВ ₁	80–120
ФЖЕЛ	80–120
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ	В пределах 5 % от должного

Еще раз остановимся на трактовке длительности форсированного выдоха. Стандартная длительность форсированного выдоха – не менее 6 секунд или достижение

фазы плато на протяжении 1–2 секунд. Здоровые лица очень часто выдыхают всю ЖЕЛ на протяжении первых 3–4 секунд форсированного выдоха. В этом случае фаза плато будет достигнута ранее 6 секунд.

У больных тяжелым ХОЗЛ, тяжелой астмой форсированный выдох, как правило, затруднен, затянут. Чем более выражена бронхообструкция – тем больше время до достижения фазы плато, в ряде случаев она не достигается на протяжении 12, 15, 20 секунд и более. В таких случаях не нужно непременно добиваться ее достижения, вполне достаточно, чтобы выдох длился около 15 секунд, больше не стоит, это изнуряет пациента.

В последние годы ведется речь о том, что у больных с тяжелой бронхообструкцией вместо недостижимой ФЖЕЛ следует применять другой показатель – объем форсированного выдоха за 6 секунд (ОФВ₆). Вносятся

предложения в таких случаях применять соотношение $ОФВ_1/ОФВ_0$ как альтернативу $ОФВ_1/ФЖЕЛ$.

В норме соотношение $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ должно быть более 0,7, лишь у людей очень пожилого возраста в норме это соотношение может быть меньше — 0,7–0,65.

Согласно последним рекомендациям GOLD [2] снижение соотношения $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ после приема бронхолитика (β_2 -агониста короткого действия, например, 400 мкг сальбутамола или другого препарата в эквивалентной дозе) ниже 0,7 указывает на наличие стойкой бронхообструкции и валидизирует диагноз ХОЗЛ (рис. 6), причем прирост $ОФВ_1$ в пробе с бронхолитиком самостоятельного диагностического и дифференциально-диагностического значения не имеет. Если прирост составляет 400 мл и более — это позволяет заподозрить у больного БА, если 200 мл (как раньше считалось) — это предел индивидуальной вариабельности и не исключает ни ХОЗЛ, ни БА.

Если присутствует основной функциональный критерий ХОЗЛ, степень тяжести бронхообструкции определяют по значениям $ОФВ_1$ (также после приема бронхолитика). Согласно этому положению выделяют 4 степени ХОЗЛ, так называемая спирометрическая классификация по GOLD (2011 год) [2]:

- GOLD 1 (легкая бронхообструкция): $ОФВ_1 \geq 80\%$ должного;
- GOLD 2 (умеренная): $50\% \leq ОФВ_1 < 80\%$ должного;
- GOLD 3 (тяжелая): $30\% \leq ОФВ_1 < 50\%$ должного;
- GOLD 4 (очень тяжелая): $ОФВ_1 < 30\%$ должного.

На рисунке 6 спирометрическая картина соответствует GOLD 1.

Если в результате пробы с бронхолитиком показатели спирометрии приходят в норму — это не ХОЗЛ.

Визуальные характеристики бронхообструкции на кривой форсированного выдоха: вогнутая часть нисходящей части кривой форсированного выдоха (это заметно уже на рис. 6: показатели $ОФВ_1$ и $ФЖЕЛ$ в пределах нормы, но соотношение $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ ниже 0,7, нисходящая часть кривой выдоха становится вогнутой — визуальный признак обструкции), чем более выражена бронхообструкция — тем более вогнутая эта часть кривой (рис. 7).

Литература

1. *Spirometry for health care providers* (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease). — Режим доступа : http://www.goldcopd.org/uploads/users/files/GOLD_Spirometry_2010.pdf.

2. *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease*. — Режим доступа : http://www.goldcopd.org/uploads/users/files/GOLD_Report_2011_Feb21.pdf.

ОСНОВИ СПІРОМЕТРІЇ ТА ЇЇ ОСОБЛИВОСТІ ПРИ ХРОНІЧНОМУ ОБСТРУКТИВНОМУ ЗАХВОРЮВАННІ ЛЕГЕНЬ

Ю. І. Фещенко, Л. О. Яшина, М. О. Полянська

Резюме. У статті викладено основні показники, що отримують при проведенні спірометрії, методику її проведення, критерії прийнятності та відтворювання дослідження, критерії функціонального діагнозу хронічного обструктивного захворювання легень, засновані на міжнародних рекомендаціях (GOLD).

Ключові слова: функція зовнішнього дихання, спірометрія, ХОЗЛ, функціональні критерії.

BASICS OF SPIROMETRY AND IT'S PARTICULARITIES IN CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE

U. I. Feshchenko, L. A. Iashyna, M. A. Polianska

Summary. Main indices, which we can assess during spirometry examination, methodics of it's carrying out, criteria of acceptability and repeatability, criteria of functional diagnosis of COPD are presented in this article.

Key words: function of external breathing, spirometry, COPD, functional criteria.