

Подходы к ранней диагностике бронхиальной обструкции

П. В. Стручков, д.м.н., проф., зав. кафедрой клинической физиологии и функциональной диагностики¹, зав. отделением функциональной диагностики²

М. Ю. Каменева, д.м.н., ведущий научный сотрудник³

И. А. Маничев, к.ф.-м.н., научный сотрудник⁴

В. Г. Щербицкий, к.ф.-м.н., директор⁴

Н. А. Рудникова, ассистент кафедры клинической физиологии и функциональной диагностики¹, врач отделения функциональной диагностики²

Н. Л. Бондаренко, к.м.н., главный врач²

А. В. Петемкин, к.м.н., зам. главного врача²

О. Е. Борисова, ассистент кафедры клинической физиологии и функциональной диагностики¹, врач отделения функциональной диагностики²

¹ФГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации ФМБА России», г. Москва,

²ФГБУЗ «Клиническая больница № 85» ФМБА России, г. Москва

³ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург

⁴ООО «Белинтелмед», Респ. Беларусь, г. Минск;

Methodical approaches to the early diagnosis of bronchial obstruction

P. V. Struchkov, M. Yu. Kameneva, I. A. Manichev, V. G. Chserbitskiy, N. A. Rudnikova, N. L. Bondarenko, A. V. Potemkin

Institute of Postgraduate Education of the Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russian Federation; Clinical Hospital N85 of the Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russian Federation; Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation; LLC Belintelmed, Minsk, Belarus

Резюме

В статье рассмотрены ранние диагностические признаки бронхиальной обструкции у курящих лиц — обструкции малых дыхательных путей. Показано, что более информативными спирометрическими признаками дистальной обструкции являются скоростные показатели в конце форсированного выдоха и СОС25–75 по сравнению с ОФВ1, ФЖЕЛ и ОФВ1/ФЖЕЛ. Показана информативность капнометрии и методики вымывания азота, позволяющих выявить изменения на уровне респираторной зоны легких при нормальных спирометрических показателях.

Ключевые слова: спирометрия, обструкция, ранняя диагностика, капнометрия, методика вымывания инертных газов, метод форсированных осцилляций.

Summary

The early signs of bronchial obstruction in smokers — obstruction of the small airways are discussed in the article. It is shown that the more informative spirometric signs of distal obstruction are flow measured at the end of the flow-volume curve and FEF25–75 versus FEV1, FVC and FEV1/FVC. Diagnostic value of capnometry and nitrogen washout test are shown, which make the possibility to identify changes of the respiratory zone and small airways obstruction with normal spirometric values.

Key words: spirometry, obstruction, early diagnosis, capnometry, nitrogen washout test, forced oscillation technique.

Основными нарушениями легочной вентиляции являются обструктивный и рестриктивный синдромы. При этом более типичным для наиболее распространенных заболеваний органов дыхания: хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) и бронхиальной астмы — является синдром бронхиальной обструкции.

При рассмотрении разных уровней дыхательных путей от гортани до альвеол можно выделить следующие варианты обструкции: обструкция проксимальных отделов дыхательных путей, которая может быть связана со стенозом трахеи и крупных бронхов, трахеобронхиальной дискинезией, обструкцией проксимальных

бронхов при бронхите (отек, гиперсекреция, воспалительная инфильтрация стенки бронха), деформацией бронхов. Дистальная обструкция дыхательных путей — мелких бронхов диаметром менее 2 мм, может быть связана с бронхитическим механизмом (сужение бронхов, в частности, связанное с воспалительным процессом) и эмфизематозным механизмом (потеря эластической поддержки стенки мелких бронхов) [1]. Изолированная обструкция дистальных отделов дыхательных путей (малых дыхательных путей) минимально сказывается на общем бронхиальном сопротивлении, может длительное время не сопровождаться одышкой

и кашлем, таким образом, достаточно долго может протекать бессимптомно (что и определило условное название дистальных дыхательных путей «немой зоной легких»). Кроме того, обструкция дистальных отделов дыхательных путей, как правило, не дает явных признаков обструкции при спирометрии, поскольку вклад периферических дыхательных путей в общее сопротивление дыханию невелик и не превышает 20 процентов [2]. Помимо этого, низкая информативность спирометрии в отношении обструкции такой локализации связана с плохой воспроизводимостью скоростных показателей в конце форсированного выдоха.

С другой стороны, ХОБЛ, ведущим этиологическим фактором которой является курение [3, 4] часто начинается с ацинуса, с поражения мелких бронхов. Это достаточно длительно не отражается на спирометрических показателях обструкции. Поэтому раннюю диагностику бронхиальной обструкции можно свести к решению клинической задачи — ранней диагностики ХОБЛ — диагностике дистальной обструкции до стадии спирометрических изменений, при нормальных или малоизмененных показателях ОФВ1 и ОФВ1/ЖЕЛ. Кроме того, выявление дистальной бронхиальной обструкции важно и для выявления некоторых вариантов бронхиальной астмы с преимущественным поражением малых дыхательных путей [5]. Имеется также обширная группа диффузных паренхиматозных заболеваний легких, при которых первичным локусом поражения является респираторная зона легких и при которых вопросы диагностики обструктивных нарушений не менее актуальны [6]. Обструкция дыхательных путей может быть проявлением саркоидоза органов дыхания, экзогенного аллергического альвеолита, легочного лангергансочелюстного гиалиноза, лимфангиолейомиоматоза и др. В то же время, курение может искажать функциональную картину заболеваний этой группы, обычно проявляющихся рестриктивным синдромом. Примером тому служит формирование эмфиземы у курильщиков с идиопатическим легочным фиброзом [7]. Поражение респираторной зоны может сопровождаться тяжелой дыхательной недостаточностью с артериальной гипоксемией при нормальных спирометрических показателях с подтверждением артериальной гипоксемии по снижению PaO_2 , и/или увеличению альвеоларно-артериального градиента по кислороду ($P_{[A-a]O_2}$).

К предполагаемым ранним признакам обструкции дыхательных путей можно отнести следующие:

- 1) вогнутая форма кривой поток-объем форсированного выдоха с наибольшим «прогибом» в конечной части при обязательном условии качественно проведенного спи-

рометрического исследования, которое, согласно критериям ATS/ERS 2005 года [8] включает следующее: продолжительность форсированного выдоха не менее 6 секунд у взрослого, время достижения пика скорости в первые 100 мс форсированного выдоха, величина обратного экстраполированного объема форсированного выдоха менее 150 мл или менее 5 % ФЖЕЛ, объем выдохнутого воздуха за последнюю секунду форсированного выдоха менее 25 мл [8, 9],

- 2) изменение структуры общей емкости легких (ОЕЛ) с увеличением величины остаточного объема легких (ООЛ), функциональной остаточной емкости легких, ООЛ/ОЕЛ, а часто, особенно при выраженной обструкции, и увеличением ОЕЛ [10]. При этом структура ОЕЛ может быть оценена либо при бодиплетизмографии, либо методом разведения индикаторного газа (в частности, гелия). Следует помнить, что изменение ОЕЛ и структуры не всегда сопровождается обструктивными нарушениями, поэтому основным методом диагностики обструкции бесспорно является спирометрия,
- 3) сравнение кривой потока-объем при дыхании воздухом и при дыхании гелиево-кислородной смесью, когда при дыхании гелиевой смесью не происходит значимого увеличения скоростных показателей кривой поток-объем в ее средней и конечной частях,
- 4) увеличение объема закрытия легких, выявляемого методом вымывания азота при однократном глубоком вдохе кислородом. Признаком обструкции малых дыхательных путей при этом является увеличение объема закрытия и емкости закрытия легких [11],
- 5) увеличение времени клиренса легких от инертного газа (вымывание азота, гелия, SF6) при многократном дыхании, что отражает увеличение неравномерности легочной вентиляции и косвенно указывает на обструкцию малых дыхательных путей. При этом выявляется увеличение индекса

очищения легких (lung clearance index). Одновременно метод позволяет измерить величину ФОЕ, которая при обструкции малых дыхательных путей, как правило, увеличена [11],

- 6) наличие выраженной частотной зависимости резистивного компонента общего дыхательного сопротивления (respiratory resistance — Rrs), выявляемое при использовании метода форсированных осцилляций. Патологическая частотная зависимость возникает за счет преимущественного увеличения Rrs при низкой частоте осцилляций, что связано с развитием патологического процесса в периферических отделах легких. Возможность оценить состояние периферических отделов дыхательных путей относится к преимуществам этого метода и позволяет эффективно применять его для выявления ранних обструктивных нарушений [12, 13].
- 7) косвенно на обструкцию малых дыхательных путей могут указывать признаки неравномерного распределения вентиляции и кровотока при капнометрии, что проявляется увеличением наклона альвеоларной фазы капнограммы, увеличением доли мертвого пространства в дыхательном объеме и, нередко, альвеоларной гипервентиляцией [14].

Оценить состояние периферических отделов легких позволяют современные лучевые методы. Непосредственное измерение размера малых дыхательных путей и толщины их стенки описано Z. Yang и соавт., при использовании компьютерной томографии легких — attenuation profile matching method [15]. Измеренная толщина стенки малых дыхательных путей у больных ХОБЛ ($1,16 \pm 0,23$ мм) значительно превышала таковую у здоровых лиц ($0,6 \pm 0,18$ мм).

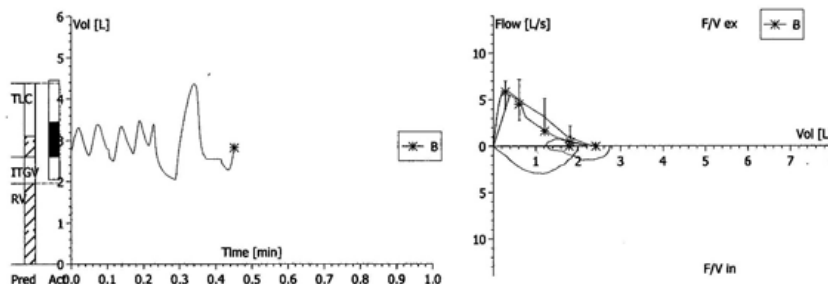
На сегодняшний день в большинстве кабинетов функциональной диагностики из функциональных исследований внешнего дыхания наиболее часто проводится только спирометрия. Однако, как было отмечено выше, спирометрия более надежно выявляет

обструктивные нарушения проксимальных отделов дыхательных путей и менее информативна в выявлении дистальной обструкции. В Стандартах ATS/ERS 2005 года [16] указывается на признаки изолированной дистальной бронхиальной обструкции при спирометрии в тех случаях, когда имеется «вогнутый» вид конечной части кривой поток-объем форсированного выдоха с преимущественным снижением показателей СОС25–75 и скоростных показателей в конце форсированного выдоха по сравнению с ОФВ1. Однако подчеркивается, что эти признаки не являются специфическими признаками дистальной обструкции у конкретного пациента. Это связано с тем, что не всегда пациент сохраняет должное усилие в конце форсированного выдоха и не всегда полноценно завершает форсированный выдох (см. вышеуказанные критерии правильного выполнения маневра ФЖЕЛ). На рис. 1 представлен пример предположительно изолированной дистальной бронхиальной обструкции у женщины 69 лет без зарегистрированного клинического заболевания органов дыхания. Следует обратить внимание на соблюдение правил выполнения маневра ФЖЕЛ: длительность форсированного выдоха 6,98 с, время достижения пика скорости — 0,05 с. Зарегистрированы нормальные величины ЖЕЛ (99% должной), ФЖЕЛ (104% долж.), ОФВ1 (93% долж.), ОФВ1/ЖЕЛ = 73,8%, что для данного возраста является нормальным. Однако отмечено снижение СОС25–75 (46,8% долж.), МОС 50 (49,3% долж.), МОС25 (42,1% долж.) — скоростных показателей в средней части и в конце форсированного выдоха. Должные величины определялись по Р.Ф. Клементу и соавт. [17]. Обращает внимание «вогнутый» характер кривой поток-объем. Указанные признаки позволяют предположить обструкцию дистальных дыхательных путей (малых дыхательных путей).

Учитывая то, что в генезе ХОБЛ курение является одним из основных этиологических факторов, нами было проанализировано изменение спирометрических показателей кривой поток-объем форсированного выдоха

ДР: 28.06.1947 Возраст: 69 лет
Пол: жен Рост: 158,0 см
Вес: 71,0 kg

Спирометрия MasterScreen - Erich Jaeger



Дата измерения		Д		В	%(B/P)
Время измерения		13.04.17		10:44:08	
VC MAX	[L]	2.43	2.41	99.4	
VC IN	[L]	2.43	2.31	95.4	
VC EX	[L]	2.43	2.41	99.4	
IC	[L]	1.78	1.86	104.1	
VT	[L]	0.51	0.85	167.1	
BF	[L/min]	20.00	15.78	78.9	
MV	[L/min]	10.14	13.37	131.8	
ERV	[L]	0.64	0.56	86.4	
IRV	[L]		1.01		
FVC	[L]	2.32	2.41	104.2	
FEV 1	[L]	1.92	1.78	93.0	
FEV 1 % VC MAX	[%]	75.99	73.83	97.2	
FEV 1 % VC EX	[%]	75.99	73.83	97.2	
FEV 1 % VC IN	[%]	75.99	76.99	101.3	
FEV 1 % FVC	[%]		73.83		
PEF	[L/s]	5.51	5.85	106.2	
MEF 75	[L/s]	4.96	4.50	90.7	
MEF 50	[L/s]	3.31	1.63	49.3	
MEF 25	[L/s]	1.04	0.44	42.1	
MMEF 75/25	[L/s]	2.55	1.19	46.8	
FET PEF	[s]		0.05		
FET	[s]		6.98		

Заключение:

Бронхиальная обструкция легкой степени. ЖЕЛ и ФЖЕЛ в пределах нормы.

Рисунок 1. Пример спирограммы пациента с вероятной обструкцией дистальных дыхательных путей. Объяснение в тексте. Исследование проведено на спироанализаторе «MasterScreen Body» Erich Jaeger GmbH (Германия).

в трех группах пациентов: курящих и некурящих мужчин, не имеющих в анамнезе каких-либо хронических болезней легких, с разным значением индекса курящего человека (ИКЧ): 1 группа — некурящих (243 человека, возраст $41,3 \pm 12$ лет), 2-я группа — курящих с ИКЧ менее 10 пачка-лет (74 человека, возраст $34,6 \pm 8,1$ лет), 3-я группа — курящие с ИКЧ 10 пачка-лет и более (86 человек, возраст $39,6 \pm 8,8$ лет). Данные представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы, достоверные различия выявлены только в группе многокурящих (ИКЧ=10 пачка-лет и более) по сравнению с некурящими и малокурящими (ИКЧ менее 10 пачка-лет). При этом различий по показателям ФЖЕЛ и ОФВ1 не отмечено. Выявляются различия только по по-

казателю СОС25–75. Скоростные показатели МОС25, МОС50 и МОС75 различались только в группах некурящих и многокурящих. Для дальнейшей проверки достоверности различия спирометрических показателей у курящих и некурящих лиц было проведено их сравнение в группе некурящих и объединенной группе курящих (ИКЧ более и менее 10) с нормальным значением ОФВ1, т.е. без явных спирометрических признаков обструкции (при нормальном значении ОФВ1/ЖЕЛ и ОФВ1 более 85% долж.) Данные представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2 различий по показателям ФЖЕЛ и ОФВ1 у курящих по сравнению с некурящими не выявлено. Достоверные различия отмечены по скоростным показате-

Таблица 1
Сравнение спирометрических показателей в группах некурящих (ИКЧ=0), малокурящих (ИКЧ= менее 10 пачка-лет) и многокурящих (ИКЧ=10 пачка-лет и более). (M±m)*, Me (25;75)**

Показатель. % к должной	Группа 1 ИКЧ = 0 (243чел.) (M±m)* Me (25;75)**	Группа 2 ИКЧ = 1–9 (74 чел.) (M±m)* Me (25;75)**	Группа 3 ИКЧ 10 и более (86 чел.) (M±m)* Me(25;75)**	P12	P13	P23
Возраст, лет	41,3±12	34,6±8,1	39,6±8,8	<0,05	н.д.	<0,05
ФЖЕЛ,%	109 (99,3;119)	112±12,6	110±10,8	н.д.	н.д.	н.д.
ОФВ1,%	108 (98;118)	109±14	107 (95;113)	н.д.	н.д.	н.д.
ПОСвыд,%	107 (90;122)	108±20	105±18	н.д.	н.д.	н.д.
МОС25,%	103 (79;118)	100±25	92±23	н.д.	н.д.	<0,05
МОС50,%	86,8±35,3	95±30	84±25	н.д.	н.д.	<0,05
МОС75,%	78±34,8	85±27	73±24	н.д.	н.д.	<0,05
СОС25–75,%	97,5 (72;112)	97±27	87±25	н.д.	<0,05	<0,05

Показатели: ФЖЕЛ — форсированная жизненная емкость легких, ОФВ1 — объем форсированного выдоха за 1 с, ПОСвыд. — пиковая объемная скорость выдоха, МОС25 — мгновенная объемная скорость выдоха на уровне выдоха первых 25% ФЖЕЛ, МОС50 — мгновенная объемная скорость выдоха на уровне выдоха 50% ФЖЕЛ, МОС75 — мгновенная объемная скорость выдоха на уровне выдоха 75% ФЖЕЛ, СОС25–75 — средняя объемная скорость выдоха на уровне выдоха 25–75% ФЖЕЛ. В таблице показатель МОС75 соответствует скорости в конце форсированного выдоха.

Примечания: * — проверка значимости различий в случае нормального распределения значений показателей в группе; ** — проверка значимости различий в случае ненормального распределения значений показателей в группе. Достоверные различия при $p < 0,05$, н.д. — различия недостоверны.

лям: в начале форсированного выдоха (МОС25) и средней объемной скорости СОС25–75. Таким образом у курящих, у которых можно ожидать начало развития обструктивных нарушений, отмечается преимущественной снижение скоростных показателей при неизменных значениях ОФВ1 и ФЖЕЛ.

Таким образом, различия спирометрических показателей у курящих лиц по сравнению с некурящими в нашем исследовании касались только скоростных показателей кривой поток-объем форсированного выдоха при нормальных значениях ФЖЕЛ и ОФВ1.

Естественно, трудно выделить «чистые» группы некурящих, мало- и многокурящих, поскольку нельзя отрицать факт пассивного курения у тех, кто активно не курит. Нельзя

также исключить изменение ИКЧ со временем у конкретного человека, как и влияние других факторов внешней среды, таких как запыленность, аллергены, аэрозоли в воздухе, которые могут оказывать существенное воздействие на функциональное состояние легких у предрасположенных лиц. Все это заставляет искать иные методические подходы для выявления ранних признаков поражения легких, в частности, малых дыхательных путей как ранних признаков обструктивной болезни легких.

Одним из косвенных методов, отражающих обструкцию дистальных дыхательных путей является капнометрия. Метод позволяет непрерывно измерять концентрацию (парциальное давление) углекислого газа в процессе спокойного дыха-

ния [18, 19]. Он отражает равномерность распределения соотношения вентиляции и кровотока в легких. Наиболее частой причиной нарушения этой равномерности являются обструкция малых дыхательных путей, выраженная в разной степени в разных участках легкого, нарушения эластических свойств легких, нарушения микроциркуляции в легких, очаговые воспалительные и фиброзные процессы в легочной ткани [20]. Использование капнометрии для выявления ранних обструктивных нарушений отражено в работе В. П. Сильвестрова и соавт. [21]. По данным З. В. Воробьевой [22] при ХОБЛ нарушения на капнограмме выявлялись на ранней стадии (стадии предболезни), когда обструктивные нарушения при спирометрии еще не выявлялись. Особенности изменений капнограммы у курящих лиц с разной степенью бронхиальной обструкции были опубликованы нами ранее [14]. Были сделаны следующие выводы: 1) развитие бронхиальной обструкции даже легкой степени у больных ХОБЛ сопровождается увеличением уровня альвеолярной вентиляции и развитием неравномерности распределения вентиляции и кровотока в легких, 2) курение приводит к нарушениям распределения вентиляции и кровотока в легких по аналогии с таковыми при бронхиальной обструкции. Эти наруше-

Таблица 2
Сравнение спирометрических показателей в группах некурящих и объединенной группе курящих со значением ОФВ1 не менее 85% должной). (M±m)*, Me (25;75)**

Показатель % к должной	Некурящие(243 чел.) (M±m)*, Me (25;75)**	Курящие, ОФВ1 %>=85%(149 чел.) (M±m)*, Me (25;75)**	p
ФЖЕЛ,%	109 (99,3;119)	112±11	н.д.
ОФВ1,%	108 (98;118)	108±12	н.д.
ПОСвыд.,%	107 (90;122)	108±18	н.д.
МОС25,%	103 (79;118)	98±23	<0,05
МОС50,%	87±35	92±26	н.д.
МОС75,%	78±35	81±25	н.д.
СОС25–75,%	97,5 (72;112)	94±25	<0,05

Примечание: обозначения те же, что в таблице 1.

ния могут выявляться у курящих лиц даже при отсутствии спирометрических признаков бронхиальной обструкции, 3) метод капнометрии помогает в выявлении ранних нарушений респираторной функции легких у курящих лиц даже в случае отсутствия изменений при спирометрии, 4) наиболее информативными показателями капнограммы для выявления ранних нарушений респираторной функции легких у курящих лиц являются наклон альвеолярной фазы капнограммы, особенно при глубоком выдохе.

Пример капнограммы и кривой поток-объем форсированного выдоха у курящего человека (ИКЧ = 60) представлен на рис. 2. Обращают внимание выраженные изменения капнограммы в виде резко выраженного наклона альвеолярной фазы, альвеолярная гипервентиляция при нормальной кривой поток-объем с неизменными спирометрическими показателями.

Таким образом, капнограмма в данном случае выявляет значимые изменения, характерные для обструкции при нормальных спирометрических показателях.

Другим методом, который косвенно отражает проходимость малых дыхательных путей является метод оценки равномерности легочной вентиляции с использованием методики вымывания азота при многократном дыхании [12]. Пример использования этого метода у некурящего и малокурящего молодых мужчин представлен на рис. 3.

У обоих пациентов значения ОФВ₁, ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ₁/ЖЕЛ и ОФВ₁/ФЖЕЛ, а также скоростных показателей были в пределах нормальных значений. Как видно из рис. 3, у обоих пациентов отмечалась нормальная форма кривой поток-объем форсированного выдоха. Однако у некурящего отмечено нормальное значение ФОЕ и индекса очищения легких, что отражает равномерную вентиляцию разных участков легких. У курильщика же при нормальной спирометрической картине отмечается увеличение ФОЕ (134% долж.) и увеличение индекса очищения легких (ИОЛ = 7,83, при норме менее 7), что отражает неравномерную вентиляцию

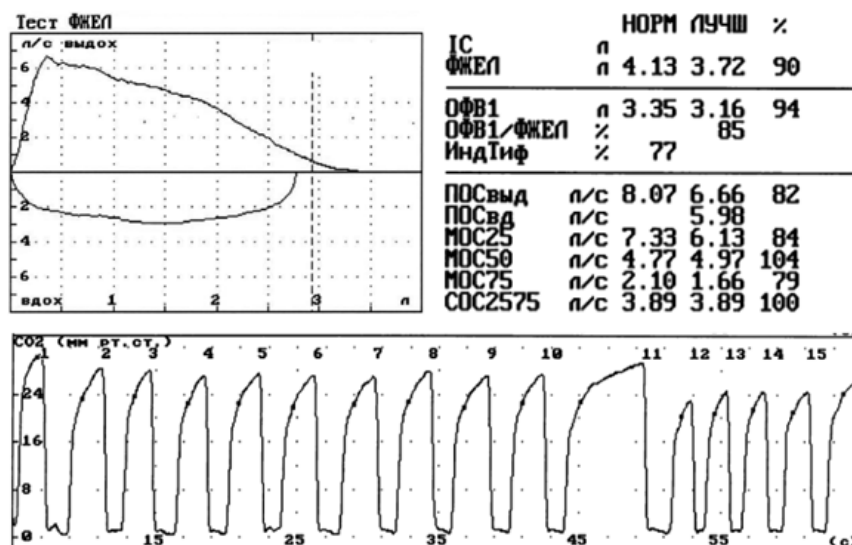


Рисунок 2. Измененная капнограмма (увеличен наклон альвеолярной фазы, альвеолярная гипервентиляция, $P_{et}CO_2 = 30$ мм рт.ст., норма 35–45 мм рт.ст.) при нормальной спирометрии (ОФВ₁ = 94% должной, ОФВ₁/ФЖЕЛ = 85%, скоростные показатели в пределах нормы) у курильщика (ИКЧ = 60). На рисунке: вверху слева — кривая поток-объем, вверху справа — показатели кривой поток-объем, внизу — капнограмма. 11-й цикл — глубокий выдох. Показатели кривой поток-объем форсированного выдоха соответствуют описанию в таблице 1. Исследование проведено на анализаторе «МАС-1» ООО «Белинтелмед» (Беларусь).

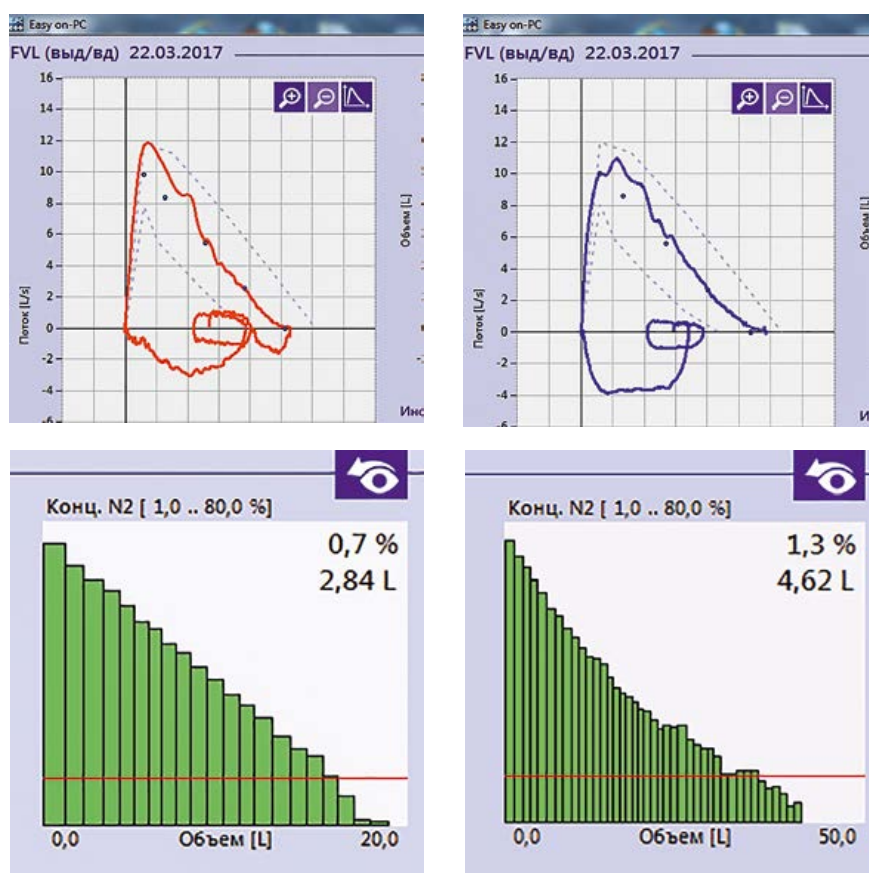


Рисунок 3. Пример кривой поток-объем и кривой вымывания азота у двух лиц: слева — некурящий (мужчина, возраст 28 лет), ФОЕ = 86% долж., Индекс очищения легких (ИОЛ = 6.00). Норма ИОЛ — менее 7. Справа — курящий (мужчина, возраст 30 лет, ИКЧ = 6), ФОЕ = 134% долж., ИОЛ = 7,83. Верхние графики — кривые поток-объем (штриховые линии — верхняя и нижняя границы индивидуальной нормы), нижние — кривые вымывания азота. Исследование проведено на анализаторе «EasyOne Pro® LAB» NDD Medizintechnik AG (Швейцария).

разных участков легких и увеличение ФОЕ, характерные для обструкции дистальных дыхательных путей.

Таким образом, широко распространенный в лечебных учреждениях метод спирометрии имеет опреде-

ленные ограничения в выявлении обструкции малых дыхательных путей и, соответственно, в ранней диагностике ХОБЛ и других заболеваний, в генезе которых преобладает, в особенности на начальном этапе, поражение респираторной зоны легких. Поэтому актуальным следует рассматривать более широкое внедрение и других методов, в частности, оценки структуры общей емкости легких, капнометрии, методов вымывания инертных газов, форсированных осцилляций. К сожалению, малая информированность врачей об этих методах является одним из сдерживающих факторов их применения.

Выводы

- 1) Спирометрией нельзя ограничить исследование внешнего дыхания: спирометрия явно не выявляет начальные обструктивные, а также рестриктивные нарушения. Нормальные спирометрические показатели не могут являться гарантией нормального состояния функции внешнего дыхания. В настоящее время имеется достаточный набор методов, позволяющих оценить функциональное состояние респираторной зоны легких и малых дыхательных путей, в частности, капнометрия, методы вымывания инертных газов, анализ структуры общей емкости легких, метод форсированных осцилляций.
- 2) У курящих лиц показатели ОФВ1 и ФЖЕЛ могут сохранять нормальные значения. Более чувствительными спирометрическими показателями, вероятно отражающими ранние обструктивные нарушения у курящих лиц, являются СОС25–75, МОС25, МОС50 и МОС75, уменьшение которых может опережать появление типичных спирометрических признаков обструкции, таких как снижение ОФВ1/ФЖЕЛ и ОФВ1.
- 3) С учетом лучшей воспроизводимости показателя СОС25–75 по сравнению с МОС25, МОС50 и МОС75 его целесообразно оценивать в динамике при многолетнем наблюдении.

- 4) Для диагностики ранних обструктивных нарушений целесообразно проведение капнометрии перед спирометрическим исследованием или использование метода вымывания инертного газа после выполнения спирометрии.

Список литературы

1. Кольцун С. С. Система интерпретации функционального состояния внешнего дыхания в пульмонологии. Автореферат дисс.— М., 1999.— 52 с.
2. Кузнецова В. К., Любимов Г. А. Механика дыхания // Физиология дыхания / Отв. ред. И. С. Бреслав, Г. Г. Исаев.— СПб.: Наука, 1994.— С. 54–104.
3. Чучалин А. Г., Авдеев С. Н., Айсанов З. Р. и др. Российское респираторное общество. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению хронической обструктивной болезни легких. Пульмонология. 2014; 3: 15–54.
4. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. GOLD; 2018
5. Van der Wiel E., ten Hacken NH., Postma DS, et al. Small-airways dysfunction associates with respiratory symptoms and clinical features of asthma: a systematic review. J Allergy Clin Immunol. 2013; 131 (3): 646–657.
6. American Thoracic society / European Respiratory society international multidisciplinary consensus: classification of the idiopathic interstitial pneumonias. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2002; 165(2): 277–304.
7. Чучалин А. Г., Авдеев С. Н., Айсанов З. Р. и др. Диагностика и лечение идиопатического легочного фиброза. Федеральные клинические рекомендации. Пульмонология. 2016; 26 (4): 399–419.
8. M. R. Miller, et al. (M. R. Miller, J. Hankinson, V. Brusasco, F. Burgos, R. Casaburi, A. Coates, R. Crapo, P. Enright, C. P. M. van der Grinten, P. Gustafsson, R. Jensen, D. C. Johnson, N. MacIntyre, R. McKay, D. Navajas, O. F. Pedersen, R. Pellegrino, G. Viegi and J. Wanger) Standardisation of spirometry/ Series "ATS/ERS Task force: Standardisation of lung function testing" // Eur. Respir. J. 2005; Vol. 26.— P. 319–338.
9. Методические рекомендации по использованию метода спирометрии. Российское респираторное общество (утверждены МЗ РФ в 2016 г.). М., 2016. 36 с.
10. Гриппи М. А. Патофизиология легких. Пер. с англ. Изд. 2-е испр.— М. СПб: ЗАО Издательство «Бином», «Невский диалект», 1999–344 с.
11. Consensus statement for inert gas washout measurement using multiple- and single breath tests. ERS/ATS Consensus statement. Eur. Resp. J. 2013, 41–507–522
12. Каменева М. Ю., Савушкина О. И., Черняк А. В. Импульсная осциллометрия. В кн.: Легочные функциональные тесты: от теории к практике. Руководство для врачей / под ред. О. И. Савушкиной, А. В. Черняка. М.: Фирма Стром, 2017: 121–148.

13. Савушкина О. И., Черняк А. В., Каменева М. Ю., Крюков Е. В., Зайцев А. А. Возможности импульсной осциллометрии в диагностике обструкции дыхательных путей легкой степени выраженности. Пульмонология. 2018; 28(4): 391–398.
14. П. В. Стручков, О. Е. Борисова, А. В. Иванушкина, О. С. Цека, А. В. Потемкин, Е. О. Цека, И. А. Маничев, В. Г. Щербицкий. О значении капнометрического исследования при обследовании курящих лиц с начальными проявлениями хронической обструктивной болезни легких. Пульмонология, 2015, 25(2): 167–174
15. Yang Z., Jin H., Kim JH. Attenuation profile matching: An accurate and scan parameter-robust measurement method for small airway dimensions in low-dose CT scans. Med Phys. The International J. of Medical Physics Research and Practice. 2018. <https://doi.org/10.1002/mp.13074>
16. R. Pellegrino et al. (R. Pellegrino, G. Viegi, V. Brusasco, R. O. Crapo, F. Burgos, R. Casaburi, A. Coates, C. P. M. van der Grinten, P. Gustafsson, J. Hankinson, R. Jensen, D. C. Johnson, N. MacIntyre, R. McKay, M. R. Miller, D. Navajas, O. F. Pedersen and J. Wanger) Interpretative strategies for lung function tests/ Series "ATS/ERS Task force: Standardisation of lung function testing" // Eur. Respir. J. 2005; Vol. 26.— P. 948–968
17. Клемент Р. Ф., Лаврушин А. А., Тер-Погосян П. А. и др. Инструкция по применению формул и таблиц должных величин основных спирографических показателей.— Л.: Ленуприздат, 1986.— 79 с.
18. Виницкая Р. С., Лузмер Т. С., Коганова Н. А. Применение инфракрасного газоанализатора СО2 для анализа альвеолярного воздуха. В кн.: Новые приборы газового анализа в современной медицине. Казань; 1967: 158–165.
19. Бокша В. Г., Карпов А. П. Изучение дыхательной функции легких методом капнографии. Терапевтический архив. 1972; 44 (8): 36–39.
20. West J. Respiratory Physiology. Translated from English. М: Мир; 1988 (in Russian).
21. Сильвестров В. П., Семин С. Н., Марцинковский В. Ю. Возможности капнографии в ранней диагностике обструктивных нарушений вентиляции. Терапевтический архив. 1989; 61 (3): 91–94.
22. Воробьева З. В. Функция внешнего дыхания при хронической обструктивной болезни легких в стадии 0 (ноль). Функциональная диагностика. 2005; 2: 29–32

