



Клиническая значимость спирометрии при хронической обструктивной болезни легких

А.В. Черняк

Ограничение воздушного потока – главный патофизиологический критерий хронической обструктивной болезни легких. В статье выясняются причины ограничения воздушного потока, описываются методы измерения скорости воздушного потока. Доказывается, что метод спирометрии позволяет с высокой информативностью проанализировать состояние легочной вентиляции, диагностировать ограничение воздушного потока и оценить его динамику на фоне терапии и с течением времени.

Ключевые слова: хроническая обструктивная болезнь легких, ограничение воздушного потока, спирометрия.

В соответствии с пересмотром 2011 г. Глобальной стратегии диагностики, лечения и профилактики хронической обструктивной болезни легких (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD)) данная патология является заболеванием, которое *характеризуется постоянным, обычно прогрессирующим ограничением воздушного потока*, связанным с нарастающим хроническим воспалительным процессом в бронхах и легких в ответ на действие частиц или газов [1]. Таким образом, главный патофизиологический критерий хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) – ограничение воздушного потока.

Для того чтобы понять причины, приводящие к ограничению воздушного потока, необходимо рассмотреть упрощенную модель легких, представленную на рис. 1, где легкие являются упругим эластическим баллоном, а дыхательные пути представлены трубкой.

Скорость воздушного потока (V) можно вычислить по формуле

$$V = \Delta P / R,$$

где ΔP – градиент давления, или движущее давление; R – сопротивление дыхательных путей.

Движущее давление – это разница между давлением в альвеолах (альвеолярным давлением) и давлением в ротовой полости. В свою очередь альвеолярное давление представляет собой сумму плеврального давления и давления, создаваемого эластической паренхимой легких. Следо-

вательно, воздушный поток зависит от двух параметров, которые тесно связаны друг с другом: альвеолярного давления (паренхима легких) и сопротивления дыхательных путей.

К снижению скорости воздушного потока приводит как увеличение сопротивления дыхательных путей (хроническое воспаление при ХОБЛ вызывает структурные изменения и сужение мелких бронхов), так и деструкция паренхимы (эмфизема). Деструкция легочной паренхимы, также являющаяся результатом воспаления, приводит к потере прикрепления альвеол к мелким бронхам и уменьшению эластической тяги легких; в свою очередь, эти изменения уменьшают способность дыхательных путей оставаться раскрытыми во время выдоха [1]. Степень преобладания того или другого компонента различается у разных больных с ХОБЛ.

В клинической практике скорость воздушного потока измеряют при форсированном выдохе с помощью пневмотахометрии (метод, который в общеврачебной практике обычно называют спирометрией форсированного выдоха или форсированной спирометрией, далее мы будем использовать этот термин). Метод заключается в измерении скорости воздушного потока, современные

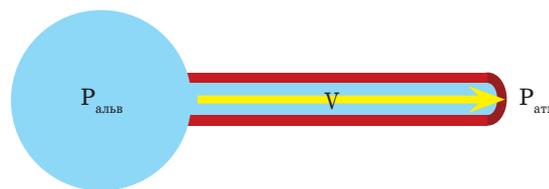


Рис. 1. Упрощенная модель легких. $P_{\text{альв}}$ – альвеолярное давление, V – скорость воздушного потока, $P_{\text{атм}}$ – атмосферное давление.

Александр Владимирович Черняк – канд. мед. наук, зав. лабораторией функциональных и ультразвуковых методов исследования ФГБУ “НИИ пульмонологии” ФМБА России, Москва.



спирометры позволяют оценивать основные параметры (объем, скорость потока и время) и их взаимосвязь с помощью кривой “объем–время” (спирограммы) и кривой “поток–объем” (КПО). Основными показателями форсированной спирометрии являются форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за 1-ю секунду (ОФВ₁) и их отношение (ОФВ₁/ФЖЕЛ). Отношение ОФВ₁/ФЖЕЛ является модификацией индекса Тиффно (отношение ОФВ₁ к максимальному объему воздуха, который можно вдохнуть после полного спокойного выдоха (ЖЕЛ_{вд})).

Объем форсированного выдоха за 1-ю секунду представляет собой достаточно постоянную долю ФЖЕЛ независимо от размера легких. У здорового человека это отношение составляет 0,75–0,85, но с возрастом скорость выдоха снижается в большей степени, чем объем легких, и отношение несколько уменьшается. У детей, наоборот, скорости воздушных потоков высокие, поэтому отношение ОФВ₁/ФЖЕЛ у них, как правило, выше – около 0,90. При снижении скорости воздушного потока время выдоха существенно удлиняется, поэтому ОФВ₁ и ОФВ₁/ФЖЕЛ снижаются. Форсированная жизненная емкость легких при этом может оставаться неизменной или уменьшаться, но, как правило, в меньшей степени по сравнению с ОФВ₁ (рис. 2).

Более простым для интерпретации и информативным является графическое представление результатов в виде КПО, а не спирограммы. Вогнутая форма и пологая нисходящая часть экспираторной кривой “поток–объем” свидетельствуют об обструктивных процессах (рис. 3а). При выраженной обструкции и эмфиземе легких кривая приобретает характерный излом: следующее за пиком резкое снижение скорости экспираторного потока сменяется пологим участком кривой, отражающим экспираторный коллапс дистальных отделов дыхательных путей (рис. 3б).

Для установления диагноза ХОБЛ необходимо применение бронходилататоров и повторное проведение спирометрии. Рекомендуется использовать короткодействующие бронходилататоры в максимальной разовой дозе:

- для β₂-агонистов, например сальбутамола, – 400 мкг;
- для антихолинергических препаратов, например ипратропия бромида, – 160 мкг [1].

Можно также использовать комбинацию антихолинергических препаратов и β₂-агонистов короткого действия. Дозированные аэрозольные ингаляторы должны использоваться со спейсером.

Повторное спирометрическое исследование необходимо проводить через 15 мин после инга-

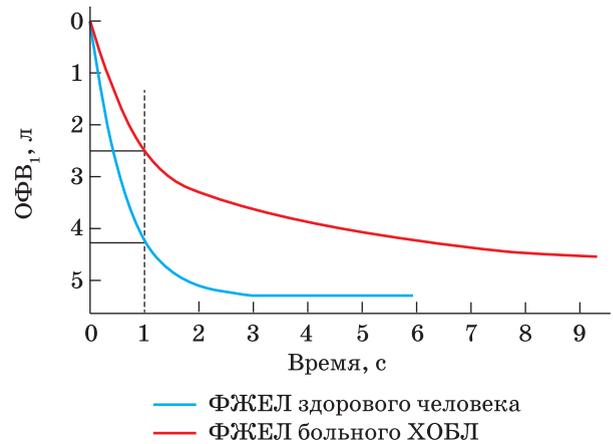


Рис. 2. Спирограмма форсированного выдоха.

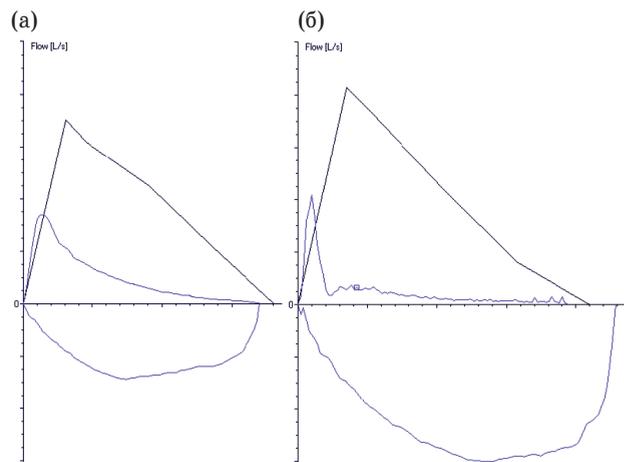


Рис. 3. Кривые “поток–объем” у больных ХОБЛ. а – “бронхитический тип” (синяя кривая); б – “эмфизематозный тип” (синяя кривая). Черная кривая обозначает должное значение максимальной скорости экспираторного потока при данном объеме легких.

ляции β₂-агонистов или через 30–45 мин после ингаляции антихолинергических препаратов или их комбинации с β₂-агонистами. Регистрируют максимальные значения как ФЖЕЛ, так и ОФВ₁ (выбирают из трех технически приемлемых дыхательных маневров). Отношение ОФВ₁/ФЖЕЛ определяют по технически приемлемой кривой, в которой сумма ФЖЕЛ и ОФВ₁ является максимальной [1].

Показатель ОФВ₁/ФЖЕЛ менее 0,70 после применения бронхорасширяющих препаратов подтверждает наличие ограничения скорости воздушного потока и, следовательно, ХОБЛ [1].

Использование фиксированного значения отношения ОФВ₁/ФЖЕЛ для определения ограничения воздушного потока может приводить к гипердиагностике ХОБЛ у лиц пожилого возраста, особенно при болезни легкого течения [2–4]. J.A. Hardie et al. обследовали пожилых людей

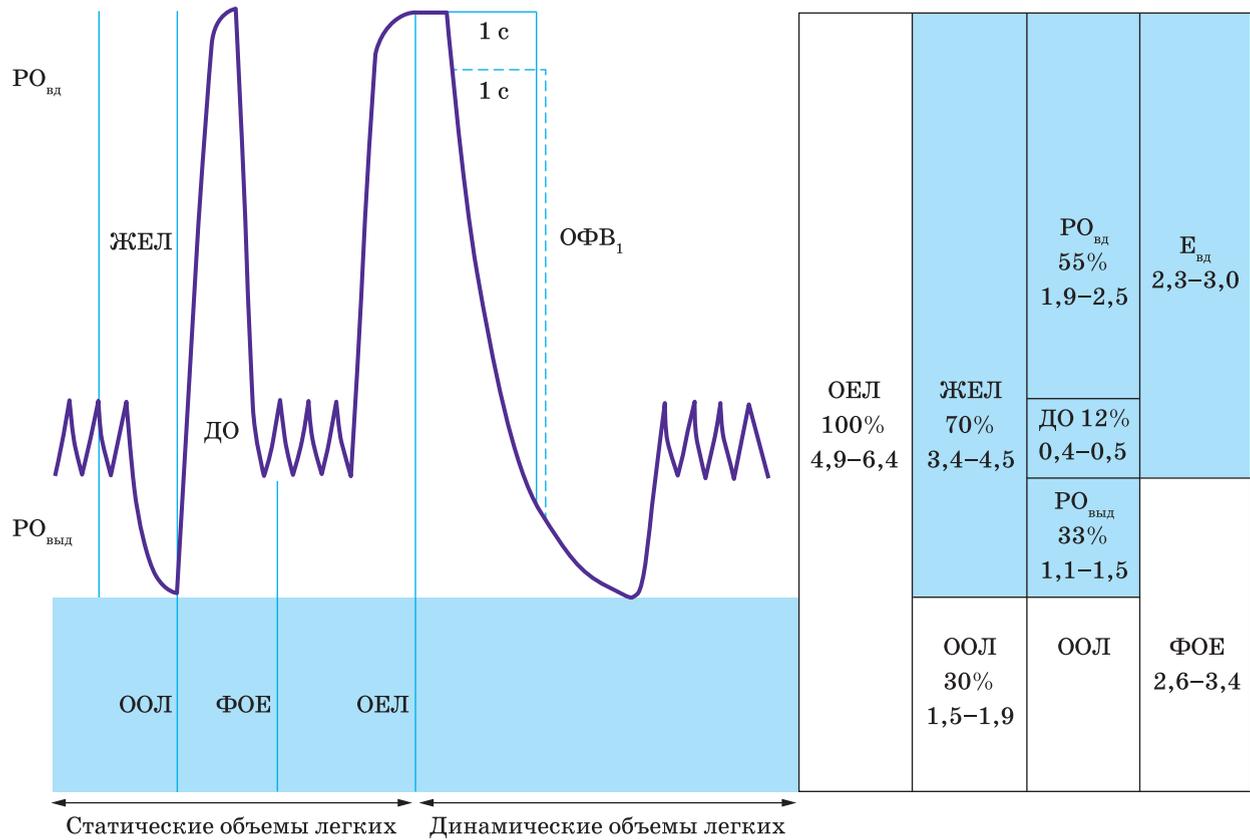


Рис. 4. Схематическое изображение статических легочных объемов и емкостей. Под термином “статические легочные объемы” подразумевают объемы легких, измерение которых не зависит от скорости изменения их воздушного наполнения. При этом общий легочный объем (общая емкость легких – ОЕЛ) представляет собой сумму мобилизуемого объема (максимального объема, который человек может вдохнуть или выдохнуть, или жизненной емкости легких (ЖЕЛ) и немобилизуемого, который остается в легких после максимально глубокого выдоха, или остаточного объема легких (ООЛ). В структуре ОЕЛ выделяют четыре объема (резервный объем вдоха (PO_{вд}), дыхательный объем (ДО), резервный объем выдоха (PO_{выд}) и ООЛ) и четыре емкости (ЖЕЛ, емкость вдоха (E_{вд}), функциональную остаточную емкость (ФОВ1) и ОЕЛ).

(старше 70 лет), которые никогда не курили и не имели респираторных симптомов, и выявили у 35% этих людей снижение ОФВ₁/ФЖЕЛ < 0,70. Этот процент увеличивался с возрастом и у лиц старше 80 лет составлял около 50% [2]. Применение нижней границы нормы (НГН) отношения ОФВ₁/ФЖЕЛ позволяет существенно снизить процент ошибок при диагностике ХОБЛ: из 2728 лиц старше 45 лет ограничение воздушного потока было выявлено в 10,9% случаев (14,7% среди мужчин и 7,2% среди женщин) при ис-

пользовании НГН и в 15,5% случаев (21,8% среди мужчин и 9,1% среди женщин) при использовании фиксированного значения 0,70 [3]. У лиц старше 65 лет ограничение потока было выявлено в 14,9 и 31,1% случаев соответственно [3]. У молодых людей (младше 45 лет) использование фиксированного значения, наоборот, приводит к гиподиагностике обструктивных нарушений: при анализе 27307 спирометрических исследований бронхиальная обструкция была выявлена у 322 людей с помощью НГН, но не фиксированного значения, все эти пациенты были моложе 40 лет [4]. Риск ошибочной диагностики ХОБЛ и излишнего лечения конкретных пациентов при использовании критерия ОФВ₁/ФЖЕЛ < 0,70 не такой высокий, поскольку в клинической практике диагноз устанавливают с учетом соответствующей клинической картины заболевания и анализа факторов риска [1].

Классификация степени тяжести ограничения воздушного потока* [1]

У пациентов с ОФВ ₁ /ФЖЕЛ < 0,70	
GOLD 1: легкая	ОФВ ₁ ≥ 80% от должного
GOLD 2: средней тяжести	50% ≤ ОФВ ₁ < 80% от должного
GOLD 3: тяжелая	30% ≤ ОФВ ₁ < 50% от должного
GOLD 4: крайне тяжелая	ОФВ ₁ < 30% от должного

* На основании спирометрических данных после ингаляции бронходилататора.

При диагностике ХОБЛ необходимо также оценить выраженность ухудшения бронхиальной проходимости. Для классификации степени



тяжести ограничения воздушного потока при ХОБЛ используют степень отклонения $ОФВ_1$ после применения бронхорасширяющих препаратов от должного значения (таблица).

Проведение спирометрии после бронходилататора необходимо для диагностики и оценки ХОБЛ, но проба не является методом дифференциальной диагностики с бронхиальной астмой и не позволяет прогнозировать течение ХОБЛ. Так, бронходилатационную пробу (с помощью спейсеров ингалировали 400 мкг сальбутамола и 80 мкг ипратропия бромидом) проводили трижды у 660 больных с ХОБЛ. Процент больных, реакция у которых была отрицательной, был практически постоянным и составил 58–62% на каждом визите. При этом у 16% больных ($n = 103$) бронходилатационная проба была положительной каждый раз, тогда как у 32% ($n = 213$) – каждый раз отрицательной [5]. Была выявлена достоверная корреляционная связь между процентным изменением $ОФВ_1$ и исходным $ОФВ_1$ ($r = -0,44$; $p < 0,0001$) [5].

Спирометрия форсированного выдоха играет, таким образом, важную роль в диагностике и оценке ХОБЛ, но нужно помнить, что существует лишь слабая корреляция между $ОФВ_1$ и симптомами заболевания, качеством жизни [1]. Поэтому, кроме ограничения воздушного потока, с помощью спирометрии можно, пусть и косвенно, оценить гиперинфляцию легких и наличие “воздушных ловушек”. Увеличение сопротивления дыхательных путей и снижение движущего давления замедляет опустошение альвеол и ведет к гиперинфляции легких. Статическая гиперинфляция легких – повышение воздушности легочной ткани вследствие неполного опорожнения альвеол на выдохе. О наличии статической гиперинфляции свидетельствует повышение функциональной остаточной емкости легких (ФОЕ). Тогда как повышение объема, который остается в легких после максимально глубокого выдоха, или остаточного объема легких (ООЛ) является следствием преждевременного закрытия мелких дыхательных путей и задержки воздуха в альвеолах после максимально глубокого выдоха и указывает на наличие “воздушных

ловушек”. Спирометрия не позволяет измерить ООЛ и ФОЕ, для этого необходимо применение более сложных и дорогостоящих технологий (например, разведение газов или бодиплетизмография). Но спирометрия позволяет оценить динамику этих показателей по изменению ЖЕЛ и инспираторной емкости легких ($E_{вд}$) соответственно (рис. 4).

При нарастании обструктивных нарушений скорость воздушного потока прогрессивно падает, ФОЕ увеличивается, а $E_{вд}$ синхронно снижается. Было показано, что динамика клинических симптомов (одышка, физическая работоспособность) после применения как β_2 -агонистов короткого действия [6], так и антихолинергических препаратов [7] у больных с ХОБЛ достоверно коррелировала с динамикой степени гиперинфляции, а не со степенью тяжести ограничения воздушного потока. Кроме того, статическая гиперинфляция (отношение $E_{вд}/ОЕЛ$) является независимым от $ОФВ_1$ фактором, позволяющим предсказать выживаемость пациентов с ХОБЛ [8].

Таким образом, метод спирометрии, обладая простотой и доступностью, позволяет с высокой информативностью проанализировать состояние легочной вентиляции, диагностировать ограничение воздушного потока и оценить его динамику на фоне терапии и с течением времени. Метод не требует больших затрат времени и практически не имеет противопоказаний. Современные спирометры в силу компактности и удобства использования могут применяться в любых учреждениях здравоохранения.

Список литературы

1. Глобальная стратегия диагностики, лечения и профилактики хронической обструктивной болезни легких (пересмотр 2011 г.) / Пер. с англ. под ред. А.С. Белевского. М., 2012.
2. Hardie J.A. et al. // Eur. Respir. J. 2002. V. 20. P. 1117.
3. Hwang Y.I. et al. // J. Korean Med. Sci. 2009. V. 24. P. 621.
4. Aggarwal A.N. et al. // Respir. Care. 2011. V. 56. P. 1778.
5. Calverley P.M. et al. // Thorax. 2003. V. 58. P. 659.
6. Черняк А.В. и др. // Пульмонология. 2003. № 1. С. 51.
7. O'Donnell D.E. et al. // Am. J. Respir. Crit. Care Med. 1999. V. 160. P. 542.
8. Casanova C. et al. // Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2005. V. 171. P. 591.