

Обновленные отечественные рекомендации по спирометрии. Часть 2. Оценка результатов спирометрии. Комментарии и предложения по использованию

М. Ю. Каменева¹, Л. Д. Кирюхина^{2,3}, П. В. Стручков^{4,5}

¹ ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Минздрава России

² ФГБУ «Научно-исследовательский институт пульмонологии» ФМБА России, Москва

³ ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России

⁴ Академия постдипломного образования ФГБУЗ ФНКЦ ФМБА России, Москва

⁵ ФГБУЗ Клиническая больница № 85 ФМБА России, Москва

РЕЗЮМЕ

Во второй части статьи рассматриваются правила оценки результатов спирометрии и построения заключения с учетом последних международных и национальных рекомендаций. Рассмотрены разные системы должных величин, обращено внимание на достоинства системы GLI-2012 и оценки по z-критерию. Приводятся градации отклонения показателей от должной величины. Рассмотрены разные варианты внутрилегочной и внелегочной обструкции. Приведены признаки обструктивных нарушений при спирометрии и возможных указаний на рестриктивные и смешанные нарушения вентилиции. Представлен алгоритм оценки спирометрических показателей, обращено внимание на частые ошибки в интерпретации результатов спирометрии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: спирометрия, легочные функциональные тесты, вентиляционные нарушения, должные величины, нижняя граница нормы, z-оценка, бронходилатационный тест, бронходилатационный ответ.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Updated national guidelines for spirometry. Part 2. An Approach to Interpreting Spirometry

M. Yu. Kameneva¹, L. D. Kiryukhina^{2,3}, P. V. Struchkov^{4,5}

¹ Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Russia

² Pulmonology Scientific Research Institute, Moscow, Russia

³ Saint-Petersburg State Research Institute of Phthiopulmonology

⁴ Academy of Postgraduate Education under FSBU FSCC of FMBA of Russia, Moscow, Russia

⁵ Clinical Hospital No.85, Moscow, Russia

SUMMARY

The second part of the article discusses the spirometry interpretation using the latest international and national recommendations. Different systems of predicted values were considered, attention was paid to the GLI-2012 reference equations advantages and the z-score assessment. The severity classification, obstructive disorders, extrathoracic and intrathoracic airway obstruction and possible spirometry indications of restrictive and mixed ventilation disorders were considered. The algorithm for spirometry evaluation was also presented, and the most common errors in the spirometry interpretation were discussed.

KEYWORDS: spirometry, lung function tests, ventilatory impairment, reference equations, low limits of normal, z-score, bronchodilator responsiveness test, bronchodilator response.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ СПИРОМЕТРИИ. Для полноценного анализа результатов спирометрии необходимо последовательно ответить на несколько вопросов:

- 1) Соблюдены ли критерии качественного исследования?
- 2) Соответствуют ли измеренные значения показателей норме или имеет место их патологическое отклонение?
- 3) Каков характер выявленных патологических отклонений?
- 4) Какова степень выраженности выявленных патологических отклонений?

ВЫБОР РЕЗУЛЬТАТА ДЛЯ АНАЛИЗА. Величину ЖЕЛ оценивают по максимально измеренному значению показателя. Величину $E_{\text{вд}}$ определяют как среднее значение для всех технически приемлемых измерений. Для анализа ФЖЕЛ и $ОФВ_1$ выбирают также максимальные значения из всех приемлемых попыток или допустимых попыток, если технически приемлемые попытки

выполнить не удалось. При этом не важно, что максимальное значение ФЖЕЛ было получено в одной попытке, а максимальное значение $ОФВ_1$ в другой. Для расчета индекса $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ также используются максимальные значения каждого из параметров и не обязательно они должны быть получены в одной и той же попытке. Аналогично для расчета индекса $ОФВ_1/ЖЕЛ$ принимаются максимальные из всех полученных значения ЖЕЛ и $ОФВ_1$. В отношении $ОФВ_{0,75}$ действуют такие же правила, что и при выборе лучшего значения $ОФВ_1$. Данные требования могут быть учтены при настройке программного обеспечения спирометра.

В протокол вносят максимальное значение ПОС, выбранное из всех приемлемых попыток, а $СОС_{25-75}$ и другие скоростные параметры — из одной попытки с наибольшей суммой $ОФВ_1$ и ФЖЕЛ. Для детей 6 лет и младше такая попытка может определяться по сумме $ОФВ_{0,75}$ и ФЖЕЛ.

ФЖЕЛ_{вд} оценивают по максимальному значению из всех полученных. Скоростные показатели вдоха также оценивают по максимально измеренной величине.

Должные величины. Количественная оценка данных спирометрии проводится путем сопоставления измеренных величин с их должными значениями, которые получены при обследовании здоровых некурящих лиц. Должная величина — это теоретически предсказанная величина показателя, которая с высокой вероятностью может определяться у здорового человека таких же пола, популяционной принадлежности (расы), возраста и антропометрических характеристик, как и обследованный нами пациент. Должная величина вычисляется с помощью уравнения регрессии, коэффициенты которого меняются в зависимости от пола, возраста, роста и популяции (расы) обследуемого человека.

Должные (референсные) величины зависят от антропометрических параметров (в основном роста), пола, возраста и популяции (расы). Чем выше рост человека, тем больше его легкие и протяженность дыхательных путей и, следовательно, максимальная экспираторная скорость. При вычислении нормальных значений для людей с кифосколиозом вместо значения роста в формулу следует поставить значение размаха рук (от кончиков пальцев одной руки до кончиков пальцев другой), аналогично поступают и в других случаях, когда невозможно измерить рост стоя. У женщин объем легких меньше, чем у мужчин такого же роста. С возрастом эластичность легочной ткани снижается, в результате чего снижаются объем и скорости выдоха. Вместе с тем следует принимать во внимание и индивидуальные вариации нормы. Например, легочные заболевания могут возникать у лиц с исходными значениями легочных объемов и потоков выше среднего уровня и тогда, несмотря на их снижение при прогрессировании заболевания, они могут оставаться в пределах нормальных для популяции в целом значений. Чем больше физиологические параметры человека отличаются от средних по популяции, тем хуже работает система должных значений и возрастает вероятность ошибки при интерпретации результатов спирометрии.

Существует множество систем должных величин, из которых в практической работе лучше всего зарекомендовала себя система, предложенная в 1993 году Европейским сообществом стали и угля (European Community for Steel and Coal — ECSC) (ECSC-1993) [1]. Для Российской Федерации актуальна отечественная система должных величин Клемента Р. Ф. и соавт. для взрослых [2]. Эти системы пригодны для оценки данных спирометрии у лиц от 18 до 70 лет, разработаны для европейской популяции на основе единой методологии и в оценке данных спирометрии они демонстрируют высокую согласованность [3]. Применение должных величин, разработанных Клементом Р. Ф. и Зильбер Н. А. для лиц младше 18 лет, в современной концепции оценки данных спирометрии невозможно, поскольку среди них нет референсных значений ни для индекса Тиффно, ни для индекса Генслера [4]. Необходимые параметры есть в системе должных величин Ширяевой И. С. и соавт., 1990 г., она ориентирована на детей от 6 до 16 лет [5].

Возможность применения системы должных величин ограничена параметрами здоровых лиц, данные которых использовались для разработки. Прежде всего важна популяционная идентичность, также важно соответствие обследуемых по возрасту и росту. Следует избегать экстраполяции должных величин за пределы указанных диапазонов возраста и роста. Если показатели возраста или роста пациента все же выходят за границы популяции, для ко-

торой были разработаны должные величины, то в протоколе спирометрии необходимо указать, что при определении референсных значений была проведена экстраполяция данных. Определенные трудности в оценке результатов спирометрии связаны еще и с тем, что для детей используются одни, а для взрослых другие системы должных величин, плохо согласующиеся друг с другом.

Важным шагом в создании единой системы оценки спирометрических данных стала работа экспертной группы Европейского респираторного общества (ЕРО) по стандартизации легочных функциональных тестов (Global Lung function Initiative — GLI). В 2012 году для некоторых показателей спирометрии была опубликована система должных величин (GLI-2012), универсальная для большинства популяций (рас) в возрастном диапазоне от 3 до 95 лет [6]. За несколько лет апробации GLI-2012 показала хорошие результаты [7–10], но в практической медицине ее использование пока ограничено, поскольку она позволяет оценить лишь несколько параметров спирометрии: ФЖЕЛ, ОФВ₁, ОФВ_{0.75}, СОС_{25–75}, МОС₇₅, ОФВ₁/ФЖЕЛ и ОФВ_{0.75}/ФЖЕЛ. Должные величины для ЖЕЛ, Е_{вд} и РО_{выд} опубликованы в 2021 году (GLI-2021), но они определены только для лиц европейской популяции в возрасте от 5 до 80 лет [11].

Первый опыт использования GLI-2012 в отечественной практике показал, что для ФЖЕЛ новые референсные значения больше, чем в системах ECSC-1993 и Клемента Р. Ф. и соавт., а для скоростных показателей — меньше [12]. Особенно выраженные различия в заключениях при использовании разных систем должных величин могут выявляться у молодых лиц и лиц пожилого возраста. *В заключении результатов спирометрии необходимо указать систему должных величин, которую применяли при анализе данных.*

Вопрос выбора оптимальной системы должных величин для оценки функциональных параметров дыхания остается открытым. Разработчики системы уравнений GLI поясняют, что в настоящее время не существует единого доступного эталонного уравнения, которое можно было бы применять во всех лабораториях по изучению легочной функции в мире, и отмечают необходимость скорейшего набора данных о здоровых лицах в группах, еще не представленных в генеральной совокупности данных для уравнений GLI. Авторы разделяют мнение экспертов GLI о том, что выбор системы должных величин должен быть осознанным и опираться на тщательный анализ опыта их применения для каждой популяции [13].

Любая система должных величин характеризует диапазон нормальных значений показателя, соответствующий здоровой популяции. Для определения этого диапазона используют уравнение регрессии и соответствующую ему величину стандартного отклонения — standard deviation (SD). С помощью уравнения рассчитывают должную величину (долж), представляющую собой среднее арифметическое значение показателя, и SD, характеризующее разброс (дисперсию) значений показателя, характерный для данной популяции. При оценке дыхательной системы за диапазон нормальных значений принимают 90% доверительный интервал (от $-1,645SD$ до $+1,645SD$), соответственно, актуальную для анализа спирометрии нижнюю границу нормы в абсолютных величинах (HGH_{abc}) определяют по формуле:

$$HGH_{abc} = \text{долж} - 1,645SD$$

Сопоставление фактически измеренного значения показателя с HGH_{abc} , определяемой в абсолютных величинах индивидуально-

но для каждого пациента, служит наиболее точным способом оценки результатов спирометрии. *Практика использования единого для всех фиксированного значения НГН равного 80% долж для ЖЕЛ, ФЖЕЛ и ОФВ₁, теряет свою актуальность, особенно у взрослых, поскольку часто приводит к гипердиагностике обструкции у пожилых пациентов и гиподиагностике этих нарушений в молодом возрасте [14–16]. По этим же причинам нежелательно определять и НГН для соотношений ОФВ₁/ФЖЕЛ и ОФВ₁/ЖЕЛ по одинаковому для всех фиксированному значению (часто принималось значение равное 0,70 или 70%). В настоящее время отображать значения индексов Тиффно и Генслера принято в виде десятичной дроби [14, 17].*

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ СПИРОМЕТРИИ. Интерпретация результатов функционального исследования должна быть четкой, краткой и информативной. Алгоритм интерпретации результатов спирометрии строится на анализе основных спирометрических параметров: ОФВ₁, ЖЕЛ, ОФВ₁/ЖЕЛ. Для детей 6 лет и младше используют ОФВ_{0,75}, информативность которого в этой возрастной группе аналогична ОФВ₁ [18, 19]. Если спокойную ЖЕЛ не измеряли, то анализируют ОФВ₁, ФЖЕЛ и ОФВ₁/ФЖЕЛ. В описании результатов спирометрии обязательно оценивают:

- 1) величину ЖЕЛ;
- 2) наличие и тип вентиляционных нарушений.

Количественный анализ результатов спирометрии, как и любого функционального исследования дыхания, состоит в сравнении фактически измеренной величины каждого показателя с ее должным (референсным) значением. Наличие патологических отклонений любого из показателей предлагается определять с одновременным использованием трех критериев границы нормы:

- НГН_{абс};
- z-оценка (z-критерий);
- фиксированное значение в % долж.

Преимущественно ориентируются на НГН_{абс} и z-оценку. Указывать фиксированное значение границы нормы в % долж как и определять измеренные величины в % долж (как это было принято ранее), рекомендуется для того, чтобы в период перехода к новой системе оценки практикующие специалисты могли оценить преимущества обновленного подхода и накопить собственный опыт его применения.

Рассчитать процент от должной величины можно по формуле:
% долж = (измеренная величина / должная величина) × 100%.

По z-оценке определяют, насколько измеренная величина показателя отличается от его должного значения, при этом мерой отклонения служит SD, т. е. z-оценка показывает число SD между фактической величиной показателя и должной величиной этого показателя у конкретного человека:

$$z\text{-оценка} = (\text{измеренная величина} - \text{должная величина}) / SD.$$

Значения z-оценки от -1,645 до +1,645 соответствуют диапазону нормальных значений для всех показателей спирометрии (табл. 1).

В отечественной практике в пределах нормальных значений принято выделять диапазон условной нормы (от ±1,000 до ±1,645 SD; z-оценка от -1,000 до -1,645 и от +1,000 до +1,645) [20]. Для клиницистов, работающих с такой системой оценки, это служит важным маркером случаев, требующих особого внимания, наблюдения и, возможно, дополнительного обследования пациента, данные которого формально остаются в границах физиологической нормы. В методическое руководство по спирометрии, разработанное Российским респираторным обществом (РРО) со-

Таблица 1
Оценка выраженности снижения показателей спирометрии по z-оценке

Выраженность отклонений	Диапазон значений
Норма	$-1,645 \leq z\text{-оценка} \leq +1,645$
Умеренная (легкая)	$-2,500 \leq z\text{-оценка} < -1,645$
Значительная (средняя)	$-4,000 \leq z\text{-оценка} < -2,500$
Резкая (тяжелая)	$z\text{-оценка} < -4,000$

вместно с Российской ассоциацией специалистов функциональной диагностики (РАСФД) и Российским научно-медицинским обществом терапевтов (РНМОТ) в 2023 году, понятие «условная норма» не вошло. Однако оно хорошо согласуется с рекомендациями зарубежных экспертов интерпретировать результаты, близкие к нижней границе нормы, с осторожностью, соотносить их с клиническими симптомами и подкреплять повторными тестами, а также дополнительными лабораторными и физикальными данными [13]. С этой целью в стандарты интерпретации легочных функциональных тестов ЕРО и Американского торакального общества (АТО) 2022 года включено понятие «зона неопределенности» (zone of uncertainty) [17]. По нашему мнению, такой подход заслуживает внимания и обсуждения.

Помимо установления границ нормы, z-критерий служит универсальным средством оценки выраженности выявленных отклонений от нормы — степень изменения любого из показателей спирометрии определяют при помощи единой шкалы (табл. 1) [14, 17].

В табл. 1 представлены два варианта наименования градаций выраженности отклонений. Первый вариант — это устоявшиеся в отечественной практике характеристики выраженности нарушений, предложенные Л. Л. Шиком и Н. Н. Канаевым: умеренные, значительные и резкие [20]. Отличие от аналогии с принятой классификацией тяжести течения заболеваний было сознательным выбором, считалось важным подчеркнуть отсутствие прямой зависимости между тяжестью заболевания и степенью изменения легочной функции. В скобках приводятся названия градаций, соответствующие традиционному переводу англоязычного варианта обозначения выраженности функциональных нарушений: легкие (mild), средние (moderate) и тяжелые (severe).

Новые спирометры, приобретаемые на замену устаревшим приборам, должны отвечать всем современным требованиям, в том числе и обеспечивать оценку данных с помощью z-критерия. Переход к z-оценке позволит унифицировать анализ результатов не только спирометрии, но и любого из исследований внешнего дыхания (бодиплетизмография, определение диффузионной способности легких и др.), что крайне важно для интерпретации комплексного функционального исследования.

Не на всех спирометрах, которые сейчас находятся в эксплуатации, возможно реализовать новую методику анализа данных, автоматически рассчитать НГН_{абс} и z-оценку индивидуально для каждого из параметров спирометрии. В помощь практикующим специалистам, сталкивающимся с такой проблемой, и в дополнение

Важно!

Любой показатель спирометрии анализируем по z-оценке. Значение z-оценки $< -1,645$ для любого показателя спирометрии означает патологическое снижение, выраженность которого также определяем по z-оценке, см. таблицу 1.

к методическому руководству РРО/РАСФД/РНМОТ 2023 приводим критерии анализа данных спирометрии по системе должных Клемента Р. Ф. и соавт., в основе которых лежит та же z-оценка, но градации отклонений определяются в привычных % долж (табл. 2, 3). С этой целью применяется SD, выраженное в % долж [21]. Следует понимать, что предлагаемые критерии менее точны в сравнении с индивидуально рассчитываемой z-оценкой и являются компромиссным решением в ситуациях, когда ни замена оборудования, ни обновление программного обеспечения неосуществимы.

Рассчитать $НГН_{abc}$ индекса Тиффно (ОФВ₁/ЖЕЛ) для лиц старше 18 лет в системе должных величин Клемента Р. Ф. и соавт. можно по формулам [2]:

для мужчин: $НГН_{abc} = \text{должная величина} - 0,1298 (SD = 0,0789)$;

для женщин: $НГН_{abc} = \text{должная величина} - 0,1214 (SD = 0,0738)$.

Аналогичные критерии анализа данных, когда градации отклонений определяются в привычных % долж, приводим и для оценки данных спирометрии у детей по системе должных величин Ширяевой И. С. и соавт. [5] (табл. 4).

В системе должных величин Ширяевой И. С. и соавт. отсутствуют референсные значения для спокойной ЖЕЛ и не опубликованы абсолютные значения SD, необходимые для расчета $НГН_{abc}$ индекса Генслера.

Ни в одной из существующих систем должных величин не представлены уравнения расчета референсных значений одновременно и для индекса Тиффно (ОФВ₁/ЖЕЛ), и для индекса Генслера (ОФВ₁/ФЖЕЛ), поэтому допускается оценка индекса Тиффно по должным индексам Генслера и, наоборот, оценка индекса Генслера по должным индексам Тиффно.

Обструктивный тип нарушений вентиляционной функции легких. Наиболее частое показание к проведению спирометрии — выявление обструкции дыхательных путей и оценка ее выраженности.

Диагностическим критерием обструктивных нарушений вентиляции является снижение соотношения ОФВ₁/ЖЕЛ и/или ОФВ₁/ФЖЕЛ [14, 17]. Сужение дыхательных путей приводит к падению скорости воздушного потока из-за возросшего бронхиального сопротивления, что функционально проявляется уменьшением скоростных параметров форсированного выдоха. Из всех показателей наиболее важным является ОФВ₁, поскольку его измерение стандартизовано наилучшим образом, и он в меньшей степени, нежели другие характеристики форсированного выдоха, зависит от приложенного усилия. Однако изменение ОФВ₁ носит неспецифичный характер и зависит не только от состояния провета дыхательных путей, но и от величины ЖЕЛ. При обструктивных нарушениях уменьшается доля ФЖЕЛ, которую пациент успевает выдохнуть за первую секунду форсированного выдоха, поэтому отношение ОФВ₁/ЖЕЛ (ОФВ₁/ФЖЕЛ) снижается.

Для диагностики обструктивных нарушений лучше использовать отношение ОФВ₁/ЖЕЛ, поскольку у пациентов с обструктивными заболеваниями легких ФЖЕЛ может быть существенно меньше ЖЕЛ, измеренной при спокойном дыхании. Использовать в диагностическом алгоритме отношение ОФВ₁/ФЖЕЛ следует лишь в тех случаях, когда технические особенности спирометра не позволяют измерять ЖЕЛ.

Выраженность обструктивных нарушений принято оценивать по изменению показателя ОФВ₁, умеренные обструктивные нарушения могут определяться при нормальных значениях ОФВ₁ (табл. 5).

Рекомендации АТО/ЕРО 2005 года по выделению пяти граций выраженности обструктивных нарушений в процентах должной величины, теряют свою актуальность [17, 22, 23].

При обструктивных нарушениях кривая «поток–объем» изменяется характерным образом: из-за снижения экспираторных потоков нисходящая часть кривой приобретает вогнутую форму и располагается ниже гипотетической кривой «поток–объем», которая строится по должным для данного человека величинам и, как правило, отображается на экране монитора непосредственно в момент измерения (рис. 1). В современных спирометрах построение такой должной кривой является обязательной опцией как для экранного меню, так и для графика в финальном протоколе исследования. Выраженность изменений формы кривой «поток–объем» зависит от тяжести обструктивных нарушений. Визуализация получаемых данных позволяет не только повысить качество измерений, но и значительно упростить интерпретацию результатов спирометрии.

По форме кривой «поток–объем» можно судить о некоторых причинах формирования обструктивных нарушений. Для эмфиземы легких характерно резкое падение скорости форсированного выдоха после достижения ПОС, что связано с возникновением экспираторного коллапса дыхательных путей. Появление этого патофизиологического феномена обусловлено разрушением эластического каркаса легких, когда стенки дыхательных путей становятся податливыми и быстро спадаются под действием внешнего давления, возрастающего за счет активной работы дыхательных мышц в процессе форсированного выдоха. В этом случае кривая «поток–объем» приобретает характерную форму, которую часто сравнивают с зубом акулы (рис. 1В).

Суррогатным маркером экспираторного коллапса дыхательных путей является показатель $E_{вд}$, поскольку его снижение означает реципрокное повышение ФОЕ, а значит, наличие гиперинфляции легких. В определении причин одышки важное значение имеет снижение $E_{вд}$ во время нагрузочных тестов, указывающее на возникновение динамической гиперинфляции легких, отсутствующей в покое [24].

Специфические изменения формы кривой «поток–объем» наблюдаются при обструкции внелегочных дыхательных путей (ВДП). В зависимости от того, в какой фазе дыхательного цикла мы видим функциональные изменения, выделяют постоянную (проявляется как на вдохе, так и на выдохе) и переменную (проявляется или на вдохе, или на выдохе) обструкцию ВДП.

Постоянная (фиксированная) обструкция ВДП всегда связана с выраженными и протяженными изменениями эластичности ВДП. Повышение жесткости стенок ВДП, например при рубцовых стенозах трахеи или распространенных опухолевых процессах, приводит к тому, что просвет ВДП практически не меняется в разные фазы дыхательного цикла и при форсированном дыхании в равной степени снижаются как инспираторные, так и экспираторные потоки (рис. 2В).

При переменной обструкции ВДП функциональные проявления зависят от характера и локализации патологических изменений, ее принято разделять на экстраторакальную и интраторакальную.

Переменная экстраторакальная обструкция. Для этого типа обструкции дыхательных путей характерно ограничение воздушного потока на вдохе. Избыточного давления, возникающего в верхних отделах дыхательных путей в момент форсированного

Таблица 2
Границы нормы и оценка выраженности отклонений от нормы основных показателей спирометрии для мужчин старше 18 лет в соответствии с системой должных величин Клемента Р. Ф. и соавт.

Показатель	Норма	Условная норма	Выраженность отклонений			SD
			Умеренная	Значительная	Резкая	
	z-оценка $\geq -1,000$	$-1,645 \leq$ z-оценка $< -1,000$	$-2,500 \leq$ z-оценка $< -1,645$	$-4,000 \leq$ z-оценка $< -2,500$	z-оценка $< -4,000$	
ЖЕЛ, % долж	$\geq 88,6$	81,3 – 88,5	71,5 – 81,2	54,4 – 71,4	$< 54,4$	11,4
ФЖЕЛ, % долж	$\geq 87,5$	79,5 – 87,4	68,8 – 79,4	50,0 – 68,7	$< 50,0$	12,5
ОФВ ₁ , % долж	$\geq 87,8$	80,0 – 87,7	69,5 – 79,9	51,2 – 69,4	$< 51,2$	12,2
ОФВ ₁ /ЖЕЛ, % долж	$\geq 90,4^*$	84,2 – 90,3	—	—	—	9,6

Примечание: * — значения ОФВ₁/ЖЕЛ приведены в % должной величины.

Таблица 3
Границы нормы и оценка выраженности отклонений от нормы основных показателей спирометрии для женщин старше 18 лет в соответствии с системой должных величин Клемента Р. Ф. и соавт.

Показатель	Норма	Условная норма	Выраженность отклонений			SD
			Умеренная	Значительная	Резкая	
	z-оценка $\geq -1,000$	$-1,645 \leq$ z-оценка $< -1,000$	$-2,500 \leq$ z-оценка $< -1,645$	$-4,000 \leq$ z-оценка $< -2,500$	z-оценка $< -4,000$	
ЖЕЛ, % долж	$\geq 86,7$	78,2 – 86,6	66,8 – 78,1	46,8 – 66,7	$< 46,8$	13,3
ФЖЕЛ, % долж	$\geq 85,6$	76,3 – 85,5	64,0 – 76,2	42,4 – 63,9	$< 42,4$	14,4
ОФВ ₁ , % долж	$\geq 86,2$	77,4 – 86,1	65,5 – 77,3	44,8 – 65,4	$< 44,8$	13,8
ОФВ ₁ /ЖЕЛ, % долж	$\geq 91,3^*$	85,8 – 91,2	—	—	—	8,7

Примечание: * — значения ОФВ₁/ЖЕЛ приведены в % должной величины.

Таблица 4
Границы нормы и оценка выраженности отклонений от нормы основных показателей спирометрии для детей от 6 до 16 лет в соответствии с системой должных величин Ширяевой И. С. и соавт. [5]

Показатель	Норма	Условная норма	Выраженность отклонений			SD
			Умеренная	Значительная	Резкая	
	z-оценка $\geq -1,000$	$-1,645 \leq$ z-оценка $< -1,000$	$-2,500 \leq$ z-оценка $< -1,645$	$-4,000 \leq$ z-оценка $< -2,500$	z-оценка $< -4,000$	
ФЖЕЛ, % долж	$\geq 88,1$	80,4 – 88,0	70,3 – 80,3	52,4 – 70,2	$< 52,4$	11,9
ОФВ ₁ , % долж	$\geq 88,5$	81,1 – 88,4	71,3 – 88,0	54,0 – 71,2	$< 54,0$	11,5
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ, % долж	$\geq 95,4^*$	92,5 – 95,3	—	—	—	4,6

Примечание: * — значения ОФВ₁/ФЖЕЛ приведены в % должной величины.

Таблица 5
Оценка выраженности обструктивных нарушений вентилиционной функции легких

Выраженность нарушений	Диапазон значений ОФВ ₁
Умеренная	z-оценка $\geq -2,500$
Значительная	$-4,000 \leq$ z-оценка $< -2,500$
Резкая	z-оценка $< -4,000$

Важно!

Обструктивные нарушения диагностируем по снижению ОФВ₁/ЖЕЛ (ОФВ₁/ФЖЕЛ) — z-оценка $< -1,645$.
 Выраженность обструктивных нарушений оцениваем по ОФВ₁.
 Умеренные обструктивные нарушения могут диагностироваться при нормальных значениях ОФВ₁ (z-оценка $\geq -1,645$) и сниженном соотношении ОФВ₁/ЖЕЛ (ОФВ₁/ФЖЕЛ) (z-оценка $< -1,645$).

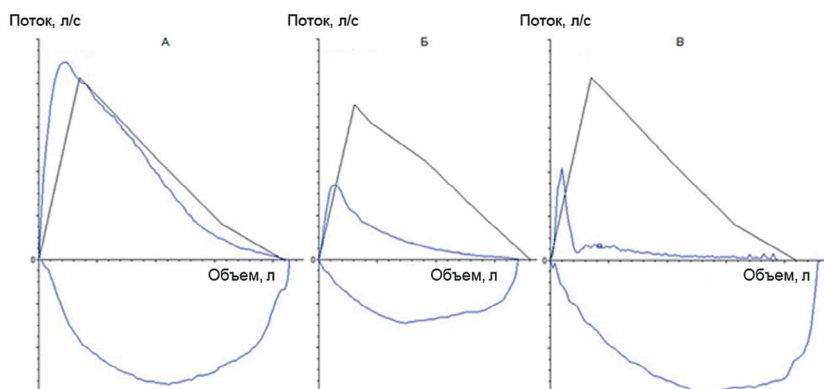


Рисунок 1. Форсированная спирометрия у пациентов с обструктивными заболеваниями органов дыхания: А, Б — кривые «поток-объем» форсированного выдоха при бронхиальной астме; В — кривая «поток-объем» форсированного выдоха при эмфиземе легких (по типу «зуб акулы»). Примечание: линии синего цвета — реальные кривые «поток-объем»; линии серого цвета — кривые «поток-объем» форсированного выдоха, построенные по должным величинам [21].

выдоха, достаточно, чтобы нивелировать воздействие патологического фактора в эту фазу дыхательного цикла. При форсированном вдохе наблюдается обратная картина: давление в этих отделах дыхательных путей становится меньше атмосферного (эффект Вентури), скорость воздушного потока снижается, а патологический фактор, например, пролапс голосовых связок при их парезе, способствует еще большему его замедлению. Изменение инспираторного потока хорошо видно на кривой «поток-объем» (рис. 2А).

Переменная интраторакальная обструкция проявляется ограничением воздушного потока на выдохе. Патологические изменения внутригрудных отделов ВДП, например частичное поражение нижнего отдела трахеи при гранулематозных или опухолевых процессах, не позволяют реализовать физиологический механизм ограничения воздушного потока при форсированном выдохе, связанный с достижением ПОС — жесткость стенок измененных участков дыхательных путей препятствует их быстрому экспираторному сужению (рис. 2Б).

Для диагностики обструкции ВДП определяют соотношение скоростных параметров на уровне 50% ФЖЕЛ при выдохе (MOC_{50}) и вдохе ($MOC_{50вд}$), которое у здоровых людей не превышает 1,0 [25]. Это соотношение чаще всего меняется при переменной экстраторакальной обструкции, для другой патологии оно неспецифично. Варианты отклонений скоростных показателей при некоторых вариантах обструкции ВДП представлены в таблице 6. При подозрении на обструкцию ВДП диагноз подтверждается результатами эндоскопического и рентгенологического исследований.

Рестриктивный тип нарушений вентилиционной функции легких. Рестриктивные нарушения вентилиции обусловлены процессами, ограничивающими наполнение легких воздухом. Причиной таких нарушений могут быть не только изменения в самих легких, свя-

занные с повышением эластичности легочной ткани (отеки, фиброз легких и т.д.), но и внешние причины, ограничивающие подвижность грудной клетки (кифосколиозы, травмы грудной клетки и т.д.).

Функциональным признаком рестриктивных нарушений, независимо от причины их появления, является снижение ЖЕЛ при нормальных значениях $ОФВ_1/ЖЕЛ$ ($ОФВ_1/ФЖЕЛ$). Скоростные показатели форсированного выдоха могут оставаться в границах физиологической нормы или снижаться пропорционально снижению ЖЕЛ.

В начале развития патологических нарушений, когда снижение объема легких еще не фиксируется, скоростные показатели и отношение $ОФВ_1/ЖЕЛ$ и/или $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ могут даже увеличиваться (z-оценка $> +1,645$), поскольку из-

за воздействия возрастающей эластической тяги легких на стенки бронхов их просвет увеличивается относительно сохраняющегося объема легких.

При прогрессировании заболевания воздушность легочной ткани снижается, что проявляется снижением ЖЕЛ и изменением формы кривой «поток-объем» — она становится высокой и узкой (рис. 3А). ПОС обычно остается нормальной, после достижения ПОС наблюдается быстрое линейное снижение потока. Форма кривой «поток-объем» может и не меняться, а представлять собой пропорционально уменьшенную копию должной кривой, как, например, при пневмоэктомии (рис. 3Б). Рестриктивные нарушения могут встречаться при интерстициальных заболеваниях легких, обширной воспалительной инфильтрации легочной ткани, отеках, гипоплазии и ателектазах легкого, после резекции легочной ткани.

Рисунок 2. Форсированная спирометрия у пациентов с обструкцией внелегочных дыхательных путей: А — кривые «поток-объем» форсированных вдоха и выдоха при переменной экстраторакальной обструкции: $MOC_{50}/MOC_{50вд} > 1$, ПОС — норма или снижена, $MOC_{50вд}$ — снижена; Б — кривые «поток-объем» форсированных вдоха и выдоха при переменной интраторакальной обструкции: $MOC_{50}/MOC_{50вд} < 1$, ПОС — снижена, $MOC_{50вд}$ — норма или снижена; В — кривые «поток-объем» форсированных вдоха и выдоха при фиксированной обструкции: $MOC_{50}/MOC_{50вд} \sim 1$, ПОС — снижена, $MOC_{50вд}$ — снижена. Примечание: MOC_{50} — максимальная объемная скорость при выдохе 50 % форсированной жизненной емкости выдоха; $MOC_{50вд}$ — максимальная объемная скорость при вдохе 50 % форсированной жизненной емкости вдоха; ПОС — пиковая объемная скорость выдоха. Сплошные линии синего цвета — схематическое изображение кривых «поток-объем» форсированных вдоха и выдоха; пунктирные линии серого цвета — кривые «поток-объем» форсированных вдоха и выдоха, построенные по должным величинам

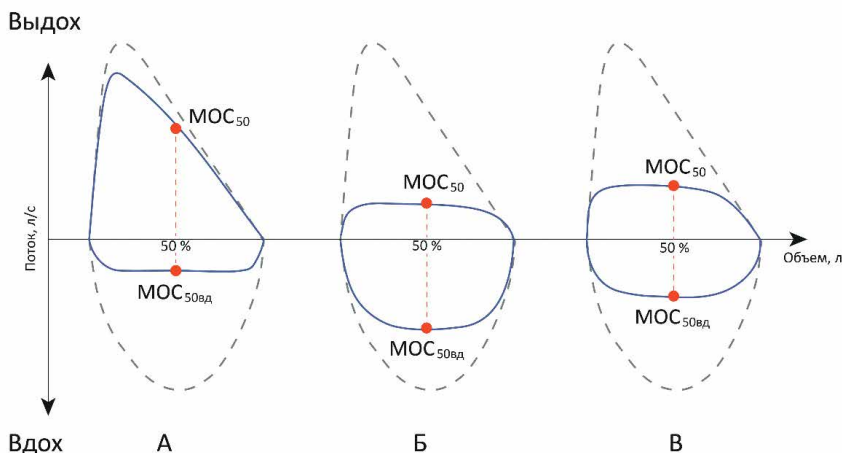


Таблица 6
Изменение показателей спирометрии
при различных вариантах обструкции внелегочных дыхательных путей

Показатель	Постоянная (фиксированная) обструкция	Переменная обструкция	
		экстраторакальная	интраторакальная
ПОС	Снижение	Норма или снижение	Снижение
МОС ₅₀ вА	Снижение	Снижение	Норма или снижение
МОС ₅₀ /МОС ₅₀ вА	~1	>1	<1

К рестрикции также может приводить и внелегочная патология, например, поражение грудного отдела позвоночника, ребер, дыхательной мускулатуры, в том числе нарушение регуляции дыхания при угнетении дыхательного центра наркотическими препаратами или его повреждении опухолью, кровоизлиянием. Рестриктивные нарушения могут быть связаны с высоким стоянием диафрагмы на поздних стадиях беременности. При подозрении на мышечную слабость следует измерить силу дыхательных мышц для уточнения причины рестриктивных нарушений. Помимо этого, можно измерить ЖЕЛ при различном положении тела: у больных с выраженной мышечной слабостью величины ФЖЕЛ, измеренные в вертикальном положении и в положении лежа, будут существенно различаться из-за воздействия гравитации на органы брюшной полости. В норме ФЖЕЛ в положении лежа на 3–9% меньше, чем в положении сидя. Падение ЖЕЛ на 10–20% в положении лежа на спине наблюдали при одностороннем параличе диафрагмы [26]. Снижение ЖЕЛ на 25% и более в положении лежа на спине указывает на слабость диафрагмы, при этом степень снижения ЖЕЛ коррелирует с выраженностью одышки [26]. Важно помнить, что снижение ЖЕЛ возможно и при обструктивных нарушениях вентиляции. Для диагностики рестриктивных нарушений помимо спирометрии необходимо определение ОЕЛ и ее структуры. Методом выбора при диагностике рестриктивных нарушений служит бодиплетизмография, которую рекомендуется дополнять определением диффузионной способности легких, особенно если есть основания предполагать наличие интерстициального заболевания легких.

Степень снижения ЖЕЛ определяется по z-оценке (табл. 1).

СМЕШАННЫЙ ТИП НАРУШЕНИЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИИ ЛЕГКИХ. Смешанные нарушения легочной вентиляции развиваются при процессах, вызывающих сочетанное снижение легочных объемов и сужение просвета дыхательных путей. При проведении спирометрии регистрируется одновременное, но не всегда пропорциональное, снижение всех ключевых диагностических параметров: ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ₁, ОФВ₁/ЖЕЛ и ОФВ₁/ФЖЕЛ. Как и в случае рестриктивных нарушений, для диагностики смешанного паттерна необходимо определение ОЕЛ методом бодиплетизмографии.

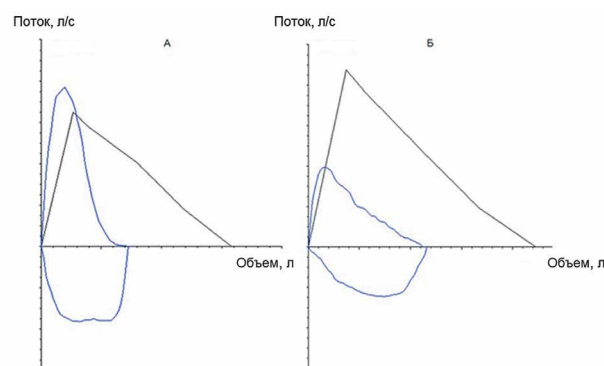


Рисунок 3. Форсированная спирометрия у пациентов с рестриктивным типом вентиляционных нарушений: А — кривая «поток-объем» форсированного выдоха при фиброзе легких; Б — кривая «поток-объем» форсированного выдоха после пневмонэктомии. Примечание: линии синего цвета — реальные кривые «поток-объем»; линии серого цвета — кривые «поток-объем» форсированного выдоха, построенные по должным величинам [21]

Эксперты ЕРО и АТО выделяют еще один вариант вентиляционных расстройств — неспецифический паттерн (non-specific pattern — NSP): снижение ОФВ₁ и/или ЖЕЛ (ФЖЕЛ) при нормальном соотношении ОФВ₁/ЖЕЛ (ОФВ₁/ФЖЕЛ) и нормальной ОЕЛ. До определения ОЕЛ такой вариант изменений только показателей спирометрии обозначают как паттерн с нормальным соотношением ОФВ₁/ЖЕЛ (ОФВ₁/ФЖЕЛ) (preserved ratio impaired spirometry — PRISm). При проведении спирометрии признаки неспецифического паттерна аналогичны признакам рестриктивных нарушений и пациента также необходимо дополнительно направить на бодиплетизмографию, чтобы определить ОЕЛ и уточнить характер выявленных отклонений.

Методические рекомендации РРО/РАСФД/РНМОТ 2023 года предлагают упрощенный алгоритм интерпретации спирометрии в табличной форме, для наглядности мы публикуем аналогичный алгоритм анализа результатов спирометрии в виде схемы (рис. 4).

При анализе показателей в первую очередь ориентируются на индекс Тиффно (ОФВ₁/ЖЕЛ) и ЖЕЛ. Индекс Генслера (ОФВ₁/ФЖЕЛ) и ФЖЕЛ используются лишь в двух случаях:

Важно!

Для диагностики рестриктивных нарушений спирометрии недостаточно. Методом диагностики рестриктивных нарушений является бодиплетизмография, с ее помощью оцениваем ОЕЛ и ее компоненты. При снижении ЖЕЛ (z-оценка < -1,645) и нормальных значениях отношения ОФВ₁/ЖЕЛ (ОФВ₁/ФЖЕЛ) (z-оценка ≥ -1,645) в заключении спирометрии указываем возможность рестриктивного типа вентиляционных нарушений и необходимость дополнительного исследования для его диагностики — бодиплетизмографии. При снижении ОЕЛ (z-оценка < -1,645) и нормальных значениях ОФВ₁/ЖЕЛ (ОФВ₁/ФЖЕЛ) (z-оценка ≥ -1,645) диагностируем рестриктивные нарушения.

Важно!

Для диагностики смешанных нарушений спирометрии недостаточно. Методом диагностики смешанных нарушений является бодиплетизмография, с ее помощью оцениваем ОЕЛ и ее компоненты. Снижение ЖЕЛ (z-оценка < -1,645), сочетающееся с признаками обструкции дыхательных путей — снижением ОФВ₁/ЖЕЛ (ОФВ₁/ФЖЕЛ) (z-оценка < -1,645), может быть признаком смешанных нарушений. В заключении спирометрии указываем возможность смешанного типа вентиляционных нарушений и необходимость дополнительного исследования для его диагностики — бодиплетизмографии. При снижении ОЕЛ (z-оценка < -1,645) и снижении ОФВ₁/ЖЕЛ (ОФВ₁/ФЖЕЛ) (z-оценка < -1,645) диагностируем смешанные нарушения.

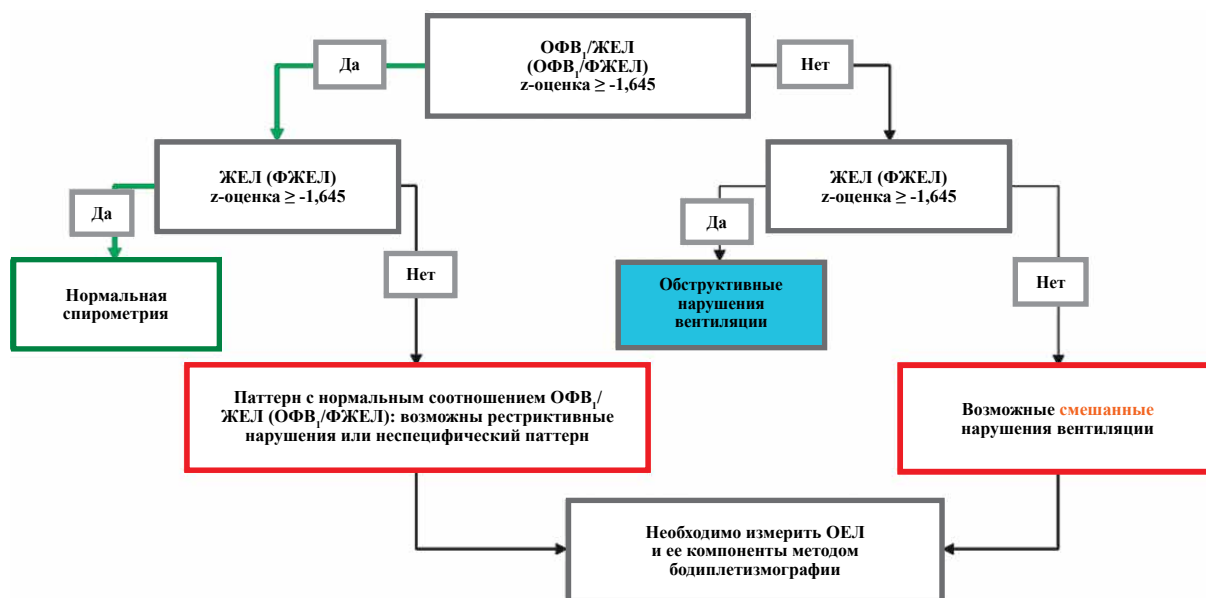


Рисунок 4. Алгоритм интерпретации спирометрии. Примечание: ЖЕЛ — спокойная жизненная емкость легких (измеренная при спокойном дыхании); ФЖЕЛ — форсированная жизненная емкость легких выдоха; ОФВ1 — объем форсированного выдоха за 1-ю секунду; ОФВ1/ЖЕЛ — индекс Тиффно; ОФВ1/ФЖЕЛ — индекс Генслера; ОЕЛ — общая емкость легких

1. Прибор измеряет только ФЖЕЛ, спокойную ЖЕЛ не измеряет.
2. Измерения ФЖЕЛ и ЖЕЛ выполнены качественно, но ФЖЕЛ > ЖЕЛ.

Выбор в пользу индекса Тиффно объясняется тем, что ЖЕЛ, измеренная при спокойном дыхании, как правило, больше ФЖЕЛ, в силу чего индекс Тиффно обладает большей чувствительностью в диагностике начальных проявлений обструкции дыхательных путей, нежели отношение $\text{ОФВ}_1/\text{ФЖЕЛ}$.

Для маленьких детей в возрасте 6 лет и младше рекомендовано использовать отношение $\text{ОФВ}_{0,75}/\text{ФЖЕЛ}$, поскольку в этой возрастной группе информативность $\text{ОФВ}_{0,75}$ аналогична ОФВ_1 . Должные величины для параметров $\text{ОФВ}_{0,75}$ и $\text{ОФВ}_{0,75}/\text{ФЖЕЛ}$ можно рассчитать в системе GLI-2012 [6].

Окончательный вывод о необходимости измерения ОЕЛ и ее компонент рекомендуется делать после проведения бронходилатационного теста, поскольку часто улучшение проходимости дыхательных путей сопровождается увеличением ЖЕЛ. Оценке бронходилатационного теста будет посвящена следующая часть статьи.

Все правила интерпретации данных спирометрии результативны только при условии четкого соблюдения критериев

качественных измерений, подробно изложенных в 1-й части статьи [27]. К самым частым ошибкам, допускаемым при заключении результатов спирометрии, можно отнести:

- 1) попытка дать заключение по некачественно проведенному исследованию;
- 2) заключение о наличии рестриктивного типа вентиляционных нарушений только по результатам спирометрии (на основании снижения величины ЖЕЛ и/или ФЖЕЛ) без наличия данных о величине и структуре ОЕЛ или рентгенологического исследования легких;
- 3) попытка оценить уровень бронхиальной обструкции: крупных, средних, мелких бронхов только на основании снижения скоростных показателей в начале, середине и в конце форсированного выдоха, соответственно;
- 4) оценка выраженности обструкции дыхательных путей не по степени снижения ОФВ_1 , а по степени снижения индексов $\text{ОФВ}_1/\text{ЖЕЛ}$ или $\text{ОФВ}_1/\text{ФЖЕЛ}$; или по степени снижения скоростных показателей форсированного выдоха.

Последствия наиболее частых ошибок, допускаемых при измерении параметров спирометрии, и их влияние на интерпретацию результатов исследования приведены в табл. 7.

Таблица 7
Дефекты измерений при проведении спирометрии и их последствия

Дефект измерения	Последствие
Преждевременное завершение маневров ЖЕЛ и/или ФЖЕЛ	Приводит к занижению истинных значений ЖЕЛ и/или ФЖЕЛ: — ложное заключение о возможности ретриктивных или смешанных нарушений вентиляционной функции легких и необоснованное направление на бодиплетизмографию; — невыявленная обструкция дыхательных путей, т.к. соотношения $\text{ОФВ}_1/\text{ЖЕЛ}$ и/или $\text{ОФВ}_1/\text{ФЖЕЛ}$ не будут снижены
Слабое усилие в начале маневра ФЖЕЛ	Неправильное измерение величины ОФВ_1 , следовательно, неправильная оценка наличия и выраженности обструкции дыхательных путей
Ослабление усилия в конце форсированного выдоха	— снижение скоростных показателей в конце форсированного выдоха — ложное указание на возможную легкую обструкцию дыхательных путей; — преждевременное завершение маневра ЖЕЛ и/или ФЖЕЛ — см. выше

Список литературы / References:

- Quanjier P.H., Tammeling G.J., Cotes J.E. et al. Lung volumes and forced ventilatory flows. Report working party standardization of lung function tests, European Community for Steel and Coal. Official Statement of the European Respiratory Society. *Eur. Respir. J. Suppl.* 1993; 6 (16 Suppl): 5–40. DOI: 10.1183/09041950.005s1693
- Клемент Р.Ф., Лаврушин А.А., Тер-Погосян П.А., Котегов Ю.М. Инструкция по применению формул и таблиц должных величин основных спирографических показателей. Л.: ВНИИ пульмонологии МЗ СССР, 1986. 79 с. Klement R.F., Lavrushin A.A., Ter-Poghosyan P.A., Kotegov Yu.M. Instructions for the formulas and tables of the main spirometry predicted values. Leningrad: Research Institute of Pulmonology, 1986. 79 p.
- Каменева М.Ю., Тишков А.В., Быхова А.В. и др. Анализ согласованности некоторых референсных систем при интерпретации результатов спирометрии. Российский семейный врач. 2012; 16 (2): 23–28. DOI: 10.17816/RFD2012223-28 Kameneva M.Y., Tishkov A.V., Bykhova A.V. et al. Consistency analysis of some reference systems in the interpretation of spirometry. *Russian family doctor*. 2012; 16 (2): 23–28. DOI: 10.17816/RFD2012223-28
- Клемент Р.Ф., Зильбер Н.А. Методологические особенности показателей кривой поток-объем у лиц моложе 18 лет. Пульмонология. 1994; (2): 17–21. <https://journal.pulmonology.ru/pulm/article/view/3578/2946> Дата обращения: 05.02.2024. Klement R.F., Zilber N.A. Methodological features of parameters of "flow-volume" curve in infants. *Pulmonology*. 1994; (2): 17–21. <https://journal.pulmonology.ru/pulm/article/view/3578/2946> Date of access: 05.02.2024.
- Ширяева И.С., Савельев Б.П., Марков Б.А., Переверзева Н.Ю. Должные величины кривой поток-объем форсированного выдоха у детей 6–16 лет. Вопросы охраны материнства. 1990; 9: 8–11. Shiryayeva I.S., Savelyev B.P., Markov B.A., Pereverzeva N.Yu. Predicted values of the flow-volume curve of forced exhalation in children 6–16 years old. *Maternal and child health issues*. 1990; 9: 8–11.
- Quanjier P.H., Stanojevic S., Cole T.J. et al. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3–95-yr age range: the global lung function 2012 equations. *Eur. Respir. J.* 2012; 40(10): 1324–1343. <https://doi.org/10.1183/09031936.00080312>
- Stanojevic S., Bilton D., McDonald A. et al. Global Lung Function Initiative equations improve interpretation of FEV1 decline among patients with cystic fibrosis. *Eur. Respir. J.* 2015; 46(1): 262–264
- Turkeshi E., Voes B., Andreeva E. et al. Airflow limitation by the Global Lungs Initiative equations in a cohort of very old adults. *Eur. Respir. J.* 2015; 46(1): 123–132.
- Cooper B.G., Stocks J., Hall G.L. et al. The Global Lung Function Initiative (GLI) Network: bringing the world's respiratory reference values together. *Breathe* 2017; 13: e56–e64.
- Presti T.P., Johnson D.C. Improving pulmonary function test interpretation. *Eur. Respir. J.* 2023; 61: 2201858; DOI: 10.1183/13993003.01858–2022
- Hall G.L., Filipow N., Ruppel G. et al. Global Lung Function Initiative reference values for static lung volumes in individuals of European ancestry. *Eur. Respir. J.* 2021; 57: 2000289
- Стручков П.В., Кирюхина Л.Д., Дроздов Д.В. и др. Должные величины при исследовании функции внешнего дыхания. Разные должные — разные заключения? Медицинский алфавит. 2021; (15): 22–26. DOI: 10.33667/2078–5631–2021–15–22–26 Struchkov P.V., Kiryukhina L.D., Drozdov D.V. Predicted values in the lung function testing. Different predicted values — different conclusions? *Medical alphabet*. 2021; (15): 22–26. DOI: 10.33667/2078–5631–2021–15–22–26
- Quanjier P.H., Stanojevic S. Do the Global Lung Function Initiative 2012 equations fit my population? *European Respiratory Journal* 2016 48: 1782–1785; DOI: 10.1183/13993003.01757–2016
- Каменева М.Ю., Черняк А.В., Айсанов З.Р. и др. Спирометрия: методическое руководство по проведению исследования и интерпретации результатов. Пульмонология. 2023; 33 (3): 307–340. DOI: 10.18093/0869–0189–2023–33–3–307–340 Kameneva M.Yu., Cherniak A.V., Aisanov Z.R., et al. Spirometry: national guidelines for the testing and interpretation of results. *Pulmonology*. 2023; 33 (3): 307–340. DOI: 10.18093/0869–0189–2023–33–3–307–340
- Hansen J.E. Lower limit of normal is better than 70% or 80%. *Chest*. 2011; 139 (1): 6–8. DOI: 10.1378/chest.10–1117.25
- Miller M.R., Quanjier P.H., Swanne M.P. et al. Interpreting lung function data using 80% predicted and fixed thresholds misclassifies more than 20% of patients. *Chest*. 2011; 139 (1): 52–59. DOI: 10.1378/chest.10–0189.
- Stanojevic S., Kaminsky D.A., Miller M.R. et al. ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests. *Eur. Respir. J.* 2022; 60 (1): 2101499. DOI: 10.1183/13993003.01499–2021
- Crenesse D., Berlioz M., Bourrier T., Albertini M. Spirometry in children aged 3 to 5 years: reliability of forced expiratory maneuvers. *Pediatr. Pulmonol.* 2001; 32 (1): 56–61. DOI: 10.1002/ppul.1089
- Piccioni P., Borraccino A., Forneris M.P. et al. Reference values of forced expiratory volumes and pulmonary flows in 3–6 year children: a cross-sectional study. *Respir. Res.* 2007; 8 (1): 14. DOI: 10.1186/1465–9921–8–14
- Руководство по клинической физиологии дыхания / под ред. Л.А. Шика, Н.Н. Каменева. М.: Медицина, 1980. 376 с. Handbook of clinical respiratory physiology / edited by L.L. Shik, N.N. Kamenov. M.: Medicine, 1980. 376 p.
- Кузнецова В.К., Клемент Р.Ф., Котегов Ю.М. и др. Критерии оценки нарушений механических свойств аппарата вентиляции на основе исследования отношений поток-объем и состояния объемов легких. Методические рекомендации. Л.: ВНИИ пульмонологии МЗ СССР, 1988. 32 с. Kuznetsova V.K., Klement R.F., Kotegov Yu.M. et al. Criteria for assessing ventilation disorders based on the flow-volume relationship and lung volumes study. *Methodological recommendations*. Leningrad: Research Institute of Pulmonology, 1988. 32 p.
- Pellegrino R., Vieggi G., Brusasco V. et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur. Respir. J.* 2005; 26 (5): 948–968. DOI: 10.1183/09031936.05.00035205
- Silva A., Descalço A., Martins A. et al. Differences between % predicted and z-score. The impact on severity classification in spirometry. *European Respiratory Journal* 2020 56: 3790; DOI: 10.1183/13993003.congress-2020.3790
- Айсанов З.Р., Каманова Е.Н. Бронхиальная обструкция и гипервоздушность легких при хронической обструктивной болезни легких. Практическая пульмонология. 2016; (2): 9–17. Aisanov Z.R., Kalmanova E.N. Bronchial Obstruction and Pulmonary Hyperinflation in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Practical pulmonology*. 2016; (2): 9–17.
- Miller R.D., Hyatt R.E. Evaluation of obstructing lesions of the trachea and larynx by flow-volume loops. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1973; 108 (3): 475–481. DOI: 10.1164/arrd.1973.108.3.475
- Nafisa S., Messer B., Downie B. et al. A retrospective cohort study of idiopathic diaphragmatic palsy: a diagnostic triad, natural history and prognosis. *ERJ Open Res.* 2021; 7 (3): 00953–2020. DOI: 10.1183/23120541.00953–2020
- Каменева М.Ю., Кирюхина Л.Д., Стручков П.В. Обновленные отечественные рекомендации по спирометрии. Часть 1. Правила проведения исследования и критерии его качества. Медицинский алфавит. 2023; (22): 7–18. <https://doi.org/10.33667/2078–5631–2023–22–7–18> Kameneva M.Yu., Kiryukhina L.D., Struchkov P.V. Updated national guidelines for spirometry. Part 1. Test rules and quality criteria *Medical alphabet*. 2023; (22): 7–18. <https://doi.org/10.33667/2078–5631–2023–22–7–18>

Сведения об авторах:

Каменева Марина Юрьевна, д.м.н., ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского института ревматологии и алергологии Научно-клинического исследовательского центра¹, врач функциональной диагностики кабинета функциональной диагностики поликлиники с КДЦ клиникой Научно-клинического исследовательского центра¹. eLibrary SPIN: 9810-9636. AuthorID: 15686. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3832-8485>

Кирюхина Лариса Дмитриевна, к.м.н., заведующая отделением функциональной и ультразвуковой диагностики², ведущий научный сотрудник, руководитель научно-исследовательской лаборатории функциональных исследований³. eLibrary SPIN: 7446-4116. AuthorID: 342739 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6550-817X>

Стручков Петр Владимирович, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой клинической физиологии и функциональной диагностики Академии постдипломного образования⁴, заместитель руководителя диагностической службы⁵. eLibrary SPIN: 6093-0782. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8203-5121>

¹ ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Минздрава России

² ФГБУ «Научно-исследовательский институт пульмонологии» ФМБА России, Москва

³ ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России

⁴ Академия постдипломного образования ФГБУ ФНЦК ФМБА России, Москва

⁵ ФГБУЗ Клиническая больница № 85 ФМБА России, Москва

Автор для переписки: Каменева Марина Юрьевна. E-mail: kmju@mail.ru

About authors:

Kameneva Marina Yu., MD, Leading Researcher at the Research Institute of Rheumatology and Allergology of the Scientific and Clinical Research Center¹, doctor of functional Diagnostics of the functional diagnostics office of the polyclinic with the CDC Clinic of the Scientific and Clinical Research Center¹. eLibrary SPIN: 9810-9636. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3832-8485>

Kiryukhina Larisa D., Ph.D., Head of the Department of Functional and Ultrasound Diagnostics², Leading researcher, Head of the Research Laboratory of Functional research³. eLibrary SPIN: 7446-4116. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6550-817X>

Struchkov Pyotr V., MD, Professor, Head of the Department of Clinical Physiology and Functional Diagnostics of the Academy of Postgraduate Education⁴, Deputy Head of Diagnostic Service⁵. Electronic library. SPIN: 6093-0782. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8203-5121>

¹ Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Russia

² Pulmonology Scientific Research Institute, Moscow, Russia

³ Saint-Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology

⁴ Academy of Postgraduate Education under FSBU FSCC of FMBA of Russia, Moscow, Russia

⁵ Clinical Hospital No.85, Moscow, Russia

Corresponding author: Kameneva Marina Y. E-mail: kmju@mail.ru

Статья поступила / Received 23.12.2023
Получена после рецензирования / Revised 23.02.2024
Принята в печать / Accepted 23.02.2024

Для цитирования: Каменева М.Ю., Кирюхина Л.Д., Стручков П.В. Обновленные отечественные рекомендации по спирометрии. Часть 2. Оценка результатов спирометрии. Комментарии и предложения по использованию. Медицинский алфавит. 2024;(6):7–15. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-6-7-15>

For citation: Kameneva M.Yu., Kiryukhina L.D., Struchkov P.V. Updated national guidelines for spirometry. Part 2. An Approach to Interpreting Spirometry. *Medical alphabet*. 2024;(6):7–15. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-6-7-15>