

Обновленные отечественные рекомендации по спирометрии.

Часть 4. Примеры разбора результатов спирометрического исследования у взрослых и детей

Л.Д. Кирюхина^{1,2}, П.В. Стручков^{3,4}, А.Г. Шекина³, М.Ю. Каменева⁵

¹ ФГБУ «Научно-исследовательский институт пульмонологии» ФМБА России, Москва, Россия

² ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

³ Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» ФМБА России, Москва, Россия

⁴ ФГБУЗ Клиническая больница № 85 ФМБА России, Москва, Россия

⁵ ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Минздрава России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Статья продолжает серию статей по интерпретации последних отечественных рекомендаций по спирометрии. Рассмотрены примеры оценки спирограммы у взрослых и детей, представлены примеры спирограмм при дисанпсисе, PRISM и др. Отражено различие клинических заключений при использовании разных систем должных величин и разных подходов к оценке (в процентах должной величины и по z-критерию).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: : спирометрия, спирометрия у детей, 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 4. Examples of analysis of spirometric test results in adults and children

L.D. Kiryukhina^{1,2}, P.V. Struchkov^{3,4}, A.G. Shekina³, M.Yu. Kameneva⁵

¹ Pulmonology Scientific Research Institute, Moscow, Russia

² Saint Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology, Saint Petersburg, Russia

³ Academy of Postgraduate Education under FSBU FSCC of FMBA of Russia, Moscow, Russia

⁴ Clinical Hospital No. 85, Moscow, Russia

⁵ Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Moscow, Russia

SUMMARY

The article continues a series of articles on the interpretation of the latest national recommendations on spirometry. Examples of spirogram interpretation in adults and children are considered, such spirogram variants as dysanapsis, PRISM, etc. are given. The difference in clinical conclusions when using different systems of predicted values and different approaches to assessment (as a percentage of the predicted value and by the z-criterion) is reflected.

KEYWORDS: spirometry, spirometry in children, pulmonary function tests, ventilation disorders, reference values, lower limit of normal, z-score, bronchodilator test, bronchodilator response.

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

Введение

Анализ каждой спирограммы предполагает следующую последовательность действий (см. рис. 1). Подробно анализ спирометрии рассматривался в части 2 представленной серии статей.

1. Оценить качество проведенного исследования (визуальные и количественные критерии), если критерии соблюдены – выбрать систему должных величин: у взрослых – GLI-2012 (Global lung function initiative – Глобальная легочная инициатива) [1], GLI-2021, Клемент Р.Ф. и со-

авт., 1986 [2]; Европейского сообщества угля и стали (European Coal and Steel Community-ECSC)-1993 [3]; у детей – GLI-2012 и GLI-2021; Клемент Р.Ф., Зильбер Н.А., 1994 [4]; Ширяева И.С. и соавт., 1990 [5], Knudson R.J., 1976 [6], Zapletal A. et al., 1976 [7] и перейти к п. 2.

При несоблюдении критериев качества исследования повторить. В противном случае при невозможности соблюдения всех критериев по объективным причинам ориентируются на признаки приемлемости и пригодности [8].

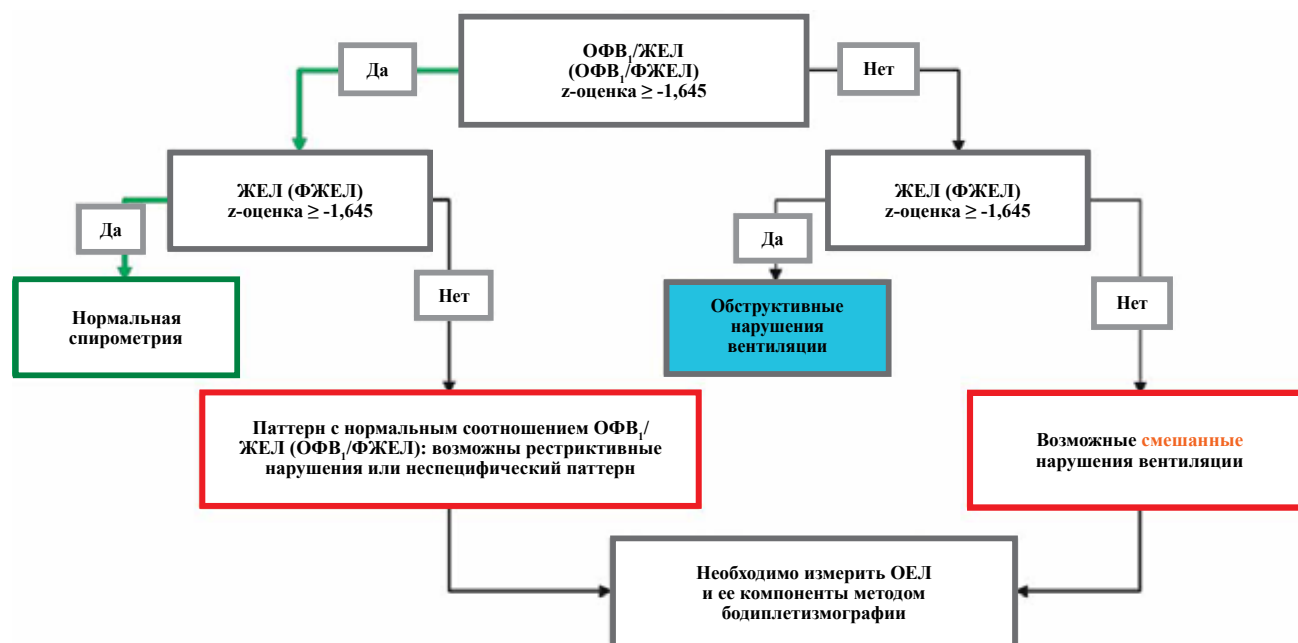


Рисунок 1. Алгоритм интерпретации результатов спирометрии

2. Оценить значение показателя ОФВ₁/ЖЕЛ (индекс Тиффно) или ОФВ₁/ФЖЕЛ (индекс Генслера), в знаменателе берется наибольшее значение из ЖЕЛ и ФЖЕЛ (где ОФВ₁ – объем форсированного выдоха за первую секунду, ЖЕЛ – жизненная емкость легких, измеренная при спокойном дыхании, ФЖЕЛ – форсированная ЖЕЛ) [9, 10]:

- если индексы ОФВ₁/ЖЕЛ и/или ОФВ₁/ФЖЕЛ снижены ($z < -1,645$), то имеется обструкция дыхательных путей, далее см. п. 3;
- если снижение индекса ОФВ₁/ЖЕЛ и/или ОФВ₁/ФЖЕЛ сочетается со снижением ЖЕЛ (ФЖЕЛ), то целесообразно провести бронходилатационный тест и после него при необходимости определить величину общей емкости легких (ОЕЛ) методом бодиплетизмографии. По результатам бодиплетизмографии возможны: снижение ОЕЛ – признак смешанных нарушений вентиляции; нормальное или повышенное значение ОЕЛ – признак обструктивных нарушений;
- если индексы ОФВ₁/ЖЕЛ и/или ОФВ₁/ФЖЕЛ не снижены, необходимо рассмотреть варианты:
 - а – нормальные показатели спирометрии (при нормальных значениях ЖЕЛ и ФЖЕЛ и ОФВ₁);
 - б – паттерн PRISm (Preserved ratio impaired spirometry): снижение ОФВ₁, ЖЕЛ (ФЖЕЛ) при сохранном соотношении ОФВ₁/ЖЕЛ (ОФВ₁/ФЖЕЛ). Целесообразно провести бронходилатационный тест и после него при необходимости исследовать структуру общей емкости легких (ОЕЛ) (бодиплетизмография). После получения результатов бодиплетизмографии возможны: снижение ОЕЛ – признак рестрикции, нормальное значение ОЕЛ – «неспецифический паттерн», который требует анализа клинической картины и динамического наблюдения.

3. Оценить степени обструкции по степени снижения показателя ОФВ₁ по отношению к должной величине

по ATS/ERS 2005 г. (5 степеней снижения) или, что более корректно, по z-критерию (3 степени снижения) [9]. Далее – см. п. 4.

4. Оценить значение показателей ЖЕЛ и ФЖЕЛ.

- если измеренное значение ЖЕЛ (максимальное из значений на вдохе и выдохе) меньше ФЖЕЛ, то за реальное значение ЖЕЛ_{макс} принимается большее значение – ФЖЕЛ.
- если при качественном проведении спирометрии ФЖЕЛ меньше ЖЕЛ (разница больше 150 мл) при наличии обструкции, эта разница может указывать на наличие «воздушной ловушки».
- степень снижения ЖЕЛ и ФЖЕЛ оценивают по z-критерию.

Все другие показатели спирограммы: ОФВ₁, скоростные также целесообразно оценивать по z-критерию, согласно таблице 1 [9, 10, 11].

Таблица 1
Выраженность функциональных нарушений 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)	$-4,000 \leq z\text{-оценка} < -2,500$
Резко выраженная (тяжелая)	$z\text{-оценка} < -4,000$

* – Термины: умеренная, значительная, резкая – соответствуют принятой отечественной школе, термины: легкая, средняя, тяжелая – соответствуют переводу англоязычных терминов (mild, moderate, severe). Допустимо использовать оба варианта терминологии, но единообразно в одном учреждении.

На рисунке 1 представлен алгоритм интерпретации результатов спирометрии.

Применение алгоритма оценки результатов спирометрического исследования с использованием разных систем должных величин и разных подходов к оценке показателей (в процентах должной величины (% долж.) и z-оценки) продемонстрировано рядом примеров.

Пример 1. Мужчина 30 лет. Рост 199 см. Некурящий. Спортсмен. Практически здоровый. Результаты спирометрии представлены на рисунке 2 и в таблице 2.

Заключение по системе должных величин ECSC-1993, z-оценке: ЖЕЛ выше нормы, признаки дисанасиса, возможны умеренные обструктивные нарушения вентиляции.

Пояснение. Критерии качества пробы ФЖЕЛ соблюдены: $T_{\text{пос}}$ менее 0,10 с, время форсированного выдоха 5,39 с, что для молодых людей можно расценивать как норму. При значительном увеличении ЖЕЛ и ФЖЕЛ (около 168 и 151% долж. и z-оценке $> +1,650$) отмечается уменьшение индексов $\text{ОФВ}_1/\text{ЖЕЛ}$ и $\text{ОФВ}_1/\text{ФЖЕЛ}$ (0,67, 67%, z-оценка $= -2,065$). Это указывает на обструкцию дыхательных путей, однако при высоких значениях ЖЕЛ и ФЖЕЛ наличие обструкции может вызывать сомнение. Необходимо проанализировать клиническую картину, провести бронходилатационный тест, при необходимости бронхоконстрикторный тест.

Такой паттерн со сниженным индексом Тиффно (Генслера) при повышенных значениях ЖЕЛ или ФЖЕЛ расценивают как феномен дисанасиса. Он может быть связан с неравномерным развитием диаметра дыхательных путей и объема легочной паренхимы в процессе роста организма, когда дыхательные пути оказываются относительно несколько суженными. Такое явление чаще встречается у детей. В последующем этот паттерн может сохраниться, не вызывая нарушений со стороны здоровья, может развиваться бронхообструктивный синдром или нормализоваться индекс Тиффно (Генслера).

Следует отметить, что по системе должных величин GLI-2012 обструктивный синдром не выявлен, поскольку в этой системе не приводится индекс $\text{ОФВ}_1/\text{ЖЕЛ}$, а по системе Р.Ф. Клемента и соавт. индекс $\text{ОФВ}_1/\text{ЖЕЛ}$ оказывается на нижней границе нормы.

Таким образом, разные системы должных величин демонстрируют разную степень отклонения показателей спирометрии, что приводит к различной их интерпретации.

Таблица 2
Значения спирометрических показателей в примере 1

Показатель		Должные величины		
		GLI-2012, GLI-2021	Клемент Р.Ф. и соавт., 1986	ECSC-1993
ЖЕЛ	Измерен. знач. (л)	11,0		
	% долж	152	166,4	165,4
	НГН (л)	5,81	5,59	5,73
	z-оценка	4,150	7,082	7,780
ФЖЕЛ	Измерен. знач. (л)	9,74		
	% долж	136,2	150,9	153,6
	НГН (л)	5,76	5,37	5,34
	z-оценка	3,017	4,979	5,589
ОФВ_1	Измерен. знач. (л)	7,41		
	% долж	128,5	140,8	142,6
	НГН (л)	4,60	4,38	4,36
	z-оценка	2,429	3,974	4,334
$\text{ОФВ}_1/\text{ЖЕЛ}$	Измерен. знач.	0,67		
	Должное значение		0,80	0,82
	НГН		0,67	0,70
	z-оценка		-1,648	-2,065
$\text{ОФВ}_1/\text{ФЖЕЛ}$	Измерен. знач.	0,76		
	Должное значение	0,81		
	НГН	0,71		
	z-оценка	-0,859		
ПОС	Измерен. знач. (л/с)	14,50		
	% долж		127,1	130,9
	НГН (л/с)		8,88	9,09
	z-оценка		2,006	2,828
СОС_{25-75}	Измерен. знач. (л/с)	6,33		
	% долж	114,6	106,1	120,1
	НГН (л/с)	3,43	4,17	3,56
	z-оценка	0,547	0,334	1,019

Примечания: Измерен. знач. – измеренное значение показателя, % долж – должное значение, НГН – нижняя граница нормы, z-оценка, ПОС – пиковая объемная скорость форсированного выдоха, СОС_{25-75} – средняя объемная скорость выдоха на уровне от 25 до 75% ФЖЕЛ.

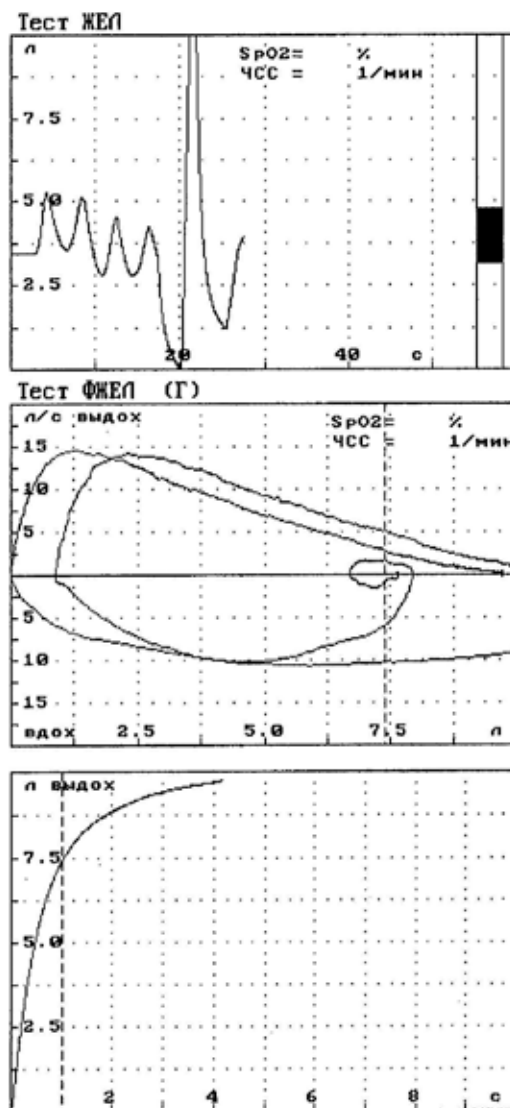


Рисунок 2. Результаты спирометрии пациента в примере 1. Верхний рисунок – кривая ЖЕЛ, средний – кривая поток-объем маневра ФЖЕЛ, нижний – кривая объем-время маневра ФЖЕЛ

Пример 2. Мужчина 67 лет. Рост 174 см.

Некурящий. Заболеваний органов дыхания не зарегистрировано. Пример демонстрирует различие заключений при оценке в процентах к должной величине и z-оценке даже при использовании одной системы, в данном случае Клемента Р.Ф. и соавт. (рис. 3).

Заключение по системе должных Клемент Р.Ф. и соавт., в процентах должной величины: обструкция дыхательных путей умеренной степени [11]. ФЖЕЛ в пределах нормы (ЖЕЛ не определялась).

Пояснение: традиционно за нижнюю границу нормы для показателя $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ принимается 0,70 (70%) [10, 11]. Однако значение индекса $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ после 20–25-летнего возраста практически линейно уменьшается и нижняя граница нормы (НГН) 0,70 отмечается около 50-летнего возраста [12]. Для мужчины 67 лет НГН для этого индекса составляет для системы должных значений Клемента Р.Ф. и соавт. 0,62 (62%) и значение 0,68 соответствует зоне нормы. Поэтому при интерпретации по должных Клемента Р.Ф. и соавт. и z-оценке показатели проходимости дыхательных путей – в пределах нормы.

Таким образом, разные подходы к оценке показателей даже при использовании одной системы должных величин может приводить к разным заключениям. Окончательное заключение возможно при сопоставлении с клинической картиной. При необходимости рекомендуется проведение бронходилатационного и бронхоконстрикторного тестов.

Пример 3. Женщина 71 года. Рост 150 см. Страдает ХОБЛ на фоне кифосколиоза. Жалобы на одышку при небольшой физической нагрузке. Результаты спирометрии представлены на рисунке 4 и в таблице 3.

С учетом возраста пациентки – 71 год, наиболее адекватной системой должных величин будет система GLI-2012 [11]. В соответствии с этим по z-оценке отмечается значительное снижение ЖЕЛ, ФЖЕЛ и $ОФВ_1$ при нормальном соотношении $ОФВ_1/ФЖЕЛ$. Нормальное соотношение $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ не дает оснований для диагностики обструктивного синдрома по результатам спирометрии. Такой паттерн по результатам спирометрии расценивается как PRISm. Выше было описано, что по результатам бодиплетизмографии в этом случае возможны два варианта: рестриктивный синдром при снижении ОЕЛ и неспецифический паттерн при нормальной ОЕЛ. У этой пациентки при проведении бодиплетизмографии получено: ОЕЛ = 3,11 л (77% долж., z-оценка = -2,010), незначительное увеличение ООЛ = 1,98 л (108% долж., z-оценка = 0,660), соотношение ООЛ/ОЕЛ = 64% (увеличено и составило 160% долж., z-оценка = 2,930). При этом отмечено увеличение общего бронхиального сопротивления (1,74 кПа/л/с), преимущественно на выдохе (2,92 кПа/л/с) и характерные булавовидные формы петель бронхиального сопротивления. Полученные данные свидетельствуют о наличии смешанных обструктивных и рестриктивных нарушений, что возможно при ХОБЛ на фоне кифосколиоза.

Обращает внимание то, что системы Клемент Р.Ф. и соавт. и ECSC-1993 демонстрируют снижение показателя

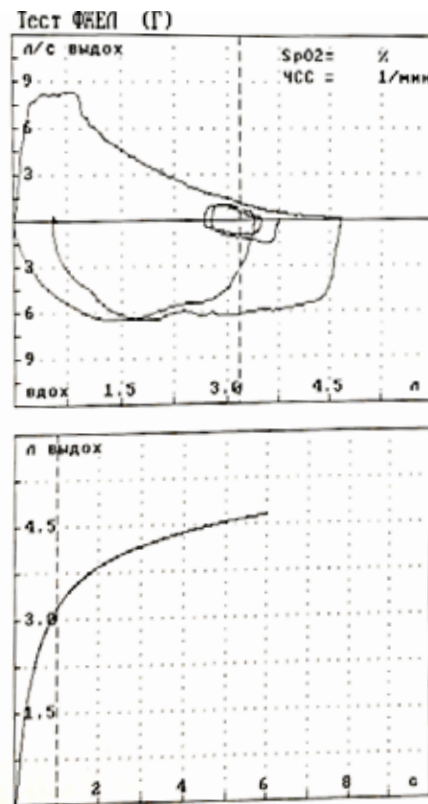


Рисунок 3. Кривые поток-объем и объем-время у пациента в примере 2. Значения: ФЖЕЛ = 121% долж., $ОФВ_1$ = 103% долж., $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ = 0,68 (68%), ПОС = 62% долж., $СОС_{25-75}$ = 57% долж.

теля $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ (0,64, 64%), z-оценка = -1,985 по Клементу Р.Ф. и -1,785 по ECSC-1993), что свидетельствует о наличии обструкции дыхательных путей. По системе GLI-2012 по данным спирометрии обструкция не отмечалась.

Заключение до проведения бодиплетизмографии по системе должных величин GLI-2012, z-оценке: значительное снижение ЖЕЛ и ФЖЕЛ при сохранном соотношении $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ – паттерн PRISm. Рекомендуется проведение бронходилатационного теста с последующим решением вопроса о проведении бодиплетизмографии. После проведения бодиплетизмографии выявлены признаки смешанных нарушений.

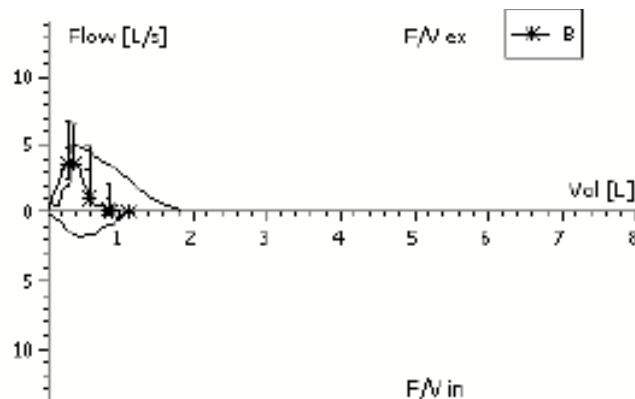


Рисунок 4. Кривая поток-объем форсированного выдоха пациента в примере 3

Таблица 3
Значения спирометрических показателей в примере 3

Показатель		Должные величины		
		GLI-2012, GLI-2021	Клемент Р.Ф. и соавт., 1986	ECSC-1993
ЖЕЛ	Измерен. знач. (л)		1,32	
	% долж	53,6	54,7	67,4
	НГН (л)	1,92	1,57	1,27
	z-оценка	-3,429	-2,141	-1,524
ФЖЕЛ	Измерен. знач. (л)		1,11	
	% долж	48,0	50,0	59,5
	НГН (л)	1,68	1,33	1,15
	z-оценка	-3,234	-2,056	-1,749
ОФВ ₁	Измерен. знач. (л)		0,85	
	% долж	46,9	46,9	56,1
	НГН (л)	1,32	1,07	0,89
	z-оценка	-3,099	-2,136	-1,764
ОФВ ₁ /ЖЕЛ	Измерен. знач.		0,64	
	Должное значение		0,79	0,76
	НГН		0,67	0,65
	z-оценка		-1,985	-1,785
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ	Измерен. знач.		0,77	
	Должное значение	0,79		
	НГН	0,65		
	z-оценка	-0,230		
ПОС	Измерен. знач. (л/с)		3,56	
	% долж		73,6	71,8
	НГН (л/с)		2,83	3,47
	z-оценка		-1,045	-1,551
СОС ₂₅₋₇₅	Измерен. знач. (л/с)		0,64	
	% долж	39,4	30,5	27
	НГН (л/с)	0,74	0,37	0,97
	z-оценка	-1,901	-1,387	-2,031

Примечания: Измерен. знач. – измеренное значение показателя, % долж – должное значение, НГН – нижняя граница нормы, z-оценка, ПОС – пиковая объемная скорость форсированного выдоха, СОС₂₅₋₇₅ – средняя объемная скорость выдоха на уровне от 25 до 75% ФЖЕЛ.

Пример 4. Мужчина 49 лет, Рост 171 см. Некурящий. Бронхиальная астма. Результаты представлены на рисунке 5 и в таблице 4.

Заключение по системе Клемента Р.Ф. и соавт., 1986, z-оценке: умеренное снижение ЖЕЛ, резкие нарушения проходимости дыхательных путей. Возможны смешанные нарушения вентиляции, для уточнения типа вентиляционных нарушений необходимо измерение общей емкости легких (бодиплетизмография).

Бронходилатационный тест с вентолином (сальбутамол, 400 мкг, положительный (прирост ОФВ₁ + 0,55 л, 46,2 % к исх.; ФЖЕЛ + 0,61 л, 19,7 % к исх.).

После ингаляции вентолина отмечается улучшение проходимости дыхательных путей, увеличение ЖЕЛ (z-оценка = -1,216) и ФЖЕЛ (z-оценка = -0,881).

До проведения бронходилатационного теста наблюдалось снижение ЖЕЛ и индексов Тиффно и Генслера по всем системам должных величин, что может быть как при обструктивных нарушениях, так при смешанных. В подобных случаях для точного определения типа вентиляционных нарушений необходимо измерить общую емкость легких методом бодиплетизмографии: если ОЕЛ снижена, то нарушения смешанные, если ОЕЛ нормальная или повышенная – обструктивные.

Однако решение о необходимости выполнения бодиплетизмографии необходимо принимать после выполнения бронходилатационного теста. В приведенном примере ЖЕЛ и ФЖЕЛ нормализовались после ингаляции бронходилататора, значит ее снижение было обусловлено сужением дыхательных путей и предположение о смешанном характере вентиляционных нарушений не подтвердилось, проведение бодиплетизмографии этому пациенту не целесообразно.

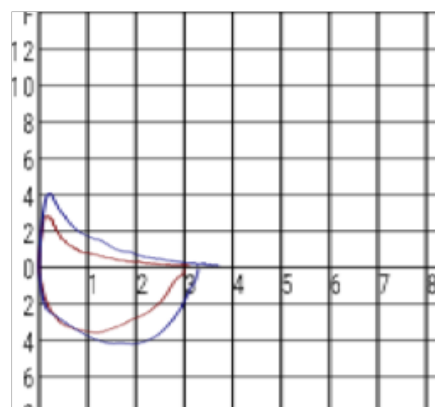


Рисунок 5. Кривая поток-объем пациента в примере 4. Внутренняя (красная) кривая – до, наружная (синяя) – после ингаляции с альбутамолом 4 дозы ДАИ

Таблица 4
Значения спирометрических показателей в примере 4

Показатель		Должные величины		
		GLI-2012, GLI-2021	Клемент Р.Ф. и соавт., 1986	ECSC-1993
ЖЕЛ	Измерен. знач. (л)		3,27	
	% долж	66	74	74
	НГН (л)	3,95	3,41	3,49
	z-оценка	-2,808	-1,877	-2,037
ФЖЕЛ	Измерен.знач.(л)		3,09	
	% долж	68	73	73
	НГН (л)	3,58	3,17	3,24
	z-оценка	-2,464	-1,773	-1,885
ОФВ ₁	Измерен. знач. (л)		1,19	
	% долж	33	34	35
	НГН (л)	2,84	2,62	2,60
	z-оценка	-4,729	-4,294	-4,410
ОФВ ₁ /ЖЕЛ	Измерен. знач.		0,36	
	Должное значение	—	0,46	0,46
	НГН	—	0,65	0,67
	z-оценка	—	-5,345	-5,909
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ	Измерен.знач.		0,39	
	Должное значение	0,49	—	—
	НГН	0,69	—	—
	z-оценка	-4,703	—	—
ПОС	Измерен. знач. (л/с)		2,88	
	% долж	—	35	34
	НГН (л/с)	—	5,76	6,55
	z-оценка	—	-3,517	-4,681
СОС ₂₅₋₇₅	Измерен. знач. (л/с)		0,44	
	% долж	13	11	11
	НГН (л/с)	1,86	2,31	2,20
	z-оценка	-4,044	-3,363	-3,338

Примечания: Измерен. знач. – измеренное значение показателя, % долж – должное значение, НГН – нижняя граница нормы, z-оценка, ПОС – пиковая объемная скорость форсированного выдоха, СОС₂₅₋₇₅ – средняя объемная скорость выдоха на уровне от 25 до 75% ФЖЕЛ.

Пример 5. Мальчик П., 9 лет, рост. 132 см., вес 27 кг.

Диагноз: круглогодичный аллергический ринит. Поллиноз. Бронхиальная астма атопическая, легкое персистирующее течение, частично контролируемая, межприступный период. Поливалентная аллергия.

Жалобы на момент обследования: заложенность носа, ринорея, осиплость в утренние часы, эпизоды затрудненного дыхания, преимущественно после физической нагрузки. Результаты представлены на рисунке 6 и в таблице 5.

Автоматическая оценка качества выполнения теста ФЖЕЛ до ингаляции: ОФВ₁ – А, ФЖЕЛ – С, после ингаляции, соответственно А и В. Однако при визуальной оценке качества теста обращает внимание медленное развитие усилия в начале форсированного выдоха на исходной кривой, при более резком выдохе обструктивные нарушения могли бы быть выявлены более явно.

Бронходилатационный тест с беродуалом (2 дозы) отрицательный. Однако в связи с неодинаковым качеством выполнения теста до и после ингаляции бронходилататора оценка результатов действия препарата сомнительна.

Таким образом, выявлена обструкция дыхательных путей легкой степени только по Ширяевой И.С. и соавт. по z-оценке, снижение скоростных показателей МОС₂₅ и МОС₅₀ по всем системам в процентах к должной и по z-оценке. Снижение МОС₇₅ и СОС₂₅₋₇₅ по z-оценке только по Ширяевой И.С. и соавт., а в процентах должной по всем системам (58–71% должной).

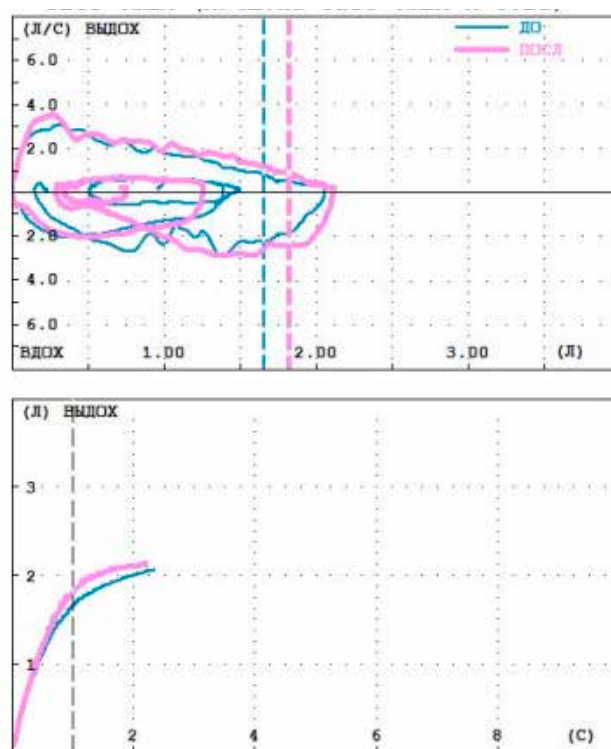


Рисунок 6. Кривые поток-объем (верхний рисунок) и объем-время (нижний рисунок) форсированного выдоха пациента в примере 5. Синим цветом – кривые до, розовым – после ингаляции беродуала 2 дозы ДАИ

По системе Клемента Р.Ф. и Зильбер Н.А. не приводятся должные значения для $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ и при диагностике обструктивных нарушений учитываются скоростные показатели, снижение которых ($МОС_{25}$ и $МОС_{50}$) в настоящем примере, может указывать на легкую обструкцию.

Величина ФЖЕЛ не отклонялась от нормы по всем системам как в процентах должной величины, так и по z-оценке.

С учетом клинической картины система должных величин Ширяевой И.С. и соавт. более соответствовала состоянию пациента на момент обследования.

Пример формулировки окончательного заключения: по системе должных величин Ширяевой И.С., z-оценке: отмечаются признаки обструкции дыхательных путей легкой степени, ФЖЕЛ в пределах нормы. Бронходилатационный тест с 2 дозами беродуала отрицательный.

Таблица 5
Результаты спирометрии до ингаляции бронходилататора пациента в примере 5

Показатель		Должные величины				
		GLI-2012	Клемент Р.Ф., Зильбер Н.А., 1994	Ширяева И.С. и соавт., 1990	Knudson R.J., 1976	Zapletal A. et al., 1976
ФЖЕЛ	Измерен. знач. (л)			2,06		
	% долж	103	100,5	110,5	102	103
	НГН (л)	1,61	1,60	1,50		
	z-оценка	0,264	0,035	0,879		
ОФВ ₁	Измерен. знач. (л)			1,65		
	% долж	94,9	89,1	93,1	93	98
	НГН (л)	1,41	1,45	1,44		
	z-оценка	-0,44	-0,82	-0,602		
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ	Измерен. знач.			0,80		
	Должное значение	0,88		0,93	0,88	0,85
	НГН	0,76		0,86		
	z-оценка	-1,163		-3,058		
ПОС	Измерен. знач. (л/с)			3,29		
	% долж		79,8	80,6	87	90
	НГН (л/с)		4,18	2,90		
	z-оценка		-1,19	-1,103		
МОС	Измерен. знач. (л/с)			2,49		
	% долж		68,2	66,8	70	71
	НГН (л/с)		2,62	2,73		
	z-оценка		-1,847	-2,045		
МОС	Измерен. знач. (л/с)			1,63		
	% долж		64,9	60,8	67	63
	НГН (л/с)		1,80	1,89		
	z-оценка		-2,028	-2,194		
МОС ₇₅	Измерен. знач.			0,82		
	% долж	85,8	65,3	56,5	66	58
	НГН	0,52	0,77	0,85		
	z-оценка	-0,444	-1,471	-1,714		
СОС ₂₅₋₇₅	Измерен. знач. (л/с)			1,51		
	% долж	73,2	71,1	64,2	71	
	НГН (л/с)	1,33	1,27	1,63		
	z-оценка	-1,214	-1,178	-1,907		

Примечания: Измерен. знач. – измеренное значение показателя, % долж – должное значение, НГН – нижняя граница нормы, z-оценка, ПОС – пиковая объемная скорость форсированного выдоха, СОС₂₅₋₇₅ – средняя объемная скорость выдоха на уровне от 25 до 75% ФЖЕЛ.

Пример 6. Мальчик М, 15 лет, рост 171 см., вес 70 кг.
Диагноз: Бронхиальная астма атопическая легкой степени тяжести, контролируемая. Анамнез: С 3–4 лет рецидивирующий бронхообструктивный синдром, преимущественно на фоне ОРВИ. В 2014 г выставлен диагноз Бронхиальная астма. Получал базисную терапию будесонид/формотерол 160/4,5 мкг 2 р/д. В момент обследования активных жалоб не предъявлял. Результаты спирометрии представлены на рисунке 7 и в таблице 6.

Автоматическая оценка качества выполнения теста ФЖЕЛ до ингаляции: $ОФВ_1$ – А, ФЖЕЛ – А, после ингаляции, соответственно А и А, однако по визуальной оценке

качества теста на исходной кривой форсированного выдоха отмечался кашель, что могло отразиться на величине $ОФВ_1$.

Выявлена обструкция дыхательных путей умеренной степени по Ширяевой И.С. и соавт. по z-оценке, и по GLI-2012 по z-оценке. В то время как в процентах к должной величине индекс $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ был достаточно высоким (0,81–0,86) по всем системам.

Отмечено умеренное снижение скоростных показателей $МОС_{25}$ и $МОС_{50}$ по Ширяевой И.С. и соавт. и Клементу Р.Ф., Зильбер Н.А., а также умеренное снижение $СОС_{25-75}$ по GLI-2012, Клементу Р.Ф., Зильбер Н.А. и Ширяевой И.С. и соавт.

Таблица 6
Результаты спирометрии до ингаляции бронходилататора пациента в примере 6

Показатель		Должные величины				
		GLI-2012	Клемент Р.Ф.-Зильбер Н.А. 1994	Ширяева И.С. и соавт., 1990	Knudson R.J., 1976	Zapletal A. et al., 1976
ФЖЕЛ	Измерен. знач. (л)			4,730		
	% долж	107,2	113,6	114,3	109	110
	НГН (л)	3,58	3,25	3,33		
	z-оценка	0,621	1,026	1,196		
ОФВ ₁	Измерен. знач. (л)			3,430		
	% долж	91	92	93	92	97
	НГН (л)	3,03	2,90	3,00		
	z-оценка	-0,791	-0,577	-0,634		
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ	Измерен. знач.			0,73		
	% к долж	0,85		0,81	0,86	0,84
	НГН	0,75		0,84		
	z-оценка	-1,899		-4,269		
ПОС	Измерен. знач. (л/с)			8,18		
	% долж		104	95	105	110
	НГН (л/с)		5,69	6,15		
	z-оценка		0,210	-0,312		
МОС ₂₅	Измерен. знач. (л/с)			4,14		
	% долж		58	60	58	63
	НГН (л/с)		5,10	5,04		
	z-оценка		-2,431	-2,451		
МОС ₅₀	Измерен. знач. (л/с)			2,940		
	% долж		59	59	63	62
	НГН (л/с)		3,54	3,51		
	z-оценка		-2,347	-2,285		
МОС ₇₅	Измерен. знач. (л/с)			1,610		
	% долж	75	64	62	66	64
	НГН (л/с)	1,18	1,54	1,51		
	z-оценка	-0,817	-1,523	-1,488		
СОС ₂₅₋₇₅	Измерен. знач. (л/с)			2,710		
	% долж	64	62	65	65	нет
	НГН (л/с)	2,81	2,60	2,88		
	z-оценка	-1,778	-1,540	-1,868		

Примечания: Измерен. знач. – измеренное значение показателя, % долж – должное значение, НГН – нижняя граница нормы, z-оценка, ПОС – пиковая объемная скорость форсированного выдоха, СОС₂₅₋₇₅ – средняя объемная скорость выдоха на уровне от 25 до 75% ФЖЕЛ.

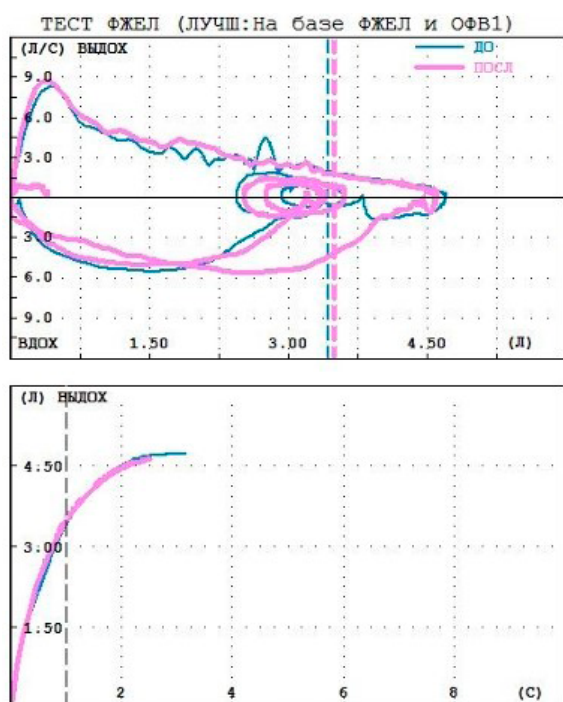


Рисунок 7. Кривые поток-объем (верхний рисунок) и объем-время (нижний рисунок) форсированного выдоха пациента в примере 6. Синим цветом – кривые до, розовым – после ингаляции беродуала 2 дозы ДАИ

Обращают внимание то, что обструкция более четко выявляется по Ширяевой И.С. и соавт. и GLI-2012 только по z-оценке, а не в процентах должной величины.

Бронходилатационный тест с беродуалом (2 дозы, ДАИ) – отрицательный.

С учетом клинической картины заболеваний наличие обструктивного синдрома является вполне вероятным, но его выявление стало возможным только при использовании z-оценки.

Формулировка окончательного заключения по системе должных величин Ширяевой И.С. и соавт., z-оценке: отмечаются признаки обструкции дыхательных путей умеренной степени, ФЖЕЛ в пределах нормы. Бронходилатационный тест с 2 дозами беродуала, ДАИ – отрицательный.

По системе должных GLI-2012 по z-оценке заключение будет звучать так же.

Заключение

1. Полноценное заключение по результатам спирометрии может быть оформлено только при условии качественного проведения теста с соблюдением всех критериев приемлемости или, в крайнем случае, пригодности.
2. Оценка результатов бронходилатационного теста правомерна только при соблюдении критериев качества тестов, как до, так и после ингаляции бронходилататора.

3. Использование разных систем должных величин может приводить к разной интерпретации результатов и, соответственно, к разным врачебным заключениям.
4. Использование разных подходов к оценке отклонений показателей (по нижней границе нормы в процентах должной величины или по z-оценке) может приводить к разной интерпретации результатов и, соответственно, к разным врачебным заключениям даже при использовании одной и той же системы должных величин [13].
5. При динамическом наблюдении за пациентом сравнение показателей возможно только при использовании одной и той же системы должных величин и одного способа оценки показателей (в процентах должной величины или z-оценке).
6. Z-оценка, позволяющая более адекватно подходить к анализу показателей у конкретного пациента, требует определенного времени для ее широкого внедрения. В помощь могут быть специальные калькуляторы, примером которых может быть калькулятор Спиролан, позволяющий рассчитать как проценты должной величины, так и z-оценку и значение нижней границы нормы одновременно по трем системам должных величин дифференцированного для детей и взрослых.

Список литературы / References

1. Quanjer 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>.
2. Клемент Р.Ф., Лаврушин А.А., Тер-Погосян П.А., Котегов Ю.М. Инструкция по применению формул и таблиц должных величин основных спирометрических 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.
3. European Community for Steel and Coal: standardized lung function testing // *Eur. Respir. J.* – 1993. – Vol. 6. – S. 16. – P. 5–40.
4. Клемент Р.Ф., Зильбер Н.А. Методологические особенности показателей кривой поток-объем у лиц моложе 18 лет. *Пульмонология*. 1994;(2):17–21. Klement R.F., Zilber N.A. Methodological features of parameters of the "flow-volume" curve in infants. *Pulmonologia*. 1994;(2):17–21. (In Russ.)
5. 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., Savelliev 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.
6. Knudson R.J., Slatin R.C., Lebowitz M.D. and Burrows, B. (1976) The Maximal Expiratory Flow-Volume Curve, Normal standards, Variability, and Effects of Age. *American Review of Respiratory Disease*, 113, 587–600.
7. Zapletal A., Paul T., Samanek N. Die Bedeutung heutiger Methoden der Lungen – funktionsdiagnostik zur Feststellung einer Obstruktion der Atemwege bei Kindern und Jugendlichen. *Z Erkrank Atm – Org* 1977;149:343–371.
8. Graham B.L., Steenbruggen I., Miller M.R. et al. Standardization of spirometry 2019. Update an official American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement. *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 2019; 200 (8): e70–88. DOI: 10.1164/rccm.201908-1590ST.
9. Каменева М.Ю., Черняк А. В., Айсанов З. Р. и др. Спирометрия: методическое руководство по проведению исследования и интерпретации результатов. Межрегиональная общественная организация «Российское респираторное общество», Общероссийская общественная организация «Российская ассоциация специалистов функциональной диагностики», Общероссийская общественная организация «Российское научно-медицинское общество терапевтов». *Пульмонология*. 2023;33(3):307–340. DOI: 10.18093/08690189-2023-33-3-307-340. Kameneva M.Yu., Chernyak 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.
10. Стручков П.В., Дроздов Д.В., Лукина О.Ф., Каменева М.Ю. Спирометрия. Руководство для врачей. 5-е издание. М. «ГЕОТАР-Медиа», 2025. 128 с. Struchkov P.V., Drozdov D.V., Lukina O.F., Kameneva M.Yu. Spirometry. Manual for doctors. M. «GEOTAR-Media», 2025. 128 p.
11. 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. Современная функциональная диагностика 2024;(6):7–15. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-6-7-15>. 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>.
12. 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.
13. Стручков П.В., Кирюхина Л.Д., Дроздов Д.В., Щелькалина С.П., Маничев И.А. Должные величины при исследовании функции внешнего дыхания. Разные должные – разные заключения? Медицинский алфавит. Современная функциональная диагностика 2021;(15):22–26. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-15-22-26>. Struchkov P.V., Kiryukhina L.D., Drozdov D.V., Shchelykalina S.P., Manichev I.A. Predicted values in the lung function testing. Different predicted values – different conclusions? *Medical alphabet*. 2021;(15):22–26. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-15-22-26>.

Статья поступила / Received 20.07.2025

Получена после рецензирования / Revised 29.07.2025

Принята в печать / Accepted 29.07.2025

Информация об авторах

Кирюхина Лариса Дмитриевна^{1,2} – к.м.н., заведующая отделением функциональной и ультразвуковой диагностики, ведущий научный сотрудник, руководитель научно-исследовательской лаборатории функциональных исследований
E-mail: kiryukhina_larisa@mail.ru. eLibrary SPIN: 7446-4116. AuthorID: 342739.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6550-817X>

Стручков Петр Владимирович^{3,4} – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой клинической физиологии и функциональной диагностики, заместитель руководителя диагностической службы
E-mail: struchkov57@mail.ru. eLibrary SPIN: 6093-0782.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8203-5121>

Шекина Анна Геннадьевна⁵ – старший преподаватель кафедры клинической физиологии и функциональной диагностики
E-mail: shekinaag@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5519-8208>

Каменева Марина Юрьевна⁵ – д.м.н., ведущий научный сотрудник, врач функциональной диагностики кабинета функциональной диагностики
E-mail: kmju@mail.ru. eLibrary SPIN: 9810-9636. AuthorID: 15686.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3832-8485>

¹ ФГБУ «Научно-исследовательский институт пульмонологии» ФМБА России, Москва, Россия

² ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиатрии и пульмонологии» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

³ Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» ФМБА России, Москва, Россия

⁴ ФГБУЗ Клиническая больница № 85 ФМБА России, Москва, Россия

⁵ ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Минздрава России, Москва, Россия

Контактная информация:

Каменева Марина Юрьевна. E-mail: kmju@mail.ru

Для цитирования: Кирюхина Л.Д., Стручков П.В., Шекина А.Г., Каменева М.Ю. Обновленные отечественные рекомендации по спирометрии. Часть 4. Примеры разбора результатов спирометрического исследования у взрослых и детей. Медицинский алфавит. 2025;(24):8–16. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-24-8-16>

Author information

Kiryukhina Larisa D.^{1,2} – Ph.D., Head of the Department of Functional and Ultrasound Diagnostics; Leading researcher, Head of the Research Laboratory of Functional research
E-mail: kiryukhina_larisa@mail.ru. eLibrary SPIN: 7446-4116. AuthorID: 342739.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6550-817X>

Struchkov Peter V.^{3,4} – MD, Professor, Head of the Department of Clinical Physiology and Functional Diagnostics; Deputy Head of Diagnostic Service
E-mail: struchkov57@mail.ru. eLibrary SPIN: 6093-0782.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8203-5121>

Shekina Anna G.⁵ – senior teacher of the Department of Clinical Physiology and Functional Diagnostics
E-mail: shekinaag@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5519-8208>

Kameneva Marina Y.⁵ – MD, Leading Researcher, doctor of functional Diagnostics of the functional diagnostics office
E-mail: kmju@mail.ru. eLibrary SPIN: 9810-9636. AuthorID: 15686.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3832-8485>

¹ Pulmonology Scientific Research Institute, Moscow, Russia

² Saint Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology, Saint Petersburg, Russia

³ Academy of Postgraduate Education under FSBU FSCC of FMBA of Russia, Moscow, Russia

⁴ Clinical Hospital No. 85, Moscow, Russia

⁵ Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Moscow, Russia

Contact information

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

For citation: Kiryukhina L.D., Struchkov P.V., Shekina A.G., Kameneva M.Yu. Updated national guidelines for spirometry. Part 4. Examples of analysis of spirometric test results in adults and children. *Medical alphabet*. 2025;(24):8–16. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-24-8-16>

