

Сравнение различных систем должных величин при спирометрии у детей

П.В. Стручков^{1,2}, А.Г. Шекина¹, М.Ю. Каменева³, Л.Д. Кирюхина^{4,5}, Е.А. Орлова^{6,7}, Ю.Б. Ключина^{5,6,11}, С.П. Щелькалина⁸, И.А. Маничев⁹, Н.Ф. Берестень¹⁰

¹ Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» ФМБА России, г. Москва, Россия

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

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

⁴ ФГБУ «Научно-исследовательский институт пульмонологии» ФМБА России, г. Москва, Россия

⁵ ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

⁶ СПбГБОУ «Санкт-Петербургский педиатрический медицинский университет» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

⁷ СПб ГБУЗ Детский Городской Многопрофильный Клинический Центр Высоких медицинских технологий им. К.А. Раухфуса, г. Санкт-Петербург, Россия

⁸ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, г. Москва, Россия

⁹ ООО «Белинтелмед», г. Минск, Республика Беларусь

¹⁰ ФГОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» МЗ России (РМАНПО), г. Москва, Россия

¹¹ СПбГБУЗ «Консультативно-диагностический центр для детей», г. Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

В работе проведен сравнительный анализ клинических заключений спирометрических исследований с использованием разных систем должных величин (ДВ) у детей (GLI-2012, 2021, Р.Ф. Клемента – Н.А. Зильбер (1994), И.С. Ширяевой и соавт. (1990), Knudson R.J. (1976), Zapletal A. et al., (1976) и разных способов оценки степени отклонения измеренных значений: в процентах к ДВ и z-критерий. Исследовано 247 детей в возрасте 5–17 лет с бронхиальной астмой (БА) легкой степени тяжести и угрозой формирования БА, разделенных на возрастные группы: 5–6 лет, 7–11 лет, 12–17 лет. **Результаты:** степень отклонения показателей имела разную выраженность при использовании различных систем ДВ и способа оценки показателей. Также при применении разных систем ДВ выявлено различие в частоте выявления и степени выраженности обструкции в разных возрастных группах. **Вывод:** при проведении каждого спирометрического исследования необходимо указывать использованную систему ДВ и способ оценки отклонения результатов, что особенно важно при динамическом наблюдении за ребенком и при переходе из одной возрастной группы в другую.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: спирометрия, спирометрия у детей, легочные функциональные тесты, вентиляционные нарушения, должные величины, нижняя граница нормы, z-критерий.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Comparison of different predicted value systems for spirometry in children

P.V. Struchkov^{1,2}, A.G. Shekina¹, M.Y. Kameneva³, L.D. Kiryukhina^{4,5}, E.A. Orlova^{6,7}, Y.B. Kluchina^{5,6,11}, S.P. Shchelykalina⁸, I.A. Manichev⁹, N.F. Beresten¹⁰

¹ Academy of Postgraduate Education Academy of Postgraduate Education under FSBU FSCC of FMBA of Russia, Moscow, Russia

² Clinical Hospital No. 85, Moscow, Russia

³ Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University, Saint-Petersburg, Russia

⁴ Pulmonology Scientific Research Institute, Moscow, Russia

⁵ Saint-Petersburg Research Institute of Phthisiopulmonology, Ministry of Health of the Russian Federation, Saint-Petersburg, Russia

⁶ Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Health of the Russia Federation, Saint-Petersburg, Russia

⁷ Saint-Petersburg City children Multifunctional Clinical Center of High Medical Technologies name Dr. K.A. Rauhfus, Saint-Petersburg, Russia

⁸ Pirogov Russian National Research Medical University (RNRMU), Moscow, Russia

⁹ Belintelmed LLC, Minsk, Republic of Belarus

¹⁰ Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia

¹¹ Consulting and Diagnostic Center for Children, Saint-Petersburg, Russia

SUMMARY

The paper presents a comparative analysis of clinical findings from spirometric studies using different systems of predicted values (PV) in children (GLI-2012, 2021, R.F. Klement – N.A. Zilber (1994), I.S. Shiryayeva et al. (1990), Knudson R.J. (1976), Zapletal A. et al., (1976) and different methods for assessing the degree of deviation of measured values: in percent PV and z-score. The study involved 247 children aged 5 to 17 years with mild

bronchial asthma (BA) and the risk of developing BA, divided into age groups: 5–6 years, 7–11 years, 12–17 years. **Results:** the degree of deviation of the indicators had varying degrees of severity when using both different systems of reference values and the method of assessing deviations. A difference was revealed in the frequency of detection and the severity of obstruction when using different PV systems and different methods for assessing. Moreover, the differences and their severity varied across age groups. **Conclusion.** When conducting each spirometric study, it is necessary to indicate both the reference value system used and the method for assessing deviations in the results. This is especially important during dynamic monitoring of a child and when transitioning from one age group to another.

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

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

Введение

В 2023 году вышли новые методические рекомендации по спирометрии, в которых предлагаются разные системы должных величин (ДВ) [1], преимущество выбора конкретной системы ДВ не рассматривается. У детей наиболее широко в нашей стране используются системы ДВ: GLI-2012, 2021 [2], Р.Ф. Клемента – Н.А. Зильбер (1994) [3], И.С. Ширяевой и соавт. (1990) [4], Knudson R.J., 1976 [5], Zapletal A. et al., 1976 [6]. При этом предложено оценивать отклонение спирометрических показателей от должной величины как в процентах от ДВ, так и по z-критерию. У взрослых пациентов при использовании систем должных величин GLI-2012, 2021, Р.Ф. Клемента и соавт. (1986), Европейского сообщества стали и угля (1993) разные системы дают разную клиническую оценку [7]. Однако в анализ не были включены пациенты детского возраста и системы ДВ, актуальные для детей. Актуальным остается вопрос о влиянии на клиническое заключение способа оценки отклонения спирометрических показателей: в процентах должной величины или по z-критерию. Для ответа на поставленные вопросы и было проведено настоящее исследование.

Цель исследования: сравнить оценку показателей спирометрии при использовании различных систем должных величин у детей разного возраста и разных способов оценки степени отклонения показателей (в процентах ДВ и z-критерию).

Материал и методы

Обследовано 247 детей, из них мальчиков – 195 (79%), девочек – 52 (21%). По возрастам дети были разделены на группы: 5–6 лет – 31 человек (21 мальчик, 10 девочек), 7–11 лет – 74 человека (60 мальчиков, 14 девочек), 12–17 лет – 142 человека (114 мальчиков, 28 девочек).

У 170 детей была диагностирована бронхиальная астма легкой степени тяжести, контролируемая /частично контролируемая. Остальные пациенты имели риск развития бронхиальной астмы. Во всех возрастных группах выделялись подгруппы с наличием обструкции дыхательных путей (всего 30 человек) на основании снижения показателя $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ ($z < -1,645$) по GLI-2012 (т. к. данная система ДВ давала наиболее редкое выявление обструкции, о чем сказано ниже).

Спирометрия проводилась на аппаратах: МАС-2 (Белинтелмед, Республика Беларусь), Е. Jaeger (Германия), в соответствии с Методическими рекомендациями по спирометрии (РРО, РАСФД, РНМОТ, 2023) [1].

Использовались системы должных величин (ДВ): GLI-2012, 2021, [2], Р.Ф. Клемент – Н.А. Зильбер (1994) [3], И.С. Ширяева и соавт. (1990) [4], Knudson R.J., 1976 [5], Zapletal A. et al., 1976 [6]. Далее системы обозначались, соответственно: GLI, Клемент, Ширяева, Кнадсон, Заплетал. В рассмотренных системах ДВ набор параметров спирометрии различался.

Для каждой системы должных величин проводился анализ отклонения показателей от нормы в процентах ДВ и по z-критерию. Для расчета z-критерия применялся онлайн калькулятор Spirocalc, Ланомедика, 2023. <https://spirolan.ru/spirocalc/>.

Для показателя $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ оценивалось не абсолютное его значение, а процент к должной его величине и z-критерий. В системах Кнадсон и Заплетал значения z-оценки не рассчитывались. Показатель $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ не рассчитывался в системе Клемент, а показатель $СОС_{25-75}$ не рассчитывался для системы ДВ Заплетал.

Оценка степени обструктивных нарушений по отклонению $ОФВ_1$ в процентах ДВ проводилась в соответствии с рекомендациями Американского торакального общества и Европейского респираторного общества (АТО/ЕРО) 2005 г.: легкой степени – $ОФВ_1$ более 70% ДВ, умеренные нарушения – 60–69%, средней тяжести – 50–59%, выраженные – 35–49%, резко выраженные – менее 35% [8]. Отклонения по z-критерию оценивались в соответствии с рекомендациям АТО/ЕРО 2022 г. [9]: норма: z-оценка от -1,645 до +1,645, умеренные нарушения: z-оценка от -1,645 до -2,500, значительные нарушения: z от -2,500 до -4,000, резкая степень нарушений: z менее -4,000.

Статистическая обработка проводилась с помощью скриптов на языке программирования R v 4.3.2 в среде RStudio 2024.09.1 Build 394 с помощью критерия Вилкоксона для связанных выборок, с учетом поправки Бонферрони. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,005$ для сравнений по процентам к ДВ и $p < 0,0167$ для сравнений по z-критерию. Описательная статистика проводилась в виде медиан и квартилей (Me [Q1; Q3]).

Результаты

В таблицах 1 и 2 представлены наибольшие и наименьшие значения спирометрических показателей в разных системах ДВ при оценке в процентах от ДВ (таблица 1) и по z-критерию (таблица 2) для разных возрастных групп и отдельно для пациентов с признаками обструкции дыхательных путей.

Таблица 1

Максимальные и минимальные значения показателей спирометрии в процентах ДВ в разных системах ДВ (Ме [Q1-Q3]).
Указано значимое или незначимое различие между минимальным и максимальным значениями

	Все			С обструкцией		
	до 7 лет	7–11 лет	12–17 лет	до 7 лет	7–11 лет	12–17 лет
ФЖЕЛ	Макс. GLI-2012 %ΔV=111 [100; 124] Мин. Клемент %ΔV=100 [94; 110] значимо	Макс. Ширяева %ΔV=99 [93; 113] Мин. Клемент %ΔV=91 [88; 109] значимо	Макс. Клемент %ΔV=103 [92; 110] Мин. GLI-2012 %ΔV=98 [86; 104] значимо	Макс. GLI-2012 %ΔV=124 [119; 127] Мин. Клемент %ΔV=114 [102; 115] не значимо	Макс. Ширяева %ΔV=96 [86; 118] Мин. Клемент %ΔV=89 [83; 112] значимо	Макс. Клемент %ΔV=99 [87; 104] Мин. GLI-2012 %ΔV=88 [83; 96] значимо
ОФВ ₁	Макс. GLI-2012 %ΔV=101 [97; 105] Мин. Клемент %ΔV=91 [87; 94] значимо	Макс. Заплетал %ΔV=89 [70; 98] Мин. Клемент %ΔV=81 [63; 89] значимо	Макс. Заплетал %ΔV=94 [82; 98] Мин. Клемент %ΔV=87 [73; 92] значимо	Макс. GLI-2012 %ΔV=101 [100; 103] Мин. Клемент %ΔV=90 [88; 93] не значимо	Макс. GLI-2012 %ΔV=81 [66; 101] Мин. Клемент %ΔV=75 [61; 89] значимо	Макс. Клемент %ΔV=71 [64; 84] Мин. GLI-2012 %ΔV=67 [61; 83] значимо
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ	Макс. GLI-2012 %ΔV=92 [83; 102] Мин. Ширяева %ΔV=89 [82; 100] значимо	Макс. Заплетал %ΔV=93 [88; 98] Мин. Ширяева %ΔV=86 [82; 90] значимо	Макс. Заплетал %ΔV=101 [96; 107] Мин. Кнадсон %ΔV=98 [92; 102] значимо	Макс. GLI-2012 %ΔV=81 [78; 83] Мин. Ширяева %ΔV=79 [75; 82] не значимо	Макс. GLI-2012 %ΔV=85 [80; 86] Мин. Ширяева %ΔV=80 [77; 82] значимо	Макс. Заплетал %ΔV=86 [78; 89] Мин. Ширяева %ΔV=77 [70; 82] не значимо
СОС ₂₅₋₇₅	Макс. GLI-2012 %ΔV=77 [63; 101] Мин. Ширяева %ΔV=68 [54; 88] значимо	Макс. GLI-2012 %ΔV=87 [71; 99] Мин. Ширяева %ΔV=76 [62; 89] значимо	Макс. Кнадсон %ΔV=86 [70; 102] Мин. GLI-2012 %ΔV=82 [68; 99] значимо	Макс. Клемент %ΔV=61 [59; 92] Мин. Ширяева %ΔV=53 [52; 54] не значимо	Макс. GLI-2012 %ΔV=55 [44; 69] Мин. Ширяева %ΔV=47 [41; 58] значимо	Макс. Клемент %ΔV=43 [34; 56] Мин. Ширяева %ΔV=38 [35; 60] не значимо
МОС ₇₅	Макс. GLI-2012 %ΔV=72 [56; 97] Мин. Ширяева %ΔV=54 [43; 77] значимо	Макс. GLI-2012 %ΔV=90 [78; 123] Мин. Ширяева %ΔV=61 [52; 88] значимо	Макс. GLI-2012 %ΔV=95 [74; 113] Мин. Ширяева %ΔV=78 [61; 93] значимо	Макс. GLI-2012 %ΔV=55 [52; 60] Мин. Ширяева %ΔV=44 [42; 46] не значимо	Макс. GLI-2012 %ΔV=52 [45; 75] Мин. Ширяева %ΔV=36 [31; 54] значимо	Макс. GLI-2012 %ΔV=43 [37; 48] Мин. Ширяева %ΔV=38 [32; 39] не значимо

Таблица 2

Максимальные и минимальные значения показателей спирометрии по z-оценке в разных системах ДВ (Ме [Q1-Q3]).
Указано значимое или незначимое различие между минимальным и максимальным значениями

	Все			С обструкцией		
	до 7 лет	7–11 лет	12–17 лет	до 7 лет	7–11 лет	12–17 лет
ФЖЕЛ	Макс. GLI-2012 Z=0,820 [0,010; 1,640] Мин. Клемент Z=-0,009 [-0,430; 0,730] значимо	Макс. Ширяева Z=-0,084 [-0,552; 1,179] Мин. Клемент Z=-0,699 [-0,910; 0,709] значимо	Макс. Клемент Z=0,208 [-0,583; 0,776] Мин. GLI-2012 Z=-0,193 [-1,186; 0,377] значимо	Макс. GLI-2012 Z=1,640 [1,350; 1,640] по Ширяевой Z=1,640 [1,240; 1,640] Мин. Клемент Z=1,03 [0,12; 1,15] не значимо	Макс. Ширяева Z=-0,328 [-1,141; 1,408] Мин. Клемент Z=-0,833 [-1,263; 0,907] не значимо	Макс. Клемент Z=-0,084 [-0,881; 0,270] Мин. GLI-2012 Z=-1,066 [-1,474; -0,283] значимо
ОФВ ₁	Макс. GLI-2012 Z=0,090 [-0,208; 0,370] Мин. Клемент Z=-0,692 [-1,016; 0,420] значимо	Макс. GLI-2012 Z=-0,522 [-1,541; 0,343] Мин. Клемент Z=-1,152 [-1,887; -0,339] значимо	Макс. Клемент Z=-0,577 [-1,159; -0,008] Мин. Ширяева Z=-0,823 [-1,986; -0,561] значимо	Макс. GLI-2012 Z=0,090 [-0,01; 0,210] Мин. Клемент Z=-0,770 [-0,900; -0,550] не значимо	Макс. GLI-2012 Z=-1,541 [-2,93; -0,435] Мин. Ширяева Z=-1,995 [-3,223; -1,160] значимо	Макс. Клемент Z=-1,911 [-2,744; -0,696] Мин. GLI-2012 Z=-2,722 [-3,245; -1,370] значимо
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ	Макс. GLI-2012 Z=-1,080 [-2,160; 0,360] Мин. Ширяева Z=-2,520 [-4,020; -0,900] значимо	Макс. GLI-2012 Z=-1,019 [-1,870; -0,619] Мин. Ширяева Z=-2,887 [-4,035; -1,941] значимо	Макс. GLI-2012 Z=-1,099 [-1,684; -0,642] Мин. Ширяева Z=-2,855 [-3,87; -1,987] значимо	Макс. GLI-2012 Z=-2,200 [-2,430; -2,160] Мин. Ширяева Z=-4,670 [-5,520; -4,023] не значимо	Макс. GLI-2012 Z=-1,927 [-2,373; -1,843] Мин. Ширяева Z=-4,355 [-4,985; -4,004] значимо	Макс. GLI-2012 Z=-2,065 [-2,807; -1,700] Мин. Ширяева Z=-4,609 [-6,156; -4,000] не значимо
СОС ₂₅₋₇₅	Макс. GLI-2012 Z=-0,870 [-1,680; -0,280] Мин. Ширяева Z=-1,680 [-2,480; -0,960] значимо	Макс. GLI-2012 Z=-1,214 [-1,567; -0,440] Мин. Ширяева Z=-1,788 [-2,361; -1,054] значимо	Макс. Клемент Z=-1,38 [-1,586; -0,659] Мин. Ширяева Z=-1,685 [-2,022; -0,933] значимо	Макс. Клемент Z=-1,610 [-1,680; -1,560] Мин. Ширяева Z=-2,490 [-2,550; -2,480] не значимо	Макс. Клемент Z=-1,921 [-2,255; -1,530] Мин. Ширяева Z=-2,824 [-3,159; -2,250] значимо	Макс. Клемент Z=-2,308 [-2,685; -1,791] Мин. GLI-2012 Z=-2,989 [-3,462; -2,062] значимо
МОС ₇₅	Макс. GLI-2012 Z=-1,100 [-1,546; -0,038] Мин. Ширяева Z=-1,93 [-2,20; -0,776] значимо	Макс. GLI-2012 Z=-0,639 [-1,025; -0,110] Мин. Ширяева Z=-1,714 [-2,075; -1,216] значимо	Макс. GLI-2012 Z=-0,797 [-1,473; -0,142] Мин. Ширяева Z=-1,549 [-2,088; -1,028] значимо	Макс. GLI-2012 Z=-1,560 [-1,760; -1,360] Мин. Ширяева Z=-2,200 [-2,290; -2,110] не значимо	Макс. GLI-2012 Z=-1,735 [-1,990; -0,828] Мин. Клемент Z=-2,499 [-2,744; -1,623] значимо	Макс. GLI-2012 Z=-2,159 [-2,313; -2,009] Мин. Клемент Z=-2,568 [-2,858; -2,360] значимо

Оценка ФЖЕЛ. Наибольшие значения ФЖЕЛ в процентах ДВ и по z-критерию отмечались у детей до 7 лет по GLI, для группы 7–11 лет – по Ширяевой, а для 12–17 лет – по Клементу. Наименьшие значения ФЖЕЛ в процентах ДВ и по z-критерию для детей до 7 лет и 7–11 лет отмечались по Клементу, а для пациентов 12–17 лет – по GLI.

У детей с обструкцией значимые различия были выявлены только в возрастной группе 12–17 лет: наибольшие значения в процентах ДВ, так и по z-критерию отмечались по Клементу и наименьшие по GLI.

Показатель ОФВ₁. Оценка ОФВ₁ по всей группе представлена на рисунке 1.

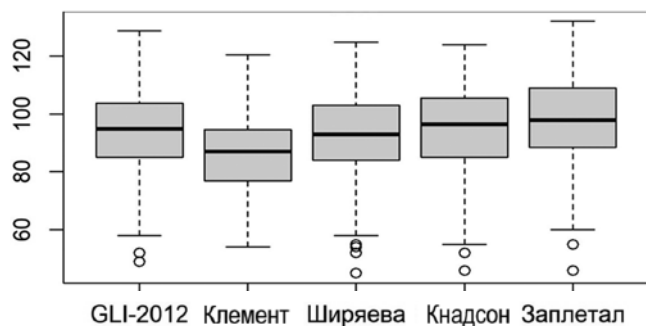


Рисунок 1. Значения ОФВ₁ в процентах ДВ во всей группе детей. По оси ординат значения процентов ДВ. Представлены медианы, верхний и нижний квартили и разброс показателей

Во всей группе детей наибольшие значения отмечались по Заплетал (98% ДВ) и наименьшие – по Р.Ф. Клемент (85% ДВ). Все шкалы статистически значимо различались между собой.

Z-оценка рассчитывалась только для систем должных величин Клемента, GLI, Ширяевой, наибольшее значение отмечалось по системе GLI ($z = -0,480$), наименьшее – по Клементу ($z = -0,860$), ($p < 0,001$).

Наибольшие значения ОФВ₁ в процентах ДВ отмечались для детей до 7 лет – по GLI; для пациентов 7–11 и 12–17 лет по Заплетал. Наименьшие значения этого параметра в процентах ДВ отмечались по Клементу для всех представленных возрастных групп. А по z-критерию наибольшие значения для детей до 7 лет и 7–11 лет – по GLI, для пациентов 12–17 лет – по Клементу; наименьшие значения z-критерия отмечались по Клементу в группах – до 7 лет и 7–11 лет, а для 12–17 лет – по Ширяевой.

У детей с обструкцией в возрасте до 7 лет и 7–11 лет отмечены те же закономерности, что и в общих возрастных группах, но показатели у детей 7–11 лет имели меньшие значения, чем в общей группе. В группе 12–17 лет максимальные значения в процентах ДВ и по z-критерию отмечались по Клементу, минимальные – по GLI.

С учетом того, что по степени снижения показателя ОФВ₁ проводится оценка степени обструкции дыхательных путей, очевидно, что использование разных систем ДВ и разных способов оценки (в процентах ДВ и z-критерию) будут приводить к разным заключениям по степени выраженности обструкции и в разных возрастных группах это может выглядеть по-разному.

Показатель ОФВ₁/ФЖЕЛ. В системе Клемента этот показатель не рассчитывается. Расчет z-критерия этого показателя был возможен только для GLI и Ширяевой. По всей группе наибольшие значения отмечались по Заплетал и наименьшие – по Ширяевой (101% ДВ против 86% ДВ) – рисунок 2. При оценке этого показателя по z-критерию во всех возрастных группах максимальные значения отмечались по GLI ($z = -1,080$) и минимальные по Ширяевой ($z = -2,710$).

Попарные различия между всеми системами значимы, за исключением пары Кнадсон – GLI.

Максимальное значение в процентах к ДВ отмечалось у детей до 7 лет – по GLI; 7–11 и 12–17 лет – по Заплетал; наименьшие значения соотношения ОФВ₁/ФЖЕЛ в про-

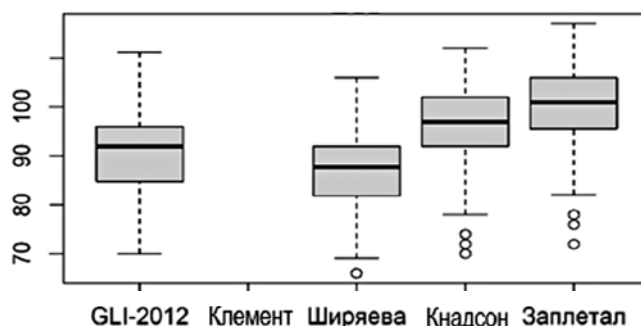


Рисунок 2. Значения показателя ОФВ₁/ФЖЕЛ в процентах ДВ для всей группы обследованных. По оси ординат значения процентов ДВ. Представлены медианы, верхний и нижний квартили и разброс показателей

центах ДВ отмечались по Ширяевой для групп – до 7 лет и 7–11 лет; а для группы 12–17 лет – по Кнадсон.

Во всех возрастных группах по z-критерию для показателя ОФВ₁/ФЖЕЛ минимальное значение отмечалось по Ширяевой, а максимальное – по GLI. Различия между значениями максимальных и минимальных значений показателя были статистически значимыми по z-критерию во всех возрастных группах. При этом медиана значений по z-критерию по Ширяевой была менее $-1,645$ и находилась в пределах $-2,520$ – $-2,890$ в разных возрастных группах, что указывало на наличие обструктивных нарушений у большинства детей. Наоборот, по GLI медиана значений не была ниже $-1,100$, что не соответствовало наличию у них обструкции. Поэтому можно предполагать, что GLI в меньшей степени выявляет обструкцию в общей группе детей.

У детей в подгруппе с обструкцией до 7 лет максимальные значения показателя ОФВ₁/ФЖЕЛ как в процентах ДВ, так и по z-критерию отмечались по GLI, минимальные – по Ширяевой, но различия эти не были значимыми ($p > 0,005$). В возрастной группе 7–11 лет различия были статистически значимы: максимальные значения показателя как в процентах ДВ, так и по z-оценке отмечены по GLI, минимальные по Ширяевой. В группе 12–17 лет в процентах ДВ максимальные значения отмечались по Заплетал, минимальные по Ширяевой, а по z-оценке максимальные значения по GLI, минимальные – по Ширяевой без статистической значимости различий.

Таким образом, во всех возрастных группах обструкция дыхательных путей по снижению показателя ОФВ₁/ФЖЕЛ наиболее часто выявлялась по системе Ширяевой. Однако степень выраженности обструкции по снижению ОФВ₁ в всех возрастных группах выявлялась по-разному по представленным системами ДВ.

Показатель СОС₂₅₋₇₅. У детей до 7 лет и в группе 7–11 лет наибольшие значения показателя в процентах ДВ и по z-критерию отмечались по системе GLI, наименьшие – по Ширяевой. В возрастной группе 12–17 лет максимальные значения в процентах ДВ отмечались по Кнадсон и минимальные по GLI, а по z-критерию максимальные значения по Клементу и минимальные по Ширяевой. Все различия были значимы.

В подгруппе детей с обструкцией для всех возрастов по z-критерию максимальные значения параметра отме-

чались по Клементу, а минимальные для детей до 7 лет и 7–11 лет – по Ширияевой, для пациентов 12–17 лет – по GLI. В процентах ДВ наибольшее значение данного показателя в возрастных группах до 7 лет и 12–17 лет – по Клементу, а для детей 7–11 лет – по GLI; наименьшие значения для всех возрастов – по Ширияевой.

Значимость различий между максимальными и минимальными значениями отмечена по z-критерию для возрастных групп 7–11 и 12–17 лет, а по процентам ДВ для группы 7–11 лет.

Таким образом, в возрастных группах степень снижения показателя $СОС_{25-75}$ определяется системой ДВ и способом оценки (в процентах ДВ и z-критерию).

Показатель $МОС_{75}$. Во всех возрастных группах наибольшее значение показателя как в процентах ДВ, так и по z-критерию отмечалось по GLI, наименьшее по Ширияевой. Различия между шкалами по процентам ДВ и z-критерию были значимы во всех парах, кроме процентов ДВ в группе Клемент – Кнадсон.

Таким образом, во всех возрастных группах (общей и с обструкцией) наибольшее значение показателя $МОС_{75}$ в процентах ДВ и по z-критерию отмечалось по GLI, а наименьшие значения по другим системам ДВ в разных возрастных группах. Но у детей в общей группе всех возрастов и в подгруппе до 7 лет с обструкцией по Ширияевой чаще отмечались наименьшие значения показателя $МОС_{75}$.

Обсуждение

На взрослой популяции было продемонстрировано, что разные системы ДВ дают разную клиническую оценку спирометрических показателей [7]. В настоящей работе анализировались результаты спирометрии у детей с применением разных систем должных величин, разработанных для детской популяции. Наиболее часто обструкция выявлялась при оценке по системе И.С. Ширияевой, при этом обструкция умеренной степени отмечалась даже тогда, когда по GLI-2012 нарушений не выявлялось, а по Р.Ф. Клемент – Н.А. Зильбер отмечалось только снижение скоростных показателей. Это может быть связано с тем, что по системе И.С. Ширияевой должные значения индекса $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ – основного показателя наличия обструкции – имели наибольшие значения для детей всех возрастов и всех значений роста. Так, например, расчетные значения этого показателя у детей 11 лет для диапазона значений роста от 100 до 170 см по И.С. Ширияевой составили от 95% при росте 100 см, до 90% при росте 170 см, в то время как по GLI-2012 для того же диапазона роста значения составили от 90 до 85%, остальные системы ДВ давали промежуточные значения. Во всех случаях значение показателя $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ линейно уменьшалось с увеличением значений роста.

По должным Р.Ф. Клемента – Н.А. Зильбер сложно формально установить наличие обструкции, т. к. в этой системе не рассматриваются показатели ни $ОФВ_1/ФЖЕЛ$, ни $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ и при обструкции отмечалось только снижение скоростных показателей.

Полученные данные определяют необходимость обязательного указания системы должных величин и способ оценки показателей (в процентах ДВ или по z-критерию)

при любом спирометрическом исследовании. Динамическая оценка результатов спирометрии возможна только при использовании одной системы ДВ и одного способа оценки параметров для исключения ложной демонстрации изменения параметров. В противном случае могут быть отмечены некорректные изменения показателей, и, соответственно, сделаны неправильные клинические выводы.

К ограничениям исследования можно отнести то, что проводилось сравнение заключений по разным системам должных величин преимущественно у детей вне обострения БА, у большинства из которых нарушения вентиляции были минимальными. В дальнейшем планируется исследование детей с нарушениями функции вентиляции разной степени выраженности и сопоставление спирометрических нарушений с данными других методов исследования. Выявленные различия отклонения спирометрических показателей при использовании разных систем ДВ и разных способов оценки (в процентах ДВ и по z-критерию) могут несколько измениться при увеличении размера выборки, но факт таких различий скорее всего сохранится. Это необходимо учитывать при исследовании детей разного возраста и, что особенно важно, при переходе их из одной возрастной группы в другую.

Выводы

1. Использование разных систем должных величин оценки спирометрических показателей у детей: GLI-2012,2021, Р.Ф. Клемент – Н.А. Зильбер (1994), И.С. Ширияева и соавт. (1990), Knudson R.J., 1976, Zapletal A. et al., 1976 – приводят к разным клиническим заключениям.
2. В разных возрастных группах максимальные и минимальные значения спирометрических показателей отмечаются в разных системах должных величин и зависят от способа оценки показателей (в процентах ДВ или z-критерия).
3. Степень различия показателей в разных системах должных величин различается в зависимости от способа оценки: в процентах ДВ или по z-критерию. Использование разных способов оценки спирометрических показателей приводит к разным клиническим заключениям, даже при использовании одной и той же системы ДВ.
4. Система должных величин GLI-2012,2021 по z-критерию наиболее редко выявляет снижение показателя $ОФВ_1/ФЖЕЛ$, т.е. наиболее редко выявляет признаки обструкции дыхательных путей. Наоборот, система ДВ И.С. Ширияевой и соавт. как при оценке в процентах должной величины, так и по z-оценке, наиболее часто выявляет снижение этого показателя, т. е. указывает на наличие обструкции.
5. Степень выраженности обструкции дыхательных путей по снижению показателя $ОФВ_1$ выявляется по-разному в разных системах ДВ в разных возрастных группах и зависит от способа оценки показателя (в процентах ДВ или по z-критерию).
6. При оформлении заключения по результатам спирометрии необходимо указывать используемую систему должных величин и способ оценки показателей.

7. При динамическом наблюдении необходимо использование одной и той же системы должных и одинаковый способ оценки, чтобы исключить ложную демонстрацию динамики за счет использования разных систем должных. Это особенно важно при переходе ребенка из одной возрастной группы в другую. Для корректной оценки динамики показателей следует анализировать данные по одной системе ДВ с расчетом z-критерия и/или процента ДВ.

Список литературы / References

1. 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., 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.
2. Philip H Quanjer, Sanja Stanojevic, Tim J Cole, Xaver Baur, Graham L Hall, Bruce Culver, Paul L Enright, John L Hankinson, Mary SM Ip, Jinping Zheng, Janet Stocks and the ERS Global Lung Function Initiative. Multi-ethnic reference values for

- spirometry for the 3-95 year age range: the Global Lung Function 2012 equations/ Eur/Respir J Express. Published on June 27, 2012 doi: 10.1183/09031936.000800312
3. Клемент П.Ф., Зильбер Н.А. Методологические особенности показателей кривой поток-объем у лиц моложе 18 лет. Пульмонология. 1994;(2):17–21. Klement P.F., Zilber N.A. Methodological features of parameters of the "flow-volume" curve in infants. Pulmonologiya. 1994;(2):17–21. (In Russ.)
 4. 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.
 5. 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.
 6. 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.
 7. Стручков П.В., Кирюхина Л.Д., Дроздов Д.В., Шельякина 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>.
 8. Pellegrino R., Viegi G., Brusasco V. et al. Interpretative strategies for lung function tests / Series "ATS/ERS Task Force: Standardisation of lung function testing" // Eur. Resp. J. – 2005. – Vol. 26. – P. 948–968.
 9. 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(11): 2101499. DOI: 10.1183/13993003. 01499-2021.

Статья поступила / Received 10.08.2025

Получена после рецензирования / Revised 10.11.2025

Принята в печать / Accepted 14.11.2025

Информация об авторах

Стручков Петр Владимирович^{1,2} – 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 Геннадьевна¹ – старший преподаватель кафедры клинической физиологии и функциональной диагностики
E-mail: shekinaag@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5519-8208>

Каменева Марина Юрьевна³ – 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>

Кирюхина Лариса Дмитриевна^{4,5} – к.м.н., заведующая отделением функциональной и ультразвуковой диагностики, ведущий научный сотрудник, руководитель научно-исследовательской лаборатории функциональных исследований
E-mail: kiryuhina_larisa@mail.ru. eLibrary SPIN: 7446-4116.
AuthorID: 342739. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6550-817X>

Орлова Елена Антоновна^{6,7} – к.м.н., врач-функциональной диагностики отделения функциональной диагностики
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3128-980X>

Клюхина Юлия Борисовна^{8,9,11} – к.м.н., пульмонолог, врач-функциональной диагностики, доцент кафедры детских болезней им. И.М. Воронцова
E-mail: julich74@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2280-8436>

Шельякина Светлана Павловна⁸ – к.м.н., доцент, доцент кафедры медицинской кибернетики и информатики им. С.А. Гагарина
E-mail: svetlanath@gmail.com. eLibrary SPIN-код: 9804-0820, AuthorID: 735281.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3292-8949>. ResearcherID: K-2225-2016.
Scopus Author ID: 56266977600

Маничев Игорь Александрович⁹ – к.ф.-м.н., заместитель директора по науке и развитию
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4446-3731>

Берестень Наталья Федоровна¹⁰ – д.м.н., профессор, кафедра клинической физиологии и функциональной диагностики
eLibrary SPIN: 4547-7137. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3583-6839>

¹ Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» ФМБА России, г. Москва, Россия

² ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И. П. Павлова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

³ ФГБУ «Научно-исследовательский институт пульмонологии» ФМБА России, г. Москва, Россия

⁴ ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

⁵ СПбГБОУ «Санкт-Петербургский педиатрический медицинский университет» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

⁶ СПб ГБУЗ Детский Городской Многопрофильный Клинический Центр Высоких медицинских технологий им. К.А. Раухфуса, г. Санкт-Петербург, Россия

⁷ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, г. Москва, Россия

⁸ ООО «Белинтелмед», г. Минск, Республика Беларусь

⁹ ФГОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» МЗ России (РМАНПО), г. Москва, Россия

¹⁰ СПбГБУЗ «Консультативно-диагностический центр для детей», г. Санкт-Петербург, Россия

¹¹ Контактная информация:
Стручков Петр Владимирович. E-mail: struchkov57@mail.ru

Для цитирования: Стручков П.В., Шекина А.Г., Каменева М.Ю., Кирюхина Л.Д., Орлова Е.А., Клюхина Ю.Б. Сравнение различных систем должных величин при спирометрии у детей. Медицинский алфавит. 2025;(31):26–31. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-31-26-31>

Author information

Struchkov Peter V.^{1,2} – MD, Professor, Head of the Department of Clinical Physiology and Functional Diagnostics; Deputy Head of Diagnostic Service
E-mail: struchkov57@mail.ru. Electronic library SPIN: 6093-0782.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8203-5121>

Shekina Anna G.¹ – 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.³ – MD, Leading Researcher at the Research Institute of Rheumatology and Allergy of the Scientific and Clinical Research Center, doctor of functional Diagnostics of the functional diagnostics office of the polyclinic
E-mail: kmju@mail.ru. eLibrary SPIN: 9810-9636. AuthorID: 15686.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3832-8485>

Kiryukhina Larisa D.^{4,5} – Ph.D., Head of the Department of Functional and Ultrasound Diagnostics; Leading researcher, Head of the Research Laboratory of Functional research
E-mail: kiryuhina_larisa@mail.ru. eLibrary SPIN: 7446-4116.
AuthorID: 342739. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6550-817X>

Orlova Elena A.^{6,7} – Ph.D., doctor of functional diagnostics
E-mail: eorlova65@mail.ru. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3128-980X>

Klyuchina Yu.B.^{8,9,11} – Ph.D., doctor of functional diagnostics, associate Professor
E-mail: julich74@mail.ru. eLibrary SPIN: 1028-4910.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2280-8436>

Shchelykalina Svetlana P.⁸ – M.D., docent, associate professor of the Department of Medical Cybernetics and Computer Science named after S.A. Gasparyan MBF
E-mail: svetlanath@gmail.com. eLibrary SPIN-код: 9804-0820, AuthorID: 735281.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3292-8949>. ResearcherID: K-2225-2016.
Scopus Author ID: 56266977600

Manichev Igor A.⁹ – PhD in P&M, Deputy Director on science
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4446-3731>

Beresten N.F.¹⁰ – Doctor of Medicine, Department of Clinical Physiology and Functional Diagnostics
eLibrary SPIN: 4547-7137. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3583-6839>

¹ Academy of Postgraduate Education Academy of Postgraduate Education under FSBU FSCC of FMBA of Russia, Moscow, Russia

² Clinical Hospital No. 85, Moscow, Russia

³ Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University, Saint-Petersburg, Russia

⁴ Pulmonology Scientific Research Institute, Moscow, Russia

⁵ Saint-Petersburg Research Institute of Phthiopulmonology, Ministry of Health of the Russian Federation, Saint-Petersburg, Russia

⁶ Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Health of the Russia Federation, Saint-Petersburg, Russia

⁷ Saint-Petersburg City children Multifunctional Clinical Center of High Medical Technologies name Dr. K.A. Raufhus, Saint-Petersburg, Russia

⁸ Piragov Russian National Research Medical University (RNRMU), Moscow, Russia

⁹ Belintelmed LLC, Minsk, Republic of Belarus

¹⁰ Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia

¹¹ Consulting and Diagnostic Center for Children, Saint-Petersburg, Russia

Contact information
I. E-mail: struchkov57@mail.ru

For citation: Struchkov P.V., Shekina A.G., Kameneva M.Y., Kiryukhina L.D., Orlova E.A., Klyuchina Y.B. Comparison of different predicted value systems for spirometry in children. Medical alphabet. 2025;(31):26–31. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-31-26-31>