

# Сравнение результатов спирометрии у взрослых пациентов с муковисцидозом при использовании различных референсных значений

А.В. Черняк<sup>1,2</sup> ✉, М.Х. Мустафина<sup>1,3</sup>, С.А. Красовский<sup>1</sup>, Ж.К. Науменко<sup>1</sup>, С.Ю. Нистор<sup>1</sup>, С.Д. Горбунков<sup>1</sup>, Ф.Ю. Копылов<sup>3</sup>

- <sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт пульмонологии» Федерального медико-биологического агентства России: 115682, Россия, Москва, Ореховый бульвар, 28, стр. 10
- <sup>2</sup> Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Городская клиническая больница имени С.С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы»: 115487, Россия, Москва, ул. Академика Миллионщикова, 1
- <sup>3</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет): 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2

## Резюме

Для интерпретации результатов спирометрии необходимы референсные (должные) значения. В России широко используется система должных уравнений Европейского сообщества угля и стали (*European Community for Coal and Steel – ECCS*, 1993). В немногих медицинских учреждениях внедрена система должных величин, разработанная экспертной группой Европейского респираторного общества (*European Respiratory Society – ERS*) по стандартизации легочных функциональных тестов (*Global Lung function Initiative – GLI*, 2012). В 2022 г. ERS / Американским торакальным обществом (*American Thoracic Society – ATS*) опубликованы рекомендации по интерпретации результатов спирометрии, согласно которым, наличие обструктивных нарушений необходимо оценивать по снижению показателя соотношения объема форсированного выдоха за 1-ю секунду (ОФВ<sub>1</sub>) / форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ) < 5-го перцентиля нижней границы нормы (НГН), а тяжесть нарушения функции легких – с использованием z-оценки. **Целью** исследования являлось сравнение результатов спирометрии у взрослых пациентов с муковисцидозом (МВ) в России с использованием должных значений ECCS и GLI. **Материалы и методы.** Для сравнения использовались результаты спирометрии у взрослых пациентов с МВ ( $n = 161$ : 70 мужчин, 91 женщина; средний возраст –  $26,3 \pm 7,6$  года). Были рассчитаны должные значения, процент должных значений (%<sub>долж.</sub>) и z-оценка. Для сравнения уравнений ECCS и GLI использовался t-тест. **Результаты.** Согласно критериям ERS / ATS, обструктивные нарушения были выявлены у 127 (79 %) пациентов с МВ. Должные значения GLI и НГН были выше для ФЖЕЛ и ОФВ<sub>1</sub>, но ниже – для средней объемной скорости при выдохе от 25 до 75 % ФЖЕЛ (СОС<sub>25–75</sub>) и максимальной объемной скорости воздушного потока в момент выдоха 75 % ФЖЕЛ (МОС<sub>75</sub>) у пациентов обоих полов (%<sub>долж.</sub>) и z-оценкой для GLI были статистически значимо ниже для ФЖЕЛ и ОФВ<sub>1</sub> по сравнению с должными значениями (%<sub>долж.</sub>) и z-оценкой для ECCS ( $79,3$  %<sub>долж.</sub> и  $(-1,75)$  vs  $83,6$  %<sub>долж.</sub> и  $(-1,31)$ ;  $p < 0,001$ ;  $58,7$  %<sub>долж.</sub> и  $(-3,30)$  vs  $61,2$  %<sub>долж.</sub> и  $(-3,11)$ ;  $p < 0,001$  соответственно). Снижение ФЖЕЛ и ОФВ<sub>1</sub> с использованием уравнений GLI и ECCS выявлено у 78 (48,4 %) и 130 (80,7 %) пациентов vs 62 (38,5 %) и 124 (77,0 %) пациентов соответственно. Кроме того, увеличилось число пациентов с тяжелыми нарушениями как ФЖЕЛ для GLI vs ECCS (легкая степень – 15 % vs 11 %; средняя – 22 % vs 20 %; тяжелая – 12 % vs 7 % соответственно), так и ОФВ<sub>1</sub> (легкая степень – 15 % vs 14 %; средняя – 23 % vs 21 %; тяжелая – 43 % vs 42 % соответственно). **Заключение.** У взрослых пациентов с МВ при использовании системы GLI увеличивается число случаев выявления как нарушений функции системы дыхания, так и более выраженных изменений спирометрических параметров ФЖЕЛ и ОФВ<sub>1</sub>. Частота выявления снижения ФЖЕЛ и ОФВ<sub>1</sub> статистически значимо увеличивается при использовании GLI. Для диагностики обструктивных нарушений достаточно проведения форсированной спирометрии и выявления снижения ОФВ<sub>1</sub> / ФЖЕЛ.

**Ключевые слова:** функция легких, должные величины, спирометрия, муковисцидоз.

**Конфликт интересов.** Конфликт интересов авторами не заявлен.

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках инициативной научно-исследовательской работы «Разработка методов неинвазивной диагностики хронических заболеваний легких с использованием протонной масс-спектрометрии выдыхаемого воздуха» Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский институт пульмонологии» Федерального медико-биологического агентства России и при поддержке Российского научного фонда (проект № 24-15-00549 по теме «Разработка методов неинвазивной диагностики хронических заболеваний легких с использованием протонной масс-спектрометрии выдыхаемого воздуха и методов искусственного интеллекта»).

**Этическая экспертиза.** Всеми пациентами было подписано добровольное информированное согласие на участие в исследовании. Исследование проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией и зарегистрировано на сайте *ClinicalTrials.gov* (NCT05727852). Одобрено Локальным этическим комитетом Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет) (протокол от 26.01.23 № 02-23).

**Благодарности.** Статья публикуется при финансовой поддержке компании «Формед».

© Черняк А.В. и соавт., 2025

Для цитирования: Черняк А.В., Мустафина М.Х., Красовский С.А., Науменко Ж.К., Нистор С.Ю., Горбунков С.Д., Копылов Ф.Ю. Сравнение результатов спирометрии у взрослых пациентов с муковисцидозом при использовании различных референсных значений. *Пульмонология*. 2025; 35 (3): 340–349. DOI: 10.18093/0869-0189-2025-35-3-340-349

# Comparison of spirometry results in adult patients with cystic fibrosis using different reference values

Alexander V. Cherniak<sup>1,2</sup> ✉, Malika Kh. Mustafina<sup>1,3</sup>, Stanislav A. Krasovskiy<sup>1</sup>, Zhanna K. Naumenko<sup>1</sup>, Svetlana Yu. Nistor<sup>1</sup>, Stanislav D. Gorbunkov<sup>1</sup>, Ph. Yu. Kopylov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Institution “Pulmonology Scientific Research Institute” under Federal Medical and Biological Agency of Russian Federation: Orekhovy bul’var 28, build. 10, Moscow, 115682, Russia

<sup>2</sup> Moscow State Budgetary Healthcare Institution “Moscow City Hospital named after S.S.Yudin”, Moscow Healthcare Department: ul. Akademika Millionschikova 1, Moscow, 115487, Russia

<sup>3</sup> Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M.Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University): ul. Trubetskaya 8, build. 2, Moscow, 119991, Russia

## Abstract

Reference values are needed to interpret spirometry results. The ECCS 1993 reference equations are widely used in Russia. A small proportion of medical facilities have implemented the GLI (2012) reference equations. In 2022, ERS/ATS published recommendations for interpreting spirometry results, which recommend assessing the presence of obstructive disorders by a decrease in  $FEV_1/FVC$  below the 5<sup>th</sup> percentile (LLN) and the severity of lung function impairment using a z-score. **The aim.** To compare spirometry results in adult patients with cystic fibrosis (CF) in Russia using ECCS and GLI reference values. **Methods.** Spirometry in 161 CF adults (70 male/91 female, mean age –  $26.3 \pm 7.6$  years) was used for the comparison. The predicted values, % of predicted values ( $\%_{pred}$ ) and z-score were calculated. The t-tests were used to compare the ECCS and GLI equations. **Results.** Obstructive disorders were detected in 127 (79%) CF patients according to ERS/ATS criteria. Predicted GLI and LLN values were higher for FVC and  $FEV_1$ , but lower for  $FEF_{25-75}$  and  $FEF_{75}$  in both genders. The  $\%_{pred}$  and z-score for GLI were significantly lower for FVC and  $FEV_1$  compared with the  $\%_{pred}$  and z-score for ECCS:  $79.3\%_{pred}$  and  $-1.75$  vs  $83.6\%_{pred}$  and  $-1.31$  ( $p < 0.001$ ), and  $58.7\%_{pred}$  and  $-3.30$  vs  $61.2\%_{pred}$  and  $-3.11$  ( $p < 0.001$ ), respectively. A decrease in FVC and  $FEV_1$  was detected using the GLI and ECCS equations in 78 (48.4%) and 130 (80.7%) patients and vs 62 (38.5%) and 124 (77.0%) patients, respectively. In addition, the number of patients with severe impairments in both FVC increased when assessed by GLI versus ECCS (mild: 15% vs 11%, moderate: 22% vs 20%, severe: 12% vs 7%, respectively) and  $FEV_1$  (mild: 15% vs 14%, moderate: 23% vs 21%, severe: 43% vs 42%, respectively). **Conclusion.** In adult patients with cystic fibrosis, the use of GLI equations is associated with increased detection of both lung function impairment and more severe changes in the spirometric parameters FVC and  $FEV_1$ . The frequency of lowered FVC and  $FEV_1$  statistically significantly increases with the use of GLI. Forced spirometry and detection of a decrease in  $FEV_1/FVC$  are sufficient to diagnose obstructive disorders.

**Key words:** lung function, reference value, spirometry, cystic fibrosis.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflicts of interest.

**Funding.** The work was carried out within the framework of the initiative research project “Development of methods for non-invasive diagnostics of chronic lung diseases using proton mass spectrometry of exhaled air” of the Federal State Budgetary Institution “Pulmonology Scientific Research Institute” under Federal Medical and Biological Agency of Russian Federation and with the support of the Russian Science Foundation (project No.24-15-00549 “Development of methods for non-invasive diagnostics of chronic lung diseases using proton mass spectrometry of exhaled air and artificial intelligence methods”).

**Ethical review.** All patients signed voluntary informed consent to participate in the study. The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and registered on the *ClinicalTrials.gov* website (NCT05727852). The study was approved by the Local Ethics Committee of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M.Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University) (Protocol No.02-23 of January 26, 2023).

**Acknowledgments.** The article is published with the financial support of the company “Formed”.

© Cherniak A.V. et al., 2025

For citation: Cherniak A.V., Mustafina M.Kh., Krasovskiy S.A., Naumenko Zh.K., Nistor S.Yu., Gorbunkov S.D., Kopylov Ph.Yu. Comparison of spirometry results in adult patients with cystic fibrosis using different reference values. *Pul'monologiya*. 2025; 35 (3): 340–349 (in Russian). DOI: 10.18093/0869-0189-2025-35-3-340-349

Муковисцидоз (МВ) является одним из наиболее распространенных наследственных заболеваний с выраженными клиническими проявлениями в респираторной системе, существенно влияющими на прогноз и качество жизни пациентов [1]. Регулярная оценка нарушений и динамики вентиляционных нарушений с помощью спирометрии является «краеугольным камнем» мониторинга и управления течением болезни.

Форсированная спирометрия является методом функциональной диагностики, который при правильном ее проведении в соответствии с критериями качества измерения дает объективную информацию о форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ), проходимости дыхательных путей. Кроме того, по значению объема форсированного выдоха

за 1-ю секунду ( $ОФВ_1$ ) при выявлении нарушений функции дыхания определяется степень вентиляционных нарушений [2]. Полученные данные позволяют установить факт наличия obstructивных нарушений и степень их выраженности, что играет важную роль у больных МВ. Кроме форсированной спирометрии, в клинической практике также проводится спокойная спирометрия, основным показателем которой является жизненная емкость легких (ЖЕЛ).

Точность интерпретации результатов спирометрических исследований может существенно зависеть от выбранных референсных (должных) значений, с которыми сравниваются полученные данные. Должные значения определяются с помощью уравнений регрессии на основании обследования здоровых людей в популяции. Помимо должного значения,

также вычисляется диапазон нормальных значений (показатели, полученные у 90 % здоровых лиц). Значения 5-го и 95-го перцентилей — это нижняя (НГН) и верхняя (ВГН) границы нормы, т. е. у 5 % здоровых людей значения могут быть меньше НГН, у 5 % — больше ВГН. Тем не менее считается, что результаты ниже НГН и выше ВГН являются отклонением от нормальных величин [2, 3], поэтому важно не только технически правильно провести спирометрическое исследование, но и корректно выбрать систему должных значений для интерпретации результатов. Кроме того, при расчете всех спирометрических индексов должна использоваться одна и та же система должных значений (т. е. ФЖЕЛ и  $ОФВ_1$  должны браться из той системы должных значений, что и значение отношения  $ОФВ_1$  к ФЖЕЛ ( $ОФВ_1 / ФЖЕЛ$ )) [4]. При поиске с помощью базы данных *Medline* можно найти > 50 опубликованных систем должных значений. В России до последнего десятилетия активно применялась система должных значений Европейского сообщества угля и стали (*European Community for Coal and Steel* — ECCS, 1993) [5]. В последнее десятилетие все активнее используется система должных величин, разработанная экспертной группой Европейского респираторного общества (*European Respiratory Society* — ERS) по стандартизации легочных функциональных тестов (*Global Lung function Initiative* — GLI, 2012) [6, 7]. При сравнении результатов ECCS и GLI у здоровых лиц показано, что они могут значительно различаться, при этом должные значения GLI более адекватны для выборки здоровых лиц [8, 9]. Для использования в России рекомендована система GLI [8].

До настоящего времени отсутствуют мультицентровые исследования, посвященные сравнению различных референсных стандартов спирометрии у пациентов с МВ в России, что может затруднять клиническую оценку функциональных нарушений и ведение пациентов данной категории.

Целью исследования являлось сравнение результатов спирометрии у взрослых пациентов с МВ в России с использованием должных значений ECCS и GLI.

## Материалы и методы

В рамках поперечного обсервационного исследования проведен анализ результатов спирометрии у взрослых больных МВ ( $n = 161$ : 70 мужчин, 91 женщина; возраст — 18–62 года), наблюдаемых в федеральном центре по МВ Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский институт пульмонологии» Федерального медико-биологического агентства России (ФГБУ «НИИ пульмонологии» ФМБА России). Диагноз МВ подтвержден клинической картиной заболевания и генетическим исследованием и / или положительными результатами потового теста.

*Критерии включения пациента в исследование:*

- возраст старше 18 лет;
- способность технически приемлемо выполнить форсированную и спокойную спирометрию в со-

ответствии с критериями качества исследования [2, 3].

*Критерии исключения:*

- возраст моложе 18 лет;
- недавно перенесенный пневмоторакс.

Спирометрическое исследование проводилось в 2 медицинских учреждениях — ФГБУ «НИИ пульмонологии» ФМБА России и Университетской клинической больнице № 1 Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М.Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет) (ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М.Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)) в рамках инициативной научно-исследовательской работы «Разработка методов неинвазивной диагностики хронических заболеваний легких с использованием протонной масс-спектрометрии выдыхаемого воздуха».

Все пациенты подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании. Исследование проводилось в соответствии с Хельсинкской декларацией, зарегистрировано на сайте *ClinicalTrials.gov* (NCT05727852) и было одобрено этическим комитетом ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М.Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет) (протокол от 26.01.23 № 02-23).

Исследование проводилось не раньше, чем через 30 мин после сеансов физиотерапии и ингаляционной лекарственной терапии. Спирометрия осуществлялась с соблюдением стандартов качества исследования Российского респираторного общества, Российской ассоциации специалистов функциональной диагностики и Российского научно-медицинского общества терапевтов [2] с помощью оборудования *Spirolab I* (MIR, Италия), *MasterScreen Body* (*Jaeger Erich Viasys Healthcare*, Германия).

Анализировались следующие параметры:

- при спокойной спирометрии — ЖЕЛ;
- при форсированной спирометрии — ФЖЕЛ,  $ОФВ_1$ ,  $ОФВ_1 / ФЖЕЛ$ , средняя объемная скорость на участке кривой поток—объем форсированного выдоха между 25 и 75 % ФЖЕЛ ( $СОС_{25-75}$ ), максимальная объемная скорость при выдохе 75 % ФЖЕЛ ( $МОС_{75}$ ).

До проведения спирометрии измерялся рост (без обуви и верхней одежды). Для интерпретации результатов использовались должные значения ECCS и GLI. Результаты были представлены в процентах от должных значений (%<sub>долж.</sub>) (отношение полученного значения к должному значению, результат умножен на 100 %) и z-оценке, где z-оценка — это число стандартных отклонений (SD) между измеренной величиной и должным значением).

Наличие патологических отклонений ФЖЕЛ и  $ОФВ_1$  определялось по значению z-оценки. Значения z-оценки от  $-1,645$  до  $+1,645$  соответствуют диапазону нормальных значений для всех показателей спирометрии. Выраженность функциональных на-

рушений по z-оценке классифицируется следующим образом:

- легкая –  $(-2,500) \leq z\text{-оценка} < (-1,645)$ ;
- средняя –  $(-4,000) \leq z\text{-оценка} < (-2,500)$ ;
- тяжелая –  $z\text{-оценка} < (-4,000)$ .

Критерием обструктивных нарушений вентиляции при использовании системы ECCS является снижение отношения  $\text{ОФВ}_1 / \text{ЖЕЛ} < 5\text{-го процентиля}$  [7, 10], должные значения для  $\text{ОФВ}_1 / \text{ФЖЕЛ}$  в этой системе должных значений не рассчитывались [5]. И наоборот, критерием обструктивных нарушений вентиляции при использовании системы GLI является снижение отношения  $\text{ОФВ}_1 / \text{ФЖЕЛ} < 5\text{-го процентиля}$  [7], а должные значения для  $\text{ОФВ}_1 / \text{ЖЕЛ}$  в GLI не рассчитывались [6].

Статистическая обработка результатов выполнена методами описательной статистики с применением прикладного пакета программ *Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США)*. Для количественных показателей определялся характер распределения (с использованием

критерия W-тест Шапиро–Уилка). Данные представлены как среднее  $\pm$  SD, медианы (*Me*) (нижний квартиль; верхний квартиль). Для категориальных и качественных признаков определялись доля и абсолютное количество значений. Сравнительный анализ проводился с помощью t-критерия Стьюдента для зависимых выборок или критерия Уилкоксона парных сравнений. Корреляционный анализ проводился с использованием ранговой корреляции Спирмена. Сравнительный анализ категориальных и качественных характеристик проводился с использованием критерия  $\chi^2$  Пирсона. Уровень значимости в исследовании составил 0,05.

## Результаты

В табл. 1 представлена характеристика пациентов с МВ и данные функционального исследования.

Как видно из табл. 1, должные значения для ФЖЕЛ и  $\text{ОФВ}_1$  в системе GLI были статистически

**Таблица 1**  
*Характеристика пациентов и результаты спирометрии*  
**Table 1**  
*Patient characteristics and spirometry results*

Характеристика / показатель	Все пациенты		Мужской пол		Женский пол	
	ECCS	GLI	ECCS	GLI	ECCS	GLI
Пол:	70				91	
• мужской	70					
• женский	91					
Возраст, годы	26,3 $\pm$ 7,6		25,2 $\pm$ 7,2		27,2 $\pm$ 7,8	
Рост, см	167 $\pm$ 9		174 $\pm$ 8		162 $\pm$ 7	
Масса тела, кг	55 $\pm$ 13		62 $\pm$ 15		50 $\pm$ 8	
ИМТ, кг / м <sup>2</sup>	19,7 $\pm$ 3,2		20,3 $\pm$ 3,8		19,2 $\pm$ 2,6	
<b>ЖЕЛ:</b>						
• должное значение, л	3,9 (3,5; 5,1)	4,2 (3,8; 4,9)	5,2 (4,8; 5,5)	4,9 (4,7; 5,5)	3,5 (3,3; 3,8)	3,8 (3,6; 4,0)
• НГН, л	3,2 (2,8; 4,2)	3,3 (3,0; 4,0)	4,3 (3,9; 4,6)	4,0 (3,8; 4,5)	2,8 (2,7; 3,1)	3,1 (2,9; 3,3)
• % <sub>долж.</sub>	87 (71; 98)	81 (67; 96)	89 (74; 99)	91 (76; 100)	84 (68; 97)	75 (61; 93)
• z-оценка	-1,1 (-2,5; -0,1)	-1,6 (-2,9; -0,3)	-1,0 (-2,4; -0,1)	-0,7 (-2,0; 0,03)	-1,1 (-2,8; -0,3)	-2,1 (-3,2; -0,6)
<b>ФЖЕЛ:</b>						
• должное значение, л	3,9 (3,5; 4,9)	4,1 (3,7; 5,1)	5,0 (4,6; 5,3)	5,2 (4,7; 5,5)	3,6 (3,4; 3,8)	3,8 (3,5; 4,0)
• НГН, л	3,1 (2,8; 3,9)	3,3 (3,0; 4,1)	4,0 (3,6; 4,3)	4,2 (3,8; 4,4)	2,8 (2,7; 3,1)	3,0 (2,8; 3,2)
• % <sub>долж.</sub>	86 (67; 97)	81 (63; 93)	92 (76; 100)	87 (72; 96)	80 (65; 95)	74 (61; 91)
• z-оценка	-1,1 (-2,7; -0,2)	-1,6 (-3,1; -0,6)	-0,6 (-2,1; -0,01)	-1,1 (-2,5; -0,3)	-1,5 (-2,9; -0,4)	-2,0 (-3,3; -0,8)
<b>ОФВ<sub>1</sub>:</b>						
• должное значение, л	3,4 (3,1; 4,1)	3,5 (3,2; 4,2)	4,2 (3,9; 4,4)	4,4 (4,0; 4,6)	3,1 (2,9; 3,3)	3,2 (3,0; 3,4)
• НГН, л	2,7 (2,4; 3,3)	2,8 (2,6; 3,4)	3,4 (3,1; 3,6)	3,5 (3,2; 3,7)	2,5 (2,3; 2,7)	2,6 (2,5; 2,8)
• % <sub>долж.</sub>	59 (40; 79)	57 (38; 77)	67 (42; 84)	64 (40; 78)	52 (39; 78)	50 (38; 75)
• z-оценка	-3,2 (-4,8; -1,7)	-3,5 (-4,9; -2,0)	-2,8 (-4,7; -1,5)	-3,0 (-4,7; -1,9)	-3,7 (-4,8; -1,9)	-4,0 (-5,0; -2,1)
<b>ОФВ<sub>1</sub> / ФЖЕЛ:</b>						
• должное значение, %		85 (84; 87)		85 (83; 86)		86 (84; 88)
• НГН, л		74 (73; 76)		73 (72; 74)		75 (73; 77)
• % <sub>долж.</sub>		71 (60; 83)		73 (60; 85)		70 (58; 83)
• z-оценка		-3,0 (-3,8; -1,9)		-2,9 (-3,9; -1,8)		-3,1 (-3,7; -2,0)

Начало. Продолжение табл. 1 см. на стр. 344

Окончание табл. 1. Начало см. на стр. 343

ОФВ <sub>1</sub> / ЖЕЛ;						
• должное значение, %	83 (83; 84)		83 (82; 83)		84 (83; 84)	
• НГН, л	72 (71; 74)		71 (70; 71)		74 (72; 74)	
• % <sub>долж.</sub>	70 (57; 85)		73 (57; 85)		69 (55; 83)	
• z-оценка	-3,7 (-5,2; -1,8)		-3,1 (-4,8; -1,7)		-4,0 (-5,7; -2,1)	
СОС <sub>25-75</sub> :						
• должное значение, л	4,1 (4,0; 4,9)	4,0 (3,7; 4,6)	4,9 (4,8; 5,0)	4,7 (4,3; 4,9)	4,0 (3,8; 4,1)	3,7 (3,5; 3,9)
• НГН, л	2,7 (2,6; 3,2)	2,6 (2,4; 3,0)	3,2 (3,1; 3,3)	3,0 (2,7; 3,2)	2,6 (2,4; 2,7)	2,4 (2,2; 2,6)
• % <sub>долж.</sub>	21 (11; 45)	22 (11; 49)	28 (11; 49)	30 (13; 51)	17 (10; 44)	19 (11; 47)
• z-оценка	-3,6 (-4,1; -2,6)	-4,1 (-5,1; -2,6)	-3,3 (-4,0; -2,4)	-3,6 (-5,1; -2,3)	-3,8 (-4,1; -2,7)	-4, (-5,1; -2,7)
МОС <sub>75</sub> :						
• должное значение, л	2,2 (2,1; 2,5)	1,9 (1,7; 2,1)	2,5 (2,3; 2,7)	2,1 (1,9; 2,4)	2,1 (2,0; 2,2)	1,7 (1,5; 1,9)
• НГН, л	1,0 (0,9; 1,2)	1,0 (0,9; 1,2)	1,2 (1,0; 1,4)	1,2 (1,0; 1,3)	1,0 (0,9; 1,1)	0,9 (0,8; 1,1)
• % <sub>долж.</sub>	15 (8; 32)	19 (11; 39)	19 (10; 38)	24 (12; 44)	11 (8; 31)	14 (10; 38)
• z-оценка	-2,6 (-2,8; -2,1)	-3,8 (-4,7; -2,4)	-2,4 (-2,9; -1,9)	-3,4 (-4,7; -2,2)	-2,6 (-2,8; -2,1)	-4,0 (-4,7; -2,4)

Примечание: ECCS (*European Coal and Steel Community*) – система должных значений Европейского сообщества угля и стали; GLI (*Global Lung function Initiative*) – система должных значений, разработанная и рекомендуемая для использования Европейским респираторным обществом; ИМТ – индекс массы тела; НГН – нижняя граница нормы; ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; ОФВ<sub>1</sub> – объем форсированного выдоха за 1-ю секунду; СОС<sub>25-75</sub> – средняя объемная скорость при выдохе 25–75 % ФЖЕЛ; МОС<sub>75</sub> – максимальная объемная скорость при выдохе 75 % ФЖЕЛ; данные представлены как среднее ± SD или медиана (нижний квартиль–верхний квартиль).

Note: Data are presented as mean ± SD or median (lower quartile – upper quartile).

значимо более высокими по сравнению с системой ECCS ( $p < 0,005$ ), тогда как для скоростных индексов (СОС<sub>25-75</sub> и МОС<sub>75</sub>), наоборот, должные значения в системе GLI – статистически значимо ниже по сравнению с системой ECCS ( $p < 0,005$ ). Поэтому были выявлены статистически значимые различия ( $p < 0,005$ ), полученные при обследовании данных

ФЖЕЛ и ОФВ<sub>1</sub> (%<sub>долж.</sub>) и z-оценки: они были ниже при использовании GLI и выше – ECCS (см. табл. 1).

Результаты оценки степени тяжести функциональных нарушений ЖЕЛ, ФЖЕЛ и ОФВ<sub>1</sub> по z-оценке представлены в табл. 2. В целом по группе и у пациентов женского пола при использовании системы GLI функциональные отклонения данных спирометри-

**Таблица 2**  
**Выраженность функциональных нарушений показателей спирометрии; n (%)**

**Table 2**  
**Severity of functional disorders of spirometry parameters; n (%)**

Показатель	Все пациенты		Мужской пол		Женский пол	
	ECCS	GLI	ECCS	GLI	ECCS	GLI
<b>ЖЕЛ:</b>						
• не снижена	96 (59,6)	83 (51,6)	45 (64,3)	47 (67,1)	51 (56,0)	36 (39,6)
• легкая степень	25 (15,5)	25 (15,5)	10 (14,3)	9 (12,9)	15 (16,5)	16 (17,6)
• средняя степень	30 (18,6)	39 (24,2)	9 (12,8)	10 (14,3)	21 (23,1)	29 (31,9)
• тяжелая степень	10 (6,2)	14 (8,7)	6 (8,6)	4 (5,7)	4 (4,4)	10 (11,0)
<b>ФЖЕЛ:</b>						
• не снижена	99 (61,5)	83 (51,6)	49 (70,0)	44 (62,9)	50 (54,9)	39 (42,9)
• легкая степень	17 (10,6)	24 (14,9)	8 (11,4)	9 (12,9)	9 (9,9)	15 (16,5)
• средняя степень	33 (20,5)	35 (21,7)	9 (12,9)	12 (17,1)	24 (26,4)	23 (25,3)
• тяжелая степень	12 (7,4)	19 (11,8)	4 (5,7)	5 (7,1)	8 (8,8)	14 (15,4)
<b>ОФВ<sub>1</sub>:</b>						
• не снижен	37 (23,0)	31 (19,2)	18 (25,7)	16 (22,8)	19 (20,9)	15 (16,5)
• легкая степень	23 (14,3)	24 (14,9)	15 (21,4)	13 (18,6)	8 (8,8)	11 (12,1)
• средняя степень	34 (21,1)	37 (23,0)	13 (18,6)	17 (24,3)	21 (23,1)	20 (22,0)
• тяжелая степень	67 (41,6)	69 (42,9)	24 (34,3)	24 (34,3)	43 (47,2)	45 (49,4)

Примечание: ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; ОФВ<sub>1</sub> – объем форсированного выдоха за 1-ю секунду; GLI (*Global Lung function Initiative*) – система должных значений, разработанная и рекомендуемая для использования Европейским респираторным обществом; ECCS (*European Coal and Steel Community*) – система должных значений Европейского сообщества угля и стали.

ческих индексов выявлялись статистически значимо чаще и нарушения были более тяжелыми (см. табл. 2). У пациентов мужского пола статистически значимые различия были выявлены только для ФЖЕЛ, для выраженности изменений  $ОФВ_1$  и ЖЕЛ статистически значимых различий не выявлено ( $p = 0,09$  и  $p = 0,26$  соответственно).

Частота выявления обструктивных нарушений была выше при использовании системы ECCS у лиц женского пола и в целом по группе, тогда как у пациентов мужского пола обструкция чаще выявлялась с помощью должных значений для  $ОФВ_1$  / ФЖЕЛ (рис. 1). Выявленные различия не были статистически значимыми.

Были выявлены статистически значимые сильные корреляционные связи между значениями спирометрических индексов ( $\%_{\text{долж.}}$ ) и z-оценке GLI и ECCS (рис. 2).

## Обсуждение

Спирометрия – это функциональный метод, который играет ключевую роль в клинической практике при диагностике и лечении заболеваний органов дыхания и является основным элементом мониторинга и ведения пациентов с МВ.

Стандартизация легочных функциональных тестов и определение значений должных величин для разных вентиляционных параметров осуществляется на протяжении многих десятилетий. До настоящего времени во многих лечебных учреждениях использовалась система расчета должных величин ECCS. В 2012 г. экспертной группой ERS по стандартизации легочных функциональных тестов опубликована универсальная для большинства популяций в возрастном диапазоне 3–90 лет система расчета должных величин GLI.

Представленное исследование является первым по сравнению систем должных величин спирометрии ECCS и GLI у взрослых пациентов с МВ в России. По результатам настоящей работы продемонстрированы значительные различия между параметрами спирометрии разных систем должных величин, что подтверждает актуальность выбора наиболее подходящих референсных стандартов для адекватной оценки функции дыхания у пациентов данной категории.

Значения функциональных индексов системы дыхания меняются в зависимости от возраста, роста, пола и этнической принадлежности, поэтому результаты спирометрии необходимо сравнивать с референсными (должными) значениями и диапазоном нормальных значений, который определяется с помощью показателей НГН и ВГН. В клинической

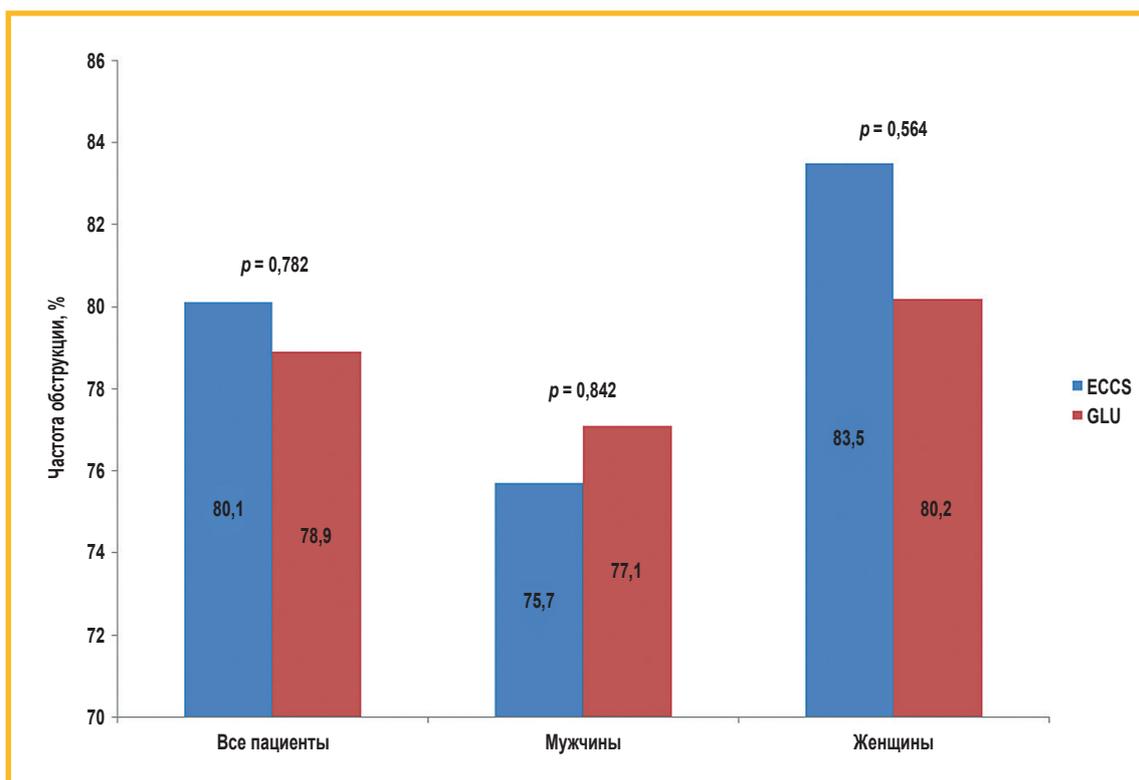


Рис. 1. Частота выявления обструктивных нарушений вентиляции у взрослых пациентов с муковисцидозом при использовании различных систем должных значений (при использовании системы ECCS критерием обструкции является снижение соотношения объема форсированного выдоха за 1-ю секунду / жизненной емкости легких < 5-го перцентиля, при использовании системы GLI – снижение соотношения объема форсированного выдоха за 1-ю секунду / форсированной жизненной емкости легких < 5-го перцентиля)

Примечание: GLI (*Global Lung function Initiative*) – система должных значений, разработанная и рекомендуемая для использования Европейским респираторным обществом; ECCS (*European Coal and Steel Community*) – система должных значений Европейского сообщества угля и стали.

Figure 1. Frequency of detection of obstructive ventilation disorders in adult patients with cystic fibrosis using different reference value systems (the criterion for obstruction is a decrease in the ratio of forced expiratory volume in 1 second/vital capacity of the lungs < 5<sup>th</sup> percentile when using the ECCS system, and a decrease in the ratio of forced expiratory volume in 1 second/forced vital capacity of the lungs < 5<sup>th</sup> percentile when using the GLI system)

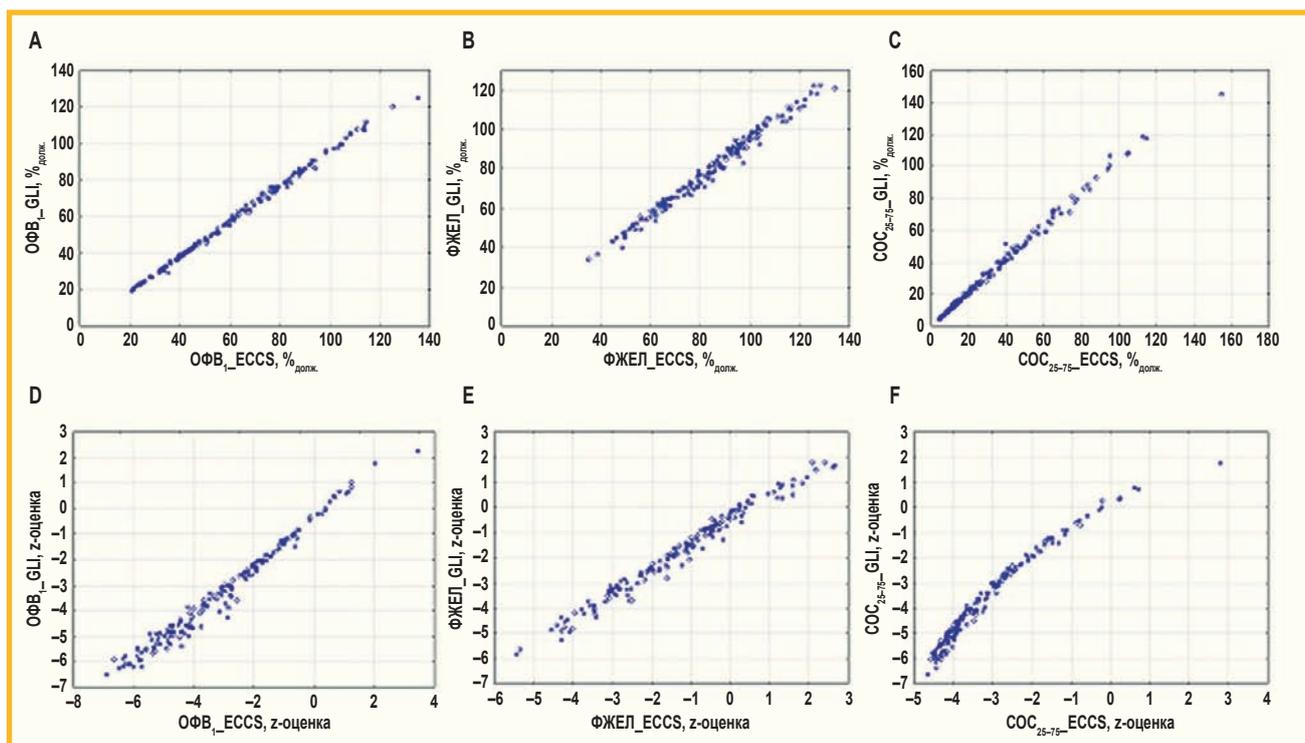


Рис. 2. Корреляционные зависимости между значениями объема форсированного выдоха за 1-ю секунду, форсированной жизненной емкости легких и средней объемной скорости на участке кривой поток–объем форсированного выдоха между 25 и 75 % форсированной жизненной емкости легких, %<sub>долж.</sub> (А–С) и z-оценки (D–F) в системах должных значений GLI и ECCS

Примечание: ОФВ<sub>1</sub> – объем форсированного выдоха за 1-ю секунду; GLI (*Global Lung function Initiative*) – система должных значений, разработанная и рекомендуемая для использования Европейским респираторным обществом; ECCS (*European Coal and Steel Community*) – система должных значений Европейского сообщества угля и стали; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; СОС<sub>25–75</sub> – средняя объемная скорость на участке кривой поток–объем форсированного выдоха между 25 и 75 % форсированной жизненной емкости легких.

Figure 2. Correlations between the values of forced expiratory volume in 1 second, forced vital capacity and mean volumetric flow rate in the section of the forced expiratory flow-volume curve between 25 and 75 % of the forced vital capacity, %<sub>prop</sub> (A–C) and z-score (D–F) in the GLI and ECCS reference systems

практике за норму принимается диапазон, в который попадают результаты 90 % здоровых людей в популяции, т. е. за НГН принимается значение, соответствующее 5-му процентилу (отклонение от должного значения на 1,645 SD). При этом у 5 % здоровых лиц в популяции выявляются значения меньше НГН, что может приводить к ложноположительному результату у 1 человека из 20 [11]. Необходимо выбрать те должные величины, которые наиболее подходят для тестируемого человека. В 1983 г. ECCS впервые опубликованы референсные спирометрические значения для здоровых некурящих людей [12]. В 1993 г. ERS рекомендованы уравнения регрессии ECCS для использования в клинической практике [5]. В 2012 г. опубликована работа, в которой были представлены прогностические уравнения GLI, полученные на основе обследования большой выборки населения из разных регионов мира (25 827 и 31 568 мужчин и женщин европеоидной расы), и определены референсные значения и диапазон нормы в широком возрастном диапазоне 3–95 лет не только для европеоидной популяции, но и для афроамериканцев, представителей северо-восточной и юго-восточной Азии. Измеренные показатели преобразуются как в %<sub>долж.</sub>, так и в z-оценку, которые описывают, на сколько стандартных отклонений измеренное значение отличается от должного значения, они не зависят от пола,

возраста и роста. К сожалению, не все спирометры (как правило, выпущенные до 2012 г.) позволяют выбрать систему GLI в качестве источника референсных значений, но при возможности выбора следует отдать предпочтение именно этой системе, поскольку именно она наиболее соответствует российской популяции. М.И. Чушкиным с соавт. показано, что при обследовании здоровых людей показатели z-оценки для измеренных значений ФЖЕЛ и ОФВ<sub>1</sub> по сравнению с должными величинами GLI составляют –0,01 и 0,01 соответственно, тогда как при использовании ECCS отклонения более значимы – 0,58 и 0,38 соответственно [8]. При применении GLI более высокие должные значения ФЖЕЛ и ОФВ<sub>1</sub> приводят к тому, что и значения НГН этих индексов увеличиваются, а значит, возрастает число пациентов с отклонениями спирометрических индексов от нормы по сравнению с системой ECCS.

Установлено, что при использовании системы должных значений GLI у взрослых больных с МВ статистически значимо возрастает частота диагностики снижения ФЖЕЛ и ОФВ<sub>1</sub> по сравнению с применением системы ECCS (на 9,9 и 3,8 % соответственно). Полученные данные согласуются с результатами других исследований, по данным которых также выявлено более выраженное снижение ФЖЕЛ при применении GLI по сравнению с ECCS. Так, при

анализе 17 572 результатов спирометрии пациентов (48,5 %) в возрасте 18–85 лет, проходивших обследование в 2 больницах (Австралия) и Национальном научно-исследовательском институте туберкулеза и заболеваний легких (Варшава, Польша) частота снижения ФЖЕЛ составила у женщин 27,8 % vs 12,8 % соответственно, а у мужчин – 29,1 % vs 20,9 % соответственно [11]. При обследовании 266 здоровых лиц (60 % женского пола; средний возраст – 33 года) частота выявления снижения ФЖЕЛ в группе составила 7,3 %, ОФВ<sub>1</sub> – 4,6 % [8]. Вероятной причиной таких различий является объем выборки и характер заболевания пациентов, спирометрические результаты которых анализировались.

Также следует отметить, что у взрослых пациентов с МВ женского пола различия в частоте и степени нарушений легочной функции при переходе от ECCS к GLI были выражены ярче, чем у мужчин. Выявлена более высокая частота снижения ФЖЕЛ и ОФВ<sub>1</sub> при применении GLI по сравнению с системой ECCS (12,0 % и 4,4 % vs 7,1 % и 2,9 % соответственно). Данное наблюдение требует дополнительного изучения для уточнения рекомендаций по ведению пациентов разных полов.

Более высокие должные значения ФЖЕЛ и ОФВ<sub>1</sub> в GLI привели к тому, что в группе взрослых больных с МВ z-оценки и %<sub>дожж</sub> для ФЖЕЛ и ОФВ<sub>1</sub> были статистически значимо меньше по сравнению с ECCS как в общей группе, так и у мужчин, и у женщин. Работ, в которых бы сравнивались различные системы должных значений для оценки спирометрии у взрослых больных с МВ, в системе MEDLINE не обнаружено, но при сравнении результатов спирометрии у здоровых людей выявленные закономерности сохранялись [8].

Важным в системе GLI является и наличие должных значений и диапазона нормы для соотношения ОФВ<sub>1</sub> / ФЖЕЛ. Это привело к изменению критерия, рекомендуемого экспертами ERS и Американского торакального общества (*American Thoracic Society – ATS*) для диагностики обструктивных нарушений вентиляции [7]. В настоящее время ERS / ATS рекомендуется использовать для диагностики обструкции снижение ОФВ<sub>1</sub> / ФЖЕЛ < НГН (ОФВ<sub>1</sub> / ФЖЕЛ < 5-го перцентиля) [7], до 2022 г. основным критерием диагностики являлось снижение отношения ОФВ<sub>1</sub> / ФЖЕЛ < 5-го перцентиля). Такой подход позволяет выявить обструкции при проведении только форсированной спирометрии, без дополнительного проведения спокойной спирометрии с определением ЖЕЛ. В представленном исследовании не выявлено статистически значимых различий при использовании разных критериев обструкции. *P.H. Quanjer et al.* также подчеркивается, что применение GLI дает незначительное увеличение доли выявляемой обструкции по сравнению с ECCS [11].

Важность правильного выбора должных значений обусловлена тем, что от ее применения напрямую зависят клинические решения, такие как назначение и коррекция терапии, прогнозирование течения заболевания, а также оценка эффективности вмеша-

тельств. Таким образом, благодаря полученным данным подтверждена целесообразность перехода российских медицинских учреждений на использование системы GLI для улучшения качества диагностики и мониторинга состояния пациентов с МВ. Для больных МВ это особенно актуально, поскольку система GLI широко используется при интерпретации результатов функции системы дыхания во многих странах, в т. ч. при анализе данных спирометрии больных, включенных в Европейский регистр МВ [13]. Кроме того, поскольку система GLI позволяет рассчитать должные значения в широком возрастном диапазоне, она является единой для детей и взрослых, то это позволит избежать пересмотра результатов функции дыхания при переходе детей с МВ во взрослую клинику.

Таким образом, по результатам исследования подчеркнута необходимость широкого внедрения системы референсных значений GLI в российскую клиническую практику, что позволит обеспечить более точную оценку функции системы дыхания и оптимизировать тактику ведения взрослых пациентов с МВ.

## Заключение

У взрослых пациентов с МВ наблюдаются значимые различия между параметрами спирометрии при использовании различных референсных значений. Применение системы должных значений GLI приводит к увеличению выявления как нарушений функции системы дыхания, так и более выраженных изменений спирометрических параметров ФЖЕЛ и ОФВ<sub>1</sub>. Частота выявления снижения ФЖЕЛ и ОФВ<sub>1</sub> статистически значимо увеличивается при использовании GLI по сравнению с системой ECCS. Для диагностики обструктивных нарушений при использовании GLI достаточно проведения форсированной спирометрии и выявления снижения показателя ОФВ<sub>1</sub> / ФЖЕЛ.

Результаты исследования будут способствовать повышению точности диагностики и эффективности мониторинга состояния пациентов с МВ, а также послужат основой для выработки национальных рекомендаций по спирометрическому обследованию у пациентов данной группы.

## Литература

1. Кондратьева Е.И., Воронкова А.Ю., Каширская Н.Ю. и др. Российский регистр пациентов с муковисцидозом: уроки и перспективы. *Пульмонология*. 2023; 33 (2): 171–181. DOI: 10.18093/0869-0189-2023-33-2-171-181.
2. 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.
3. 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.

- Miller M.R., Crapo R., Hankinson J. et al. General considerations for lung function testing. *Eur. Respir. J.* 2005; 26 (1): 153–161. DOI: 10.1183/09031936.05.00034505.
  - Quanjer P.H., Tammeling G.J., Cotes J.E. et al. Lung volumes and forced ventilatory flows. *Eur. Respir. J.* 1993; 6 (Suppl. 16): 5–40. DOI: 10.1183/09041950.005s1693.
  - 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 (6): 1324–1343. DOI: 10.1183/09031936.00080312.
  - 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.
  - Чушкин М.И., Черняк А.В., Мустафина М.Х., Кирюхина Л.Д. Сравнение должных величин Европейского общества угля и стали (ERS/ECCS1993) и Европейского респираторного общества по стандартизации легочных функциональных тестов (GLI2012) при исследовании функции внешнего дыхания у здоровых лиц в России. *Вестник ЦНИИТ.* 2024; 8 (4): 64–70. DOI: 10.57014/2587-6678-2024-8-4-64-70.
  - Vukoja M., Bokan A., Vujasinovic G., Kopitovic I. The differences in spirometry predictive equations in classifying presence and degree of lung function impairment: which suit fits the best? *Lung.* 2018; 196 (1): 87–92. DOI: 10.1007/s00408-017-0065-7.
  - Pellegrino R., Viegi 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.
  - Quanjer P.H., Brazzale D.J., Boros P.W., Pretto J.J. Implications of adopting the Global Lungs Initiative 2012 all-age reference equations for spirometry. *Eur. Respir. J.* 2013; 42 (4): 1046–1054. DOI: 10.1183/09031936.00195512.
  - Quanjer P., Dalhuijsen A., Van Zoramen B. Standardized lung function testing. Report working party. *Bull. Eur. Physiopathol. Respir.* 1983; 19 (Suppl. 5): 1–95. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/304373460\\_Standardized\\_lung\\_function\\_testing\\_Report\\_Working\\_Party\\_Standardization\\_of\\_Lung\\_Function\\_Tests\\_European\\_Community\\_for\\_Coal\\_and\\_Steel](https://www.researchgate.net/publication/304373460_Standardized_lung_function_testing_Report_Working_Party_Standardization_of_Lung_Function_Tests_European_Community_for_Coal_and_Steel)
  - ECFS Patient Registry. Available at: <https://www.ecfs.eu/projects/ecfs-patient-registry/annual-reports> [Accessed: 30.03.2025].
- Поступила: 30.03.25**  
**Принята к печати: 18.05.25**
- ## References
- Kondratyeva E.I., Voronkova A.Yu., Kashirskaya N.Yu. et al. [Russian registry of patients with cystic fibrosis: lessons and perspectives]. *Pul'monologiya.* 2023; 33 (2): 171–181. DOI: 10.18093/0869-0189-2023-33-2-171-181 (in Russian).
  - Kameneva M.Yu., Cherniak A.V., Aisanov Z.R. et al. [Spirometry: national guidelines for the testing and interpretation of results Interregional Public Organization “Russian Respiratory Society” All-Russian Public Organization “Russian Association of Specialists in Functional Diagnostics” All-Russian Public Organization “Russian Scientific Medical Society of Therapists”]. *Pul'monologiya.* 2023; 33 (3): 307–340. DOI: 10.18093/08690189-2023-33-3-307-340 (in Russian).
  - 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.
  - Miller M.R., Crapo R., Hankinson J. et al. General considerations for lung function testing. *Eur. Respir. J.* 2005; 26 (1): 153–161. DOI: 10.1183/09031936.05.00034505.
  - Quanjer P.H., Tammeling G.J., Cotes J.E. et al. Lung volumes and forced ventilatory flows. *Eur. Respir. J.* 1993; 6 (Suppl. 16): 5–40. DOI: 10.1183/09041950.005s1693.
  - 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 (6): 1324–1343. DOI: 10.1183/09031936.00080312.
  - 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.
  - Chushkin M.I., Chernyak A.V., Mustafina M.Kh., Kiryukhina L.D. [The comparison between the European Community for Steel and Coal (ERS/ECCS1993) reference values and the European Respiratory Society reference values for standardization of pulmonary function tests (GLI2012) for spirometry in healthy adults in Russia]. *Vestnik TsNIIT.* 2024; 8 (4): 64–70. DOI: 10.57014/2587-6678-2024-8-4-64-70 (in Russian).
  - Vukoja M., Bokan A., Vujasinovic G., Kopitovic I. The differences in spirometry predictive equations in classifying presence and degree of lung function impairment: which suit fits the best? *Lung.* 2018; 196 (1): 87–92. DOI: 10.1007/s00408-017-0065-7.
  - Pellegrino R., Viegi 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.
  - Quanjer P.H., Brazzale D.J., Boros P.W., Pretto J.J. Implications of adopting the Global Lungs Initiative 2012 all-age reference equations for spirometry. *Eur. Respir. J.* 2013; 42 (4): 1046–1054. DOI: 10.1183/09031936.00195512.
  - Quanjer P., Dalhuijsen A., Van Zoramen B. Standardized lung function testing. Report working party. *Bull. Eur. Physiopathol. Respir.* 1983; 19 (Suppl. 5): 1–95. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/304373460\\_Standardized\\_lung\\_function\\_testing\\_Report\\_Working\\_Party\\_Standardization\\_of\\_Lung\\_Function\\_Tests\\_European\\_Community\\_for\\_Coal\\_and\\_Steel](https://www.researchgate.net/publication/304373460_Standardized_lung_function_testing_Report_Working_Party_Standardization_of_Lung_Function_Tests_European_Community_for_Coal_and_Steel)
  - ECFS Patient Registry. Available at: <https://www.ecfs.eu/projects/ecfs-patient-registry/annual-reports> [Accessed: 30.03.2025].
- Received: March 30, 2025**  
**Accepted for publication: May 18, 2025**

### Информация об авторах / Authors Information

**Черняк Александр Владимирович** – к. м. н., заведующий лабораторией патофизиологии дыхания Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский институт пульмонологии» Федерального медико-биологического агентства; врач функциональной диагностики отделения респираторной медицины Государственного бюджетного учреждения здравоохранения города Москвы «Городская клиническая больница имени С.С.Юдина Департамента здравоохранения города Москвы»; тел.: (495) 395-63-93; e-mail: [achi2000@mail.ru](mailto:achi2000@mail.ru) (SPIN-код: 9328-6440; Author ID: 687383; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2001-5504>)

**Alexander V. Cherniak**, Candidate of Medicine, Head of Laboratory of Functional and Ultrasound Investigations, Federal State Budgetary Institution “Pulmonology Scientific Research Institute” under Federal Medical and Biological Agency of Russian Federation; Doctor of Functional Diagnostics of the Department of functional and ultrasound diagnostics, Moscow State Budgetary Healthcare Institution “Moscow City Hospital named after S.S.Yudin”, Moscow Healthcare Department; tel.: (495) 395-63-93; e-mail: [achi2000@mail.ru](mailto:achi2000@mail.ru) (SPIN-code: 9328-6440, Author ID: 687383; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2001-5504>)

**Мустафина Малика Харисовна** – к. м. н., доцент кафедры кардиологии, функциональной и ультразвуковой диагностики Института клинической медицины имени Н.В.Склифосовского Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М.Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет); старший научный сотрудник лаборатории патофизиологии дыхания Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский институт пульмонологии» Федерального медико-биологического агентства России»; тел.: (499) 248-34-77; e-mail: [mustafina\\_m\\_kh@staff.sechenov.ru](mailto:mustafina_m_kh@staff.sechenov.ru) (SPIN-код: 6530-5830; Author ID: 687382; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0250-9949>)

**Malika Kh. Mustafina**, Candidate of Medicine, Associate Professor, Department of Cardiology, Functional and Ultrasound Diagnostics, N.V.Sklyfosovsky Institute of Clinical Medicine, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M.Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University); Senior Researcher, Laboratory of Pathophysiology of Respiration, Federal State Budgetary Institution “Pulmonology Scien-

tific Research Institute” under Federal Medical and Biological Agency of Russian Federation; tel.: (499) 248-34-77; e-mail: mustafina\_m\_kh@staff.sechenov.ru (SPIN-code: 6530-5830; Author ID: 687382; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0250-9949>)

**Красовский Станислав Александрович** – к. м. н., старший научный сотрудник, исполняющий обязанности заведующего лабораторией муковисцидоза Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский институт пульмонологии» Федерального медико-биологического агентства; тел.: (926) 273-76-34; e-mail: sa\_krasovsky@mail.ru (SPIN-код: 3385-6489; Author ID: 688178; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9642-0947>)

**Stanislav A. Krasovskiy**, Candidate of Medicine, Senior Researcher, Acting Head of the Cystic Fibrosis Laboratory, Federal State Budgetary Institution “Pulmonology Scientific Research Institute” under Federal Medical and Biological Agency of Russian Federation; tel.: (926) 273-76-34; e-mail: sa\_krasovsky@mail.ru (SPIN-code: 3385-6489; Author ID: 688178; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9642-0947>)

**Науменко Жанна Константиновна** – к. м. н., ведущий научный сотрудник лаборатории патофизиологии дыхания Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский институт пульмонологии» Федерального медико-биологического агентства; тел.: (495) 651-95-62; e-mail: naumenko\_janna@mail.ru (SPIN-код: 7191-1758; Author ID: 393229; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4804-6142>)

**Zhanna K. Naumenko**, Candidate of Medicine, Senior Researcher, Laboratory of Respiratory Pathophysiology, Federal State Budgetary Institution “Pulmonology Scientific Research Institute” under Federal Medical and Biological Agency of Russian Federation; tel.: (495) 651-95-62; e-mail: naumenko\_janna@mail.ru (SPIN-code: 7191-1758; Author ID: 393229; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4804-6142>)

**Нистор Светлана Юрьевна** – научный сотрудник лаборатории патофизиологии дыхания Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский институт пульмонологии» Федерального медико-биологического агентства; тел.: (495) 651-95-62;

e-mail: nistor.lana@mail.ru (SPIN-код: 9700-3167; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8983-230X>)

**Svetlana Yu. Nistor**, Researcher, Laboratory of Respiratory Pathophysiology, Federal State Budgetary Institution “Pulmonology Scientific Research Institute” under Federal Medical and Biological Agency of Russian Federation; tel.: (495) 651-95-62; e-mail: nistor.lana@mail.ru (SPIN-код: 9700-3167; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8983-230X>)

**Горбунков Станислав Дмитриевич** – д. м. н., доцент, главный врач Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский институт пульмонологии» Федерального медико-биологического агентства; тел.: (985) 410-67-00; e-mail: sdgorbunkov@mail.ru (SPIN-код: 7473-0530; Author ID: 677571; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8899-4294>)

**Stanislav D. Gorbunkov**, Doctor of Medicine, Associate Professor, Chief Physician, Federal State Budgetary Institution “Pulmonology Scientific Research Institute” under Federal Medical and Biological Agency of Russian Federation; tel.: (985) 410-67-00; e-mail: sdgorbunkov@mail.ru (SPIN-код: 7473-0530; Author ID: 677571; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8899-4294>)

**Копылов Филипп Юрьевич** – д. м. н., профессор, директор Института персонализированной кардиологии Центра «Цифровой биодизайн и персонализированное здравоохранение» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М.Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет); тел.: (999) 248-34-77; e-mail: kopylov\_f\_yu@staff.sechenov.ru (SPIN-код: 8287-6897; Author ID: 248166; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4535-8685>)

**Philipp Yu. Kopylov**, Doctor of Medicine, professor, director, World-Class Research Center “Digital Biodesign and Personalized Healthcare”, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M.Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University); tel.: (999) 248-34-77; e-mail: kopylov\_f\_yu@staff.sechenov.ru; (SPIN-код: 8287-6897; Author ID: 248166; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4535-8685>)

#### Участие авторов

**Черняк А.В.** – концепция и дизайн исследования, анализ и интерпретация полученных данных, статистическая обработка, написание текста  
**Мустафина М.Х.** – участие в разработке концепции и дизайна исследования, сбор материала, редактирование текста

**Красовский С.А.** – участие в разработке концепции и дизайна исследования, сбор материала, редактирование текста

**Науменко Ж.К.** – редактирование текста

**Нистор С.Ю.** – редактирование текста

**Горбунков С.Д.** – редактирование текста

**Копылов Ф.Ю.** – редактирование текста

Все авторы внесли существенный вклад в проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию до публикации, несут ответственность за целостность всех частей статьи.

#### Authors Contribution

**Cherniak A.V.** – concept and design of the study, analysis and interpretation of the obtained data, statistical processing, writing the text

**Mustafina M.Kh.** – participation in the development of the concept and design of the study, collection of the material, editing the text

**Krasovskiy S.A.** – participation in the development of the concept and design of the study, collection of the material, editing the text

**Naumenko Zh.K.** – editing the text

**Nistor S.Yu.** – editing the text

**Gorbunkov S.D.** – editing the text

**Kopylov P.Yu.** – editing the text

All authors made a significant contribution to the search, analysis, and preparation of the article, read and approved the final version before publication, and are responsible for the integrity of all parts of the article.