

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2025

УДК 616 (575.2) (04)

DOI 10.59598/МЕ-2305-6053-2025-117-4-153-161

Д. В. Винников^{1*}, Ж. Даирұлы¹, И. Ю. Мукатова², А. М. Раушанова¹, Ж. В. Романова¹,
Ф. М. Турдалы³, А. Е. Күшекбаева⁴

ДОСТИЖИМОСТЬ КРИТЕРИЕВ КАЧЕСТВА СПИРОМЕТРИИ ATS/ERS-2019 В ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби (050040, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. Аль-Фараби, 71; e-mail: info@kaznu.edu.kz)

²НАО «Медицинский университет Астана» (010000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Бейбітшілік, 49А; e-mail: mail@amu.kz)

³ГКП на ПХВ «Областная клиническая больница Туркестанской области» (160000, Республика Казахстан, г. Шымкент, ул. Майлықожа, 4; e-mail: gkkp_okb@mail.ru)

⁴АО «Южно-Казахстанская медицинская академия» (160019, Республика Казахстан, г. Шымкент, пл. аль-Фараби, 1; e-mail: info@skma.kz)

*Денис Владимирович Винников – Казахский национальный университет им. аль-Фараби (050040, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. Аль-Фараби, 71; e-mail: denisvinnikov@mail.ru)

Цель. Оценка достижимости критериев качества спирометрии по протоколам ATS/ERS-2019 в рамках популяционного эпидемиологического исследования.

Материалы и методы. Спирометрия проведена у 989 взрослых (старше 18 лет, медиана возраста 42 (межквартильный интервал (МКИ) 25;55) года) жителей города Шымкент из числа общей популяции города после обучения. Качество выполнения оценивали по комплексу показателей, включая разницу по объему форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁) и форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ) между кривыми, в многофакторном регрессионном анализе оценивали предикторы достижения критериев.

Результаты и обсуждение. Общее число попыток варьировало от 3 до 23 (медиана 4, МКИ 3;6), и с ним независимо друг от друга были ассоциированы только возраст, ОФВ₁%, статус курения и уровень образования. По показателю ДОФВ₁ медиана разницы составила 0,05 л (МКИ 0,03;0,09), по ДФЖЕЛ – 0,06 (МКИ 0,03;0,1). Медиана объема обратной экстраполяции составила 0,07 (МКИ 0,05;0,11). Медиана скорости остановки выдоха (СОВ) составила 0,16 (МКИ 0,09;0,33) л, и показатель был независимо ассоциирован с возрастом, ОФВ₁ и ФЖЕЛ, их отношением, а также с наличием ХОБЛ. Достичь целевого значения СОВ в 0,025 л/сек удалось достичь только у 13 (1%) пациентов из 989.

Выходы. В целом достижение высокого качества выполнения спирометрии после обучения представляется возможным по большинству показателей, однако достижение рекомендуемой скорости остановки выдоха в 25 мл/с представляет собой наиболее трудную задачу.

Ключевые слова: спирометрия; форсированный маневр; обструкция; популяционные исследования; пульмонология

ВВЕДЕНИЕ

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) – прогрессирующее воспалительное заболевание, основным патофизиологическим компонентом которого является обструкция воздухоносных путей [15]. В последние годы ХОБЛ стала третьей ведущей причиной смертности населения в мире, а экономический и социальный ущерб от заболевания колоссальный [1, 14]. Так как сам процесс носит прогрессирующий характер, полное излечение в настоящее время невозможно, а лечение подразумевает пожизненное использование комбинированных бронходилататоров, и это заболевание должно быть диагностировано как можно раньше при возникновении самых ранних при-

знаков у пациентов с высоким риском болезни [12]. К такой группе в первую очередь относятся курящие мужчины среднего трудоспособного возраста, особенно работающие в условиях воздействия высоких концентраций промышленного аэрозоля [13].

Но так как на начальном этапе у ХОБЛ нет специфических проявлений, а при их медленной манифестиации пациенты в группе риска постепенно привыкают к своему состоянию, выявление болезни на начальном этапе, когда лечение может быть максимально эффективным, – первостепенная задача общественного здравоохранения. Единственным и обязательным методом выявления ХОБЛ является спирометрия (спирография), задача которого состоит в обнаружении за-

Организация и экономка здравоохранения

мендления скорости выдоха, которое обычно пропорционально степени обструкции [3, 5, 9]. Однако, согласно данным мировой литературы, данное обследование в значительной степени зависит от мотивации пациента, степени его усилия, его обучения и подготовленности персонала [2, 6, 7, 8]. Интерпретация спирограмм и выявление ограничение скорости воздушного потока по снижению отношения объема форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ_1) к форсированной жизненной скорости легких (ФЖЕЛ) возможны только при условии высокого качества самих маневров [6, 8].

Уже многие годы существует и используется стандарт выполнения спирограммы, где, в частности, требуется наличие, по меньшей мере, трех качественных кривых как спокойного, так и форсированного маневров [6]. Однако исследований качества выполнения спирограмм в лечебных учреждениях всех уровней оказания помощи в Республике Казахстан никогда не проводилось. Неизвестными остаются количественные показатели достижения отдельных критериев качества, так как количество выполненных маневров – далеко не единственный критерий качества. И эти показатели имеют принципиальное значение, потому как, например, при раннем прекращении выдоха ФЖЕЛ искусственного занижается, а отношение $\text{ОФВ}_1/\text{ФЖЕЛ}$, следовательно, завышается, и случай обструктивного нарушения вентиляции может быть пропущен. Поэтому стандартизованное обучение специалистов критериям качества и алгоритмам интерпретации имеет в спирометрии первостепенное значение.

Эпидемиологическое, популяционное исследование распространенности и факторов риска ХОБЛ в популяции Республики Казахстан, проводимое в 2025 г. в пяти регионах страны (центр, север, юг, запад и восток) – поддающая возможность для проведения стандартизованного обучения специалистов и последующей оценки выполнимости критериев качества протоколов ATS/ERS. В таком исследовании при условии оснащения специалистов современными спирометрами, поддерживающими протоколы оценки качества и протоколы автоматической интерпретации, есть возможность комплексной оценки выполнимости таких критериев, а также определения наиболее проблемных показателей с последующим планированием направлений, где требуется больше обучения и закрепления навыков.

Цель работы – определение достижимости критериев качества спирометрии по протоколам ATS/ERS-2019 при выполнении спирометрии обученными специалистами в рамках популяционного эпидемиологического исследования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Национальное популяционное, эпидемиологическое исследование распространенност

и факторов риска ХОБЛ проводилось по единому протоколу в пяти регионах (центр, север, юг, запад и восток) Республики Казахстан в 2025 г. Исследование получило одобрение Локального этического комитета Казахского национального университета имени аль-Фараби (№116/1 от 06.12.2024), все участники исследования подписали информированное согласие на казахском или русском языках. Обучение всех региональных специалистов проводилось по единому протоколу сертифицированным специалистом, имеющим сертификат HERMES Европейского респираторного общества на обучение спирометрии по двум основным документам: протоколу проведения исследования [6] и протоколу интерпретации результатов [16].

В работе приведены результаты анализа качества выполнения спирометрии специалистом в условиях областной клинической больницы г. Шымкент. Набор пациентов и выполнение исследования проходили в феврале, марте и апреле 2025 г. После проведения обучения специалист (врач-пульмонолог) осуществлял набор участников, которые изъявили добровольное желание пройти спирометрию в специально оборудованном кабинете. Обследование каждого участника включало в себя заполнение информированного согласия, заполнение структурированного опросника и выполнение спирометрии. Необходимый расчетный размер выборки составил 1 000 человек из числа общей популяции в возрасте 18 лет и старше.

Всем участникам после детального инструктажа проводили экспираторный (измерение показателей на выдохе) маневр ФЖЕЛ на аппарате MAC-2ПК (Белинтелмед, Республика Беларусь), соединенном с ноутбуком, на котором установлено программное обеспечение спирометра. Согласно протоколу, маневр ФЖЕЛ заключался в максимально возможном полном вдохе без спирометра, затем максимально резком и полном выдохе в датчик спирометра. В маневре измеряли такие показатели, как ФЖЕЛ, ОФВ_1 , $\text{ОФВ}_1/\text{ФЖЕЛ}$, время выдоха, пиковую скорость выдоха (ПСВ), а также максимальную объемную скорость при различной остающейся фракции ФЖЕЛ (МОС_{25} , МОС_{50} и МОС_{75}), фиксировали их фактические абсолютные значения, а также процент от рассчитанного должного значения каждого показателя. В качестве системы должных величин использовали GLI-2012 [10, 11]. Помимо этого, для каждого показателя рассчитывали нижний порог нормальности (НПН) в программе спирометра, а также число стандартных отклонений от рассчитанного должного значения (так называемая, z-оценка). В рамках работы нарушения вентиляции, выявленные у отдельных пациентов, не анализировались, так как задачей исследования было определение качества выполнения маневров. По показаниям (наличие обструктивного нарушения вентиляции по показа-

телю ОФВ₁/ФЖЕЛ менее НПН или менее 1,64 з-оценок) участникам исследования также проводили бронходилатационный тест посредством вдохания 300 мкг сальбутамола с повторным измерением показателей через 15 мин.

Оценку достижимости критериев качества осуществляли по следующим показателям: 1) число выполненных маневров; 2) разница ОФВ₁ между двумя наивысшими показателями (ΔOFV_1), то есть выполнение критерия повторяемости; 3) разница ФЖЕЛ между двумя наивысшими показателями (ΔFJEL), то есть выполнение критерия повторяемости; 4) объем обратной экстраполяции (ООЭ); 5) скорость остановки выдоха (СОВ), то есть скорость достижения плато в конечной части комплекса. Помимо данных числовых показателей была выполнена общая интегральная оценка качества маневров по 7-балльной буквенной системе (A, B, C, D, E, U, F) согласно [6].

Так как распределение всех данных не соответствовало закону нормального распределения, в работе были использованы только методы непараметрической статистики. Все средние величины представлены как медианы с соответствующим межквартильным интервалом (МКИ). Для сравнения двух групп применяли критерий Манна – Уитни, а в случае бинарных величин – χ^2 из таблиц сопряжения. Конечные точки – показатели качества кривых, и к каждому показателю применяли множественную регрессию для расчета коэффициента регрессии с 95% доверительным интервалом (ДИ) в скорректированном анализе. Переменные для включения в такие модели определяли по однофакторному анализу. Все вычисления проводили в программе NCSS 2024 (Utah, USA), а величины $p < 0,05$ считали статистически значимыми.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего были обследованы 1 005 участников, но после исключения 16 участников с неполными данными в итоговую группу вошли 989 человек (35% мужчин и 65% женщин), большую часть из которых составили никогда не курившие (табл. 1). Медианный возраст участников составил 42 г. Мужчины отличались от женщин как по возрасту, так и по статусу курения, росту, весу и индексу массы тела (ИМТ). Среди женщин отмечалось значительно больше никогда не куривших, а также участников с большим ИМТ. Общая характеристика участников исследования приведена в табл. 1.

В целом по группе ФЖЕЛ составила 82 (МКИ 71-90) процента от должной величины, ОФВ₁ – 84 (МКИ 72-91) процента, а абсолютное значение ОФВ₁/ФЖЕЛ – 85,2 (МКИ 79,5-88,8) процента (табл. 1). Как ФЖЕЛ, так и ОФВ₁ отличались между мужчинами и женщинами в абсолютных значениях, однако величина процента от должной величины обоих показателей, как и

ожидалось, между участниками разных полов не отличалась. Показатель обструкции воздухоносных путей ОФВ₁/ФЖЕЛ, выраженный как абсолютный показатель, так и в виде з-оценки, также не отличался между мужчинами и женщинами (табл. 1).

Во всех включенных в исследование спирограммах число выполненных маневров ФЖЕЛ полностью удовлетворяло установленному минимальному критерию, который равен минимум трем маневрам. Так, общее число попыток варьировало от 3 до 23 (медиана 4, МКИ 3;6). В многофакторном регрессионном анализе с числом выполненных попыток независимо друг от друга были ассоциированы только возраст, ОФВ₁%, статус курения и уровень образования (табл. 2), а в отношении пола такой зависимости обнаружено не было.

Достигнут высокий уровень повторяемости кривых. Так, по показателю ΔOFV_1 (для достижения уровня А должно быть три приемлемых кривых с разницей не более 0,15 л) в 949 случаях (96%) кривые критерию удовлетворяли, а по показателю ΔFJEL – в 934 случаях (94%). Иными словами, оценку А по показателю ΔOFV_1 получили 947 (96%), оценку В – 20 (2%) пациента, оценку С – 11 (1%) пациентов, оценку D – 4 (менее 1%) пациентов и, наконец, оценку Е – 6 пациентов (менее 1%). По показателю ΔFJEL оценку А получили 934 (94%) пациентов, оценку В – 25 (2,5%), оценку С – 12 (1%), оценку D – 6 (менее 1%), а оценку Е – 11 (1%) пациентов. По показателю ΔOFV_1 медианное значение разницы составило 0,05 л (МКИ 0,03;0,09), что почти на 100 мл меньше порогового значения, выше которого кривые считаются невоспроизводимыми. Аналогичный показатель для ΔFJEL составил 0,06 (МКИ 0,03;0,1), что свидетельствует о высоком качестве выполнения маневров.

Показатель воспроизводимости по ОФВ₁ оказался ассоциированным только с одним из всех изученных предикторов, а именно с низким уровнем образования, то есть более высокий уровень образования обеспечивал меньшую разницу по ОФВ₁ между кривыми или лучшую повторяемость. В то же время такая зависимость ΔFJEL от уровня образования не была обнаружена (табл. 2). В таком многофакторном анализе из двух включенных в модель переменных только ОФВ₁/ФЖЕЛ была ассоциирована с ΔFJEL , но регрессионный коэффициент β был очень низким, поэтому говорить о значимой ассоциации в этом случае затруднительно.

ООЭ в целом варьировал от 0 до 1,8 л, однако показатель выше 0,1 л или 5% от ФЖЕЛ был редким, а больше 0,5 л – крайне редким (целевое значение – меньше 0,1 л или 5% ФЖЕЛ). Так, его медианное значение составило 0,07 (МКИ 0,05;0,11). Величина этого показателя как типичной ошибки начальной части комплекса в многофакторном анализе не была ассоциирована ни с одним из включенных в модель

Организация и экономка здравоохранения

Таблица 1 – Общая характеристика участников исследования и их показатели функции внешнего дыхания

Показатель	В целом	Мужчины	Женщины
N (%)	989 (100)	350 (35)	639 (65)
Возраст, лет*	42 (25;55)	35 (25;52)	46 (25;56)
Курение			
Никогда не курившие, N (%)	775 (78)	169 (48)	606 (95)
Бывшие курильщики, N (%)	77 (8)	66 (18)	11 (1)
Ежедневно курящие, N (%)	137 (14)	118 (34)	19 (4)
Рост, см*	165 (160;171)	174 (168;178)	162 (158;166)
Вес, кг*	70 (60;82)	75 (65;88)	69 (58;80)
ИМТ, кг/м ² *	26 (22,3;30)	25,2 (22,4;28,7)	26,4 (22,3;30,8)
ФЖЕЛ, л*	3,13 (2,59;3,64)	3,8 (3,3;4,7)	2,85 (2,4;3,25)
ФЖЕЛ, % от должной	82 (71;90)	82 (71;91)	82 (72;90)
ФЖЕЛ, z от должной	-1,41 (-2,19;-0,74)	-1,51 (-2,26;-0,77)	-1,4 (-2,15;-0,74)
ОФВ ₁ , л*	2,71 (2,11;3,09)	3,14 (2,76;3,99)	2,45 (1,96;2,86)
ОФВ ₁ , % от должной	84 (72;94)	84 (72;94)	85 (72;94)
ОФВ _{1,2} от должной	-1,27 (-2,18;-0,48)	-1,35 (-2,19;-0,48)	-1,18 (-2,15;-0,48)
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ, %	85,2 (79,5;88,8)	85,0 (79;88,2)	85,3 (79,5;89,2)
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ, z от должной	0,36 (-0,43;0,86)	0,37 (-0,48;0,88)	0,31 (-0,39;0,84)

ОФВ₁ – объем форсированного выдоха за первую секунду; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; ИМТ – индекс массы тела; * - p<0,05 по данным критерия Манна – Уитни, либо χ² из теста 2*3 (для статуса курения)

Таблица 2 – Данные многофакторного анализа предикторов с отдельными показателями качества выполненных маневров

Предиктор	N маневров	ΔОФВ ₁	ΔФЖЕЛ	ООЭ	СОВ
Мужской пол	-0,11 (-0,46;0,25)	-	-	-0,01 (-0,03;0,01)	-
Возраст	0,02 (0,01;0,02)	-	-	-0,01 (-0,01;-0,01)	-0,01 (-0,01;-0,01)
Низкий уровень образования	4,63 (2,92;6,35)	0,08 (0,04;0,12)	0,05 (-0,01;0,09)	-	-
Курение (никогда)	0,52 (0,10;0,93)	-	-	-	-
ФЖЕЛ, л	-	-	-	-0,01 (-0,07;0,04)	0,73 (0,91;-0,55)
ФЖЕЛ, % от долж.	-	-	-	-	-
ОФВ ₁ , л	-	-	-	0,05 (-0,02;0,12)	0,93 (0,71;1,16)
ОФВ ₁ , % от долж.	0,01 (0,01;0,02)	-	-	-	-
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ	-	-	-0,01 (-0,01;-0,01)	0,01 (0,01; 0,01)	-0,01 (-0,01;-0,01)
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ<НПН (ХОБЛ)	-	-	-	-0,03 (-0,06;-0,01)	0,30 (0,18;-0,41)

ООЭ – объем обратной экстраполяции; СОВ – скорость остановки выдоха; данные представлены в виде регрессионных коэффициентов с 95% доверительным интервалом с поправкой на все включенные в модель переменные; - означает, что переменная не была включена в модель, потому что не была ассоциирована с исходом даже в однофакторном анализе

предикторов, за исключением ОФВ₁/ФЖЕЛ, однако и здесь величина самого коэффициента была малой.

Иная картина сложилась с показателем СОВ как проявлением типичной ошибки конечной части комплекса. Этот показатель варьировал от 0 до 3,79 л (целевое значение по протоколу ERS/ATS-2019 составляет 25 мл/с, то есть 0,025 л/с). Такого целевого уровня удалось достичь только у 13 пациентов из 989 (1%), что говорит об исключительной трудности достижения данного критерия качества. Медианное значение его составило 0,16 (МКИ 0,09;0,33) л. Этот показатель в многофакторном анализе был независимо ассоциирован с возрастом, значением самих измеряемых фактических значений ОФВ₁ и ФЖЕЛ, их отношением, а также с наличием самого ХОБЛ, определяемого как снижение ОФВ₁/ФЖЕЛ менее НПН.

Таким образом, выполнение высококачественной спирометрии, которая бы соответствовала критериям качества ERS/ATS-2019 [6] представляет собой трудную задачу. Критерий воспроизводимости кривых как по показателю ΔФЖЕЛ, так и по показателю ΔОФВ₁ представляет собой относительно легко достижимую задачу, так как он был достигнут в абсолютном большинстве случаев. Однако критерии достижения очень низкой скорости СОВ в конце выхода являются предельно «жесткими», так как большинство пациентов даже после многократного инструктажа останавливает выдох на более высокой скорости, чем той, которую требуют рекомендации ERS/ATS.

Качественное проведение спирометрии имеет решающее значение для постановки диагноза ХОБЛ. В Республике Казахстан спирометрическая верификация диагноза ХОБЛ по единому стандарту значительно затруднена, так как на местах функционирует устаревшее оборудование, специалисты не обучены по единому протоколу, не налажена четкая система направления пациента на спирометрию и выявление групп риска. Это подтверждается данными значительной разницы между распространностью ХОБЛ в официальной отчетности и по результатам эпидемиологических исследований. Так, в популяционном исследовании в городе Алматы, где диагноз ХОБЛ верифицировали не по отношению ОФВ₁/ФЖЕЛ < 70%, а по ОФВ₁/ФЖЕЛ < НПН, общая распространенность ХОБЛ среди лиц старше 40 лет в общей популяции составила 5,6%, причем в раза больше среди мужчин (8,7% и 3,4%). Особую тревогу вызывает тот факт, что только 24% пациентов в подтвержденным в данном исследовании ХОБЛ слышали ранее или знали, что имели этот диагноз [17]. Эти данные распространности в разы превышают количество пациентов на диспансерном учете с данным диагнозом, то есть данные официальной отчетности.

Так как спирометрия – исследование, требующее предельного усилия со стороны пациента и его полное сотрудничество, ее выполнение всегда сопряжено с трудностями. Хотя в большинстве случаев при анализе качества выполнения авторы приходят к выводу о том, что качество маневров соответствует рекомендациям, остаются некоторые критерии, достижение которых представляет собой особо трудную задачу [4]. В проведенном исследовании достигнут высокий показатель повторяемости кривых, однако достижение низкой СОВ оказалось проблематичным как у относительно здоровых людей, так и больных ХОБЛ. У молодых пациентов с хорошей проходимостью воздухоносных путей и относительно коротким выдохом достижение этого критерия особенно трудно. Многократный инструктаж, демонстрация маневров и побуждение к максимальному усилию в конце выдоха могли бы решить эту проблему, но этот вопрос требует дальнейшего изучения.

ВЫВОДЫ

Популяционное эпидемиологическое исследование, в котором лица из числа общей популяции проходили спирометрию в условиях областной больницы, показало, что даже кратковременное обучение специалиста и оснащение его современным спирометром может способствовать значительному повышению качества выполнения исследования. Оснащение спирометра программой для анализа качества кривых, включая показатели повторяемости, буквенной градации, оценки скоростей на наличие типичных ошибок также могут значительно облегчить труд врача-функционалиста. Наибольшую сложность при проведении спирометрии представляет собой задача достижения требуемой целевой скорости остановки выдоха согласно рекомендациям ERS/ATS, которая должна быть ниже 25 мл/с, и для большинства пациентов такой выдох требует огромных усилий.

Вклад авторов:

Д. В. Винников, Ж. Даирұлы, И. Ю. Мукатова, А. Е. Күшекбаева – концепция и дизайн исследования.

А. М. Раушанова, Ж. В. Романова, Ф. М. Турдалы – сбор и обработка материала.

Д. В. Винников, А. М. Раушанова, Ж. В. Романова – статистическая обработка.

Д. В. Винников, Ж. Даирұлы, И. Ю. Мукатова – написание текста.

Ж. В. Романова, А. Е. Күшекбаева – редактирование.

Конфликт интересов:

Конфликт интересов не заявлен.

Финансирование:

Работа выполнена в рамках проекта гран-

Организация и экономика здравоохранения

того финансирования Министерства науки и высшего образования (грант АР23484384)

ЛИТЕРАТУРА

1. Chen S., Kuhn M., Prettner K., Yu F., Yang T., Bärnighausen T., Bloom D.E., Wang C. The global economic burden of chronic obstructive pulmonary disease for 204 countries and territories in 2020-50: a health-augmented macroeconomic modelling study. *Lancet Glob Health.* 2023; 11 (8): e1183-e1193. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(23\)00217-6](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(23)00217-6)
2. Culver B.H., Graham B.L., Coates A.L., Wanger J., Berry C.E., Clarke P.K., Hallstrand T.S., Hankinson J.L., Kaminsky D.A., MacIntyre N.R., McCormack M.C., Rosenfeld M., Stanojevic S., Weiner D.J.; ATS Committee on Proficiency Standards for Pulmonary Function Laboratories. Recommendations for a Standardized Pulmonary Function Report. An Official American Thoracic Society Technical Statement. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2017; 196 (11): 1463-1472. <https://doi.org/10.1164/rccm.201710-1981ST>
3. Diab N., Gershon A.S., Sin D.D., Tan W.C., Bourbeau J., Boulet L.P., Aaron S.D. Under-diagnosis and Overdiagnosis of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2018; 198 (9): 1130-1139. <https://doi.org/10.1164/rccm.201804-0621CI>
4. Enright P.L., Skloot G.S., Cox-Ganser J.M., Udasin I.G., Herbert R. Quality of spirometry performed by 13,599 participants in the World Trade Center Worker and Volunteer Medical Screening Program. *Respir Care.* 2010; 55 (3): 303-309.
5. Fortis S., Georgopoulos D., Tzanakis N., Sciurba F., Zabner J., Comellas A.P. Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and COPD-like phenotypes. *Front Med (Lausanne).* 2024; 11: 1375457. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1375457>
6. Graham B.L., Steenbruggen I., Miller M.R., Barjaktarevic I.Z., Cooper B.G., Hall G.L., Hallstrand T.S., Kaminsky D.A., McCarthy K., McCormack M.C., Oropeza C.E., Rosenfeld M., Stanojevic S., Swannay M.P., Thompson B.R. 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-e88. <https://doi.org/10.1164/rccm.201908-1590ST>
7. Hegewald M.J., Gallo H.M., Wilson E.L. Accuracy and Quality of Spirometry in Primary Care Offices. *Ann. Am. Thorac. Soc.* 2016; 13 (12): 2119-2124. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201605-418OC>
8. Janssens W., Liu Y., Liu D., Kesten S., Tashkin D.P., Celli B.R., Decramer M. Quality and reproducibility of spirometry in COPD patients in a randomized trial (UPLIFT®). *Respir. Med.* 2013; 107 (9): 1409-1416. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2013.04.0159>
9. Lopes A.J. Advances in spirometry testing for lung function analysis. *Expert Rev. Respir. Med.* 2019; 13 (6): 559-569. <https://doi.org/10.1080/17476348.2019.1607301>
10. 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. <https://doi.org/10.1183/09031936.00195512>
11. Quanjer P.H., Stanojevic S., Cole T.J., Baur X., Hall G.L., Culver B.H. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: the global lung function 2012 equations. *European Respiratory Journal.* 2012; 40: 1324-1343.
12. Ruvuna L., Sood A. Epidemiology of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Clin. Chest. Med.* 2020; 41 (3): 315-327. <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2020.05.002>
13. Ryu J.Y., Sunwoo Y.E., Lee S.Y., Lee C.K., Kim J.H., Lee J.T., Kim D.H. Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) and Vapors, Gases, Dusts, or Fumes (VGDF): A Meta-analysis. *COPD.* 2015; 12 (4): 374-380. <https://doi.org/10.3109/15412555.2014.949000>
14. Safiri S., Carson-Chahhoud K., Noori M., Nejadghaderi S.A., Sullman M.J.M., Ahmadian Heris J., Ansarin K., Mansournia M.A., Collins G.S., Kolahi A.A., Kaufman J.S. Burden of chronic obstructive pulmonary disease and its attributable risk factors in 204 countries and territories, 1990-2019: results from the Global Burden of Disease Study 2019. *BMJ.* 2022; 378: e069679. <https://doi.org/10.1136/bmj-2021-069679>
15. Singh D., Agusti A., Anzueto A., Barnes P.J., Bourbeau J., Celli B.R., Criner G.J., Frith P., Halpin D.M.G., Han M., López Varela M.V., Martínez F., Montes de Oca M., Papi A., Pavord I.D., Roche N., Sin D.D., Stockley R., Vestbo J., Wedzicha J.A., Vogelmeier C. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Lung Disease: the GOLD science committee report 2019. *Eur. Respir. J.* 2019; 53 (5): 1900164. <https://doi.org/10.1183/13993003.00164-2019>
16. Stanojevic S., Kaminsky D.A., Miller M.R., Thompson B., Aliverti A., Barjaktarevic I., Cooper B.G., Culver B., Derom E., Hall G.L., Hallstrand T.S., Leuppi J.D., MacIntyre N., McCormack M., Rosenfeld M., Swenson E.R. ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests. *Eur. Respir. J.* 2022; 60 (1): 2101499. <https://doi.org/10.1183/13993003.01499-2021>
17. Vinnikov D., Raushanova A., Kyzyayeva A., Romanova Z., Tulekov Z., Kenessary D., Auyezova A. Lifetime Occupational History, Respiratory Symptoms and Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Results from a Population-Based Study. *Int. J. Chron. Obstruct. Pulmon. Dis.* 2019; 14: 3025-3034. <https://doi.org/10.2147/COPD.S229119>

ТРАНСЛITERАЦИЯ

1. Chen S., Kuhn M., Prettner K., Yu F., Yang T., Bärnighausen T., Bloom D.E., Wang C. The global economic burden of chronic obstructive pulmonary disease for 204 countries and territories in 2020-50: a health-augmented macroeconomic modelling study. *Lancet Glob Health.* 2023; 11 (8): e1183-e1193. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(23\)00217-6](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(23)00217-6)
2. Culver B.H., Graham B.L., Coates A.L., Wanger J., Berry C.E., Clarke P.K., Hallstrand T.S., Hankinson J.L., Kaminsky D.A., MacIntyre N.R., McCormack M.C., Rosenfeld M., Stanojevic S., Weiner D.J.; ATS Committee on Proficiency Standards for Pulmonary Function Laboratories. Recommendations for a Standardized Pulmonary Function Report. An Official American Thoracic Society Technical Statement. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2017; 196 (11): 1463-1472. <https://doi.org/10.1164/rccm.201710-1981ST>
3. Diab N., Gershon A.S., Sin D.D., Tan W.C., Bourbeau J., Boulet L.P., Aaron S.D. Under-diagnosis and Overdiagnosis of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2018; 198 (9): 1130-1139. <https://doi.org/10.1164/rccm.201804-0621CI>
4. Enright P.L., Skloot G.S., Cox-Ganser J.M., Udasin I.G., Herbert R. Quality of spirometry performed by 13,599 participants in the World Trade Center Worker and Volunteer Medical Screening Program. *Respir Care.* 2010; 55 (3): 303-309.
5. Fortis S., Georgopoulos D., Tzanakis N., Sciurba F., Zabner J., Comellas A.P. Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and COPD-like phenotypes. *Front Med (Lausanne).* 2024; 11: 1375457. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1375457>
6. Graham B.L., Steenbruggen I., Miller M.R., Barjaktarevic I.Z., Cooper B.G., Hall G.L., Hallstrand T.S., Kaminsky D.A., McCarthy K., McCormack M.C., Oropeza C.E., Rosenfeld M., Stanojevic S., Swanney M.P., Thompson B.R. 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-e88. <https://doi.org/10.1164/rccm.201908-1590ST>
7. Hegewald M.J., Gallo H.M., Wilson E.L. Accuracy and Quality of Spirometry in Primary Care Offices. *Ann. Am. Thorac. Soc.* 2016; 13 (12): 2119-2124. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201605-418OC>
8. Janssens W., Liu Y., Liu D., Kesten S., Tashkin D.P., Celli B.R., Decramer M. Quality and reproducibility of spirometry in COPD patients in a randomized trial (UPLIFT®). *Respir. Med.* 2013; 107 (9): 1409-1416. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2013.04.0159>
9. Lopes A.J. Advances in spirometry testing for lung function analysis. *Expert Rev. Respir. Med.* 2019; 13 (6): 559-569. <https://doi.org/10.1080/17476348.2019.1607301>
10. 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. <https://doi.org/10.1183/09031936.00195512>
11. Quanjer P.H., Stanojevic S., Cole T.J., Baur X., Hall G.L., Culver B.H. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: the global lung function 2012 equations. *European Respiratory Journal.* 2012; 40: 1324-1343.
12. Ruvuna L., Sood A. Epidemiology of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Clin. Chest. Med.* 2020; 41 (3): 315-327. <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2020.05.002>
13. Ryu J.Y., Sunwoo Y.E., Lee S.Y., Lee C.K., Kim J.H., Lee J.T., Kim D.H. Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) and Vapors, Gases, Dusts, or Fumes (VGDF): A Meta-analysis. *COPD.* 2015; 12 (4): 374-380. <https://doi.org/10.3109/15412555.2014.949000>
14. Safiri S., Carson-Chahhoud K., Noori M., Nejadghaderi S.A., Sullman M.J.M., Ahmadian Heris J., Ansarin K., Mansournia M.A., Collins G.S., Kolahi A.A., Kaufman J.S. Burden of chronic obstructive pulmonary disease and its attributable risk factors in 204 countries and territories, 1990-2019: results from the Global Burden of Disease Study 2019. *BMJ.* 2022; 378: e069679. <https://doi.org/10.1136/bmj-2021-069679>
15. Singh D., Agusti A., Anzueto A., Barnes P.J., Bourbeau J., Celli B.R., Criner G.J., Frith P., Halpin D.M.G., Han M., López Varela M.V., Martinez F., Montes de Oca M., Papi A., Pavord I.D., Roche N., Sin D.D., Stockley R., Vestbo J., Wedzicha J.A., Vogelmeier C. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Lung Disease: the GOLD science committee report 2019. *Eur. Respir. J.* 2019; 53 (5): 1900164. <https://doi.org/10.1183/13993003.00164-2019>
16. Stanojevic S., Kaminsky D.A., Miller M.R., Thompson B., Aliverti A., Barjaktarevic I., Cooper B.G., Culver B., Derom E., Hall G.L., Hallstrand T.S., Leuppi J.D., MacIntyre N., McCormack M., Rosenfeld M., Swenson E.R. ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests. *Eur. Respir. J.* 2022; 60 (1): 2101499. <https://doi.org/10.1183/13993003.01499-2021>
17. Vinnikov D., Raushanova A., Kyzayeva A., Romanova Z., Tulekov Z., Kenessary D., Auyezova A. Lifetime Occupational History, Respiratory Symptoms and Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Results from a Population-Based Study. *Int. J. Chron. Obstruct. Pulmon. Dis.* 2019; 14: 3025-3034. <https://doi.org/10.2147/COPD.S229119>

Поступила 03.06.2025

Принята 09.07.2025

Опубликована online 30.12.2025

Организация и экономка здравоохранения

D. V. Vinnikov^{1*}, Zh. Dairuly¹, I. Yu. Mukatova², A. M. Raushanova¹, Zh. V. Romanova¹, F. M. Turdaly³, A. E. Kushekbaeva⁴

SPIROMETRY PERFORMANCE AND QUALITY CRITERIA AS OF ATS/ERS-2019 IN AN EPIDEMIOLOGICAL STUDY

¹Al-Farabi Kazakh National University (050040, Kazakhstan, Almaty c., al-Farabi ave., 71; e-mail: info@kaznu.edu.kz)

²Astana Medical University NC JSC (010000, Kazakhstan, Astana c., Beibitshilik 49a; e-mail: mail@amu.kz)

³Regional Clinical Hospital of Turkestan region State-Owned Enterprise On The Right Of Economic Management (160000, Республика Kazakhstan, Shymkent c., Mailykozha str.,4; e-mail: gkkp_okb@mail.ru)

⁴South-Kazakhstan Medical Academy (160019, Kazakhstan, Shymkent c., al-Farabi ave., 1; e-mail: info@skma.kz)

*Denis Vladimirovich Vinnikov – Al-Farabi Kazakh National University; 050040, Kazakhstan, Almaty c., al-Farabi ave., 71; e-mail: denisvinnikov@mail.ru

Aim. To test the performance and assess the feasibility of spirometric quality criteria of ATS/ERS-2019 protocol in an epidemiological study.

Materials and methods. Spirometry was completed in 989 adults (18 years old and older, median age 42 (interquartile range (IQR) 25;55) years), residents of Shymkent selected from the general population after training. Spirometry quality was assessed with a range of criteria, including the difference in forced expiratory volume in 1 second (FEV₁) and forced vital capacity (FVC) between attempts, whereas the predictors of criteria attainment were tested in adjusted regression models.

Results and discussion. Total number of attempts varied from 3 to 23 (median 4, IQR 3;6) and it was independently associated with age, FEV₁%, smoking status and educational level. ΔFEV₁ median equaled 0.05 l (IQR 0.03;0.09), whereas ΔFVC median was 0.06 (IQR 0.03;0.10). Back extrapolation volume median was 0.07 (IQR 0.05;0.11). End-expiratory flow (EEF) median was 0.16 (IQR 0.09;0.33) l, and was independently associated with age, FEV₁, FVC and their ratio, as well as diagnosed COPD. The target EEF value of 0.025 l/s could be attained in only 13 subjects (1%) out of 989.

Conclusions. Overall, high standard of spirometry could be attained with the majority of indicators after the relevant training; however, keeping the expiration till the target end-expiratory flow of 25 ml/s is the greatest challenge and hard to achieve.

Key words: spirometry; forced maneuver; obstruction; population-based studies; pulmonology

Д. В. Винников^{1*}, Ж. Даирұлы¹, И. Ю. Мукатова², А. М. Раушанова¹, Ж. В. Романова¹, Ф. М. Турдалы³, А. Е. Күшекбаева⁴

ЭПИДЕМИОЛОГИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУДЕ ATS/ERS-2019 СПИРОМЕТРИЯСЫ САПА КРИТЕРИЯЛАРЫНЫҢ ҚОЛ ЖЕТИМДІЛІГІ

¹Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ (050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Әл-Фараби даңғылы, 71; e-mail: info@kaznu.edu.kz)

²«Астана медицина университеті» КеАҚ (010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Бейбітшілік 49a; e-mail: mail@amu.kz)

³«Түркістан облысының облыстық клиникалық ауруханасы» шаруашылық жүргізу құқығындағы мемлекеттік кәсіпорны (160000, Қазақстан Республикасы, Шымкент қаласы, Майлықожа көшесі, 4; e-mail: gkkp_okb@mail.ru)

⁴Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы (160019, Қазақстан Республикасы, Шымкент қаласы, Әл-Фараби алаңы 1; e-mail: info@skma.kz)

*Денис Владимирович Винников – Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ; 050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Әл-Фараби даңғылы, 71; e-mail: denisvinnikov@mail.ru

Зерттеудің мақсаты. Халықтық эпидемиологиялық зерттеу шенберінде ATS/ERS-2019 хаттамаларына сәйкес спирометрия сапа критерийлерінің қол жетімділігін бағалау.

Материалдар және әдістер. Оқытудан кейін жалпы қала тұрғындарының ішінен Шымкент қаласының 989 ересек тұрғынына (18 жастан жоғары, орта жасы 42 (квартильаралық интервал (КИ)

Организация и экономика здравоохранения

25;55) спирометрия жүргізілді. Өнімділік сапасы қисық сыйықтар арасындағы бірінші секундтағы мәжбүрлі дем шығару көлемінің (БСМДШК₁) және мәжбүрлі өмірлік сыйымдылықтың (ӨМӨС) айырмашылығын қоса алғанда, көрсеткіштер жиынтығын пайдалана отырып бағаланды, ал критерийлерге қол жеткізудің болжакушылары көпфакторлық регрессиялық талдауда бағаланды.

Нәтижелер және талқылау. Әрекеттердің жалпы саны 3-тен 23-ке дейін (медиана 4, КИ 3-6) ауытқиды және тек адам жасы, БСМДШК₁%, темекі шегу статусы және білім деңгейімен бірөбірімен тәуелсіз байланыста болды. Δ БСМДШК₁ индикаторы бойынша орташа айырмашылық 0,05 л (КИ 0,03; 0,09), ΔӨМӨС үшін – 0,06 (КИ 0,03; 0,1) болды. Орташа кері экстраполяция көлемі 0,07 (КИ 0,05; 0,11) болды. Орташа дем шығару ағымының жылдамдығы 0,16 (КИ 0,09; 0,33) л болды және адам жасы, БСМДШК₁, ӨМӨС, олардың арақатынасы және СОӘА болуымен тәуелсіз байланысты болды. 0,025 л/сек мақсатты тыныс шығаруды тоқтату жылдамдығы мәніне 989 пациенттің 13-індеғана қол жеткізілді (1%).

Қортынды. Жалпы алғанда, жаттығулардан кейін жоғары сапалы спирометрия көрсеткіштеріне қол жеткізу көптеген көрсеткіштер үшін мүмкін болды, бірақ ұсынылған дем шығару ағымының тоқтау 25 мл/сек жылдамдығына жету ең қыын міндет болып табылады.

Кілт сөздер: спирометрия; мәжбүрлі маневр; бітелу; популяцияны зерттеу; пульмонология