DOI: 10.33667/2078-5631-2020-9-9-14

Стандартизация спирометрии: что нового в обновлении 2019 года. Часть 1

Л. Д. Кирюхина[1], **П. В. Стручков**[2,3]

[1]Федеральное государственное бюджетное учреждение «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, Россия

[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение здравоохранения Клиническая больница № 85 Федерального медико-биологического агентства, г. Москва

[3]Академия постдипломного образования федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства», г. Москва

Standardization of spirometry: what's new in 2019 update (Part 1)

L. D. Kiryukhina[1], P. V. Struchkov[2,3]

[1]Saint-Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation

[2]Clinical Hospital N 85 of FMBA of Russia, Moscow

[3]Academy of postgraduate education under FSBU FSCC of FMBA of Russia, Moscow

Резюме

Спирометрия является базовым методом оценки функции легких, однако он очень зависим от качества выполнения. В настоящее время специалисты по функциональной диагностике опираются на технические стандарты для проведения спирометрии 2005 года, совместно разработанные Американским торакальным Обществом (ATO) и Европейским Респираторным Обществом (EPO), в 2013 году адаптированные для нашей страны Российским Респираторным Обществом. Новые технические возможности и научные исследования показали необходимость усовершенствовать подходы к обеспечению качества измерений. Совместная целевая группа с опытом проведения и анализа легочных функциональных тестов, назначенная ATO и EPO, значительно обновила международные стандарты для обеспечения качественной лабораторной практики. В статье рассматриваются обновления стандартов, атакже впервые добавленные факторы, которые ранее не упоминались предложенные консенсусом 2019 года. Новые стандарты необходимы для производителей, клиницистов, специалистов по функциональной диагностике и исследователей с целью увеличить точность спирометрических измерений и уменьшить негативное влияние на пациента.

Ключевые слова: ***спирометрия; функция внешнего дыхания; технические стандарты.***

Summary

Spirometry is the basic method for pulmonary function evaluating but it is very dependent on the quality of performance. Currently, specialists in lung function diagnostics rely on the 2005 technical standards of spirometry, jointly developed by the American thoracic Society (ATS) and the European Respiratory Society (ERS), adapted for our country by the Russian Respiratory Society in 2013. New technical capabilities and research studies have shown the need to improve approaches to ensuring the measurements quality. A joint task force with experience in conducting and analyzing pulmonary functional tests assigned by the ATS and ERS has significantly updated international standards to ensure quality laboratory practice. The article discusses the standards update by the 2019 consensus, as well as the new added factors that were not previously mentioned. New standards are needed for manufacturers, clinicians, functional diagnostics specialists and researchers in order to increase the accuracy of spirometric measurements and reduce the negative impact on the patient.

Keywords: ***spirometry; pulmonary function; technical standards.***

Спирометрия является базовым тестом для оценки функциональных возможностей системы внешнего дыхания. Он наиболее широко применяется в повседневной клинической практике, однако также широко встречается не корректное проведение исследования и интерпретации данных. По данным А. Г. Чучалина более 30% спирометрических исследований проводится некачественно [1]. По результатам многоцентрового исследования в Германии C. Müller-Brandes сделала вывод, что критерии качества не соблюдались в 59% исследований [2]. Проверка 16 центров первичной медико-санитарной помощи в США показала, что лишь 1 из 17 спирометров соответствовал критериям точности, учет процентной ошибки привёл к тому, что 28% тестов были переклассифицированы по тяжести нарушений, из рассмотренных спирограмм только 60% были признаны приемлемыми [3]. Голландские исследователи, изучив оборудование для спирометрии, которое используется в общей практике, выявили существенные отклонения в работе ряда приборов в связи с недостаточным вниманием к калибровке спирометра [4]. Многие исследователи игнорируют тот факт, что спирометрия является нагрузочным тестом, требующим выполнения дыхательных маневров, максимальных как по амплитуде, так и по усилию. Без соблюдения этих условий результаты теста не имеют смысла и наносят вред, побуждая врачей, не обладающих необходимыми знаниями, делать ложные трактовки.

Методика проведения спирометрии отрабатывалась ведущими мировыми профессиональными сообществами по лечению респираторных заболеваний десятилетиями [5–8]. В 2005 году Американское торакальное общество (ATO) и Европейское респираторное общество

Таблица 1
Относительные противопоказания для спирометрии

Причина	Состояния
Из-за увеличения потребности миокарда в кислороде или изменения артериального давления	• Острый инфаркт миокарда в течение 1 недели; • Системная гипотензия или гипертензия; • Значительная предсердная/желудочковая аритмия; • Некомпенсированная сердечная недостаточность; • Неконтролируемая легочная гипертензия; • Острое легочное сердце; • Клинически нестабильная легочная эмболия; • История обморока, связанного с форсированным выдохом/кашлем
Вследствие повышения внутричерепного / внутриглазного давления	• Аневризма головного мозга; • Операция на головном мозге в течение 4-х недель; • Недавнее сотрясение мозга с продолжающимися симптомами; • Глазная хирургия в течение 1 недели
Из-за увеличения давления в пазухе и среднем ухе	• Хирургия пазухи или среднего уха хирургия или инфекция в течение 1 недели
Вследствие повышения внутригрудного и/или внутрибрюшного давления	• Наличие пневмоторакса; • Торакальная хирургия в течение 4 недель; • Абдоминальная хирургия в течение 4 недель; • На поздних сроках беременности
Вопросы инфекционной безопасности	• Активная или предполагаемая трансмиссивная респираторная или системная инфекция, включая туберкулез; • Физические условия, предрасполагающие к передаче инфекций, таких как кровохарканье, значительные выделения или поражения полости рта или кровотечение из полости рта

(ERO) объединили свои усилия и разработали совместные рекомендации, где подробно описаны общие условия проведения легочных функциональных тестов [9], стандартизация спирометрии [10] и интерпретации результатов [11]. На основе этих тщательно отобранных и подробно описанных рекомендаций Российское Респираторное общество (РРО) опубликовало клинические рекомендации по проведению спирометрии, где так же уделяется большое внимание критериям качества исследования [12]. В 2016 г. методические рекомендации по использованию метода спирометрии, предложенные РРО, были утверждены Минздравом России [13].

Эволюция не стоит на месте, за прошедшие годы произошли существенные усовершенствования в приборостроении, появились новые вычислительные возможности и научные исследования, которые привели к необходимости обновить технические стандарты спирометрии 2005 года для обеспечения качества исследований и снижения возможных негативных последствий для пациента.

В 2019 году ATO и ERO создали целевую группу ученых и врачей, имеющих опыт работы с международными руководящими принципами и стандартами; клинический опыт в рутинном тестировании функции легких; и специальные знания в области спирометрии, включая научные публикации, для обновления стандартов спирометрии [14]. Новый технический отчет охватывает технические характеристики оборудования, процедуры, связанные с пациентами и контролем качества.

Статья посвящена основным принципиальным отличиям и новым положениям технических стандартов спирометрии. В документе обращается внимание на то, что эти стандарты являются минимальными критериями, которые должны быть соблюдены для клинической спирометрии, но могут быть недостаточными для научных исследований или профессионального надзора [15]. Термин «должен» используется для обозначения требования соблюдения стандартов, а термин «следует» применяется для обозначения действий, которые могут быть необязательными, но считаются наилучшей практикой.

Одним из ключевых изменений является радикальное обновление списка *относительных противопоказаний (табл. 1).* Потенциальные риски спирометрии в первую очередь связаны с форсированным выдохом, который увеличивает внутригрудное, интраабдоминальное и внутричерепное давление, венозный возврат, системное кровяное давление, потребность миокарда в кислороде [16–20]. Для большинства пациентов эти риски минимальны [21], однако они должны быть взвешены против пользы получения информации о функции легких. Исследование должно быть прекращено, если пациент испытывает боль во время маневра. Пациентам с потенциальными противопоказаниями не рекомендуется проводить спирометрию в условиях первичного медико-санитарного звена, их следует направлять в лаборатории, специализированные на функциональном обследовании легких, где операторы более опытны и доступна неотложная помощь в случае необходимости. Кроме того, поскольку спирометрия требует активного участия пациента, неспособность понять или нежелание следовать указаниям оператора обычно приводит к субмаксимальным результатам теста.

Относительные противопоказания не исключают спирометрии, но должны учитываться при назначении спирометрии. Решение о проведении спирометрии принимается лечащим врачом на основании оценки им рисков и преимуществ спирометрии для конкретного пациента. Потенциальные противопоказания должны быть включены в форму направления на спирометрию.

Положение тела пациента

В документе подчеркивается, что пациент во время исследования должен сидеть. Эта рекомендация продиктована тем, что сердечно-легочные инциденты, в первую очередь обмороки, были наиболее распространенным нежелательным эффектом от проведения спирометрии [21]. Стул должен быть с подлокотниками (чтобы предотвратить падение в сторону, если произойдет обморок), без колес и с регулировкой высоты, чтобы ноги стояли на полу.

Однако пациент не должен сидеть расслабленно, облокотившись на подлокотники. Подлокотники нужны только для фиксации тела пациента при возможном падении. Для детей и невысоких взрослых следует предусмотреть стул поменьше или скамеечку для ног. Если тестирование проводится с пациентом в другом положении, это должно быть задокументировано в отчете, так как в другой позиции значения функциональных параметров меняются [22].

Гигиена и инфекционная безопасность

Инфекция может передаваться как при непосредственном контакте с загрязненными предметами (мундштуки, ручные спирометры, подлокотники кресел и внутренние поверхности спирометров), так при контакте с аэрозольными каплями, попадающими в воздух при дыхательных маневрах.

Оператор должен мыть руки или пользоваться одобренным дезинфицирующим средством для рук перед контактом с каждым новым пациентом. Использование одноразовых перчаток не исключает необходимости мытья рук или дезинфекции, но если перчатки используются, то для каждого пациента требуется новая пара. Пациенту следует дать дезинфицирующее средство для обработки рук, потому что пациенты будут касаться различных поверхностей.

Обращено внимание на использование одноразовых фильтров с мундштуками, что уменьшает загрязнение спирометра и стало стандартной практикой в большинстве учреждений. Все одноразовые предметы должны быть утилизированы в конце сеанса тестирования.

Чтобы избежать перекрестного загрязнения, руки должны быть вымыты сразу после каждого пациента. Перчатки следует надевать при обращении с потенциально загрязненным оборудованием и/или если у оператора имеются открытые порезы или язвы на руках.

Следует принимать дополнительные меры предосторожности в отношении пациентов с туберкулезом, кровохарканьем, поражением полости рта или другими известными инфекционными заболеваниями. Возможные меры предосторожности включают: 1) выделение отдельного оборудования для тестирования инфицированных пациентов; 2) обследование таких пациентов в конце рабочего дня, после чего спирометр разбирают и дезинфицируют; 3) тестирование пациентов стационара в их собственных палатах с адекватной вентиляцией и соответствующей защитой для оператора.

Требования к оборудованию в стандартах 2019 года ужесточены. Производители должны обеспечить соответствие всех спирометров стандартам, содержащимся в текущем обновлении стандарта ISO 26782 (2016) [23]. Несмотря на требования раздела 7 стандарта ISO 26782, касающиеся точности, линейности и повторяемости в пределах ±3,0%, спирометрическое оборудование должно иметь максимально допустимую погрешность ±2,5% при проверке с помощью калибровочного шприца емкостью 3 л.

Рекомендовано направление графика «поток-объем»: поток выдоха должен быть направлен вверх, а объем выдоха — вправо. Соотношение сторон между масштабами потока и объема должно быть 2:1, то есть 2 л/с потока и 1 л объема должны находиться на одинаковом расстоянии по их соответствующим осям.

Также были обновлены *процедуры обеспечения качества работы оборудования*, основные аспекты кратко изложены в таблице 2.

Важное отличие от стандартов 2005 года в том, что трех-потоковая проверка калибровки (проводится путем движения поршня калибровочного шприца с тремя различными скоростями) теперь должная быть ежедневной (ранее еженедельной). Проверка калибровки — это процедура, используемая для подтверждения того, что устройство находится в пределах калибровки (т. е. ±3% [допуск точности, ±2,5% для спирометров плюс ±0,5% для калибровочных шприцев]). Системы спирометрии должны включать возможность поверки калибровки с исполь-

Таблица 2

Обеспечение качества *работы оборудования (как для объемных, так и для датчиков потока)*

Спирометр	• Ежедневная проверка калибровки при низкой, средней и высокой скорости: если проверка калибровки не удалась, проверьте и устраните неполадки (Таблица 3) и повторите проверку калибровки; • Если используются одноразовые фильтры при проведении спирометрии, то он также должен использоваться во время калибровок; • Повторная калибровка спирометра должна проводиться после неудачной поверки калибровки, а в соответствии с интервалами, указанными изготовителем; • Если изменение калибровочного коэффициента составляет ≥6% или отклоняется более чем на ±2 SD от среднего значения, необходимо проверить и при необходимости очистить спирометр в соответствии с инструкциями изготовителя; проверить наличие ошибок (Таблица 3) и выполнить повторную калибровку; • Выполнять плановые проверки и техническое обслуживание с интервалами, указанными производителем
Калибровочный шприц 3-л	• Ежедневный осмотр для проверки возможного смещения упора поршня; • Ежедневная проверка возможности плавного движения шприца без застревания; • Точность ±0,015 л проверяется изготовителем при поставке и с интервалами, рекомендованными изготовителем; • Ежемесячная проверка герметичности шприца
Документация	• Ведение журнала результатов калибровки; • Документирование ремонтов или других изменений, которые возвращают оборудование в приемлемую эксплуатацию; • Запись дат обновления или изменения программного и аппаратного обеспечения компьютера; • Запись дат изменения или перемещения оборудования. Калибровочные проверки и процедуры контроля качества должны быть повторены после любых таких изменений до начала тестирования пациентов; • Проверка референсных значений после обновления программного обеспечения

зованием комнатного воздуха в условиях окружающей среды. Если устройство не проходит поверку калибровки (Таблица 3), то требуется новая процедура калибровки или техническое обслуживание оборудования. Изготовители должны предупреждать о том, что если новый калибровочный коэффициент изменяется более чем на ±2 SD от среднего калибровочного коэффициента или изменяется более чем на 6% от предыдущего калибровочного коэффициента, то это может указывать на то, что спирометр требует очистки, технического обслуживания и/или ремонта. Калибровочные проверки должны проводиться ежедневно или чаще, если это указано изготовителем. Предварительно калиброванные спирометры не могут быть перекалиброваны оператором, но все равно должны пройти калибровочную проверку. Изготовители должны указать действие, которое необходимо предпринять, если предварительно калиброванное устройство не проходит проверку калибровки. Программное обеспечение для спирометрии должно включать в себя возможность генерировать отчет о калибровках, который включает в себя результаты всех проверок, количество неудачных проверок калибровки в каждом сеансе и изменения калибровочных коэффициентов. Предупреждение должно быть выдано, если ошибка проверки калибровки отличается от исторической средней ошибки проверки калибровки более чем на ±2 SD.

Калибровочный шприц должен храниться при комнатной температуре. Если прижимать корпус шприца для обеспечения его устойчивости во время поверки калибровки к телу, его температура может повыситься, что приведет к ошибке измерения. Если в шприце ограничитель движения регулируемый, то он может быть случайно перемещен или смещен при падении. Калибровочные шприцы должны подвергаться испытанию на герметичность ежемесячно; это можно сделать, если выходное отверстие шприца закрыть пробкой и делать попытки опустошить или заполнить шприц. Упавший или поврежденный шприц следует считать не калиброванным до тех пор, пока он не будет проверен.

Биологический контроль (здоровый, некурящий человек, способный выполнять спирометрию в соответствии с критериями воспроизводимости) возможен, но не является заменой использования калибровочного шприца.

Таблица 3
Потенциальные причины сбоя проверки калибровки

• Незначительное изменение функции спирометра, требующее последующей процедуры повторной калибровки для регулировки калибровочного коэффициента;
• Утечка в соединении спирометра с калибровочным шприцем;
• Воздушные потоки через спирометр во время процедуры установки нуля*;
• Неспособность полностью заполнить и опорожнить калибровочный шприц одним плавным движением;
• Неисправность калибровочного шприца (например, утечка поршня или смещение упора поршня или повреждение шприца при падении);
• Засорение спирометра либо мусором в датчике спирометра, либо рукой оператора при удержании спирометра на месте;
• Неправильная сборка датчика, мундштука, фильтра и/или дыхательной трубки;
• Различия между комнатной температурой и температурой калибровочного шприца;
• Ошибки ввода данных о температуре окружающей среды и/или давлении

*Примечание: перед началом измерительных манипуляций (перед калибровкой, проверкой калибровки и тестированием пациента) определяется уровень нулевого потока при заблокированном спирометре. Если в этот момент производить движение поршнем шприца или пациент начинает дышать, данные измерений искажаются.

Требования к оператору

Для получения высококачественных данных о легочной функции есть 3 ключевых условия: точные приборы, пациент или субъект, способный выполнять приемлемые и повторяемые измерения, и мотивированный оператор (часто это медсестра), чтобы добиться максимальной производительности от пациента [24]. Было отмечено, что в области стандартизации оператору уделяется меньше всего внимания, поэтому важность квалификации оператора также отнесена к ключевым моментам стандартов 2019 года. В обязанности оператора входит наблюдение и взаимодействие с пациентом для достижения оптимальных результатов, что требует сочетания обучения и опыта. Во многих странах существуют учебные курсы для проведения качественной спирометрии, что привело к тому, что операторы следуют стандартам ATO/EPO, но краткосрочное последующее и дополнительное обучение имеют важное значение для поддержания качества. Обучение операторов, а также достижение и поддержание компетентности должны быть интегрированы в любую службу тестирования спирометрии.

Сведения о пациенте

Возраст должен быть указан в годах с точностью до одного десятичного знака, высота в сантиметрах до одного десятичного знака и вес до ближайших 0,5 кг. Для пациентов, неспособных стоять прямо, рост может быть оценен с использованием размаха рук, с помощью уравнений, где учитываются пол, возраст, расовая принадлежность [25]. Для детей предпочтительнее использовать длину локтевой кости, которая должна быть измерена с помощью штангенциркуля, чтобы избежать ошибки, введенной с помощью рулетки [26]. Расчетные уравнения для определения роста основаны на длине локтевой кости (U) и возрасте в годах (A):

для мальчиков — рост (см) = 4.605U + 1308A + 28.003;

для девочек — рост (см) = 4.459U + 1.315A + 31.485.

У лиц в возрасте 25 лет и старше, для которых ранее в том же учреждении было проведено надежное измерение роста, повторное измерение при последующих посещениях в течение 1 года не требуется.

Пол и этническая принадлежность при рождении должны быть включены в информацию о пациенте в бланке направления на спирометрию. При запросе данных о половой принадлежности при рождении пациентам должна быть предоставлена возможность представить свою гендерную идентичность на свое усмотрение. Но пациенты должны быть проинформированы о том, что, хотя

их гендерная идентичность соблюдается, именно пол при рождении является определяющим фактором прогнозируемого размера легких. Неточное указание пола при рождении может привести к неправильному выбору должных величин, неправильной оценке спирометрических показателей, неправильной диагностике и лечению. Аналогичным образом, пациенты должны быть проинформированы о необходимости сообщать об этнической принадлежности. Этнические категории для эталонных значений Глобальной инициативы по функции легких (GLI 2012 года) разделены на группы: европеоиды (в некоторых приборах обозначаются как «Caucasian»), афроамериканцы, Северо-Восточная Азия, Юго-Восточная Азия и другие/смешанные [27]. Если данные о поле рождения и/или этнической принадлежности не раскрываются, оператор отмечает, что он должен предупредить интерпретатора об этом упущении и указать, какие значения по умолчанию использовались для расчета прогнозируемых значений.

Подготовка пациента

Мероприятия, которых следует избегать перед тестированием функции легких были изменены и дополнены, они перечислены в таблице 4. Пациенты должны быть предупреждены об этом заранее, во время назначения исследования. Перед проведением теста все эти пункты должны быть проверены, и любые отклонения от них должны быть зафиксированы.

Следует обратить внимание, что рекомендуется избегать не только курения сигарет, но и других источников вдыхания дыма перед исследованием. Предупреждается о запрете использования не только алкоголя, но также других интоксикантов, меняющих сознание и координацию, за 8 ч. до тестирования (ранее за 4 ч.). Увеличено время воздержания от физических нагрузок (с 30 минут до 1 ч.). В новых стандартах нет требования воздерживаться от обильного приема пищи.

Отдельная рекомендация относится к зубным протезам. В предыдущих стандартах рекомендовали хорошо подогнанные зубные протезы оставлять на месте. Но более крупное исследование 2018 года показало, что без зубных протезов измеряемые параметры были выше [28].

Для пациентов, которые не могут использовать мундштук (пациенты с трахеостомией, резекцией носа и др.), можно использовать герметизирующую маску для лица или другие приспособления по усмотрению оператора, которые должны быть записаны в примечаниях.

Решение об отказе от приема бронходилататоров длительного и короткого действия до начала тестирования является клиническим и определяется лечащим врачом. Если исследование проводится для диагностики функционального состояния системы внешнего дыхания, то следует воздержаться от приема бронходилататоров перед тестированием. Для исследований, направленных на определение ответа на существующую терапевтическую схему, исследование проводится на фоне лечения. Инструкции должны быть даны пациенту во время записи на прием. Оператор должен регистрировать тип и дозировку любого ингаляционного, перорального или инъекционного препарата, который может изменить функцию легких, а также время последнего введения препарата. Оператор должен регистрировать наблюдаемые признаки или симптомы, такие как кашель, хрипы, одышка или цианоз.

Таблица 4
Мероприятия, которых следует избегать перед тестированием функции легких

• Курение табака и/или электронных сигарет/вейпов/кальяна в течение 1 ч. перед тестированием (чтобы избежать острой бронхоконстрикции из-за вдыхания дыма);
• Употребление интоксикантов (в том числе алкоголя) в течение 8 ч. перед тестированием (чтобы избежать проблем с координацией, пониманием и физическими способностями);
• Выполнение энергичных упражнений в течение 1 ч. перед тестированием (чтобы избежать потенциальной бронхоконстрикции, вызванной физической нагрузкой);
• Ношение одежды, которая существенно ограничивает движения грудной клетки и живота (чтобы избежать внешних ограничений функции легких)

Выполнение маневра ФЖЕЛ

Маневр ФЖЕЛ включает 4 последовательных этапа:

1) спокойное дыхание;
2) быстрый полный *вдох* с паузой ≤2 с на уровне общей емкости легких (ОЕЛ);
3) полный *выдох* с максимальным усилием до достижения плато на кривой объем-время длительностью не менее 1 сек. или времени форсированного выдоха 15 с, сохраняя вертикальное положение после форсированного выдоха (пациент не должен нагибаться к коленям);
4) полный *вдох* с максимальным усилием.

Маневр повторяется минимум 3 раза до достижения приемлемых результатов, обычно не более 8 для взрослых. У детей количество повторов может быть больше, так как они, как правило, не выполняют дыхательные маневры с максимальным усилием с самого начала тестирования. Тест завершают, если достигнуты критерии воспроизводимости объема форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ1) и ФЖЕЛ: разница между двумя самыми большими значениями этих параметров должна быть у взрослых ≤150 мл, у детей 6 лет и младше ≤100 мл или 10% от самого высокого значения, в зависимости от того, что больше.

Таким образом, для спирометров, которые измеряют вдох и выдох, есть четыре различных фазы маневра ФЖЕЛ: 1) максимальный вдох, 2) форсированный выдох 3) продолжение полного выдоха в течение максимум 15 секунд и 4) максимально быстрый вдох обратно к максимальному объему легких — уровня общей емкости легких (ОЕЛ). Большая часть вариабельности результатов, полученных с помощью спирометрии, связана с недостаточным и вариабельным вдохом до уровня ОЕЛ, преждевременным завершением выдоха и переменным (не максимальным) усилием.

Прибор должен сигнализировать оператору, когда достигнуто плато в координатах объем-время или время форсированного выдоха ($T_{ФЖЕЛ}$) достигает 15 секунд. Наличие звукового сигнала для окончания выдоха позволяет опера-

тору более внимательно наблюдать за пациентом. Опрос пациентов показал, что многие были обеспокоены тем, что их просили продолжать дуть, когда они чувствовали, что больше ничего не выдыхают. Если пациент может видеть числовое или аналоговое отображение потока в мл на экране, это может помочь мотивировать его продолжать дуть. Частичное уменьшение усилия в течение маневра (через 4 сек.) может дать более высокий объем выдоха у некоторых пациентов [29, 30]. Это может предотвратить закрытие глотки и избежать обморока, но уже не является истинным максимально форсированным выдохом. Некоторые пациенты с рестриктивным заболеванием легких и молодые пациенты с высокой эластической отдачей быстро опорожняют легкие и не могут удерживать плато выдоха в течение 1 секунды. Оператору необходимо распознать выпуклый рисунок кривой поток-объем у таких пациентов и отличить его от раннего прекращения выдоха.

Принципиально новая рекомендация, которая выполнима только для спирометров, измеряющих и вдох и выдох — максимальный вдох после форсированного выдоха, который требуется выполнять с максимально возможной скоростью, то есть выполнение маневра форсированной жизненной емкости легких (ЖЕЛ) вдоха ($ФЖЕЛ_{ВД}$). Сравнение $ФЖЕЛ_{ВД}$ с ФЖЕЛ обеспечит информацию, начат ли форсированный выдох от уровня полного вдоха [31]. Важно, чтобы максимальный вдох до и после форсированного выдоха проводились с одинаковым усилием, чтобы сравнение было правомерным. Хотя выполнение максимального форсированного вдоха настоятельно рекомендуется, его отсутствие не препятствует признанию маневра приемлемым, если только не проводится специальное исследование экстраторакальной обструкции.

Для спирометров, измеряющих только выдох, процедура модифицируется следующим образом. Пациент сначала быстро вдыхает до максимального объема легких (до уровня ОЕЛ), затем в течение 2 секунд плотно обхватывает мундштук губами и выполняет максимальный форсированный выдох. Рекомендуется держать рот открытым до тех пор, пока мундштук не будет плотно охвачен губами, что может помочь свести к минимуму потерю воздуха перед присоединением к прибору. Мундштук можно отпустить при достижении конца форсированного выдоха (15 сек. или плато 1 сек. на кривой объем-время).

Список литературы

1. Чучалин А. Г. Современная модель врача-пульмонолога //Пульмонология. — 2012. — №4. — С.5–15. DOI:10.18093/0869–0189–2012–0–4–5–15
2. Müller-Brandes C., Krämer U., Gappa M. et al. LUNOKID: can numerical American Thoracic Society/European Respiratory Society quality criteria replace visual inspection of spirometry? //Eur. Respir. J. — 2014. — Vol.43. — P.1347–1356. DOI: 10.1183/09031936.00058813
3. Hegewald M. J., Gallo H. M., Wilson E. L. Accuracy and quality of spirometry in primary care offices //Ann. Am. Thorac. Soc. — 2016. — Vol.13, — P.2119–2124. DOI: 10.1513/AnnalsATS.201605–418OC.
4. Schermer T. R. J., Verweij E. H. A., Cretier R. et al. Accuracy and precision of desktop spirometers in general practices //Respiration. — 2012. — Vol.83. — P. 344–352. DOI: 10.1159/000334320.
5. American Thoracic Society. ATS statement: snowbird workshop on standardization of spirometry //Am. Rev. Respir. Dis. — 1979. — Vol. 119. — P. 831–838.
6. Quanjer PH. Standardized lung function testing: report working party standardization of lung function tests //Bull. Eur. Physiopathol.Respir. — 1983 — Suppl.5. — P. 1–95.
7. Statement of the American Thoracic Society. Standardization of spirometry: 1987 update //Am. Rev. Respir. Dis. —1987. — Vol.136. — P. 1285–1298.
8. American Thoracic Society. Standardization of spirometry, 1994 update //Am. J. Respir. Crit. Care. Med. — 1995. — Vol.152. — P.1107–1136.
9. Miller M. R., Crapo R., Hankinson J. et al. ATS/ERS Task Force. General considerations for lung function testing //Eur. Respir. J. — 2005. —Vol.26. — P.153–161. DOI: 10.1183/09031936.05.00034505
10. Miller M. R., Hankinson .J., Brusasco V. et al. ATS/ERS Task Force. Standardisation of spirometry //Eur. Respir. J. — 2005. —Vol.26. — P.319–338. DOI: 10.1183/09031936.05.00034805
11. Pellegrino R., Viegi G., Brusasco V. et al. ATS/ERS Task Force. Interpretative strategies for lung function tests //Eur. Respir. J. — 2005.—Vol.26.— P.948–968. DOI: 10.1183/09031936.05.00035205
12. Чучалин А. Г., Айсанов З. Р., Чикина С. Ю., Черняк А. В., Калманова Е. Н. Федеральные клинические рекомендации Российского респираторного общества по использованию метода спирометрии //Пульмонология, 2014. — №6 — С.11–24.
13. Методические рекомендации по использованию метода спирометрии. Российское респираторное общество. Утверждены Минздравом России в 2016 г. [Электронный ресурс] //Spulmo.ru: информ.-образовательный портал. М., —2016. — URL: http://spulmo.ru/upload/Клин.%20рек.%20по%20спирометрии%20(коррект.)_.pdf (дата обращения: 12.01.2020)
14. 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. — Vol.200. — №4. — e70–e88. DOI: 10.1164/rccm.201908–1590ST
15. Redlich C. A., Tarlo S. M., Hankinson J. L. et al. Official American Thoracic Society technical standards: spirometry in the occupational setting //Am. J. Respir. Crit. Care Med. — 2014. — Vol.189. — P.983–993. http://dx.doi.org/10.1164/rccm.201402–0337ST.
16. Cooper B. G. An update on contraindications for lung function testing //Thorax — 2011. —Vol.66. — P. 714–723. DOI: 10.1136/thx.2010.139881. Epub 2010 Jul 29.
17. Coates A. L., Graham B. L., McFadden R. G. et al. Canadian Thoracic Society. Spirometry in primary care //Can. Respir. J. — 2013. — Vol.20. — P.13–21. http://dx.doi.org/10.1155/2013/615281
18. Vieira G. M., Oliveira H. B., de Andrade D. T., Bottaro M., Ritch R. Intraocular pressure variation during weight lifting //Arch. Ophthalmol. — 2006. — Vol.124. — P.1251–1254. DOI: 10.1001/archopht.124.9.1251.
19. Tiller N. B., Simpson A. J. Effect of spirometry on intra-thoracic pressures //BMC Res Notes. — 2018. — Vol.11. — P.110. DOI: 10.1186/s13104-018-3217-9.
20. Boerrigter B. G., Bogaard H. J., Vonk-Noordegraaf A. Spirometry in chronic obstructive pulmonary disease: a hemodynamic roller coaster? //Am. J. Respir. Crit. Care Med. — 2012. — Vol.186. — e6–e7. DOI: 10.1164/rccm.201111-1945IM.
21. Roberts C., Ward S., Walsted E., Hull J. H. Safety of pulmonary function testing: data from 20 years. Thorax. — 2018. — Vol.73. — P.385–387. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2017-210246.
22. Katz S., Arish N., Rokach A. et al. The effect of body position on pulmonary function: a systematic review //BMC Pulm. Med. — 2018 — Vol.18:159. https://doi.org/10.1186/s12890-018-0723-4
23. Спирометры, предназначенные для измерения параметров форсированного выдоха человека. Технические требования и методы испытаний. Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р ИСО 26782 — 2016. [Электронный ресурс] //URL: https://standartgost.ru/g/ГОСТ_Р_ИСО_26782-2016. (дата обращения: 12.01.2020)
24. Ruppel G.L., Enright P. L. Pulmonary function testing //Respir. Care. — 2012. — Vol.57. — P.165–175. DOI: https://doi.org/10.4187/respcare.01640.
25. Quanjer P. H., Capderou A., Mazicioglu M. M. et al. All-age relationship between arm span and height in different ethnic groups //Eur. Respir. J. — 2014. — 0151Vol.44. P.905–912. DOI: 10.1183/09031936.00054014.
26. Gauld L. M., Kappers J., Carlin J. B., Robertson C. F. Height prediction from ulna length //Dev. Med. Child Neurol. — 2004. — Vol.46. — P.475–480. DOI: 10.1017/s0012162204000787
27. Quanjer P. H., Stanojevic S., Cole T. J. et al.;ERS Global Lung Function Initiative. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3–95-yr age range: the Global Lung Function 2012 equations //Eur. Respir. J. — 2012. — Vol.40. — P.1324–1343. DOI: 10.1183/09031936.00080312
28. Indrakumar H. S., Venkatesh D., Adoni V. V. et al. Spirometric assessment of impact of complete dentures on respiratory performance: an in vitro stud //J. Contemp. Dent. Pract. — 2018. — Vol.19. — P.177–180. DOI: 10.5005/jp-journals-10024-2233.
29. Stoller J. K., Basheda S., Laskowski D. et al. Trial of standard versus modified expiration to achieve end-of-test spirometry criteria // Am. Rev. Respir. Dis. — 1993. — Vol.148. — P.275–280.
30. Stoller J. K., McCarthy K. Benefits of a modified spirometry technique // Eur. Respir. J. — 2007. — Vol.30. — P.813–814, author reply 814–815. DOI: 10.1183/09031936.00071407.
31. Haynes J. M., Kaminsky D. A. The American Thoracic Society/European Respiratory Society acceptability criteria for spirometry: asking too much or not enough? // Respir. Care. — 2015. — Vol.60. — e113–e114. DOI: 10.4187/respcare.04161

Для цитирования: Кирюхина Л. Д., Стручков П. В. Стандартизация спирометрии: что нового в обновлении 2019 года. Часть 1. Медицинский алфавит. 2020; (9):9–14. https://doi.org/10.33667/2078–5631–2020–9–9–14

For citation: Kiryukhina L. D., Struchkov P. V. Standardization of spirometry: what's new in 2019 update. Part 1. Medical alphabet. 2020; (9):9–14. https://doi.org/10.33667/2078–5631–2020–9–9–14