

Бронходилатационный тест: методика, клиническое применение и спорные вопросы. Обзор литературы

М.И. Чушкин¹, А.В. Черняк^{2,3}, Л.Д. Кирюхина², Н.Л. Карпина¹

¹ ФГБНУ «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза» Министерства науки и высшего образования РФ, Москва, Россия

² ФГБУ «НИИ пульмонологии» ФМБА России, Москва, Россия

³ ГБУЗ города Москвы «Городская клиническая больница имени С.С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Бронходилатационный тест (БДТ) является компонентом спирометрии, широко используемым для оценки степени улучшения показателей внешнего дыхания в ответ на введение бронходилататора. Цель исследования - оценка и систематизация современных подходов к проведению БДТ для определения обратимости обструктивных нарушений, а также критический анализ критериев интерпретации его результатов и клинической значимости при диагностике обструктивных заболеваний легких. Проведен аналитический обзор международных и отечественных клинических рекомендаций, научных публикации по спирометрии, бронходилатационному тестированию и диагностике хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) / бронхиальной астмы (БА) за период 1974–2025 гг. Систематизированы показания, противопоказания и методика проведения БДТ. Проанализированы различные критерии положительного бронходилатационного ответа: от классического ($+12\%$ и ≥ 200 мл от исходного уровня объема форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ₁) и форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ)) до современных подходов с использованием должных величин ($+10\%$ от должных значений) и z-оценки. Установлено, что частота выявления обструктивных нарушений при использовании пост-бронходилатационных значений спирометрии на 11–35% ниже по сравнению с пре-бронходилатационными данными. Показано, что БДТ не является надежным инструментом для разграничения бронхиальной астмы и ХОБЛ, однако положительный ответ может рассматриваться как модифицируемый признак. Для диагностики ХОБЛ целесообразно использовать пост-бронходилатационные значения спирометрии. На сегодняшний день единый универсальный стандарт проведения бронходилатационного теста отсутствует. Выбор конкретного препарата, его дозы, способа ингаляции и критериев положительного ответа должен диктоваться конкретной клинической задачей. Текущая вариабельность методологии указывает на необходимость проведения дальнейших исследований для стандартизации БДТ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: спирометрия; обструктивные нарушения, бронходилатационный тест, хроническая обструктивная болезнь легких, бронхиальная астма.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Bronchodilator responsiveness testing: methodology, clinical application and controversial questions

M.I. Chushkin¹, A.V. Cherniak², L.D. Kiryukhina², N.L. Karpina¹

¹ Federal State Budgetary Scientific Institution «Central Research Institute of Tuberculosis», Moscow, Russia

² Federal State Budgetary Institution «Pulmonology Scientific Research Institute under Federal Medical and Biological Agency of Russian Federation», Moscow, Russia

³ City Clinical Hospital named after S.S.Yudin of Moscow Department of Health, Moscow, Russia

SUMMARY

The bronchodilator test (BDT) is a component of spirometry widely used to assess the degree of improvement of lung function in response to bronchodilator administration. The aim of the study was to evaluate and systematize modern approaches to performing BDT to determine the reversibility of obstructive disorders, as well as to critically analyze the criteria for interpreting its results and its clinical significance in the diagnosis of obstructive pulmonary diseases. An analytical review of international and national clinical guidelines, as well as scientific publications on spirometry, bronchodilator testing, and the diagnosis of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) / bronchial asthma (BA) for the period 1974–2025 was conducted. Indications, contraindications, and the methodology for performing BDT were systematized. Various criteria for a positive bronchodilator response were analyzed: from the classic criterion ($+12\%$ and ≥ 200 mL from baseline of Forced Expiratory Volume in 1 second (FEV₁) and Forced Vital Capacity (FVC)) to modern approaches using predicted values ($+10\%$ of predicted) and z-scores. It was established that the detection rate of obstructive disorders using post-bronchodilator spirometry values is 11–35% lower compared to pre-bronchodilator data. It has been shown that BDT is not a reliable tool for differentiating between bronchial asthma and COPD; however, a positive response can be considered a modifiable trait. For the diagnosis of COPD, it is advisable to use post-bronchodilator spirometry values. To date, there is no single universal standard for performing the bronchodilator test. The choice of a specific drug, its dose, the method of inhalation, and the criteria for a positive response should be dictated by the specific clinical task. The current variability in methodology indicates the need for further research to standardize BDT.

KEYWORDS: spirometry, obstructive impairment, bronchodilator test, chronic obstructive pulmonary disease, asthma.

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

Введение

Бронходилатационный тест (БДТ) представляет собой оценку степени улучшения проходимости дыхательных путей после применения бронхолитического препарата

и является неотъемлемой частью спирометрического исследования. Тест измеряет изменения объема форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁) и форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ) [1]. Выбор

бронходилататора, его доза и способ применения зависят от клинических показаний и определяются целями проведения теста [1].

Актуальность стандартизации методики БДТ обусловлена широким применением теста в клинической практике для диагностики бронхиальной астмы (БА), хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ), оценки контроля заболевания и мониторинга эффективности терапии. Однако до настоящего времени отсутствуют единые международные стандарты проведения БДТ, что затрудняет сопоставимость результатов исследований и клинических решений [2, 3].

Цель обзора – систематизировать современные данные о методике проведения бронходилатационного теста, критериях интерпретации результатов и спорных вопросах его клинического применения.

Методика проведения бронходилатационного теста

Клинические ситуации применения БДТ

Возможность применения бронхорасширяющих препаратов зависит от цели исследования. При выполнении спирометрии возможны три клинические ситуации [1, 5].

- БДТ с отменой терапии** (спирометрию выполняют для оценки возможности улучшения или изменения функции легких). Если целью теста является диагностика или определение изменений параметров спирометрии на прием бронходилататоров, то необходимо отказаться от приема препаратов перед исследованием (табл. 1).
- БДТ на фоне терапии** (спирометрию выполняют для оценки возможности улучшения эффективности бронходилатационной терапии). Если целью теста является определение возможности улучшения параметров спирометрии в дополнение к регулярному лечению, то целесообразно продолжать принимать обычные лекарства до теста [1]. Положительный бронходилатационный ответ (увеличение $ОФВ_1$ на $\geq 12\%$ и ≥ 200 мл от исходной величины) у пациентов, принимающих ингаляционные глюкокортикостероиды или в течение 4 ч после приема короткодействующего ингаляционного β_2 -агониста (КДБА), или в течение 12–24 ч. после приема длительно действующего ингаляционного β_2 -агониста (ДДБА), может свидетельствовать о неконтролируемой БА, плохой приверженности лечению и/или неправильной технике ингаляций [2].

Некоторые авторы считают, что БДТ на фоне терапии

должен быть выполнен при каждом визите больного с БА, и в случае положительной реакции следует оценить эффективность контроля БА даже у пациентов с нормальной спирометрией [3]. Однако в другом исследовании было показано, что среди пациентов с плохим контролем БА только 35% имели положительный БДТ, а среди пациентов с хорошим контролем БА положительный тест наблюдали в 25% случаев. Авторы сделали вывод, что результат БДТ не коррелирует с контролем БА и не может быть использован для определения контроля симптомов [4].

- Спирометрия на фоне терапии** (спирометрию выполняют для оценки эффективности бронходилатационной терапии). Необходимо учитывать, что если выполняется стандартная спирометрия для контроля течения болезни или оценки эффективности терапии, то прием бронхорасширяющих препаратов не ограничивается, а в протоколе следует указать дозу и время последнего приема [1, 5, 6]. Очень часто стандартную спирометрию проводят на фоне отмены бронходилататоров, что не всегда обоснованно. Лечащий врач должен точно указать, отменена или нет бронходилатационная терапия перед исследованием, так как это влияет на результат.

Показания и противопоказания

Показания к проведению БДТ:

- выявление постбронходилатационных значений параметров функции легких;
- определение реакции на бронходилататор;
- выявление положительной реакции на бронходилататор у пациентов с исходно нормальными показателями спирометрии;
- оценка потенциального эффекта бронходилатационной терапии.

Противопоказания к проведению БДТ аналогичны противопоказаниям к спирометрии и использованию конкретного бронхорасширяющего препарата [6].

Отмена ингаляционных препаратов перед исследованием представлена в таблице 1.

Протокол проведения БДТ

БДТ представляет собой последовательное проведение спирометрии по стандартной методике на одном и том же приборе (желательно одним и тем же медицинским работником) до и после ингаляции бронхорасширяющего препарата (см. рисунок).

Таблица 1
Период отмены ингаляционных препаратов перед бронходилатационным тестом

Группа препаратов	Примеры	Период отмены, часы
Короткодействующие ингаляционные β_2 -агонисты (КДБА)	Сальбутамол, фенотерол	6–8
Короткодействующие ингаляционные антихолинергические препараты (КАХП)	Ипратропия бромид	12
Длительно действующие β_2 -агонисты (ДДБА)	Формотерол, сальметерол	24
β_2 -агонисты сверхдлительного действия (ультра-ДДБА)	Индакатерол, вилантерол, олодатерол	36
Длительно действующие ингаляционные антихолинергические препараты (ДДАХП)	Тиотропия бромид, гликопиррония бромид, аclidиния бромид, умеклидиния бромид	48

Примечание. Прием глюкокортикостероидных и лейкотриеновых препаратов не ограничивается. Рекомендуется отмена назальных деконгестантов за 4 ч. [5]. Деконгестанты (фенилэфрин, псевдоэфедрин, оксиметазолин) относятся к группе адреномиметиков и могут оказывать слабое влияние на β_2 -рецепторы бронхов, что является помехой для получения достоверного исходного уровня функции легких.

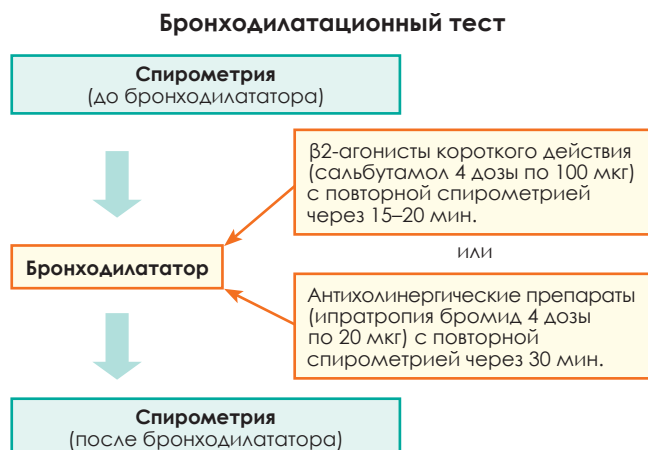


Рисунок. Схема выполнения БДТ

Стандартный протокол:

- β₂-агонисты короткого действия: сальбутамол 4 дозы по 100 мкг с помощью дозированного аэрозольного ингалятора (ДАИ) + спейсер; повторная спирометрия через 15–20 мин. [7].
- Антихолинергические препараты: ипратропия бромид 4 дозы по 20 мкг с помощью ДАИ + спейсер; повторная спирометрия через 30 мин. [7].

При использовании небулайзеров необходимо учитывать, что для них могут потребоваться другие дозы и время ожидания. Для струйных небулайзеров 5 мг сальбутамола в ингаляционном растворе номинально эквивалентны ингаляции 400 мкг с помощью ДАИ, а 1 мг ипратропия бромида – 80 мкг с помощью ДАИ [1, 5].

БДТ можно использовать для оценки действия специального препарата, но в этом случае препарат следует назначать в терапевтической дозе, а повторное исследование проводить в соответствии с фармакокинетикой препарата [7].

Качество выполнения спирометрии

Результаты БДТ в большой степени зависят от качества исследования до и после воздействия бронхорасширяющего препарата. При неудовлетворительном выполнении спирометрии, особенно до бронходилататора, результат

может быть улучшен за счет более качественного выполнения (обучающий эффект), а не за счет действия препарата. Поэтому целесообразно протоколировать все максимально возможные результаты спирометрии с обязательным указанием качества. Для оценки БДТ следует использовать измерения качества А и В, в крайнем случае – качества С [1, 5].

Анализ результатов бронходилатационного теста Методы расчета бронходилатационного ответа

Существуют 4 способа расчета бронходилатационного ответа (БДО) [6]:

Метод 1 (абсолютная разница):

БДО = (показатель после бронходилататора (БД), л) – (показатель до БД, л).

Пример: ОФВ₁ после = 1,34 л; ОФВ₁ до = 1,10 л; разница = 0,24 л (240 мл).

Метод 2 (изменение в процентах к исходной величине):
БДО = [(показатель после – показатель до) / показатель до] × 100%.

Пример: (1,34 – 1,10) / 1,10 × 100 = 21,8% от исходной величины.

Метод 3 (изменение в процентах от должной величины):
БДО = [(показатель после – показатель до) / должная величина] × 100%

Пример: (1,34 – 1,10) / 2,40 × 100 = 10% от должной величины.

Метод 4 (оценка разницы z-оценки):

БДО = z-оценка после – z-оценка до

Пример: ОФВ₁ pre Z = –1,68; ОФВ₁ post Z = –0,59;

БДО = (–0,59) – (–1,68) = 1,09.

z-оценку рассчитывают как разницу между фактической и должной величинами, деленную на стандартное отклонение показателя [5].

Критерии положительной бронходилатационной реакции продолжают оставаться темой исследований, эволюция подходов представлена в таблице 2.

Таблица 2
Эволюция критериев положительного бронходилатационного ответа

Источник, год	Критерий положительного БДТ
Комитет по эмфиземе Американского колледжа торакальных врачей (Committee on Emphysema, American College of Chest Physicians – ACCP), 1974 [8]	ΔОФВ ₁ > 15% от исходного уровня
Американское Торакальное Общество (American Thoracic Society – ATS), 1991 [9]	ΔОФВ ₁ и/или ΔФЖЕЛ ≥ 12% от исходного уровня и ≥ 200 мл
Европейское Респираторное Общество (European Respiratory Society – ERS), 1995 [10]	ΔОФВ ₁ ≥ 10% в абсолютном значении должных величин
Национальный институт здравоохранения и совершенствования медицинской помощи (National Institute for Health and Care Excellence – NICE), 2004 [11]	ΔОФВ ₁ ≥ 400 мл
ATS/ERS, 2005 [7]	ΔОФВ ₁ и/или ΔФЖЕЛ ≥ 12% от исходного уровня и ≥ 200 мл
Глобальной инициативы диагностики лечения и профилактики ХОБЛ (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease – GOLD), 2007 [12]	ΔОФВ ₁ и/или ΔФЖЕЛ > 12% от исходного уровня и > 200 мл
Британское Торакальное Общество (British Thoracic Society – BTS), 2014 [13]	ΔОФВ ₁ ≥ 400 мл
Ward H, 2015 [32]	ΔОФВ ₁ > 8% от должных величин
Sylvester K, 2020; Quanjer P, 2017 [6, 15]	z-оценка: увеличение > 0,78 для ОФВ ₁ и > 0,64 для ФЖЕЛ
ATS/ERS, 2022 [14]	ΔОФВ ₁ и/или ΔФЖЕЛ > 10% от должного значения
Российское респираторное общество (РРО)/Российская ассоциация специалистов функциональной диагностики (РАСФД)/Российское научно-медицинское общество терапевтов (РНМОТ), 2023 [5]	ΔОФВ ₁ и/или ΔФЖЕЛ ≥ 12% от исходного значения и ≥ 200 мл и > 10% от должного значения

Таблица 3

Результаты бронходилатационного теста в различных исследованиях

Исследование	$\Delta\text{ОФВ}_1$, %	$\Delta\text{ОФВ}_1$, л	$\Delta\text{ФЖЕЛ}$, %	$\Delta\text{ФЖЕЛ}$, л
1063 пациента общей популяции [17]	7,7	0,31	10,7	0,41
2609 пациентов общей популяции [16]	9,0	0,29	-	-
75 пациентов без патологии [18]	10,1	0,36	5,1	0,23
985 пациентов с ХОБЛ [19]	15,0	-	-	-
150 пациентов с ХОБЛ [20]	10,0	0,16	15,0	0,33
40 пациентов общей популяции [21]	12,3	0,18	14,9	0,34

Впервые критерий положительного БДТ предложил Комитет по эмфиземе Американского колледжа торакальных врачей (АССР): увеличение ОФВ_1 более 15–25% от исходного значения [8]. В 1982 г. Торакальное общество Калифорнии предложило использовать увеличение ОФВ_1 на 200 мл вместе с изменением в процентах [16].

Анализ результатов БДТ в общей популяции и у пациентов с ХОБЛ (табл. 3) показал, что изменение параметров спирометрии больше у пациентов с ХОБЛ, чем в общей популяции [16–21].

Для оценки действия бронхорасширяющего препарата традиционно используют ОФВ_1 . Однако у пациентов с ХОБЛ и гиперинфляцией этот параметр часто не изменяется при использовании бронходилататора. Поэтому наряду с ОФВ_1 целесообразно оценивать ФЖЕЛ, которая также может изменяться, особенно у пациентов с гиперинфляцией [22]. Анализ динамики показателей бронхиального сопротивления, проводимости и легочных объемов повышает частоту положительной реакции по сравнению с использованием параметров спирометрии. Поэтому у пациентов с обструктивными нарушениями использование бодиплетизмографии может увеличивать чувствительность БДТ [22, 23]. Изменение ОФВ_1 и ФЖЕЛ менее 8% или 150 мл является естественной вариабельностью в пределах нормы или за счет уменьшения тонуса парасимпатической нервной системы [9, 7]. Поэтому значительным изменением следует считать изменение, которое превышает естественную вариабельность показателей [7].

В настоящее время БДТ можно считать положительным по двум критериям [5]:

1. увеличение ОФВ_1 и/или ФЖЕЛ составляет $\geq 12\%$ от исходного значения и абсолютный прирост ≥ 200 мл;
2. прирост ОФВ_1 и/или ФЖЕЛ составляет $> 10\%$ от должного значения.

Первый критерий указан в утвержденных Минздравом России клинических рекомендациях по БА и ХОБЛ (только для ОФВ_1 , без указания ФЖЕЛ) [26, 27], а также рекомендован в документах Российской ассоциации специалистов по функциональной диагностике [28] и международных рекомендациях [2].

В 2022 г. эксперты ATS/ERS предложили считать БДТ положительным, если относительный прирост ОФВ_1 или ФЖЕЛ составляет $> 10\%$ от должного значения показателя [14]. Данное решение основано на двух больших исследованиях, в которых верхний лимит увеличения ОФВ_1 на применение бронходилататора составил 11,6 и 10,0% должных величин, а верхний лимит увеличения ФЖЕЛ –

10,2 и 9,2% [15, 29]. Использование критерия в должных величинах уменьшает влияние пола, роста и исходной величины на результат БДТ [14].

Бронходилататоры уменьшают симптомы и одышку при лечении пациентов с ХОБЛ независимо от положительного или отрицательного ответа при проведении БДТ. Поэтому результаты БДТ не следует использовать в качестве критерия для длительного назначения ингаляционных бронходилататоров. Тем не менее, при положительном БДТ изменения ОФВ_1 в отдаленном периоде более выраженные, чем при отрицательном [7, 25, 30].

Положительная реакция на бронходилататор возможна при исходно нормальной спирометрии. Поэтому все первичные спирометрические исследования, проводимые в диагностических целях, целесообразно выполнять до и после применения бронходилататора [1]. По мнению некоторых авторов, у пациентов с $\text{ОФВ}_1 > 90\%$ вероятность положительной реакции на бронходилататор очень низкая [31]. Тем не менее, решение проводить БДТ принимает клиницист, и если у пациента есть определенные жалобы, проведение БДТ оправдано даже при нормальной функции легких.

Спорные вопросы бронходилатационного теста

На сегодняшний день не существует единого стандарта выбора бронходилататора, дозы или способа его применения при проведении БДТ [5, 7, 32, 33]. Факторы, влияющие на результаты бронходилатационного теста, рассмотрены в таблице 4.

Таблица 4

Факторы, влияющие на результаты бронходилатационного теста

№	Фактор
1	Выбранные критерии положительного ответа
2	Время ожидания между введением препарата и повторной спирометрией
3	Используемый препарат (β_2 -агонист, антихолинергик, комбинация)
4	Доза препарата
5	Метод введения (ДАИ, спейсер, небулайзер)
6	Параметры для анализа (ОФВ_1 и/или ФЖЕЛ)
7	Предыдущее использование бронходилататоров

Критерии БДТ. Как видно из табл. 2, существуют различные критерии положительной реакции. В зависимости от выбранного критерия частота положительной реакции будет различной [25].

Время ожидания. Частота положительной реакции может зависеть от времени между повторными исследованиями. Так, среди 1000 пациентов частота положительной реакции на сальбутамол через 15 мин. ожидания

составила 64%, а через 60 мин – 79%; поэтому авторы рекомендовали повторную спирометрию проводить не ранее 30 мин после ингаляции [34]. Действие салбутамола начинается через 6 мин и достигает максимума в течение 20–60 мин. [35]; ипратропиум действует медленнее: бронходилатация начинается через 15 мин., достигает 80% максимума через 30 мин., максимальный эффект – в течение 60–120 мин. [36–38].

Используемый препарат. Во многих исследованиях показано, что использование комбинации β_2 -агониста и антихолинергического препарата превосходит действие монопрепарата, поэтому частота положительной реакции при использовании комбинированного препарата обычно больше [34, 39].

Доза препарата. Для БДТ обычно используют максимальную безопасную дозу: 200–400 мкг салбутамола или 40–80 мкг ипратропия бромиды при использовании ДАИ [33]. Минимальная доза салбутамола для положительного эффекта составляет 100 мкг; увеличение дозы более 400 мкг может приводить к еще большему увеличению ОФВ₁ [40].

Метод введения. Только 21,3% пациентов правильно используют ДАИ [41]. Поэтому при проведении БДТ следует использовать спейсер: увеличивается вдыхаемая фракция аэрозоля, не требуется четкой синхронизации, используются стандартные дозы, прозрачные стенки позволяют визуально контролировать поступление аэрозоля [5]. Вместо мундштука можно использовать маску для лица.

Параметры для анализа. По документам, регулирующим выполнение функции легких, результат БДТ определяют по изменению ОФВ₁ и/или ФЖЕЛ. Другие параметры спирометрии (максимальная объемная скорость при выдохе 25, 50 и 75% ФЖЕЛ – МОС₂₅, МОС₅₀, МОС₇₅, СОС_{25–75}) использовать для оценки БДТ нецелесообразно из-за их высокой вариабельности [5, 7, 14]. В рекомендациях по диагностике и лечению БА и ХОБЛ для оценки БДТ используют только ОФВ₁. Тест рассматривается как положительный при увеличении ОФВ₁ $\geq 12\%$ от исходного значения и одновременно абсолютном его приросте ≥ 200 мл [26, 27].

Предыдущее использование бронходилататоров. Существуют препараты длительного и сверхдлительного действия, время действия которых составляет 36 ч. и более. В случае их приема даже после прекращения в течение 24 ч. остается остаточное действие. Не всегда возможно прекратить прием препаратов на 48 ч., и тогда БДТ выполняют на фоне остаточного действия, что может влиять на результат теста.

Дифференциальный диагноз бронхиальной астмы и ХОБЛ. Положительный БДТ у больных с хроническими заболеваниями легких наблюдают в 18–30% случаев в зависимости от используемого критерия. Во многих исследованиях было показано, что БДТ не следует использовать для дифференцирования ХОБЛ и БА, но чем больше реакция, тем больше вероятность БА. Стандартная практика использования положительного БДТ как критерия включения в клинические исследования больных с БА не является обоснованной, и результаты таких исследований могут быть некорректными [42, 43]. Бронхоальвеолярный лаваж с подсчетом эозинофилов, анализ эозинофилов в мокроте и концентрация оксида азота в выдыхаемом воздухе являются значительно более информативными тестами для диагностики БА [44].

Частота обструктивных нарушений до и после бронходилататора. Обобщение данных, полученных в ходе ряда крупных исследований, свидетельствует о том, что частота выявления обструктивных нарушений значительно меньше при использовании постбронходилатационных значений (табл. 5). Разница в диагностике ХОБЛ по спирометрии до или после БД составляет 11–35% [45–49].

Так, в исследовании COPDGene (n = 10 000) было показано, что у 41,5% пациентов диагноз бронхиальной обструкции не изменился после приема бронходилататоров, у 46,8% не было выявлено нарушений до и после препарата. Однако в 8,7% случаев обструктивные нарушения, выявленные до бронходилататора, не были обнаружены после ингаляции; в то же время у 3% пациентов обструктивные нарушения были выявлены только после приема бронходилататора [47].

В 2025 г. комитет GOLD опубликовал основные положения использования пре- и постбронходилатационной спирометрии [50]:

- величина пре-БД ОФВ₁/ФЖЕЛ $>70\%$ в большинстве случаев исключает наличие ХОБЛ, и как правило, нет необходимости дальнейшего обследования;
- если пре-БД ОФВ₁/ФЖЕЛ $<70\%$ – необходимо выполнить БДТ для подтверждения или исключения ХОБЛ;
- низкая величина ФЖЕЛ может быть при наличии воздушных ловушек (*air trapping*); в этом случае БД могут увеличивать ФЖЕЛ (так называемая реакция объема – *volume responders*);
- при преимущественном увеличении ОФВ₁ после БД (так называемая реакция потока – *flow responders*) может быть увеличение ОФВ₁/ФЖЕЛ выше нормы; у пациентов с исчезновением бронхиальной обструкции на

Таблица 5
Частота обструктивных нарушений до и после бронходилататора

Исследование	Популяция (n)	До БД, %	После БД, %	Уменьшение, %
Mannino D, 2011 (Lung Health Study) [45]	5307	91,4	77,7	16,1
Tilert T, 2013 (NHANES) [46]	5477	20,9	14,0	33,0
Fortis S, 2017 (COPDGene) [47]	10 000	50,2	44,5	11,3
Pérez-Padilla R, 2007 (PLATINO) [48]	5183	21,7	14,0	35,5
Johannessen A, 2005 [49]	2225	9,6	7,0	27,1

ингаляцию бронходилататора имеется высокий риск развития ХОБЛ – эти больные нуждаются в динамическом наблюдении.

Концепция фиксированного значения (ОФВ₁/ФЖЕЛ < 70%) вместо нижней границы нормы ведет к гипердиагностике ХОБЛ у пожилых и к гиподиагностике у молодых пациентов. Для уменьшения гипердиагностики необходимо учитывать симптомы и различные факторы риска. Использование постбронходилатационных значений может уменьшить ошибки при диагностике ХОБЛ. Кроме того, пребронходилатационные значения ОФВ₁/ФЖЕЛ у больных ХОБЛ могут быть в пределах нормы при наличии воздушных ловушек. Изменение функциональных показателей на бронходилататор следует рассматривать как параметры, на которые можно воздействовать (*treatable trait*). Мониторинг функции легких, особенно при ХОБЛ, следует проводить с помощью постбронходилатационных величин, поскольку они могут быть более информативными при оценке тяжести и прогноза заболевания [50].

Заключение

Бронходилатационный тест – это оценка изменения показателей функции легких на применение бронходилататоров. Выбор препарата, дозы, способа применения зависит от клинической ситуации и информации, которую необходимо получить. В качестве бронходилататора используют короткодействующие β₂-агонисты или антихолинергические препараты. На сегодняшний день не существует единого стандарта выбора бронходилататора, дозы или способа его применения при проведении БДТ. Частота положительного БДТ зависит от выбранного критерия. БДТ не следует использовать для дифференцирования ХОБЛ и БА, а реакцию на бронходилататор следует рассматривать как параметр, на который можно воздействовать (*treatable trait*). Для диагностики ХОБЛ следует использовать постбронходилатационные значения спирометрии.

Список литературы / References

- Graham B.L., Steenbruggen I., Miller M.R., Barjaktarevic I.Z., Cooper B.G., Hall G.L. 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–e88. DOI: 10.1164/rccm.201908-1590ST.
- Global Initiative for Asthma. Global Strategy for Asthma Management and Prevention. Updated 2024. Available from: <https://ginasthma.org>.
- Heffler E., Crimi C., Campisi R., Siciliani S., Nicolosi G., Porto M. et al. Bronchodilator response as a marker of poor asthma control. *Respir Med*. 2016;112:45–50. DOI: 10.1016/j.rmed.2016.01.012.
- Kaminsky D.A., He J., Henderson R., Dixon A.E., Irvin C.G., Mastrorade J. et al. Bronchodilator response does not associate with asthma control or symptom burden among patients with poorly controlled asthma. *Respir Med*. 2023;218:107375. DOI: 10.1016/j.rmed.2023.107375.
- Каменева М.Ю., Черняк А.В., Айсанов З.Р., Авдеев С.Н., Бабак С.Л., Белевский А.С., и др. Спирометрия: методическое руководство по проведению исследования и интерпретации результатов. Пульмонология. 2023;33(3):307–340. DOI: 10.18093/0869-0189-2023-33-3-307-340. Kameneva M.Yu., Cherniak A.V., Aisanov Z.R., Avdeev S.N., Babak S.L., Belevskiy A.S., et al. Spirometry: national guidelines for the testing and interpretation of results. *Pulmonologiya*. 2023;33(3):307–340 (In Russ.) DOI: 10.18093/0869-0189-2023-33-3-307-340.
- Sylvester K.P., Clayton N., Cliff J., Hepple M., Kendrick A., Kirkby J. et al. ARTP statement on pulmonary function testing 2020. *BMJ Open Respir Res*. 2020;7:e000575. DOI: 10.1136/bmjresp-2020-000575.
- Pellegrino R., Viegi G., Brusasco V., Crapo R.O., Burgos F., Casaburi R. et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir J*. 2005;26(5):948–968. DOI: 10.1183/09031936.05.00035205.
- Committee report. Criteria for the assessment of reversibility in airways obstruction: report of the committee on emphysema, American College of Chest Physicians. *Chest*. 1974;65:552–553.
- American Thoracic Society. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. *Am Rev Respir Dis*. 1991;144:1202–1218.
- Siafakas N.M., Vermeire P., Pride N.B., Paoletti P., Gibson J., Howard P. et al.; The European Respiratory Society Task Force. Optimal assessment and management of chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Eur Respir J*. 1995;8(8):1398–1420. DOI: 10.1183/09031936.95.08081398.
- National Institute for Clinical Excellence. Chronic obstructive pulmonary disease: management of chronic obstructive pulmonary disease in adults in primary and secondary care. 2004. Available from: <http://www.nice.org.uk/guidance/cg101>.
- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. 2007. Available from: <http://www.goldcopd.com>.
- British Thoracic Society and Scottish Intercollegiate Guidelines Network. British guideline on the management of asthma: a national clinical guideline. 2014. Available from: <http://www.brit-thoracic.org.uk>.
- Stanojevic S., Kaminsky D.A., Miller M.R., Thompson B., Aliverti A., Barjaktarevic I. et al. ERS/ATS technical standard on interpretative strategies for routine lung function tests. *Eur Respir J*. 2022;60:2101499. DOI: 10.1183/13993003.01499-2021.
- Quanjer PH, Ruppel GL, Langhammer A, Krishna A, Mertens F, et al. Bronchodilator response in FVC is larger and more relevant than in FEV1 in severe airflow obstruction. *Chest*. 2017;151:1088–1098. DOI: 10.1016/j.chest.2016.12.017.
- Dales R.E., Spitzer W.O., Tousignant P., Schechter M., Suissa S. Clinical interpretation of airway response to a bronchodilator: epidemiologic considerations. *Am Rev Respir Dis*. 1988;138:317–320.
- Lorber D.B., Kalfenborn W., Burrows B. Responses to isoproterenol in a general population sample. *Am Rev Respir Dis*. 1978;118:855–861.
- Watanabe S., Renzetti A.D. Jr, Begin R., Bigler A.H. Airway responsiveness to a bronchodilator aerosol. *Am Rev Respir Dis*. 1974;109:530–537.
- Anthonisen N.R., Wright E.C. IPPB Trial Group. Bronchodilator response in chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis*. 1986;133:814–819.
- Tweeddale P.M., Alexander F., McHardy G.J.R. Short term variability in FEV1 and bronchodilator responsiveness in patients with obstructive ventilatory defects. *Thorax*. 1987;42:487–490.
- Sourk R.L., Nugent K.M. Bronchodilator testing: confidence intervals derived from placebo inhalations. *Am Rev Respir Dis*. 1983;128:153–157.
- Newton M.F., O'Donnell D.E., Forkert L. Response of lung volumes to inhaled salbutamol in a large population of patients with severe hyperinflation. *Chest*. 2002;121:1042–1050. DOI: 10.1378/chest.121.4.1042.
- Попова Л.А., Чухин М.И., Шергина Е.А., Карпина Н.Л. Чувствительность функциональных параметров при бронходилатационном тесте у больных с бронхиальной обструкцией. Вестник ЦНИИ туберкулеза. 2020;(52):80–82. Popova L.A., Chushkin M.I., Shergina E.A., Karpina N.L. Sensitivity of functional parameters in bronchodilation test in patients with bronchial obstruction. *Vestnik TsNII tuberkuleza*. 2020;(52):80–82 (In Russ.)
- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. 2023. Available from: <http://www.goldcopd.com>.
- Tashkin D.P., Celli B., Decramer M., Liu D., Burkhardt D., Cassino C. et al. Bronchodilator responsiveness in patients with COPD. *Eur Respir J*. 2008;31:742–750. DOI: 10.1183/09031936.00071407.
- Хроническая обструктивная болезнь легких: клинические рекомендации. Российское респираторное общество; Российское научное медицинское общество терапевтов; Ассоциация врачей и специалистов медицины труда; 2024. Available from: https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/603_3. Chronic obstructive pulmonary disease: clinical guidelines. Russian Respiratory Society; Russian Scientific Medical Society of Physicians; Association of Occupational Health Physicians and Specialists; 2024 (In Russ.) Available from: https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/603_3.
- Бронхиальная астма: федеральные клинические рекомендации. Российская ассоциация аллергологов и клиницистов иммунологов; Российское респираторное общество; Союз педиатров России; Ассоциация врачей и специалистов медицины труда; 2024. Available from: https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/359_3. Bronchial asthma: federal clinical guidelines. Russian Association of Allergologists and Clinical Immunologists; Russian Respiratory Society; Union of Pediatricians of Russia; Association of Occupational Health Physicians and Specialists; 2024 (In Russ.) Available from: https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/359_3.
- Дьякова С.Э., Каменева М.Ю., Кирюхина Л.Д., Ключиха Ю.Б., Орлова Е.А., Рабик Ю.Д., и др. Временные рекомендации Российской ассоциации специалистов функциональной диагностики по оформлению заключения по результатам спирометрии. Медицинский алфавит. 2024;(22):7–12. DOI: 10.33667/2078-5631-2024-22-7-12. Dyakova S.E., Kameneva M.Yu., Kiryukhina L.D., Klyukhina Yu.B., Orlova E.A., Rabik Yu.D., et al. Temporary recommendations of the Russian Association of Functional Diagnostics Specialists on the registration of a conclusion based on the results of spirometry. *Medical alphabet*. 2024;(22):7–12 (In Russ.). DOI: 10.33667/2078-5631-2024-22-7-12.
- Tan W.C., Vollmer W.M., Lamprecht B., Mannino D.M., Jithoo A., Nizankowska-Mogilnicka E. et al. Worldwide patterns of bronchodilator responsiveness: results from the Burden of Obstructive Lung Disease study. *Thorax*. 2012;67:718–726. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2011-201445.
- Bleeker E.R., Emmett A., Crater G., Knobl K., Kalberg C. Lung function and symptom improvement with fluticasone propionate/salmeterol and ipratropium

- bromide/albuterol in COPD: response by beta-agonist reversibility. *Pulm Pharmacol Ther.* 2008;21:682–688. DOI: 10.1016/j.pupt.2008.03.003.
31. Hegewald M.J. Bronchodilator response in patients with normal baseline spirometry. *Respir Care.* 2012;57(10):1564–1570. DOI: 10.4187/respcare.01732.
 32. Ward H., Cooper B.G., Miller M.R. Improved criterion for assessing lung function reversibility. *Chest.* 2015;148(4):877–886. DOI: 10.1378/chest.14-2413.
 33. Hanania N.A., Celli B.R., Donohue J.F., Martin U.J. Bronchodilator reversibility in COPD. *Chest.* 2011;140(4):1055–1063. DOI: 10.1378/chest.10-2974.
 34. Dorinsky P.M., Reiser C., Ferguson G.T., Menjoge S.S., Serby C.W., Witek T.J. Jr. The combination of ipratropium and albuterol optimizes pulmonary function reversibility testing in patients with COPD. *Chest.* 1999;115:966–971. DOI: 10.1378/chest.115.4.966.
 35. Sterling L.P. Beta adrenergic agonists. *AACN Clin Issues.* 1995;6(2):271–278.
 36. Baigelman W., Chodosh S., Pizzuto D., Cupples L.A. Sputum and serum levels of ipratropium bromide following inhalation of therapeutic doses. *J Allergy Clin Immunol.* 1977;59:236.
 37. Pakes G.E., Brogden R.N., Heel R.C., Speight T.M., Avery G.S. Ipratropium bromide: a review of its pharmacological properties and therapeutic efficacy in asthma and chronic bronchitis. *Drugs.* 1980;20(4):237–266. DOI: 10.2165/00003495-198020040-00001.
 38. Williams D.M., Rubin B.K. Clinical pharmacology of bronchodilator medications. *Respir Care.* 2018;63(6):641–654. DOI: 10.4187/respcare.06051.
 39. Calverley P.M., Albert P., Walker P.P. Bronchodilator reversibility in chronic obstructive pulmonary disease: use and limitations. *Lancet Respir Med.* 2013;1(7):564–573. DOI: 10.1016/S2213-2600(13)70086-9.
 40. Borrelli L.L., Houghton C.M., Woodcock A.A., Vestbo J., Singh D. Measuring bronchodilation in COPD clinical trials. *Br J Clin Pharmacol.* 2004;59(4):379–384. DOI: 10.1111/j.1365-2125.2004.02264.x.
 41. Трущенко Н.В., Столяревич А.А., Андриков Б.Г., Нуралиева Г.С., Царева Н.А., Лавинова Б.Б., и др. Ошибки при использовании различных видов ингаляционных устройств в реальной клинической практике. *Терапевтический архив.* 2023;95(3):210–216. DOI: 10.26442/00403660.2023.03.202151.
 - Trushenko N.V., Stoliarevich A.A., Andriakov B.G., Nurallieva G.S., Tsareva N.A., Lavginova B.B. et al. Assessment of inhalation technique in patients with bronchial asthma and chronic obstructive pulmonary disease. *Ter Arkh.* 2023;95(3):210–216 (In Russ.) DOI: 10.26442/00403660.2023.03.202151.
 42. Beasley R., Hughes R., Agustí A., Calverley P., Chipps B., del Olmo R. et al. Prevalence, diagnostic utility and associated characteristics of bronchodilator responsiveness. *Am J Respir Crit Care Med.* 2024;209(4):390–401. DOI: 10.1164/rccm.202308-1436OC.
 43. Tuomisto L.E., Ilmarinen P., Lehtimäki L., Tammela M., Kankaanranta H. Immediate bronchodilator response in FEV1 as a diagnostic criterion for adult asthma. *Eur Respir J.* 2019;53:1800904. DOI: 10.1183/13993003.00904-2018.
 44. Salzman S.H. Which pulmonary function tests best differentiate between COPD phenotypes? *Respir Care.* 2012;57(1):50–57. DOI: 10.4187/respcare.01504.
 45. Mannino D.M., Diaz-Guzman E., Buist S. Pre- and post-bronchodilator lung function as predictors of mortality in the Lung Health Study. *Respir Res.* 2011;12:136. DOI: 10.1186/1465-9921-12-136.
 46. Tillet T., Dillon C., Paulose-Ram R., Hnizdo E., Doney B. Estimating the U.S. prevalence of chronic obstructive pulmonary disease using pre- and post-bronchodilator spirometry: the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2007–2010. *Respir Res.* 2013;14:103. DOI: 10.1186/1465-9921-14-103.
 47. Fortis S., Eberlein M., Georgopoulos D., Comellas A.P. Predictive value of pre-bronchodilator and postbronchodilator spirometry for COPD features and outcomes. *BMJ Open Respir Res.* 2017;4:e000213. DOI: 10.1136/bmjresp-2017-000213.
 48. Pérez-Padilla R., Hallal P.C., Vázquez-García J.C., Muño A., Márquez M., López M.V. et al. Impact of bronchodilator use on the prevalence of COPD in population-based samples. *COPD.* 2007;4:113–120. DOI: 10.1080/15412550701341012.
 49. Johannessen A., Omenaas E.R., Bakke P.S., Gulsvik A. Implications of reversibility testing on prevalence and risk factors for chronic obstructive pulmonary disease: a community study. *Thorax.* 2005;60:842–847. DOI: 10.1136/thx.2005.043943.
 50. Singh D., Stockley R., Anzueto A., Agustí A., Bourbeau J., Celli B.R. et al. GOLD Science Committee recommendations for the use of pre- and post-bronchodilator spirometry for the diagnosis of COPD. *Eur Respir J.* 2025;65:2401603. DOI: 10.1183/13993003.01603-2024.

Статья поступила / Received 8.05.2026

Получена после рецензирования / Revised 15.05.2026

Принята в печать / Accepted 15.05.2026

Информация об авторах

Чушкин Михаил Иванович¹ – д. м. н., ведущий научный сотрудник Центра диагностики и реабилитации заболеваний органов дыхания

E-mail: mchushkin@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8263-8240>

Черняк Александр Владимирович^{2,3} – к. м. н., заведующий лабораторией патофизиологии дыхания, врач функциональной диагностики отделения респираторной медицины

E-mail: achi2000@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2001-5504>

Кирюхина Лариса Дмитриевна² – к. м. н., заведующий отделением функциональной и ультразвуковой диагностики, ведущий научный сотрудник лаборатории патофизиологии дыхания

E-mail: kiruhina_larisa@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6550-817X>

Карпина Наталья Леонидовна¹ – д. м. н., заместитель директора по научной работе

E-mail: natalya-karpina@rambler.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9337-3903>

¹ ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза» Министерства науки и высшего образования РФ, Москва, Россия

² ФГБУ «НИИ пульмонологии» ФМБА России, Москва, Россия

³ ГБУЗ города Москвы «Городская клиническая больница имени С.С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

Контактная информация:

Чушкин Михаил Иванович. E-mail: mchushkin@yandex.ru

Для цитирования: Чушкин М.И., Черняк А.В., Кирюхина Л.Д., Карпина Н.Л. Бронходилатационный тест: методика, клиническое применение и спорные вопросы. Обзор литературы. Медицинский алфавит. 2026;(13):20–26. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-13-20-26>

Author information

Mikhail I. Chushkin¹ – Doctor of Medicine, Leading Researcher, Center for Diagnosis and Rehabilitation of Respiratory Diseases

E-mail: mchushkin@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8263-8240>

Alexander V. Cherniak^{2,3} – Candidate of Medicine, Head of the Laboratory of Respiratory Pathophysiology, Doctor of functional diagnostics of the respiratory medicine department

E-mail: achi2000@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2001-5504>

Larisa D. Kiryukhina² – Candidate of Medicine, Head of the Department of Functional and Ultrasound Diagnostics, Leading Researcher, Laboratory of Pathophysiology of Respiration

E-mail: kiruhina_larisa@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6550-817X>

Natalya L. Karpina¹ – Dr. Med. Sci., Associate Professor, Deputy Director for Research

E-mail: natalya-karpina@rambler.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9337-3903>

¹ Federal State Budgetary Scientific Institution «Central Research Institute of Tuberculosis», Moscow, Russia

² Federal State Budgetary Institution «Pulmonology Scientific Research Institute under Federal Medical and Biological Agency of Russian Federation», Moscow, Russia

³ City Clinical Hospital named after S.S.Yudin of Moscow Department of Health, Moscow, Russia

Contact information

Mikhail I. Chushkin. E-mail: mchushkin@yandex.ru

For citation: Chushkin M.I., Cherniak A.V., Kiryukhina L.D., Karpina N.L. Bronchodilator responsiveness testing: methodology, clinical application and controversial questions. Medical alphabet. 2026;(13):20–26. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-13-20-26>

