

Бронходилатационный тест у больных с бронхиальной обструкцией: чувствительность параметров функции легких

М. И. Чушкин, Л. А. Попова, Е. А. Шергина, Н. Л. Карпина

ФГБНУ «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза», Москва

РЕЗЮМЕ

Интерпретация результатов бронходилатационного теста основана на реакции объема форсированного выдоха в 1 с (ОФВ₁). Однако реакция на бронходилататор других легочных объемов и сопротивления дыхательных путей изучена недостаточно. В работе сравнивали реакцию показателей спирометрии и бодиплетизмографии на бронходилататор для выявления наиболее чувствительного параметра. 90 пациентам с хронической бронхообструкцией (61 мужчина и 29 женщин; 55±11 лет; постдилатационный ОФВ₁ 63,1±18,3% должных величин) выполнили спирометрию и бодиплетизмографию до и после бронходилататора. Чувствительность параметров определяли с помощью величины эффекта (effect size), которую рассчитывали по формуле: [(среднее значение показателя после ингаляции бронходилататора — среднее значение показателя до ингаляции бронходилататора)/стандартное отклонение показателя до ингаляции бронходилататора]. Мы наблюдали увеличение ОФВ₁ и ФЖЕЛ на 12,3 и 8,2% от исходной величины ($p < 0,001$) после приема бронходилататора (величина эффекта составила 0,34 и 0,26 соответственно). Величина эффекта составила -0,07 для ОЕЛ и -0,31 для ООЛ; а для показателей sR_{tot} и sG_{eff} — соответственно -0,50 и 0,95. Для оценки реакции на бронходилататор у больных с бронхиальной обструкцией параметры бронхиального сопротивления и проводимости, полученные при бодиплетизмографии, являются более чувствительными, чем параметры спирометрии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: бронхолитический тест, спирометрия, бронхообструкция, функция легких.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы статьи сообщают о возможном конфликте интересов.

The bronchodilator test in patients with airway obstruction: the responsiveness of lung function parameters

M. I. Chushkin, L. A. Popova, E. A. Shergina, N. L. Karpina

Central research Institute of Tuberculosis, Moscow, Russia

SUMMARY

Interpretation of bronchodilator (BD) test based on reaction of forced expiratory in one second (FEV₁). For assessing bronchodilator responsiveness of lung volumes, airway resistance remains largely unexplored. Therefore, we assessed the response of pulmonary function parameters to BD to reveal the most responsive parameter. 90 patients with chronic airway obstruction (61 male and 29 female; aged 55±11; post-BD FEV₁ was 63.1±18.3% predicted) performed spirometry and static lung volume measurements before and after inhalation of BD. We calculated effect size (ES) for each parameter from the difference between two means divided by the standard deviation of baseline score. There was a significant increase both FVC and FEV₁ by 8.2 and 12.3% from baseline ($p < 0.001$). ES were 0.34 for FEV₁, and 0.26 for FVC. The ES for lung volumes were from -0.07 (total lung capacity) to -0.31 (residual volume). The ES for sR_{tot} (specific airway resistance) was -0.5 and ES for sG_{eff} (specific effective airway conductance) was 0.95. The parameters of airway resistance and conductance were more responsive for the assessment of pulmonary function changes than spirometry and lung volumes parameters in patients with chronic airway obstruction.

KEY WORDS: bronchodilator test, spirometry, bronchial obstruction, lung function.

CONFLICT OF INTEREST. The authors of the article report a possible conflict of interest.

Статья подготовлена в ходе выполнения темы НИР 0515-2019-0019.

Обратимость бронхиальной обструкции и эффективность ингаляционных бронходилататоров у пациентов с хроническими обструктивными заболеваниями легких может быть оценена с помощью бронходилатационного теста. На сегодняшний день не существует единых критериев оценки обратимости бронхиальной обструкции. Для вычисления бронходилатационного ответа используют различные спирометрические показатели. В большинстве случаев обратимость бронхиальной обструкции определяют по изменению ОФВ₁ и ФЖЕЛ [1].

С другой стороны, оценка реакции на бронходилататор статических легочных объемов может быть полезна, особенно у больных с выраженной гиперинфляцией легких. Однако она не изучена на большом числе наблюдений. Исследования на небольшом числе пациентов показали, что применение бронходилататора приводит к уменьше-

нию функциональной остаточной емкости (ФОЕ), остаточного объема (ООЛ), в то время как общая емкость легких (ОЕЛ) не изменяется [2, 3, 4]. Реакция параметров бронхиального сопротивления и бронхиальной проводимости изучена недостаточно.

Целью работы было изучение реакции показателей функции легких на ингаляционный бронходилататор и сравнение чувствительности различных параметров у больных с бронхиальной обструкцией. Материалы работы доложены на конгрессе Европейского респираторного общества в Париже [5].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследовано 90 пациентов (61 мужчина и 29 женщин) в возрасте от 24 до 76 лет (55±11) с различными хроническими заболеваниями легких (хроническая обструктивная

болезнь легких, бронхиальная астма, саркоидоз органов дыхания).

Спирометрия и бодиплетизмография были выполнены согласно рекомендациям ATS/ERS 2005 [6, 7]. Определяли жизненную емкость легких (ЖЕЛ), форсированную жизненную емкость легких (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за 1 секунду ($ОФВ_1$), пиковую скорость форсированного выдоха (ПСВ), максимальные объемные скорости форсированного выдоха на уровне 75, 50 и 25% ФЖЕЛ ($МОС_{75}$, $МОС_{50}$, $МОС_{25}$), среднюю скорость форсированного выдоха на уровне 25–75% ФЖЕЛ ($СОС_{25-75}$), общую емкость легких (ОЕЛ), остаточный объем легких (ООЛ), функциональную остаточную емкость легких (ФОЕ), емкость вдоха (Евд), общее бронхиальное сопротивление (R_{tot}), эффективное бронхиальное сопротивление (R_{eff}), специфическое общее бронхиальное сопротивление (sR_{tot}), специфическое эффективное бронхиальное сопротивление (sR_{eff}), общую бронхиальную проводимость (G_{tot}), эффективную бронхиальную проводимость (G_{eff}), специфическую общую бронхиальную проводимость (sG_{tot}), специфическую эффективную бронхиальную проводимость (sG_{eff}).

У всех пациентов была бронхиальная обструкция ($ОФВ_1$ /ФЖЕЛ менее 70% до ингаляции бронходилататора). Всем больным спирометрия и бодиплетизмография были выполнены дважды: до и через 30 минут после ингаляции бронходилататора (400 мг салбутамола через спейсер). Перед исследованием пациенты не использовали бронходилататоры короткого действия в течение 8 часов, а бронходилататоры длительного действия — в течение 24 часов. Бронходилатационный тест считали положительным, если после ингаляции бронходилататора увеличение $ОФВ_1$ и/или ФЖЕЛ составляло более 12% и 200 мл от исходной величины [1, 8].

Для оценки изменений статических легочных объемов мы использовали величины, рекомендованные ATS/ERS 2005 [7]. Реакцию на бронходилататор считали положительной при изменении ОЕЛ, Евд и ФОЕ на 10% и более, а изменение ООЛ на 20% и более от исходной величины.

Динамику показателей функции дыхания после бронходилататора оценивали по абсолютной величине разницы, изменению в процентах к исходному значению (коэффициент бронходилатации [КБД]).

Коэффициент бронходилатации (КБД) рассчитывали по формуле, рекомендованной Российским респираторным обществом:

изменение в КБД = $\left[\frac{\text{показатель после бронходилататора} - \text{показатель до бронходилататора}}{\text{показатель до бронходилататора}} \right] \times 100\%$ [1].

Чувствительность показателей спирометрии и бодиплетизмографии определяли по величине эффекта (effect size), которую оценивали по формуле:

$\left[\frac{\text{[(среднее значение после ингаляции бронходилататора) - среднее значение до ингаляции бронходилататора]} / \text{стандартное отклонение до ингаляции бронходилататора}}{\text{стандартное отклонение до ингаляции бронходилататора}} \right]$ [10].

В работе использовали должные величины Европейского общества угля и стали [9]. Исследования выпол-

няли на аппарате «Master Screen PneumoBody» фирмы «Viasys Healthcare» (США).

Для анализа и оценки данных использовали методы описательной статистики. Достоверность различий пар измерений определяли с помощью парного t-теста. Корреляцию пар измерений определяли с помощью коэффициента Пирсона. Различия считали достоверными при $p < 0,05$. Статистическая обработка выполнена с помощью программы Medcalc v18.2.1.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

После ингаляции бронходилататора увеличение $ОФВ_1$ во всей группе исследованных больных составило в среднем 210 мл, или 12,3% от исходной величины ($p < 0,001$). Увеличение $ОФВ_1$ в абсолютных величинах не зависело от его исходной величины (коэффициент корреляции 0,146; $p > 0,05$), в то же время изменение $ОФВ_1$ в процентах от исходной величины достоверно зависело от абсолютного значения пребронходилатационного $ОФВ_1$ (коэффициент корреляции 0,28; $p < 0,05$).

После ингаляции салбутамола у 39/90 (43,3%) пациентов реакцию $ОФВ_1$ оценили как положительную, а у 51/90 (56,7%) пациентов проба по $ОФВ_1$ оказалась отрицательной.

При оценке бронходилатационного теста по динамике ФЖЕЛ в 27/90 (30%) случаях реакцию расценивали как положительную (в том числе в 18 случаях с положительной реакцией по $ОФВ_1$, а у 9 пациентов — с отрицательной реакцией по $ОФВ_1$). Абсолютный прирост ФЖЕЛ во всей группе исследованных составил 270 мл, или 8,2% от исходной величины.

Анализ динамики других показателей спирометрии не представлен, поскольку сегодня нет установленных норм для оценки их изменений. Данные показателей спирометрии до и после бронходилататора представлены в таблице 1.

Таким образом, в данном исследовании бронходилатационная проба с салбутамолом, основанная на учете прироста $ОФВ_1$ и/или ФЖЕЛ, была положительной у 48/90 (53,3%) пациентов с бронхиальной обструкцией.

После ингаляции салбутамола было выявлено снижение ОЕЛ на 100 мл, или 1,5%, которое было статистически достоверным ($p = 0,007$). Только в 3/90 (3,3%) случаях изменение ОЕЛ было больше 10% от исходной величины.

Салбутамолом вызвал достоверное снижение ФОЕ на 300 мл, или 6,8% ($p < 0,001$). В 21/90 (23,3%) случаях изменение объема было более 10% от исходной величины, причем в 5 случаях при отрицательной реакции $ОФВ_1$.

Изменение ООЛ составило в среднем 310 мл, или 9,7%. Достоверное снижение ООЛ на бронходилататор (более 20% от исходной величины) наблюдали в 13/90 (14,4%) случаях, причем в 3 случаях при отрицательной реакции $ОФВ_1$.

Увеличение Евд после бронходилататора составило 190 мл, или 8,9%. Изменение Евд более 10% от исходного уровня наблюдали в 36/90 (40%) случаях, в том числе в 11 случаях при отрицательной реакции $ОФВ_1$.

Данные показателей бодиплетизмографии до и после ингаляции бронходилататора представлены в таблице 2.

Как видно из таблиц 1 и 2, у больных с обструктивными нарушениями после ингаляции сальбутамола отмечали достоверное изменение показателей параметров функции легких.

Частота положительной реакции, несомненно, зависит от выбранного критерия. Если принять за достоверное изменение ООЛ более 10% от исходного уровня [11], то частота положительной реакции увеличится с 14,4 до 41,1%.

Мы выявили слабую корреляцию между изменениями ОФВ₁ и изменениями других показателей функции дыхания (табл. 3), что предполагает независимое изменение объемов и ОФВ₁. Если кроме больных с положительной реакцией ОФВ₁ и ФЖЕЛ, учитывать больных с достоверным изменением статических объемов, то в целом положительная реакция на бронходилататор может достигать 75% [3]. В данном исследовании, с учетом статических объемов, частота положительной реакции на бронходилататор увеличилась с 53,3 (у 48 из 90 пациентов) до 64,4% (у 58 из 90 пациентов).

В абсолютном выражении изменения ФОЕ и ООЛ были значительно больше, чем изменения ОФВ₁ (рис. 1), поэтому любой из этих параметров, как и ОФВ₁, может служить маркером обратимости бронхиальной обструкции. Возможно, у пациентов с гиперинфляцией легких оценка динамики Евд, ФОЕ, ООЛ до и после бронходилататора может выявить изменения, которые не оценива-

Таблица 2
Показатели параметров бодиплетизмографии до и после ингаляции бронходилататора (n=90)

Параметр	До БД (М±δ)	После БД (М±δ)	Разница (М±δ)	КБД, %	Величина эффекта
ОЕЛ, л	6,83±1,50	6,73±1,45	-0,10±0,32**	-1,5	-0,07
ОЕЛ, % дВ	108,15±20,09	106,52±19,18	—	—	—
ФОЕ, л	4,44±1,21	4,14±1,13	-0,30±0,36**	-6,8	-0,25
ФОЕ, % дВ	134,93±31,65	125,27±29,59	—	—	—
ООЛ, л	3,21±1,01	2,90±0,86	-0,31±0,42**	-9,7	-0,31
ООЛ, % дВ	147,57±42,67	133,24±36,44	—	—	—
Евд, л	2,40±0,73	2,59±0,77	0,19±0,24**	7,9	0,26
Евд, % дВ	83,96±23,17	90,95±24,83	—	—	—

* — p<0,05; ** — p<0,01.

Примечание. КБД — коэффициент бронходилатации, БД — бронходилататор, ОЕЛ — общая емкость легких, ООЛ — остаточный объем легких, ФОЕ — функциональная остаточная емкость легких, Евд — емкость вдоха.

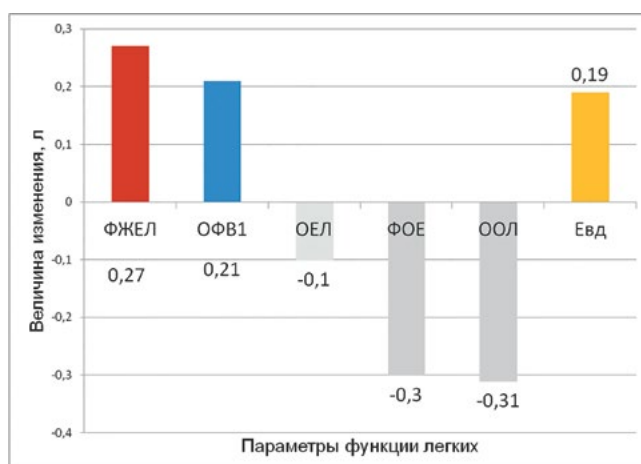


Рисунок 1. Изменения показателей спирометрии и бодиплетизмографии на бронходилататор (среднее значение в л)

Таблица 1
Показатели параметров спирометрии до и после ингаляции бронходилататора (n=90)

Параметр	До БД (М±δ)	После БД (М±δ)	Разница (М±δ)	КБД, %	Величина эффекта
ФЖЕЛ, л	3,31±1,05	3,58±1,09	0,27±0,29**	8,2	0,26
ФЖЕЛ, % дВ	86,81±19,78	93,42±23,19	—	—	—
ОФВ ₁ , л	1,71±0,62	1,92±0,66	0,21±0,15**	12,3	0,34
ОФВ ₁ , % дВ	56,06±17,41	63,11±18,31	—	—	—
ПСВ, л/с	4,23±1,60	4,75±1,68	0,52±0,79**	12,3	0,33
ПСВ, % дВ	55,03±17,29	61,88±18,45	—	—	—
МОС ₂₅ , л/с	2,06±1,13	2,53±1,30	0,47±0,46**	22,8	0,42
МОС ₂₅ , % дВ	30,51±15,58	37,52±18,15	—	—	—
МОС ₅₀ , л/с	0,88±0,59	1,09±0,69	0,21±0,27**	23,9	0,36
МОС ₅₀ , % дВ	20,71±13,31	25,59±15,23	—	—	—
МОС ₇₅ , л/с	0,32±0,20	0,41±0,27	0,09±0,13**	28,1	0,45
МОС ₇₅ , % дВ	18,77±12,21	23,31±14,88	—	—	—
СОС ₂₅₋₇₅ , л/с	0,69±0,43	0,88±0,53	0,19±0,22**	27,5	0,44
СОС ₂₅₋₇₅ , % дВ	20,30±12,48	25,76±14,72	—	—	—

* — p<0,05; ** — p<0,01.

Примечание. КБД — коэффициент бронходилатации, БД — бронходилататор, дВ — должные величины, ЖЕЛ — жизненная емкость легких, ФЖЕЛ — форсированная жизненная емкость легких, ОФВ₁ — объем форсированного выдоха за 1 с, ПСВ — пиковая скорость выдоха, МОС₂₅, МОС₅₀, МОС₇₅ — максимальные объемные скорости на уровне 25, 50 и 75% объема ФЖЕЛ соответственно, СОС₂₅₋₇₅ — средняя объемная скорость между 25 и 75% ФЖЕЛ.

ют при стандартном использовании ОФВ₁ как маркера положительной реакции.

Взаимосвязь между изменением ОФВ₁ и изменением статических объемных показателей легочной вентиляции после приема бронходилататора представлена в таблице 3.

Как видно из таблицы 3, связь изменений ОФВ₁ и изменений статических объемов слабая. Это может означать, что изменения разных функциональных показателей могут быть независимы друг от друга.

Показатели бронхиального сопротивления и проводимости, которые регистрируют при выполнении бодиплетизмографии, могут оказаться более чувствительными к действию бронходилататора, чем ОФВ₁. Однако, во-первых, эти параметры имеют большую вариабельность; во-вторых, для них отсутствуют установленные должные величины [12].

Для показателя бронхиального сопротивления была предложена граница нормы менее 0,38 kPa/L/s (для Rtot), а для показателя бронхиальной проводимости (sGtot) — более 0,63 (1/kPa*sec) [13].

Поскольку параметры сопротивления и проводимости имеют большую вариабельность, некоторые авторы предлагают бронходилатационный тест считать положительным, если после ингаляции бронходилататора происходит их увеличение более 25–40% от исходной величины [12].

Изменения показателей сопротивления и проводимости после бронходилататора представлены в таблице 4. Частота положительной реакции различных параметров функции легких представлена в таблице 5.

После ингаляции бронходилататора было выявлено изменение показателей бронхиального сопротивления и проводимости на 35,3–63,1 % от исходного уровня (табл. 4), во всех случаях статистически достоверное (во всех случаях $p < 0,001$). Например, после ингаляции сальбутамола выявлено снижение R_{tot} на 35,3 % (табл. 4). В 26 (28,8 %) случаях изменение параметра превышало 40 % от исходной величины (табл. 5).

Сальбутамол вызвал достоверное увеличение sG_{eff} на 63,1 % ($p < 0,001$) (табл. 4). В 60 (66,7 %) случаях изменение параметра составило более 40 % от исходной величины (табл. 5).

Как видно из таблицы 5, наибольшая частота положительных реакций (57,8–66,7 %), даже при критерии достоверного изменения в 40 % от исходного уровня, наблюдали у показателей бронхиальной проводимости.

Таким образом, в нашем исследовании положительная реакция на бронходилататор с учетом статических объемов увеличилась с 53,3 до 64,4 %, а с учетом параметров бронхиального сопротивления и проводимости положительную реакцию на бронходилататор наблюдали у 77 из 90 (85,6 %) пациентов.

Однако возникает вопрос: как сравнить чувствительность параметра, т.е. их способность реагировать на воздействие. Сравнение в абсолютных значениях не всегда возможно, поскольку у разных параметров разные единицы измерения. Если учитывать изменения в процентах от исходной величины, то при изначально низком значении показателя прирост окажется более значительным.

Для оценки величины изменения какого-либо параметра Cohen J. J. [14] предложил использовать величину эффекта, которую рассчитывают как разницу средних величин, деленную на стандартное отклонение первоначального осмотра. Величина эффекта не зависит от исходной величины и показывает, какую часть первоначальной вариабельности составляют изменения. Обычно изменения критерия до 0,20 считают небольшими; от 0,20 до 0,50 — умеренными; более 0,50 — большими [10].

Как видно из таблиц 1, 2, 4 и рисунка 2, у параметров бронхиального сопротивления величина эффекта составляет более 0,5, в то же время у параметров бронхиальной проводимости — более 0,6. У показателей спирометрии и бодиплетизмографии величина эффекта не превышала 0,34. Это показывает, что параметры бронхиального сопротивления и проводимости дыхательных путей значительно более чувствительны к действию бронходилататора, чем традиционно используемые ОФВ₁ и ФЖЕЛ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интерпретация бронходилатационного теста основана на реакции ОФВ₁ и ФЖЕЛ. Однако реакция на бронходилататор других легочных объемов и бронхиального сопротивления дыхательных путей изучена недостаточно. Настоящее исследование показало, что наибольшая

Таблица 4
Показатели параметров бронхиального сопротивления и проводимости до и после ингаляции бронходилататора (n=90)

Параметр	До БД (M±δ)	После БД (M±δ)	Разница (M±δ)	КБД, %	Величина эффекта
R_{tot} , kPa*s/L	0,51±0,28	0,33±0,19	-0,18±0,2**	-35,3	-0,64
R_{eff} , kPa*s/L	0,45±0,26	0,29±0,17	-0,16±0,19**	-35,6	-0,62
sR_{tot} , kPa*s	2,43±1,92	1,47±1,34	-0,96±1,33**	-39,5	-0,50
sR_{eff} , kPa*s	2,19±1,68	1,35±1,22	-0,85±1,03**	-38,4	-0,50
G_{tot} , L/kPa*s	2,76±1,85	4,04±2,45	1,29±1,34**	46,4	0,69
G_{eff} , L/kPa*s	3,05±2,30	4,57±2,58	1,52±2,08**	49,8	0,66
sG_{tot} , l/kPa*s	0,60±0,41	0,93±0,61	0,33±0,31**	55,0	0,8
sG_{eff} , l/kPa*s	0,65±0,43	1,06±0,65	0,41±0,47**	63,1	0,95

Примечание. КБД — коэффициент бронходилатации, БД — бронходилататор, R_{tot} — общее бронхиальное сопротивление, R_{eff} — эффективное бронхиальное сопротивление, sR_{tot} — специфическое общее бронхиальное сопротивление, sR_{eff} — специфическое эффективное бронхиальное сопротивление, G_{tot} — общая бронхиальная проводимость, G_{eff} — эффективная бронхиальная проводимость, sG_{tot} — специфическая общая бронхиальная проводимость, sG_{eff} — специфическая эффективная бронхиальная проводимость.

Таблица 5
Частота положительных реакций при использовании различных параметров функции дыхания после бронходилататора (n=90)

Параметр	Критерий положительной реакции, % от исходной величины	Число пациентов с положительной реакцией	Число пациентов с положительной реакцией по ОФВ ₁ (n=39)	Число пациентов с отрицательной реакцией по ОФВ ₁ (n=51)
ФЖЕЛ	Более 12% и 200 мл	27 (30%)	18	9
ОФВ ₁	Более 12% и 200 мл	39 (43,3%)	39	51
ОЕЛ	Более 10%	3 (3,3%)	2	1
ФОЕ	Более 10%	21 (23,3%)	16	5
ООЛ	Более 20%	13 (14,4%)	10	3
Евд	Более 10%	36 (40%)	25	11
R_{tot}	Более 40%	26 (28,8%)	19	7
R_{eff}	Более 40%	28 (31,1%)	20	8
sR_{tot}	Более 40%	32 (35,5%)	23	9
sR_{eff}	Более 40%	36 (40%)	25	11
G_{tot}	Более 40%	52 (57,8%)	28	24
G_{eff}	Более 40%	55 (61,1%)	29	26
sG_{tot}	Более 40%	58 (64%)	30	28
sG_{eff}	Более 40%	60 (66,7%)	32	28

Таблица 3
Взаимосвязь между изменениями ОФВ₁ (dОФВ₁) и статических легочных объемов и емкостей (n=90)

Параметр	Коэффициент корреляции (между изменением ОФВ ₁ и изменениями других показателей)	p
dФЖЕЛ	0,43	<0,001
dОЕЛ	0,1	0,38
dФОЕ	0,266	<0,05
dООЛ	0,195	0,08
dЕвд	0,373	<0,001

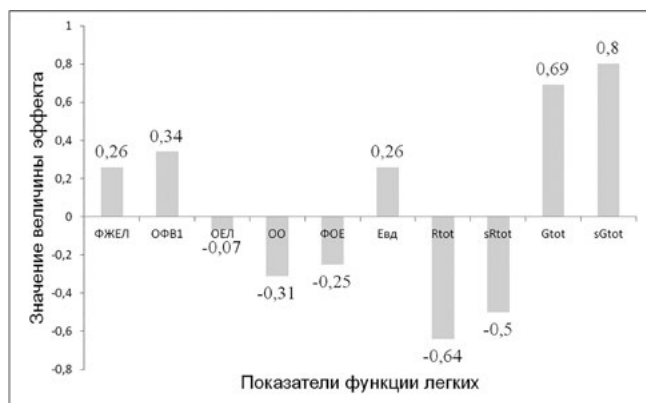


Рисунок 2. Величина эффекта различных показателей функции дыхания при бронходилатационном тесте

чувствительность выявлена у параметров бронхиального сопротивления и проводимости дыхательных путей. Величина эффекта составила более 0,50 для параметров бронхиального сопротивления и более 0,6 для параметров бронхиальной проводимости. Положительную реакцию на бронходилататор у параметров бронхиальной проводимости наблюдали значительно чаще, чем реакцию показателя ОФВ₁. Исследование показало, что использование показателей бронхиального сопротивления и проводимости при проведении бронходилатационного теста повышает частоту положительной реакции по сравнению с использованием параметров спирометрии.

Следовательно, у пациентов с бронхиальной обструкцией проведение бронходилатационной пробы с использованием бодиплетизмографии и определением параметров бронхиального сопротивления и проводимости дыхательных путей может быть полезно для оценки реакции на бронходилататор.

Список литературы / Reference

1. 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):11–24.
2. Черняк А. В., Авдеев С. Н., Пашкова Т. А., Айсанов З. Р. Бронходилатационный тест у больных с хронической обструктивной болезнью легких. Пульмонология. 2003;1:51–56.
3. 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(4):1042–50.
4. Ward H., Cooper B. G., Miller M. R. Improved criterion for assessing lung function reversibility. Chest. — 2015 — Vol. 148(4):877–886. doi: 10.1378/chest.14-2413
5. Chushkin M., Karpina N., Popova L., Shergina E., Kiryukhina L., Ots O., Nenasheva O. The bronchodilator test in patients with chronic airway obstruction: the responsiveness of lung function parameters. European Respiratory Journal, 2018; Volume 52, Suppl. 62, PA1391.
6. Miller M. R., Hankinson J., Brusasco V., Burgos F., Casaburi R., Coates A., Crapo R., Enright P., van der Grinten C. P., Gustafsson P., Jensen R., Johnson D. C., MacIntyre N., McKay R., Navajas D., Pedersen O. F., Pellegrino R., Viegi G., Wanger J.; ATS/ERS Task Force. Standardisation of spirometry. // Eur Respir J. — 2005. — Vol. 26. — N 2. — P. 319–338.
7. Wanger J., Clausen J. L., Coates A. et al. Standardisation of the measurement of lung volumes. Eur Respir J. 2005;26(3):511–522.
8. Pellegrino R., Viegi G., Brusasco V., Crapo R. O., Burgos F., Casaburi R., Coates A., van der Grinten C. P. M., Gustafsson P., Hankinson J., Jensen R., Johnson D. C., MacIntyre N., McKay R., Miller M. R., Navajas D., Pedersen O. F. and Wanger J. Interpretative strategies for lung function tests. Eur Respir J. 2005;26:948–968.
9. Quanjer P. H., Tammeling G. J., Cotes J. E., Pedersen O. F., Peslin R., Yernault J. C. Lung volumes and forced ventilatory flows. Eur Respir J. — 1993–6 (Suppl 16):5–40. doi: 10.1183/09041950.005s1693
10. Husted J. A., Cook R. J., Farewell V. T., Gladman D. D. Methods for assessing responsiveness: a critical review and recommendations. Journal of Clinical Epidemiology. 2000;53(5):459–168.
11. McCartney C. E., Weis M. T., Ruppel G. L. and Nayak R. P. Residual Volume and Total Lung Capacity to Assess Reversibility in Obstructive Lung Disease. Respir Care. — 2016;61(11):1505–1512.
12. Kaminsky D. A. What does airway resistance tell us about lung function? Respir Care. — 2012;57(1):85–96. doi: 10.4187/respcare.01411
13. Topalovic M., Derom E., Osadnik C. R., Troosters T., Decramer M., Janssens W.; Belgian Pulmonary Function Study Investigators. Airways resistance and specific conductance for the diagnosis of obstructive airways diseases. Respir Res. — 2015. — 22;16:88. doi: 10.1186/s12931-015-0252-0.
14. Cohen J. J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (p. 8). Erlbaum: Hillsdale, NJ.

Статья поступила / Received 16.02.21
Получена после рецензирования / Revised 17.02.21
Принята к публикации / Accepted 18.02.21

Сведения об авторах

М. И. Чушкин, д.м.н., в.н.с. Центра диагностики и реабилитации заболеваний органов дыхания

Л. А. Попова, к.м.н., с.н.с. Центра диагностики и реабилитации заболеваний органов дыхания, врач отделения функциональной диагностики

Е. А. Шергина, к.м.н., зав. отделением функциональной диагностики Центра диагностики и реабилитации заболеваний органов дыхания

Н. Л. Карпина, д.м.н., руководитель Центра диагностики и реабилитации заболеваний органов дыхания

ФГБНУ «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза», Москва

Автор для переписки:

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

About authors

M. I. Chushkin,

L. A. Popova,

E. A. Shergina,

N. L. Karpina

Central research Institute of Tuberculosis, Moscow, Russia

Corresponding author:

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

Для цитирования: Чушкин М. И., Попова Л. А., Шергина Е. А., Карпина Н. Л. Бронходилатационный тест у больных с бронхиальной обструкцией: чувствительность параметров функции легких. Медицинский алфавит. 2021;(5):57–61. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-5-57-61>

For citation: Chushkin M. I., Popova L. A., Shergina E. A., Karpina N. L. The bronchodilator test in patients with airway obstruction: the responsiveness of lung function parameters. Medical alphabet. 2021;(5):57–61. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-5-57-61>