DOI: 10.33667/2078-5631-2023-32-14-18

Исследование респираторной функции легких у больных бронхиальной астмой

А. И. Михайловичева[1,2], В. В. Смирнов[1,2], П. В. Стручков[2,3], Н. С. Носенко[1,2], А. Г. Сотникова[1], Е. О. Дъячкова[1], Т. И. Дивакова[1], Ю. А. Баженова-Бессонова[3], И. А. Маничев[4]

[1] ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» ФМБА России, Москва, Россия
[2] Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический Центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» ФМБА России, Москва
[3] ФГБУЗ «Клиническая больница № 85» ФМБА России, Москва
[4] ООО «Белинтелмед», г. Минск, Республика Беларусь

РЕЗЮМЕ:

В статье рассматривается использование методов оценки состояния респираторной функции легких у больных бронхиальной астмой (БА). ***Цель исследования:*** *сравнительная оценка информативности методов капнометрии, спирометрии, метода вымывания азота при множественном дыхании и диффузионного теста у больных БА.*
Результаты и выводы: *Обследованы 2 группы пациентов: I — 30 пациентов с БА 3–4 степени тяжести, II — 30 здоровых добровольцев. При капнометрии было отмечено статистически значимое увеличение наклона альвеолярной фазы у пациентов с БА по отношению к контрольной группе при спокойном дыхании, как до, так и после применения бронхолитика. По данным спирометрии у пациентов с БА соотношение $ОФВ_1$/ФЖЕЛ было статистически значимо ниже по сравнению с контрольной группой как до, так и после применения бронхолитика. При сравнительном анализе диффузионной способности легких отмечалась тенденция к более низким значениям DLCO у пациентов с БА. Была получена статистически значимая разница в отношении индекса легочного клиренса между группой пациентов с БА и группой контроля, в которой показатель был достоверно ниже. Статистически значимых отличий между оценками ФОЕ (%), полученных с использованием диффузионного теста и метода вымывания азота среди пациентов с БА не отмечено.* ***Выводы:*** *информативными методами у пациентов с БА явились не только метод спирометрии, но также капнометрия и метод вымывания азота при множественном дыхании, которые выявили неравномерность вентиляции и распределения вентиляционно-перфузионных соотношений в легких.*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *капнометрия, спирометрия, функциональная диагностика, вымывание азота, диффузионная способность легких, бронхиальная астма.*

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. *Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

The study of respiratory function of the lungs in patients with Bronchial Asthma

A. I. Mikhailovicheva[1,2], V. V. Smirnov[1,2], P. V. Struchkov[2,3], N. S. Nosenko[1,2], A. G. Sotnikova[1], E. O. Dyachkova[1], T. I. Divakova[1], Yu. A. Bazhenova-Bessonova[3], I. A. Manichev[4]

[1] "Federal Scientific Clinical Center of the specialized types of medical care and medical technology" FMBA of Russia, Moscow, Russia
[2] Academy of Postgraduate Education under Federal State Budgetary Unit "Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Medical Assistance and Medical Technologies of Federal Medical Biological Agency", Moscow, Russia
[3] Clinical Hospital No.85 of FMBA of Russia, Moscow, Russia
[4] "Belintelmed" Rebublic of Belarus

SUMMARY:

The article discusses the possibilities of functional assessment of the state of the respiratory function of the lungs in patients with bronchial asthma. ***The purpose of the study:*** *a comparative assessment of the information content of capnometry, spirometry, the method of multiple breath nitrogen washout and the diffusion test in patients with asthma.*
Results and conclusions: *2 groups of patients were examined: I — 30 patients with asthma of 3–4 degrees of severity, II — 30 healthy volunteers. Capnometry showed a statistically significant increase in the slope of the alveolar phase in patients with asthma compared to the control group with quiet breathing, both before and after the use of a bronchodilator. According to spirometry data, in patients, the FEV_1/FVC ratio was statistically significantly lower compared to the control group, both before and after bronchodilator use. In a comparative analysis of the diffusion capacity of the lungs, there was a trend towards lower DLCO values in patients with asthma. A statistically significant difference was obtained in relation to the lung clearance index between the group of patients with asthma and the control group, in which the index was significantly lower. There were no statistically significant differences between the FRC (%) estimates obtained using the diffusion test and the method of the multiple breath nitrogen washout in patients with asthma. Thus, the informative methods in patients with asthma were not only the method of spirometry, but also the method of capnometry and the method of multiple breath nitrogen washout, which revealed uneven ventilation and distribution of ventilation-perfusion ratios in the lungs.*

KEYWORDS: *capnometry, spirometry, functional diagnostics, multiple breath nitrogen washout, lung diffusion capacity, bronchial asthma.*

CONFLICT OF INTEREST. *The authors declare no conflict of interest.*

Введение

Бронхиальная астма (БА) является гетерогенным заболеванием, характеризующимся хроническим воспалением дыхательных путей, наличием респираторных симптомов, таких как свистящие хрипы, одышка, заложенность в груди и кашель, которые варьируют по времени и интенсивности, и проявляются вместе с вариабельной обструкцией дыхательных путей [1]. Для подтверждения диагноза требуется проведение спирометрии. Исследование функции внешнего дыхания с помощью спирометрии считается золотым стандартом для выявления бронхиальной обструкции при БА. Тем не менее, спирометрия не позволяет оценить проходимость малых дыхательных путей (МДП).

Важным фактором патогенеза БА является обструкция малых дыхательных путей, входящих в респираторную зону легких. Поражение этих дыхательных путей диаметром менее 2 мм не имеет явных клинических проявлений, что позволило применить к ним термин «немая зона легких». Обструкция МДП часто протекает бессимптомно и не отражается на результатах спирометрии, пока не достигает достаточно высокой степени выраженности [2].

Состояние респираторной зоны легких, может быть оценено с помощью ряда методов, в частности, капнометрии и метода вымывания азота при множественном дыхании.

Капнометрия представляет собой графическое отображение концентрации (или парциального давления) CO_2 в газовой смеси во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе при нефорсированном дыхании пациента. Обычно запись проводится при спокойном дыхании, но может использоваться углубленный выдох, гипервентиляционная и другие пробы [3]. Капнометрия позволяет оценить равномерность распределения вентиляционно-перфузионных соотношений в легких по нескольким показателям, в частности, по наклону альвеолярной фазы, который тем больше, чем больше выражена неравномерность распределения вентиляционно-перфузионных соотношений [3].

Исследование легочного газообмена часто проводят при помощи оценки диффузионной способности легких. Тест позволяет судить о способности легких обеспечить перенос кислорода из альвеолярного газа в кровь. Обычно диффузионную способность легких оценивают по диффузии монооксида углерода (DLCO) [4]. И хотя существует несколько методик определения диффузионной способности легких, метод однократного вдоха монооксида углерода с задержкой дыхания является наиболее распространенным тестом, рекомендуемым в клинической практике [5, 8].

Функциональное состояние системы дыхания во многом зависит также от равномерности легочной вентиляции. Распределение вентиляции можно оценить методом вымывания азота чистым кислородом при множественном дыхании (ВМД). Численным выражением характеристики неравномерности легочной вентиляции является индекс легочного клиренса (lung clearance index, LCI). Кроме того, метод ВМД позволяет оценить — функциональную остаточную ёмкость легких ФОЕ (FRC).

Целью исследования явилось сравнительное изучение диагностических возможностей методов капнометрии, спирометрии, диффузионного теста и метода вымывания азота при множественном дыхании в оценке состояния респираторной зоны легких у больных БА.

Материалы и методы:

Исследование являлось обсервационным поперечным. Были проанализированы результаты обследования 2 групп пациентов. *Группа 1:* включала 30 пациентов БА 3–4 степени тяжести — 13 мужчин (43,4%) и 17 женщин (56,6%), средний возраст 50,6 ± 4,3 года в стадии стихающего обострения. *Группа 2* включала 30 здоровых добровольцев (16 мужчин (53,4%), 14 женщин (46,6%), средний возраст 45,6 ± 2,4 года.

Исследования функции внешнего дыхания (ФВД) включали капнометрию, спирометрию, метод вымывания азота при множественном дыхании (ВМД) и диффузионный тест. ФОЕ измеряли при оценке диффузионной способности легких и методом ВМД. Исследования ФВД проводили с помощью диагностической системы Power Cube Diffusion HansHorn (Германия) 2022 г. выпуска, метод капнометрии — с помощью спироанализатора со встроенной функцией капнометрии «МАС-1» (Республика Беларусь). Все диагностические процедуры были выполнены в один и тот же день одним и тем же врачом. Все пациенты подписывали информированное согласие на проведение исследования.

При выполнении форсированной спирометрии измеряли форсированную жизненную емкость легких (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за 1-ю секунду ($ОФВ_1$) и отношение $ОФВ_1$/ФЖЕЛ. Измерение показателей спирометрии проводили в соответствии с Методическими рекомендациями Российского респираторного общества, Российской ассоциации специалистов функциональной диагностики и Российского научного медицинского общества терапевтов 2023 г. [6]. Должные значения параметров спирометрии были рассчитаны в соответствии с рекомендациями Европейского сообщества угля и стали (ECSC — European Coal and Steel Community) — 1993 г. для взрослых [11].

При выполнении капнометрии измеряли показатели: наклон альвеолярной фазы при спокойном дыхании, а также на глубоком выдохе, выражающийся в соотношении $\Delta P/\Delta t$, где ΔP — прирост CO_2 в альвеолярную фазу, Δt — продолжительность альвеолярной фазы; $PetCO_2$ — парциальное давление CO_2 в конце выдоха; индекс Tulou — разница $PetCO_2$ в конце глубокого и спокойного выдоха [3].

Диффузионный тест проводили методом однократного вдоха газовой смеси, содержащей 0,25% монооксида углерода (CO), 18% гелия (He), 19% кислорода (O_2) и 62,75% азота (N_2), с задержкой дыхания и коррекцией полученных данных по уровню гемоглобина (DLCOc). Оценивались: DLCO — диффузионная способность легких или трансфер-фактор CO, VA — альвеолярный объем, KCO = DLCO/VA константа Krogh. Для анализа использовали среднее значение из 2 технически удовлетворительных воспроизводимых попыток [5, 8]. Диффузионный тест проводился в соответствии с рекомендациями ATS/ERS (American Thoracic Society/European Respiratory Society — Американское торакальное общество/Европейское респираторное общество — ATO/EPO) 2017 г. [5]. Должные значения параметров исследования были рассчитаны в соответствии с рекомендациями стандарта ATO/EPO 2022 года [8].

Исследование равномерности легочной вентиляции проводили методом ВМД согласно рекомендациям ATO/EPO 2013 г. [7]. Проводилась оценка показателей: ФОЕ, LCI и CEV. Показатель LCI рассчитывается как количество дыхательных циклов, необходимых для того, чтобы очистить легкие от азота до 1/40 от его начальной концентрации [7]: LCI = CEV/ФОЕ, где CEV — суммарный выдыхаемый объем с коррекцией на мертвое пространство оборудования, представляющий собой общую сумму объемов выдоха при спокойном непрерывном дыхании во время проведения теста ВМД. Для каждого пациента регистрировали среднее значение не менее 3 повторных технически удовлетворительных измерений (разброс значений которых был менее 5%) [7]. Расчет верхней границы нормы (ВГН) для определения LCI определялся по формуле [10]:

$$ВГН(LCI) = 0{,}0223 \times A + 5{,}82, \text{ где } A \text{ — возраст.}$$

Статистический анализ полученных данных проводились с использованием среды для статистических вычислений R 4.3.0 (R Foundation for Statistical Computing, Вена, Австрия).

Описательные статистики представлены в виде абсолютной и относительной частот для категориальных переменных и медианы (нижний квартиль (Q1); верхний квартиль (Q3)) для количественных. Проверка данных на нормальность распределения признака показала отсутствие нормальности распределения. Для сравнения групп в отношении количественных показателей использовался тест Манна-Уитни, в отношении категориальных — точный тест Фишера. Для сравнения показателей в динамике (сравнения парных выборок) использовались тест Уилкоксона

и тест МакНемара в случае количественных и категориальных переменных соответственно. Для сравнения количественных показателей с константой использовался одновыборочный тест Уилкоксона. Различия считали статистически значимыми при p <0,05.

Результаты

Результаты капнометрии (табл. 1). По данным капнометрии при спокойном выдохе у пациентов БА значения наклона альвеолярной фазы ΔP/Δt были статистически значимо выше по сравнению с контрольной группой (p =0,002), а также отмечено статистически значимое снижение показателя ΔP/Δt после применения бронхолитика, медианное снижение составило 0,33 [-0,79; -0,08] (p =0,003). После применения бронхолитика статистически значимых отличий в отношении показателя ΔP/Δt между группами БА и контроля выявлено не было (p=0,19). Схожая картина была отмечена и при сравнительном анализе значений ΔP/Δt на глубоком выдохе: до применения бронхолитика значение ΔP/Δt в группе пациентов с БА было статистически значимо выше по сравнению с контрольной группой (p<0,001). После применения бронхолитика различия между группами не были статистически значимыми (p=0,101).

Значения индекса Tulou были статистически значимо выше у пациентов с БА по сравнению с контрольной группой (p =0,001). После применения бронхолитика была отмечена тенденция к снижению индекса Tulou у пациентов с БА (медианное изменение составило -0,48 [-1,42; 0,31], p=0,066). Тем не менее после применения бронхолитика значения индекса Tulou оставались статистически значимо выше у пациентов БА по сравнению с контрольной группой (p =0,007).

Статистически значимых отличий между группой пациентов с БА и контрольной группой по показателю $PetCO_2$ выявлено не было. Также не было выявлено статистически значимого изменения $PetCO_2$ у пациентов с БА после применения бронхолитика (медианное изменение составило -0,05 [-1,17; 1,15], (p =0,829). В обеих группах было выявлено снижение показателя $PetCO_2$ в равной степени до значения 28 мм рт ст., что отражает наличие альвеолярной гипервентиляции в обеих группах.

Результаты спирометрии (табл. 2): значение показателя ФЖЕЛ у пациентов с БА было статистически значимо ниже по сравнению с контрольной группой как до, так и после применения бронхолитика (p <0,001 и 0,004, соответственно). Среди пациентов с БА отмечалось статистически значимое увеличение ФЖЕЛ после применения бронхолитика (p = 0,015).

Значение показателя $ОФВ_1$ у пациентов с БА был статистически значимо ниже по сравнению с контрольной группой как до, так и после применения бронхолитика (p <0,001). После применения бронхолитика у пациентов БА отмечалось статистически значимое увеличение $ОФВ_1$ (p =0,002) (табл. 2).

Также было зарегистрировано статистически значимое снижение показателя $ОФВ_1$/ФЖЕЛ у пациентов с БА, этот показатель был ниже по сравнению с контрольной группой как до, так и после применения бронхолитика. Среди пациентов с БА отмечалась тенденция к увеличению соотношения $ОФВ_1$/ФЖЕЛ после применения бронхолитика (медианное изменение составило 1 [-0,87; 4,75], (p = 0,069). До применения бронхолитика у 10 (33,3%) пациентов с БА $ОФВ_1$/ФЖЕЛ не превышал 70%, после применения — у 8 (26,7%) (p =0,683).

Оценка диффузионной способности легких (табл. 3). Достоверных различий значения показателя DLCO с у пациентов БА по сравнению с контрольной группой выявлено не было, при этом значения DLCOc меньше 80% от должного отмечались в 14 (46,7%) случаях в группе пациентов с БА. Также среди пациентов БА отмечалась тенденция к более низким значениям KCO. Статистически значимых различий между группами в отношении VA и ФОЕ выявлено не было.

Метод вымывания азота при множественном дыхании (табл. 4). Была установлена статистически значимая разница между группами пациентов с БА и контрольной в отношении LCI (p <0,001) и в отношении отклонения LCI от верхней границы нормы (p =0,001). Значения LCI у пациентов с БА были статистически значимо выше верхней границы нормы (p =0,002).

Статистически значимых отличий между оценками ФОЕ, полученными с использованием диффузионного теста и метода вымывания азота среди пациентов с БА выявлено не было (медианная разница составила -2% (-13%; 9,8%), p =0,681). Результаты сравнения представлены на рис. 1.

Таблица 1
Результаты сравнения показателей капнометрии у пациентов с БА до и после применения бронхолитика и контрольной группы. Me [Q1; Q3]: медиана, нижний квартиль (Q1); верхний квартиль (Q3)

Показатель	Пациенты с БА n = 30		Контрольная группа n = 30	p
ΔP/Δt спокойный выдох (мм рт. ст./с)	до бронолитика	1,9 [1,43; 2,45]	1,19 [1,04; 1,71]	0,002
	после бронхолитика	1,4 [1,15; 2,07]		0,19
ΔP/Δt глубокий выдох (мм рт. ст./с)	до бронолитика	0,98 [0,81; 1,28]	0,55 [0,43; 0,79]	<0,001
	после бронхолитика	0,67 [0,54; 1,09]		0,101
Индекс Tulou (мм рт.ст)	до бронолитика	4,5 [2,85; 6]	2,2 [1,76; 3,85]	0,001
	после бронхолитика	3,83 [2,81; 5,37]		0,007
PetCO2(мм рт. ст.)	до бронхолитика	27,7 [24,8; 31,5]	28,7 [26,7; 32,3]	0,819
	после бронхолитика	28,25 [25,7; 30,3]		0,679

Обозначения: ΔP/Δt — наклон альвеолярной фазы при спокойном выдохе и при глубоком выдохе; $PetCO_2$ — конечно-экспираторное парциальное давление CO_2, индекс Tulou — разница $PetCO_2$ в конце глубокого и спокойного выдоха, p — уровень значимости различия показателей между группами БА и контрольной.

Обсуждение

В настоящее время основным методом оценки функции внешнего дыхания является спирометрия, но спирометрия не позволяет достоверно оценить проходимость малых дыхательных путей, играющих важную роль в патогенезе БА. Для оценки проходимости МДП необходимо использовать иные подходы, которые выявляют, в частности, нарушения равномерности легочной вентиляции, нарушения распределения вентиляционно-перфузионных соотношений и, косвенно, нарушение структуры общей емкости легких: увеличение ООЛ, ОЕЛ и ООЛ/ОЕЛ.

В настоящем исследовании изучалась равномерность легочной вентиляции мето-

Таблица 2
Показатели спирометрии у пациентов с БА и контрольной группы. Me [Q1; Q3]: медиана, нижний квартиль (Q1); верхний квартиль (Q3)

Показатель	Пациенты БА n = 30		Контрольная группа n = 30	p
ФЖЕЛ(%к долж)	до бронхолитика	84,5 [74; 98]	102 [95; 110]	<0,001
	после бронхолитика	88,5 [73; 97,8]		0,004
$ОФВ_1$(% к долж)	до бронхолитика	75,5 [57; 89]	101 [90; 108]	<0,001
	после бронхолитика	82,5 [57,8; 94,5]		<0,001
$ОФВ_1$/ФЖЕЛ (%)	до бронхолитика	74 [66,54; 78]	82 [80,5; 86]	<0,001
	после бронхолитика	74,9 [69,7; 81]		0,001
$ОФВ_1$/ФЖЕЛ <70%	до бронхолитика, кол-во пациентов	10 (33,3%)	0 (0%)	0,001
	после бронхолитика кол-во пациентов	8 (26,7%)		0,006

p — различия между группами БА и контрольной.

дом ВМД, равномерность вентиляционно-перфузионных соотношений методом капнометрии, диффузионная способность легких, что в свою очередь позволяло оценить состояние респираторной зоны легких.

По результатам исследования большую информативность у пациентов БА показал метод капнометрии, при котором было отмечено статистически значимое увеличение наклона альвеолярной фазы у пациентов с БА по отношению к контрольной группе при спокойном дыхании, как до, так и после применения бронхолитика. При сравнительном анализе наклона альвеолярной фазы на глубоком выдохе регистрировалась схожая картина. Значения показателя индекса Tulou были статистически значимо выше у пациентов с БА по сравнению с контрольной группой. Все эти показатели отражают неравномерность распределения вентиляцинно-перфузионных соотношений у пациентов БА даже при невыраженной степени обструкции по данным спирометрии, что косвенно указывает на поражение респираторной зоны легких. В обеих группах было выявлено снижение показателя $PetCO_2$ в равной степени до 28 мм. рт. ст., что отражает наличие альвеолярной гипервентиляции.

Данные спирометрии показали свою информативность по результатам измерений показателей ФЖЕЛ и $ОФВ_1$ и $ОФВ_1$/ФЖЕЛ у пациентов БА. Было зарегистрировано статистически значимое снижение значений этих показателей по сравнению с контрольной группой как до, так и после применения бронхолитика, а также отмечалось статистически значимое увеличение этих показателей после применения бронхолитика. Следует отметить, что небольшое снижение $ОФВ_1$ и ФЖЕЛ по сравнению с нормой отражало невысокую степень обструкции у обследуемых пациентов с БА, их переход в фазу ремиссии.

Так как для наиболее полной оценки вентиляционной функции легких необходимо исследовать функциональную остаточную емкость легких, то целесообразно было определить различия в результатах измерений этого параметра, выполненных разными методами: ВМД и диффузионным тестом. Статистически значимых отличий между значениями показателей ФОЕ, полученными с использованием обоих методов у пациентов с БА не зафиксировано.

Среди параметров, характеризующих равномерность легочной вентиляции, наиболее изученным является LCI, определяемый методом ВМД. Этот показатель при БА оказался статистически значимо выше по сравнению с контрольной группой, что отражает наличие неравномерности легочной вентиляции при БА.

На наш взгляд, полученные результаты оценки газообмена в легких позволят повысить точность выявления патологических изменений в респираторной зоне легких. Наиболее информативными методами у пациентов с БА явились метод капнометрии и метод вымывания азота при множественном дыхании. Эти методы выявляют отклонения от нормы даже при малом изменении показателей спирометрии, т.е. являются более чувствительными к оценке функционального состояния легких при БА.

Выводы

1. Из изученных методов исследования респираторной функции легких у больных БА 3–4 ст. тяжести помимо спирометрии, которая является золотым стандартном, информативность показали также метод капнометрии и метод вымывания азота при множественном дыхании, что отражает неравномерность вентиляции и распределения вентиляционно — перфузионных соотношений у этих больных.
2. Метод капнометрии как наименее трудозатратный и наиболее дешевый может быть рекомендован для оценки функционального состояния легких у больных БА 3–4 ст. тяжести в дополнение к методу спирометрии. Он требует значительно меньшей степени кооперации с пациентов, по сравнению с методом оценки диффузионной способности легких и спирометрией.

Таблица 3
Результаты оценки диффузионного теста. Me [Q1–Q3]: медиана, нижний квартиль (Q1); верхний квартиль (Q3)

Показатель	Пациенты с БА n = 30	Контрольная группа n = 30	p
DLCOc(% к долж)	80,5 [69,3; 99,8]	88 [85; 95]	0,055
DLCOc< 80% долж, количество пациентов	14 (46,7%)	0 (0%)	0,002
KCO (%к долж)	94,5 [84,5; 99,8]	101 [91; 107]	0,065
VA (% к долж)	87,5 [80,3; 100,5]	89 [85; 97]	0,672
ФОЕ (% к должн)	86 [73,3; 109]	98 [79; 112]	0,294
ФОЕ (л)	2,70 [2,18; 3,28]	2,83 [2,46; 3,54]	0,31

Обозначения: DLCOc — диффузионная способность легких с коррекцией по концентрации гемоглобина, VA — альвеолярный объем, KCO=DLCO/VA, ФОЕ — функциональная остаточная емкость легких, p — различия между группами БА и контрольной.

Таблица 4
Результаты метода вымывания азота при множественном дыхании. Me [Q1–Q3]: медиана, нижний квартиль (Q1); верхний квартиль (Q3)

Показатель	Пациенты с БА n = 30	Контрольная группа n = 30	p
LCI (л)	8,3 [7; 9,3]	6,5 [5,9; 6,9]	<0,001
Отклонение LCI от ВГН (л)	1,48 [-0,03; 2,25]	-0,2 [-0,51; 0,15]	0,001
CEV (л)	21,8 [15,5; 26,1]	19,5 [17,2; 22,7]	0,614
ФОЕ (% от должной)	86 [65,3; 118]	98 [84; 110]	0,171
ФОЕ (л)	2,91 [1,84; 3,4]	2,79 [2,52; 3,49]	0,366

Обозначения: LCI — индекс легочного клиренса, ВГН — верхняя граница нормы, CEV — суммарный выдыхаемый объем, ФОЕ — функциональная остаточная емкость легких, p — различия между группами БА и контрольной.

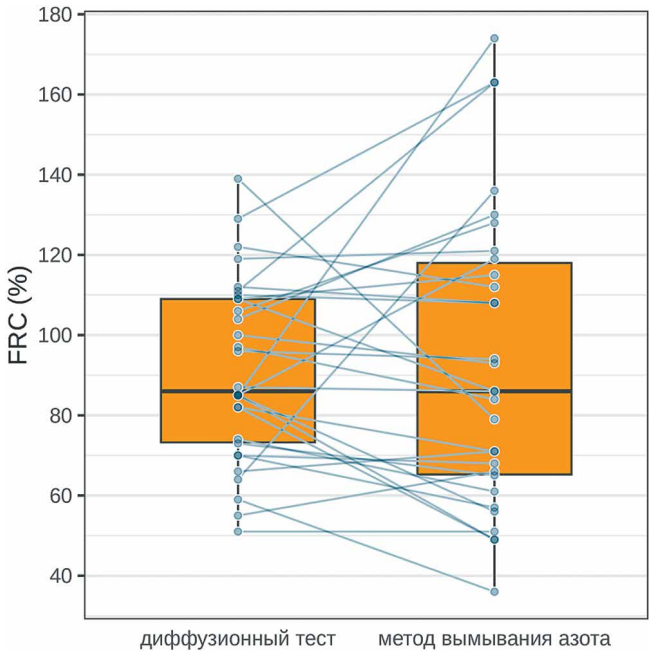

Рисунок 1. Оценки ФОЕ (FRC) в % к должному с использованием диффузионного теста и метода вымывания азота у пациентов с БА. Линии указывают на значения показателей у конкретных пациентов

3. Показатель ФОЕ у больных БА может быть оценен равнозначно при исследовании диффузионной способности легких и методом вымывание азота при множественных дыханиях.

Список литературы / References:

1. *Бронхиальная астма: федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению.Чучалин А.Г., Авдеев С. Н., Айсанов З. Р., Белевский А. С., Васильева О. С., Геппе Н. А., Игнатова Г. Л., Княжеская Н. П., Малахов А. Б., Мещерякова Н. Н., Ненашева Н. М., Фассахов Р. С., Хаитов Р. М., Ильина Н. И., Курбачева О. М., Астафьева Н. Г., Демко И. В., Фомина Д. С., Намазова-Баранова Л.С., Баранов А. А., Вишнева Е. А., Новик Г. А. Пульмонология. 2022; 32 (3): 393–447. DOI: 10.18093/0869–0189–2022–32–3–393–447*
2. *Поражение малых дыхательных путей при бронхиальной астме: новые данные, новая парадигма З. Р. Айсанов, Е. Н. Калманова Практическая пульмонология 2019 № 1*
3. *Стручков П. В. Капнометрия. В книге: Легочные функциональные тесты от теории к практике. Под редакцией О. И. Савушкиной и А. В. Черняка, М: ООО «Фирма Стром», 2017г, 181–186 стр.*
4. *Неклюдова Г. В., Черняк А. В. Диагностические возможности исследования диффузионной способности легких. Медицинский алфавит. 2020; (25): 22–25. https://doi.org/10.33667/2078–5631–2020–25–22–25*
5. *Graham B.L., Brusasco V., Burgos F., Cooper B. G., Jensen R., Kendrick A., MacIntyre N.R., Thompson B. R., Wanger J. 2017 ERS/ATS standards for single-breath carbon monoxide uptake in the lung. Eur. Respir. J. 2017; 49 (1): pii: 1600016. DOI: 10.1183/13993003.00016–2016*
6. *Каменева М.Ю., Черняк А. В., Айсанов З. Р., Авдеев С. Н., Бабак С. Л., Белевский А. С., Берестень Н. Ф., Калманова Е. Н., Малявин А. Г., Перельман Ю. М., Приходько А. Г., Стручков П. В., Чикина С. Ю., Чушкин М. И. Спирометрия: методическое руководство по проведению исследования и интерпретации результатов. Пульмонология. 2023; 33 (3): 307–340. DOI: 10.18093/08690189–2023–33–3–307–340*
7. *Robinson PD, LatzinPh, Verbanck S, Hall GL, Horsley A, Gappa M, Thamrin C, Arets HGM, Aurora P, Fuchs SI, King GG, Lum S, Macleod K, Paiva M, Pillow JJ, Ranganathan S, Ratjen F, Singer F, Sonnappa S, Stocks J, Subbarao P, Thompson BR, Gustafsson PM. Consensus statement for inert gas washout measurement using multiple- and single-breath tests. The European Respiratory Journal 2013 Mar;41(3):507–22*
8. *Stanojevic S., Kaminsky D. A., Miller M., Thompson B., Aliverti A., Barjaktarevic I., Cooper B. G., Culver B., Derom E., Hall G. L., Hallstrand T. S., Leuppi J. D., MacIntyre N., McCormack M., Rosenfeld M., Swenson E. R. ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests. Eur. Respir. J. 2022; 60 (1): 2101499. https://doi.org/10.1183/13993003.01499–2021*
9. *Савушкина О.И., Черняк А. В. Методы диагностики дисфункции мелких дыхательных путей и равномерности вентиляции лёгких: их применение после перенесенной новой коронавирусной инфекции // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2022. Вып.84. С. 137–143. DOI: 10.36604/1998–5029–2022–84–137–143*
10. *Г. В. Неклюдова, А. В. Черняк Метод вымывания азота при множественном дыхании у здоровых людей. Практическая пульмонология, 2019, № 4*
11. *Quanjer PH, Tammeling GJ, Cotes JE, Pedersen OF, Peslin R, Yernault JC. Lung volumes and forced ventilatory flows. Report Working Party Standardization of Lung Function Tests, European Community for Steel and Coal. Official Statement of the European Respiratory Society. The European Respiratory Journal. Supplement 1993 Mar;16:5–40.*

Сведения об авторах

Михайловичева А. И., врач функциональной диагностики, аспирантка 3-го года кафедры «Внутренние болезни» АПО ФНКЦ ФМБА России[1,2]. ELibrary SPIN: 1503–1221
Смирнов В. В., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой «Внутренние болезни» Академии постдипломной подготовки[1,2]
Стручков П. В., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой клинической физиологии и функциональной диагностики Академии постдипломной подготовки[2], заместитель руководителя диагностической службы[3].ELibrary SPIN:6093–0782, ORCID: https://orcid.org/0000–0002–8203–5121
Носенко Н. С., к.м.н., доцент кафедры «Рентгенология и ультразвуковая диагностика» руководитель центра ультразвуковых и функциональных методов исследований[1,2]; ORCID: 0000–0001–7071–3741
Сотникова А. Г., к.м.н., заведующая пульмонологическим отделением[1]
Дъячкова Е. О., врач –пульмонолог[1]
Дивакова Т. И., врач –пульмонолог[1]
Баженова-Бессонова Ю.А., заведующая отделением функциональной диагностики[2]
Маничев И. А., к.ф-м.н, руководитель ООО «Белинтелмед», г. Минск[4]

[1] ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» ФМБА России, Москва, Россия
[2] Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический Центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» ФМБА России, Москва
[3] ФГБУЗ «Клиническая больница № 85» ФМБА России, Москва
[4] ООО «Белинтелмед», г. Минск, Республика Беларусь

Автор для переписки: Михайловичева Анна Игоревна
E-mail: princess_anna_7@mail.ru

About authors

Mikhailovicheva Anna.I., specialist of functional diagnostics department of Department of Functional and Ultrasound Diagnostics[1,2]. ELibrary SPIN: 1503–1221
Smirnov Vladimir.V., MDs, Professor, Head of the Department of Therapy of the Academy of Postgraduate Education[1,2]
Struchkov Pyotr V., MD, Professor, Head of the Department of Clinical Physiology and Functional Diagnostics of the Academy of Postgraduate Education[2], Deputy Head of Diagnostic Departament[3]. Electronic library SPIN: 6093–0782. ORCID:0000–0002–8203–5121
Nosenko Natalia. S., Ph.D., Head of the Department of Functional and Ultrasound Diagnostics[1], Associate Professor of the Department of Radiology and Ultrasound Diagnostics[2]. ORCID: 0000–0001–7071–3741
Sotnikova Anna. G., Ph.D., Head of Pulmonology Department[1]
Dyachkova Elizaveta. O., pulmonologist[1]
Divakova Tatiana. I., pulmonologist[1]
Bazhenova-Bessonova Yulia. A., head of the department of functional diagnostics[3]
Manichev I. A., Ph.D., Head of Belintelmed LLC, Minsk[4]

[1] "Federal Scientific Clinical Center of the specialized types of medical care and medical technology" FMBA of Russia, Moscow, Russia
[2] Academy of Postgraduate Education under Federal State Budgetary Unit "Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Medical Assistance and Medical Technologies of Federal Medical Biological Agency", Moscow, Russia
[3] Clinical Hospital No.85 of FMBA of Russia, Moscow, Russia
[4] "Belintelmed" LLC, Minsk Rebublic of Belarus

Corresponding author: Mikhailovicheva Anna
E-mail: princess_anna_7@mail.ru

Статья поступила / Received 08.10.2023
Получена после рецензирования / Revised 10.10.2023
Принята в печать / Accepted 22.11.2023

Для цитирования: Михайловичева А.И., Смирнов В.В., Стручков П.В., Носенко Н.С., Сотникова А.Г., Дьячкова Е.О., Дивакова Т.И., Баженова-Бессонова Ю.А., Маничев И.А. Исследование респираторной функции легких у больных бронхиальной астмой. Медицинский алфавит. 2023;(32):14–18. https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-32-14-18

For citation: Mikhailovicheva A.I., Smirnov V.V., Struchkov P.V., Nosenko N.S., Sotnikova A.G., Dyachkova E.O., Divakova T.I., Bazhenova-Bessonova Yu.A., Manichev I.A. The study of respiratory function of the lungs in patients with Bronchial Asthma. Medical alphabet. 2023;(32):14–18. https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-32-14-18