

УДК: 616.24-007.272-073.173-008.4

Ю. І. Фещенко, Л. О. Яшина, К. В. Назаренко, С. М. Москаленко, С. Г. Опімах  
ДУ «Національний інститут фізичної реабілітації і пульмонології ім. Ф. Г. Яновського НАМН України», м. Київ

# Можливості імпульсної осцилометрії в комплексній оцінці функції зовнішнього дихання при бронхообструктивних захворюваннях

**Ключові слова:** бронхіальна астма, хронічне обструктивне захворювання легень, бодіплетизмографія, імпульсна осцилометрія.

Дослідження функції легень є актуальним для оцінки різних аспектів роботи дихальної системи. Визначення ступеня бронхообструкції є важливим для діагностики, лікування та прогнозу у хворих на бронхіальну астму (БА) та хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ). Спірометрія є найрозповсюдженішою методикою для визначення функції легень та золотим стандартом діагностики при БА та ХОЗЛ. Однак проведення спірометрії не завжди є простою задачею, це потребує тісної співпраці лікаря та хворого, а також значних зусиль пацієнта для коректного проведення тесту.

Проведення імпульсної осцилометрії (ІОМ) дає змогу визначити важливі параметри функції зовнішнього дихання (ФЗД) та не потребує складних дихальних маневрів. ІОМ – неінвазивний, відносно незалежний від зусиль пацієнта метод дослідження (потребує лише спокійного спонтанного дихання упродовж короткого часу).

Окремі параметри функції легень, як вважається, відображають опір на різних рівнях бронхіального дерева. Опір дихальних шляхів, виміряний за допомогою методів бодіплетизмографії та ІОМ, є індикатором ступеня обструкції дихальних шляхів при бронхообструктивних захворюваннях.

Деякі з параметрів, що визначаються в ході проведення цих досліджень (зниження максимальних об'ємних швидкостей видиху від 25 до 75 % життєвої ємності легень (MEF25-75) та підвищення показника опору дихальних шляхів при частоті 5 Гц (R5)), більшою мірою

відображають дистальну обструкцію дихальних шляхів.

Інші параметри, такі як зниження об'єму форсованого видиху за 1 с (FEV1), підвищення показника опору дихальних шляхів при частоті 20 Гц (R20), більшою мірою відображають ступінь проксимальної обструкції дихальних шляхів [1–5].

Метою нашого дослідження було визначення ступеня бронхообструкції у хворих на БА і ХОЗЛ за даними бодіплетизмографії та ІОМ і вивчення зв'язку параметрів ФЗД за даними цих досліджень.

## Матеріали і методи дослідження

Нами були обстежені 30 хворих: на тяжке та дуже тяжке ХОЗЛ – 20, тяжку БА – 5, сполучну патологію БА та ХОЗЛ – 5 пацієнтів, серед яких 22 чоловіка та 8 жінок віком від 48 до 71 року, середній вік (59,63 ± 11,52) року. При встановленні діагнозу ХОЗЛ та БА враховували критерії Наказу МОЗ України від 27.06.2013 р. № 555 «Про затвердження та впровадження медико-технологічних документів зі стандартизації медичної допомоги при ХОЗЛ» та Наказу МОЗ України від 08.10.2013 № 868 «Про затвердження та впровадження медико-технологічних документів зі стандартизації медичної допомоги при БА» [6, 7].

Усім пацієнтам проводили клінічне обстеження, бодіплетизмографічне дослідження та ІОМ. Бодіплетизмографію та ІОМ проводили на апараті Master Screen PFT фірми Cardinal Health (Німеччина) за методикою фірми-виробника.

При проведенні бодіплетизмографії вивчали такі показники: життєва ємність легень (VCmax), FEV1, FEV6 (об'єм форсованого видиху за 6 секунд), форсована життєва ємність легень (FVC), співвідношення FEV1/FVC, MEF25 %, MEF50 %, MEF75 %, пікова об'ємна швидкість видиху (PEF), загальний бронхіальний опір (Rtot), загальна ємність легень (TLC – об'єм повітря, який можуть вміщувати легені наприкінці максимального вдиху), залишковий об'єм легень (RV – об'єм повітря, що залишається в легенях наприкінці максимального видиху), співвідношення RV/TLC. Також досліджували функціональна залишкова ємність легень (ITGV – внутрішньогрудний об'єм газу – об'єм повітря, що залишається в легенях наприкінці спокійного видиху, коли дихальна мускулатура перебуває в стані спокою). Визначали ємність вдиху (IC – максимальний об'єм повітря, що можна вдихнути після спокійного видиху).

У ході проведення ІОМ вивчали наступні показники: загальний опір дихальних шляхів (дихальний імпеданс – Z5), резистентність позагрудних, центральних та периферійних дихальних шляхів (загальна резистентність легень – R5), резистентність позагрудних та центральних дихальних шляхів першої генерації (R20), співвідношення R5-R20 (також характеризує резистентність дрібних бронхів), реактанс X5 (включає в себе опір, обумовлений еластичними властивостями легень і грудної клітки, та інерційний опір повітря, легень і грудної клітки), резонансна частота (Fres – частота, при якій еластичний та інерційний опори є рівними).

Усі показники оцінювали у відсотковому співвідношенні до стандартних величин відносно статі, віку, зросту та расової належності. Нормальними величинами R5, R20, X5 та Z5 є не більше ніж 150 % від належних [8–10].

При дослідженні ФЗД виконували такі умови: перед дослідженням пацієнт утримувався від прийому бронхолітиків –  $\beta$ 2-агоністів короткої дії протягом 4 годин, пролонгованих  $\beta$ 2-агоністів – 12 годин, холінолітиків короткої дії – 8 годин, пролонгованих холінолітиків та теофілінів – 24 години.

Математичну обробку даних проводили за допомогою ліцензійних програмних продуктів, що входять до пакету Microsoft Office Professional 2007. Статистичну обробку виконували за допомогою математичних і статистичних можливостей MS Excel, а також додаткових статистичних функцій, розроблених С. Н. Лапач, А. В. Чубенко, П. Н. Бабич. Параметри, що вивчали в дослідженні, оцінювали за допомогою визначення середньої величини (M), похибки середньої величини (m). Кореляційний аналіз проводили за методом параметричної кореляції Пірсона та непараметричної кореляції Спірмена з наступною перевіркою достовірності результату за допомогою критерію Ст'юдента [11, 12].

### Результати та їх обговорення

Дані, отримані в ході проведення бодіплетизмографічного дослідження, наведені у таблиці 1.

Показники ЖЕЛ, ємності вдиху, функціональної залишкової ємності легень, загальної ємності легень, FEV6 були в межах нормальних показників, тоді як підвищеними

Показник	M (% від належних)	m
Rtot	294,4	145,11
VCmax	75,4	17,13
IC	77,73	23,11
RV	156,68	56,65
ITGV	130,41	39,21
TLC	103,53	19,6
RV/TLC	140,28	33,92
ITGV/TLC	116,68	20,26
FEV1	46,28	22,18
FVC	73,71	17,42
FEV1/FVC	49,34	16,87
FEV6	2,33	0,76
FEV1/FEV6	53,24	12,97
MEF75 %	24,57	21,67
MEF50 %	21,33	24,84
MEF25 %	21,1	21,4
PEF	43,08	17,71

порівняно з нормою були загальний бронхіальний опір та залишковий об'єм легень. FEV1, FVC та їх співвідношення, показники MEF25 %, MEF50 %, MEF75 %, PEF були значно зниженими у хворих на бронхообструктивні захворювання. Виявлені в ході проведення бодіплетизмографії показники бронхіального опору та прохідності були характерними для високих ступенів тяжкості бронхообструктивних захворювань.

Дані ІОМ пацієнтів наведені у таблиці 2.

Показник	M (% від належних)	m
R5	182,24	65,3
R20	117,43	37,1
R5-R20	2,64	1,76
X5	2 339,9	2 850
Fres	21,37	7,12
Z5	214,3	76,0

Підвищення Z5, а також його компонентів R5 та X5 свідчать про значний ступінь бронхообструкції та підвищення бронхіального опору за даними ІОМ. У нашому

дослідженні ми отримали прямі та зворотні взаємозв'язки між показниками бодіплетизмографічного дослідження та імпульсної ІОМ хворих на бронхообструктивні захворювання легень. R20, що характеризує ступінь резистентності центральних бронхів, негативно корелював з ІТGV ( $r = (-0,54)$ ;  $p < 0,05$ ) та TLC ( $r = (-0,53)$ ;  $p < 0,05$ ). Такі зв'язки можна пояснити природним для бронхообструктивних захворювань зниженням загальної ємності легень та внутрішньогрудного об'єму повітря. Z5 позитивно корелював з Rtot ( $r = 0,6$ ;  $p < 0,05$ ). Отож ми спостерігали зв'язок показників загального бронхіального опору за даними двох досліджень ФЗД.

Показник, що характеризує резистентність дрібних бронхів (R5-20), негативно корелював з об'ємом форсованого видиху за 6 секунд ( $r = (-0,55)$ ;  $p < 0,05$ ) та позитивно корелював із загальним опором легень ( $r = 0,55$ ;  $p < 0,05$ ) за даними бодіплетизмографії. У цьому випадку ми також спостерігали зв'язки показників дистальної обструкції та загального бронхіального опору за даними двох досліджень ФЗД.

Таким чином, показники опору легень за даними як бодіплетизмографії, так і ІОМ були значно зміненими у обстежених хворих на БА та ХОЗЛ.

Кореляційний аналіз показав взаємозв'язки показників бронхіального опору та ємності легень за даними двох досліджень. Проведення ІОМ дає змогу уточнити рівень та ступінь бронхообструкції, що може значно доповнити дані стандартних спірометричних обстежень і покращити діагностику та подальше лікування хворих на бронхообструктивні захворювання.

Серед основних переваг методу ІОМ можна виділити низьку залежність від зусиль хворого, чутливість до центральних та периферійних порушень ФЗД, виявлення особливостей механіки легень, а серед недоліків — недостатність єдиних референтних значень та стандартизованої методології проведення дослідження. Отож обидві методики є цінними у визначенні ступеня бронхообструкції та ступеня тяжкості бронхообструктивних захворювань, вони не замінюють одна одну, а скоріше слугують доповненням у діагностиці та подальшому лікуванні хворих на БА та ХОЗЛ. Враховуючи неінвазивність, незалежність від зусиль хворого та високу інформативність, методика ІОМ може бути рекомендована для діагностики всім хворим на БА та ХОЗЛ.

### Список літератури

1. *Impulse oscillometry: interpretation and practical applications* / Bickel, J. Popler, B. Lesnick, N. Eid // *Chest*. — 2014. — Vol. 146 (3). — P. 841–847.
2. *Respiratory system impedance with impulse oscillometry in healthy and COPD subjects: ECLIPSE baseline results* / C. Crima, B. Cellib, L. D. Edwardsa [et al.] // *Resp. Med.* — 2011. — Vol. 105 (7). — P. 1069–1078.
3. *Oppenheimer B. W. Distal airway function assessed by oscillometry at varying respiratory rate: comparison with dynamic compliance* / Oppenheimer B. W., Goldring R. M., Berger K. I. // *COPD*. — 2009. — Vol. 6 (3). — P. 162–170.
4. *Impulse Oscillometry: Interpretation and Practical Applications* / S. Bickel, J. Popler, B. Lesnick, N. Eid // *Chest*. — 2014. — Vol. 146 (3). — P. 841–847.

5. *Short P. M. Sensitivity of impulse oscillometry and spirometry in beta-blocker induced bronchoconstriction and beta-agonist bronchodilation in asthma* / Short P. M., Williamson P. A., Lipworth B. J. // *Ann. Allergy. Asthma. Immunol.* — 2012. — Vol. 109. — P. 412–415.

6. *Наказ МОЗ України від 27.06.2013 р. № 555 «Про затвердження та впровадження медико-технологічних документів зі стандартизації медичної допомоги при ХОЗЛ».*

7. *Наказ МОЗ України від 08.10.2013 р. № 868 «Про затвердження та впровадження медико-технологічних документів зі стандартизації медичної допомоги при БА».*

8. *Goldman M. D. Whole-body plethysmography* / M. D. Goldman, H. J. Smith, W. T. Ulmer // *Eur. Respir. Mon.* — 2005. — Vol. 31. — P. 15–43.

9. *Quanjer P. H. Lung volumes and forced ventilator flows. Report Working Party Standardization of Lung Function Tests, European Community for Steel and Coal. Official Statement of the European Respiratory Society* / P. H. Quanjer // *Eur. Respir. J. Suppl.* — 1993. — Vol. 16. — P. 5–40.

10. *The forced oscillation technique in clinical practice: methodology, recommendations and future developments* / E. Oostveen, D. MacLeod, H. Lorino [et al.] // *Eur. Respir. J.* — 2003. — Vol. 22. — P. 1026–1041.

11. *Бабич, П. Н. Применение современных статистических методов в практике клинических исследований. Сообщение третье. Отношение шансов, понятие, вычисление, интерпретация* / П. Н. Бабич, А. В. Чубенко, С. Н. Лапач // *Укр. мед. часопис*. — 2005. — № 2 (40). — С. 113–119.

12. *Применение современных статистических методов в практике клинических исследований. Сообщение первое. Сравнение двух пропорций* / А. В. Чубенко [и др.] // *Укр. мед. часопис*. — 2003. — № 4 (36). — С. 139–143.

### ВОЗМОЖНОСТИ ИМПУЛЬСНОЙ ОСЦИЛЛОМЕТРИИ В КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ ФУНКЦИИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ ПРИ БРОНХООБСТРУКТИВНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ

Ю. И. Феценко, Л. А. Яшина, К. В. Назаренко,  
С. М. Москаленко, С. Г. Опимах

#### Резюме

*Спирометрия является наиболее распространенной методикой для определения функции легких и золотым стандартом диагностики при бронхиальной астме (БА) и хроническом обструктивном заболевании легких (ХОЗЛ). Однако проведение спирометрии не всегда является простой задачей и требует качественного сотрудничества между врачом и пациентом. Проведение импульсной осциллометрии позволяет определить важные параметры функции внешнего дыхания и не требует сложных дыхательных маневров.*

*Цель: определение степени бронхообструкции по данным бодиплетизмографии и импульсной осциллометрии и изучение связи параметров функции внешнего дыхания по данным этих двух исследований.*

*Материалы и методы. Обследованы 30 пациентов с тяжелым и очень тяжелым ХОЗЛ (20 больных), тяжелой БА (5 больных), сочетанной патологией БА и ХОЗЛ (5 больных); средний возраст (59,63 ± 11,52) года. Всем пациентам проводилось клиническое обследование, бодиплетизмография, импульсная осциллометрия.*

*Результаты. В ходе проведения бодиплетизмографии повышенными сравнительно с нормой были общее сопротивление бронхов и остаточный объем легких. FEV1, FVC и их соотношение, показатели MEF 25 %, MEF 50 %, MEF 75 %, PEF были значительно снижены. Повышение Z5, а также его компонентов R5 и X5 свидетельствует о значительной степени бронхообструкции и*

повышении сопротивления бронхов по данным импульсной осциллометрии.

Корреляционный анализ продемонстрировал взаимосвязи показателей сопротивления бронхов и емкости легких по данным двух исследований. Проведение импульсной осциллометрии позволяет уточнить уровень и степень бронхообструкции, что может значительно дополнить данные стандартных спирометрических исследований и улучшить диагностику и дальнейшую терапию пациентов с бронхообструктивными заболеваниями.

**Ключевые слова:** БА, ХОЗЛ, бодиплетизмография, импульсная осциллометрия.

Научно-практический журнал «Астма и аллергия», 2015, № 2

Ю. И. Фещенко

академик, профессор

ГУ «Национальный институт фтизиатрии  
и пульмонологии им. Ф. Г. Яновского НАМН Украины»

ул. Амосова, 10, Киев, Украина, 03680

тел.: +38(044) 275-04-02; +38(044) 275-21-18

e-mail: admin@ifp.kiev.ua

#### IMPULSE OSCILLOMETRY ROLE IN A COMPLEX ASSESSMENT OF RESPIRATORY FUNCTION IN OBSTRUCTIVE LUNG DISEASE

Y. I. Feschenko, L. A. Iashyna, K. V. Nazarenko,

S. M. Moskalenko, S. G. Opimakh

#### Abstract

Spirometry is the most common lung function test, and the gold standard of asthma and chronic obstructive pulmonary disease (COPD) diagnostics. However, spirometry is not always an easy task, and requires good cooperation between doctor and patient. Impulse oscillometry allows

to determine important respiratory parameters, and does not require complicated respiratory maneuvers.

**Objective:** To determine the degree of bronchial obstruction using body plethysmography and impulse oscillometry methods, and examine the relationship between respiratory parameters.

**Materials and methods.** The study involved 30 patients with severe and very severe COPD (20 patients), severe asthma (5 patients), combined pathology of asthma and COPD (5 patients); average age was  $59,63 \pm 11,52$  years. All patients underwent clinical diagnostics, body plethysmography, impulse oscillometry.

**Results.** Body plethysmography showed increase of Rtot and RV. FEV1, FVC, FEV1/FVC, MEF 25%, MEF 50%, MEF 75%, PEF were significantly reduced. Increased Z5, as well as its components R5 and X5 indicates high level of obstruction and resistance (impulse oscillometry).

Correlation analysis showed the relationship between respiratory parameters (resistance, lung capacity) of body plethysmography and impulse oscillometry. Conducting of impulse oscillometry clarifies the level and degree of bronchial obstruction, which can significantly supplement the data of standard spirometry research and increase diagnostics and subsequent treatment of patients with asthma and COPD.

**Key words:** asthma, COPD, body plethysmography, impulse oscillometry.

Theoretical and practical J. «Asthma and Allergy», 2015, № 2

Y. I. Feschenko

academician, professor

SO «National Institute of phthisiology and pulmonology  
named after F. G. Yanovskii NAMS of Ukraine»

Amosova str., 10, Kyiv, Ukraine, 03680,

tel.: +38(044) 275-04-02; +38(044) 275-21-18

e-mail: admin@ifp.kiev.ua