

УДК 616.24-007.272-036.12-07.001.5

**Ю.І. Фещенко, Л.О. Яшина, К.В. Назаренко, С.Г. Опімах**

ДУ «Національний інститут фізичної медицини та пульмонології ім. Ф.Г. Яновського НАМН України», м. Київ

# Вплив фізичного навантаження на параметри легеневої вентиляції у хворих на бронхіальну астму, хронічне обструктивне захворювання легень та їх поєднання

**Ключові слова:** хронічне обструктивне захворювання легень, бронхіальна астма, легенева вентиляція, тест з фізичним навантаженням.

В останні роки приділяється значна увага поєднаному перебігу бронхіальної астми (БА) і хронічного обструктивного захворювання легень (ХОЗЛ). У світі приблизно 1 з 12 осіб хворіє на астму або ХОЗЛ, і якщо раніше ці дві нозології розглядалися як два різних і навіть взаємовиключних захворювання, то на сьогодні загально визнано, що вони часто перетинаються. В 2014 р. на рівні експертів GOLD та GINA для пацієнтів з клінічними ознаками і БА, і ХОЗЛ було введено поняття «астма-ХОЗЛ перехресний синдром» (АХПС), а станом на початок 2017 р. досягнуто консенсусу, що «астма-ХОЗЛ перехрест» (АХП) є патологією, коли два захворювання одночасно існують в одного хворого. Від 15 до 55 % популяції пацієнтів з бронхообструктивними захворюваннями мають АХП, причому його поширеність збільшується з віком, а діагностика АХП складна і продовжує залишатися суб'єктивною [3, 9, 10].

Хворим на астму та ХОЗЛ притаманне гірше, ніж у здорових осіб, пристосування до фізичних навантажень, що обумовлено численними факторами. Це і порушення бронхіальної прохідності в спокої, і виникнення бронхообструкції при навантаженні внаслідок гіперреактивності дихальних шляхів, і супутнє ожиріння, і збільшене відчуття задишки,

що змушує пацієнта припинити фізичне навантаження, а також динамічна гіперінфляція легень [5, 7, 8].

Історично для визначення переносимості фізичного навантаження хворому задавали питання на зразок «На який поверх ви можете піднятися?» чи «Яку відстань ви можете пройти без відпочинку?», але на початку 1960-х років з'явилися об'єктивні інструментальні методи оцінки фізичної витривалості — тести з 6- або 12-хвилинною ходою, тести з фіксованою дистанцією, тести з заданою швидкістю ходи (шаттл-тест) [4]. Універсальним методом оцінки рівня фізичної працездатності є кардіопульмональні тести з фізичним навантаженням, але вони потребують вартісного устаткування, а їх виконання в пульмонології обмежене через нездатність хворих досягти максимальних рівнів навантаження внаслідок основного захворювання [1].

На сьогодні тест з 6-хвилинною ходою визнаний як такий, що легко застосовувати, добре переноситься і найкраще відображує повсякденну фізичну активність серед інших схожих методик [6]. Даний тест використовувався нами як стандартний навантажувальний тест з метою вивчити вплив фізичного навантаження на параметри легеневої вентиляції у хворих на БА, ХОЗЛ та їх поєднання.

### Матеріали та методи дослідження

Робота виконана за рахунок коштів державного бюджету України.

Дослідження було узгоджено з локальним комітетом з медичної етики НІФП НАМНУ, учасники були ознайомлені з протоколом дослідження та підписали форму інформованої згоди на участь у дослідженні.

У дослідженні взяли участь 53 хворих на БА, ХОЗЛ та їх поєднання. Середній вік хворих становив  $(59,0 \pm 1,3)$  року. Групу АХП склали 37 хворих з середнім об'ємом форсованого видиху за першу секунду ( $FEV_1$ ) 59,9 % та співвідношенням об'єму форсованого видиху за першу секунду до форсованої життєвої ємності легень ( $FEV_1/FVC$ ) 54,4 %. У 21 пацієнта захворювання дебютувало з БА – підгрупа «АХП з первинною БА». Їх функціональні показники мали середні значення  $FEV_1$  – 61,1 % та  $FEV_1/FVC$  – 55,0 %. В 16 інших випадках спочатку було вставлено діагноз ХОЗЛ – підгрупа «АХП з первинним ХОЗЛ», а середні значення  $FEV_1$  становили 58,6 % та  $FEV_1/FVC$  – 53,7 %.

Групу БА склали 8 хворих з  $FEV_1$  89,1 % та співвідношенням  $FEV_1/FVC$  75,8 %. Групу ХОЗЛ склали 8 хворих з середнім  $FEV_1$  65,9 % та співвідношенням  $FEV_1/FVC$  54,8 %.

До початку навантажувального тесту хворим проводилася капнометрія на приладі MS Capno Jaeger фірми Viasys Healthcare (Німеччина) з оцінкою кривої залежності концентрації  $CO_2$  від об'єму повітря під час видиху [11]. Оцінювались наступні показники:

- дихальний об'єм, л (VT, tidal volume);
- об'єм «мертвого» простору (частина повітря, що не бере участі в газообміні), мл (VD, dead volume);
- частка «мертвого» простору від дихального об'єму, % (VD % VT, dead volume/tidal volume);
- частота дихання за 1 хв (BF, breath frequency);
- тривалість вдиху, с (Tinsp);
- тривалість видиху, с (Texp);
- об'єм вентиляції, л, за 1 хв ( $V'E$ );
- об'єм альвеолярної вентиляції, л, за 1 хв ( $V_a$ );
- максимальна концентрація  $CO_2$ , % ( $CO_{2max}$ );
- концентрація  $CO_2$  наприкінці видиху, % ( $CO_{2et}$ ).

Нормальні рівні концентрації  $CO_2$  наприкінці видиху становлять 4,0–5,6 % [11]. Для інших параметрів капнометрії належних величин не розроблено, тому результати цього дослідження розглядалися у порівнянні з результатами до та після проби з фізичним навантаженням.

Тест з 6-хвилинною ходьбою проводився за методикою, схваленою експертами Європейського респіраторного товариства та Американського респіраторного товариства [4]. Перед дослідженням пацієнти були проінструктовані про мету тесту, їм пропонувалось пройти по розміреному коридору у своєму власному темпі, намагаючись пройти максимальну відстань протягом 6 хв. Дозволялося зупинятися і відпочивати під час тесту, але потім відновлювати ходьбу, якщо це вважалося можливим. Пацієнти повинні були припинити ходьбу при виникненні наступних симптомів: дуже тяжка задишка, біль у грудній клітці, запаморочення,

біль у ногах, а також при зниженні сатурації кисню до 86 %. Одразу після навантажувального тесту кожному пацієнту проводилася повторна капнометрія.

Накопичення даних та їх математична обробка проводились за допомогою ліцензійних програмних продуктів, що входять до пакету Microsoft Office Professional 2007, ліцензія Russian Academic OPEN No Level № 43437596. Статистична обробка виконувалась 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 вивчалися в даній роботі, оцінювались за допомогою визначення середньої величини (M), похибки середньої величини (m), критерію достовірності (t), рівня значимості (p). Кореляційний аналіз проводився за методом параметричної кореляції Пірсона та непараметричної кореляції Спірмена з наступною перевіркою достовірності результату за допомогою критерію Ст'юдента.

Регресійний аналіз проводився за допомогою статистичних можливостей MS Excel, а рівняння парної лінійної регресії мало вигляд:

$$Y = kX + b,$$

в якому Y – результуюча ознака, X – факторна ознака, k та b – числові параметри рівняння.

Величина b є константою, а коефіцієнт k в рівнянні регресії називається коефіцієнтом регресії та показує, як в середньому зміниться результуюча ознака (Y), якщо факторна ознака (X) збільшиться на одиницю [2].

### Результати та їх обговорення

Всім 53 учасникам дослідження проведено початкову капнометрію. Процедура проводилася у стандартних умовах – у спокої, в положенні сидячи, після 5 хв відпочинку. Повторну капнометрію проводили негайно після завершення тесту з 6-хвилинною ходьбою, в положенні сидячи (табл. 1).

В середньому по групі після фізичного навантаження спостерігалось достовірне відносно вихідного рівня збільшення дихального об'єму з  $(0,94 \pm 0,05)$  до  $(1,09 \pm 0,06)$  л,  $p < 0,05$ . Очікуваного збільшення частоти дихання в групі, що вивчалась, не відбувалося, можливо, через неможливість скоротити час видиху при порушеній прохідності дихальних шляхів. За рахунок збільшення глибини дихання пацієнти продемонстрували достовірне збільшення хвилинної (з  $(16,1 \pm 0,8)$  до  $(19,2 \pm 1,0)$  л/хв) та альвеолярної (з  $(11,2 \pm 0,6)$  до  $(13,7 \pm 0,8)$  л/хв) вентиляції легень,  $p < 0,05$ . Концентрація вуглекислого газу наприкінці видиху під впливом фізичного навантаження достовірно збільшилася в межах нормальних значень з  $(4,6 \pm 0,1)$  до  $(4,8 \pm 0,1)$  %,  $p < 0,05$ .

Динаміка показників вентиляції «мертвого» простору була протилежно направленою. Об'єм «мертвого» простору достовірно збільшився в середньому на 24,6 мл, що може бути пояснено феноменом динамічної гіперінфляції легень. Водночас частка «мертвого» простору

Показники	До тесту (n = 53)	Після тесту (n = 53)	Різниця показника (n = 53)	p значення
VT, л	0,94 ± 0,05	1,09 ± 0,06	0,15	0,002*
BF, за 1 хв	17,8 ± 0,7	18,1 ± 0,6	0,23	0,642
T <sub>insp</sub> , сек.	1,37 ± 0,04	1,40 ± 0,05	0,04	0,321
Техр, сек.	2,25 ± 0,12	2,13 ± 0,09	-0,12	0,185
V'E, л/хв.	16,1 ± 0,8	19,2 ± 1,0	3,05	< 0,001*
Va, л/хв.	11,2 ± 0,6	13,7 ± 0,8	2,51	< 0,001*
CO <sub>2</sub> max, %	4,6 ± 0,1	4,8 ± 0,1	0,21	0,011*
CO <sub>2</sub> et, %	4,6 ± 0,1	4,8 ± 0,1	0,20	0,008*
VD, мл	281,1 ± 13,0	305,6 ± 14,3	24,6	0,044*
VD%VT	31,0 ± 0,9	28,8 ± 0,7	-2,24	0,01

Примітка: \* статистично значима різниця показників до та після проби з фізичним навантаженням, p < 0,05.

у складі дихального об'єму достовірно зменшилася в середньому на 2,24 %. Таким чином, пристосувальне збільшення дихального об'єму повністю компенсувало негативний компонент збільшення об'єму «мертвого» простору у загальній групі.

При індивідуальній оцінці кожного окремого спостереження було встановлено, що в 16 пацієнтів з 53 (30 % випадків) не було нормальної фізіологічної реакції на навантаження і тест вони завершили з погіршенням альвеолярної вентиляції. У всіх 8 хворих на БА відбулося підвищення альвеолярної вентиляції (рис. 1). У третини (7 пацієнтів з 21) хворих на БА, до якої приєдналось ХОЗЛ, альвеолярна вентиляція зменшилася. У половини хворих на ХОЗЛ (у 4 з 8) альвеолярна вентиляція зменшилася, а при приєднанні БА до первинного ХОЗЛ така тенденція спостерігалася у більше ніж третини (в 5 з 12) учасників дослідження.

На рисунку 2 представлена динаміка вентиляційних показників у залежності від відповіді на фізичне навантаження. 37 учасників продемонстрували збільшення

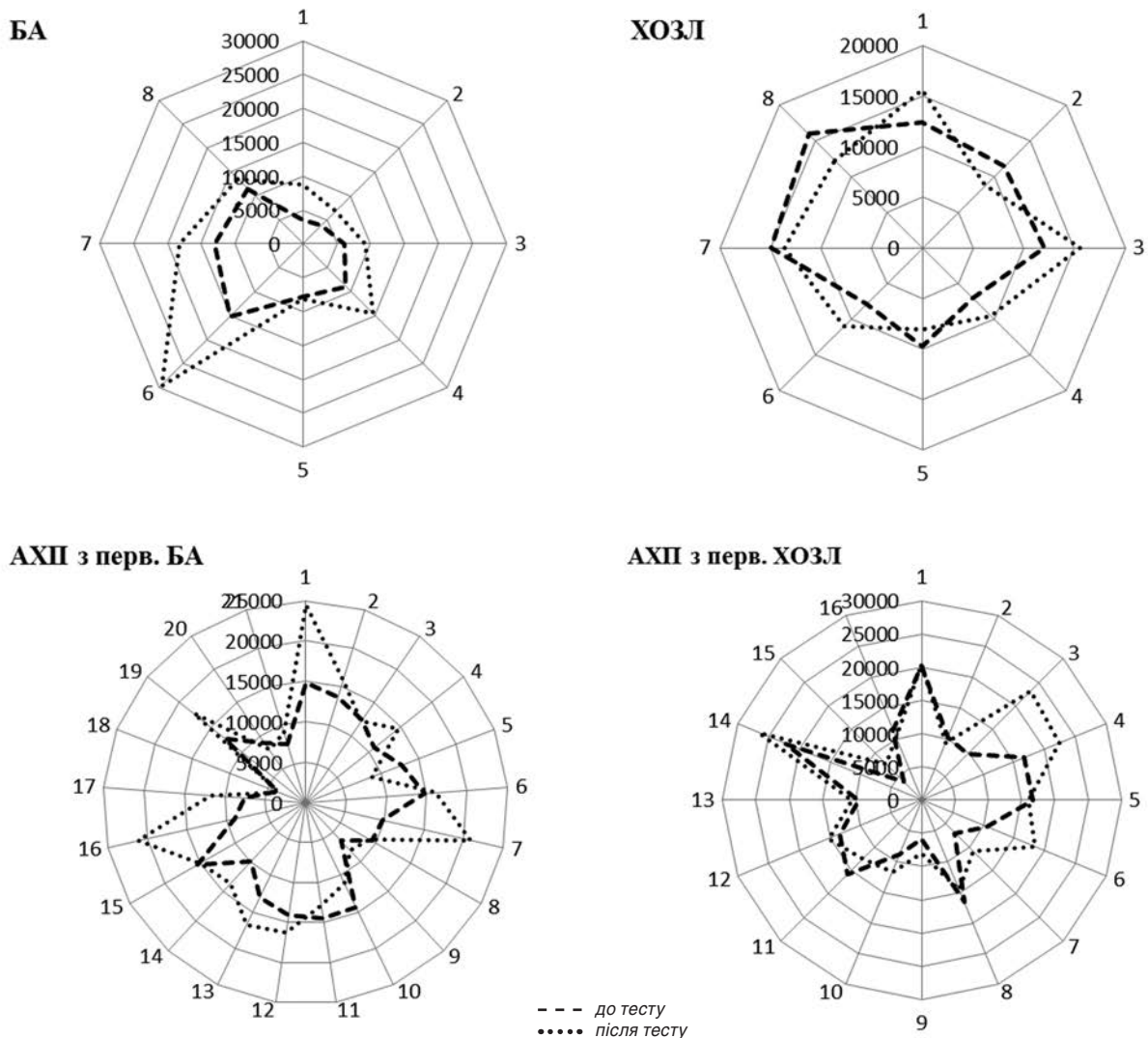


Рис. 1. Динаміка значень альвеолярної вентиляції до та після тесту з фізичним навантаженням в кожного окремого хворого

хвилинної та альвеолярної вентиляції легень – «адекватна» відповідь на фізичне навантаження. В 16 хворих з падінням альвеолярної вентиляції ми бачимо і зниження хвилинної вентиляції легень після навантаження – «патологічна» відповідь.

Таким чином, при ХОЗЛ та БА, що з ним поєднується, існують перешкоди для пристосування до фізичного навантаження. При пошуках факторів, які б прямо впливали на параметри альвеолярної вентиляції при фізичному навантаженні у цих хворих, було проведено кореляційний аналіз, результати якого не дають однозначного пояснення нашим спостереженням. Так, з віком динаміка хвилинної та альвеолярної вентиляції легень не пов'язана (коефіцієнт кореляції дорівнює 0,11 та 0,16 відповідно, вік хворих – від 43 до 77 років). Слабкий негативний зв'язок має місце між залишковим об'ємом легень та динамікою хвилинної та альвеолярної вентиляції легень (коефіцієнт кореляції дорівнює -0,38 та -0,36 відповідно, значення RV були від 83 до 257 % від належних величин). Отже, при збільшенні залишкового об'єму альвеолярна вентиляція погіршується, але загалом кореляційна матриця для показників бодіплетизмографії та капнометрії значущих зв'язків не продемонструвала.

Далі було проаналізовано компоненти легеневої вентиляції в кожного хворого з неадекватною відповіддю системи дихання на фізичне навантаження. Розглядалися такі питання: чи збільшилися частота та глибина дихання після фізичного навантаження і як змінився об'єм вентиляції «мертвого» простору. Результати наведені в таблиці 2.

З таблиці 2 видно, що в переважній кількості спостережень не відбувалося збільшення глибини дихання під впливом фізичного навантаження (всі пацієнти, окрім спостережень № 4 та № 13, стали дихати більш поверхнево). У 6 з цих хворих синхронно збільшувалася частота дихання, але недостатньо для покращення альвеолярної вентиляції (в двох випадках мало місце супутнє збільшення вентиляції «мертвого» простору). У випадках № 4 та № 13 також є збільшення об'єму «мертвого» простору, тому підвищення глибини дихання не впливає позитивно на альвеолярну вентиляцію. Троє хворих на ХОЗЛ і двоє на ХОЗЛ з БА, а також троє осіб з БА, до якої приєднався ХОЗЛ, продемонстрували відсутність пристосування до навантаження як шляхом збільшення частоти дихання, так і шляхом його поглиблення.

Збільшення частоти дихання в нормі відбувається за рахунок скорочення тривалості видиху. При обмеженні прохідності дихальних шляхів у хворих на БА та ХОЗЛ (в нашому дослідженні найменший FEV<sub>1</sub> становив 29,2 % від належних величин), навпаки, видих є подовженим для забезпечення механізмів спорожнення легень. Тому частина хворих не може дихати частіше у відповідь на навантаження. Для збільшення глибини дихання необхідне включення у вентиляцію резервних об'ємів вдиху та видиху, які редуковані при надмірній повітряності легень (в нашому дослідженні найменший ІС складав 21,3 % від належних величин). На додаток, в нашій виборці хворих показник ємності вдиху мав сильний зворотній кореляційний зв'язок

з часткою вентиляції «мертвого» простору у складі дихального циклу:  $r = -0,74$ ,  $p = 0,0048$  (рис. 3).

Таким чином, при ХОЗЛ і поєднанні БА та ХОЗЛ має місце порушення альвеолярної вентиляції легень під впливом фізичного навантаження. Вихідний

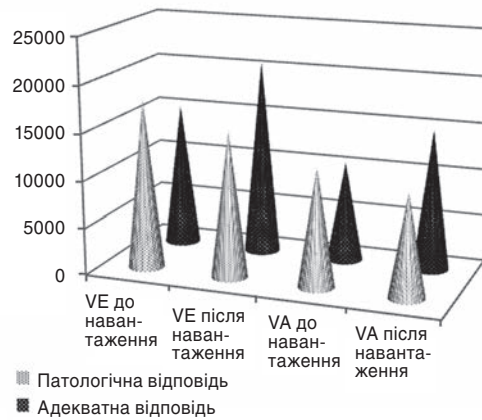


Рис. 2. Динаміка вентиляційних показників в залежності від відповіді на фізичне навантаження

Таблиця 2 Індивідуальна динаміка показників легеневої вентиляції у досліджуваних осіб до та після проби з фізичним навантаженням (n = 16)				
№	Діагноз	Чи збільшилася глибина дихання	Чи збільшилася частота дихання	Як змінився об'єм «мертвого» простору
1.	АХП з перв. БА	ні	ні	зменшився
2.	АХП з перв. БА	ні	так	збільшився
3.	АХП з перв. БА	ні	ні	збільшився
4.	АХП з перв. БА	так	ні	збільшився
5.	АХП з перв. БА	ні	ні	зменшився
6.	АХП з перв. БА	ні	так	зменшився
7.	АХП з перв. БА	ні	так	зменшився
8.	АХП з перв. ХОЗЛ	ні	так	зменшився
9.	АХП з перв. ХОЗЛ	ні	так	збільшився
10.	АХП з перв. ХОЗЛ	ні	ні	зменшився
11.	АХП з перв. ХОЗЛ	ні	ні	зменшився
12.	АХП з перв. ХОЗЛ	ні	так	зменшився
13.	ХОЗЛ	так	ні	збільшився
14.	ХОЗЛ	ні	ні	зменшився
15.	ХОЗЛ	ні	ні	зменшився
16.	ХОЗЛ	ні	ні	зменшився

рівень бронхіальної обструкції та гіперінфляції легень обумовлює негативне підґрунтя для адаптаційних механізмів системи дихання.

Механізми динамічної гіперінфляції легень функціонально впливають на нарощування марної вентиляції «мертвого» простору (рис. 4). Якщо під час фізичного навантаження частка вентиляції «мертвого» простору у складі дихального об'єму збільшується на 3 %, безкорисна вентиляція «мертвого» простору зростає на 1 л кожної хвилини. Таким чином, у хворих, що схильні до формування динамічної гіперінфляції легень, розлади альвеолярної вентиляції підсилюються, що значно обмежує можливість цих хворих задовільно переносити фізичне навантаження в повсякденній діяльності.

### Висновки

У хворих на БА, ХОЗЛ та їх поєднання під впливом фізичного навантаження має місце достовірне збільшення хвилинної (з  $16,1 \pm 0,8$  до  $19,2 \pm 1,0$ ) л/хв та альвеолярної (з  $11,2 \pm 0,6$  до  $13,7 \pm 0,8$ ) л/хв вентиляції легень ( $p < 0,05$ ) за рахунок збільшення глибини дихання (збільшення дихального об'єму з  $0,94 \pm 0,05$  до  $1,09 \pm 0,06$  л,  $p < 0,05$ ).

Прийняття до фізичного навантаження за рахунок збільшення частоти дихання у пацієнтів з БА, ХОЗЛ та їх поєднанням порушене через нездатність хворих скоротити час видиху при обструкції бронхів.

Тридцять відсотків (16 з 53 хворих) продемонстрували погіршення альвеолярної вентиляції при фізичному навантаженні, можливою причиною чого є статична гіперінфляція легень (кореляційний зв'язок між ємністю вдиху та часткою вентиляції «мертвого» простору у складі дихального циклу становить  $r = -0,74$ ,  $p = 0,0048$ ).

### Список літератури

1. Гаврисюк, В.К. Анализ перспектив применения функциональных тестов с ходьбой у больных хроническими заболеваниями легких [Текст] / В.К. Гаврисюк, А.И. Ячник, Е.А. Беренда // Укр. пульмонолог. журн. – 2004. – № 3. – С. 46–50.
2. Лапач, С.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel [Текст] / С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич. – Київ: Моріон, 2000. – 320 с.
3. Фещенко, Ю.І. IX Астма-конгрес: новітні методи діагностики, сучасні підходи до терапії, перспективи розвитку [Текст] / Ю.І. Фещенко // Здоров'я України. – Грудень 2015. – Тематичний номер. – С. 14–15.
4. An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease [Text] / A.E. Holland, M.A. Spruit, T. Troosters [et al.] // Eur. Respir. J. – 2014. – Vol. 44. – P. 1428–1446.
5. Assessment of exercise capacity among asthmatic and healthy adolescents [Text] / R.P. Basso, M. Jamami, B.V. Pessoa [et al.] // Rev. bras. fisioter. – 2010. – Vol. 14 (3). – P. 252–258.
6. ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test [Text] / ATS board of directors // Am. J. Respir. Crit. Care Med. – 2002. – Vol. 166. – P. 111–117.
7. Bauerle, O. Mechanisms by Which COPD Affects Exercise Tolerance [Text] / O. Bauerle, C.A. Chrusch, M. Younes // Am. J. Respir. Crit. Care Med. – 1998. – Vol. 157. – P. 57–68.
8. O'Donnell, D.E. Dynamic lung hyperinflation and its clinical implication in COPD [Text] / D.E. O'Donnell // Rev. Mal. Respir. – 2009. – Vol. 26. – P. e19–29.

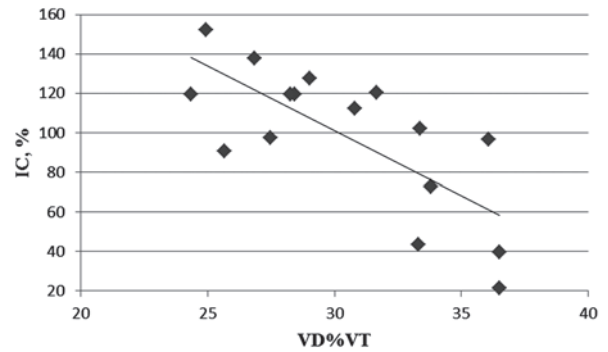
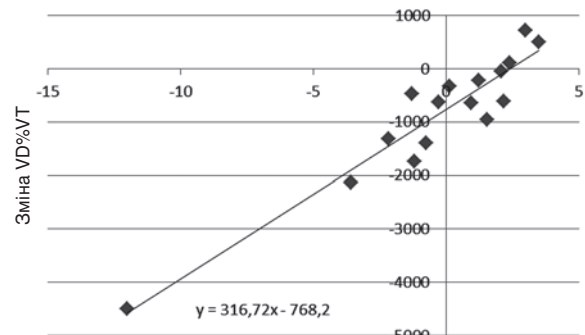


Рис. 3. Кореляційна залежність між ємністю вдиху та часткою «мертвого» простору у складі дихального об'єму



Зміна вентиляції «мертвого» простору за 1 хв

Рис. 4. Кореляційна залежність між приростом частки «мертвого» простору та хвилинною вентиляцією «мертвого» простору і рівняння парної лінійної регресії

Внесок динамічної гіперінфляції в розлади вентиляції легень (збільшення безкорисної вентиляції «мертвого» простору на 1 л за 1 хв при прирості частки VD % VT на 3 %) може значно обмежувати повсякденну діяльність хворих.

### References

1. Gavriyuk VK, Yachnik AI, Berenda EA. Analiz perspektiv primeneniya funktsional'nykh testov s khod'boй u bol'nykh khronicheskimi zabol'evaniyami legkikh (Analysis of the prospects for the use of functional tests with walking in patients with chronic lung diseases). Ukr. pul'monol. zhurn. 2004;3:46–50.
2. Lapach SN, Chubenko AV, Babich PN. Statisticheskie metody v mediko-biologicheskikh issledovaniyakh s ispol'zovaniem Excel (Statistical methods in biomedical research using Excel). Kiiv: Morion; 2000. 320 p.
3. Feshchenko Yu.I. IX Astma-kongres: novitni metody diagnostiki, suchasni pidkhodi do terapii, perspektivi rozvitku (IX Asthma Congress: Newest methods of diagnosis, modern approaches to therapy, prospects for development). Zdorov'ya Ukraini. 2015 Dec:14-15.
4. Holland AE, Spruit MA, Troosters T, et al. An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. Eur. Respir. J. 2014;44:1428–1446.
5. Basso RP, Jamami M, Pessoa BV, et al. Assessment of exercise capacity among asthmatic and healthy adolescents. Rev. bras. fisioter. 2010;14(3):252–258.
6. ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. ATS board of directors. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2002;166:111–117.
7. Bauerle O, Chrusch CA, Younes M. Mechanisms by Which COPD Affects Exercise Tolerance. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 1998;157:57–68.
8. O'Donnell DE. Dynamic lung hyperinflation and its clinical implication in COPD. Rev. Mal. Respir. 2009;26:e19–29.

9. Global initiative for chronic obstructive pulmonary disease revised 2017 [Text] / GOLD executive committee, GOLD science committee. – 2017. – 139 p.

10. Global strategy for asthma management and prevention [Text] / Global Initiative for Asthma. – 2017. – 157 p.

11. Yorba, L. Capnography handbook [Text] / L. Yorba // Care Fusion Corporation or one of its subsidiaries. – 2010. – 36 p.

9. Global initiative for chronic obstructive pulmonary disease revised 2017. GOLD executive committee, GOLD science committee; 2017. 139 p.

10. Global strategy for asthma management and prevention. Global Initiative for Asthma; 2017. 157 p.

11. Yorba L. Capnography handbook. Care Fusion Corporation or one of its subsidiaries. 2010. 36 p.

## ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ПАРАМЕТРЫ ЛЕГОЧНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ У БОЛЬНЫХ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ, ХРОНИЧЕСКИМ ОБСТРУКТИВНЫМ ЗАБОЛЕВАНИЕМ ЛЕГКИХ И ИХ СОЧЕТАНИЕМ

Ю.И. Фещенко, Л.А. Яшина, К.В. Назаренко, С.Г. Опимах

### Резюме

Больным бронхиальной астмой (БА) и хроническим обструктивным заболеванием легких (ХОЗЛ) присуща худшая, чем у здоровых лиц, адаптация к физической нагрузке, что обусловлено такими факторами, как нарушение бронхиальной проходимости в покое, возникновение бронхообструкции при нагрузке вследствие гиперреактивности дыхательных путей, сопутствующее ожирение, чрезмерное чувство одышки, динамическая гиперинфляция легких.

Данная работа выполнена с целью изучить влияние физической нагрузки на параметры легочной вентиляции у больных БА, ХОЗЛ и их сочетанием.

**Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 53 больных БА, ХОЗЛ и их сочетанием, которым была проведена капнометрия до и после теста с 6-минутной ходьбой.

**Результаты.** При БА, ХОЗЛ и их сочетании под влиянием физической нагрузки имеет место достоверное увеличение минутной (с  $16,1 \pm 0,8$ ) до  $19,2 \pm 1,0$ ) л/мин) и альвеолярной (с  $11,2 \pm 0,6$ ) до  $13,7 \pm 0,8$ ) л/мин) вентиляции легких ( $p < 0,05$ ) за счет увеличения глубины дыхания (увеличение дыхательного объема с  $0,94 \pm 0,05$ ) до  $1,09 \pm 0,06$ ) л,  $p < 0,05$ ). Адаптация к физической нагрузке за счет увеличения частоты дыхания при этом нарушена из-за неспособности больных сократить время выдоха при обструкции бронхов. Тридцать процентов (16 из 53 больных) продемонстрировали ухудшение показателей легочной вентиляции во время физической нагрузки.

**Выводы.** Возможной причиной ухудшения альвеолярной вентиляции при физической нагрузке является статическая гиперинфляция легких (коэффициент корреляции между емкостью вдоха и долей вентиляции «мертвого» пространства в дыхательном объеме  $r = -0,74$ ,  $p = 0,0048$ ) и динамическая гиперинфляция (увеличение бесполезной вентиляции «мертвого» пространства на 1 л в 1 мин при приросте доли  $VD \% VT$  на 3 %).

**Ключевые слова:** хроническое обструктивное заболевание легких, бронхиальная астма, легочная вентиляция, тест с физической нагрузкой.

*Научно-практический журнал «Астма и аллергия», 2017, № 2*

*Ю.И. Фещенко, академик НАМН Украины, профессор, директор*

*ГУ «Национальный институт фтизиатрии и пульмонологии им. Ф.Г. Яновского НАМН Украины»  
ул. Амосова, 10, г. Киев, Украина, 03110; тел.: +38 (044) 275-04-02; +38 (044) 275-21-18; e-mail: admin@ifp.kiev.ua*

## EXERCISE TESTING INFLUENCE ON PULMONARY VENTILATION PARAMETERS IN PATIENTS WITH BRONCHIAL ASTHMA, CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE AND THEIR COMBINATION

Y.I. Feshchenko, L.O. Iashyna, K.V. Nazarenko, S.G. Opimakh

### Abstract

For patients with bronchial asthma and chronic obstructive pulmonary disease, adaptation to physical activity is worse than in healthy individuals, which is caused by such factors as violation of bronchial patency at rest, the emergence of bronchial obstruction under load due to airway hyperreactivity, concomitant obesity, excessive dyspnea feeling, dynamic hyperinflation of the lungs.

**The purpose** of the study: This study aimed to investigate the exercise testing influence on pulmonary ventilation parameters in patients with bronchial asthma, chronic obstructive pulmonary disease and their combination.

**Results:** In bronchial asthma, chronic obstructive pulmonary disease and their combination under the influence of exercise, there is a significant increase in the minute from  $16.1 \pm 0.8$  to  $19.2 \pm 1.0$ ) l/min. And alveolar ventilation of the lungs from  $11.2 \pm 0.6$ ) to  $13.7 \pm 0.8$ ) l/min,  $p < 0.05$  due to an increase in the depth of breathing (an increase in the tidal volume from  $0.94 \pm 0.05$ ) to  $1.09 \pm 0.06$ ) l,  $p < 0.05$ ). Adaptation to physical exertion by increasing the respiratory rate is disrupted due to the inability of patients to shorten the expiration time due to bronchial obstruction. 30 % (16 of 53 patients) showed deterioration in pulmonary ventilation during exercise.

**Conclusions:** A possible cause of the alveolar ventilation worsening during physical exercise is static hyperinflation of the lungs (the correlation coefficient between the inspiratory capacity and the fraction of ventilation of the «dead» space in the respiratory volume  $r = -0.74$ ,  $p = 0.0048$ ) and dynamic hyperinflation (increase in the useless ventilation of the «dead» space per 1 liter per minute with the increase in the share of  $VD \% VT$  by 3 %).

**Key words:** chronic obstructive pulmonary disease, bronchial asthma, lung ventilation, exercise testing.

*Theoretical and practical J. «Asthma and Allergy», 2017, 2*

*Y.I. Feshchenko, Academician of NAMS of Ukraine, Professor*

*Director of SO «National Institute of phthisiology and pulmonology named after F.H. Yanovskyi NAMS of Ukraine»  
M. Amosova str., 10, Kyiv, Ukraine, 03110; tel.: +38 (044) 275-04-02; +38 (044) 275-21-18; e-mail: admin@ifp.kiev.ua*