

УДК 616.24-007.272-036.12-07.001.5

С. Г. Опімах

ДУ «Національний інститут фтизіатрії і пульмонології імені Ф. Г. Яновського НАМН України», м. Київ

Можливості капнометрії в оцінці альвеолярної вентиляції у хворих на хронічне обструктивне захворювання легень

Ключові слова: хронічне обструктивне захворювання легень, альвеолярна вентиляція, капнометрія.

Хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ) — одна з найбільш важливих медико-соціальних проблем як в Україні, так і в світі. Її актуальність зумовлена високими показниками поширеності, інвалідизації, смертності та постійно зростаючими економічними збитками. Проблемами ХОЗЛ є недостатня увага до питань профілактики, несвоєчасна діагностика і відсутність адекватного лікування [3].

Порушення газообміну є складовою частиною патофізіології ХОЗЛ. В керівництві Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) підсумовано, що порушення газообміну — це зниження вентиляції та вентиляційного драйву, погіршення функції дихальних м'язів внаслідок напруженої її роботи при тяжкій бронхообструкції та гіперінфляції легень, вентиляційно-перфузійні розлади, що в сумі призводить до гіпоксемії та гіперкапнії [6]. Для ХОЗЛ притаманне значне порушення легеневої вентиляції, в процесі якої поновлюється газовий склад альвеолярного повітря. Альвеолярна вентиляція безпосередньо впливає на вміст кисню та вуглекислого газу (CO_2) в альвеолярному повітрі і таким чином визначає характер газообміну між кров'ю та повітрям, що заповнює альвеоли. На склад альвеолярного повітря впливає величина «мертвого» простору. Анатомічний «мертвий» простір — це верхні дихальні шляхи, трахея, бронхи і термінальні бронхіоли, які не беруть участі в газообміні. Його об'єм становить близько 2 мл/кг маси тіла. Альвеолярний «мертвий»

простір — це альвеоли, що вентилуються, але частково або повністю не перфузуються кров'ю. Сума анатомічного і альвеолярного «мертвого» простору — це фізіологічний, або функціональний «мертвий» простір. VD/VT (dead volume / tidal volume) — співвідношення фізіологічного «мертвого» простору до дихального об'єму — відображає баланс вентиляції та перфузії та в нормі дорівнює приблизно 30 % у спокої [4].

Безпосередня оцінка альвеолярної вентиляції майже недоступна в клінічній практиці. Проте є можливість діагностувати порушення альвеолярної вентиляції шляхом використання методики капнометрії. Капнометрія — це вимірювання і цифрове відображення концентрації або парціального тиску CO_2 в повітрі, що вдихає або видихає пацієнт під час дихального циклу [7]. За рахунок інтегрування капнометра та пневмотахометра в одному приладі та унікальної можливості капнометрії обраховувати вільні від CO_2 порції повітря протягом видиху, як об'єм вентиляції «мертвого» простору, є можливість оцінити ефективність альвеолярної вентиляції.

Метою даної роботи було вивчити можливості капнометрії в оцінці альвеолярної вентиляції у хворих на ХОЗЛ.

Матеріали та методи дослідження

Робота виконана за рахунок коштів державного бюджету України.

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

В дослідженні взяли участь 100 хворих на ХОЗЛ та 35 здорових осіб.

При постановці діагнозу ХОЗЛ та розподілі хворих за ступенем тяжкості захворювання враховувалися критерії наказу Міністерства охорони здоров'я України від 19.03.2007 р. № 128 «Про затвердження клінічних протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю «Пульмонологія» [1]. Здоровими особами в даному дослідженні вважалися учасники з нормальними показниками функції зовнішнього дихання, у яких на момент обстеження не було бронхообструктивних захворювань легень.

Групи дослідження:

- хворі на ХОЗЛ II стадії – 30 осіб (23 чоловіків та 7 жінок), середній вік – $(57,5 \pm 2,1)$ року, середній об'єм форсованого видиху за першу секунду (ОФВ₁) – $(64,3 \pm 1,5)$ %;
- хворі на ХОЗЛ III стадії – 45 осіб (30 чоловіків та 15 жінок), середній вік – $(59,0 \pm 1,8)$ року, середній ОФВ₁ – $(41,0 \pm 0,8)$ %;
- хворі на ХОЗЛ IV стадії – 25 осіб (21 чоловік та 4 жінки), середній вік – $(65,6 \pm 1,8)$ року, середній ОФВ₁ – $(26,4 \pm 0,6)$ %;
- контрольна група – 35 осіб (19 чоловіків та 16 жінок), середній вік – $(48,0 \pm 2,4)$ року, середній ОФВ₁ – $(99,1 \pm 1,5)$ %.

Капнометрія проводилася на комплекті для дослідження кардіореспіраторної системи «Охусон Про» фірми «Cardinal Health» (Німеччина), оцінювалися такі показники:

- об'єм «мертвого» простору (VD), мл;
- частина «мертвого» простору від дихального об'єму (VD/VT), %;
- об'єм хвилинної вентиляції (V'E), л/хв;
- об'єм альвеолярної вентиляції (V_a), л/хв.

До початку обстеження хворому роз'яснюють суть процедури. Обстеження проводиться в положенні сидячи, пацієнт дихає атмосферним повітрям протягом 5 хвилин через загубник з носовою кліпсою для того, щоб весь потік повітря, що вдихається або видихається,

проходив через аналізатор. Після цього протягом 3 хвилин записуються дані капнометрії.

Накопичення даних та їх математичну обробку проводили за допомогою ліцензійних програмних продуктів, що входять в пакет Microsoft Office Professional 2007, ліцензія Russian Academic OPEN No Level № 43437596. 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. Бабиць [2]. Параметри, що вивчалися в даній роботі, оцінювали за допомогою визначення середньої величини (M), похибки середньої величини (m), критерію достовірності (t), рівня значимості (p).

Результати та їх обговорення

Всім 135 учасникам дослідження проведено капнометрію. Об'єм хвилинної вентиляції легень у спокої виявився найвищим у хворих на ХОЗЛ IV стадії – $(12,6 \pm 0,6)$ л/хв (таблиця), статистично значимо більшим порівняно із хворими на ХОЗЛ II стадії – $(11,1 \pm 0,4)$ л/хв та здоровими особами – $(10,5 \pm 0,3)$ л/хв. Хвилинна вентиляція у хворих на ХОЗЛ III стадії – $(12,2 \pm 0,5)$ л/хв – була достовірно вищою, ніж у здорових осіб.

Об'єм «мертвого» простору був найвищим у хворих на ХОЗЛ IV стадії – (264 ± 14) мл, що становило $(37,2 \pm 1,4)$ % від дихального об'єму. Це збільшення було статистично значимо порівняно зі здоровими особами – (173 ± 8) мл, $(25,2 \pm 0,9)$ % від дихального об'єму, $p < 0,01$. Також високими відносно здорових осіб були значення «мертвого» простору у хворих на ХОЗЛ III стадії – (241 ± 9) мл, що становило $(31,3 \pm 1,2)$ % від дихального об'єму. У хворих на ХОЗЛ III та IV стадій VD/VT перевищує норму, що свідчить про порушення балансу вентиляції та перфузії у цих хворих, яке є одним із механізмів розладів газообміну.

Альвеолярна вентиляція у хворих на ХОЗЛ II, III та IV стадій становила $(8,1 \pm 0,3)$, $(8,4 \pm 0,5)$ та $(7,9 \pm 0,5)$ л/хв відповідно, а в учасників контрольної групи – $(7,9 \pm 0,5)$ л/хв. І хоча значення V_a не має статистично значимих відмінностей між групами, нами помічено цікаву тенденцію: збільшення V'E супроводжується покращенням V_a та, можливо, має пристосувальне значення у хворих на ХОЗЛ III стадії. При IV стадії ХОЗЛ

Показники легеневої вентиляції у здорових осіб та хворих на ХОЗЛ (M ± m)

Таблиця

Показник	Здорові особи (n = 35)	Хворі на ХОЗЛ II стадії (n = 30)	Хворі на ХОЗЛ III стадії (n = 45)	Хворі на ХОЗЛ IV стадії (n = 25)
V'E, л/хв	$10,5 \pm 0,3$	$11,1 \pm 0,4$	$12,2 \pm 0,5^*$	$12,6 \pm 0,6^{*\$}$
VD, мл	173 ± 8	$236 \pm 15^{\square}$	$241 \pm 9^*$	$264 \pm 14^{\#}$
VD/VT	$25,2 \pm 0,9$	$27,5 \pm 1,1$	$31,3 \pm 1,2^{*\wedge}$	$37,2 \pm 1,4^{*\$}$
Va, л/хв	$7,9 \pm 0,4$	$8,1 \pm 0,3$	$8,4 \pm 0,5$	$7,9 \pm 0,5$

Примітки: * – статистично значима різниця показників між здоровими особами та хворими на ХОЗЛ III стадії ($p < 0,01$); # – статистично значима різниця показників між здоровими особами та хворими на ХОЗЛ IV стадії ($p < 0,01$); § – статистично значима різниця показників між хворими на ХОЗЛ II стадії та хворими на ХОЗЛ IV стадії ($p < 0,05$); $\square$ – статистично значима різниця показників між здоровими особами та хворими на ХОЗЛ II стадії ($p < 0,01$); $\wedge$ – статистично значима різниця показників між хворими на ХОЗЛ II стадії та хворими на ХОЗЛ III стадії ($p < 0,05$); ° – статистично значима різниця показників між хворими на ХОЗЛ III стадії та хворими на ХОЗЛ IV стадії ($p < 0,01$).

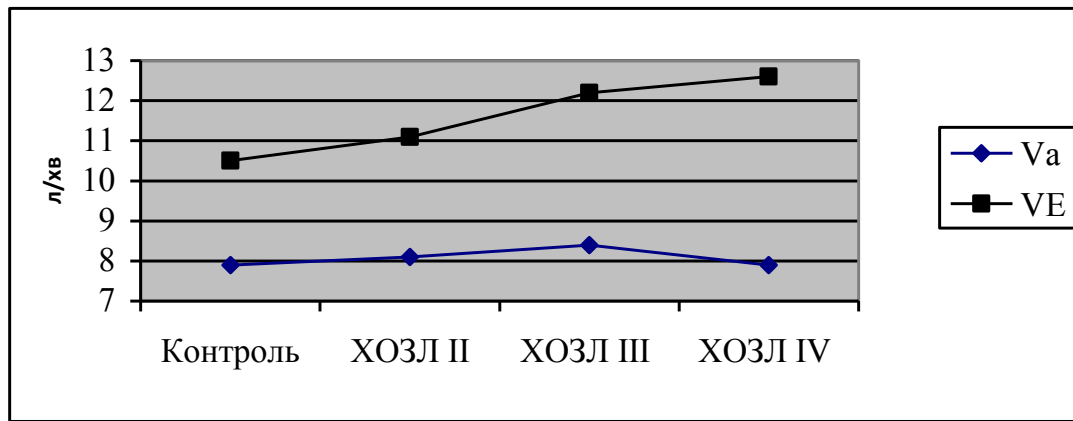


Рисунок. Хвилинна та альвеолярна вентиляція у досліджуваних хворих

наростання $V'E$ частково іде за рахунок даремної вентиляції «мертвого» простору зі зниженням ефективної V_a , що може бути одним із фактором дуже тяжкого перебігу захворювання у цих хворих та декомпенсації легеневої недостатності (рисунок).

З іншого боку, розрахований хвилинний об'єм вентиляції «мертвого» простору у досліджуваних групах становить: $(3,1 \pm 0,2)$, $(3,7 \pm 0,1)$ та $(4,7 \pm 0,2)$ л/хв у хворих на ХОЗЛ II, III та IV стадій відповідно та $(2,7 \pm 0,1)$ л/хв – у контрольній групі, статистично значима різниця показників між групами хворих на ХОЗЛ, $p < 0,05$.

Ми визначали рівень вентиляції «мертвого» простору у хворих на ХОЗЛ в стані спокою, він є високим у хворих з тяжким та дуже тяжким перебігом захворювання. З літератури відомо, що під час фізичного навантаження VD/VT збільшується [5]. Таким чином, можна припустити, що при фізичному навантаженні збільшення $V'E$ поряд зі збільшенням VD/VT може супроводжуватися зниженням ефективної V_a та унеможливити збільшення фізичної активності хворих.

Висновки

Збільшення $V'E$ у хворих на ХОЗЛ III стадії супроводжується покращенням V_a , а при IV стадії ХОЗЛ наростання $V'E$ частково відбувається за рахунок «мертвого» простору зі зниженням ефективної V_a . Таким чином, за даними капнометрії можна оцінити ефективність альвеолярної вентиляції у хворих на ХОЗЛ.

Список літератури

1. *Діагностика*, клінічна класифікація та лікування хронічного обструктивного захворювання легень [Текст] : наказ МОЗ України № 128 від 19.03.2007 р. «Про затвердження клінічних протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю «Пulьмонологія». – К., 2007. – С. 63–88.
2. Лапач, С. Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel [Текст] / С. Н. Лапач, А. В. Чубенко, П. Н. Бабич – К. : Морион, 2000. – 320 с.
3. Фещенко, Ю. И. Хроническое обструктивное заболевание легких – актуальная медико-социальная проблема [Текст] / Ю. И. Фещенко // Укр. пульмонолог. журн. – 2011. – № 2. – С. 6.
4. Ceriana, P. Hypoxic and hypercapnic respiratory failure [Text] / P. Ceriana, S. Nava // Eur. Respir. Mon. – 2006. – Vol. 36. – P. 1–15.

5. Diaz, O. Breathing pattern and gas exchange at peak exercise in COPD patients with and without tidal expiratory flow limitation at rest [Text] / O. Diaz, C. Villafranca, H. Ghezzi [et al.] // Eur. Respir. J. – 2001. – Vol. 17. – P. 1120–1127.

6. Global initiative for chronic obstructive pulmonary disease revised 2011 [Text] / GOLD executive committee, GOLD science committee. – 2011. – 90 p.

7. Kupnik, D. Capnometry in the prehospital setting: are we using its potential? [Text] / D. Kupnik, P. Skok // Emerg. Med. J. – 2007. – Vol. 24. – P. 614–617.

ВОЗМОЖНОСТИ КАПНОМЕТРИИ В ОЦЕНКЕ АЛЬВЕОЛЯРНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКИМ ОБСТРУКТИВНЫМ ЗАБОЛЕВАНИЕМ ЛЕГКИХ

С. Г. Опимах

Резюме

Обоснование. Для хронического обструктивного заболевания легких (ХОЗЛ) характерно значительное нарушение легочной вентиляции, в процессе которой обновляется газовый состав альвеолярного воздуха. Непосредственная оценка альвеолярной вентиляции практически недоступна в клинике. Однако существует возможность диагностики нарушений альвеолярной вентиляции путем применения методики капнометрии. Данная работа выполнялась с целью изучить возможности капнометрии в оценке альвеолярной вентиляции у больных ХОЗЛ.

Материалы и методы исследования. В исследовании приняли участие 100 больных ХОЗЛ и 35 здоровых лиц, которым проводили капнометрию.

Результаты. Объем минутной вентиляции в покое оказался наивысшим у больных ХОЗЛ IV и III стадий – $(12,6 \pm 0,6)$ и $(12,2 \pm 0,5)$ л/мин соответственно. Объем «мертвого» пространства также был наивысшим у больных ХОЗЛ IV стадии (264 ± 14) мл, что составляло $(37,2 \pm 1,4)$ % от дыхательного объема. Альвеолярная вентиляция у больных ХОЗЛ II, III и IV стадий составляла $(8,1 \pm 0,3)$, $(8,4 \pm 0,5)$ и $(7,9 \pm 0,5)$ л/мин соответственно, а в контрольной группе – $(7,9 \pm 0,5)$ л/мин.

Выводы. Увеличение объема минутной вентиляции у больных ХОЗЛ III стадии сопровождается улучшением альвеолярной вентиляции, а при IV стадии ХОЗЛ нарастание минутной вентиляции частично происходит за счет «мертвого» пространства со снижением эффективности альвеолярной вентиляции.

Ключевые слова: хроническая обструктивная болезнь легких, альвеолярная вентиляция, капнометрия.

Научно-практический журнал «Астма и аллергия», 2014, № 2

С. Г. Опимах,

младший научный сотрудник отделения диагностики, терапии и клинической фармакологии заболеваний легких
ГУ «Национальный институт фтизиатрии и пульмонологии им. Ф. Г. Яновского НАМН Украины»

Адрес: ул. Амосова, 10, Киев 03680

тел./факс: +380(44)2756242

email: diagnost@ifp.kiev.ua

POSSIBILITIES OF CAPNOMETRY IN ALVEOLAR VENTILATION ASSESSMENT IN CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE PATIENTS*S. G. Opimakh***Abstract**

Background: Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is characterized by significant impairment of pulmonary ventilation, during which the gas composition of the alveolar air is updated. Direct estimation of alveolar ventilation is almost inaccessible in the clinic. However, it is possible to alveolar ventilation diagnosis by applying capnometry techniques.

The purpose of the study: This study aimed to investigate the possibilities of capnometry in alveolar ventilation assessment in COPD patients.

Results: Minute ventilation in rest was the highest in patients with COPD stage IV – $(12,6 \pm 0,6)$ l/min. and stage III – $(12,2 \pm 0,5)$ l/min. The amount of «dead» space was also the highest in patients with stage IV COPD – (264 ± 14) ml, that was $(37,2 \pm 1,4)$ % from the tidal volume. Alveolar ventilation in patients with COPD II, III and IV

stages was $(8,1 \pm 0,3)$, $(8,4 \pm 0,5)$ and $(7,9 \pm 0,5)$ l/min. respectively, in the control group – $(7,9 \pm 0,5)$ l/min.

Conclusions: The increase in minute ventilation in COPD stage III patients is accompanied by improvement of alveolar ventilation, but at stage IV COPD the increase $V'E$ is partly occurs due useless «dead» space ventilation with reduced efficiency of alveolar ventilation.

Key words: chronic obstructive pulmonary disease, alveolar ventilation, capnometry.

Theoretical and practical J. «Asthma and Allergy», 2014, 2

S. G. Opimakh

Junior research associate,

Department of diagnostic, therapy

and clinical pharmacology of lung diseases

SO «National institute of phthisiology and pulmonology

named after F.G. Yanovsky National Academy

of medical sciences of Ukraine»

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

tel./fax: +380(44)2756242

email: diagnost@ifp.kiev.ua