

Ю. И. Фещенко, Л. А. Яшина, С. Г. Опимах  
**ДИАГНОСТИКА И КОНТРОЛЬ ГИПЕРИНФЛЯЦИИ ЛЕГКИХ У БОЛЬНЫХ  
 ХРОНИЧЕСКИМ ОБСТРУКТИВНЫМ ЗАБОЛЕВАНИЕМ ЛЕГКИХ**

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

**ДІАГНОСТИКА ТА КОНТРОЛЬ ГІПЕРІНФЛЯЦІЇ ЛЕГЕНЬ  
 У ХВОРИХ НА ХРОНІЧНЕ ОБСТРУКТИВНЕ  
 ЗАХВОРЮВАННЯ ЛЕГЕНЬ**

Ю. І. Фещенко, Л. О. Яшина, С. Г. Опімах

Резюме

**Обґрунтування.** Об'єктивна і своєчасна діагностика гіперінфляції легень, її контроль в динаміці є актуальним клінічним завданням. Для гіперінфляції легень притаманне збільшення функціонального «мертвого» простору, яке можна оцінити за обсягом вільного від CO<sub>2</sub> повітря, що видихається, тому ми поставили перед собою завдання з'ясувати місце капнометрії в діагностиці гіперінфляції легень.

Дана робота виконується з метою вивчити можливості капнометрії для діагностики та контролю перебігу гіперінфляції легень у хворих на ХОЗЛ.

**Матеріали і методи:** З інтервалом в 3 місяці за допомогою капнометрії обстежено 10 хворих на ХОЗЛ, які приймали базисну терапію, а також 5 хворих на ХОЗЛ не отримували лікування.

**Результати.** Під впливом базисної терапії ми спостерігали статистично значиме збільшення FE<sub>CO<sub>2</sub></sub> з (2,72 ± 0,13) % до (3,07 ± 0,16) %, p < 0,01, що свідчить про зменшення ступеня гіперінфляції легень у хворих. При природному перебігу ХОЗЛ без лікування має місце статистично значиме зниження FE<sub>CO<sub>2</sub></sub> з (2,94 ± 0,14) % до (2,58 ± 0,22) %, p < 0,05, яке свідчить про збільшення ступеня гіперінфляції легень у хворих.

**Висновок.** Капнометрія — це додатковий інструмент для динамічного спостереження за перебігом гіперінфляції легень у хворих на ХОЗЛ як в плані контролю ефективності терапії, так і моніторингу прогресування захворювання з часом, при цьому мінімальною клінічно важливою різницею показника FE<sub>CO<sub>2</sub></sub> при контролі ефективності бронхолітичної терапії є 0,2 %.

**Ключові слова:** хронічне обструктивне захворювання легень, гіперінфляція легень, капнометрія.

Укр. пульмонол. журнал. 2014, № 1, С. 12–17.

Фещенко Юрий Иванович

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

Академик НАМН Украины, профессор

03680, Киев, ул. Н. Амосова, 10

Тел.: 380 44 275 0402, факс: 380 44 275 2118, admin@ifp.kiev.ua

**DIAGNOSING AND CONTROL OF LUNG HYPERINFLATION  
 IN CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY  
 DISEASE PATIENTS**

Yu. I. Feshchenko, L. A. Yashina, S. G. Opimakh

Abstract

**Background.** Objective and timely diagnosing of lung hyperinflation and control of this condition is an important clinical task. An increase of functional "dead" space, which could be assessed by the volume of exhaled CO<sub>2</sub>, is a characteristic feature of lung hyperinflation. Considering this fact we planned to study the role of capnometry in diagnosing of this disorder.

Current study was done in order to evaluate capnometry capability in diagnosis and control of lung hyperinflation in COPD patients.

**Material and methods.** In 3 months interval using capnometry we examined 10 COPD patients on maintenance therapy months and 5 COPD patients without treatment.

**Results.** We observed a statistically significant increase of FE<sub>CO<sub>2</sub></sub> from (2,72 ± 0,13) % to (3,07 ± 0,16) %, p < 0,01, suggesting a decrease of a degree of hyperinflation. In natural course of the disease without treatment we noticed a statistically significant decrease of FE<sub>CO<sub>2</sub></sub> from (2,94 ± 0,14) % to (2,58 ± 0,22) %, p < 0,05, which confirmed an increase of a degree of hyperinflation in COPD patients.

**Conclusion.** Capnometry is an additional instrument for dynamic follow-up of hyperinflation of lung in COPD patients both for treatment efficacy and disease progression monitoring. The minimal clinically significant change in FE<sub>CO<sub>2</sub></sub> value in control of bronchodilator therapy should be 0,2 % difference.

**Key words:** chronic obstructive pulmonary disease, hyperinflation of lung, capnometry.

Ukr. Pulmonol. J. 2014; 1: 12–17.

Yurii I. Feshchenko

Director of National Institute of phthysiology and pulmonology named after F. G. Yanovskii

National Academy of medical sciences of Ukraine

Academician of NAMS of Ukraine, professor

03680, Kyiv, 10, M. Amosova str. Tel.: 380 44 275 0402, fax: 380 44 275 2118

admin@ifp.kiev.ua

Хроническое обструктивное заболевание легких (ХОЗЛ) является одной из основных причин болезненности и смертности во всем мире [8].

В руководстве Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) отмечено, что ограничение воздушного потока с воздушными ловушками (гиперинфляцией легких) является одним из основных патофизиологических нарушений при ХОЗЛ [18]. Гиперинфляция — это патологическое увеличение объема воздуха,

который остается в легких в конце спокойного выдоха [21]. Суть гиперинфляции легких не ограничивается лишь патофизиологическим аспектом — это нарушение имеет важное клиническое значение. Именно механизм гиперинфляции легких объясняет развитие таких симптомов ХОЗЛ, как выраженная одышка и снижение толерантности к физической нагрузке, заметно ухудшающих качество жизни больных. Эти клинические признаки напрямую не связаны со степенью обструкции дыхательных путей, так как зависят от избыточной воздушности легких [9, 10].

Динамическая гиперинфляция может присутствовать у любого больного независимо от стадии ХОЗЛ [15]. Острая динамическая гиперинфляция легких во время обострений ХОЗЛ приводит к деструктивным изменениям легочной паренхимы, что является необратимым шагом к стабильной гиперинфляции [20].

Объективная и своевременная диагностика гиперинфляции легких, ее контроль в динамике являются актуальной клинической задачей, так как в настоящее время существуют терапевтические возможности, позволяющие помочь этим больным. Золотым стандартом диагностики гиперинфляции легких является бодиплетизмография [20]. Критериями гиперинфляции легких являются увеличение функциональной остаточной емкости, остаточного объема, общей емкости легких и снижение емкости вдоха [1]. Однако бодиплетизмография имеет ряд недостатков. Это высокая стоимость, сложность и большие габариты оборудования, неудобство для больных с гипсовыми повязками или в инвалидных креслах, а также присоединенных к системам внутривенного введения лекарств. Методика не может выполняться при нарушениях герметичности измерения (перфорация барабанной перепонки, транстрахеальный катетер, трахеостома, дренаж в плевральной полости) [23]. Точность определения легочных объемов зависит от правильности маневра заслонки — движения нужно выполнять с частотой 1 раз в секунду. Это сложная методика, которая требует калибровки нескольких параметров, ее результаты зависят от стабильности температуры и давления в помещении [11].

В то же время в Украине не используются возможности капнометрии для диагностики нарушений газообмена у больных ХОЗЛ. Современные спирометры, комплексы кардиореспираторной диагностики, полисомнографы, следящая аппаратура отделений интенсивной терапии оснащены модулями капнометрии, но ее результаты игнорируют вследствие отсутствия сведений про интерпретацию результатов этой методики. Капнометрия — это измерение и цифровое отображение концентрации или парциального давления углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) в воздухе, который вдыхает или выдыхает пациент во время дыхательного цикла, это исследование позволяет оценить вентиляционную функцию легких [12, 14].

Для гиперинфляции легких присуще увеличение функционального «мертвого» пространства (части дыхательного объема, который не принимает участия в газообмене) [20]. Капнометрия позволяет оценить объем газа, свободного от  $\text{CO}_2$ , как меру функционального «мертвого» пространства [2], поэтому мы поставили перед собой задачу выяснить место этой методики в диагностике гиперинфляции легких.

*Цель работы* — изучить возможности капнометрии для диагностики и контроля течения гиперинфляции легких у больных ХОЗЛ.

Разработка нового диагностического метода проводится с целью обеспечения определенных преимуществ перед уже применяемыми методами. Это такие преимущества как, например, более ранняя, простая для больного, экономная диагностика, способствующая улучше-

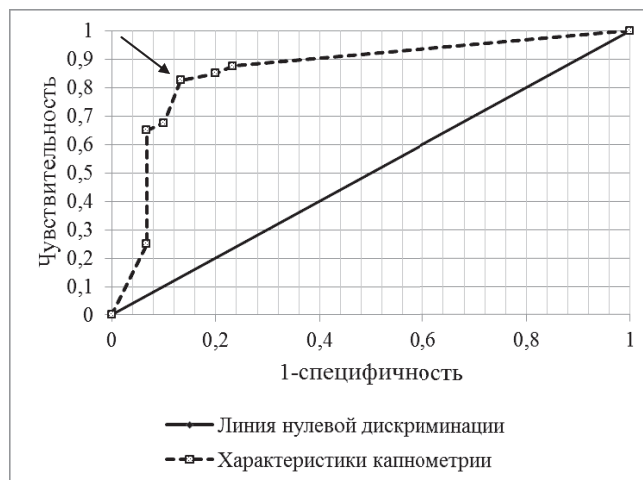
нию результатов лечения. Капнометрия имеет ряд преимуществ [16]:

- не имеет противопоказаний;
- неинвазивное выполнение;
- получение результатов в режиме реального времени;
- применение инфракрасного датчика не требует расходных материалов;
- простая, физиологичная процедура, не требует от пациентов выполнения сложных маневров, не зависит от физических возможностей больного и способности пациента выполнять инструкции;
- визуализация графических трендов;
- может применяться во время сна.

### Диагностика гиперинфляции легких

Ранее нами были опубликованы диагностические критерии повышенной воздушности легких, определяемые с помощью капнометрии, и их обоснование, полученное в результате обследования 100 больных ХОЗЛ [6]. Это уровень фракционной концентрации углекислого газа в выдыхаемом воздухе на протяжении выдоха ( $\text{FECO}_2$ ) менее 3 % и значение объема физиологического «мертвого» пространства на единицу массы тела ( $\text{Vde/w}$ ) больше 2,5 мл/кг.

Установление диагностического порога или точки разделения для оценки количественных результатов обследования проводилось с построением ROC-кривой (Receiver operating characteristic) (рис. 1) [3].



**Рис. 1. ROC-кривая для показателей капнометрии как метода диагностики гиперинфляции легких.**

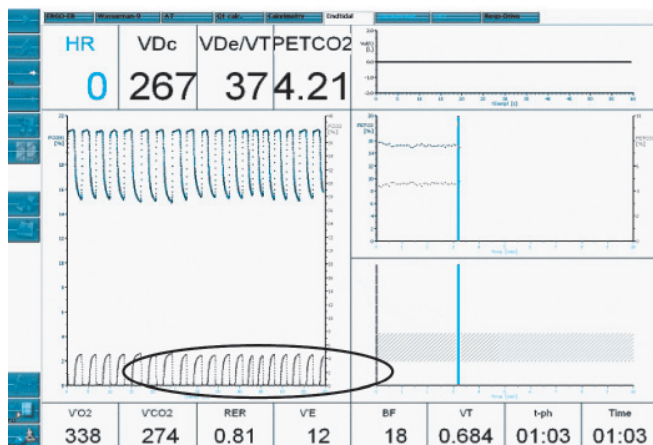
На рис. 1 показана ROC-кривая для комбинаций интервалов  $\text{FECO}_2$  (до 2,5 %, 3 %, 3,5 %) и  $\text{Vde/w}$  (2 мл/кг, 2,5 мл/кг, 3 мл/кг). Стрелкой указан маркер, наиболее приближенный к левому верхнему углу квадрата, то есть к идеальным параметрам диагностического теста. Эта точка с координатами (0,825; 0,133) — соответствует именно тем параметрам, которые положены в основу способа диагностики гиперинфляции легких ( $\text{FECO}_2$  менее 3 % и  $\text{Vde/w}$  больше 2,5 мл/кг).

Площадь под ROC-кривой (AUC — area under ROC curve) отображает качество диагностического теста, при этом значения 0,9-1,0 соответствуют отличному качеству, 0,8-0,9 — хорошему, 0,7-0,8 — среднему, 0,6-0,7 —

неудовлетворительному качеству [25]. По показателю AUC, который в нашей работе составляет 0,868, капнометрия является хорошим тестом для диагностики гиперинфляции легких.

На основании данных, полученных ранее [6], нами были рассчитаны характеристики капнометрии как метода диагностики гиперинфляции легких. Точность данного теста составляет 84,3 %, чувствительность — 82,5 %, специфичность — 86,7 %. Прогностическая ценность высока как для положительного результата — 89,2 %, так и отрицательного — 78,8 %.

Рис. 2 демонстрирует графические тренды капнометрии больного ХОЗЛ с гиперинфляцией легких. Кривая капнометрии при этом имеет низкую амплитуду колебаний.



**Рис. 2. Кривая капнометрии больного ХОЗЛ с гиперинфляцией легких.**

Кроме того, мы видим увеличение доли «мертвого» пространства в составе дыхательного объема (VDe/VT) — 37 %, которая в норме не превышает 30 % [13].

### Материалы и методы исследования

Исследование было согласовано с локальным Комитетом по медицинской этике НИФП НАМН, участники были ознакомлены с протоколом исследования и подписали форму информированного согласия на участие в исследовании.

Капнометрия проводилась на комплексе для исследования кардиореспираторной системы «Охусон Pro» фирмы «Cardinal Health» (Германия). Оборудование дает возможность провести не только капнометрию, но и газовый анализ касательно обмена кислорода, поэтому оценивались такие показатели:

- фракционная концентрация углекислого газа в выдыхаемом воздухе в конце выдоха, % (FETCO<sub>2</sub>%);
- фракционная концентрация углекислого газа в выдыхаемом воздухе на протяжении выдоха, % (FECO<sub>2</sub>%);
- фракционная концентрация кислорода в выдыхаемом воздухе в конце выдоха, % (FETO<sub>2</sub>%);
- фракционная концентрация кислорода в выдыхаемом воздухе на протяжении выдоха, % (FEO<sub>2</sub>%);
- объем «мертвого» пространства (доля воздуха, который не принимает участия в газообмене) на единицу массы тела, мл/кг (Vde/w).

Капнометрия является точной методикой. Точность обеспечивается калибровкой прибора стандартной газовой смесью, которую предоставляет производитель оборудования. Согласно ранее опубликованной работы [4], капнометрия характеризуется стабильным коэффициентом вариации при оценке повторяемости измерений и демонстрирует высокую воспроизводимость результатов, что позволяет применять этот диагностический метод в клинической практике.

Накопление данных и их математическая обработка проводилась с помощью лицензионных программных продуктов, входящих в пакет Microsoft Office Professional 2007, лицензия Russian Academic OPEN No Level № 43437596. Статистическая обработка выполнялась с помощью математических и статистических возможностей MS Excel. Параметры, изучаемые в данной работе, представлены в виде средней величины (M) и ошибки средней (m) по формуле (M ± m) с последующим сравнением результатов с использованием t-критерия Стьюдента. Для оценки эффективности диагностического теста в классификации субъектов на две категории, например, с положительным и отрицательным результатом, использовался анализ ROC-кривых (Receiver operating characteristic).

### Результаты и их обсуждение

В процессе выполнения работы по изучению места капнометрии в клинической практике, в котором принимали участие 100 больных ХОЗЛ, нами исследовался анамнез болезни, в том числе терапия заболевания на момент обследования у каждого больного и предоставлялась консультация касательно назначения или коррекции лечения ХОЗЛ согласно национальных и международных рекомендаций [5, 18], проводилось обучение технике ингаляционной терапии, рекомендовалась повторная консультация. Адекватная терапия с использованием бронходилататоров является первым шагом в лечении гиперинфляции легких [20]. Пациентам с признаками гиперинфляции легких, которые на момент первичной консультации не получали базисной терапии ХОЗЛ, был рекомендован прием флутиказона пропионата/сальметерола 1000/100 мкг в сутки и тиотропиума 18 мг в сутки. Спустя 3 месяца мы повторно обследовали 15 таких больных с помощью капнометрии для оценки изменений состояния повышенной воздушности легких.

Было установлено, что 10 пациентов регулярно принимали назначенное лечение, а 5 больных самостоятельно прекратили терапию. Мы проанализировали динамику результатов капнометрии отдельно у 10 больных с целью контроля эффективности лечения и у 5 больных с целью мониторинга течения ХОЗЛ.

В табл. 1 представлена характеристика обследованных больных.

В группу больных, которые принимали базисную терапию, вошли 8 мужчин и 2 женщин в возрасте (63,6 ± 4,1) лет с ОФВ<sub>1</sub> от 23,1 до 54,7 % (в среднем (37,2 ± 3,2) %), 1 из которых имел II стадию, 6 — III стадию и 3 больных — IV стадию ХОЗЛ. Стаж курения составил (28,9 ± 7,5) пачко-лет. На момент повторного обследования эти больные принимали лечение на протяжении последних



Таблиця 1

**Характеристика больных, которым было назначено лечение и проводилось повторное обследование**

Характеристика больных	Больные, принимающие базисную терапию (n = 10)	Больные, не принимающие базисную терапию (n = 5)
Мужчины (n, %)	8 (80 %)	3 (60 %)
Женщины (n, %)	2 (20 %)	2 (40 %)
Стадия ХОЗЛ:		
II (n, %)	1 (10 %)	1 (20 %)
III (n, %)	6 (60 %)	3 (60 %)
IV (n, %)	3 (30 %)	1 (20 %)
Возраст, лет	63,6 ± 4,1	69,2 ± 7,2
Максимальный ОФВ <sub>1</sub> , %	54,7	51,1
Минимальный ОФВ <sub>1</sub> , %	23,1	28,3
Средний ОФВ <sub>1</sub> , %	37,2 ± 3,2	40,8 ± 5,4
Индекс курения, пачко-лет	28,9 ± 7,5	33,6 ± 15,4

Примечание: статистически значимых отличий между группами не выявлено.

3 месяцев — флутиказона пропионат/сальметерол 1000/100 мкг в сутки и тиотропиум 18 мг в сутки. До начала лечения мы наблюдали снижение FE<sub>CO</sub><sub>2</sub> ниже 3 % у этих больных (табл. 2), что является одним из разработанных нами критериев гиперинфляции легких.

Таблиця 3

**Газовый состав атмосферного, альвеолярного и выдыхаемого воздуха, % [7]**

Газовый состав воздуха	Атмосферный воздух	Альвеолярный воздух	Выдыхаемый воздух
O <sub>2</sub>	20,85	13,5	15,5
CO <sub>2</sub>	0,03	5,3	3,7
N <sub>2</sub>	78,62	74,9	74,6
H <sub>2</sub> O	0,5	6,3	6,2
Общий	100,0	100,0	100,0

показателям, в том числе статистически значимо для FE<sub>O</sub><sub>2</sub> с (17,80 ± 0,18) до (17,42 ± 0,22) % и для FE<sub>TO</sub><sub>2</sub> с (16,28 ± 0,18) до (15,83 ± 0,22) %, p < 0,05. Если до лечения среднее поглощение кислорода составляло в среднем 4,57 % от состава атмосферного воздуха, то после лечения оно составило 5,2 %. Эти важные показатели демонстрируют, что под влиянием терапии ХОЗЛ увеличивается доля воздуха, достигающего альвеолярного пространства и принимающего участие в газообмене между альвеолярным воздухом и капиллярной кровью, вследствие чего улучшается обеспечение организма кислородом. Изучение возможностей газового анализа выдыхаемого воздуха в оценке оксигенации организма может стать предметом дальнейших исследований.

Таблиця 2

**Динамика показателей капнометрии у 10 больных, которые принимали базисную терапию**

Показатель	До лечения	После лечения	Δ - разница показателя	t-критерий	p-значение
FE <sub>CO</sub> <sub>2</sub> , %	2,72 ± 0,13	3,07 ± 0,16	0,35 ± 0,11	3,29	0,0041 <sup>&amp;</sup>
FE <sub>TCO</sub> <sub>2</sub> , %	4,39 ± 0,15	4,86 ± 0,11	0,47 ± 0,10	4,59	0,0002 <sup>&amp;</sup>
FE <sub>O</sub> <sub>2</sub> , %	17,80 ± 0,18	17,42 ± 0,22	-0,38 ± 0,14	2,77	0,0125*
FE <sub>TO</sub> <sub>2</sub> , %	16,28 ± 0,18	15,83 ± 0,22	-0,44 ± 0,20	2,21	0,0396*
Vde/w, мл/кг	3,59 ± 0,28	3,49 ± 0,24	0,10 ± 0,09	0,99	0,3331

Примечания: \* — статистически значимая разница показателя, p < 0,05; & — статистически значимая разница показателя, p < 0,01.

После лечения мы наблюдали статистически значимое увеличение FE<sub>CO</sub><sub>2</sub> с (2,72 ± 0,13) % до (3,07 ± 0,16) %, p < 0,01, что свидетельствует об уменьшении степени гиперинфляции легких у больных. Так как FE<sub>TO</sub><sub>2</sub> принял значение 3,07 %, которое больше 3 %, означает ли это, что под влиянием терапии у больных исчезла гиперинфляция легких? Нет, не означает, так как параметр Vde/w хоть и имел тенденцию к уменьшению, но оставался высоким и после лечения — 3,49 мл/кг. Мы предполагаем, что показатель FE<sub>TO</sub><sub>2</sub> в большей степени отражает динамическую гиперинфляцию, а Vde/w — стабильную, то есть эмфизему легких. Показатель содержания CO<sub>2</sub> в конце выдоха (FE<sub>TCO</sub><sub>2</sub>) статистически значимо увеличился с (4,39 ± 0,15) до (4,86 ± 0,11) %, p < 0,01. Таким образом, после лечения значение FE<sub>TCO</sub><sub>2</sub> больше соответствует составу именно альвеолярного воздуха (табл. 3) [7].

Таким образом, мы считаем, что под влиянием лечения улучшается опорожнение альвеол за счет улучшения бронхиальной проходимости. Содержание кислорода в выдыхаемом воздухе снизилось по всем

Больные, не принимавшие базисную терапию, (3 мужчин и 2 женщины в возрасте (69,2 ± 7,2) лет с ОФВ<sub>1</sub> от 28,3 до 51,1 % (в среднем (40,8 ± 5,4) %), при первом обследовании также демонстрировали снижение FE<sub>CO</sub><sub>2</sub> ниже 3 %, а именно (2,94 ± 0,14) % (табл. 4), то есть имели признаки гиперинфляции легких.

На контрольном визите мы наблюдали статистически значимое снижение FE<sub>CO</sub><sub>2</sub> с (2,94 ± 0,14) % до (2,58 ± 0,22) %, p < 0,05, которое свидетельствует об увеличении степени гиперинфляции легких у больных. Аналогично статистически значимо уменьшилась FE<sub>TCO</sub><sub>2</sub> с (4,86 ± 0,33) до (4,51 ± 0,35) %, p < 0,05. Таким образом, при естественном течении тяжелого ХОЗЛ при отсутствии базисной терапии изменения содержания CO<sub>2</sub> в выдыхаемом воздухе свидетельствуют об усугублении вентиляционных нарушений. Содержание кислорода в выдыхаемом воздухе увеличилось для всех показателей, при отсутствии лечения уменьшается доля кислорода, достигающего альвеол и принимающего участие в газообмене между альвеолярным воздухом и капиллярной кровью.

Динамика показателей капнометрии у 5 больных, которые не принимали базисную терапию

Показатель	Первое обследование	Повторное обследование	Δ - разница показателя	t-критерий	p-значение
FECO <sub>2</sub> , %	2,94 ± 0,14	2,58 ± 0,22	-0,36 ± 0,14	2,47	0,0388*
FETCO <sub>2</sub> , %	4,86 ± 0,33	4,51 ± 0,35	-0,35 ± 0,11	3,10	0,0147*
FEO <sub>2</sub> , %	17,72 ± 0,28	18,05 ± 0,16	0,33 ± 0,22	1,48	0,1782
FETO <sub>2</sub> , %	16,11 ± 0,27	16,55 ± 0,17	0,44 ± 0,20	2,24	0,0553
Vde/w, мл/кг	3,31 ± 0,47	3,41 ± 0,52	0,10 ± 0,21	0,45	0,6625

Примечание. \* — статистически значимая разница показателя,  $p < 0,05$ .

Являются ли указанные в ходе лечения изменения клинически значимыми? Мы полагаем, что этот вопрос особенно касается показателя FECO<sub>2</sub>, который положен в основу диагностики гиперинфляции легких. Минимальная клинически значимая разница — это наименьшая разница измерений, которая является важной для оценки терапии пациента [17]. Это клинически важное понятие, которое может помочь с интерпретацией наблюдаемых изменений и отнесением их к успехам проводимого вмешательства [22].

Исторически одним из первых подходов к идентификации клинически важных изменений является метод Cohen или величина эффекта (effect size), в котором средний показатель изменений делят на стандартное отклонение показателя до лечения. При результате 0,2 величину эффекта считают небольшой, 0,5 — средней и 0,8 — большой. Другим подходом является положение, что изменения в пределах половины [19] или трети стандартного отклонения [17] являются клинически значимыми.

Стандартная ошибка измерения (СОИ) — это стандартное отклонение вначале исследования умноженное на корень квадратный из разности единицы и коэффициента надежности. Одна СОИ определяется как минимальная клинически важная разница [22].  $СОИ = \sigma * \sqrt{1-r}$ . Коэффициент надежности  $r$  — это тест-ретест коэффициент корреляции [24].

Итак, рассчитаем клиническую значимость изменений показателя FECO<sub>2</sub> под влиянием базисной терапии, так как этот показатель используется нами для диагностики гиперинфляции легких. До лечения он составлял (2,72 ± 0,13) % (стандартное отклонение — 0,40), после лечения — (3,07 ± 0,16) %, изменение показателя составляет 0,35 %. По методу Cohen величина эффекта состав-

ляет 0,875, то есть превышает 0,8. Таким образом, величина эффекта интерпретируется как значительная. Изменение показателя (0,35 %) превышает половину стандартного отклонения (0,20) и, тем более, его треть (0,13), то есть изменения — клинически значимые.

Нами рассчитан коэффициент надежности показателя FECO<sub>2</sub> (а именно коэффициент корреляции его значений до и после лечения), который составляет 0,76. Стандартная ошибка измерения равняется  $0,40 * \sqrt{(1-0,76)} = 0,2$ . Таким образом, минимальной клинически важной разницей показателя FECO<sub>2</sub> по расчету СОИ является 0,2 %, которая в нашем случае полностью совпадает с концепцией, что половина стандартного отклонения показателя до лечения является мерой клинически важных изменений.

Нас заинтересовал еще один важный вопрос. Не находится ли рассчитанная нами минимальная клинически важна разница показателя FECO<sub>2</sub> в границах воспроизводимости измерений? Это значение (0,2 %) составляет 7,4 % от исходных данных, а установленная нами воспроизводимость FECO<sub>2</sub> — 4,4 % [4]. Таким образом, под влиянием терапии мы наблюдаем действительно клинически значимую динамику показателя капнометрии, а не вариацию измерений.

## Вывод

Капнометрия — это дополнительный инструмент для динамического наблюдения за течением гиперинфляции легких у больных ХОЗЛ как в плане контроля эффективности терапии, так и мониторинга прогрессирования заболевания со временем, при этом минимальной клинически важной разницей показателя FECO<sub>2</sub> при контроле эффективности бронхолитической терапии является 0,2 %.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеев, С. Н. Легочная гиперинфляция у больных ХОБЛ [Текст] / С. Н. Авдеев // *Consil. Med.* — 2006. — Т.8, № 3. — С. 21–28.
2. Богданов, А. А. Капнометрия и капнография [Электронный ресурс] / А. А. Богданов. — Режим доступа: <http://www.rusanesth.com/Anaesthesia/capnographia.htm>.
3. Власов, В. В. Изучение методов диагностики [Текст] / В. В. Власов // *Международный журнал медицинской практики.* — 2006. — № 4. — С. 7–17.
4. Іщук, С. Г. Характеристика капнометрії як методу діагностики порушень газообміну у хворих на ХОЗЛ [Текст] / С. Г. Іщук // *Астма та алергія.* — 2012. — № 3. — С. 28–33.
5. Наказ МОЗ України № 128 від 19.03.2007 р. «Про затвердження клінічних протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю «Пульмонологія» [Текст] / Діагностика, клінічна класифікація та лікування хронічного обструктивного захворювання легень. —

## REFERENCES

1. Avdeev SN. *Legochnaya giperinflyatsiya u bolnykh KHOBL* (Pulmonary hyperinflation in COPD patients). *Consil. Med.* 2006;8(3):21–28.
2. Bogdanov AA. *Kapnometriya i kapnografiya* (Capnometry and capnography). Available at: <http://www.rusanesth.com/Anaesthesia/capnographia.htm>.
3. Vlasov VV. *Izucheniye metodov diagnostiki* (Studying of diagnostic methods). *Mezhdunarodnyy zhurnal meditsinskoy praktiki.* 2006;No 4:7–17.
4. Ishchuk SG. *Kharakteristika kapnometriyi yak metodu diagnostyky porushen gazoobminy u khvorykh na KHOZL* (Characteristics capnometry as a method of diagnostics of gas exchange in patients with COPD). *Astma ta alergiya.* 2012;No 3:28–33.
5. *Ministerstvo okhorony zdorovya Ukrainy. Pro zatverdzhennya klinichnykh protokoliv nadannya medychnoy dopomogi za spetsialnistyu "Pulmonologiya". Diagnostyka, klinichna klasyfikatsiya ta likuvannya*

- Київ. — 2007. — С. 63–88.
6. Пат. 72807 Україна, МПК8 А 61 В 5/08. Спосіб діагностики гіперінфляції легень у хворих на хронічне обструктивне захворювання легень / Фещенко Ю. І., Яшина Л. О., Ішчук С. Г.; заявник та власник патенту Державна установа "Національний інститут фізіатрії і пульмонології імені Ф. Г. Яновського Академії медичних наук України". — № у 201202585; заявл. 05.03.12; опубл. 27.08.12, Бюл. № 16. — 7 с.
  7. Покровский, В. М. Физиология человека : учебное пособие для студентов медицинских вузов [Текст] / В. М. Покровский, Г. Ф. Коротко // — Москва : Медицина. — 2007. — 656 с.
  8. Фещенко, Ю. И. Новая редакция глобальной инициативы по ХОЗЛ [Текст] / Ю. И. Фещенко // Укр. пульмонол. журн. — 2012. — № 2. — С. 6–8.
  9. Яшина, Л. А. Как сохранить функцию легких и избавить больных от одышки при ХОЗЛ? [Текст] / Л. А. Яшина // Здоров'я України. — 2007. — № 18. — С. 30–31.
  10. Яшина, Л. А. Современные принципы лечения ХОЗЛ : базисно, планоно, длительно [Текст] / Л. А. Яшина // Здоров'я України. — 2008. — № 19. — С. 12–13.
  11. *Bodyplethysmography*: 2001 Revision & Update [Text] / AARC Clinical Practice Guideline // Respiratory care. — 2001. — Vol. 46(5). — P. 506–513.
  12. *Capnometry / Capnography* [Electronic resource] / Electro-Biomedical Engineering. — Режим доступа : <http://www.ebme.co.uk/arts/general/capno.htm>
  13. Ceriana, P. Hypoxic and hypercapnic respiratory failure [Text] / P. Ceriana, S. Nava // Eur. Respir. Mon. — 2006. — Vol. 36. — P. 1–15.
  14. D'Mello, J. Capnography [Text] / J. D'Mello, M. Butani // Indian. J. Anaest. — 2002. — Vol. 46(4). — P. 269–278.
  15. *Dynamic hyperinflation during daily activities : does COPD Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease stage matter?* [Text] / J. D. C. Hannink [et al.] // Chest. — 2010. — Vol. 137(5). — P. 1116–1121.
  16. *Expiratory capnography in asthma : evaluation of various shape indices* [Text] / B. You [et al.] // Eur. Respir. J. — 1994. — Vol. 7. — P. 318–323.
  17. *Forced vital capacity in patients with idiopathic pulmonary fibrosis test properties and minimal clinically important difference* [Text] / R. M. du Bois [et al.] // Am. J. Respir. Crit. Care Med. — 2011. — Vol. 184. — P. 1382–1389.
  18. *Global initiative for chronic obstructive pulmonary disease revised 2011* [Text] / GOLD executive committee, GOLD science committee. — 2011. — 90 p.
  19. Norman, G. R. Interpretation of changes in health-related quality of life the remarkable universality of half a standard deviation [Text] / G. R. Norman, J. A. Sloan, K. W. Wyrwich // Medical care. — 2003. — Vol. 41(5). — P. 582–592.
  20. 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.
  21. O'Donnell, D. E. Hyperinflation, dyspnea, and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease [Text] / D. E. O'Donnell // Proc. Am. Thorac. Soc. — 2006. — Vol. 3. — P. 180–184.
  22. *Six-minute-walk test in idiopathic pulmonary fibrosis test validation and minimal clinically important difference* [Text] / R. M. du Bois [et al.] // Am. J. Respir. Crit. Care Med. — 2011. — Vol. 183. — P. 1231–1237.
  23. *Static Lung Volumes: 2001 Revision & Update* [Text] / AARC Clinical Practice Guideline // Respiratory care. — 2001. — Vol. 46(5). — P. 531–539.
  24. *The minimal important difference of exercise tests in severe COPD* [Text] / M. A. Puhan [et al.] // Eur Respir J. — 2011. — Vol. 37. — P. 784–790.
  25. Wang, N. Sensitivity, Specificity, Accuracy, Associated Confidence Interval And ROC Analysis With Practical SAS Implementations [Text] / N. Wang, N. N. Zeng, W. Zhu // Health Care and Life Sciences. — 2010. — Vol. 14. — P. 32–39.
  - khronichnogo obstruktyvnoho zakhvoryuvannya legen. Nakaz № 128 vid 19.03.2007. Kyiv. 2007;63–88. (Ministry of health of Ukraine. Approval of clinical protocols for provision of medical care. Decree # 128 dated 19.03.2007).
  6. Feshchenko Yul, Yashina LA, Ishchuk SG. Patent 72807 Ukrayina, MPK8 A 61 V 5/08. Sposib diagnostyky giperinflyatsiyi legen u khvorykh na khronichne obstruktyvne zakhvoryuvannya legen. № u 201202585; zayavleno 05.03.12; opublikovano 27.08.12, Byuleten № 16;7 p (Patent of Ukraine 72807, MPK8 A 61 B 5/08. Method of diagnosis of lung hyperinflation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. № u 201202585; stated 05.03.12; published 27.08.12, bulletin № 16;7 p.).
  7. Pokrovskiy VM, Korotko GF. *Fiziologiya cheloveka: uchebnoye posobiye dlya studentov meditsinskikh vuzov* (Human physiology: a manual for medical students). Moscow, Meditsina. 2007;656 p.
  8. Feshchenko Yul. *Novaya redaktsiya globalnoy initsiatyvy po KHOZL* (New edition of the Global Initiative in COPD). *Ukr. Pulmonol. Zhurnal*. 2012;No 2:6–8.
  9. Yashina LA. *Kak sokhranit funktsiyu legkikh i izbavit bolnykh ot odyshki pri KHOZL* (How to preserve lung function and relieve patients of dyspnea in COPD?). *Zdorovya Ukrainy*. 2007;No 18: 30–31.
  10. Yashina LA. *Sovremennyye printsipy lecheniya KHOZL: bazisno planovno dlitelno* (Modern principles of treatment of COPD: basically, planning, long-term). *Zdorovya Ukrainy*. 2008;No 19:12–13.
  11. AARC Clinical Practice Guideline. *Bodyplethysmography: 2001 Revision & Update*. Respiratory care. 2001;46(5):506–513.
  12. *Capnometry / Capnography*. / Electro-Biomedical Engineering. Available at: <http://www.ebme.co.uk/arts/general/capno.htm>
  13. Ceriana P, Nava S. Hypoxic and hypercapnic respiratory failure. *Eur. Respir. Mon*. 2006;36:1–15.
  14. D'Mello J, Butani M. Capnography. *Indian. J. Anaest*. 2002;46(4):269–278.
  15. Hannink JDC, et al. *Dynamic hyperinflation during daily activities : does COPD Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease stage matter?* *Chest*. 2010;137(5):1116–1121.
  16. You B, et al. *Expiratory capnography in asthma : evaluation of various shape indices*. *Eur. Respir. J*. 1994;7:318–323.
  17. du Bois RM, et al. *Forced vital capacity in patients with idiopathic pulmonary fibrosis test properties and minimal clinically important difference*. *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 2011;184:1382–1389.
  18. GOLD executive committee, GOLD science committee. *Global initiative for chronic obstructive pulmonary disease revised 2011*. 2011;90 p.
  19. Norman GR, Sloan JA, Wyrwich KW. Interpretation of changes in health-related quality of life the remarkable universality of half a standard deviation. *Medical care*. 2003;41(5):582–592.
  20. O'Donnell DE. *Dynamic lung hyperinflation and its clinical implication in COPD*. *Rev. Mal. Respir*. 2009;26:e19–29.
  21. O'Donnell DE. *Hyperinflation, dyspnea, and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease*. *Proc. Am. Thorac. Soc*. 2006;3:180–184.
  22. du Bois RM, et al. *Six-minute-walk test in idiopathic pulmonary fibrosis test validation and minimal clinically important difference*. *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 2011;183:1231–1237.
  23. AARC Clinical Practice Guideline. *Static Lung Volumes: 2001 Revision & Update*. Respiratory care. 2001;46(5):531–539.
  24. Puhan MA, et al. *The minimal important difference of exercise tests in severe COPD*. *Eur Respir J*. 2011;37:784–790.
  25. Wang N, Zeng NN, Zhu W. Sensitivity, Specificity, Accuracy, Associated Confidence Interval And ROC Analysis With Practical SAS Implementations. *Health Care and Life Sciences*. 2010;14:32–39.