

УДК 616.24-007.272-036.12-07.001.5

С. Г. Опімах

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

Оцінка порушень обміну кисню у хворих на хронічне обструктивне захворювання легень

Ключові слова: хронічне обструктивне захворювання легень, порушення газообміну, гіпоксемія

Хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ) є важливою проблемою охорони здоров'я на сьогоднішній день у медико-соціальному та економічному плані, воно є однією з основних причин хворобливості та смертності в усьому світі, люди страждають від цього захворювання роками і передчасно помирають від нього чи його ускладнень [5]. Одним із основних ускладнень ХОЗЛ є легенева недостатність – нездатність легень забезпечити нормальний газовий склад артеріальної крові в стані спокою або при помірному фізичному навантаженні [1].

Підтримка нормального рівня рН артеріальної крові та адекватне постачання кисню є необхідними умовами для функціонування клітин, гомеостазу та продукції мітохондріальної енергії. Ці умови забезпечуються шляхом складної взаємодії між дихальною та серцево-судинною системами, кров'ю і клітинним метаболізмом; дихальна ж система є першою ланкою цього складного ланцюга [9]. Порушення газообміну є складовою частиною патофізіології ХОЗЛ. У керівництві Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) зазначено, що у порушеннях газообміну, які у сумі призводять до гіпоксемії та гіперкапнії, бере участь низка механізмів – це зниження вентиляції та вентиляційного драйву, погіршення функції дихальних м'язів внаслідок високої робо-

ти дихання при тяжкій обструкції та гіперінфляції, вентиляційно-перфузійні розлади тощо [11].

В оцінці розладів постачання організму киснем у хворих на ХОЗЛ застосовують декілька діагностичних тестів. Аналіз газового складу артеріальної крові – метод оцінки порушень газообміну, якому надають перевагу, але взяття артеріальної крові – болісне, утруднене у хворих з поганим судинним доступом. Умови правильного забору крові – це steady state (стабільний стан) – без змін кисневої терапії та параметрів вентиляції. Для хворих із хронічною обструкцією бронхів цей час становить 20–30 хвилин. Кров – це жива тканина, в якій з моменту забору і до проведення аналізу продовжується клітинний метаболізм, що змінює результати, – поглинається кисень, продукується CO_2 [7, 14]. Водночас контакт з повітрям знижує вміст CO_2 у зразках, саме тому аналіз газів крові необхідно проводити негайно [13].

Пульсоксиметрія – реєстрація рівня насичення гемоглобіну крові киснем – є доцільною лише як орієнтовний спосіб визначення гіпоксії у хворих на ХОЗЛ, адже має ряд обмежень: обстеження пацієнтів з ожирінням, гіпотензією та відхиленнями від нормального вмісту гемоглобіну в крові може дати некоректні результати. Точність обстеження знижується при порушеннях мікроциркуляції у пацієнта, а також у випадку, якщо датчик встановлено

на покритий лаком ніготь. В будь-якому разі при рівні сатурації кисню $< 94\%$ хворому на ХОЗЛ показано проведення аналізу газового складу крові [10].

На сьогодні в Україні, на жаль, проведення аналізу газового складу крові не завжди доступне для хворих на ХОЗЛ через високу вартість обладнання та витратних матеріалів. Нормальні результати аналізу газового складу крові не можуть переконливо свідчити про відсутність порушень газообміну, адже газовий склад крові як важливий компонент гомеостазу може залишатися нормальним за рахунок компенсаторних механізмів навіть при тяжкому перебігу ХОЗЛ.

Окрім аналізу газового складу крові та пульсоксиметрії клініцисти застосовують методику визначення дифузійної здатності легень (DLCO) для діагностики порушень газообміну між альвеолярним повітрям і кров'ю легеневи капілярів. DLCO знижена у хворих на ХОЗЛ, особливо за наявності розповсюдженої емфіземи, але недоліком методики є низька специфічність діагностичного тесту. Нормальні результати дослідження DLCO виключають наявність тяжкої емфіземи, але це не стосується ранніх її стадій [10]. Крім того, саме по собі визначення DLCO не відповідає на питання, чи розвивається у хворого на ХОЗЛ гіпоксемія.

Нас зацікавили можливості аналізу газового складу повітря, що видихує пацієнт, в оцінці порушень обміну кисню у хворих на ХОЗЛ. Модулями газоаналізу оснащені сучасні системи кардіореспіраторної діагностики.

Дана робота виконується з метою удосконалити діагностику порушень газообміну у хворих на ХОЗЛ.

Для досягнення мети роботи вирішувалися такі завдання:

- порівняти вміст кисню в повітрі, що видихується, у хворих на ХОЗЛ різних стадій та здорових осіб;
- вивчити рівень поглинання кисню у хворих на ХОЗЛ різних стадій та здорових осіб;
- дослідити зв'язок між вмістом кисню в капілярній крові та в повітрі, що видихує пацієнт.

Матеріали та методи дослідження

Робота виконана за рахунок коштів державного бюджету України.

Дослідження було узгоджене 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 165 осіб (104 чоловіка та 61 жінка) віком від 24 до 84 років, середній вік $(57,0 \pm 1,0)$ років; серед них 100 хворих на ХОЗЛ, 30 хворих на бронхіальну астму (БА), а також 35 здорових осіб.

Критерії включення для хворих на ХОЗЛ: жінки та чоловіки віком від 40 років включно; значення пост-бронходилатаційного об'єму форсованого видиху за першу секунду ($ОФВ_1$) $< 80\%$ від повинної величини та співвідношення $ОФВ_1$ до форсованої життєвої ємності легень (ФЖЕЛ) менше 70% ; ознайомлення з протоколом дослідження та підписання інформованої згоди на участь у дослідженні; здатність розуміти та виконувати маневри діагностичних процедур.

Критерії включення для хворих на БА: жінки та чоловіки віком від 18 років включно; зворотність бронхіальної обструкції – підвищення рівня $ОФВ_1 > 12\%$ (або ≥ 200 мл) за результатами фармакологічної проби з β_2 -агоністом короткої дії; ознайомлення з протоколом дослідження та підписання інформованої згоди на участь у дослідженні; здатність розуміти та виконувати маневри діагностичних процедур.

Критерії включення для здорових осіб: жінки та чоловіки віком від 18 років включно; відсутність патології органів дихання за даними анамнезу та огляду; результати спірометрії – значення базового $ОФВ_1 > 80\%$ від належної величини та співвідношення $ОФВ_1/ФЖЕЛ > 70\%$; ознайомлення з протоколом дослідження та підписання інформованої згоди на участь у дослідженні; здатність розуміти та виконувати маневри діагностичних процедур.

Критерії виключення: інші, окрім ХОЗЛ та БА, захворювання органів дихання (рак легень, туберкульоз, саркоїдоз, муковісцидоз, оперативні втручання на легенях в анамнезі); тяжкий неконтрольований перебіг хронічних захворювань, що може вплинути на результати обстежень; психічні розлади.

При постановці діагнозу ХОЗЛ, БА та при відборі хворих за стадіями ХОЗЛ враховувалися критерії наказу МОЗ України від 19.03.2007 р. № 128 «Про затвердження клінічних протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю «Пульмонологія»» [3]. Хворі на ХОЗЛ були розділені на три групи залежно від ступеня тяжкості захворювання. Здоровими особами в даному дослідженні вважалися учасники з нормальними показниками ФЗД, у яких на момент обстеження не було бронхообструктивних захворювань легень.

Усього в обстеженні виділено 5 груп спостереження:

- I група (БА) – 30 хворих на БА (11 чоловіків та 19 жінок), середній вік $(57,3 \pm 2,3)$ року, середній $ОФВ_1$ $(72,3 \pm 1,8)\%$;
- II група (ХОЗЛ-2) – 30 хворих на ХОЗЛ II стадії (23 чоловіка та 7 жінок), середній вік $(57,5 \pm 2,1)$ року, середній $ОФВ_1$ $(64,3 \pm 1,5)\%$;
- II група (ХОЗЛ-3) – 45 хворих на ХОЗЛ III стадії (30 чоловіків та 15 жінок), середній вік $(59,0 \pm 1,8)$ року, середній $ОФВ_1$ $(41,0 \pm 0,8)\%$;
- IV група (ХОЗЛ-4) – 25 хворих на ХОЗЛ IV стадії (21 чоловік та 4 жінки), середній вік $(65,6 \pm 1,8)$ року, середній $ОФВ_1$ $(26,4 \pm 0,6)\%$;
- V група (контроль) – 35 здорових осіб (19 чоловіків та 16 жінок), середній вік $(48,0 \pm 2,4)$ року, середній $ОФВ_1$ $(99,1 \pm 1,5)\%$.

Аналіз газового складу повітря, що видихує пацієнт, проводився на комплекті для дослідження кардіореспіраторної системи «Охусон Про» фірми «Cardinal Health» (Німеччина). Оцінювалися такі показники:

- поглинання кисню, мл/хв ($V'O_2$, ml/min);
- фракційна концентрація кисню наприкінці видиху в повітрі, що видихується, % ($FEtO_2$, end-tidal O_2 fraction, %);
- фракційна концентрація кисню протягом видиху в повітрі, що видихується, % (FEO_2 , expired O_2 fraction, %);
- об'єм вентиляції, л/хв ($V'E$, L/min).

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 газоаналізу. Прилад відображає середню величину концентрації або парціального тиску O_2 із кожних чотирьох послідовних дихальних циклів.

З огляду на складність виконання та високий ризик ускладнень артеріальної пункції автори проводили аналіз показників газового складу й кислотно-основного стану капілярної крові. Відомо, що дослідження капілярної крові неінвазивне, менш болісне і складне та водночас таке саме точне, як і дослідження артеріальної крові, щодо показників рН, парціальної напруги вуглекислого газу та сатурації кисню, тому визнане адекватною альтернативою аналізу артеріальної крові [8]. Щодо парціальної напруги кисню, то чим нижчий його рівень в артеріальній крові – тим точніше аналіз капілярної крові відображає його вміст. При гіпероксії (наприклад, при проведенні оксигенотерапії) існують значні розбіжності між результатами аналізу парціальної напруги кисню в артеріальній і капілярній крові, в цих випадках інтерпретація результатів аналізу капілярної крові потребує обережності [6].

Показники газового складу капілярної крові оцінювали мікрометодом за допомогою аналізатора «ABL5» фірми «Radiometer» за методикою фірми-виробника [15]. Аналізували парціальну напругу кисню (PaO_2 , мм рт. ст.). Для оцінки отриманих даних використовували такі референтні значення вмісту кисню в капілярній крові [7]: PaO_2 : 60–80 мм рт. ст.

Автори висловлюють подяку співробітникам клініко-функціонального відділення НІФП НАМН України за допомогу у проведенні аналізу газового складу крові.

Накопичення даних та їх математичну обробку проводили за допомогою ліцензійних програмних продуктів, що входять у 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. Бабиш [2]. Параметри, що вивчалися в даній роботі, оцінювали за допомогою визначення середньої величини (M), похибки середньої величини (m), критерію достовірності (t), рівня значимості (p). Кореляційний аналіз проводився за методом параметричної кореляції Пірсона з подальшою перевіркою достовірності результату за допомогою критерію Ст'юдента.

Результати та їх обговорення

Усім 165 учасникам дослідження проведено аналіз газового складу повітря, що видихує пацієнт. Середнє значення FE_{O_2} було найнижчим у здорових осіб та хворих на ХОЗЛ II стадії – $(16,8 \pm 0,1)$ та $(16,8 \pm 0,2)$ % відповідно, а найвищим – у хворих на ХОЗЛ III та IV стадій – $(17,6 \pm 0,1)$ % та $(17,7 \pm 0,1)$ %. Аналогічний характер мають результати FE_{CO_2} (табл. 1), коли у здорових осіб та хворих на ХОЗЛ II стадії вона більш низька і становить $(15,5 \pm 0,1)$ та $(15,4 \pm 0,1)$ % відповідно, а у хворих на ХОЗЛ III та IV стадій $(16,2 \pm 0,1)$ % та $(16,1 \pm 0,2)$ % відповідно є більш високою. Для показників FE_{O_2} та FE_{CO_2} різниця між групами хворих ХОЗЛ-2 – ХОЗЛ-3; ХОЗЛ-2 – ХОЗЛ-4; ХОЗЛ-3 – контроль; ХОЗЛ-4 – контроль є статистично значимою ($p < 0,01$).

Показники обміну кисню у обстежуваних групах (M ± m)					Таблиця 1
Показник	I група (БА) n = 30	II група (ХОЗЛ-2) n = 30	III група (ХОЗЛ-3) n = 45	IV група (ХОЗЛ-4) n = 25	V група (контроль) n = 35
FE_{O_2} , %	17,1 ± 0,1	16,8 ± 0,2	17,6 ± 0,1	17,7 ± 0,1	16,8 ± 0,1
	p < 0,05 між групами I–III* p < 0,01 між групами I–IV; II–III; II–IV; III–V; IV–V*				
FE_{CO_2} , %	15,7 ± 0,1	15,4 ± 0,1	16,2 ± 0,1	16,1 ± 0,2	15,5 ± 0,1
	p < 0,05 між групами I–III* p < 0,01 між групами II–III; II–IV; III–V; IV–V*				
V'E, л/хв	10,7 ± 0,4	11,1 ± 0,4	12,2 ± 0,5	12,6 ± 0,6	10,5 ± 0,3
	p < 0,05 між групами I–III; II–IV* p < 0,01 між групами I–IV; III–V; IV–V*				
V O ₂ , мл/хв	329 ± 16	364 ± 14	291 ± 17	290 ± 18	338 ± 15
	p < 0,05 між групами III–V; IV–V* p < 0,01 між групами II–III; II–IV				

Примітка: * – статистично значима різниця показників між вказаними групами спостереження.

Поглинання кисню ($V'O_2$) виявилось найвищим у хворих на ХОЗЛ II стадії – (364 ± 14) мл/хв та найнижчим у хворих на ХОЗЛ III та IV стадії – (291 ± 17) та (290 ± 18) мл/хв відповідно, що об'єктивно характеризує порушення постачання організму киснем у хворих з тяжким та дуже тяжким перебігом ХОЗЛ. Причому зниження поглинання кисню у хворих на ХОЗЛ з тяжким та дуже тяжким перебігом є статистично значимим відносно хворих на ХОЗЛ II стадії ($p < 0,01$).

У літературі ми не знайшли досліджень щодо вмісту кисню в повітрі протягом та наприкінці видиху для порівняння результатів. Наші розрахунки демонструють, що між показниками обміну O_2 та бронхообструкцією (ступінь якої покладено в основу класифікації ХОЗЛ за спірометричними показниками) простежується певна закономірність. Так, у здорових осіб з нормальною бронхіальною прохідністю повітря під час видиху містить відносно «мало» O_2 , а у хворих на ХОЗЛ IV стадії з порушеною бронхіальною прохідністю, навпаки, – «багато» O_2 .

В процесі легеневої вентиляції поновлюється газовий склад альвеолярного повітря. Альвеолярна вентиляція безпосередньо впливає на вміст O_2 та CO_2 в альвеолярному повітрі і таким чином визначає характер газообміну між кров'ю та повітрям, що заповнює альвеоли. Гази, що містяться в складі атмосферного, альвеолярного повітря і повітря під час видиху, мають певну фракційну концентрацію (табл. 2) [4].

Газовий склад повітря	Атмосферне повітря	Альвеолярне повітря	Повітря, що видихується
O_2	20,85	13,5	15,5
CO_2	0,03	5,3	3,7
N_2	78,62	74,9	74,6
H_2O	0,5	6,3	6,2
Загальний	100,0	100,0	100,0

Таблиця 2 є цитуванням положень нормальної фізіології людини, що повністю збігається з нашим клінічним обстеженням, адже при обстеженні осіб контрольної групи концентрація кисню наприкінці видиху дійсно становить 15,5 %. Ми вважаємо, якщо здорова особа вдихає повітря з концентрацією O_2 20,85 %, а видихує – з середньою концентрацією O_2 протягом видиху 16,8 %, то при цьому вона засвоює 4,05 % кисню. Аналогічно ми припускаємо, що хворий на ХОЗЛ IV стадії видихує повітря з середньою концентрацією O_2 17,7 %, тобто засвоює 3,15 % кисню, що на 23 % менше порівняно зі здоровою особою. Для хворих на ХОЗЛ III стадії ця тенденція також слухна.

Автоматично обраховане в процесі аналізу газового складу повітря значення $V'O_2$ у хворих на ХОЗЛ III

та IV стадій – (291 ± 17) та (290 ± 18) мл/хв відповідно на 16 % менше, ніж у здорових осіб – (338 ± 15) мл/хв.

Коефіцієнт кореляції Пірсона r для показників O_{FV_1} та FEO_2 становить $-0,35$ ($p < 0,05$), а для пари порівнянь O_{FV_1} та $FETO_2$ – $-0,27$ ($p < 0,05$) відповідно. За підсумками кореляційного аналізу результатів спірометрії та аналізу вмісту кисню у повітрі, що видихує пацієнт, можна зробити висновок, що бронхообструкція сприяє порушенню поглинання кисню, але не є єдиним чинником можливого формування гіпоксемії, адже величина коефіцієнту кореляції – $0,35$ та $0,27$ – свідчить про слабкий кореляційний зв'язок.

Те, що не одна лише бронхообструкція чинить вплив на розлади газообміну, пояснюється особливостями легеневого кровотоку та вентиляції. В роботі J. M. V. Hughes, що присвячена принципам газообміну у хворих на ХОЗЛ, вказано, що майже завжди причиною артеріальної гіпоксемії є порушення балансу вентиляції (V) та перфузії (Q). Для розуміння природи V/Q дисбалансу J. M. V. Hughes пропонує розглянути гіпотетичну ситуацію раптового і одночасного блокування лівої головної легеневої артерії емболом та головного правого бронха пухлиною, що кровоточить. Весь кровоток правої легені, що дорівнює серцевому викиду, без вентиляції буде неоксигенованим, співвідношення V/Q буде дорівнювати нулю, а вміст O_2 та CO_2 у крові, що надходить з правої легені, буде дорівнювати складу змішаної венозної крові, що надійшла до неї. Інша легена з вентиляцією, але без кровотоку, буде діяти як «мертвий» простір зі співвідношенням V/Q , що прямує до нескінченності, причому альвеолярний вміст O_2 та CO_2 буде дорівнювати такому у повітрі, що вдихає пацієнт. V/Q , що дорівнює 0, і що дорівнює ∞ , означає відсутність ефективного газообміну. Газообмін стає ефективним при значенні V/Q 0,86. В реальності у хворих на ХОЗЛ існує широкій розмах значень V/Q в різних ділянках легень в обидва боки від оптимального значення. Чим більшим є розмах – тим більшими стають порушення газообміну. Зони зі знизеним V/Q призводять до артеріальної гіпоксемії (та гіперкапнії), а зі збільшеним V/Q – роблять внесок до даремної вентиляції, або «мертвого» простору [12].

При формуванні гіпоксемії та гіперкапнії в організмі запускається компенсаторний механізм – збільшення хвилинного об'єму дихання [12]. Щодо результатів даної роботи, об'єм хвилинної вентиляції легень в спокої виявився найвищим у хворих на ХОЗЛ IV стадії – $(12,6 \pm 0,6)$ л/хв (табл. 1), статистично значимо більшим відносно хворих на ХОЗЛ II стадії $(11,1 \pm 0,4)$ л/хв, БА $(10,7 \pm 0,4)$ л/хв та здорових осіб $(10,5 \pm 0,3)$ л/хв. Хвилинна вентиляція у хворих на ХОЗЛ III стадії була достовірно вищою, ніж у здорових осіб та хворих на БА, – $(12,2 \pm 0,5)$ л/хв.

У дослідженні показників газового складу капілярної крові взяли участь 20 хворих на ХОЗЛ (15 чоловіків та 5 жінок), серед них з II стадією ХОЗЛ – 3 хворих, з III стадією ХОЗЛ – 10 хворих, з IV стадією ХОЗЛ – 7 хворих. Результати їх обстеження наведено в таблиці 3.

У двох хворих з гіпоксемією (спостереження № 1 та № 19) значення FEO_2 та $FETO_2$ перевищують середні

Таблиця 3

Вміст кисню в повітрі, що видихує пацієнт,
та в капілярній крові
у обстежуваних хворих

№ обстеження	FEO ₂ , %	FETO ₂ , %	PaO ₂ , мм рт. ст.
1	17,7	16,1	52
2	17,6	16,0	67
3	17,5	15,8	62
4	17,2	15,8	69
5	18,5	17,0	65
6	18,3	16,7	61
7	17,1	15,3	68
8	16,2	14,5	69
9	16,9	15,5	66
10	17,9	16,2	64
11	16,3	14,8	73
12	17,3	15,7	63
13	18,1	16,3	64
14	17,5	15,9	63
15	18,1	16,7	72
16	17,4	15,4	61
17	17,3	15,6	71
18	16,7	15,1	72
19	18,2	16,7	59
20	17,9	16,7	65
Середні значення	17,5 ± 0,1	15,9 ± 0,2	65,3 ± 1,2

значення у групі спостереження. Загалом, зв'язок вмісту кисню в капілярній крові з FEO₂ та FETO₂ такий: коефіцієнт кореляції між PaO₂ та FETO₂ дорівнює -0,41, а між PaO₂ та FEO₂ – -0,49. Таким чином, високі значення FEO₂ та FETO₂ можуть свідчити про ризик наявності гіпоксемії.

Висновки

1. У хворих на ХОЗЛ III та IV стадій вміст кисню у повітрі, що видихується, є статистично значимо більш високим порівняно з хворими на ХОЗЛ II стадії та здоровими особами.

2. У хворих на ХОЗЛ III та IV стадій поглинання кисню із атмосферного повітря в процесі легеневої вентиляції є на 16–23 % меншим порівняно зі здоровими особами.

3. Високі значення FEO₂ та FETO₂ корелюють зі зниженням PaO₂ (коефіцієнт кореляції дорівнює -0,49 та -0,41 відповідно).

Практичне впровадження результатів даної роботи може покращити надання медичної допомоги хворим на ХОЗЛ в сенсі виявлення ще недіагностованих випадків захворювання. Якщо в процесі проведення кардіо-респіраторного навантажувального тесту лікар констатує підвищений вміст кисню в повітрі, що видихує пацієнт, це є підставою з'ясувати, чи не має хворий притаманних для ХОЗЛ скарг. Це задишка (що поступово прогресує, або погіршується під час навантаження, або постійна), тривалий кашель, тривала продукція мокротиння та анамнез впливу факторів ризику захворювання в осіб старше 40 років [11]. Ми рекомендуємо направляти таких хворих на спірометрію та консультацію пульмонолога з метою підтвердження діагнозу ХОЗЛ та призначення відповідного лікування.

Література

1. Гаврисюк, В. К. Принципы терапии больных с осложнениями ХОЗЛ [Текст] / В. К. Гаврисюк // Укр. пульмонолог. журн. – 2011. – № 2. – С. 10–12.
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. Наказ МОЗ України від 19.03.2007 р. № 128 «Про затвердження клінічних протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю «Пульмонологія» [Текст] / Діагностика, клінічна класифікація та лікування хронічного обструктивного захворювання легень. – К., 2007. – С. 63–88.
4. Покровский, В. М. Физиология человека : учебное пособие для студентов медицинских вузов [Текст] / В. М. Покровский, Г. Ф. Коротько. – М. : Медицина, 2007. – 656 с.
5. Фещенко, Ю. И. Новая редакция глобальной инициативы по ХОЗЛ [Текст] / Ю. И. Фещенко // Укр. пульмонолог. журн. – 2012. – № 2. – С. 6–8.
6. Ceriana, P. Hypoxic and hypercapnic respiratory failure [Text] / P. Ceriana, S. Nava // Eur. Respir. Mon. – 2006. – Vol. 36. – P. 1–15.
7. D'Orasio, P. Blood gas and pH analysis and related measurements; approved guideline – second edition [Text] / D'Orasio P. [et al.] // Clinical and laboratory standards institute. – 2009. – Vol. 29, № 8. – P. C46–A2.
8. Gibson, G. J. Chronic obstructive pulmonary disease : investigations and assessment of severity [Text] / G. J. Gibson, W. MacNee // Eur. Respir. Mon. – 2006. – Vol. 38. – P. 24–40.
9. Global initiative for chronic obstructive pulmonary disease revised 2011 [Text] / GOLD executive committee, GOLD science committee. – 2011. – 90 p.
10. Hughes, J.M.B. Pulmonary gas exchange [Text] / J.M.B. Hughes // Eur. Respir. Mon. – 2005. – Vol. 31. – P. 106–126.
11. Kellum, J. Acid-base disorders [Text] / J. Kellum // Critical Care. – 2006. – Vol. 8. – P. 801–812.
12. Kerry, C. Capillary blood gas – a more «patient friendly» alternative to arterial blood gas? [Electronic resource] / Kerry C. [et al.]. – Режим доступа: <http://www.1000livesplus.wales.nhs.uk/sitesplus/documents/1011/SOPHIE%20RICHTER%20Capillary%20blood%20gas%20-%20corrected.pdf>.
13. Prasad, R. Arterial blood gas : basics and interpretation [Text] / R. Prasad // Pulmon. – 2007. – Vol. 9 (3). – P. 82–87.
14. The blood gas handbook [Text] / Radiometer Medical ApS. – Denmark. – ISBN 87-88138-48-8. – 112 p.
15. Zavorsky, G. S. Arterial versus capillary blood gases: a meta-analysis [Text] / Zavorsky G. S. [et al.] // Respir. Physiol. Neurobiol. – 2007. – Vol. 155 (3). – P. 268–279.

ОЦЕНКА НАРУШЕНИЙ ОБМЕНА КИСЛОРОДА
У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКИМ ОБСТРУКТИВНЫМ
ЗАБОЛЕВАНИЕМ ЛЕГКИХ

С. Г. Опимах

Резюме. При хроническом обструктивном заболевании легких (ХОЗЛ) происходят многочисленные патофизиологические нарушения, в том числе нарушения газообмена. Нами изучается возможность неинвазивного определения показателей обмена кислорода с помощью анализа газового состава выдыхаемого воздуха и исследуется соответствие этих результатов содержанию кислорода в крови у больных ХОЗЛ.

Данная работа выполняется с целью усовершенствовать диагностику нарушений газообмена у больных ХОЗЛ.

Результаты. В исследовании приняли участие 165 человек, которым был проведен анализ газового состава выдыхаемого воздуха. Среднее значение FEO_2 было самым низким у здоровых лиц и больных ХОЗЛ II стадии ($16,8 \pm 0,1$) и ($16,8 \pm 0,2$) % соответственно, а самым высоким – у больных ХОЗЛ III - ($17,6 \pm 0,1$) % и IV стадий – ($17,7 \pm 0,1$) %. Аналогичный характер имеют результаты $FETO_2$. Поглощение кислорода ($\dot{V}O_2$) оказалось самым высоким у больных ХОЗЛ II стадии (364 ± 14) мл/мин и низким – у больных ХОЗЛ III (291 ± 17) мл/мин и ХОЗЛ IV стадии (290 ± 18) мл/мин. Коэффициент корреляции между показателями PaO_2 и $FETO_2$ равен $-0,41$, а между PaO_2 и FEO_2 – $0,49$.

Выводы. У больных ХОЗЛ III и IV стадий содержание кислорода в выдыхаемом воздухе статистически значимо более высокое по сравнению с больными ХОЗЛ II стадии и здоровыми лицами, а поглощение кислорода из атмосферного воздуха в процессе легочной вентиляции на 16–23 % меньше; повышенное содержание кислорода в выдыхаемом воздухе ассоциируется с гипоксемией.

Ключевые слова: хроническое обструктивное заболевание легких, нарушения газообмена, гипоксемия

Научно-практический журнал «Астма и аллергия», 2013, № 4

С. Г. Опимах

ГУ «Национальный институт фтизиатрии и пульмонологии им. Ф.Г. Яновского НАМН Украины»,
03680, Украина, Киев, ул. Амосова, 10
тел./факс: 380(44)275-62-42
e-mail: diagnost@ifp.kiev.ua

EVALUATION OF OXYGEN GAS EXCHANGE IN CHRONIC
OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE PATIENTS

S. G. Opimakh

Summary. In chronic obstructive pulmonary disease (COPD) numerous pathophysiological disorders including disorders of gas exchange take place. We study the possibility of non-invasive determination of oxygen gas exchange by gas analysis of exhaled air and investigate the compliance between these results and the oxygen content in the blood in COPD patients.

The purpose of the study: This study aimed to improve the diagnosis of gas exchange abnormalities in COPD patients.

Results: For the 165 study participants gas analysis of exhaled air was conducted. Mean FEO_2 was lowest in healthy subjects and in COPD stage II patients – ($16,8 \pm 0,1$) and ($16,8 \pm 0,2$) % respectively, while the highest – in COPD III patients ($17,6 \pm 0,1$) % and COPD IV ($17,7 \pm 0,1$) %. Similar pattern of results has $FETO_2$. Oxygen uptake ($\dot{V}O_2$) appeared highest in COPD stage II patients (364 ± 14) ml/min and lowest in COPD III patients (291 ± 17) ml/min and COPD IV (290 ± 18) ml/min. The correlation coefficient between the indicators PaO_2 and $FETO_2$ is -0.41 , and between PaO_2 and FEO_2 – -0.49 .

Conclusions: In COPD stages III and IV patients oxygen content in the exhaled air is statistically significant higher compared with stage II COPD patients and healthy subjects, the oxygen consumption from the air during pulmonary ventilation for 16–23% less; the high oxygen content in the exhaled air associated with hypoxemia.

Key words: Chronic obstructive pulmonary disease, gas exchange abnormalities, hypoxemia

Theoretical and practical J. «Asthma and Allergy», 2013, 4.

S. G. Opimakh

SO «National Institute of Phthisiology and Pulmonology named after
F.G. Yanovsky NAMS of Ukraine»
03680, Ukraine, Kyiv, M. Amosova str., 10
tel./fax: 380(44)275-62-42
e-mail: diagnost@ifp.kiev.ua