

УДК: 616.24:661.97:001.5

ПЕРЕВАГИ МЕТОДУ БОДИПЛЕТИЗМОГРАФІЇ І ВИЗНАЧЕННЯ ДИФУЗІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ АЛЬВЕОЛО-КАПІЛЯРНОЇ МЕМБРАНИ ДЛЯ ОЦІНКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ЛЕГЕНЬ У ХВОРИХ НА ПНЕВМОКОНІОЗ

Басанець А.В.

Інститут медицини праці АМН України, м. Київ

Вирішення проблеми пневмоконіозу (ПК) в Україні потребує пошуку і встановлення діагностичних критеріїв, що могли б використовуватися як біомаркери захворювання на ранніх етапах його розвитку. У статті доповідаються результати обстеження функціонального стану легень 543 шахтарів підземних професій, що хворіють на ПК, та 187 шахтарів без патології бронхолегеневої системи із застосуванням спірометрії, бодиплетизмографії (БПГ) та визначення дифузійної здатності альвеоло-капілярної мембрани (DLCO). Аналіз одержаних результатів виявив відсутність змін показників спірометрії у обстежених, які б свідчили про наявність обструктивних порушень функції зовнішнього дихання. Натомість у хворих на ПК було діагностовано рестриктивні порушення, що проявлялися зниженням показників БПГ: ЗО, ФЖЄЛ, ЗЄЛ та порушенням проникності АКМ як щодо контрольної групи, так і до належних фізіологічних рівнів. Таким чином, БПГ є найбільш інформативним методом діагностики дихальної недостатності при ПК.

Ключові слова: пневмоконіоз, спірометрія, бодиплетизмографія, статичні легеневі об'єми, проникність альвеоло-капілярної мембрани

Вступ

Визначення функціонального стану бронхо-легеневої системи є одним з найважливіших діагностичних заходів при професійних її захворюваннях. Зміни функції легень визначає клінічний ступінь тяжкості перебігу захворювання, залежну від нього терапію, заходи профілактики прогресування захворювання та його ускладнень, а також ступінь втрати працездатності та інвалідизації пацієнта [9].

Упродовж багатьох років вивчення особливостей клініки та діагностики ПК стверджувалось, що для цього захворювання не є характерними значні зміни функції зовнішнього дихання (ФЗД) [14]. На стадіях захворювання категорій 1 та 2 хворі часто скаржаться на задишку, проте при проведенні спірометрії не завжди виявляються функціональні порушення [4, 9]. Найбільш поширеним методом діагностики функціонального стану бронхолегеневої системи, в тому числі при ПК, є спірометрія, що фіксує динамічні показники, які відображають швидкість проведення повітряного потоку крізь дихальні шляхи того чи іншого калібру і характеризують ступінь обструкції бронхів [1]. Спірометрія є найбільш інформативним методом діагностики захворювань, що супроводжуються або ускладнюються обструктивними змінами ФЗД, таких як бронхіальна астма, хронічне обструктивне захворювання легень, емфізема тощо [3].

Механізм дихальної недостатності, що розвивається за ПК, є дещо відмінним, оскільки протягом певного часу бронхи можуть залишатися інтактними, а зміни в легенях характеризуються пневмосклерозом паренхіми, що зумовлює виникнення рестриктивних змін. Обструктивні порушення приєднуються на пізніх стадіях хвороби як її ускладнення. Рестриктивні функціональні порушення можуть бути досліджені за допомогою аналізу показників статичних легневих об'ємів. Судження про те, що рестриктивні зміни можна діагностувати при зниженні показника ЖЄЛ (життєвої ємності легень), є помилковим, оскільки до його зниження можуть призвести як зниження ЗЄЛ (загальної ємності легень), що характерно для рестриктивних змін, так і збільшення показника ЗО (залишкового об'єму), що визначає бронхіальну обструкцію. Таким чином, за зниженням показника ЖЄЛ можна лише запідозрити наявність рестриктивних змін за умови нормальних швидкісних показників.

Сучасним методом визначення статичних легневих об'ємів є бодиплетизмографія (БПГ) [13], заснована на законі Бойля-Маріотта, згідно з яким добуток об'єму газу на його тиск є величиною постійною за незмінної температури. Дослідження полягає в тому, що пацієнт, перебуваючи в герметично ізольованій кабіні, виконує дихальні маніпуляції, при цьому вимірюють тиск в кабіні і

ротовій порожнині і розраховують ФЗЄЛ (функціональна залишкова ємність легень), на базі якої шляхом математичних розрахунків визначають інші показники. Найбільш інформативні показники для діагностики рестриктивних змін при ПК — це ФЗЄЛ і ЗЄЛ, що характеризуються найбільшою відтворюваністю. Варіабельність показника ЗО є значно меншою. Метод визначення статичних легеневи об'ємів є єдиним об'єктивним методом діагностики рестриктивних порушень. Суттєвим є той факт, що методика не має протипоказань, не залежить від кооперації з пацієнтом такою мірою, як спірометрія, і тому забезпечує об'єктивізацію діагнозу і полегшує вирішення експертних питань у профпатології.

Основним патологічним процесом в легенях при ПК є збитковий розвиток фіброзу інтерстиціального та вузликового типів, що призводить до заміщення паренхіми легень вогнищами склеротично трансформованої тканини, які повністю виключені з процесу газообміну. Як результат, відбувається зменшення об'єму простору газообміну, що може проявлятися порушенням дифузійної здатності альвеолокапілярної мембрани (DLCO — diffusion CO). Показник DLCO визначають методом поодинокого вдиху з монооксидом вуглецю. Такі дослідження проводили у хворих на інтерстиціальні захворювання легень, але дослідження щодо пневмоконіозу були дуже обмеженими [10].

Матеріали і методи досліджень

Для поглибленого вивчення ФЗД у хворих на ПК було обстежено 543 пацієнти з проведенням спірометрії, БПГ та дослідження DLCO методом поодинокого вдиху з монооксидом вуглецю із застосуванням комплексу Master Screen Body (JAEGER).

Аналізували такі показники:

- спірометричні: ЖЄЛ, ФЖЄЛ (форсована життєва ємність легень), ОФВ1 (об'єм форсованого видиху за 1 с), ПОШ (пікова об'ємна швидкість), ХОШ (хвилинна об'ємна швидкість) на різних відтинках ЖЄЛ (а саме 25, 50, 75 та 25–75%);
- показники БПГ: ЗО, ФЗЄЛ, ЗЄЛ;
- дифузійна здатність АКМ: показник DLCO.

Результати дослідження та їх обговорення

Характеристику обстежених представлено в табл. 1. Усі пацієнти основної групи були чоловічої статі, середній вік їх становив 47,2 року. Середній стаж роботи в підземних умовах досягав 22,6 років. До дослідження було відібрано шахтарів основних підземних спеціальностей, виконання професійних обов'язків якими було пов'язано з ризиком впливу на організм високих концентрацій вугільно-породного пилу. Так, середній рівень пилу на робочих місцях обстежених становив 220,6 мг/м³ при середньому вмісті вільного діоксиду кремнію 10,7%. Майже половина обстежених шахтарів (47,2%) палила.

Як контрольну групу до дослідження було включено 187 шахтарів підземних професій, які не хворіли на ПК та інші захворювання легень. Як видно з табл. 1, основна та контрольна групи були майже ідентичними за віком, стажем роботи в підземних умовах, концентраціями пилу в повітрі робочої зони, вмістом у ньому вільного оксиду кремнію та пропорцією осіб, що палили.

Аналіз об'ємних показників спірометрії (ЖЄЛ і ФЖЄЛ) свідчить про більш низькі їх рівні у шахтарів, хворих на ПК, порівняно з контрольною групою (рис. 1).

Але при цьому відмінності не були вірогідними, жоден з показників не виходив за межі фізіологічної норми (табл. 2) і, таким чином, не свідчив про функціональні порушення бронхо-легеневої системи.

Відомі дані про зниження показнику ФЖЄЛ у працюючих на гранітних кар'єрах, хворих на силікоз [12], але в публікації не наводяться дані про наявність чи відсутність у обстежених емфіземи легень, тож неясно, з чим саме пов'язана така динаміка показника: власне з силікозом, чи з його ускладненням.

Аналогічні дані було одержано при аналізі швидкісних показників спірометрії, представлених на рис. 2: рівні їх в основній групі були незначно нижчими, ніж в контрольній, але показники не виходили за межі належних фізіологічних рівнів і не давали підстав для висновку щодо страждання функції легень, хоча більшість хворих, особливо з категорією ПК 1/1 і більше, скаржилися на задишку різного ступеня. Слід зазначити, що в деяких дослідженнях автори повідомляють про наявність у хворих на ПК об-

Таблиця 1

Характеристика груп обстежених

Група	Кількість	Середній вік (роки)	Середній стаж (роки)	Пил (мг/м ³)	SiO ₂ (%)	Паління (%)
Основна	543	47,2	22,6	220,6	10,7	47,9
Контроль	187	48,2	21,2	202,9	9,1	46,5

структивних змін, що проявляються зниженням показників $ОФВ_1$ [2] і $ХОШ_{75/25}$ [7] щодо належних рівнів. Але в переважній більшості публікацій йдеться про відсутність обструктивних порушень при неускладнених формах ПК [5, 9].

Останнім часом розуміння патогенезу захворювання привело дослідників до думки про пошук інших показників, які б могли пояснити клінічні прояви ПК (наприклад, задишку), що порушують самопочуття і життєдіяльність хворих при нормальних показниках спірометрії; показників, які б могли виступати в ролі біомаркерів, або предикторів захворювання, що призводить до втрати працездатності та інвалідизації хворих у молодому працездатному віці. Огляд літератури показав, що в наукових дослідженнях останніх років приділялася увага вивченню статичних легеневих об'ємів у хворих на силікоз та азбестоз (12), що ж стосується пневмоконіозу від дії вугільно-породного пилу, то такі дослідження дуже нечисленні [7].

Аналіз показників статичних легеневих об'ємів довів, що в групі пацієнтів, хворих на ПК, показники ФЗЄЛ, ЗО і ЗЄЛ були вірогідно нижчими за аналогічні в контролі (рис. 3), до того ж вони становили 74,4–77,8% від належних рівнів (табл. 2), що свідчить про порушення функціонального стану бронхо-легеневої системи за рестриктивним типом. На відміну від одержаних нами результатів у дослідженні Lip відмічалось зростання показника ЗО у хворих на ПК, у яких не було виявлено порушень ФЗД за даними спірометрії [7].

Відомо, що для діагностики функціональних порушень ФЗД важливе значення мають відносні показники спірометрії ($ОФВ_1/ФЖЄЛ$ та $ОФВ_1/ЖЄЛ$) та БПГ ($ЗО/ЗЄЛ$). Зокрема, зменшення показника $ОФВ_1/ФЖЄЛ$ нижче 80% є одним з основних критеріїв обструктивних порушень функціонального стану легень, збільшення показника $ЗО/ЗЄЛ$ вище 20% є свідченням наявності ознак емфіземи легень.

У нашому дослідженні відмінності між відносними спірометричними показниками основної та контроль-

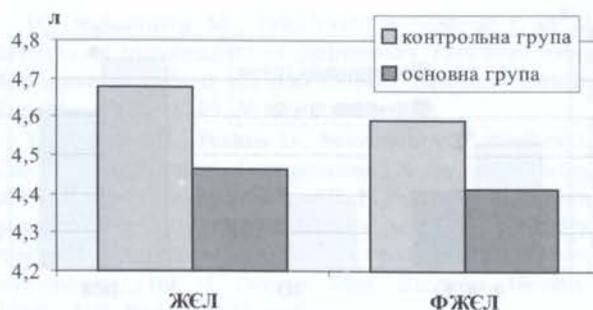


Рис. 1. Об'ємні показники спірометрії у групах обстежених.

Таблиця 2

Показники ФЗД і БПГ у відношенні до належних рівнів (%)

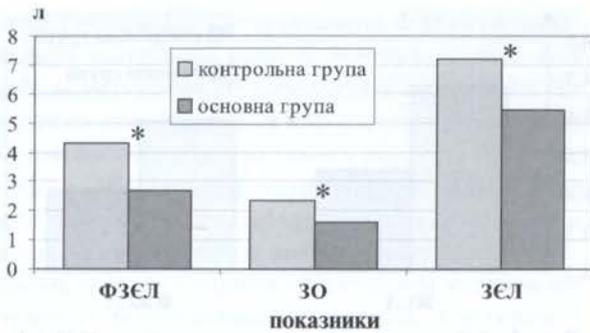
Показники (%)	Групи обстежених	
	контрольна	основна
ЖЄЛ	98,7	96,1
ФЖЄЛ	100,3	98,2
ОФВ ₁	101,1	98,1
ПОШ	86,1	85,6
ХОШ ₂₅	87,3	85,8
ХОШ ₅₀	88,3	86,6
ХОШ ₇₅	93,9	90,5
ХОШ _{75/25}	91,9	87,4
ЗО	102,2	74,4
ФЗО	103,7	75,8
ЗЄЛ	103,4	77,8
DLCO	94,4	74,6

ної груп не носили вірогідного характеру, обидва показники коливались в межах фізіологічної норми (рис. 4). Показник $ЗО/ЗЄЛ$ фіксувався на рівні 29,4% в групі хворих на ПК і 32,8% – в контрольній, що може бути свідченням початкових ознак емфіземи легень у обстежених, яка не проявилась клінічно.

Щодо ПК, результати аналізу наведених показників ФЗД у різних наукових дослідженнях є такими, що суперечать один одному. В публікаціях повідомляють



Рис. 2. Швидкісні показники ФЗД в групах обстежених.



* $p < 0,01$

Рис. 3. Показники БПГ у групах обстежених.

про зниження показника $ОФВ_1/ЖЄЛ$ у шахтарів кам'яновугільних шахт, хворих на ПК, ускладнений емфіземою легень [6, 8]. В той самий час, дослідженнями, проведеними в NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), як і в нашому обстеженні, не було встановлено патологічних змін відносних показників спірометрії у хворих на ПК [2].

Деякі автори наводять дані про можливість використання як найбільш об'єктивного показника дихальної недостатності дифузійної здатності АКМ. Враховуючи особливості патогенезу ПК (11), ми припустили, що показник DLCO може бути діагностичним критерієм (біомаркером) патологічних змін при цьому захворюванні і проаналізували його рівні в групі пацієнтів, хворих на ПК, порівняно з контрольною групою, а також щодо належних рівнів. Аналіз показника DLCO цілком підтвердив наші припущення: у хворих на ПК рівень його був майже на 2 л меншим, ніж в групі обстежених, що не страждали на захворювання бронхо-легеневої системи (рис. 5, $p < 0,01$), і становив 74,6% від належного рівня (табл. 2). Це є підтвердженням наявності функціональних порушень рестриктивного типу, що було діагностовано за допомогою БПГ.

У подальших дослідженнях планується вивчення динаміки показників функціонального стану бронхо-легеневої системи залежно від стажу роботи шахтарів в умовах впливу вугільно-породного пилу, його концентрації в повітрі робочої зони, вмісту вільного оксиду кремнію в ньому. Цікавим видається питання щодо особливостей функціональних порушень у хво-

Література

1. Bauer T.T., Schultze-Werninghaus G., Kollmeier J. et al. Functional variables associated with the clinical grade of dyspnoea in coal miners with pneumoconiosis and mild bronchial obstruction//Occup. Environ. Med.– 2001.– V.58, №12.– P. 794–799.
2. Beeckman L.F., Wang M.L., Wagner G.R., Petsonk E.L. Accelerated declines in FEV1 and subsequent

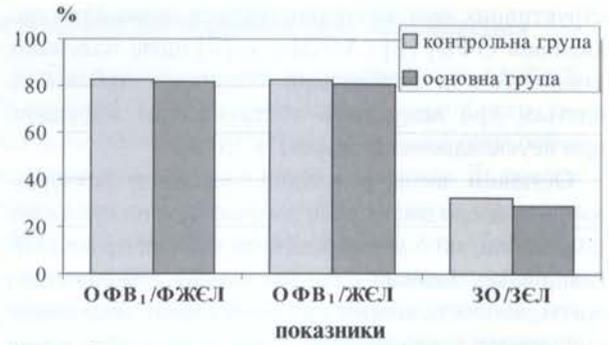


Рис. 4. Відносні показники ФЗД у групах обстежених.

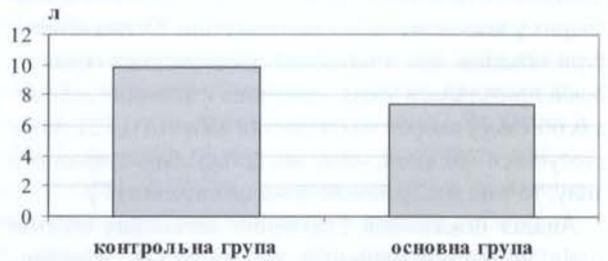


Рис. 5. Дифузійна здатність АКМ.

рих на різні форми та категорії захворювання, їх кореляції з рентгенологічними даними та даними комп'ютерної томографії. Важливим є пошук і встановлення показників, що можуть використовуватися як біомаркери, ранні діагностичні критерії ПК.

Висновки

1. Особливості патогенезу ПК формують дихальну недостатність за рестриктивним типом, що не може бути діагностовано проведенням спірометрії.
2. Основними функціональними методами діагностики при неускладнених формах ПК мають стати бодиплетизмографія та визначення проникності АКМ.
3. Найбільш інформативними критеріями для діагностики функціональних порушень при ПК є зниження показників ЗО, ФЗЄЛ, ЗЄЛ та DLCO, що після додаткового вивчення можуть бути рекомендовані для використання як біомаркери патологічного процесу при цьому захворюванні.

increased respiratory symptoms, illnesses, and mortality in coal miners//Am. J. Respir. Crit. Care Med.– 2001.– V.163.– P. 633–639.

3. Chi L., Piao Z., Liu Y. Change of pulmonary diffusing capacity, membrane diffusing capacity and pulmonary capillary blood volume in patients with COPD and connective tissue disease at rest and post-exercise// Zhonghua Jie He Hu.– 2001.– V.21, №6.– P. 344–347.

4. Collins L.C., Willing S., Bretz R. et al. High-resolution CT in simple coal workers' pneumoconiosis. Lack of correlation with pulmonary function tests and arterial blood gas values//Chest.- 1993.- V.104, №4.- P. 1156-1162.

5. Cooper J.K., Johnson T.P. Exercise capacity in coal workers' pneumoconiosis: an analysis using causal modeling//Br. J. Ind. Med.- 1990.- V.47, №1.- P. 52-57.

6. Gevenois P.A., Sergent G., De Maertelaer V. et al. Micronodules and emphysema in coal mine dust or silica exposure: relation with lung function//Eur. Respir. J.- 1998.- V.12, №5.- P. 1020-1024.

7. Lin L.C., Yang S.C., Lu K.W. Ventilatory defect in coal workers with simple pneumoconiosis: early detection functional abnormalities//Kaohsiung J. Med. Sci.- 2001.- V.17, №5.- P. 245-252.

8. Lodi V., D'Elia V., Campana E. et al. Use of diverse diagnostic techniques in the study of silicosis//G. Ital. Med. Lav. Ergon.- 2000.- V.22, №1.- P. 3-6.

9. Marek K. Principles of work capacity assessment in occupational respiratory diseases//Med. Pr.- 2002.- V.53, №3.- P. 245-252.

10. Nakamura M., Takahashi Y., Ohru T. et al. Criteria of impairment of pulmonary function using Japanese standard values//Nihon Kokyuki Gakkai Zasshi.- 2002.- V.40, №12.- P. 925-992.

11. Petrova E., Petkov D., Shonshkov P., Nachev C. The diagnostic value of conventional X-ray examination of the lungs in comparison with high-resolution computed tomography (HRCT), isotope perfusion scintigraphy and the diffusion capacity in patients with pneumoconiosis//Int. J. Occup. Med. Environ. Health.- 1995.- V.8, №3.- P. 231-238.

12. Tjoe-Nij E., Meer G.G., Smit J., Heederik D. Lung function decrease in relation to pneumoconiosis and exposure to quartz-containing dust in construction workers//Am. J. Ind. Med.- 2003.- V.43, №6.- P. 574-583.

13. Wang X.R., Christiani D.C. Respiratory symptoms and functional status in workers exposed to silica, asbestos, and coal mine dust//J. Occup. Environ. Med.- 2002.- V.42, №11.- P. 1076-1084.

14. Wang X., Yu I.T., Wong T.W., Yano E. Respiratory symptoms and pulmonary function in coal miners: looking into the effects of simple pneumoconiosis//Am. J. Ind. Med.- 1999.- V.35, №2.- P. 124-131.

ПРЕИМУЩЕСТВА МЕТОДА БОДИПЛЕТИЗМОГРАФИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИФФУЗИОННОЙ СПОСОБНОСТИ АЛЬВЕОЛО-КАПИЛЛЯРНОЙ МЕМБРАНЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕГКИХ У БОЛЬНЫХ ПНЕВМОКОНИОЗОМ

Басанец А.В.

Институт медицины труда АМН Украины, г. Киев

Проблема пневмокониоза (ПК) в Украине нуждается в поиске и установлении диагностических критериев, которые могли бы выступать в качестве биомаркеров заболевания на его ранних этапах развития. В статье сообщается о результатах обследования функционального состояния легких 543 шахтеров подземных профессий, болеющих ПК, и 187 шахтеров без патологии бронхо-легочной системы с применением спирометрии, бодиплетизмографии (БПГ) и определением диффузионной способности альвеоло-капиллярной мембраны (DLCO). Анализ полученных результатов выявил отсутствие изменений показателей спирометрии у обследованных, которые бы свидетельствовали о наличии обструктивных нарушений функции внешнего дыхания (ФВД). Вместе с тем, у больных ПК были диагностированы рестриктивные нарушения, которые проявлялись снижением показателей БПГ: ОО, ФОЕЛ, ЗЕЛ и нарушением DLCO как по отношению к контрольной группе, так и к надлежащим физиологическим уровням. Таким образом, метод БПГ является наиболее информативным для выявления дыхательной недостаточности при ПК.

Ключевые слова: пневмокониоз, спирометрия, бодиплетизмография, статические легочные объемы, проницаемость альвеоло-капиллярной мембраны

ADVANTAGES OF BODYPLETHISMOGRAPHY AND DIFFUSION CAPACITY FOR EVALUATION OF LUNG FUNCTION CONDITION IN PATIENTS WITH PNEUMOCONIOSES

Basanets A.V.

Institute for Occupational Health of AMS of Ukraine, Kyiv

The problem of pneumoconiosis in Ukraine needs for searching and revealing of diagnostic criteria that could be biomarkers of the early stage of disease. In the article there are results of lung function investigation of 543 underground miners with pneumoconiosis and 187 miners without bronchopulmonary diseases using spirometry, bodyplethismography and diffusion capacity methods. Analysis of results didn't reveal changes of spirometry indices that are criteria of obstruction. But in patients with pneumoconiosis restrictive changes of lung function were revealed by decreasing of RV, FRC, TLC and DLCO in comparison with the control group and normal levels. So, bodyplethismography is the most informative method for diagnostics of respiratory insufficiency in patients with pneumoconiosis.

Key words: pneumoconiosis, spirometry, bodyplethismography, lung volumes, DLCO

Надійшла: 27.07.2005

Контактна особа: Басанець Анжела Володимирівна, Інститут медицини праці АМН України, вул. Саксаганського, 75, Київ 01033, Україна, тел.: (044) 284-34-37