

УДК:616.235-002.2:616-001.28

В. О. Сушко, Л. І. Швайко, К. Д. Бази́ка✉

Державна установа “Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України”, вул. Мельникова, 53, м. Київ, 04050, Україна

ВІДДАЛЕНІ ЕФЕКТИ ВПЛИВУ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН БРОНХОЛЕГЕНЕВОЇ СИСТЕМИ У ХВОРИХ НА ХОЗЛ УЧАСНИКІВ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ АВАРІЇ НА ЧАЕС

Метою дослідження було визначити ефекти впливу іонізуючого випромінювання на функціональний стан бронхолегеневої системи в учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС, хворих на хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ) у віддаленому післяаварійному періоді.

Матеріали та методи дослідження: проведено вивчення функціональних характеристик у 272 пацієнтів – 197 учасників ЛНА з дозами опромінення від 25 до 988 мЗв, 75 – групи нозологічного контролю та 20 здорових осіб.

Результати та висновки. Для учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС, опромінених в дозах більше 500 мЗв, доведена дозова залежність між показниками респіраторної функції і дозою опромінення, що підтверджується для цих хворих, в порівнянні з опроміненими у дозах менше 500 мЗв і нозологічного контролю, достовірним зниженням показників VC [(76,3 ± 8,5); (82,4 ± 8,5) і (82,7 ± 8,1) %, відповідно, $p < 0,05$], FVC [(78,2 ± 8,3); (84,3 ± 7,9) і (86,1 ± 9,7) %, $p < 0,05$], FEF 50 [(26,1 ± 11,5); (32,6 ± 10,6) і (32,1 ± 12,7) %, $p < 0,05$] і FEF 75 [(23,8 ± 8,1); (27,8 ± 9,3) і (27,6 ± 9,2) %, $p < 0,05$]. Це у комплексі зі зниженням дифузійної спроможності легень при дозах, більших за 500 мЗв, свідчить про більш важкі респіраторні порушення.

Ключові слова: хронічне обструктивне захворювання легень, вентиляційна функція легень, іонізуюча радіація, аварія на Чорнобильській АЕС.

Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2014. Вип. 19. С. 352–360.

V. O. Sushko, L. I. Shvaiko, K. D. Bazyka✉

State Institution “National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine”, Melnykov str., 53, Kyiv, 04050, Ukraine

Late effects of ionizing radiation on functional status of bronchopulmonary system in COPD patients among the clean-up workers of the Chornobyl NPP accident

The objective of the study was to determine the effects of ionizing radiation on the functional condition of the bronchopulmonary system in clean-up workers of Chornobyl NPP patients with COPD in a remote post-emergency period.

Materials and methods. The study of functional characteristics was carried out in 272 patients – 197 clean-up workers of Chornobyl NPP accident (ChNPPA) with radiation exposure from 25 to 988 mSv; 75 – group of nosological control and 20 healthy persons.

✉ Бази́ка Костянтин Дмитрович, kosncrm@ukr.net

Results and conclusions. For the clean-up workers of Chernobyl NPP with exposure doses over 500 mSv demonstrated correlation between respiratory function parameters and dose which is confirmed for these patients, compared with irradiated in doses less than 500 mSv and nosology control, a significant decreasing of VC ($76,3 \pm 8,5\%$, $82,4 \pm 8,5\%$ and $82,7 \pm 8,1\%$ accordingly, $p < 0,05$), FVC ($78,2 \pm 8,3\%$, $84,3 \pm 7,9\%$ і $86,1 \pm 9,7\%$, $p < 0,05$), FEF 50 ($26,1 \pm 11,5\%$, $32,6 \pm 10,6\%$ і $32,1 \pm 12,7\%$, $p < 0,05$) і FEF 75 ($23,8 \pm 8,1\%$, $27,8 \pm 9,3\%$ і $27,6 \pm 9,2\%$, $p < 0,05$). These changes combined with decrease in lung diffusion capacity in cases more than 500 mSv, and indicate severe respiratory disorders in patients with COPD among clean-up workers of ChNPPA.

Key words: chronic obstructive pulmonary disease, ventilation function of the lungs, ionizing radiation, Chernobyl NPP accident.

Problems of radiation medicine and radiobiology. 2014;19:352-360.

Чорнобильська трагедія, від якої минуло більше 28 років, стала найбільшою техногенною екологічною катастрофою в історії людства, наслідки якої продовжують впливати на життя й здоров'я населення. Однією з особливостей аварії на ЧАЕС було надходження в навколишнє середовище і розповсюдження повітряно-пиловими потоками велетенської кількості радіоактивних речовин, що спричиняли зовнішнє і внутрішнє опромінення (в першу чергу, інгаляційним шляхом) в малих дозах великих контингентів населення [1, 4, 6]. За результатами епідеміологічних досліджень в учасників ліквідації наслідків аварії (ЛНА) на ЧАЕС у віддаленому періоді виявлене зростання захворювань органів дихання, зокрема хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ), яке є важливим чинником захворюваності та смертності в усьому світі, що призводить до зростаючих економічних і соціальних втрат [7].

Згідно з оцінками міжнародного експертного дослідження "The Global Health Risk", ХОЗЛ, що у 1990 році займало шосте місце серед провідних чинників смерті, до 2020 року вийде на третє місце у світі [14]. Очікується подальше зростання захворюваності та розповсюженості ХОЗЛ, значною мірою за рахунок постаріння популяції.

Визначення та оцінка особливостей порушень функції зовнішнього дихання Європейської популяції хворих на ХОЗЛ проводилось, здебільшого, Європейським респіраторним товариством [13].

Незважаючи на великий обсяг проведених в попередні роки досліджень, нез'ясованим залишається питання залежності клініко-функціонального стану легень від дози опромінення.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Визначити ефекти впливу іонізуючого випромінювання на функціональний стан бронхолегеневої системи в учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС, хворих на ХОЗЛ, у віддаленому післяаварійному періоді.

The Chernobyl tragedy, from which has passed more than 28 years, was the largest technogenic environmental disaster in history, whose consequences continue to influence the lives and health of the people. One of the features of the Chernobyl accident was incoming to the environment and dissemination by the airborne dust streams giant amounts of radioactive substances, causing the small doses of the external and internal exposure (primarily by inhalation), for large groups of the population [1, 4, 6]. Based on the results of epidemiological studies for the clean-up workers of Chernobyl NPP in the remote period, revealed increasing of respiratory diseases, including chronic obstructive pulmonary disease (COPD), which is an important factor of morbidity and mortality worldwide, resulting in increasing economic and social losses [7].

According to estimates by international expert research "The Global Health Risk", COPD, which in 1990 occupied the sixth place among the leading factors of death, and by 2020, will come in third place in the world [14]. Expected to further increased morbidity and prevalence of COPD, mostly due to aging of the population.

Definition and assessment features disorders of respiratory function of COPD patients of the European population was mostly conducted by the European Respiratory Society [13].

Despite the large amount of studies in previous years, dependence of clinical and functional status of the lung and exposure dose is the outstanding issue.

OBJECTIVE

The study objective was to determine the effects of ionizing radiation on the functional condition of the bronchopulmonary system in clean-up workers of Chernobyl NPP with COPD in a remote post-emergency period.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Впродовж 2008–2013 років на базі відділення радіаційної пульмонології, проведене порівняльне дослідження стану бронхолегеневої системи 272 хворих на ХОЗЛ. Основну групу склали 197 хворих на ХОЗЛ учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС у квітні-жовтні 1986 року, опромінені в діапазоні доз від 25 до 988 мЗв, до складу якої увійшли дві підгрупи: перша – учасники ЛНА з дозами опромінення менше 500 мЗв (136 осіб), та друга – учасники ЛНА, опромінені в дозах понад 500 мЗв (61 особа).

Групу порівняння склали 75 хворих на ХОЗЛ, які зазнали впливу іонізуючого випромінювання в межах природного фону.

Всі пацієнти проходили обстеження і включались у дослідження після підписання поінформованої згоди.

Вік обстежених був співставним в групах дослідження: для учасників ЛНА він становив від 45 до 75 років, середній вік ($62,1 \pm 4,4$) років, для пацієнтів групи нозологічного контролю (НЗК) – від 38 до 75 років, середній вік ($63,2 \pm 5,9$) років. Отже, середній вік обстежених пацієнтів суттєво не відрізнявся. Всі обстежені були чоловічої статі. Стаж паління в минулому або на момент обстеження 10 пачко-років і більше. Всі хворі були у фазі стабільного перебігу ХОЗЛ (не менше 4 тижнів після завершення попереднього загострення).

В дослідження не включалися пацієнти з загостренням ХОЗЛ, тяжкою супутньою патологією та онкологічними хворі.

Верифікацію діагнозу ХОЗЛ проводили згідно з Наказом МОЗ України № 128 від 19.03.2007 р., класифікацією і рекомендаціями Міжнародного консенсусу з ХОЗЛ (в т. ч. $FEV_1 < 80\%$ після прийому бронхолітика на тлі співвідношення $FEV_1/FVC < 70\%$) [12].

Програма пульмонологічного обстеження включала дослідження функціональних легеневих тестів (спірографія, бодіплетизмографія, дифузійна спроможність легень). Усі дослідження були проведені згідно з критеріями якості ERS та ATS [8–11].

Вивчення вентиляційної функції легень проводилось за допомогою апарату “MasterScreen Body/Diffusion” виробництва “Viasys Health Care” (ФРГ) з вимірюванням об’ємних та швидкісних показників потоку повітря, що видихається, та дифузійної спроможності легень методом одиночного вдиху. Аналізувались показники FEF25-75 максимальні швидкості видиху на рівні видиху 25, 50 та 75% ФЖЄЛ, VC – життєва ємність легень, Євд – ємність вдиху, TLC – загальна ємність легень, ЗО – залишковий об’єм, ІТ – індекс Тифно

MATERIALS AND METHODS

During 2008–2013 years on the basis of Radiation Pulmonology department a comparative study of the bronchopulmonary system for 272 patients with COPD was conducted. The main group consisted of 197 COPD patients, clean-up workers of Chernobyl NPP in April and October 1986 exposed in the range from 25 mSv to 988 mSv. This group was divided into two subgroups: the first one – with doses below 500 mSv (136 people), and second one – persons, exposed at doses above 500 mSv (61 person).

Comparison group consisted of 75 COPD patients who were exposed to ionizing radiation within the natural background.

All patients were examined and included in the study after signing informed consent.

Surveyed age was comparable in the groups of the study: for clean-up workers of Chernobyl NPP it ranged from 45 to 75 years, mean age (62.1 ± 4.4) years for patients in the nosology control group – from 38 to 75 years, mean age (63.2 ± 5.9) years. Thus, the average age of patients studied, was not significantly different. All examined were male. Smoking status in the past or at the time of the examination was 10 – pack years or more. All patients were in a stable phase of COPD (at least 4 weeks after the previous exacerbation).

Patients with acute exacerbation of COPD, severe concomitant diseases and cancer patients were excluded from the study.

Verification of the COPD was performed according to the Order of the Ministry of Health of Ukraine No 128 from 19.03.2007, classifications and recommendations of the International Consensus on COPD (including $FEV_1 < 80\%$ after bronchodilators to background ratio of $FEV_1 / FVC < 70\%$) [12].

The program included pulmonary function lung tests examinations (spirometry, bodyplethysmography, diffusion ability of the lungs). All studies were performed according to quality criteria ERS and ATS [8–11].

Lung function ventilation study was carried out using the “MasterScreen Body / Diffusion” production “Viasys Health Care” (Germany) with the volume and speed measurements of exhaled air, and diffusion ability of the lungs by a single breath. We analyzed the indicators FEF25-75 maximum expiratory flow rate at the level of expiratory flow 25, 50 and 75% of FVC, VC vital capacity, inspiratory capacity IC, TLC total lung capacity, with the RV residual volume, ratio of FEV_1 / FVC , FEV_1

(FEV1/FVC, %), FEV1 – об'єм форсованого видиху за 1 сек, ERV – резервний об'єм видиху, FVC – форсована життєва ємність легень, DLco – дифузійна функція легень, ITGV – внутрішньогрудний тиск повітря.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Найбільшу підгрупу склали хворі на ХОЗЛ II ступеня тяжкості в основній та контрольній групах (46,7 та 48 %, відповідно). Кількість хворих на ХОЗЛ I ст. складала 13,7 % в основній та 16,0 % – в контрольній групі, хворих на ХОЗЛ III ст. – 27,4 та 25,3%, відповідно, хворих на ХОЗЛ IV ст. – 12,2 та 10,7%, відповідно. Розподіл хворих на ХОЗЛ за ступенем тяжкості захворювання, наведений на рис. 1, свідчить про відсутність статистично підтверджених відмінностей між групами спостереження.

При дослідженні основних показників кривої “потік-об'єм”, зниження яких є критерієм обструкції дихальних шляхів, не встановлено достовірних відмінностей між групою учасників ЛНА на ЧАЕС та групою НЗК за всіма об'ємними та швидкісними показниками, що загалом підтверджують тяжкість перебігу ХОЗЛ, окрім достовірно нижчих значень FEF 75 у відсотках від належних в групі хворих на ХОЗЛ учасників ЛНА у порівнянні з групою НЗК (табл. 1). Ці результати співпадають з даними попередніх досліджень [2–5].

Нами проведено аналіз структури респіраторних порушень в учасників ЛНА, які хворіють на ХОЗЛ, та групи НЗК за допомогою сучасних методів оцінки функціонального стану легень (табл. 2).

Всі пацієнти з ХОЗЛ мали вентиляційні порушення за обструктивним типом (зниження FEV1 нижче 70 %, після прийому бронхолітика). Проте, порушення співвідношення легеневого об'єму, а саме

forced expiratory volume in 1 sec, ERV expiratory residual volume, FVC forced vital capacity, DLco diffusion lung function, ITGV intra thoracic gas volume.

RESULTS AND DISCUSSION

The largest subgroup consisted of patients with COPD II in primary and control group (46.7 and 48 % accordingly). Number of patients with COPD I was 13.7 % in main and 16.0 % – in the control group, patients with COPD III. – 27.4 % and 25.3 %, accordingly, patients with COPD IV – 12.2 % and 10.7 %, accordingly. Distribution by the severity of COPD, shown in Fig. 1, indicates to no statistically significant differences between groups.

In the main parameters of the curve “flow – volume”, which is the criteria of airway obstruction, there is no significant differences between the main and nosology control group, in volume and speed indicators, it is generally confirming the severity of COPD except significantly lower FEF 75 values as a percentage of the best (Table 1) in COPD clean-up workers of Chernobyl NPP in comparison with nosology control group. These results are consistent with previous studies [2–5].

The patterns of respiratory disorders in clean-up workers with COPD and nosology control group using modern assessment methods of the lungs functional state was analyzed (Table 2).

All patients with COPD had an embarrassment of lung ventilation of obstructive type (reduced FEV1 below 70% after administration bronchodilators). However, violation of the ratio of

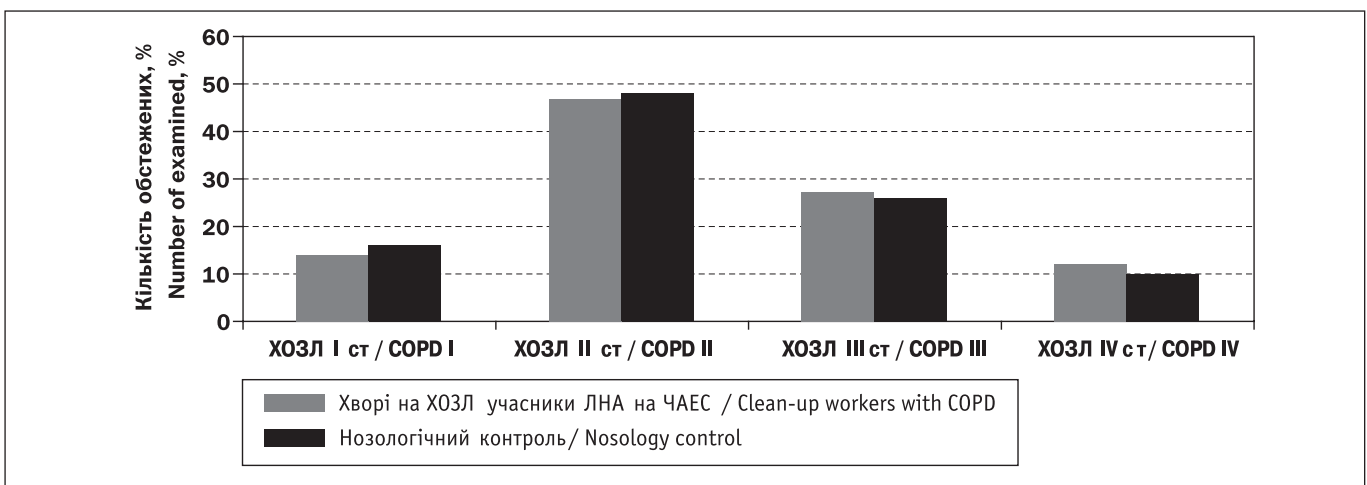


Рисунок 1. Розподіл хворих основної групи та нозологічного контролю за ступенем тяжкості ХОЗЛ

Figure 1. The distribution of the COPD severity of the patients control and nosology group

Таблиця 1

Характеристика спірографічних показників у хворих на ХОЗЛ учасників ЛНА на ЧАЕС та осіб нозологічного контролю (M ± SD)

Table 1

Spirography characteristics in COPD clean-up workers of Chernobyl NPP and nosology control (M ± SD)

Показники ФЗД Lung function parameters	Значення в групах спостереження хворих на ХОЗЛ The values in the observation group of patients with COPD			
	учасники ЛНА / clean-up workers (n = 197)		нозологічний контроль / nosology control (n = 75)	
	абс. / absolute levels	% від належних / % of proper	абс. / absolute levels	% від належних / % of proper
VC (л/л)	3,4 ± 0,4	80,9 ± 8,7	3,6 ± 0,6	82,7 ± 8,1
FVC (л/л)	3,2 ± 0,6	83,6 ± 9,4	3,3 ± 0,5	86,1 ± 9,7
FEV1 (л/с/ l/s)	1,8 ± 0,7	59,1 ± 7,6	2,0 ± 0,8	61,1 ± 8,8
FEV1/FVC		56,8 ± 7,8		58,5 ± 8,4
FEF 25 (л/с/ l/s)	2,6 ± 0,9	39,2 ± 7,3	2,5 ± 1,0	38,2 ± 8,2
FEF 50 (л/с/ l/s)	1,3 ± 0,5	29,9 ± 10,8	1,4 ± 0,6	31,2 ± 12,7
FEF 75 (л/с/ l/s)	0,5 ± 0,2*	25,2 ± 8,3*	0,6 ± 0,2	27,6 ± 9,2

Примітка. * – статистично підтвержені відмінності у групах спостереження, p < 0,05.
Note. * – statistically confirmed differences in the groups of observations, p < 0.05.

RV/TLC (залишковий об'єм / загальна ємність легень), ITGV/TLC (внутрішній об'єм повітря в грудній клітці / загальна ємність легень), були достовірно вищими у хворих на ХОЗЛ, які брали участь у ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС, що свідчить про наявність більше вираженої легеневої гіперінфляції у цієї категорії хворих.

За результатами бодіплетизмографії у хворих на ХОЗЛ учасників ЛНА на ЧАЕС порівняно з нозологічним контролем спостерігалось значне порушення співвідношення легневих об'ємів за рахунок достовірно вищого рівня RV, ITGV та ERV (див. табл. 3), що свідчило про більш виражені респіраторні порушення в основній групі хворих внаслідок легеневої гіперінфляції та емфіземи легень.

lung volumes, such as RV/TLC (residual volume / total lung capacity), ITGV/TLC (intra thoracic gas volume / total lung capacity) were significantly higher for patients with COPD who participated in the aftermath of the accident, which is indicating more severe lung hyperinflation in these patients.

There was a significant violation of the correlation of lung volumes due to significantly higher levels of RV, ITGV and ERV (see Table 3) by bodyplethysmography results in COPD clean-up workers of Chernobyl NPP compared to nosology control, that indicating more pronounced respiratory disorders in main group patients due to pulmonary hyperinflation and emphysema.

Таблиця 2

Структура респіраторних порушень у хворих на ХОЗЛ учасників ЛНА на ЧАЕС та групи нозологічного контролю

Table 2

Respiratory disorders structure in COPD clean-up workers of Chernobyl NPP and nosology control

Вид респіраторних порушень Type of respiratory violations	Хворі на ХОЗЛ абс. (%) / COPD patient's abs (%)	
	учасники ЛНА clean-up workers	нозологічний контроль nosology control
Порушення бронхіальної прохідності за обструктивним типом (FEV1 < 70 %) Decreased airway conductance i.e. airway obstruction (FEV1 < 70 %)	197 (100,0)	75 (100,0)
Порушення співвідношення легневих об'ємів: RV/TLC, ITGV/TLC (> 120 %) Abnormal ratios of lung volumes RV/TLC, ITGV/TLC (> 120 %)	159 (80,7)*	42 (56,0)
Порушення дифузійної функції легень (DLco < 80 %) Abnormal diffuse lung function (DLco < 80%)	123 (62,4)*	37 (49,3)

Примітка. * – статистично підтвержені відмінності у групах спостереження, p < 0,05.
Note. * – statistically confirmed differences in the groups of observations, p < 0.05.

Таблиця 3

Характеристика показників бодіплетизмографії та дифузної спроможності легень у хворих на ХОЗЛ учасників ЛНА на ЧАЕС та групи нозологічного контролю (M ± SD)

Table 3

Characteristic of the bodiplotyzmography and lung diffusion ability parameters in COPD clean-up workers of Chernobyl NPP and nosology control (M ± SD)

Показники Parameters	Значення в групах спостереження / values in the observation group			
	учасники ЛНА / clean-up workers (n = 197)		нозологічний контроль / nosology control (n = 75)	
	абс. / absolute levels	% від належних / % of proper	абс. / absolute levels	% від належних / % of proper
ERV, л (L)	0,9 ± 0,3*	78,6 ± 15,1*	0,8 ± 0,4	74,1 ± 16,8
IC, л (L)	2,6 ± 0,7	87,8 ± 15,2	2,5 ± 0,8	87,2 ± 20,8
ITGV, л (L)	4,7 ± 1,3*	133,7 ± 28,6*	4,2 ± 1,2	124,4 ± 26,9
RV, л (L)	3,8 ± 1,2*	161,1 ± 35,5*	3,4 ± 1,1	150,4 ± 38,2
TLC, л (L)	7,2 ± 1,6	107,5 ± 21,8	6,9 ± 1,7	106,8 ± 15,9
DLco, ммоль/хв/кПа (mmol/min/kPa)	6,8 ± 1,8*	73,0 ± 15,8*	7,4 ± 2,4	78,4 ± 17,0

Примітка. * – статистично підтвержені відмінності у групах спостереження, p < 0,05.
Note. * – statistically confirmed differences in the groups of observations, p < 0.05.

Для учасників ЛНА на ЧАЕС, хворих на ХОЗЛ, також був достовірно нижчим в порівнянні з НЗК рівень DLco, що свідчить про більш виражені склеротичні зміни в альвеоло-капілярних мембранах у хворих основної групи.

Таким чином, виявлено, що даних результатів спірографії у хворих на ХОЗЛ в учасників ЛНА на ЧАЕС недостатньо для повної оцінки ступеня тяжкості захворювання та призначення коректного лікування. Проведення бодіплетизмографії та дифузійної функції легень методом одиночного вдиху, дозволило значно доповнити дані спірометрії та виявити суттєві відмінності у виразності ураження легень в учасників ЛНА на ЧАЕС порівняно з НЗК.

Проведений подальший аналіз залежності показників функціональних легеневи тестів від дози іонізуючого випромінювання дозволив виявити наступні особливості: встановлено достовірне зниження показників VC та FVC у учасників ЛНА, опромінених в інтервалі доз більше 500 мЗв, як по відношенню до показників групи учасників ЛНА, опромінених у дозах менше 500 мЗв, так і НЗК. FEF 25 в основних групах та групі НЗК не відрізнялися, тоді як FEF 50 та FEF 75 були вірогідно нижчими відносно групи НЗК. При цьому показник FEF 75 також був достовірно нижче в групі опромінених у дозах більше 500 мЗв. Показник FEV1 суттєво не відрізнявся між групами учасників ЛНА та групою НЗК.

Отже, на відміну від даних, отриманих при аналізі рівня спірометричних показників (табл. 1), та даних, отриманих в минулому, при урахуванні дози опромі-

DLco was also significantly lower for the COPD clean-up workers of Chernobyl NPP compared to the nosology group, that is indicated more pronounced sclerotic changes in the alveolar-capillary membrane in the main group.

Therefore, it was shown that in COPD clean-up workers of Chernobyl NPP spirometry is not enough for complete assessment of the disease severity and appointing the correct treatment. Conducting bodiplotyzmography and diffuse function of the lungs using a single breath, allowed to extend considerably spirometry data and detect significant differences in the lung damage severity in clean-up workers of Chernobyl NPP vs. the nosology control.

Conducted further analysis of the dependence of lung function tests and the exposure dose, revealed the following features: significant decline were found in VC and FVC in clean-up workers exposed in the range of doses over 500 mSv, both in relation to indicators of clean-up workers exposed in doses less than 500 mSv as and nosology control group. FEF 25 in the main and the nosology control group did not differ, whereas FEF 50 and FEF 75 were significantly lower relative to the nosology control group. Also FEF 75 was significantly lower in the group exposed to doses of 500 mSv. FEV1 were not significantly different between the main and nosology control group.

So in contrast to the data obtained of the spirometric parameters analysis (Table 1), and data obtained in the past, were found significant differ-

Таблиця 4

Характеристика ФЗД хворих на ХОЗЛ, які зазнали впливу іонізуючого випромінювання в залежності від дози опромінення (M ± SD)

Table 4

Lung function characteristics in COPD patients exposed to ionizing radiation, depending on the exposure dose (M ± SD)

Показники Parameters	Показники в групах спостереження (M ± SD) / values in the observation groups (M ± SD)		
	нозологічний контроль nosology control (n = 75)	учасники ЛНА / clean-up workers	
		з дозами < 500 мЗв exposure dose < 500 mSv (n = 136)	з дозами > 500 мЗв exposure dose > 500 mSv (n = 61)
VC, л (L)	82,7 ± 8,1	82,4 ± 8,5	76,3 ± 8,5**
FVC, л (L)	86,1 ± 9,7	84,3 ± 7,9	78,2 ± 8,3**
FEV1, л/с (L/s)	61,1 ± 8,8	60,4 ± 6,3	58,6 ± 7,3
FEV1/FVC	58,5 ± 8,4	57,3 ± 8,3	56,1 ± 7,9
FEF 25, л/с (L/s)	38,2 ± 6,3	40,2 ± 8,3	36,5 ± 7,8
FEF 50, л/с (L/s)	31,2 ± 12,7	32,6 ± 10,6	26,1 ± 11,5**
FEF 75, л/с (L/s)	27,6 ± 9,2	27,8 ± 9,3	23,8 ± 8,1*

Примітка. * – статистично підтвержені відмінності у групах учасників ЛНА;
– статистично підтвержені відмінності між групами учасників ЛНА та нозологічного контролю; p < 0,05.
Note. * – statistically confirmed differences in the groups of clean-up workers;
– statistically confirmed differences in the groups of clean-up workers and nosology control; p < 0.05.

нення, встановлено достовірні відмінності, а саме зниження показників VC, FVC, FEF 50 та FEF 75 у групі опромінених у дозах більше 500 мЗв в порівнянні з опроміненими до 500 мЗв та групою НЗК, що свідчить про більш тяжкі респіраторні порушення у категорії хворих на ХОЗЛ, опромінених у вищих дозах. Ці дані свідчать про необхідність приділяти більше уваги коригуванню обстеження та лікування хворих з опроміненням в дозах більше 500 мЗв в анамнезі.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено залежність за деякими показниками функціональних легеневих тестів та дозою опромінення для групи пацієнтів з числа учасників ЛНА на ЧАЕС, опромінених у дозах понад 500 мЗв, в порівнянні з опроміненими у дозах менше 500 мЗв та нозологічним контролем.
2. У хворих на ХОЗЛ учасників ЛНА на ЧАЕС відзначається достовірне зниження FEF 75 в порівнянні з групою нозологічного контролю при відсутності змін інших об'ємних та швидкісних показників спірометрії.
3. Значне порушення співвідношення легеневих об'ємів за рахунок достовірно вишого рівня залишкового об'єму, внутрішньогрудного тиску та резервного об'єму видиху свідчать про більшу вираженість респіраторних порушень внаслідок легеневої гіперінфляції та емфіземи легень в основній групі.

ences, with the radiation dose account, such as decline in VC, FVC, FEF 50 and FEF 75 in the group exposed to doses over 500 mSv compared with exposed to 500 mSv and nosology control group, indicating a more severe respiratory disorders in patients with COPD exposed to higher doses. These data indicate that patients with radiation-more than 500 mSv in history, need more attention, correction of examination and treatment.

CONCLUSIONS

1. The dependence of some parameters of lung function tests and exposure dose for the Chernobyl NPP accident clean-up workers exposed to doses over 500 mSv compared with exposed to 500 mSv and nosology control group was estimated.
2. COPD patients – clean-up workers demonstrate a significant decrease of FEF75 compared to the nosology control group in the absence of other changes in volume and speed parameters of spirometry.
3. A significant correlation abuse of lung volumes due to significant higher level of residual volume, intra thoracic gas pressure and expiratory reserve volume indicate greater severity of respiratory disorders due to pulmonary hyperinflation and pulmonary emphysema in the study group.

4. Частіше виявлення ознак пневмофіброзу та емфіземи легень у поєднанні з достовірно нижчими показниками дифузійної спроможності легень (DLco) в групі хворих учасників ЛНА на ЧАЕС свідчать про більш тяжкий перебіг ХОЗЛ та гірший прогноз.

4. Most pneumofibrosis identify signs and lung emphysema combined with significantly lower rates of lung diffusion capacity (DLco) in patients clean-up workers indicate severity of COPD and worse prognosis.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Чучалин А. Г. Патология органов дыхания у ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС / А. Г. Чучалин, А. Л. Черняев, К. Вуазен. – М. : Грантъ, 1998. – 272 с.
2. Изменения регионарной перфузии легких у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС / Я. В. Поровский, В. Д. Завадовская, Ф. Ф. Тетенев, Л. М. Огородова // Пульмонология. – 2009. – № 2. – С. 70–73.
3. Бронхолегенева патология у учасників ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи / В. О. Сушко, Л. І. Швайко О. М. Стаднійчук [та ін.] // Міжнародна конференція “Двадцять п’ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього” : збірник тез. – Київ, 2011. – С. 138–140.
4. Бронхолегенева система / В. О. Сушко, С. Ю. Нечаев, Л. І. Швайко [та ін.] // Медичні наслідки Чорнобильської катастрофи: 1986-2011 / за ред. А. М. Сердюка, В. Г. Бебешка, Д. А. Базики. – Тернопіль : ТДМУ, 2011. – С. 460–506.
5. Хронічні бронхолегеневі захворювання в осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи (20 років досліджень) / Ю. І. Фещенко, В. О. Сушко, О. М. Рекалова, К. Ф. Чернушенко // Журнал АМН України. – 2006. – Т. 12, № 1. – С. 134–147.
6. Фещенко Ю. И. Основы спирометрии и её особенности при хроническом обструктивном заболевании легких / Ю. И. Фещенко, Л. А. Яшина, М. А. Полянская // Астма та алергія. – 2012. – № 2. – С. 22–27.
7. Фещенко Ю. И. Новая редакция глобальной инициативы по ХОЗЛ / Ю. И. Фещенко // Укр. пульмонолог. журн. – 2012. – № 2. – С. 6–8.
8. General considerations for lung function testing / M. R. Miller, R. Crapo, J. Hankinson [et al.]. Eur. Respir. J. – 2005. – Vol. 26, Iss. 1. – P. 153–161.
9. Interpretative strategies for lung function tests / R. Pellegrino, G. Viegi, V. Brusasco [et al.] // Eur. Respir. J. 2005. – Vol. 26, Iss. 5. – P. 948–968.
10. Standards for the Diagnosis and Management of Patients with COPD [Internet] / American Thoracic Society; European Respiratory Society Task Force. Version 1.2. – New York: American Thoracic Society, 2004 [updated 2005 September 8]. – Available from: <http://www.thoracic.org/clinical/copd-guidelines/resources/copddoc.pdf>
11. Standards for the diagnosis and treatment of patients with COPD: a summary of the ATS/ERS position paper / B. R. Celli, W. MacNee [et al.]; ATS/ERS Task Force // Eur. Respir. J. – 2004. – Vol. 23. – P. 932–946.
12. Global initiative for chronic obstructive lung disease global strategy for the diagnosis, management and prevention of COPD. Revised 2013 [Electronic resource] / Global Initiative for Chronic Obstructive Lung

REFERENCES

1. Chuchalin AG, Chernyaev AL, Voisin C. [Respiratory diseases in clean-up workers of Chernobyl NPP]. Moskva: Grant; 1998. 272 p. Russian.
2. Porowski YV, Zavadovskaya VD, Tetenev FF, Ogorodova LM. [Regional lung perfusion changes in clean-up workers of Chernobyl NPP]. Pul'monologiya (Pulmonology). 2009;(2):70-3. Russian.
3. Sushko VA, Shvayko LI, Stadniychuk AM, et al. [Bronchopulmonary pathology in clean-up workers of Chernobyl NPP]. In: International Conference Twenty-five Years after Chernobyl Accident. Safety for the Future: Reports proceeding; 2011 Apr 20-22; Kyiv, Ukraine. Kyiv: KIM; 2011. p. 138-40. Ukrainian.
4. Sushko VA, Nechaev S, Shvayko LI, et al. [Bronchopulmonary system]. In: Serdiuk AM, Bebesheko VG, Bazyka DA, editors. [Medical consequences of the Chernobyl catastrophe: 1986-2011]. Ternopil: TDMU, Ukrmedknyha; 2011. p. 460-506. Ukrainian.
5. Feschenko Yul, Sushko VO, Rekalova OM, Chernushenko KF. [Chronic bronchopulmonary disease in persons affected by the Chernobyl disaster (20 years of research)]. Zhurnal Akademii Medychnykh Nauk Ukrainy. 2006;12(1):134-47. Ukrainian.
6. Feschenko Yul, Yashina LA, Polyanskaya MA. [Spirometry basics and her features in chronic obstructive pulmonary disease]. Asthma and allergy. 2012;(2):22-7. Russian.
7. Feshenko Yul. [New edition of the Global Initiative for COPD]. Ukr Pulmonol J. 2012;(2):6-8. Russian.
8. Miller MR, Crapo R, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. General considerations for lung function testing. Eur Respir J. 2005 Jul;26(1):153-61.
9. Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, Crapo RO, Burgos F, Casaburi R, et al. Interpretative strategies for lung function tests. Eur Respir J. 2005 Nov;26(5):948-68.
10. American Thoracic Society; European Respiratory Society Task Force. Standards for the Diagnosis and Management of Patients with COPD [Internet]. Version 1.2. New York: American Thoracic Society; 2004 [updated 2005 September 8]. Available from: <http://www.thoracic.org/clinical/copd-guidelines/resources/copddoc.pdf>.
11. Celli BR, MacNee W; ATS/ERS Task Force. Standards for the Diagnosis and Treatment of Patient with COPD: a summary of the ATS. Eur Respir J 2004; 23:932-46.
12. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global initiative for chronic obstructive lung disease global strategy for the diagnosis, management and prevention of COPD. Revised 2013. [Internet]. Available from: http://www.goldcopd.org/uploads/users/files/GOLD_Report_2013_Feb20.pdf.

Disease. – Available from: http://www.goldcopd.org/uploads/users/files/GOLD_Report_2013_Feb20.pdf.

13. Ruppel G. L. Pulmonary function testing / G. L. Ruppel, P. L. Enright // *Respir. Care.* – 2012. – Vol. 57, No. 1. – P. 165–175.

14. Chronic respiratory diseases. Burden of chronic respiratory diseases [Electronic resource] / World Health Organization. – Available from: www.who.int/respiratory/copd/burden/en/index.html. Date last accessed: March 19, 2012.

13. Ruppel GL, Enright PL. Pulmonary function testing. *Respir Care.* 2012 Jan;57(1):165-75.

14. World Health Organization. Chronic respiratory diseases. Burden of chronic respiratory diseases [Internet]. Available from: www.who.int/respiratory/copd/burden/en/index.html Date last accessed: March 19, 2012.

Стаття надійшла до редакції 1.08.2014

Received: 1.08.2014