

УДК 616.24:616-001.28

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

## АНАЛІЗ ФАКТОРІВ РИЗИКУ ХРОНІЧНОГО ОБСТРУКТИВНОГО ЗАХВОРЮВАННЯ ЛЕГЕНЬ В УЧАСНИКІВ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ АВАРІЇ НА ЧАЕС

**Мета.** Провести аналіз впливу іонізуючого випромінювання, віку та куріння на розвиток хронічних неспецифічних захворювань легень в когорті учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС (УЛНА), включених до Клініко-епідеміологічного реєстру ДУ “Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України”.

**Матеріали та методи.** До аналізу увійшли дані на 7156 УЛНА, з них 6 257 (87,4 %) чоловіків та 899 (12,6 %) жінок, яких було обстежено у період з 1993 по 2010 роки та оглянуто пульмонологом.

**Результати.** Хронічні захворювання бронхолегеневої системи виявлені у 50,0 % обстежених осіб. Доза опромінення була вірогідно вищою серед учасників ЛНА, в яких розвинулись захворювання бронхолегеневої системи ( $24,29 \pm 0,82$  сЗв), порівняно з особами без бронхолегеневої патології ( $14,58 \pm 0,62$  сЗв),  $p = 0,001$ . У курців частота виявлення хронічного обструктивного захворювання легень була вдвічі вищою, ніж у тих, хто не курив (10,2 та 5,16 %, відповідно,  $p = 0,0001$ ).

**Висновки.** Негативний вплив іонізуючого випромінювання посилювався іншими факторами ризику розвитку хронічних бронхолегеневих захворювань: асоціація між дозовим навантаженням та соматичною патологією проявлялась у обстежених осіб у віці старше 45 років; при однаковій дозі опромінення ризик розвитку захворювань бронхолегеневої системи був вищим у курців

**Ключові слова:** Чорнобильська катастрофа, інгаляційна дія радіонуклідів, хронічне обструктивне захворювання легень, фактори ризику, іонізуюче випромінювання.

*Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2014. Вип. 19. С. 345–351.*

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

## Analysis of risk factors for chronic obstructive pulmonary disease in clean-up workers of the Chernobyl accident

**Objective.** To analyze the effects of ionizing exposure, age and smoking on the development of chronic non-specific lung disease in a cohort of liquidators of the Chernobyl consequences included in the Clinical and Epidemiological Registry SI “National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine”.

**Materials and methods.** The analysis included data on 7156 of the Chernobyl liquidators, of which 6 257 (87.4 %) men and 899 (12.6 %) women who were examined between 1993 and 2010 by pulmonologist.

✉ Швайко Людмила Іванівна, e-mail: pulmoaid@i.ua

**Results.** Chronic bronchopulmonary diseases were detected in 50.0 % of the surveyed persons. The overall exposure dose was significantly higher among liquidators, which developed bronchopulmonary diseases ( $24.29 \pm 0.82$  sSv) compared with those without bronchopulmonary disease ( $14.58 \pm 0.62$  sSv),  $p = 0.001$ . In smokers the incidence of chronic obstructive pulmonary disease was twice higher than in those who did not smoke (10.2 and 5.16 %, respectively,  $p = 0.0001$ ).

**Conclusion.** The negative effect of ionizing radiation amplified by other risk factors for chronic bronchopulmonary disease: association between exposure doses and somatic pathology manifested in the surveyed people over the age of 45 years; at the same exposure dose risk of bronchopulmonary diseases was higher for smokers.

**Key words:** Chernobyl NPP accident, inhalation impact of radionuclide, chronic obstructive pulmonary disease, risk factors, ionizing exposure.

*Problems of radiation medicine and radiobiology. 2014;19:345-351.*

Віддалені наслідки інгаляційного впливу радіонуклідів на бронхолегеневу систему постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи, залишаються однією з актуальних проблем клінічної радіобіології [1, 2]. Опромінення бронхолегеневої системи людей після аварії на ЧАЕС відбувалось переважно в результаті зовнішнього опромінення та вдихання осколкової суміші радіонуклідів, що знаходились у повітрі. Чорнобильський аерозоль, потрапляючи в дихальні шляхи учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС (УЛНА) під час перебування в зоні підвищеного радіаційного навантаження, сприяв виникненню різних бронхолегеневих захворювань [3, 4, 5]. За даними Національної доповіді України “25 років Чорнобильської катастрофи”, хвороби дихальної системи за поширеністю серед УЛНА посідають четверте місце протягом всього періоду спостереження. Клініко-епідеміологічний реєстр (КЕР) ДУ “Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України” (ННЦРМ) вказує на зростання показників захворюваності на хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ) у групі УЛНА. В учасників ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи 1986–1987 рр., опромінених у дозах 250 мЗв і вище, виявлені вірогідні відносні ризики захворювання на хронічний обструктивний бронхіт та зв’язок цієї недуги з отриманою дозою [1].

На основі когортних епідеміологічних досліджень, виконаних у період 1988–2008 рр., визначено, що післяаварійний період відзначився у цього контингенту зростанням рівня непухлинних хвороб, особливо серед осіб, які отримали дозу зовнішнього опромінення 0,25–0,7 Гр. Хвороби органів дихання посідають четверте місце у структурі інвалідності та смертності від непухлинних хвороб після хвороб системи кровообігу, хвороб нервової системи та органів чуття, хвороб органів травлення. Зазначено, що серед факторів ризику хронічного обструктивного бронхіту в УЛНА найважливіше місце має куріння

Long-term effects of inhaled radionuclides impact on bronchopulmonary system affected by the Chernobyl disaster remains one of the urgent problems of clinical radiobiology [1, 2]. Exposure of bronchopulmonary system after the accident occurred mainly as a result of external exposure and inhalation of fission product composition of radionuclides that were in the air. Chernobyl aerosol entering the respiratory tract of clean-up workers during their stay in the area of high radiation exposure, facilitated the emergence of various bronchopulmonary diseases [3, 4, 5]. According to the National Report of Ukraine “25 years after the Chernobyl disaster” the diseases of the respiratory system in prevalence among clean-up workers are at the fourth place during the whole observation period [1]. The Clinical and Epidemiological control Register (CER) of the SI “National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine” (NRCRM) refers to the growth of the incidence of COPD in the group of clean-up workers. In clean-up workers of the Chernobyl disaster of 1986–1987, that were exposed at doses above 250 mSv the probable relative risk of chronic obstructive bronchitis and communication of the disease to the received dose was found.

Based on epidemiological cohort studies carried out in the period of 1988–2008, it was determined that the post-accident period marked growth in this population of non-neoplastic diseases, especially among people who received a dose of external exposure 0.25–0.7 Gy, respiratory diseases rank fourth place in the structure of morbidity and mortality from non malignant diseases (after cardiovascular diseases, diseases of the nervous system and sense organs, digestive diseases). It is noted that among the risk factors for chronic obstructive bronchitis in clean-up workers of the Chernobyl accident the

(60 %), часті гострі респіраторні захворювання (17 %), несприятливі умови праці (8 %), доза зовнішнього опромінення (7 %) [6].

Цілеспрямоване клінічне обстеження УЛНА дозволило з'ясувати патогенетичну роль пролонгованої персистенції радіоактивного пилу в формуванні цієї патології [7, 8]. Це, згідно з даними літератури, зумовлене, насамперед, особливостями гарячих часток, здатних тривалий час депонуватися в легеневій паренхімі, реалізуючи локальну патогенну дію.

Проте вплив радіації Чорнобильського походження як імовірного фактору ризику розвитку хвороб бронхолегеневої систем залишається до кінця не вивченим та викликає дискусію серед науковців.

**Мета дослідження:** провести аналіз впливу іонізуючого випромінювання, віку та куріння на розвиток хронічних неспецифічних захворювань легень в когорті учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС, включених до Клініко-епідеміологічного реєстру ННЦРМ.

#### МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Проведено аналіз бази даних КЕР ННЦРМ. Проаналізовано когорту УЛНА, яких було обстежено у період з 1993 по 2013 роки та оглянуто пульмонологом. Обробка отриманих даних здійснювалась методами варіаційної статистики щодо параметричних та непараметричних даних з використанням пакету стандартних статистичних програм.

#### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

До аналізу увійшли дані на 7 156 УЛНА, з них 6 257 (87,4 %) чоловіків та 899 (12,6 %) жінок, яких було обстежено у період з 1993 по 2010 роки, яких було оглянуто лікарем-пульмонологом. За період спостереження виявлено 3 575 хворих (50,0 % від загальної кількості обстежених) на хронічні захворювання бронхолегеневої системи (БЛС). Найчастішими формами хронічних бронхолегеневих захворювань були хронічний необструктивний бронхіт (ХНБ) (2 588 випадків), хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ) (736 випадків) та бронхіальна астма (БА) (194 випадки).

Доза отриманого опромінення за документами була відома у 2 810 УЛНА, серед них у 874 осіб величина дози опромінення була верифікована співробітниками відділу дозиметрії під керівництвом д. б. н. В. В. Чумака.

В цілому, отримана доза опромінення була вірогідно вищою серед УЛНА, в яких розвинулись захворювання бронхолегеневої системи, порівняно з

most important place is smoking (60 %), frequent acute respiratory infections (17 %), poor working conditions (8 %), external exposure dose (7 %) [6].

Meaningful clinical examination of clean-up workers allowed to clarify pathogenetic role of prolonged persistence of radioactive dust in formation in this disease [7, 8]. This, according to the literature, due primarily features hot particles which deposited for a long time in the lung parenchyma, implementing local pathogenic effects.

However, the impact of the Chernobyl radiation as a possible risk factor for diseases of bronchopulmonary system is not fully understood and is debate among scientists.

**Objective:** to analyze the effects of ionizing exposure, age and smoking on the development of chronic non-specific lung disease in a cohort of clean-up workers of the Chernobyl consequences included in the NRCRM CER.

#### MATERIAL AND METHODS

Analysis of NRCRM CER database was carried out. A cohort of clean-up workers of the ChNPP accident who were surveyed since 1993 till 2010 and examined by medical pulmonologist was carried out. Processing of the data was carried out by methods of variation statistics on parametric and nonparametric data using standard statistical software package.

#### RESULTS AND DISCUSSION

The analysis included data on 7156 of the Chernobyl clean-up workers, of which 6257 (87.4%) men and 899 (12.6%) women who were examined between 1993 and 2013 by pulmonologist. During the period of observation 3575 patients (50.0% of the patients) with chronic bronchopulmonary disease (BPD) was found. The most common forms of chronic bronchopulmonary diseases were chronic nonobstructive bronchitis (CNB) (2588 cases), chronic obstructive pulmonary disease (COPD) (736 cases) and bronchial asthma (BA) (194 cases).

The exposure dose received by the documents was known in 2810 clean-up workers, including 874 people, the exposure dose for whom was verified by the department under the direction of Dr. Chumak V.V.

The overall exposure dose was significantly higher among clean-up workers, which developed bronchopulmonary disease compared with clean-

УЛНА без патології БЛС і склала відповідно ( $24,29 \pm 0,82$ ) сЗв, медіана – 11,7 сЗв, проти ( $14,58 \pm 0,62$ ) сЗв, медіана – 6 сЗв,  $p = 0,001$ . Ця залежність зберігалась і у випадку, коли доза опромінення була встановлена тільки за документами: ( $22,13 \pm 0,96$ ) сЗв, медіана – 13 сЗв, проти ( $16,05 \pm 0,70$ ) сЗв, медіана – 9,4 сЗв,  $p = 0,001$  (1 935 пацієнтів). Однак у підгрупі 874 пацієнтів з верифікованими дозами опромінення, розбіжності були більш очевидними: ( $27,93 \pm 1,51$ ) сЗв, медіана – 11 сЗв, проти ( $9,15 \pm 1,33$ ) сЗв, медіана – 2 сЗв,  $p = 0,001$ . Крім того, отримана доза опромінення була вірогідно вищою в УЛНА, в яких розвинулись хронічний необструктивний бронхіт та хронічне обструктивне захворювання легень порівняно з УЛНА без зазначеної патології (табл. 1). Водночас дози опромінення учасників ліквідації аварії на ЧАЕС з ХНБ та ХОЗЛ вірогідно не розрізнялись ( $p > 0,05$ ).

Ми також проаналізували частоту розвитку ХНЗЛ серед учасників ЛНА в окремих підгрупах, виділених на основі отриманої дози опромінення (табл. 2, рис. 1).

В УЛНА, які отримали більш високі дози опромінення, спостерігалось вірогідне поступове зростання кількості бронхолегеневих захворювань.

Виявилось, що в УЛНА у віці старше 45 років в однорідних вікових підгрупах наявність соматичної патології бронхолегеневої системи асоційована з отриманою більш значною дозою опромінення.

**Таблиця 1**

**Отримана доза опромінення у обстежених учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС залежно від наявності бронхолегеневої патології**

**Table 1**

**Exposure dose in examined clean-up workers of the Chernobyl accident, depending on the availability of bronchopulmonary disease**

Нозологічні форми Clinical entities	Доза опромінення / exposure dose		
	Всі хворі з відомими дозами All patients with doses available n=2810	Доза не верифікована Non-verified dose n=1936	Доза верифікована Verified dose n=874
<b>Хронічний необструктивний бронхіт / chronic nonobstructive bronchitis</b>			
Є / present	$24,37 \pm 1,01$	$22,09 \pm 1,20$	$28,24 \pm 1,79$
Немає / absent	$17,59 \pm 0,63$	$17,71 \pm 0,66$	$17,24 \pm 1,51$
Вірогідність / probability	0,001	0,001	0,001
<b>Хронічні обструктивні захворювання легень / chronic obstructive pulmonary disease</b>			
Є / present	$25,64 \pm 1,75$	$23,24 \pm 1,91$	$29,65 \pm 3,41$
Немає / absent	$19,73 \pm 0,59$	$18,91 \pm 0,65$	$21,64 \pm 1,26$
Вірогідність / probability	0,001	0,023	0,013
<b>Бронхіальна астма / bronchial asthma</b>			
Є / present	$19,41 \pm 2,22$	$19,92 \pm 2,71$	$18,62 \pm 3,86$
Немає / absent	$20,57 \pm 0,58$	$19,43 \pm 0,64$	$23,14 \pm 1,23$
Вірогідність / probability	0,713	0,896	0,447

up workers without bronchopulmonary pathology and amounted to  $24.29 \pm 0.82$  cSv (median 11.7 cSv) against  $14.58 \pm 0.62$  cSv (median 6 cSv),  $p = 0.001$ . This relationship persisted when the dose has been established only for documents:  $22.13 \pm 0.96$  cSv (median 13 cSv) against  $16.05 \pm 0.70$  cSv (median 9.4 cSv),  $p = 0.001$  (1935 patients). However, in a subgroup of 874 patients with verified doses, the differences were more apparent:  $27.93 \pm 1.51$  cSv (median 11 cSv) vs.  $9.15 \pm 1.33$  cSv (median 2 cSv),  $p = 0.001$ . In addition, the exposure dose was significantly higher in clean-up workers of the Chernobyl with chronic nonobstructive bronchitis and chronic obstructive pulmonary disease compared with persons without pathology (Table 1). However, doses in clean-up workers with CNB and COPD did not differ significantly ( $p > 0.05$ ).

The incidence of COPD among clean-up workers in some subgroups based on the received exposure doses was analyzed (Table 2; Fig. 1).

In the Chernobyl clean-up workers who received higher exposure doses, likely observed a gradual increase in the number of bronchopulmonary diseases.

It turned out that for the clean-up workers aged over 45 years in homogeneous subgroups the presence of bronchopulmonary pathology was associated with the larger received dose.



**Таблиця 2**

**Частота розвитку хронічних неспецифічних захворювань легень в учасників ЛНА на ЧАЕС залежно від дози опромінення**

**Table 2**

**The incidence of chronic nonspecific lung diseases in liquidators of the Chernobyl accident depending on the exposure dose**

Підгрупи хворих Patient subgroups	Частота хронічних неспецифічних захворювань легень, % Incidence of chronic nonspecific lung diseases (%)			
	Всі захворювання All diseases	ХНБ CNB	ХОЗЛ COPD	Бронхіальна астма Bronchial asthma
Доза невідома / dose unknown; n=4346	42,6	31,5	8,1	2,3
< 1 сЗв/сSv; n = 366	47,5	33,6	10,7	2,5
1–5 сЗв/сSv; n = 586	55,3	41,5	9,7	3,2
5–10 сЗв/сSv; n = 449	62,8	43,2	13,4	4,7
10–25 сЗв/сSv; n = 608	62,7	45,1	14,5	2,1
25–50 сЗв/сSv; n = 530	65,1	43,8	16,2	4,6
50–75 сЗв/сSv; n = 119	73,1	50,4	15,1	6,7
75–100 сЗв/сSv; n = 60	86,0	56,7	21,7	1,7
> 100 сЗв/сSv; n = 92	90,2	65,2	22,8	1,1
Вірогідність / probability	0,0001	0,0001	0,001	0,071

При аналізі підгрупи хворих із 874 пацієнтів з верифікованими дозами опромінення отримані такі ж самі закономірності, однак залежність збільшення величини дози в УЛНА з захворюваннями бронхолегеневої системи у віці старше за 45 років на момент обстеження була більш виразною, а саме: у віці 30–34 роки ( $p = 0,492$ ), 35–39 років ( $p = 0,112$ ), 40–44 роки ( $p = 0,560$ ), 45–49 років ( $p = 0,001$ ), 50–54 роки ( $p = 0,006$ ), 55–59 років ( $p = 0,003$ ), 60–64 роки ( $p = 0,001$ ), 65–69 років ( $p = 0,020$ ), 70 років і старше ( $p = 0,05$ ).

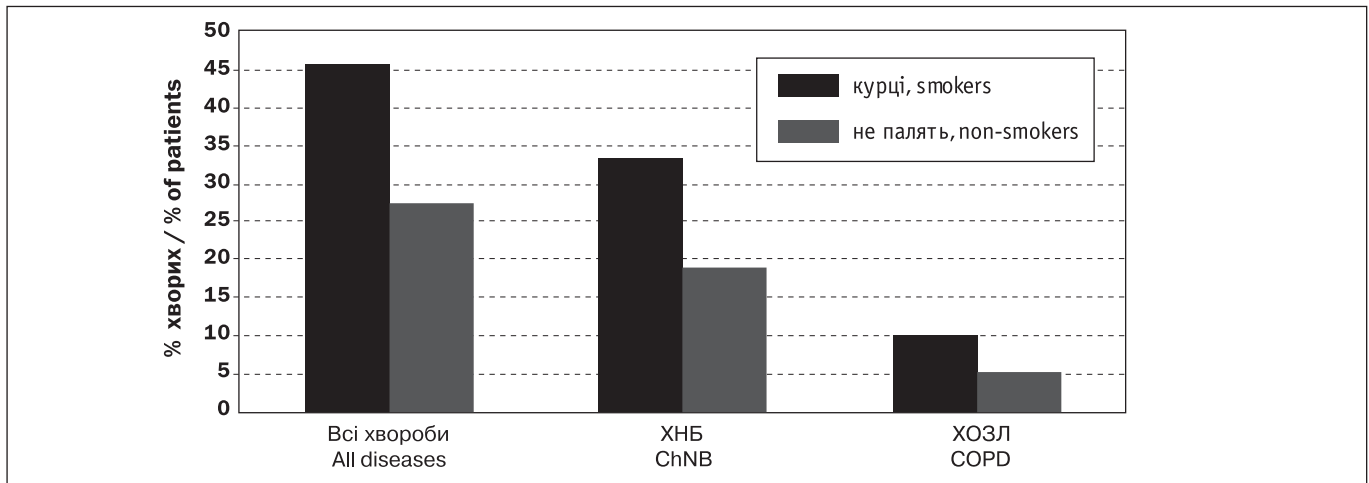
В цілому коефіцієнт кореляції між дозою опромінення і розвитком ХНЗЛ склав 0,117;  $p=0,001$ . Асоціації між частотою окремих нозологічних форм та дозою опромінення виявлено не було, у зв'язку з незначною кількістю хворих в окремих підгрупах залежно від віку.

Одним із встановлених факторів ризику хвороб бронхолегеневої системи є паління. В обстеженій нами когорті УЛНА фактор паління також показав достовірну асоціацію з наявністю соматичної патології в цілому ( $r = 0,183$ ;  $p = 0,001$ ), хронічного необструктивного бронхіту ( $r = 0,154$ ;  $p = 0,001$ ) та хронічного обструктивного захворювання легень (ХОЗЛ) ( $r = 0,087$ ;  $p = 0,01$ ). У курців частота виявлення ХНЗЛ була вдвічі вищою, ніж у тих осіб, що не палять: 46,23 проти 27,46 % відносно соматичної патології БЛС в цілому ( $p = 0,0001$ ), 33,49 проти 19,01 % відносно ХНБ та 10,2 проти 5,16% відносно ХОЗЛ (рис. 1).

In the analysis of the subgroup of 874 patients with verified doses the same patterns were received, but the dependence of dose increased in clean-up workers with bronchopulmonary pathology at the age of over 45 years at the time the survey was more pronounced: age 30–34 years ( $p = 0.492$ ), 35–39 years ( $p = 0.112$ ), 40–44 years ( $p = 0.560$ ), 45–49 years ( $p = 0.001$ ), 50–54 years ( $p = 0.006$ ), 55–59 years ( $p = 0.003$ ), 60–64 years ( $p = 0.001$ ), 65–69 years ( $p = 0.020$ ), 70 years and older ( $p = 0.05$ ).

In general, the correlation coefficient between exposure dose and the development of COPD was 0.117,  $p = 0.001$ . Association between frequency of certain forms of disease and exposure dose was not found, due to the small number of patients in some subgroups according to age.

One of the established risk factors for bronchopulmonary disease is smoking. In our cohort of the Chernobyl clean-up workers smoking factor also showed reliable association with the presence of somatic pathology in general ( $r = 0.183$ ;  $p = 0.001$ ), chronic nonobstructive bronchitis ( $r = 0.154$ ;  $p = 0.001$ ) and chronic obstructive pulmonary disease (COPD) ( $r = 0.087$ ;  $p = 0.01$ ). Smokers prevalence of COPD was twice higher than in those who did not smoke: 46.23% vs. 27.46% compared to somatic pathology BPD in general ( $p = 0.0001$ ), 33.49% against 19.01% relatively CNB and 10.2% against 5.16% compared to COPD (Fig. 1).



**Рисунок 1.** Частота виявлення соматичних захворювань бронхолегеневої системи в учасників ЛНА залежно від фактору паління

**Figure 1.** The frequency of somatic diseases of bronchopulmonary system of clean-up workers depending on smoking factor

Ризик розвитку хвороб бронхолегеневої системи, зокрема ХОЗЛ, в УЛНА, які кинули палити, достовірно знижувався, що є підставою для проведення профілактичної роботи в цьому напрямку.

Так, якщо ризик розвитку патології БЛС у цілому для курців становив 2,909 (95 % СІ 2,526– 3,349), а для тих, що не палили, – 0,524 (0,479– 0,573),  $p = 0,001$ , то для тих, хто кинув палити, – 0,488 (0,419– 0,567). Відповідні ризики відносно розвитку ХНБ становили 2,830 (2,427–3,301) для курців, 0,476 (0,425–0,534) – для тих, хто не палить, і 0,427 (0,361–0,504) – для тих, хто кинув палити. Для розвитку ХОЗЛ: 2,112 (1,622–2,749) для курців; 0,501 (0,392–0,640) – для тих, хто не палить, і 0,943 (0,738–1,205) – для тих, хто кинув палити.

Паління виявилось додатковим фактором ризику розвитку соматичної патології на тлі дії іонізуючого випромінювання. Так, за умов отримання однакової дози опромінення, ризик розвитку захворювань був вищим серед курців в переважній більшості діапазонів доз.

## ВИСНОВКИ

1. Доза опромінення, отримана учасниками ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС з наявністю хронічних неспецифічних захворювань легень системи була вищою, ніж в осіб, без бронхолегеневої патології.
2. В учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС, в яких розвинулись хронічний необструктивний бронхіт та хронічне обструктивне захворювання легень, доза іонізуючого опромінення була вірогідно вищою.

The risk of bronchopulmonary diseases, including COPD, for clean-up workers of the Chernobyl accident which quit smoking reduced significantly, that is the basis for preventive work in this field.

Thus, if the risk of BPD in general for smokers was 2.909 (95% CI 2.526–3.349) and for non-smokers – 0.524 (0.479–0.573),  $p = 0.001$ , for those who quit smoking – 0.488 (0.419–0.567). The corresponding relative risks of CNB amounted to 2,830 (2,427–3.301) for smokers, 0.476 (0.425– 0.534) for those who do not smoke, and 0.427 (0.361–0.504) for those who quit smoking. For the development of COPD 2.112 (1.622–2.749) for smokers; 0.501 (0.392–0.640) for those who do not smoke, and 0.943 (0.738–1.205) for those who quit smoking.

Smoking appears to be an additional risk factor for somatic disease on the background of impact of ionizing radiation. Thus, subject to the same exposure dose, the risk of disease was higher among smokers in by far the majority of range of exposure doses.

## CONCLUSIONS

1. Exposure dose received by clean-up workers of the Chernobyl accident with the presence of chronic nonspecific lung diseases system was higher than in those without bronchopulmonary disease.
2. Clean-up workers of the Chernobyl accident in whom the chronic nonobstructive bronchitis and chronic obstructive pulmonary disease were developed had the significantly higher radiation exposure doses.

3. Из проанализованных показателей факторами риска развития ХНЗЛ были возраст и курение. Вклад этих факторов усиливал негативный эффект ионизирующего облучения: ассоциация между дозовым воздействием и соматической патологией проявлялась у обследованных лиц, возрастом старше 45 лет; при одинаковой дозе облучения риск развития заболеваний бронхолегочной системы был выше у курильщиков.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього. Національна доповідь України / за ред. В. І. Балогі. – К. : КІМ, 2011. – 356 с.
2. 25 лет Чернобыльской аварии. Итоги и перспективы преодоления ее последствий в России 1986-2011: Российский национальный доклад / под ред. С. К. Шойгу, Л. А. Большова. – Москва : [б. и.], 2011. – 160 с.
3. Chumak V. V. The Chernobyl experience in the area of retrospective dosimetry / V. V. Chumak // J. Radiol. Prot. – 2012. – Vol. 32, No. 1. – P. 59–63.
4. Civilian nuclear incidents: An overview of historical, medical, and scientific aspects / Y. Rojavin, M. J. Seamon, R.S. Tripathi [et al.] // J. Emerg. Trauma Shock. – 2011. – Vol. 4, No. 2. – P. 260–272.
5. Jaworowski Z. The Chernobyl disaster and how it has been understood [Electronic resource] / Z. Jaworowski // Observations on the Chernobyl Disaster and LNT / the International Dose-Response Society. – 2010. – 24 с. – Available from : <http://www.world-nuclear.org>.
6. International Atomic Energy Agency. Accidental overexposure of radiotherapy patients in Bialystok [Electronic resource] / E. Buglova, W. Bulski, M. Sklodowska [et al.] // 2011. [Accessed 7 November 2011]. Available from : [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1180\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1180_web.pdf). – Title from the screen.
7. Берковский В. Б. Облучение населения за счет радионуклидов стронция и трансуранических элементов (ТУЭ) / Берковский В. Б. // Медицинские последствия аварии на Чернобыльской атомной станции. В 3 кн. Книга 1. Эпидемиология медицинских последствий аварии на Чернобыльской АЭС / ред. В. А. Бузунов, И. А. Лихтарев. – К. : МЕДЕКОЛ, 1999. – С. 32–40.
8. Гриневич С. В. Ингаляционное поступление трансуранических радионуклидов в легкие диких животных / С. В. Гриневич, Р. А. Король, Н. А. Пузан. // Современные проблемы радиобиологии : материалы междунар. науч. конф. (Гомель, 14-15 октября 2010 г.) / Ин-т радиобиологии Нац. Акад. наук Беларуси; под ред. А. Д. Наумов [и др.]. – Минск : Ин-т радиологии, 2010. – С. 36–38.

3. Analysis of indicators shows the risk factors for COPD are age and smoking. The contribution of these factors increased the negative impact of ionizing radiation: association between exposure doses and somatic pathology manifested in the surveyed people over the age of 45 years; at the same exposure dose risk of bronchopulmonary diseases was higher for smokers.

### REFERENCES

1. Baloha VI, editor. [Twenty five years after the Chernobyl disaster. Safety for the Future. National Report of Ukraine]. Kyiv: KIM; 2011. 356 p. Ukrainian.
2. Shoygu SK, Bolshov LA, editors. [25 years of Chernobyl accident. Results and prospects of overcoming the consequences in Russia 1986-2011: Russian National Report]. Moscow, 2011. 160 p. Russian.
3. Chumak W. The Chernobyl experience in the area of retrospective dosimetry. J Radiol Prot. 2012;32(1):59-63.
4. Rojavin Y, Seamon MJ, Tripathi RS, Papadimos TJ, Galwankar S, Kman N, et al. Civilian nuclear incidents: An overview of historical, medical, and scientific aspects. J Emerg Trauma Shock. 2011 Apr;4(2):260-72.
5. Jaworowski Z. The Chernobyl disaster and how it has been understood [Internet]. In: International Dose-Response Society. Observations on the Chernobyl Disaster and LNT. ; 2010. 24 p. Available from: <http://www.world-nuclear.org>.
6. Buglova E, Bulski W, Sklodowska M, et al. International Atomic Energy Agency. Accidental overexposure of radiotherapy patients in Bialystok [Internet]. [Accessed 7 November 2011]. Available from: [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1180\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1180_web.pdf). Title from the screen.
7. Berkovskiy VB. [Irradiation of the population for isotope of strontium and transuranic elements (TUE)]. In: [Medical consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power plant]. In 3 books. Book 1. Buzunov VA, Liharev IA, editors. [Epidemiology of the health effects of the Chernobyl accident]. Kyiv: MEDEKOL; 1999. p. 32-40. Russian.
8. Hrynevych SV, King RA, Paunch NA. [Inhalation of transuranic radionuclides into the lungs of wild animals]. In: Institute of Radiobiology National Academy of Sciences of Belarus; Naumov AD, et al., editors. Modern Problems of Radiobiology: Proceedings of the international Sci. Conf.; 2010 Oct 14-15; Gomel, Belarus. Minsk: The Institute of Radiology; 2010. p 36-8. Russian.

Стаття надійшла до редакції 20.08.2014

Received: 20.08.2014