

УДК 616.12-005:616-036.1:614.876:616-001.28

В. О. Бузунов✉, К. Є. Прикащикова, Ж. С. Ярошенко, Г. В. Костюк, І. Г. Губіна

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

ЗАХВОРЮВАНІСТЬ НА ХВОРОБИ СИСТЕМИ КРОВООБІГУ У МЕШКАНЦІВ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ХРОНІЧНОГО ІОНІЗУЮЧОГО ОПРОМІНЕННЯ В МАЛИХ ДОЗАХ

Мета: визначення післяаварійних рівнів захворюваності на хвороби системи кровообігу у мешканців радіоактивно забруднених територій віком до 60 років на дату аварії на ЧАЕС, аналіз впливу хронічного іонізуючого опромінення в малих дозах.

Матеріали і методи досліджень. Проведено епідеміологічне дослідження та аналіз захворюваності на хвороби системи кровообігу мешканців радіоактивно забруднених територій (РЗТ). Когорту досліджуваних склали мешканці РЗТ у віці до 60 років (98 902 особи) на дату аварії на ЧАЕС. Дані щорічних диспансеризацій постраждалих за 1988–2016 рр. отримані з Державного реєстру України (ДРУ). Виявлення можливої залежності розвитку хвороб системи кровообігу від впливу іонізуючого опромінення проводилося в діапазоні індивідуальних сумарних ефективних доз від 13 до 40 мЗв і більше, накопичених за 26 років після аварії на ЧАЕС. Контрольну групу склали особи з дозою опромінення менше 13 мЗв. Статистичний аналіз даних виконаний з використанням програмних пакетів «Microsoft Office Excel – 2013».

Результати. За весь період дослідження вперше виявлено 20 552 випадки захворювань системи кровообігу (ID на 10^3 люд.-років становить $15,66 \pm 0,11$), у тому числі у чоловіків – 7 211 випадків ($12,32 \pm 0,14$), у жінок – 13 341 ($18,35 \pm 0,16$). Визначено, що серед хвороб системи кровообігу у мешканців РЗТ найбільше випадків захворюваності на ішемічну хворобу серця, хвороби, що характеризуються підвищеним кров'яним тиском та інші хвороби серця. Встановлено зв'язок розвитку окремих захворювань системи кровообігу з величинами накопичених за 1986–2012 рр. індивідуальних сумарних ефективних доз іонізуючого опромінення у чоловіків і жінок у діапазоні доз від 13 до 40 мЗв і більше.

Висновки. На основі когортних епідеміологічних досліджень вивчена динаміка рівнів захворюваності на хвороби системи кровообігу у мешканців РЗТ віком 0–60 років на дату аварії на ЧАЕС за період спостереження впродовж 1988–2016 рр. Завищені рівні серцево-судинних і цереброваскулярних хвороб встановлені в перші дванадцять післяаварійних років, особливо в перші шість років. Вищі показники захворюваності на хвороби системи кровообігу визначено у жінок, ніж у чоловіків. Розвиток окремих захворювань системи кровообігу як у чоловіків, так і у жінок у певний період пов'язаний з величиною накопиченої за довгостроковий період дози іонізуючого опромінення від радіонуклідів ^{134}Cs , ^{137}Cs .

Ключові слова: аварія на ЧАЕС, мешканці радіоактивно забруднених територій, хвороби системи кровообігу, ефекти малих доз, хронічне іонізуюче опромінення.

Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2018. Вип. 23. С. 107–119. doi: 10.33145/2304-8336-2018-23-107-119.

✉ Бузунов Володимир Опанасович, e-mail: buzunov_irge@ukr.net

V. O. Buzunov✉, K. Y. Prykaschykova, Zh. S. Yaroshenko, G. V. Kostiuk, I. G. Gubina

State Institution «National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», 53, Melnykova str., Kyiv, 04050, Ukraine

MORBIDITY OF THE CIRCULATORY SYSTEM DISEASES OF RESIDENTS FROM RADIOACTIVELY CONTAMINATED AREAS. ANALYSIS OF THE EFFECT OF CHRONIC LOW-DOSE IONIZING RADIATION

Objective: to study post-accident levels of illnesses system diseases of residents from radioactively contaminated areas aged 0–60 years on the date of the Chernobyl accident, and to analyze the effect of chronic low-dose ionizing radiation.

Materials and methods. Epidemiological research and analysis of morbidity of circulatory system diseases of residents of radioactively contaminated areas (RCA) has been carried out. The individuals who were studied included RCA residents aged 0–60 (98, 902 persons) on the date of the Chernobyl accident. The data of the victims' annual medical examinations during 1988–2016 were received from the State Register of Ukraine (SRU). Detection of the possible dependence of the development of circulatory system diseases on the effects of ionizing radiation was carried out in the range of individual total effective doses ranging from 13–40 mSv and more as accumulated over 26 years after the Chernobyl accident. The control group consisted of individuals with a radiation dose of <13 mSv. The statistical analysis of data was performed using the Microsoft Office Excel 2013 software packages.

Results. For the entire period of the study, 20,552 cases of circulatory system diseases were detected for the first time (ID at 10^3 person-years is 15.66 ± 0.11), incl. men, respectively, 7,211 cases (12.32 ± 0.14), women – 13,341 cases (18.35 ± 0.16). It has been determined that among the circulatory system diseases of RZT residents there is the most express display of ischemic heart disease, a disease characterized by high blood pressure, including other heart diseases. The dependence of the levels of morbidity on the diseases of the circulatory system on the sex of victims was established. A connection has been established between the development of certain circulatory system diseases and the amounts of individual total effective doses of ionizing radiation accumulated over the period of 1986–2012. Individual total effective doses of ionizing radiation in men and women in the range of doses of 13–40 mSv or more.

Conclusions. On the basis of cohort epidemiological studies, there was studied the dynamics of levels of circulatory system diseases among the RCT residents aged 0–60 years on the date of the Chernobyl accident during the observation period of 1988–2016. The overstated levels of cardiovascular and cerebrovascular diseases were established in the first twelve post-accident years, especially in the first six years. The highest morbidity rates for circulatory system diseases were identified in women over men. The development of certain circulatory system diseases, both in men and women, in a certain period is associated with the amount of dose of ionizing radiation from radionuclides ^{134}Cs , ^{137}Cs .

Key words: accident at the Chernobyl NPP, inhabitants of radioactive contaminated territories (RZT) up to 60 years at the date of the Chernobyl accident, illness of the circulatory system, effects of small doses of chronic ionizing radiation.

Problems of radiation medicine and radiobiology. 2018;23:107-119. doi: 10.33145/2304-8336-2018-23-107-119.

ВСТУП

Епідеміологічні дослідження за роки після аварії на ЧАЕС свідчать про негативні зміни стану здоров'я мешканців радіоактивно забруднених територій (РЗТ) [1–4], що обумовлено в основному непухлинною захворюваністю, інвалідністю та смертністю. У попередніх наукових дослідженнях за тридцять років після аварії на ЧАЕС було встановлено, що деякі непухлинні хвороби під впли-

INTRODUCTION

Epidemiological studies in the years after the Chernobyl accident have shown a negative change in health due to mainly non-tumor morbidity, disability and mortality of inhabitants of radioactively contaminated areas (RCA) [1–4]. In previous scientific studies, thirty years after the Chernobyl accident, it has been shown that some smallpox non-tumor diseases become widespread among the victims due to low

вом малих доз набувають широкого розповсюдження серед постраждалих [5–6]. Значну роль у розвитку непухлинних захворювань відіграють також і нерадіаційні чинники, а саме стать і вік осіб на дату аварії на ЧАЕС [7–9]. Особливу увагу привертає стрімке зростання хвороб системи кровообігу в структурі непухлинної захворюваності серед мешканців РЗТ зі збільшенням їх віку за роки спостереження. Так, у 18–39-річних та 40–60-річних на дату аварії на ЧАЕС порівняно з особами віком до 18 років на дату аварії на ЧАЕС кардіологічна патологія зросла на 8,13 та 25,27 %, відповідно [10–13].

Епідеміологічні дослідження щодо встановлення закономірностей розвитку основних непухлинних захворювань системи кровообігу в мешканців РЗТ у віці до 60 років на дату аварії на ЧАЕС залежно від діапазонів реконструйованих індивідуальних сумарних ефективних доз, накопичених внаслідок хронічного опромінення в малих дозах, практично відсутні. Визначення ступеня розвитку хвороб системи кровообігу залежно від статі у мешканців РЗТ віком 0–60 років на дату аварії на ЧАЕС, пов'язаних з хронічним іонізуючим опроміненням у малих дозах, було предметом проведених досліджень. Дане повідомлення – результати епідеміологічних досліджень, виконаних у 1988–2016 рр., зі встановлення закономірностей розвитку основних непухлинних захворювань системи кровообігу мешканців РЗТ віком до 60 років на дату аварії на ЧАЕС.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Визначення післяаварійних рівнів захворюваності на хвороби системи кровообігу в мешканців радіоактивно забруднених територій віком до 60 років на дату аварії на ЧАЕС, аналіз впливу хронічного іонізуючого опромінення в малих дозах.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Для епідеміологічного дослідження непухлинної захворюваності мешканців РЗТ у післяаварійному періоді (за 1988–2016 рр.) сформовано когорту з 98 902 осіб із населених пунктів Житомирської, Київської, Чернігівської, Рівненської областей, відповідно, Овруцького, Іванківського, Козелецького, Рокитнівського районів. Індивідуальні дози зовнішнього та внутрішнього іонізуючого опромінення від радіонуклідів (^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{90}Sr) за 1986–2012 рр. реконструювали спеціалісти відділу дозиметрії і радіаційної гігієни ННЦРМ України під керівництвом професора І. А. Ліхтарьова [14]. Повний склад

doses [5–6]. Non-radiation factors also play a significant role in the development of non-tumor diseases, namely, the persons' gender and age on the date of the Chernobyl accident [7–9]. It should be noted that of particular focus is the rapid growth of the circulatory system diseases in the structure of non-tumor morbidity among RCA residents that correlates with an increase in their age during the years of observation. Thus, in 18–39 years old and 40–60 years old at the date of the Chernobyl accident, compared to individuals under the age of 18 years at the date of the Chernobyl accident, cardiological pathology increased by 8.13% and 25.27% [10–13].

There are practically absent epidemiological studies on the establishment of regularities of development of the main non-tumor circulatory system diseases of RCA residents under the age of 60 on the date of the Chernobyl accident, subject to the ranges of reconstructed individual total effective doses accumulated as a result of chronic radiation exposure in low doses. The undertaken research focused on the extent to which the development of circulatory system diseases of RCA residents aged 0–60 years on the date of the Chernobyl accident was associated with chronic low-dose ionizing radiation subject to the gender. This message is the result of epidemiological studies performed in 2013–2016 on establishing the regularities of the development of major non-tumor circulatory system diseases of RCA residents under the age of 60 on the date of the Chernobyl accident.

OBJECTIVE

To determine post-accident levels of circulatory system diseases among RCA residents aged under 60 years on the date of the Chernobyl accident, to study the effect of chronic low-dose ionizing radiation.

MATERIALS AND METHODS

For the epidemiological study of non-tumor morbidity of RCA residents in the post-accident period (1988–2016), there was formed a cohort of 98,902 people from settlements of Zhytomyr, Kyiv, Chernihiv, Rivne oblasts, respectively, Ovruch, Ivankivsky, Kozeletsky, Rokitnivsky districts. Individual doses of external and internal ionizing radiation from radionuclides (^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{90}Sr) during the period of 1986–2012 were reconstructed by specialists of the Department of Dosimetry and Radiation Hygiene of the NRCRM of Ukraine under the direction of Professor I. A.

когорти досліджуваних із зазначеними величинами накопиченої індивідуальної сумарної ефективної дози хронічного іонізуючого опромінення надано в табл. 1.

Для аналізу та визначення можливого впливу хронічного іонізуючого опромінення в малих дозах на розвиток хвороб системи кровообігу у мешканців РЗТ віком 0–60 років на дату аварії на ЧАЕС (загальна когорта) були прийняті чотири інтервали доз (табл. 2).

Likhtarev [14]. The full composition of the cohort with the indicated amounts of the accumulated individual total effective dose of chronic ionizing radiation is given in Table 1.

Four dosing intervals were taken for the analysis and determination of the possible effect of chronic low-dosed ionizing radiation on the development of circulatory system diseases of the RCA residents aged 0–60 years on the date of the Chernobyl accident (general cohort) (Table 2).

Таблиця 1

Чисельний розподіл когорти мешканців РЗТ за віком і дозами хронічного іонізуючого опромінення, накопиченими упродовж 1986–2012 рр.

Table 1

Numerical distribution of the cohort of RCA residents by age and dose of chronic ionizing radiation accumulated over the period of 1986–2012

Вік на дату аварії на ЧАЕС (26.04.1986 р.), роки	Чисельність мешканців РЗТ, абс. число	Відсоткове співвідношення за віком, %	Середня накопичена сумарна ефективна доза опромінення за 1986–2012 рр., мЗв (M±δ)
Age on the date of the Chernobyl accident (26.04.1986)	Number of RCA residents, total number	Ratio by age, %	Average accumulated total effective dose of radiation for the period of 1986–2012., mSv (M±δ)
До / under 18	33 713	34,08	14,31 ± 8,69
18–39	34 818	35,20	19,06 ± 12,20
40–60	30 371	30,72	18,48 ± 13,36
0–60	98 902	100	16,86 ± 11,61

Таблиця 2

Середні індивідуальні сумарні ефективні дози опромінення мешканців радіоактивно забруднених територій, накопичені упродовж 1986–2012 рр., з урахуванням віку на дату аварії на ЧАЕС (M ± δ).

Table 2

Average individual total effective radiation dose of RCA residents accumulated during 1986–2012, subject to the age on the date of the Chernobyl accident (M±δ)

Інтервал індивідуальних сумарних ефективних доз, мЗв	Вік на дату аварії на ЧАЕС, роки Age on the date of the Chernobyl accident, years			
	До / under 18	18–39	40–60	0–60
Range of individual total effective doses accumulated during 1986–2012, mSv				
0 < 13	8,16 ± 3,34	7,39 ± 3,55	7,40 ± 3,40	7,72 ± 3,44
13 < 26	17,71 ± 3,56	17,82 ± 3,50	18,71 ± 3,43	18,04 ± 3,53
26 < 40	31,43 ± 3,62	31,74 ± 4,10	31,86 ± 4,25	31,71 ± 4,05
≥ 40	44,99 ± 4,27	48,36 ± 6,62	49,35 ± 7,24	48,28 ± 4,83

Епідеміологічний аналіз розвитку хвороб системи кровообігу проводився в статевих субкогортах за п'ятирічними періодами спостереження: 1988–1992, 1993–1997, 1998–2002, 2003–2007, 2008–2012 та 2013–2016 рр.

Для дескриптивного аналізу частоти захворювань системи кровообігу визначали рівні захворюваності – Incidence density (ID на 10³ люд.-років), похибку (*m*).

An epidemiological analysis of the development of circulatory system diseases was conducted in the gender subcohorts by five-year observations: 1988–1992, 1993–1997, 1998–2002, 2003–2007, 2008–2012 and 2013–2016.

For the descriptive analysis of circulatory disease frequency the incidence of density (ID per 10³ person-years), the error (*m*) were determined. The

Оцінка достовірної різниці показників визначалася за критерієм Ст'юдента (*t*).

Для виявлення впливу накопичених індивідуальних сумарних ефективних доз на розвиток захворювань розраховували відносний ризик (RR) і його 95 % довірчий інтервал (CI) [15–16]. Під час визначення залежних від дози ефектів у розвитку хвороб системи кровообігу використовували внутрішній контроль – субкогорту з накопиченою дозою іонізуючого опромінення в діапазоні від 0 до 13 мЗв. Статистичний аналіз даних виконаний з використанням програмних пакетів «Microsoft Office Excel – 2013».

РЕЗУЛЬТАТИ

Епідеміологічне дослідження стану здоров'я мешканців РЗТ віком 0–60 років на дату аварії на ЧАЕС дало змогу встановити, що за 1988–2016 рр. вперше виявлено 20 552 випадки захворювань системи кровообігу (ID на 10³ люд.-років становить 15,66 ± 0,11), у тому числі у чоловіків – 7 211 випадків (12,32 ± 0,14), у жінок – 13 341 (18,35 ± 0,16).

Серед хвороб системи кровообігу мешканців РЗТ найбільша частота зареєстрована за групою «ішемічна хвороба серця» (табл. 3).

Таблиця 3

Рівень захворюваності на хвороби системи кровообігу в мешканців РЗТ у віці 0–60 років на дату аварії на ЧАЕС впродовж 1988–2016 рр. (ID на 10³ люд.-років)

Table 3

The level of disease in the circulatory system diseases among RCA residents aged 0–60 years on the date Chernobyl accident during 1988–2016 (ID/10³ person years)

Хвороби системи кровообігу за МКХ-10 Circulatory system diseases by the ICD –10	Шифр МКХ-10 ICD Code–10	ID ± m
Хвороби, що характеризуються підвищенням кров'яним тиском / diseases characterized by high blood pressure	I10.0-I15.9	2,72 ± 0,05
Ішемічна хвороба серця / congestive heart disease	I20.0-I25.9	5,73 ± 0,07
Інші хвороби серця / heart diseases:	I30.0-I32.8	2,73 ± 0,05
> хвороби ендокарда / endocardium diseases	I34.0-I39.8	0,08 ± 0,01
> кардіоміопатія / cardiomyopathy	I42.0-I43.8	1,29 ± 0,03
Цереброваскулярні хвороби / cerebrovascular diseases:	I60.0-I69.8	1,96 ± 0,04
> субарахноїдальний крововилив / subarachnoid hemorrhage	I60.0-I66.9	0,12 ± 0,01
> інші цереброваскулярні хвороби / other cerebrovascular diseases	I67.0-I67.9	1,57 ± 0,04
> наслідки цереброваскулярних хвороб / consequences of cerebrovascular diseases	I69.0-I69.9	0,27 ± 0,02
Хвороби артерій, артеріол і капілярів / arteries, arterioles and capillaries diseases	I70.0-I79.8	0,82 ± 0,03
Хвороби вен, лімфатичних судин і вузлів / veins, lymph vessels and nodes diseases	I80.0-I89.9	1,38 ± 0,04

Наступні за значеннями показника є групи «інші хвороби серця», «хвороба, що характеризується підвищенням кров'яним тиском», «цереброваскулярні хвороби». Важливо констатувати, що серед хвороб серця мешканці РЗТ найбільше страждають на кардіоміопатію, серед цереброваскулярних хвороб – «інші цереброваскулярні хвороби» (в дану групу входять: розшарування мозкових артерій без роз-

estimation of the reliable difference of indicators was determined by the Student criterion (*t*).

Relative risk (RR) and its 95% confidence interval (CI) were calculated for the detection of the effect of accumulated individual total effective doses on disease development [15–16]. In the determination of dose-dependent effects in the development of circulatory system diseases, internal control-subcorporate with accumulated dose of ionizing irradiation in the range 0 – 13 mSv was used. Statistical data analysis is done using Microsoft Office Excel 2013 software packages.

RESULTS

According to the study results in the RCA residents aged 0–60 years on the date of the Chernobyl accident there were 20,552 cases of diseases of the circulatory system were detected (ID/10³ person-years is 15.66 ± 0, 11) incl. men, respectively, 7,211 cases (12.32 ± 0.14), and women – 13,341 (18.35 ± 0.15) for the first time revealed in 1988–2016.

Among the diseases of the circulatory system of RCA residents, the highest frequency is registered by the group of ischemic heart disease (Table 3).

The following indicators by value are the groups of «heart disease», «a disease characterized by high blood pressure», «cerebrovascular diseases». It is important to note that cardiomyopathy the most-frequently heart disease in residents, among cerebrovascular diseases – «other cerebrovascular diseases» (in this group include: stratification of cerebral arteries without rupture, aneurysm of the

риву, аневризма мозку без розриву, церебральний атеросклероз, гіпертензивна енцефалопатія тощо).

Спостерігається залежність рівнів захворюваності на хвороби системи кровообігу від статі постраждалих (табл. 4). У жінок порівняно з чоловіками достовірно вищі рівні захворювань системи кровообігу за групами: «хвороби, що характеризуються підвищеним кров'яним тиском», «ішемічна хвороба серця», «інші хвороби серця», «цереброваскулярні хвороби», «хвороби артерій, артеріол і капілярів», «хвороби вен, лімфатичних судин і вузлів». У чоловіків лише рівень нозологічної форми «кардіоміопатія» достовірно вищий, ніж у жінок.

Динаміка рівня захворюваності на хвороби системи кровообігу у чоловіків і жінок та у змішаній когорті осіб віком 0–60 років на дату аварії на ЧАЕС за п'ятирічними періодами спостереження надана на рис. 1.

У динаміці розвитку хвороб системи кровообігу, як у загальній когорті, так і у чоловіків і жінок, найвищі рівні були в період 1986–1992 рр. після аварії на ЧАЕС. Це пов'язано, на нашу думку, з такими факторами: скринінг-ефектом; наслідками психоемоційного стресу; впливом іонізуючого опромінення, насамперед ¹³¹I, на щитоподібну залозу. Найвищі рівні захворюваності на хвороби системи кровообігу спостерігалися і в період 1993–2002 рр., тобто на 7–16-му роках після аварії. Важливо зазначити, що у жінок прояви захворювань системи кровообігу достовірно

brain without rupture, cerebral atherosclerosis, hypertensive encephalopathy, etc.).

There is a dependence of the levels of circulatory system diseases on the gender of the victims (Table 4). Women, when compared to men, have significantly higher levels of circulatory system diseases by the groups: «high blood pressure», «ischemic heart disease», «heart disease», «cerebrovascular diseases», «arterial diseases, arterioles and capillaries», «veins, lymphatic vessels and nodes diseases». Men have only accurately higher level of nosological form of «cardiomyopathy» than that of women.

Dynamics of the incidence of diseases of the circulatory system among men and women and among the mixed cohort of persons aged 0–60 on the date of the Chernobyl accident in the five-year monitoring period (Fig. 1).

As regards the dynamics of circulatory system diseases, among the general cohort, both males and females had the highest levels in the first 6 years (until 1992) after the Chernobyl disaster. This is due, in our opinion, to three factors: first, the screening effect; secondly, the consequences of psycho-emotional stress; thirdly, the effect of ionizing radiation, primarily, ¹³¹I on the thyroid gland is not excluded. The highest levels of sickness rate of circulatory system diseases were observed in the period of 1993–2002, that is 7–16 years after the Accident. It is important to note that among women, the display

Таблиця 4

Рівень захворюваності на хвороби системи кровообігу мешканців РЗТ віком 0-60 років на дату аварії на ЧАЕС залежно від статі упродовж 1988–2016 рр. (ID/10³ люд.-років)

Table 4

The level of circulatory system diseases of RCA residents aged 0-60 years on the date of the Chernobyl accident by gender during 1988–2016 (ID/10³ person years)

Хвороби системи кровообігу за МКХ-10 Circulatory system diseases by the ICD –10	Шифр МКХ-10 ICD Code–10	Чоловіки Men	Жінки Women
Хвороби, що характеризуються підвищеним кров'яним тиском Diseases characterized by high blood pressure	I10.0-I15.9	2,25 ± 0,06	3,12 ± 0,07*
Ішемічна хвороба серця / congestive heart disease	I20.0-I25.9	4,35 ± 0,09	6,85 ± 0,10*
Інші хвороби серця, зокрема / heart diseases, in particular:	I30.0-I52.8	2,44 ± 0,06	2,97 ± 0,06*
> хвороби ендокарда / endocardium diseases	I34.0-I39.8	0,06 ± 0,01	0,09 ± 0,01
> кардіоміопатія / cardiomyopathy	I42.0-I43.8	1,44 ± 0,05*	1,19 ± 0,04
Цереброваскулярні хвороби / cerebrovascular diseases:	I60.0-I69.8	1,19 ± 0,05	2,58 ± 0,06*
> субарахноїдальний крововилив / subarachnoid hemorrhage	I60.0-I66.9	0,12 ± 0,02	0,12 ± 0,01
> інші цереброваскулярні хвороби / other cerebrovascular diseases	I67.0-I67.9	0,88 ± 0,04	2,12 ± 0,05*
> наслідки цереброваскулярних хвороб / consequences of cerebrovascular diseases	I69.0-I69.9	0,20 ± 0,01	0,34 ± 0,02*
Хвороби артерій, артеріол і капілярів / arteries, arterioles and capillaries diseases	I70.0-I79.8	0,69 ± 0,03	0,94 ± 0,04*
Хвороби вен, лімфатичних судин і вузлів / veins, lymph vessels and nodes diseases	I80.0-I89.9	1,24 ± 0,05	1,50 ± 0,05*

Примітка. * – достовірна різниця між рівнями захворюваності у чоловіків і жінок (p < 0,05).
Note. * – an accurate difference between males and females by the levels of morbidity.

вищі, ніж у чоловіків майже у всіх п'ятирічних періодах.

Рівні захворюваності на хвороби системи кровообігу у мешканців РЗТ віком 0–60 років на дату аварії на ЧАЕС за інтервалами накопичених індивідуальних сумарних ефективних доз іонізуючого опромінення за період 1986–2012 рр. надані на рис. 2. У загальній когорті досліджуваних (чоловіків і жінок) максимальні величини показника спостерігаються в інтервалі індивідуальних доз менше 13 мЗв, мінімальні – у діапазоні 40 мЗв і більше.

of circulatory system diseases are significantly higher than among men in almost all five-year periods.

The levels of sickness rate of circulatory system diseases among RCA residents aged 0–60 years on the date of the Accident at intervals of individual accumulated total effective dose of ionizing radiation for the period of 1986–2012 are set out in Fig. 2. As regards the general cohort examined (men and women), the maximum amounts are observed in the interval of the accumulated individual doses of < 13 mSv, the minimal amounts – in the range of 40 mSv and more.

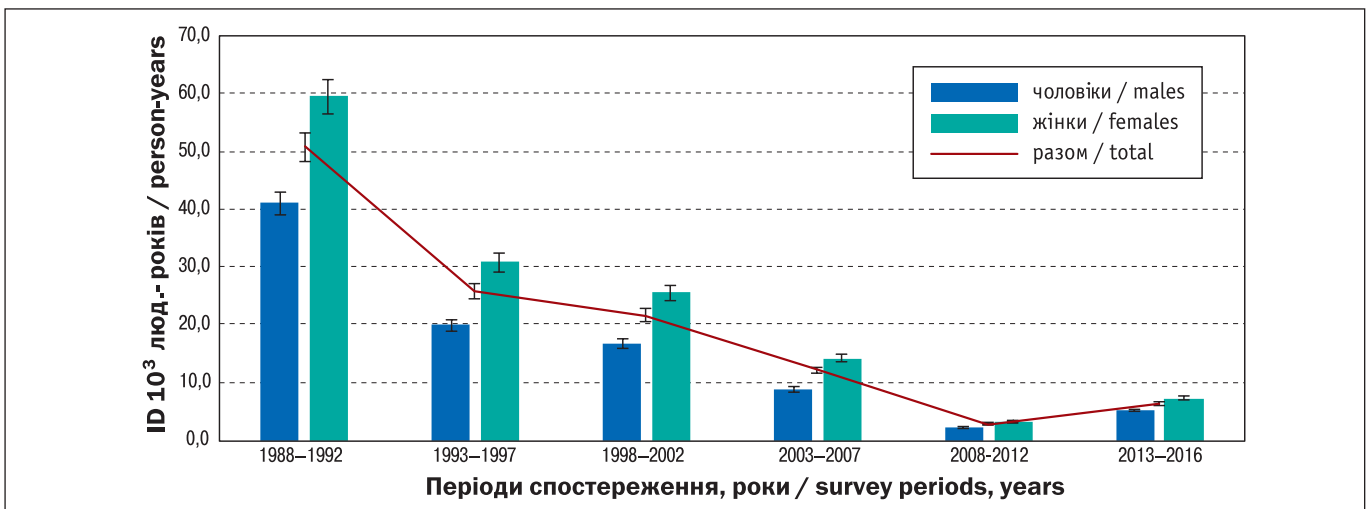


Рисунок 1. Динаміка рівня захворюваності на хвороби системи кровообігу у мешканців РЗТ віком 0–60 років на дату аварії на ЧАЕС за визначеними часовими післяаварійними періодами спостереження впродовж 1988–2016 рр.

Figure 1. Dynamics of the level of sickness rate of the circulatory system among RCA residents aged 0–60 years on the date of the Chernobyl accident in accordance with the determined time post-accident observation periods during 1988–2016

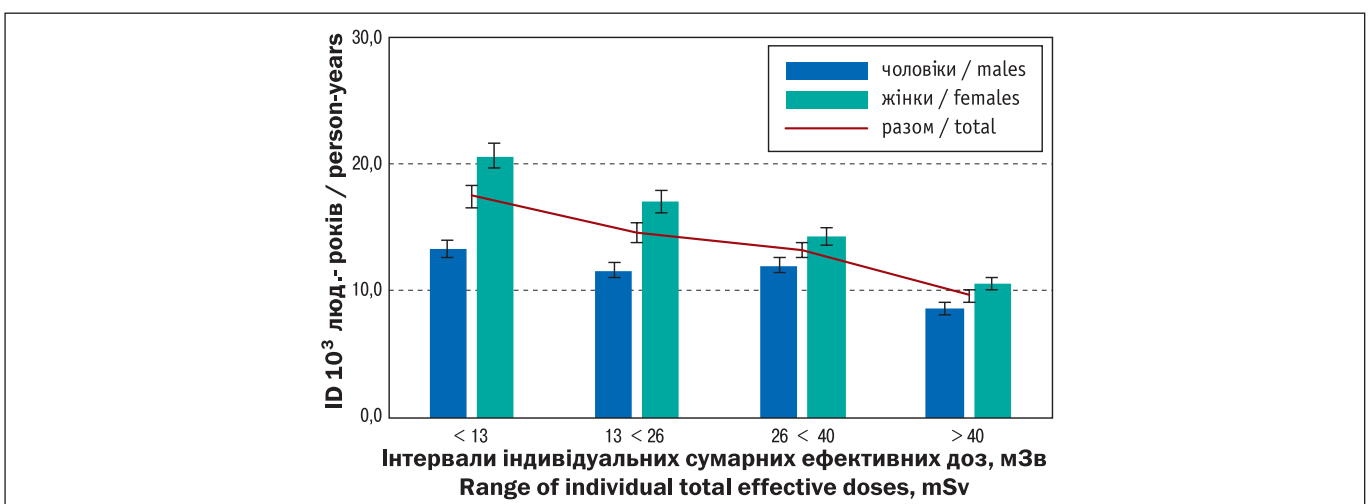


Рисунок 2. Загальні рівні захворюваності на хвороби системи кровообігу у мешканців РЗТ віком 0–60 років на дату аварії за інтервалами індивідуальних сумарних ефективних доз іонізуючого опромінення, накопичених впродовж 1986–2012 рр.

Figure 2. General levels of sickness rate of circulatory system diseases among RCA residents aged 0–60 years on the date of the Accident at intervals of individual total effective doses of ionizing radiation accumulated during 1986–2012

Динаміка рівнів захворюваності на хвороби системи кровообігу мешканців РЗТ загальної когорти віком 0–60 років на дату аварії на ЧАЕС за статтю та інтервалами індивідуальних сумарних ефективних доз у зазначених часових періодах майже однакова. У чоловіків і жінок рівні захворюваності за інтервалами доз менше 13 мЗв та від 13 до 26 мЗв у наступних періодах часу знижувалися порівняно з першим п'ятирічним періодом. За інтервалами доз від 26 до 40 мЗв та 40 мЗв і більше спостерігається особливість динаміки захворювань системи кровообігу, яка полягає в тому, що відбулося зростання рівнів захворювань до 2008

The dynamics of the levels of circulatory system diseases among men and women of the general cohort of RCA residents aged 0–60 years on the date of the Chernobyl accident in certain observation periods during 1988–2016, depending on the individual total effective radiation dose is provided in Fig. 3. The dynamics of morbidity of circulatory system diseases among men and women of RCA aged 0–60 years old on the date of the Chernobyl accident in the intervals of individual total effective doses in the specified time periods is almost the same. Among males and females, the incidence rates at doses less than < 13 mSv and 13 < 26 mSv in subsequent periods decreased compared with the first 5-year period. At intervals of doses 26 – less than 40 mSv and 40 mSv and more there is a peculiarity of the dynamics of diseases of the circulatory system, which consists in the fact that there was an increase in the levels of

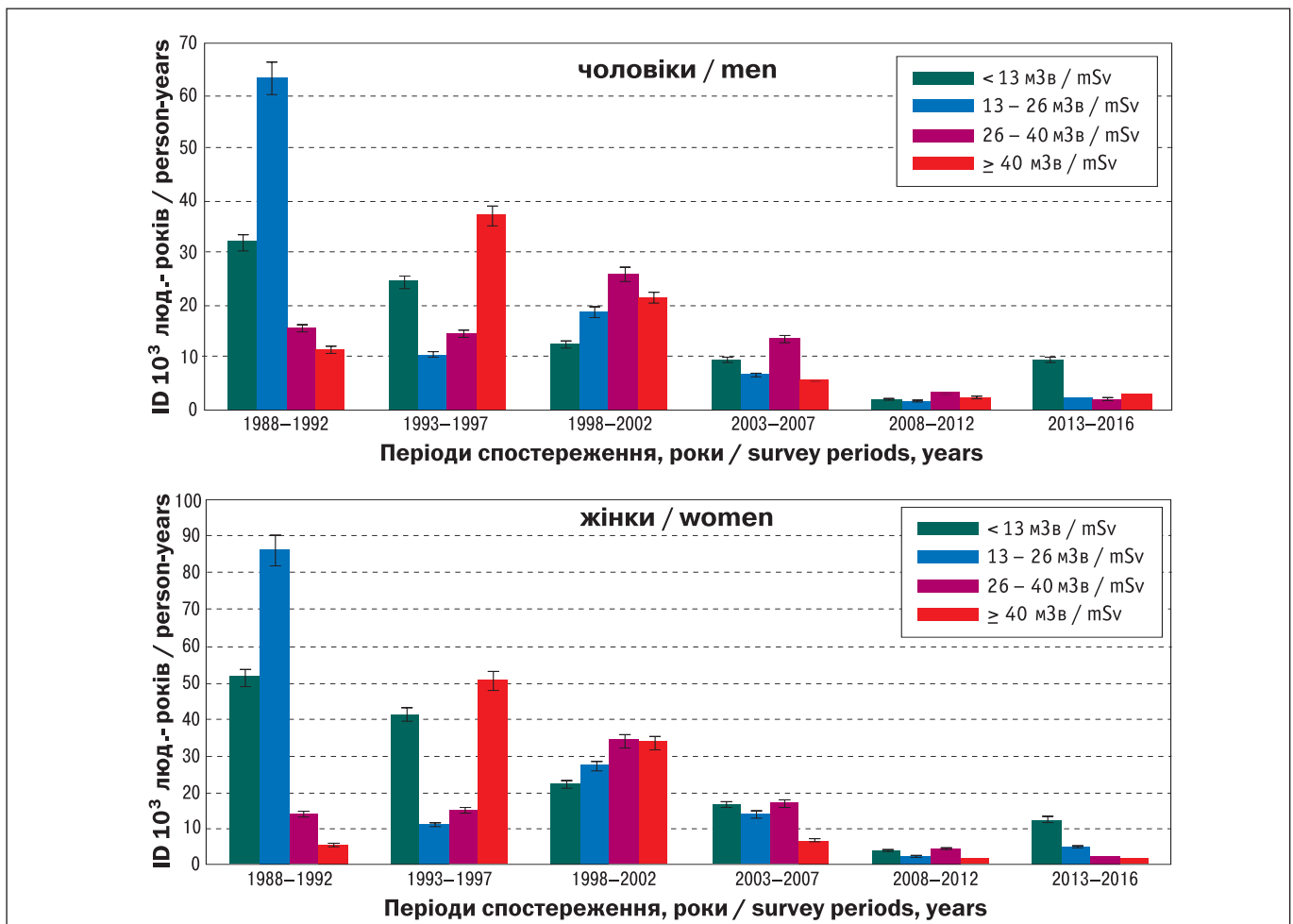


Рисунок 3. Динаміка рівнів захворюваності на хвороби системи кровообігу за 1988–2016 рр. спостереження у мешканців РЗТ віком 0–60 років на дату аварії ЧАЕС за статтю та інтервалами індивідуальних сумарних ефективних доз іонізуючого опромінення, накопичених впродовж 1986–2012 рр.

Figure 3. Dynamics of the incidence rates of circulatory system diseases in 1988–2016 years of follow-up observations of men and women of RCA residents aged 0–60 years on the date of the Chernobyl accident, at intervals of individual total effective doses of ionizing radiation accumulated for 1986–2012

року (впродовж 7–21 років після аварії) у порівнянні з першим та наступними періодами спостереження. Пік зростання рівня хвороб за інтервалами доз від 26 до 40 мЗв припадає на 12–16-й роки після аварії, за інтервалами доз 40 мЗв і більше – на 7–12-й роки після аварії.

Таким чином, підвищені рівні захворювань у період 7–21 років після аварії порівняно з іншими часовими проміжками в інтервалах доз від 26 до 40 мЗв та 40 мЗв і більше свідчать про наявність залежності розвитку хвороб системи кровообігу у мешканців РЗТ від величин накопичених доз іонізуючого опромінення за рахунок радіонуклідів (¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs).

У табл. 5 надані значення відносних ризиків розвитку хвороб системи кровообігу у чоловіків-мешканців РЗТ віком 0–60 років на дату аварії на ЧАЕС.

У чоловіків розвиток хвороб системи кровообігу, спричинений впливом іонізуючого опромінення в інтервалів доз від 13 до 26 мЗв та 40 мЗв і більше, відбувся у групі «хвороби, що характеризуються підвищеним кров'яним тиском». Група «хвороби вен, лімфатичних судин і вузлів» має залежність розвитку від доз в діапазоні від 13 до 40 мЗв і більше, група «хво-

diseases before 2008 (during 7–21 years after the accident) compared with the first and subsequent periods observation. The peak of the disease in the interval of doses 26 – 40 mSv came to 12–16 years after the Accident, at intervals of doses of 40 mSv and more – 7–12 years after the Accident.

The elevated levels of diseases in the period of 7–21 years after the Accident compared with other time intervals in intervals of doses 26 <40 mSv and 40 mSv and more indicate that the development of circulatory system diseases among RCA residents from the amounts of accumulated doses of ionizing radiation of radionuclides (¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs).

Table 5 presents the relative risks of circulatory system diseases among men-RCA residents aged 0–60 years on the date of the Chernobyl accident.

As regards men, the risk factors for the development of circulatory system diseases were doses of intervals of 13 mSv to 26 mSv and ≥ 40 mSv. The «diseases with high blood pressure» and «diseases of the veins, lymphatic vessels and nodes» groups have a developmental dependence on doses in the range of 13 and 40 mSv and more. In the interval

Таблиця 5

Відносні ризики розвитку хвороб системи кровообігу у чоловіків - мешканців РЗТ віком 0–60 років на дату аварії на ЧАЕС за 1988–2016 рр. спостереження, залежно від діапазонів індивідуальних сумарних ефективних доз, накопичених впродовж 1986–2012 рр. (контрольна доза – менше 13 мЗв), (ID/10³ люд.-років)

Table 5

Relative risks of circulatory system diseases among men aged 0–60 years on the date of Chernobyl accident in 1988–2016, subject to ranges of individual total effective doses accumulated for 1986–2012 (control dose – less than 13 mSv), (ID/10³ person years)

Клас та хвороби системи кровообігу за МКХ-10 (шифр) Class and circulatory system diseases by ICD-10 (code)	Доза опромінення, мЗв / radiation dose, mSv					
	13–26		26–40		≥40	
	RR	95 % CI	RR	95 % CI	RR	95 % CI
Хвороби системи кровообігу / circulatory system diseases (I00–I99)	0,88	(0,83 ± 0,92)	0,91	(0,84 ± 0,98)	0,65	(0,57 ± 0,75)
Хвороби, що характеризуються підвищеним кров'яним тиском (I10.0–I15.9) Diseases characterized by high blood pressure (I10.0–I15.9)	1,33*	(1,19 ± 1,50)*	0,93	(0,75 ± 1,14)	1,68*	(1,33 ± 2,12)*
Ішемічна хвороба серця / congestive heart disease (I20.0–I25.9)	0,75	(0,69 ± 0,82)	0,81	(0,70 ± 0,92)	0,39	(0,30 ± 0,5)
Інші хвороби серця / heart diseases (I30.0–I52.8) :	0,73	(0,65 ± 0,81)	0,75	(0,62 ± 0,90)	0,41	(0,28 ± 0,60)
> хвороби ендокарда / endocardium diseases (I34.0–I39.8)	0,36	(0,16 ± 0,84)	0,75	(0,26 ± 2,16)	0,36	(0,05 ± 2,67)
> кардіоміопатія / cardiomyopathy (I42.0–I43.8):	0,62	(0,54 ± 0,73)	0,28	(0,19 ± 0,34)	0,03	(0,01 ± 0,13)
Цереброваскулярні хвороби / cerebrovascular diseases (I60.0–I69.8) :	0,20	(0,16 ± 0,25)	0,35	(0,26 ± 0,48)	0,09	(0,05 ± 0,16)
> субарахноїдальний крововилив / subarachnoid hemorrhage (I60.0–I66.8)	0,83	(0,49 ± 1,40)	0,65	(0,26 ± 1,66)	0,76	(0,27±2,14)
> інші цереброваскулярні хвороби / other CVD (I67.0–I67.9)	0,14	(0,11 ± 0,19)	0,40	(0,28 ± 0,56)	0,07	(0,03 ± 0,15)
> наслідки цереброваскулярних хвороб / consequences of CVD(I69.0–I69.9)	0,19	(0,12 ± 0,34)	0,05	(0,01 ± 0,34)	0,04	(0,01 ± 0,27)
Хвороби артерій, артеріол і капілярів (I70.0–I70.9) Arteries, arterioles and capillaries diseases (I70.0–I70.9)	1,24*	(1,01 ± 1,54)*	1,26	(0,92 ± 1,73)	0,25	(0,13 ± 0,99)
Хвороби вен, лімфатичних судин і вузлів (I80.0–I80.9) Veins, lymph vessels and nodes diseases (I80.0–I80.9)	2,92*	(2,44 ± 3,51)*	3,99*	(3,20 ± 4,99)*	1,21*	(0,82 ± 1,78)*

Примітка. * – достовірний зв'язок розвитку хвороб системи кровообігу з накопиченими дозами хронічного іонізуючого опромінення.
Note. * – a reliable connection of the development of circulatory system diseases with accumulated doses of chronic ionizing radiation.

роби артерій, артеріол і капілярів» – в інтервалі доз від 13 до 26 мЗв. Чітка тенденція розвитку хвороб під впливом доз від 26 до 40 мЗв простежується за групами «хвороби, що характеризуються підвищеним кров'яним тиском», «хвороби артерій, артеріол і капілярів», «ішемічна хвороба серця», «інші хвороби серця». У жінок (табл. 6) від величини накопиченої дози має залежність розвиток двох груп, а саме «хвороби, що характеризуються підвищеним кров'яним тиском» (в інтервалі доз від 13 до 26 мЗв та 40 мЗв і більше) та «хвороби вен, лімфатичних судин і вузлів» (в інтервалі доз від 13 до 40 мЗв). Чітка тенденція розвитку хвороб під впливом доз від 26 до 40 мЗв простежується за групами «хвороби, що характеризуються підвищеним кров'яним тиском», «ішемічна хвороба серця», «хвороби артерій, артеріол і капілярів» і за нозологічною формою «субарахноїдальний крововилив».

Треба зауважити, що у чоловіків і жінок вирізняється діапазон доз від 13 до 40 мЗв і більше тим, що має вплив на розвиток хвороб групи «хвороби, що характеризуються підвищеним кров'яним тиском» та групи «хвороби вен лімфатичних судин і вузлів».

of doses 26 – 40 mSv, the dependence of the development of diseases «ischemic heart disease», «heart disease», in the interval of doses 13–40 mSv is observed – diseases of arteries, arterioles and capillaries. It should be noted that among heart diseases, the dependence of development on a dose of 26–40 mSv has a nosological form – cardiomyopathy. The clear tendency of disease development under the effect of doses 13–26 mSv can be detected in groups of «ischemic heart disease», «heart disease». As regards women (Table 6), have the dependence of the development two group of «diseases characterized by high blood pressure» (in the range of doses 13–26 mSv and ≥ 40 mSv) and the group of diseases of veins, lymphatic vessels and nodes in the dose intervals 13–40 mSv depend on the amount of accumulated doses.

It should be noted that both men and women exhibit a range of doses of 13–40 mSv and more that have an effect on the development of the group of «diseases characterized by high blood pressure» and «lymphatic vessels' diseases' group and nodes».

Таблиця 6

Відносні ризики розвитку хвороб системи кровообігу у жінок-мешканок РЗТ віком 0–60 років на дату аварії на ЧАЕС за 1988–2016 рр. спостереження залежно від діапазонів індивідуальних сумарних доз, накопичених впродовж 1986–2012 рр. (контрольна доза – менше 13 мЗв), (ID/10³ люд.-років)

Table 6

Relative risks of the development of circulatory system diseases among women aged 0–60 years on the date of the Chernobyl accident in 1988–2016, subject to ranges of individual total doses accumulated for 1986–2012 (control dose – less than 13 mSv), (ID/10³ person years)

Клас та хвороби системи кровообігу за МКХ-10 (шифр) Class and circulatory system diseases by ICD-10 (code)	Доза опромінення, мЗв / radiation dose, mSv					
	13–26		26–40		≥ 40	
	RR	95 % CI	RR	95 % CI	RR	95 % CI
Хвороби системи кровообігу / circulatory system diseases (I00–I99)	0,82	(0,79±0,86)	0,69	(0,65±0,74)	0,51	(0,46±0,57)
Хвороби, що характеризуються підвищеним кров'яним тиском (I10.0–I15.9) Diseases characterized by high blood pressure (I10.0–I15.9)	1,34*	(1,22±1,46)*	0,93	(0,80±1,09)	1,69*	(1,42±2,02)*
Ішемічна хвороба серця / congestive heart disease (I20.0–I25.9)	0,76	(0,71±0,80)	0,64	(0,58±0,72)	0,37	(0,30±0,46)
Інші хвороби серця / heart diseases (I30.0–I52.8) :	0,73	(0,66±0,79)	0,78	(0,67±0,91)	0,44	(0,32±0,60)
> хвороби ендокарда / endocardium diseases (I34.0–I39.8)	0,36	(0,21±0,62)	0,63	(0,25±1,58)	0,30	(0,04±2,21)
> кардіоміопатія / cardiomyopathy (I42.0–I43.8):	0,63	(0,55±0,72)	0,18	(0,11±0,28)	0,02	(0,00±0,16)
Цереброваскулярні хвороби / cerebrovascular diseases (I60.0–I69.8) :	0,20	(0,18±0,22)	0,20	(0,16±0,26)	0,03	(0,01±0,09)
> субарахноїдальний крововилив / subarachnoid hemorrhage (I60.0–I66.8)	0,83	(0,53±1,31)	1,22	(0,61±2,44)	0,30	(0,04±2,15)
> інші цереброваскулярні хвороби / other CVD (I67.0–I67.9)	0,14	(0,13±0,17)	0,19	(0,14±0,26)	0,03	(0,01±0,09)
> наслідки цереброваскулярних хвороб / consequences of CVD(I69.0–I69.9)	0,20	(0,14±0,29)	0,07	(0,02±0,22)	0,00	(0,00±0,00)
Хвороби артерій, артеріол і капілярів (I70.0–I70.9) Arteries, arterioles and capillaries diseases (I70.0–I70.9)	1,25	(1,05±1,48)	0,50	(0,37±0,69)	0,11	(0,04±0,30)
Хвороби вен, лімфатичних судин і вузлів (I80.0–I80.9) Veins, lymph vessels and nodes diseases (I80.0–I80.9)	2,93*	(2,57±3,34)*	2,10*	(1,76±2,51)*	0,87	(0,60±1,27)

Примітка. * – достовірний зв'язок розвитку хвороб системи кровообігу з накопиченими дозами хронічного іонізуючого опромінення.
Note. * – a reliable connection of the development of circulatory system diseases with accumulated doses of chronic ionizing radiation.

Таким чином, проведено епідеміологічне дослідження та аналіз захворюваності на хвороби системи кровообігу мешканців радіоактивно забруднених територій. Когорту досліджуваних склали мешканці РЗТ (98 902 особи). Дані щорічних диспансеризацій постраждалих впродовж 1988–2016 рр. отримані з Державного реєстру України. Виявлення можливої залежності розвитку хвороб системи кровообігу від впливу іонізуючого опромінення проводилося в діапазоні індивідуальних сумарних ефективних доз від 13 мЗв до 40 мЗв і більше, накопичених за 26 років після аварії на ЧАЕС. Контрольну групу склали особи з дозою опромінення менше 13 мЗв.

За весь період дослідження вперше виявлено 20 552 випадки захворювань системи кровообігу (ID на 10^3 люд.-років становить $15,66 \pm 0,11$), у тому числі у чоловіків – 7 211 випадків ($112,32 \pm 0,14$), у жінок – 13 341 ($18,35 \pm 0,16$). Визначено, що серед хвороб системи кровообігу у мешканців РЗТ найбільше випадків захворюваності на ішемічну хворобу серця, хвороби, що характеризуються підвищеним кров'яним тиском та інші хвороби серця. Встановлена залежність рівнів захворюваності на хвороби системи кровообігу від статі постраждалих. У жінок – хвороб, що характеризуються підвищеним кров'яним тиском, ішемічної хвороби серця, інших хвороб серця, цереброваскулярних захворювань, хвороб артерій, артеріол і капілярів, хвороб вен, лімфатичних судин та лімфатичних вузлів. Значення показників перелічених вище захворювань перевищують показники у чоловіків, але у чоловіків рівень нозологічної форми «кардіоміопатія» достовірно вищий, ніж у жінок. У динаміці розвитку хвороб системи кровообігу найвищі рівні виявлені в перші шість років (до 1992 р. включно) після аварії на ЧАЕС. Це пов'язано, на нашу думку, з впливом таких факторів: скринінг-ефектом; психоемоційним стресом; впливом іонізуючого опромінення, насамперед ^{131}I , на щитоподібну залозу. Високі рівні захворюваності на хвороби системи кровообігу спостерігалися і в період 1993–2002 рр., тобто на 7–16-му роках після аварії порівняно з наступними роками спостереження. Зниження захворюваності на хвороби системи кровообігу в мешканців РЗТ за період 2008–2012 рр. пов'язане з впливом трьох основних факторів – зростанням інвалідності, смертності та поширеності захворювань системи кровообігу серед постраждалих. На основі ризик-аналізу встановлено зв'язок розвитку окремих захворювань системи кровообігу з величинами накопичених за 1986–2012 рр. індивідуальних сумарних ефективних доз іонізуючого опромінення у чоловіків і жінок у діапазоні доз від 13 до 40 мЗв і більше.

Thus, an epidemiological study and analysis of the circulatory system diseases of RCA residents was conducted. The studied cohort ($n= 98,902$) included subjects aged 0–60 years on the date of the Chernobyl accident. The data of annual medical examinations of victims of 1988–2016 were received from the State Register of Ukraine. Detection of the possible dependence of the development of circulatory system diseases on the effect of ionizing radiation was carried out in the range of individual total effective doses 13 mSv – 40 mSv and more accumulated in 26 years after the Chernobyl accident. The control group consisted of individuals with a radiation dose of <13 mSv.

For the entire period of the study, 22,177 cases of circulatory system diseases were detected for the first time (ID per 10^3 person years is 16.89 ± 0.11) incl. among men, respectively, 8,836 cases (15.09 ± 0.16), among women – 13,341 cases (18.35 ± 0.16). It has been determined that among the circulatory system diseases of the RCA residents, the greatest display relates to ischemic heart disease, diseases characterized by high blood pressure, other heart diseases. The dependence of the levels of morbidity on the diseases of the circulatory system on the sex of victims was established. In women – diseases characterized by high blood pressure, coronary heart disease, other heart diseases, cerebrovascular diseases, arterial diseases, arterioles and capillaries, veins, lymphatic vessels and lymph nodes. The significance of the indicators of the above diseases exceeds the rates in men, but in men the level of nosological form of «cardiomyopathy» is significantly higher than that of women. As regards the dynamics of development of circulatory system diseases, the levels discovered in the first 6 years (up to 1992 inclusive) after the Chernobyl accident were overestimated. This is due, in our opinion, to the effect of three factors: firstly, the screening effect; secondly, psycho-emotional stress; thirdly, the effect of ionizing radiation, primarily, ^{131}I on the thyroid gland is not excluded. High levels of circulatory system diseases were observed in the period of 1993–2002, that is 7–16 years after the Accident in comparison with the following years of observation. Based on risk analysis, there has been established the relation of development of certain circulatory system diseases with the amounts accumulated over the years of 1986–2012. Individual total effective doses of ionizing radiation in men and women in the range of doses of 13–40 mSv or more.

ВИСНОВКИ

На основі когортних епідеміологічних досліджень вивчена динаміка рівнів захворюваності на хвороби системи кровообігу у мешканців РЗТ віком 0–60 років на дату аварії на ЧАЕС за період спостереження впродовж 1988–2016 рр. Завищені рівні серцево-судинних і цереброваскулярних хвороб встановлені в перші дванадцять післяаварійних років, особливо в перші шість років. Найвищі показники захворюваності на хвороби системи кровообігу визначено у жінок, ніж у чоловіків. Розвиток окремих захворювань системи кровообігу як у чоловіків, так і у жінок, у певний період пов'язаний з величиною накопиченої за довгостроковий період (26 років) дози іонізуючого опромінення від радіонуклідів ^{134}Cs , ^{137}Cs . Достовірні відносні ризики отримані при накопичених індивідуальних сумарних ефективних дозах у діапазоні від 13 до 40 мЗв і більше. Через недостатню стабільність результатів ці дані слід оцінювати як попередні. Для можливого остаточного висновку потрібні подальші дослідження та аналіз.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бузунов В. А., Прикащикова К. Е., Костюк Г. В., Губина И. Г. Эпидемиологический анализ развития сердечно-сосудистой заболеваемости у жителей радиоактивно загрязненных территорий вследствие катастрофы на ЧАЭС за 1988–2010 гг. в зависимости от доз ионизирующего облучения, пола, возраста. *Здоровье и окружающая среда: сб. науч. трудов*. Минск : РНМБ, 2013. Вып. № 23. С. 189–193.
2. Присяжнюк, А. Є., Романенко А. Ю. Епідеміологічні дослідження стану здоров'я населення, яке мешкає на радіоактивно забруднених територіях. *25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього : Національна доповідь України*. Київ : КІМ, 2011. С. 152–164. ISBN 978-966-1547-62-8.
3. Health status of inhabitants of contaminated areas / V. O. Buzunov, K. Ye. Prikaschikova, G. V. Kostyuk, T. Ye. Domashevskaya, O. D. Martsenyuk, I. G. Gubina. *Health effects of the Chernobyl accident thirty years aftermath* / ed. by D. Bazyka, V. Sushko, A. Chumak, V. Chumak, L. Yanovych. Kyiv : DIA, 2016. P. 259–276.
4. Гунько Н. В., Короткова Н. В. Оцінка передчасної смертності осіб 1968–1986 років народження, які проживали на радіоактивно забруднених територіях України (1986–2011 роки). *Наука. Освіта. Практика: матеріали наук.-практ. конф.* (12 жовт. 2017 р., Житомир). Житомир : Укррекобіокон, 2017. С. 98–102.
5. Эпидемиологические исследования и оценка влияния малых доз ионизирующего излучения на развитие неопухолевой заболеваемости у пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС / В. А. Бузунов, Л. И. Красникова, Е. А. Пирогова, В. И. Терещенко, Ю. С. Войчулене. *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2007. Вип. 13. С. 56–66.
6. Пирогова О. Я., Бузунов В. О., Цуприков В. А., Домашевська Т. Є. Непухлинна захворюваність дорослого населення, евакуйованого з 30-км

CONCLUSIONS

On the basis of cohort epidemiological studies, there was studied the dynamics of circulatory system diseases among RCA residents aged 0–60 years on the date of the Chernobyl accident during the period of observation from 1988–2016. The elevated cardiovascular and cerebrovascular disease levels were established in the first twelve post-accident years, especially in the first six years. The highest incidence of circulatory system is established among women. The development of certain circulatory system diseases, both among men and women, in a certain period is associated with the amount of dose of ionizing radiation from radionuclides ^{134}Cs , ^{137}Cs . Relevant relative risks are obtained with accumulated individual total effective doses in the range of 13–40 mSv or more. Due to the insufficient stability of the findings, these should be evaluated as preliminary data. Further research and analysis is required for a possible final conclusion.

REFERENCES

1. Buzunov VA, Prikaschikova KYe, Kostyuk GV, Gubina IG. [Epidemiological analysis of the development of cardiovascular morbidity among residents of radioactively contaminated territories as a result of the Chernobyl nuclear power plant disaster for 1988–2010 depending on the doses of ionizing radiation, sex, age]. In: *Health & Environment*. Minsk: RCMB; 2013. Iss. 23. p. 189–93. Russian.
2. Prisyazhnyuk AYe, Romanenko AYU. [Epidemiological studies of the health of the population living on radioactively contaminated territories]. In: *25 years of the Chernobyl catastrophe. Safety of the future: National report of Ukraine*. Kyiv: KIM; 2011. p. 152–64. ISBN 978-966-1547-62-8. Ukrainian.
3. Buzunov VO, Prikaschikova KYe, Kostyuk GV, Domashevskaya TYe, Martsenyuk OD, Gubina IG. Health status of inhabitants of contaminated areas. In: *Bazyka D, Sushko V, Chumak A, Chumak V, Yanovych L, editors. Health effects of the Chernobyl accident thirty years aftermath*. Kyiv: DIA; 2016. p. 259–76.
4. Gunko NV, Korotkova NV. [Assessment of premature mortality of persons born in 1968–1986 living in radioactive contaminated territories of Ukraine (1986–2011)]. *Science. Education. Practice: Proc. of scientific and practical conference (2017 Oct 12; Zhytomyr, Ukraine)*. Zhytomyr: Ukrekoobiokon; 2017. p. 98–102. Ukrainian.
5. Buzunov VA, Krasnikova LI, Pirogova EA, Tereshchenko VI, Voiculene YuS. [Epidemiological studies and evaluation of the influence of small doses of ionizing radiation on the development of non-tumor incidence in the victims of the Chernobyl accident]. *Probl Radiac Med Radiobiol*. 2007;13:56–66. Russian.

- зони ЧАЕС: динаміка, вплив малих доз іонізуючого випромінювання (епідеміологічні дослідження). *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2010. Вип. 15. С. 100–114.
7. Бебешко В. Г. Влияние радиационного и других факторов Чернобыльской катастрофы на здоровье детей; настоящее и будущее. *Журнал Акад. мед. наук. України*. 2001. № 3. С. 450–458.
8. Красникова Л. И., Бузунов В. А. Радиационный и нерадиационные факторы риска развития неонкологических заболеваний. Результаты эпидемиологических исследований. *Збірник матеріалів науково-практичної конференції з міжнародною участю «Радіоекологія-2014»* (Київ, 23-26 квітня 2014 р.). Київ, 2014. С. 154–158.
9. Фактори радіаційної і нерадіаційної природи та їх вплив на перебіг ішемічної хвороби серця у учасників ліквідації наслідків Чорнобильської аварії / Д. О. Білий, О. М. Настіна, Ж. М. Габулавичене, Г. В. Сидоренко, О. Д. Бази́ка, В. В. Білая, О. С. Ковальов. *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2014. Вип. 19. С. 213–222.
10. Health status of Chernobyl cleanup workers / V. Buzunov, Yu. Voychulene, T. Domashevskaya, T. Khabarova, G. Kartushin. *Health effects of the Chernobyl accident thirty years aftermath* / ed. by D. Bazyka, V. Sushko, A. Chumak, V. Chumak, L. Yanovych. Kyiv : DIA, 2016. P. 218–232.
11. Radiation and non-radiation risk for the development of circulatory diseases among Chernobyl clean-up workers. Results of clinical and epidemiological study / L. Krasnikova, V. Buzunov. *Health effects of the Chernobyl accident thirty years aftermath* / ed. by D. Bazyka, V. Sushko, A. Chumak, V. Chumak, L. Yanovych. Kyiv : DIA, 2016. P. 233–243.
12. Health status of evacuees / V. O Buzunov, O. A. Kapustynska, S. O. Tereschenko, T. P. Khabarova. *Health effects of the Chernobyl accident thirty years aftermath* / ed. by D. Bazyka, V. Sushko, A. Chumak, V. Chumak, L. Yanovych. Kyiv : DIA, 2016. P. 244–258.
13. Health status of inhabitants of contaminated areas / V. O. Buzunov, K. Ye. Prikaschikova, G. V. Kostyuk, T. Ye. Domashevskaya, O. D. Martsenyuk, I. G. Gubina. *Health effects of the Chernobyl accident thirty years aftermath* / ed. by D. Bazyka, V. Sushko, A. Chumak, V. Chumak, L. Yanovych. Kyiv : DIA, 2016. P. 259–276.
14. Реконструкция индивидуальных доз облучения субъектов ГРУ : метод. рекомендації / И. А. Лихтарев, Г. В. Фесенко, С. В. Масюк, П. В. Замостян и др. ; МОЗ України, АМН України, Український центр наук. методичної інформації та патентно-ліцензійної роботи. Київ, 2013. 24 с.
15. Альбом А., Норелл С. Введение в эпидемиологию. Таллин, 1996. 122 с.
16. Показники та методи їх розрахунку в епідеміології неінфекційних захворювань : навч.-метод. посібник / В. О. Бузунов та ін. Київ : ВД «Авіцена», 2013. 120 с.
6. Pirogova OYa, Buzunov VO, Tsuprikov VA, Domashevskaya TY. [Non-tumor incidence of adult population evacuated from the 30-km ChNPP zone: dynamics, influence of small doses of ionizing radiation (epidemiological studies)]. *Probl Radiac Med Radiobiol*. 2010;15:100-14. Ukrainian.
7. Bebeshko VG. [The influence of radiation and other factors of the Chernobyl disaster on the health of children; present and future]. *Journal of the Academy of Medical Sciences of Ukraine*. 2001;3:450-8. Russian.
8. Krasnikova LI, Buzunov VA. [Radiation and non-radiative risk factors for the development of neoncological diseases. Results of epidemiological studies]. *Collection of materials of the scientific-practical conference with international participation «Radioecology-2014»*; 2014 Apr 23-26; Kyiv. Kyiv; 2014. p. 154-8. Russian.
9. Bilyi DO, Nastina OM, Gabulavichene ZhM, Sidorenko GV, Bazyka OD, Bilaya W, Kovalyov OS. Radiation and non-radiation factors and their impact on the natural history of coronary heart disease in Chernobyl accident clean-up workers. *Probl Radiac Med Radiobiol*. 2014;19:213-22.
10. Buzunov V, Voychulene Yu, Domashevskaya T, Khabarova T, Kartushin G. Health status of Chernobyl cleanup workers. In: Bazyka D, Sushko V, Chumak A, Chumak V, Yanovych L. *Health effects of the Chernobyl accident thirty years aftermath*. Kyiv: DIA; 2016. p. 218-32.
11. Krasnikova L, Buzunov V. Radiation and non-radiation risk for the development of circulatory diseases among Chernobyl clean-up workers. Results of clinical and epidemiological study. In: Bazyka D, Sushko V, Chumak A, Chumak V, Yanovych L. *Health effects of the Chernobyl accident thirty years aftermath*. Kyiv: DIA; 2016. p. 233-43.
12. Buzunov VO, Kapustynska OA, Tereschenko SO, Khabarova TP. Health status of evacuees. In: Bazyka D, Sushko V, Chumak A, Chumak V, Yanovych L. *Health effects of the Chernobyl accident thirty years aftermath*. Kyiv: DIA; 2016. p. 244-58.
13. Buzunov VO, Prikaschikova KYe, Kostyuk GV, Domashevskaya TYe, Martsenyuk OD, Gubina IG. Health status of inhabitants of contaminated areas. In: Bazyka D, Sushko V, Chumak A, Chumak V, Yanovych L. *Health effects of the Chernobyl accident thirty years aftermath*. Kyiv: DIA; 2016. p. 259-76.
14. Likhtarev IA, Fesenko GV, Masyuk SV, Zamostyan PV, et al. ; Ministry of Health of Ukraine, Academy of Medical Sciences of Ukraine, Ukrainian Center for Scientific and Methodological Information and Patent and Licensing Work. [Reconstruction of individual doses of irradiation of GRU subjects: methodical recommendation]. Kyiv; 2013. 24 p. Russian.
15. Albom A, Norell S. [Introduction to epidemiology]. Tallinn; 1996. 122 p. Russian.
16. Buzunov VO, et al. [Indicators and methods of their calculation in epidemiology of non-infectious diseases: educational method. manual]. Kyiv: AVC Avicenna; 2013. 120 p. Ukrainian.