

УДК 616-036.2:612.014.481/482

В. О. Бузунов✉, О. А. Капустинська

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

ЕПІДЕМІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЦЕРЕБРОВАСКУЛЯРНОЇ ЗАХВОРЮВАНОСТІ НАСЕЛЕННЯ, ЕВАКУЙОВАНОГО ІЗ 30-КМ ЗОНИ ЧАЕС У ВІЦІ 18-60 РОКІВ. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВНУТРІШНЬОГО ІОНІЗУЮЧОГО ОПРОМІНЕННЯ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ ¹³¹I

Проведені когортні епідеміологічні дослідження цереброваскулярних захворювань (ЦВЗ) у дорослого на час аварії населення (вік 18–60 років), евакуйованого із 30-км зони ЧАЕС. Період досліджень – 1988–2016 рр. Зроблено аналіз зв'язку розвитку окремих цереброваскулярних хвороб (ЦВХ) з дозою внутрішнього іонізуючого опромінення щитоподібної залози ¹³¹I.

Мета. Встановлення динаміки захворюваності на ЦВХ дорослого на час аварії населення, евакуйованого із зони відчуження ЧАЕС залежно від віку, статі, часу після аварії та дози внутрішнього опромінення щитоподібної залози ¹³¹I.

Матеріали і методи. Джерелом інформації служили дані Державного реєстру України осіб, які постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС (ДРУ). Динаміку захворюваності вивчали за періодами спостереження (1988–1992; 1993–1997; 1998–2002; 2003–2007; 2008–2012 та 2013–2016 роки) з урахуванням віку, статі та дози опромінення щитоподібної залози (ЩЗ). У дослідницьку когорту увійшли 42 982 осіб, в т. ч. 18 133 чоловіків і 24 849 жінок. Дані про дози опромінення ЩЗ в ДРУ суттєво обмежені. Персональні дані про дозу опромінення мають лише 957 осіб, які й увійшли до спеціально досліджуваної когорти. Для аналізу впливу радіаційного фактора на розвиток ЦВХ були прийняті дозові інтервали – 0–0,3; 0,31–0,75; 0,76–2,0 Гр. Аналіз даних проведено на змішаній когорті по двох вікових групах та за реалізацією радіаційних ефектів («ранній» етап, який охоплює перші 6 років з моменту аварії; «віддалений» етап – з 1998 по 2007 рр.; «пізній» етап – 2008–2016 рр.).

Результати досліджень свідчать, що післяаварійний період характеризується зростанням рівня цереброваскулярної патології. Ріст захворюваності починається з другого періоду (1993–1997) спостереження, тобто через 6 років після аварії, незалежно від віку на момент аварії та статі. Піки захворюваності припадають на третій та четвертий періоди (1998–2002 та 2003–2007 рр.) спостереження. Починаючи з 2008 року відбувається поступове зниження захворюваності. В усі періоди спостереження встановлені більш високі рівні ЦВХ у осіб старшої вікової групи на час аварії, тобто 40–60 років. В перші 11 післяаварійних років вищі рівні цереброваскулярних захворювань відмічені у жінок, у більш віддалений період (12–26 років) після аварії – у чоловіків. При дозовому інтервалі 0,31–0,75 Гр встановлений достовірний зв'язок рівня ЦВХ з дозою внутрішнього іонізуючого опромінення щитоподібної залози ¹³¹I. В інших дозових інтервалах дозозалежні ефекти нестійкі.

Висновки. Післяаварійний період ознаменувався суттєвим зростанням рівня ЦВЗ у дорослого евакуйованого з 30-км зони ЧАЕС населення. Ріст захворюваності встановлено з 7-го до 21-го року після аварії на ЧАЕС, з піком в період з 12-го до 21-го року. У період, який охопив 22–30 років, встановлено зниження рівня захворюваності. Відзначено зв'язок окремих форм ЦВХ з дозою опромінення щитоподібної залози ¹³¹I.

Ключові слова: Чорнобильська аварія, доросле евакуйоване населення, цереброваскулярні хвороби, ефекти опромінення щитоподібної залози ¹³¹I.

Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2018. Вип. 23. С. 96–106. doi: 10.33145/2304-8336-2018-23-96-106.

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

V. O. Buzunov✉, O. A. Kapustynska

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

EPIDEMIOLOGICAL STUDIES OF CEREBROVASCULAR DISEASE OF THE POPULATION EVACUATED FROM THE 30-KM ZONE OF THE ChNPP AT THE AGE OF 18-60 YEARS. ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF INTERNAL IONIZING RADIATION ON THE THYROID GLAND ¹³¹I

Cohort epidemiological study of cerebrovascular diseases (CVD) was conducted in population evacuated from the 30-km zone of the Chornobyl nuclear power plant (ChNPP) been adult at the time of the accident (age 18–60). Study period was 1988–2016. Review of the specific CVD link with internal thyroid radiation dose from ¹³¹I has been made.

Objective. Establishing the time pattern of CVD morbidity in population evacuated from the ChNPP exclusion zone been adult at the time of the accident, depending on age, sex, time after the accident and internal thyroid radiation dose from ¹³¹I.

Materials and methods. Data of the State Register of Ukraine on persons who survived after the ChNPP accident (SRU). The time pattern of morbidity was studied according to the observation periods (1988–1992; 1993–1997; 1998–2002; 2003–2007; 2008–2012 and 2013–2016), taking into account age, sex and thyroid radiation dose. The research cohort included 42,982 people with 18,133 men and 24,849 women among them. Data on the thyroid radiation doses in the SRU are seriously limited. Personal data on the radiation dose are available only in 957 people who just were included in the especially studied cohort. Dose intervals 0–0.3, 0.31–0.75, 0.76–2.0 Gy were adopted to review the influence of radiation factor on the CVD development. The data analysis was conducted on a mixed cohort of two age groups under the emergence of radiation effects (the «early» stage, covering the first 6 years from the moment of the accident, the «remote» stage – from 1998 to 2007, the «late» stage – 2008–2016).

Results. Study results indicate that the post-accident period is characterized by an increase in the level of CVD. The incidence rate increase occurred in the second observation period (1993–1997), that is, 6 years after the accident, regardless of sex and age at the time of the accident. The peak of the incidence occurs in the third and fourth periods (1998–2002 and 2003–2007) of observation. Since 2008 there is a gradual decrease in morbidity. In all periods of observation the higher levels of CVD were registered in older people, i.e. 40–60 years at the time of an accident. In the first 11 post-accidental years the higher levels of CVD incidence were observed in women, but in a later period after an accident (12–26 years) in men. At a dose interval of 0.31–0.75 Gy a reliable link was established between the level of CVD with the with internal thyroid radiation dose from ¹³¹I. In other dose intervals the dose-dependent effects are unstable.

Conclusions. The post-accident period was marked by a significant increase in the level of CVD morbidity in the adult evacuees from the 30-km zone of the ChNPP. The incidence rate increase occurred since the 7th till the 21st year after the ChNPP accident with the peak of morbidity from 12th to 21st years upon the accident. In the period that covered 22–30 years a decrease in the incidence rate was established. Connection of the specific forms of CVD with internal thyroid radiation dose from ¹³¹I has been established.

Key words: Chornobyl accident, adult evacuated population, cerebrovascular disease, effects of internal irradiation of thyroid from ¹³¹I.

Problems of radiation medicine and radiobiology. 2018;23:96-106. doi: 10.33145/2304-8336-2018-23-96-106.

ВСТУП

Результати попередніх епідеміологічних досліджень, що охоплюють період з 1988 по 2016 рр. показали суттєве погіршення стану здоров'я дорослого евакуйованого з 30-км зони ЧАЕС населення, що обумовлено зростанням рівня непухлинної захворюваності, інвалідності і смертності [1–3]. Основний внесок в це зростання внесли хвороби системи крово-

INTRODUCTION

The results of previous epidemiological studies covering the period from 1988 to 2016 showed a significant deterioration in the health of an adult evacuated from the 30-km zone of the ChNPP population, due to the increase in the level of non-tumor morbidity, disability and mortality [1–3]. The main contribution to this growth was caused by diseases

обігу, травлення, дихання, частка яких складає в сукупності понад 70 %.

Аналіз структури інвалідності внаслідок непухлинних хвороб залежно від віку евакуйованих на момент аварії за класами хвороб за увесь період спостереження (1988–2016 рр.) показав, що перше місце незалежно від віку посідають хвороби системи кровообігу, друге – хвороби нервової системи, третє – хвороби органів травлення.

Встановлено [4], що в післяаварійний період смертність від непухлинних хвороб зростала, досягнувши пікових значень у віддаленому періоді.

Дане повідомлення є узагальненням результатів довгострокових когортних епідеміологічних досліджень післяаварійних змін рівня і структури цереброваскулярних хвороб (ЦВХ) у дорослого на момент аварії населення, евакуйованого з 30-км зони ЧАЕС. Період досліджень і аналізу становив 1988–2016 рр. [5–7].

МЕТА

Встановлення післяаварійної динаміки розвитку захворюваності на ЦВХ дорослого на час аварії населення, евакуйованого із зони відчуження ЧАЕС залежно від віку, статі, часу з моменту аварії та дози внутрішнього опромінення щитоподібної залози ¹³¹I.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для вивчення рівня і динаміки захворюваності на ЦВХ населення, евакуйованого із зони відчуження ЧАЕС у віці 18–60 років, використана інформаційна база Державного реєстру України осіб, які постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС (ДРУ), що формується за результатами щорічної медичної диспансеризації.

У дослідницьку когорту увійшли 42 982 осіб, серед них 18 133 чоловіків і 24 849 жінок. Із загальної когорти, основну чисельність якої склали евакуйовані, були сформовані дві субкогорти з урахуванням віку на момент аварії: 18–39 років (27 376 чоловік) та 40–60 років (15 606 осіб).

Дані про дози опромінення щитоподібної залози (ЩЗ) в ДРУ суттєво обмежені. Персональні дані про дозу опромінення в когорті мають лише 957 осіб, які увійшли до спеціально досліджуваної когорти. Для аналізу впливу радіаційного фактору на розвиток ЦВХ були прийняті дозові інтервали 0–0,30; 0,31–0,75; 0,76–2,00 Гр.

Кількісний склад субкогорти з розподілом за дозами опромінення ЩЗ з визначенням віку на мо-

of the circulatory system, digestion, respiration, the share of which is in aggregate more than 70 %.

Analysis of the structure of disability due to non-tumor diseases, depending on the age evacuated at the time of the accident by classes of diseases for the entire observation period (1988–2016), showed that the 1st place regardless of age are ill diseases of the circulatory system, the 2nd – diseases of the nervous system, the 3rd – diseases of the digestive system.

It was established [4] that during the post-accident period, the death rate from non-tumor diseases increased, reaching peak values in the distant period.

This report is a generalization of the results of long-term cohort epidemiological studies of post-accidental changes in the level and structure of cerebrovascular diseases (CVD) in an adult at the time of the accident of the population evacuated from the 30-km ChNPP zone. [5–7]. The period of research and analysis was 1988–2016.

OBJECTIVE

Establishment of the post-emergency dynamics of development of the incidence of adults at the time of the accident of the population evacuated from the ChNPP exclusion zone, depending on the age, sex, time from the moment of the accident and the dose of internal radiation of the thyroid gland ¹³¹I.

MATERIALS AND METHODS

To study the level and dynamics of the morbidity of the population evacuated from the exclusion zone of ChNPP at the age of 18–60 years, the information base of the State Register of Ukraine used for the victims of the Chernobyl accident (SRU), which was formed on the basis of the results of the annual medical dispensary.

The research cohort includes 42,982 people, including 18,133 men and 24,849 women. The main number of cohorts were evacuees, whose age at the time of the accident was 18–39 years old – 27,376 people and persons aged 40–60 years – 15,606 people.

Data on the doses of thyroid irradiation in the SRU are significantly limited. The personal data on the radiation dose in the cohort is only 957 people who entered the specially studied cohort. Dose intervals were taken for the analysis of the influence of the radiation factor on the development of CVD were 0–0.3; 0.31–0.75; 0.76–2.0 Gy.

The quantitative composition of the subcohort with thyroid radiation dose distribution with the

мент аварії 18-39 та 40-60 років представлений в табл. 1.

definition of age 18-39 and 40-60 years at the time of the accident is presented in Table 1.

Таблиця 1

Кількісний розподіл дорослого евакуйованого з 30-км зони ЧАЕС населення за віком, статтю і дозою внутрішнього опромінення ЩЗ радіоізотопом йоду ¹³¹I

Table 1

Quantitative distribution of the adult population, evacuated from the 30-km zone of the ChNPP, by age, sex and the dose of internal radiation of the thyroid gland by radioisotope iodine ¹³¹I

Дози опромінення ЩЗ Thyroid radiation dose	Вік на момент аварії 18–39 років Age at the time of the accident 18–39 years			Вік на момент аварії 40–60 років Age at the time of the accident 40–60 years		
	чол. / male	жін. / female	разом / total	чол. / male	жін. / female	разом / total
0-0,30 Гр	85	81	166	52	58	110
0,31–0,75 Гр	60	69	129	30	49	79
0,76–2,00 Гр	78	68	146	83	106	189
> 2,00 Гр	27	30	57	39	42	81
Всього	250	248	498	204	255	459

Кількісний розподіл випадків захворювань на цереброваскулярні хвороби, цереброваскулярний атеросклероз і гіпертензивну енцефалопатію дорослого на момент аварії населення віком 18–60 років представлений в табл. 2.

The quantitative distribution of cases of cerebrovascular diseases, cerebrovascular atherosclerosis and hypertensive adult encephalopathy at the time of the accident at the age of 18–60 years is presented in Table 2.

Таблиця 2

Кількісний розподіл випадків захворювань на цереброваскулярні хвороби, цереброваскулярний атеросклероз і гіпертензивну енцефалопатію дорослого евакуйованого з 30-км зони ЧАЕС населення

Table 2

Quantitative distribution of cases of cerebrovascular diseases, cerebrovascular atherosclerosis and hypertensive encephalopathy of an adult evacuated from the 30-km zone of the ChNPP population

Вікова група Age group	Цереброваскулярні хвороби Cerebrovascular diseases	Цереброваскулярний атеросклероз Cerebrovascular atherosclerosis	Гіпертензивна енцефалопатія Hypertensive encephalopathy
18–39 років / years	98	31	47
40–60 років / years	68	26	22
18–60 років / years	164	57	69

Динаміку захворюваності вивчали за періодами спостереження (1988–1992 – перший період, 1993–1997 – другий, 1998–2002 – третій, 2003–2007 – четвертий, 2008–2012 – п’ятий та 2013–2016 роки – шостий) з урахуванням віку, статі та дози опромінення ЩЗ. Аналіз даних проведено на змішаній когорті по двох вікових групах та за реалізацією радіаційних ефектів («ранній» етап, який охоплює перші 6 років з моменту аварії; «віддалений» етап, що охоплює період з 1998 по 2007 рр.; «пізній» етап, що охоплює період 2008–2016 рр.).

The dynamics of morbidity was studied according to the observation periods (1988–1992 – 1st period, 1993–1997 – 2nd, 1998–2002 – 3rd, 2002–007 – 4th, 2008–2012 – 5th and 2013–2016 – 6th), taking into account the age, sex and thyroid radiation dose. Data analysis was conducted on a mixed cohort of two age groups and on the implementation of radiation effects (an «early» stage covering the first 6 years from the moment of the accident; the «remote» stage, covering the period from 1998 to 2007, the «late» stage, covering the period 2008–2016).

Обробка даних включала розрахунок наступних показників: структури (%), коефіцієнта захворюваності (ID/10³ людино-років), помилка середньої (m) і кри-

Data processing included the calculation of the following parameters: structure (%), morbidity (ID / 10³ person-years), mean error (m) and

терій Ст'юдента (t), значення відносного ризику (RR), ексцесу відносного ризику (ERR/G). Детально формули розрахунків зазначених показників представлені в [8]. Для розрахунку ризиків використана чотирипільна таблиця сполученості з визначенням людино-років спостереження. Розрахунок показників проводився з використанням пакетів програм «Excel-2003».

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Результати довготривалих когортних епідеміологічних досліджень захворюваності на ЦВХ дорослого евакуйованого населення свідчать, що післяаварійний період характеризується зростанням рівня цереброваскулярної патології. Ріст захворюваності починається з другого періоду спостереження (1993–1997 рр.), тобто через 6 років після аварії, незалежно від віку. Піки захворюваності припадають на третій та четвертий періоди спостереження (1998–2002 та 2003–2007 рр.). Починаючи з 2008 року відбувається поступове зниження захворюваності на ЦВХ. В останньому періоді рівень захворюваності ще перевищує показники раннього періоду.

Вікові особливості захворюваності на ЦВХ у дорослого евакуйованого населення представлені на рис. 1.

Захворюваність дорослого евакуйованого населення віком 40–60 років впродовж усіх періодів спостереження перевищувала показники вікової групи 18–39 років. В шостому періоді спостереження (2013–2016 рр.) захворюваність на ЦВХ осіб віком 18–39 років перевищила ще значення першого періоду (1988–1992 рр.) в 4,8 раза, а у осіб вікової групи 40–60 років – в 1,5 раза.

Аналіз захворюваності на ЦВХ дорослого евакуйованого населення залежно від статі (чоловіки/жінки) виявив наступне (рис. 2).

Student's criterion (t), relative risk (RR), excess relative risk (ERR / G). Detailed formulas for calculating these indicators are presented in publications [8]. For calculating the risks used four-side table of connectivity with the definition of man-years of observation. Calculation of indicators was carried out using packages of programs «Excel-2003».

RESULTS AND DISCUSSION

The results of long-term cohort epidemiological studies on the incidence of CVD in an adult evacuated population indicate that the post-accident period is characterized by an increase in the level of cerebrovascular pathology. The incidence of morbidity begins with the second observation period, that is, 6 years after the accident, regardless of age. Peak incidence occurs in the third and fourth periods (1998–2007). Starting from 2008 there is a gradual decrease in the incidence of central nervous system. In the latter period, the level of morbidity still exceeds the indicators of the early period.

Age features of the incidence of central nervous system among adult evacuees are presented in Fig. 1

The incidence of adult evacuees aged 40–60 years over all observation periods exceeded the age group of 18–39 years. In the last period, the incidence of CRF in individuals aged 18–39 exceeded the value of the first period by 4.8 times, and in the persons of the age group of 40–60 years – in 1.5 times.

An analysis of the incidence of CVD in an adult evacuated population, depending on gender (male/female), was as follows (Fig. 2).

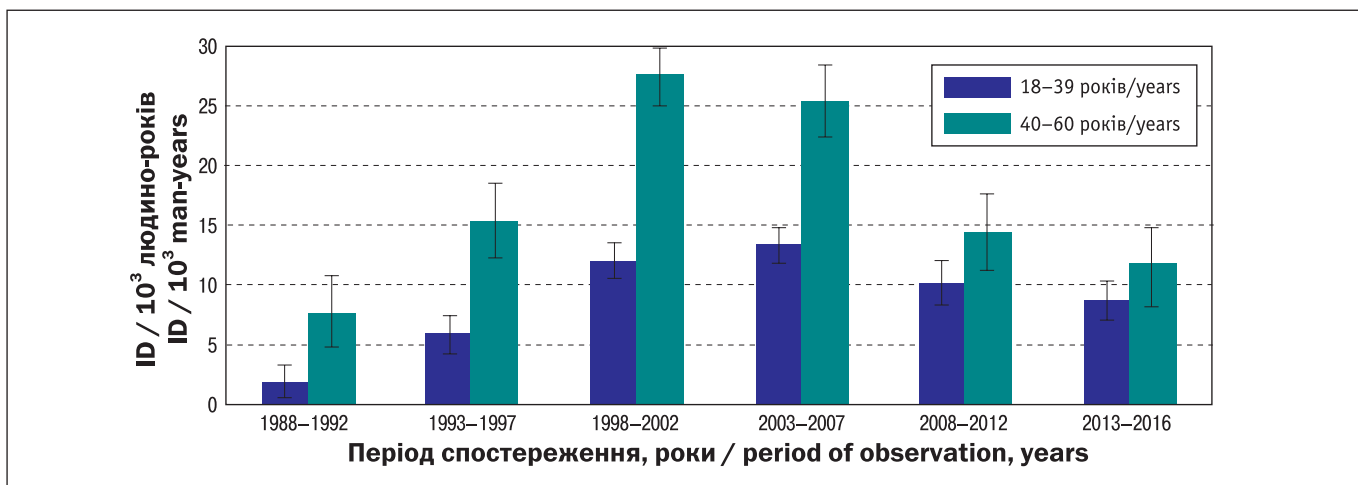


Рисунок 1. Динаміка рівня захворюваності на ЦВХ дорослого евакуйованого населення залежно від віку на момент аварії на ЧАЕС за періодами спостереження (ID/10³ людино-років)

Figure 1. Dynamics of the incidence rate of the adult adolescent population according to age at the time of the accident at the ChNPP at observation periods (ID / 10³ person-years)

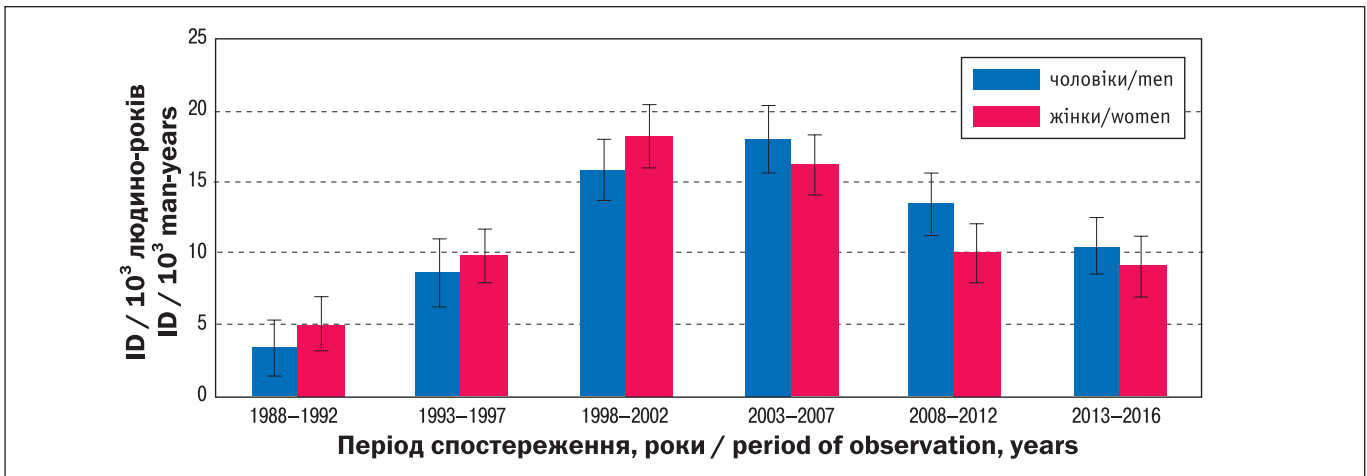


Рисунок 2. Динаміка рівня захворюваності ЦВХ евакуйованого населення віком 18–60 років на момент аварії залежно від статі за п'ятирічними періодами спостереження (ID/10³ людино-років)

Figure 2. Dynamics of the incidence rate of the central nervous system evacuated population aged 18–60 at the time of the accident, depending on the sex of the five-year surveillance period (ID / 10³ person-years)

В перші три періоди найбільш високі рівні захворюваності спостерігалися у жінок, а в більш віддалені – у чоловіків. В шостому періоді (2013–2016 рр.) порівняно з першим рівень захворюваності залишається вищим у чоловіків – у 2,9 раза, у жінок – в 1,9 раза.

Актуальність епідеміологічних досліджень розвитку ЦВХ у дорослого евакуйованого населення у певній мірі підтверджено даними, представленими на рис. 3. Якщо на ранньому етапі спостереження (1988–1992 рр.) цереброваскулярні захворювання (код за МКХ-10 I60.0–I69.9) у структурі захворюваності на хвороби системи кровообігу осіб віком 18–39 років займали останнє місце, то вже на пізньому етапі (2008–2016 рр.) вони вийшли на друге місце, а в осіб віком 40–60 років – відповідно, з четвертого місця перемістилися на друге. Таким чином, на пізньому етапі дослідження, незалежно від віку ЦВХ посідають друге місце у структурі хвороб системи кровообігу.

В подальшому аналізі проведено за нозологічними формами ЦВХ (I60.0–I69.9) згідно з МКХ-10, а саме: інсульт (всі форми I64.0–I65.0), інфаркт головного мозку (I63.0–I63.9), цереброваскулярний атеросклероз (I67.2–I67.2), гіпертензивна енцефалопатія (I67.4–I67.4), наслідки цереброваскулярних хвороб (I69.0–I69.8) (рис. 4). Так, в післяаварійному періоді у евакуйованих відзначається зростання частки цереброваскулярного атеросклерозу і гіпертензивної енцефалопатії. Частка таких форм цереброваскулярної патології, як інсульт та інфаркт мозку, мають певні тенденції до зростання.

На наступному етапі проведено аналіз захворюваності дорослого евакуйованого населення залежно від дози опромінення ЩЗ, віку та статі.

In the first three periods, the highest levels of morbidity are in women, and in more distant – in men. In the latter period, compared with the early period, the incidence rate remains higher in men by 2.9 times, and in women – by 1.9 times.

The urgency of epidemiological research on the development of cerebrovascular diseases in an adult evacuated population, to a certain extent, is confirmed by the data presented in Fig. 3. If in the early period of observation (1988–1992), the central nervous system (code for МКХ-10 I60.0–I69.9) in the structure of the morbidity of SC persons aged 18–39 took the last place, then in the late period (2008–2016 pp.); came second, and in people aged 40–60 years – according to the fourth place moved to the second. Thus, in the last period of the study, regardless of age, CVD occupy the second place in the structure of circulatory system diseases.

Subsequently, the analysis was performed according to the nosological forms of the CVD (I60.0–I69.9) according to the МКХ-10, namely: stroke (all forms I64.0–I65.0), cerebral infarction (I63.0–I63.9), cerebrovascular atherosclerosis (I67.2–I67.2), hypertensive encephalopathy (I67.4–I67.4), effects of cerebrovascular diseases (I69.0–I69.8) (Fig. 4). At this rate, in the post-accident period there is an evacuated increase in the proportion of cerebrovascular atherosclerosis and hypertensive encephalopathy. The share of these forms of CVD, such as stroke and cerebral infarction, has certain tendencies for growth.

At the next stage an adult evacuated population was analyzed for the incidence of thyroid cancer, age and sex.

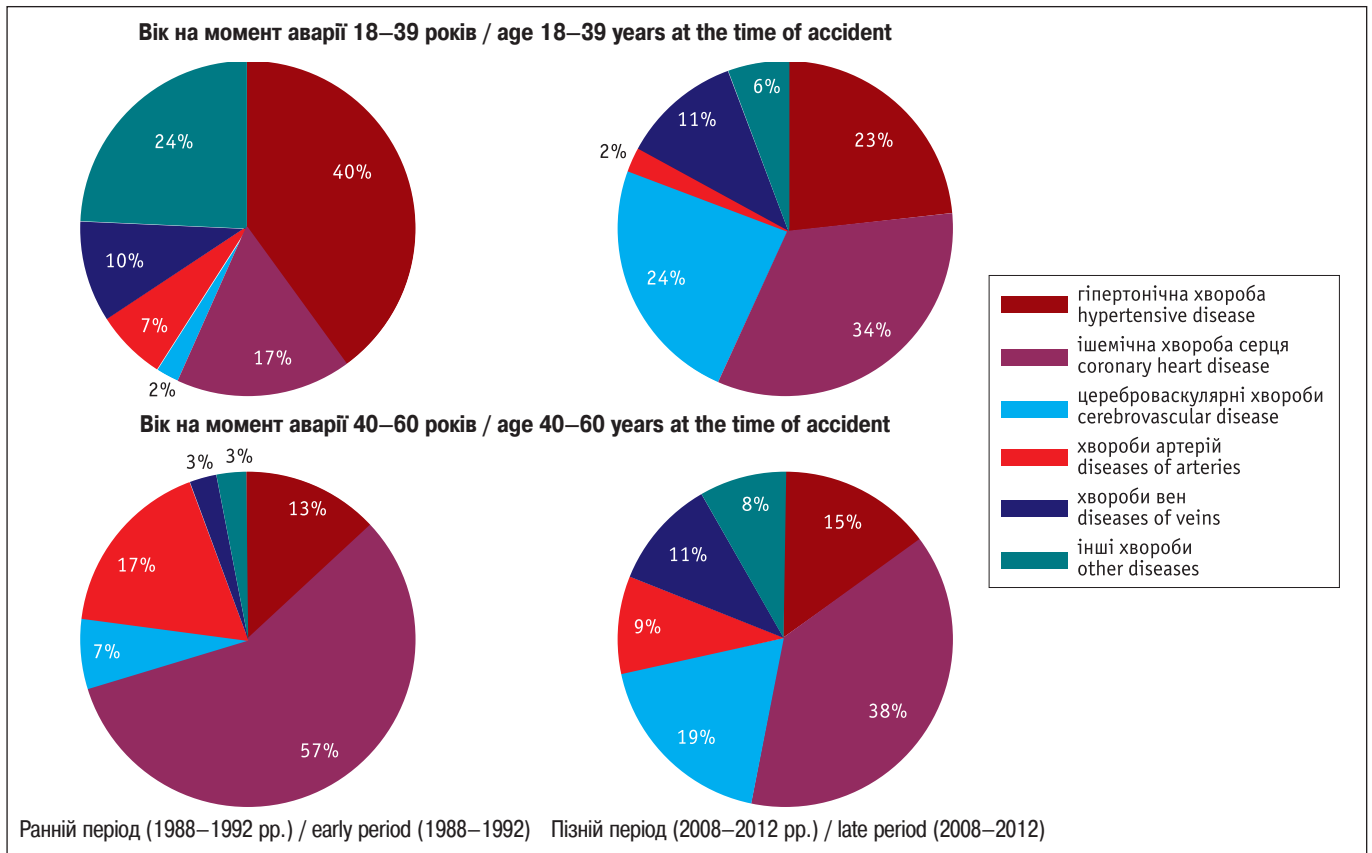


Рисунок 3. Вклад ЦВХ в структуру захворюваності на хвороби системи кровообігу дорослого евакуйованого населення віком 18–39 та 40–60 років на момент аварії (ранній і пізній періоди спостереження)
Figure 3. Contribution of cerebrovascular disease to the structure of the morbidity of the circulatory system of an adult evacuated population aged 18-39 and 40-60 at the time of the accident (early and late observation periods)

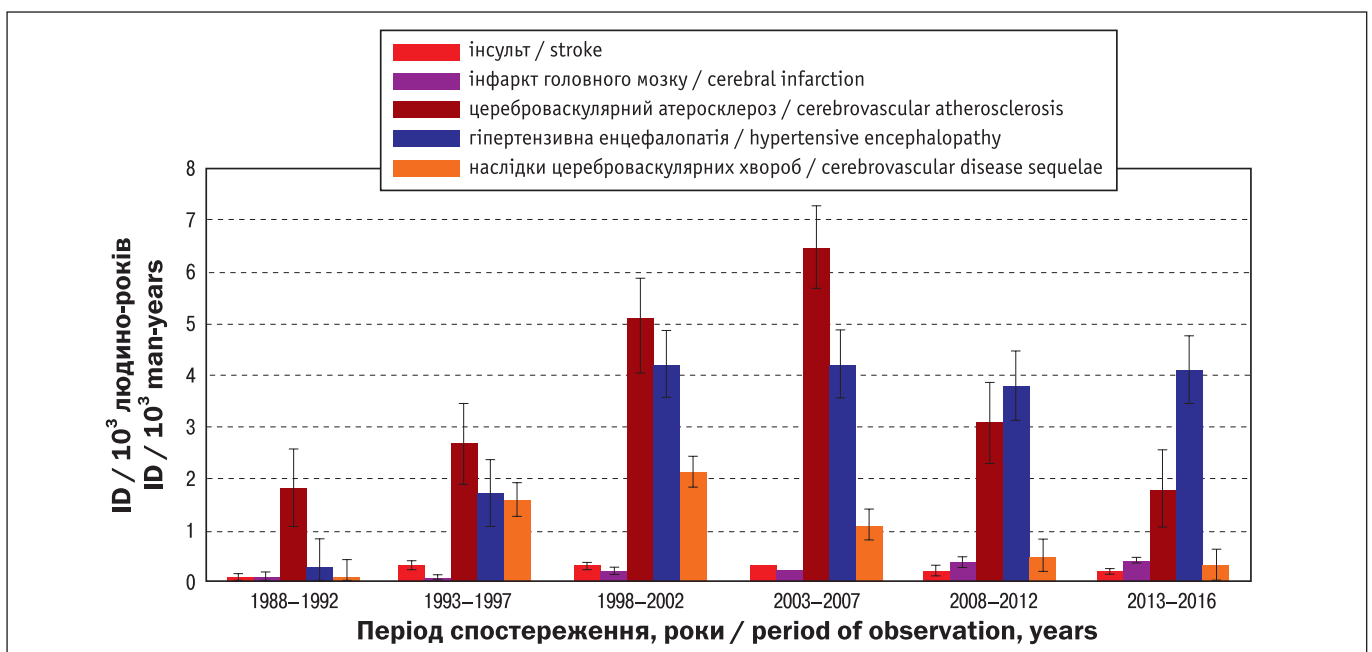


Рисунок 4. Рівень захворюваності за періодами спостереження (10^3 людино-років) на окремі форми ЦВХ в когорті дорослого евакуйованого населення віком 18–60 років на момент аварії
Figure 4. Disease rate by period of observation (10^3 person-years) by separate forms of CVD in the cohort of an adult evacuee population aged 18–60 at the time of the accident

Аналіз захворюваності евакуйованого населення віком 18–60 років залежно від дози опромінення свідчить, що найвищі показники захворюваності реєструються в осіб з дозою опромінення ЩЗ 0–0,30 та 0,31–0,75 Гр.

За даними дослідження в період спостереження 1988–2002 рр. дещо частіше хворіли жінки, а на пізньому етапі ситуація змінилася – вищі показники захворюваності на ЦВХ спостерігалися у чоловіків.

Рівні захворюваності на ЦВХ дорослого евакуйованого населення (18–39 та 40–60 років на момент аварії) залежно від дози опромінення ЩЗ за п'ятирічними періодами спостереження (ID / 10³ людино-років) представлені в табл. 3.

Захворюваність на ЦВХ має вікові особливості. Встановлено, що при дозі опромінення ЩЗ 0–0,30 Гр більш високі показники захворюваності спостерігалися в осіб віком 40–60 років на момент аварії, майже аналогічна картина мала місце при дозі опромінення 0,76–2,00 Гр. При дозі опромінення ЩЗ 0,31–0,75 Гр у осіб, віком 18–39 років на момент аварії показники захворюваності на ЦВХ достовірно вищі, порівняно зі старшою віковою групою, починаючи з четвертого періоду спостереження (з 2003 р.).

У евакуйованих віком 18–39 років ЦВХ почали реєструватися з другого періоду спостереження (1993–1997 рр.). Найвищі рівні захворюваності зареєстровані у евакуйованих віком 18–39 років з дозою опромінення ЩЗ 0,31–0,75 Гр.

Порівняння показників захворюваності у чоловіків і жінок залежно від дози опромінення ЩЗ показало,

The analysis of the morbidity of evacuated population aged 18–60 depending on the dose of radiation indicates that the highest incidence rates are recorded with a dose of 0–0.3 Gy and 0.31–0.75 Gy.

According to the research in the early and distant periods, women were more likely to be ill, and in the later situation they changed - higher incidence rates of central nervous system in men.

The level of incidence of CVD of adult evacuated population (18–39 and 40–60 at the time of the accident) depending on the dose of thyroid irradiation over five-year observation periods (ID / 10³ person-years) is presented in Table. 3

The incidence of CVD has age-specific characteristics. It was established that at a dose of thyroid irradiation 0–0.3 Gy higher incidence rates at the age of 40–60 years at the time of the accident, almost the same picture at a dose of irradiation 0.76–2.0 Gy. On the contrary, at a dose of thyroid irradiation 0.31–0.75 Gy the CVD incidence rates are significantly higher in subjects been 18–39 years old at the time of accident compared to the older age group starting from the remote period (2003).

In evacuated individuals aged 18–39, the ECH began to be recorded from the second observation period (1993–1997). The highest levels of morbidity were recorded in evacuated patients aged 18–39 with a thyroid dose of 0.31–0.75 Gy.

Comparison of the incidence rates of males and females, depending on the dose of thyroid irradiation

Таблиця 3

Рівень захворюваності на ЦВХ дорослого евакуйованого населення віком 18–39 та 40–60 років на момент аварії залежно від дози опромінення ЩЗ за п'ятирічними періодами спостереження (ID / 10³ людино-років)

Table 3

The incidence of cerebrovascular diseases (CVD) of an adult evacuated population aged 18–39 and 40–60 at the time of the accident depending on the dose of thyroid radiation for five years of observation (ID / 10³ person-years)

Доза опромінення ЩЗ Thyroid radiation dose	Вік на момент аварії Age at the time of the accident	1988–1992	1993–1997	1998–2002	2003–2007	2008–2012	2013–2016
		0–0,30 Гр	18–39	0,00 ± 0,00	5,66 ± 3,26 ¹	10,03 ± 4,99 ¹	11,65 ± 4,73 ^{1,2}
0,31–0,75 Гр	40–60	8,62 ± 4,96	3,52 ± 3,51	17,05 ± 9,76 ²	15,75 ± 7,81 ²	27,40 ± 19,11 ²	48,78 ± 33,64 ^{1,2}
	18–39	4,12 ± 2,90	6,34 ± 6,35	38,37 ± 9,41 ^{1,2}	32,54 ± 8,26 ^{1,2}	29,10 ± 8,65 ^{1,2}	39,29 ± 11,61 ^{1,2}
0,76–2,00 Гр	40–60	12,54 ± 6,23	14,45 ± 6,42	33,00 ± 10,26 ^{1,2}	8,00 ± 5,63	10,93 ± 7,69	8,26 ± 8,23
	18–39	1,95 ± 1,94	1,56 ± 1,56	12,37 ± 4,65 ^{1,2}	11,96 ± 5,32 ^{1,2}	3,21 ± 3,20	6,62 ± 4,67
	40–60	5,22 ± 2,60	5,11 ± 2,55	8,31 ± 3,70	6,11 ± 3,10	9,80 ± 6,90	17,96 ± 10,28

Примітка. ¹Достовірні зміни показників відносно 1988–1992 рр.; ²достовірні зміни показників відносно 1993–1997 рр.
Note. ¹Reliable changes in the indicators for 1988–1992; ²relative to 1993–1997.

що у віковій групі 18–39 років рівень захворюваність на ЦВХ вищий у жінок у першому-четвертому періодах спостереження (1988–2007 рр.), а в подальшому стає вищим у чоловіків.

У осіб віком 40–60 років на момент аварії в перші три періоди спостереження захворюваність на ЦВХ у жінок вища, ніж у чоловіків, незалежно від дози опромінення. В шостому періоді (2013–2016 рр.) показник стає вищим у чоловіків з дозою опромінення ЩЗ 0–0,30 Гр та 0,31–0,75 Гр, а у жінок – 0,76–2,00 Гр.

Аналіз відносних ризиків розвитку (RR) ЦВХ у дорослого евакуйованого населення залежно від віку на момент аварії та дози опромінення ЩЗ за п'ятирічними періодами спостереження показав, що ризики виявлено у осіб віком 40–60 років у другому періоді спостереження за всіма визначеними дозами, а у осіб 18–39 років – в третьому періоді з дозами 0,31–0,75 та 0,76–2,00 Гр, максимально значущі – з дозою 0,31–0,75 Гр.

В шостому періоді в обох вікових групах залишається ризик розвитку ЦВХ. Однак, він значно вищий у осіб віком 18–39 років порівняно з першими роками дослідження.

Результати дослідження ризиків розвитку окремих нозологічних форм ЦВХ у віковому аспекті в період 30 років після аварії представлено в табл. 4.

Достовірний зв'язок захворюваності на ЦВХ встановлено для осіб з дозою опромінення ЩЗ 0,31–0,75 Гр незалежно від віку і в цьому діапазоні найвищі рівні ризику. З підвищенням дози опромінення ЩЗ показники відносного ризику зменшуються.

tion, showed that in the age group of 18–39 years the incidence of CVD in women is higher in the early and distant periods, and in the future it becomes higher in males.

In people aged 40–60 at the time of the accident, in the first three observation periods, the incidence of CVD in women is higher than that of men, regardless of the dose of radiation. In the latter period (2013–2016), the rate is higher in men with a dose of 0–0.3 Gy and 0.31–0.75 Gy, and in women, with a dose of 0.76–2.0 Gy.

An analysis of the relative risks of the development of CVD in an adult evacuated population, depending on age at the time of the accident and thyroid dose for 5 years of observation, showed that the risks were detected in persons 40–60 years old in the 2nd monitoring period at all prescribed doses, 18–39 years – in the 3rd period with doses of 0.31–0.75 and 0.76–2.0 Gy, most significant with a dose of 0.31–0.75 Gy.

In the later period, in both age groups, there is a risk of developing CVD. However, it is significantly higher in people aged 18–39 compared with the first years of the study.

The study of the risks of development of individual nosological forms of CVD in the age aspect during the 30 years after the accident is presented in Table 4.

Reliable connection of the incidence of CVD is established with the dose of irradiation of the thyroid gland 0.31–0.75 Gy, regardless of age and in this range, the highest risk levels. As the thyroid dose increases, the RR's rates decrease.

Таблиця 4

Відносні ризики розвитку окремих нозологічних форм ЦВХ у евакуйованого населення залежно від дози опромінення ЩЗ (період спостереження 1988–2016 рр.)

Table 4

Relative Risks (RR (95% CI)) of development of individual nosological forms of CVD in evacuated population, depending on the dose of thyroid radiation. Period of observation 1988–2016

Нозологія / Nosology	Доза опромінення ЩЗ / thyroid radiation dose	
	0,31–0,75 Гр / Gy	0,76–2,00 Гр / Gy
Вік на момент аварії 18–60 років / age at the time of the accident 18–60 years		
Цереброваскулярні хвороби / cerebrovascular disease:	2,16 (1,45–3,22)	0,63 (0,39–1,02)
> цереброваскулярний атеросклероз / cerebrovascular atherosclerosis	2,99 (1,47–6,07)	0,78 (0,34–1,81)
> гіпертонічна енцефалопатія / hypertensive encephalopathy	1,81 (1,01–3,24)	0,42 (0,20–0,90)
Вік на момент аварії 18–39 років / age at the time of the accident 18–39 years		
Цереброваскулярні хвороби / cerebrovascular disease:	3,01 (1,80–5,06)	0,80 (0,42–1,54)
> цереброваскулярний атеросклероз / cerebrovascular atherosclerosis	20,66 (3,62–96,3)	2,68 (0,28–25,80)
> гіпертонічна енцефалопатія / hypertensive encephalopathy	1,82 (0,93–3,58)	0,55 (0,23–1,33)
Вік на момент аварії 40–60 років / age at the time of the accident 40–60 years		
Цереброваскулярні хвороби / cerebrovascular disease:	1,18 (0,62–2,27)	0,49 (0,25–0,98)
> цереброваскулярний атеросклероз / cerebrovascular atherosclerosis	0,52 (0,18–1,45)	0,41 (0,16–1,04)
> гіпертонічна енцефалопатія / hypertensive encephalopathy	1,93 (0,61–6,16)	0,31 (0,07–1,38)

Аналіз відносних ризиків розвитку окремих нозологічних форм свідчить про наступне. Відносний ризик розвитку цереброваскулярного атеросклерозу виявлено у евакуйованих віком 18–39 років у дозових групах 0,31–0,75 та 0,76–2,0 Гр ($p < 0,05$). У цій віковій групі достовірно значущий ризик ($p < 0,05$) встановлено також для гіпертонічної енцефалопатії при дозі опромінення ЩЗ 0,31–0,75 Гр.

У осіб віком 40–60 років достовірні ризики ($p < 0,05$) встановлені для гіпертонічної енцефалопатії при дозі опромінення ЩЗ 0,31–0,75 Гр.

ВИСНОВКИ

1. Післяаварійний період характеризується зростанням рівня цереброваскулярної патології у населення, евакуйованого у віці 18–60 років. Зростання захворюваності починається з другого періоду спостереження, тобто через 6 років після аварії, незалежно від віку на час аварії. Піки захворюваності припадають на період 1998–2007 рр. спостереження. В п'ятому та шостому періодах (22–30 років після аварії) відбувається поступове зниження частоти захворювань на дану патологію.
2. Найвищі рівні захворюваності притаманні особам віком 40–60 років на час аварії, за винятком останнього періоду (2013–2016 рр.). Зниження захворюваності на ЦВХ у евакуйованого населення віком 40–60 років на час аварії в шостому періоді пов'язане з високим рівнем смертності (ефект вимирання).
3. Рівень захворюваності жінок у перші три періоди перевищує захворюваність чоловіків, а в подальшому захворюваність чоловіків стає дещо вищою.
4. За результатами аналізу визначено, що післяаварійне зростання цереброваскулярної патології у досліджуваного контингенту відбулося головним чином за рахунок збільшення частоти розвитку цереброваскулярного атеросклерозу і гіпертонічної енцефалопатії.
5. Порівняльний аналіз захворюваності на ЦВХ у дорослого евакуйованого населення за дозами опромінення ЩЗ і проведений ризик-аналіз дозволили виділити основну їх особливість: на віддаленому етапі після аварії (через 22–26 років) зросли показники захворюваності у дозових інтервалах 0–0,30 та 0,31–0,75 Гр. При дозовому інтервалі 0,31–0,75 Гр встановлений достовірний зв'язок розвитку загального рівня ЦВХ, цереброваскулярного атеросклерозу і гіпертонічної енцефалопатії з дозою внутрішнього іонізуючого опромінення ЩЗ ^{131}I . В інших дозових інтервалах дозозалежні ефекти нестійкі.

Regarding the development of individual nosological forms the relative risk ($p < 0.05$) for the development of cerebrovascular atherosclerosis was found in evacuated individuals aged 18–39 in the dose groups of 0.31–0.75 Gy. and 0.76–2.0 Gy. In this age group, there is also a credible risk for hypertonic encephalopathy at a dose of thyroid radiation 0.31–0.75 Gy ($p < 0.05$).

In people aged 40–60, there are significant risks for hypertonic encephalopathy at a dose of 0.31–0.75 Gy.

CONCLUSIONS

1. Post-accident period is characterized by an increase in the level of cerebrovascular disease in the population evacuated at the age of 18–60 years. The increase in morbidity begins with the second observation period, that is, 6 years after the accident, regardless of age at the time of the accident. The peak of the incidence is from 1998–2007. In the last period of observation (22–30 years after the accident) there is a gradual decrease in the frequency of diseases for this pathology.
2. The highest levels of morbidity are typical for persons aged 40–60 at the time of the accident, except for the last period (2013–2016). The decrease in the incidence of CVD in the evacuated population aged 40–60 at the time of the accident in the last observation period is due to high mortality rate (the effect of extinction).
3. The incidence rate of women in the first three periods exceeds the incidence of men, and subsequently the incidence of men becomes slightly higher.
4. According to the results of the analysis it was determined that post-accident growth of cerebrovascular pathology in the studied contingent was mainly due to increased frequency of cerebrovascular atherosclerosis and hypertonic encephalopathy.
5. The comparative analysis of the incidence of CVD in the adult evacuated population at the doses of thyroid irradiation and the risk analysis made it possible to distinguish their main feature: in the remote period after the accident (22–26 years), the incidence rates in the dose intervals increased from 0–0,3 and 0,31–0,75 Gy. At a dose interval of 0,31–0,75 Gy, a reliable correlation is established between the dose of internal ionizing radiation of the thyroid gland ^{131}I and the development of the general level of CVD, cerebrovascular atherosclerosis and hypertonic encephalopathy. In other dose intervals, dose-dependent effects are not sustainable.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бузунов В. О., Краснікова Л. І., Войчулене Ю. С. Радіаційний і нерадіаційні фактори ризику розвитку хвороб системи кровообігу населення, постраждалого внаслідок Чорнобильської катастрофи. Гігієнічна наука та практика: сучасні реалії: матеріали XV з'їзду гігієністів України. Львів, 2012. С. 329–330.
2. Капустинська О. А. Порушення системи кровообігу у дорослого населення, евакуйованого з м. Прип'яті та 30-км зони, у віддалений період після аварії на ЧАЕС. *Актуальні проблеми транспортної медицини: навколишнє середовище; професійне здоров'я; патологія*. 2013. № 1. С. 62–70.
3. Бузунов В. О., Капустинська О. А., Терещенко А. С. Стан здоров'я дорослого населення, евакуйованого із 30-км зони ЧАЕС. Тридцять років Чорнобильської катастрофи: радіологічні та медичні наслідки : Національна доповідь України / гол. ред. Д. А. Базика. Київ, 2016. С. 45-51. URL: http://national_dopovid_2016_new.pdf.
4. Епідеміологічний аналіз смертності від непухлинної патології дорослого населення, евакуйованого з м. Прип'яті і 30-км зони Чорнобильської атомної електростанції / О. Я. Пирогова, В. О. Бузунов, Г. І. Картушин, Т. Є. Домашевська. *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2005. Вип. 11. С. 299–307.
5. Бузунов В. О., Войчулене Ю. С., Капустинська О. А. Кардіо- та цереброваскулярна патологія у постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС. Результати епідеміологічного дослідження. Збірник матеріалів науково-практичної конференції з міжнародною участю «Радіоекологія-2014». Київ, 2014. С. 63–67.
6. 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.
7. Логановський К. М., Зданевич Н. А. Клінічні та нейропсихологічні особливості посттравматичного стресового розладу у постраждалих внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього : збірка тез Міжнародної конференції (20-22 квітня 2011, Київ, Україна). Київ : КІМ, 2011. С. 188–189.
8. Показники та методи їх розрахунку в епідеміології неінфекційних захворювань : навчально-методичний посібник / В. О. Бузунов, О. Я. Пирогова, Л. І. Краснікова та ін. ; МОЗ України, НАМН України. Київ : ВД «Авіцена», 2013. 120 с.

REFERENCES

1. Buzunov VO, Krasnikova LI, Voichuliene JS. [Radiation and non-radiation risk factors for the development of diseases of the blood circulation system of the population affected by the Chernobyl catastrophe]. In: Hygiene science and practice: modern realities: Materials of the XV Congress of Hygienists of Ukraine. Lviv; 2012. p. 329-30. Ukrainian.
2. Kapustinskaya OA. [Disorders of the circulatory system in an adult population evacuated from the city of Pripyat and the 30-km zone in the remote period after the accident at the ChNPP]. Current problems of transport medicine: the environment ; professional health; pathology. 2013;(1):62-70. Ukrainian.
3. Buzunov VO, Kapustinskaya OA, Tereshchenko AS. [The state of health of the adult population evacuated from the 30-km ChNPP zone] [Internet]. In: Basyka DA, editor. Thirty years of the Chernobyl catastrophe: radiological and medical consequences: National report of Ukraine. Kyiv; 2016. p. 45-51. Available from: http://national_dopovid_2016_new.pdf. Ukrainian.
4. Pirogova OYa, Buzunov VA, Kartushin GI, Domashevskaya TE. [Epidemiological analysis of mortality from non-tumoral pathology of an adult population evacuated from the city of Pripyat and the 30-km zone of the Chernobyl nuclear power plant]. Probl Radiac Med Radiobiol. 2005;11:299-307. Ukrainian.
5. Buzunov VO, Voichuliene YuS, Kapustinskaya OA. [Cardiovascular and cerebrovascular pathology in the victims of the Chernobyl accident. Results of the epidemiological study]. In: Collection of materials of the scientific-practical conference with international participation «Radioecology-2014». Kyiv; 2014. p. 63-7. Ukrainian.
6. Buzunov VO, Kapustynska OA, Tereschenko SO, Khabarova TP. Health status of survivors. Risk factors. 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. 244-58.
7. Loganovsky KM, Zdanevich NA. Clinical and neuropsychological peculiarities of post-traumatic stress disorder in the victims of the accident at the Chernobyl nuclear power plant. In: International conference «Twenty-five years of Chernobyl disaster, Safety of the future»: collection of abstracts; 2011 Apr 20-22; Kyiv, Ukraine. Kyiv; 2011. p.188-9.
8. Buzunov VO, Pirogova OYa, Krasnikova LI, et al.; Ministry of Health of Ukraine, NAMS of Ukraine. [Indicators and methods of their calculation in the epidemiology of non-infectious diseases: educational and methodical manual]. Kyiv: AVC «Avicenna»; 2013. 120 p. Ukrainian.

Стаття надійшла до редакції 20.08.2018

Received: 20.08.2018