

УДК: 611.013.9:616.12-008.331:616-001.28

В. О. Сушко✉, О. М. Татаренко, О. О. Колосинська, Д. Д. Гапеєнко

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

## ЕКСПЕРТИЗА ПРИЧИННОГО ЗВ'ЯЗКУ РОЗВИТКУ АРТЕРІАЛЬНОЇ ГІПЕРТЕНЗІЇ З УЧАСТЮ В РОБОТАХ ПО ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС У ВІДДАЛЕНОМУ ПІСЛЯАВАРІЙНОМУ ПЕРІОДІ

Втрата здоров'я та працездатності, а також випадки смерті через хвороби системи кровообігу (ХСК), в першу чергу артеріальної гіпертензії (АГ), внаслідок впливу радіаційного опромінення (РО) в умовах Чорнобильської катастрофи (ЧК) при виконанні професійних, військових або службових обов'язків та/або проживанні на радіоактивно забруднених територіях, додаткове опромінення не з власної провини внаслідок радіаційної аварії, викликали розроблення спеціальної форми медичної експертизи як частини системи медичного соціального захисту для цих постраждалих контингентів.

**Мета:** оптимізувати критерії прийняття рішень щодо експертної оцінки причинного зв'язку розвитку і прогресування АГ з впливом РО в учасників ліквідації аварії на Чорнобильській АЕС (УЛНА) у віддаленому післяаварійному періоді на основі дослідження відношення шансів термінів перебігу захворювання.

**Матеріал і методи.** Ретроспективний аналіз структури 16 073 справ постраждалих внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС), розглянутих Центральною міжвідомчою експертною комісією МОЗ України з встановлення причинного зв'язку хвороб, інвалідності і смерті з дією іонізуючого випромінювання та інших шкідливих чинників внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС (ЦМЕК) впродовж 2014–2016 рр., дозволив сформувати групу з 401 УЛНА, хворих на АГ, для визначення відношення шансів термінів перебігу захворювання. Основну групу склали 330 УЛНА, для яких розвиток АГ пов'язаний з участю в роботах по ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС (ЛНА), групу порівняння – 71 УЛНА, стосовно яких були прийняті негативні експертні рішення. В УЛНА обох груп доза зовнішнього опромінення (ДЗ0) суттєво не відрізнялась: в основній групі –  $(0,155 \pm 0,085)$  Зв, в УЛНА групи порівняння –  $(0,135 \pm 0,086)$  Зв ( $p = 0,868$ ).

**Результати.** У віддаленому післяаварійному періоді ХСК займають друге місце (39,62 %) в структурі медичної експертизи причинного зв'язку розвитку і прогресування захворювань з впливом РО щодо всіх категорій постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС. Частка випадків АГ становила 28,4 % від загальної кількості розглянутих справ УЛНА. У структурі розгляду випадків зв'язку захворювань в УЛНА, що призвели до смерті, частка АГ становила 17,8 %. В УЛНА основної групи АГ розвивалася через  $(9,4 \pm 6,2)$  років після участі в ЛНА, що на 6 років раніше, ніж в осіб групи порівняння ( $p < 0,001$ ). АГ в основній групі УЛНА на ЧАЕС розвивалася у віці, на 5,8 року молодшому, ніж у групі порівняння ( $p = 0,0005$ ). Необхідність у стаціонарному лікуванні виникала на 8,6 року раніше (через  $(14,6 \pm 7,7)$  років), ніж в УЛНА групи порівняння ( $p < 0,001$ ). При ДЗ0 більше 0,05 Зв зростає вірогідність розвитку та прогресування АГ, пов'язаної з участю в роботах з ЛНА на ЧАЕС. Для медичної експертизи причинного зв'язку розвитку та прогресування АГ з роботами з ЛНА на ЧАЕС при ДЗ0 більше 0,20 Зв важливе доказове значення мають наступні критерії: терміни розвитку соматоформної вегетативної дисфункції (СВД) (впродовж 3,5 року) і трансформації в АГ (протягом 7 років), верифікації діагнозу АГ (впродовж 9,5 року), стаціонарного лікування з приводу СВД або АГ (протягом 15 років), судинних подій (гострого порушення мозкового кровообігу (ГПМК) – впродовж 24 років після участі в роботах з ЛНА або 11 років після встановлення діагнозу АГ; інфаркту міокарда (ІМ) – протягом 22 років після участі в роботах з ЛНА або через 10,5 року після визначення діагнозу АГ), встановлення стійкої втрати працездатності (інвалідності).

**Висновок:** Радіаційний фактор доказово впливає на розвиток і прогресування АГ в УЛНА. Критерії розвитку та прогресування АГ в УЛНА можуть бути використані для доказової медичної експертизи оцінки причинного зв'язку захворювання з роботами з ЛНА на ЧАЕС у віддаленому післяаварійному періоді при ДЗ0 більше 0,20 Зв.

**Ключові слова:** іонізуюче опромінення, артеріальна гіпертензія, учасники ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС, медична експертиза, Чорнобильська катастрофа.

*Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2020. Вип. 25. С. 543–557. doi: 10.33145/2304-8336-2020-25-543-557*

V. O. Sushko✉, O. M. Tatarenko, O. O. Kolosynska, D. D. Hapieienko

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

## THE EXPERTISE OF THE CAUSAL RELATIONSHIP BETWEEN THE DEVELOPMENT OF ARTERIAL HYPERTENSION WITH PARTICIPATION IN WORKS FOR LIQUIDATION OF THE CONSEQUENCES OF CHORNOBYL NPP ACCIDENT IN REMOTE POSTACCIDENTAL PERIOD

Loss of health and work ability, as well as deaths from diseases of the circulatory system (DCS), first of all arterial hypertension (AH), due to radiation exposure (RE) in the conditions of Chernobyl catastrophe (ChC) in the performance of professional, military or official duties and / or living on radiation-contaminated areas, additional exposure not through their own fault but due to a radiation accident, caused the development of a special form of medical expertise as part of the of medical social protection system for these suffered contingents.

**Objective:** to optimize decision-making criteria for the expert estimation of the casual relationship between development and progression of AH under the influence of RE in clean-up workers of the Chernobyl NPP accident (CWs) in the remote postaccidental period based on the study of odds ratio (OR) of the course of the disease.

**Material and methods.** A retrospective analysis of the structure of 16073 cases of victims of the Chernobyl NPP (ChNPP) accident, considered by the Central Interagency Expert Commission of Ministry of Health of Ukraine for diseases, reason of disability and death causal relationship to ChNPP accident (CIEC) during 2014–2016, allowed to form a group of 401 cases of CW with AH to determine the OR of the course of the disease. The main group consisted of 330 CWs for whom the development of AH has a causal relationship with the participation in the work for liquidation consequences of the Chernobyl NPP accident (WLAc), the comparison group – 71 CWs in respect of whom a negative expert decision was made. There were not significant differences between both groups of CWs in dose of external radiation exposure (DERE) in the main group –  $(0.155 \pm 0.085)$  Sv, in CWs of the comparison group –  $(0.135 \pm 0.086)$  Sv ( $p = 0.868$ ).

**Results.** In the remote postaccidental period, HSC take the second place (39.62 %) in the structure of medical expertise of the causal relationship of the diseases development and progression with RE for all categories of victims of the Chernobyl accident. The share of cases of AH was 28.4% of the total number of cases considered CWs. In the structure of cases of relationship of diseases of CWs that led to death, the share of AH was 17.8 %. In CWs the main group the AH developed in  $(9.4 \pm 6.2)$  years after participation in WLAc, which is on average 6 years earlier than in the comparison group ( $p < 0.001$ ). AH in the main group of CWs developed at the age of 5.8 years younger than in the comparison group ( $p = 0.0005$ ). The need for inpatient treatment come 8.6 years earlier ( $14.6 \pm 7.7$  years) than in CWs comparison group ( $p < 0.001$ ). At DERE 0,05 Sv and over, increases the probability of development and progression of AH that has causal relationship with participation in the WLAc. For medical expertise of the causal relationship of the AH development and progression with WLAc at DERE 0.20 Sv and over the significant evidence value have the next criteria: terms Somatoform Vegetative (autonomic) Dysfunction (SVD) development (within 3,5 years) and its transformation into AH (within 7 years), verification of the AH diagnosis (within 9,5 years), inpatient treatment for SVD or AH (within 15 years), vascular events (Acute Cerebrovascular Accident – Stroke (ACVA) – within 24 years after participation in the WLAc or 11 years after the AH diagnosed, myocardial infarction (MI) – within 22 years after participation in the WLAc or 10.5 years after the AH diagnosed), the establishment of permanent disability.

**Conclusion:** Radiation factor has an evidence influence on the development and progression of AH in CWs. Criteria of the development and progression of AH in CWs can be used for evidence-based medical expertise for estimation of the causal relationship of the disease with the WLAc in the remote post accidental period at DERE more than 0.20 Sv.

**Key words:** ionizing radiation, arterial hypertension, clean-up workers of Chernobyl NPP accident, medical expertise, Chernobyl catastrophe.

*Problems of Radiation Medicine and Radiobiology. 2020;25:543-557. doi: 10.33145/2304-8336-2020-25-543-557*

✉ Viktor O. Sushko, e-mail: [pulmorad@gmail.com](mailto:pulmorad@gmail.com)

## ВСТУП

Хвороби системи кровообігу (ХСК) широко розповсюджені та є однією з основних причин втрати працездатності та смерті як серед учасників ліквідації наслідків аварії (УЛНА) на Чорнобильській АЕС, так і в постраждалих загалом [1–3]. Експес певних серцево-судинних і цереброваскулярних захворювань визначено у жертв атомних бомбардувань Хіросіми та Нагасакі [4], аварій на атомних електростанціях і об'єктах ядерної промисловості [2, 5], в осіб які зазнали впливу джерел іонізуючого випромінювання в діагностичних [6] та терапевтичних [7, 8] цілях.

Міжнародна комісія з радіологічного захисту віднесла хвороби системи кровообігу до так званих «тканинних реакцій» з приблизним порогом дії радіації 0,5 Зв [9].

В Україні на артеріальну гіпертензію (АГ) страждає близько 10,4 млн хворих, що складає 24,4 % усього населення країни, при цьому питома вага АГ у структурі ХСК становить 46,7 % [10]. Це потребує доказового обґрунтування розвитку та прогресування АГ в умовах аварії на ЧАЕС та післяаварійного періоду як для об'єктивізації знань і уявлень щодо впливу малих доз іонізуючого випромінювання, так і для прийняття медико-соціальних експертних рішень [11].

Встановлення причинного зв'язку хвороб з участю в роботах з ліквідації наслідків аварії (ЛНА) на ЧАЕС визначається статтею 12 Закону України «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи» від 28.02.1991 року зі змінами та доповненнями [12]. Процедура регулюється наказом МОЗ та МНС України від 10.10.2012 року № 789/1248 «Про внесення змін до наказу МОЗ України та МНС України від 30.05.1997 року № 166/129» [13], а власне медична експертиза – наказом МОЗ України від 14.06.2012 року № 441 «Про внесення змін до наказу МОЗ України від 17.05.1997 року № 150» [14, 15]. Прийняття експертного рішення згідно з нормативно-регулюючими документами провадиться «Центральною міжвідомчою експертною комісією МОЗ та МНС України по встановленню причинного зв'язку хвороб, що привели до інвалідності та смерті з дією іонізуючого випромінювання та інших шкідливих чинників внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС» (ЦМЕК) і ґрунтується переважно на аналізі терміну розвитку захворювання та підтвердженні його прогресуючого перебігу впродовж післяаварійного періоду. Радіаційний фактор (доза опромінення) береться до

## INTRODUCTION

Circulatory system diseases (DCS) are widespread and are one of the main causes of loss of workability and death both among clean-up workers (CWs) of the Chernobyl NPP accident and in victims in general [1–3]. Excess of certain cardiovascular and cerebrovascular diseases has been identified in victims of the atomic bombings of Hiroshima and Nagasaki [4], accidents at nuclear power plants and nuclear facilities [2, 5], in persons exposed to ionizing radiation sources in diagnostic [6]. therapeutic [7, 8] purposes.

The International Commission on Radiological Protection classified diseases of the circulatory system as so-called «tissue reactions» with an approximate radiation threshold of 0.5 Sv [9].

In Ukraine, arterial hypertension (AH) affects about 10.4 million patients, which is 24.4 % of the total population, with the share of AH in the structure of DCS is 46,7% [10]. This requires evidence justification of AH development and progression under influence of conditions of ChNPP accident and postaccidental period both to objectify knowledge and ideas about the effects of low doses of ionizing radiation, and to make medical and social expert decisions [11].

Establishment of the causal relationship of diseases with the participation in the work for liquidation consequences of the Chernobyl NPP accident (WLAc) is determined by Article 12 of the Law of Ukraine «On Status and Social Protection of Population Suffered from Chernobyl Catastrophe» dated 28.02.1991 with changes and additions [12]. The procedure is regulated by The Order of the Ministry of Health and the Ministry of Emergencies of Ukraine dated 10.10.2012 № 789/1248 «On Amendments to The Order of the MOH of Ukraine and the Ministry of Emergencies of Ukraine on May 30, 1997 № 166/129 № 166/129» [13], and actually the medical expertise – by the order of the Ministry of Health of Ukraine dated 14.06.2012 № 441 «On Amendments to The Order of the MOH of Ukraine № 150 dated 17.05.1997» [14, 15]. The expert decision is carried out by «The Central Interagency Expert Commission of the Ministry of Health of Ukraine for diseases, reasons of disability and death causal relationship to ChNPP accident (CIEC)» in accordance with regulatory documents and is based mainly on the analysis of the terms of the disease development and confirmation of its progressive course during the postaccidental period.

уваги, але відповідно до чинного законодавства не є визначальним при прийнятті експертного рішення [12].

Слід відзначити, що в діючих нормативно-регуляторних документах не представлені науково обгрунтовані рекомендації щодо встановлення у віддаленому післяаварійному періоді причинного зв'язку АГ з участю в роботах з ЛНА на ЧАЕС. Залучення доказових інформативних параметрів з оцінки ефектів впливу іонізуючого випромінювання та інших шкідливих чинників внаслідок аварії на ЧАЕС, а також врахування особливостей перебігу АГ в якості експертних критеріїв є актуальними завданнями радіаційної медицини, дослідження яких має сприяти вирішенню важливих медико-соціальних проблем постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС.

## **МЕТА**

Оптимізувати критерії прийняття рішень щодо експертної оцінки причинного зв'язку розвитку і прогресування АГ з впливом РО в УЛНА у віддаленому післяаварійному періоді на основі дослідження відношення шансів (odds ratio – OR) термінів перебігу захворювання.

## **МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ**

Робота виконана в дизайні ретроспективного дослідження за матеріалами 16 073 експертних справ, котрі були розглянуті ЦМЕК щодо встановлення причинного зв'язку захворювання з впливом аварії на ЧАЕС впродовж 2014–2016 рр. із застосуванням системного аналітичного підходу до оцінки анамнестичних параметрів перебігу та прогресування хвороби, представлених у медичній експертній документації, в т.ч. розвитку ускладнень, з урахуванням дози зовнішнього опромінення (ДЗО) і розрахунком належних статистичних показників.

Відповідно до вимог діючих нормативно-регуляторних документів, матеріали експертних справ включали документи, що підтверджували статус (категорію) постраждалого, паспортні дані та інформацію про місце проживання, професію і стаж роботи, медичну документацію стосовно стану здоров'я до та після аварії, результати амбулаторного, стаціонарного обстеження та лікування (за потребою – результати морфологічних досліджень, у випадку смерті – аутопсій), довідку стосовно стійкої втрати працездатності [13–15]. Інформація щодо ДЗО містилася в матеріалах експертних справ (довідки відповідних служб

Radiation factor (radiation dose) is taken into account, but according to current legislation is not decisive in making an expert decision [12].

It should be noted that the current regulatory documents do not provide scientifically reasonable recommendations for establishing in the remote postaccidental period causal relationship AH with the participation in WLAc. Involvement of evidence informative parameters for estimation the effects of ionizing radiation and other harmful factors due to ChNPP accident, as well as taking into account the peculiarities of AH course as expert criterias are actual tasks of radiation medicine, the study of which should help solve important medical and social problems of Chernobyl accident victims.

## **OBJECTIVE**

To optimize decision-making criteria for the expert estimation of the causal relationship between development and progression of AH under the influence of RE in CWs in the remote postaccidental period based on the study of odds ratio (OR) of the course of the disease.

## **MATERIALS AND METHODS**

The work was performed in the design of a retrospective study that based on 16,073 expert cases, which were considered by CIEC during 2014–2016 to establish a causal relationship between the disease and influence of Chernobyl NPP accident using a systematic analytical approach to assessing the anamnestic parameters of disease course and progression presented in medical expert documentation, including development of complications, taking into account the dose of external radiation exposure (DERE) and the calculation of appropriate statistical indicators.

In accordance with the requirements of current regulations, the materials of expert cases included documents confirming the status (category) of the victim, passport data and information about the place of residence, professional history and experience, medical documentation regarding health before and after the ChNPP accident, results of outpatient and inpatient examination and treatment (if necessary – the results of morphological examinations, in case of death – autopsies), also a certificate of permanent disability [13–15]. Information about DERE was contained in the materials of expert cases (references of the relevant services of the ChNPP, employers, administra-



ЧАЕС, роботодавців, адміністрації зони відчуження, військкоматів, військові квитки).

Аналіз випадків АГ проводили за умови верифікації діагнозу членами експертної групи, затвердженого протоколом голосування членів ЦМЕК. Верифікація діагнозу АГ здійснювалася відповідно до діючих міжнародних консенсусів [16] і національних нормативно-регуляторних документів щодо доказової діагностики цього захворювання [17].

Для визначення основних закономірностей розвитку та прогресування АГ серед УЛНА, пошуку інформативних параметрів при прийнятті експертних рішень щодо причинного зв'язку захворювання з участю в роботах з ЛНА на ЧАЕС були відібрані матеріали експертних справ 401 чоловіків, які брали участь у роботах з ЛНА впродовж 1986–1990 рр. Критеріями включення в дослідження були: 1) наявність діагнозу АГ; 2) участь у роботах з ЛНА; 3) чоловіча стать; 4) відсутність клінічно значущої конкуруючої соматичної й онкологічної патології; 4) наявність доказової медичної документації. Критеріями виключення були: 1) жіноча стать (жінок-УЛНА не включали в дослідження через нечисленність); 2) наявність хронічної серцево-судинної та/або цереброваскулярної патології до участі в роботах з ЛНА; 3) наявність клінічно значущої конкуруючої соматичної патології; 4) наявність онкологічної патології.

Група дослідження включала 401 УЛНА на ЧАЕС з АГ та документованою ДЗО в межах 0,002–1,2 Зв (в середньому  $(0,145 \pm 0,133)$  Зв), які брали участь в аварійних роботах в період 26.04.1986–31.12.1990 рр. У 330 осіб було встановлено зв'язок розвитку та прогресування АГ, що призвела до інвалідності або смерті з роботами з ЛНА (основна група), в 71 УЛНА зв'язок захворювання та смерті внаслідок АГ з роботами з ЛНА не було підтверджено – група порівняння. В УЛНА обох груп ДЗО суттєво не відрізнялась: в основній групі –  $(0,155 \pm 0,085)$  Зв, в УЛНА групи порівняння –  $(0,135 \pm 0,086)$  Зв ( $p = 0,868$ ).

Серед УЛНА, включених до груп дослідження, переважали особи, які призивалися районними військовими комісаріатами (54 %), далі водії (17 %), будівельники (11 %) та пожежники (2 %).

В УЛНА, які брали участь в роботах в період з 26.04.1986 р. по 25.04.1987 р., ДЗО в середньому становила  $(0,188 \pm 0,172)$  Зв, а в період з 26.04.1987 р. по 31.12.1991 р. –  $(0,072 \pm 0,082)$  Зв, що узгоджується з офіційними даними дозиметричного супроводу [1].

tion of exclusion zone, military registration and enlistment offices, military ID documents).

The analysis of AH cases was performed under the condition of the diagnosis verification by the members of the expert group, approved by the voting protocol of the CIEC members. Verification of the AH diagnosis was carried out in accordance with current international consensus [16] and national regulations on the evidentiary diagnosis of this disease [17].

To determine the main patterns of development and progression of AH among CWs, search informative parameters for making expert decisions on the causal relationship of the disease in with the participation in WLAc were selected materials of 401 CWs expert cases who participated in WLAc during 1986–1990. Criteria for inclusion in the study were: 1) the presence of AH diagnosis; 2) participation in WLAc; 3) male gender; 4) absence of clinically significant competing somatic and oncological pathology; 4) availability of evidence-based medical documentation. The exclusion criteria were: 1) female gender (CWs-women were not included in the study due to small numbers); 2) the presence of chronic cardiovascular or/and cerebrovascular pathology before participation in WLAc; 3) the presence of clinically significant competitive somatic pathology; 4) the presence of oncological pathology.

The study group included 401 CWs with AH and documented DERE in the range of 0.002–1.2 Sv (average  $(0.145 \pm 0.133)$  Sv), who participated in emergency work in the 26.04.1986–31.12.1990 period. For 330 people had established a causal relationship of the development and progression of AH, which led to disability or death with WLAc (main group), in 71 CWs interdependence of disease and death due to AH with WLAc was not confirmed – comparison group. In CWs of both groups DERE did not differ significantly: in the main group –  $(0.155 \pm 0.085)$  Sv, in CWs of the comparison group –  $(0.135 \pm 0.086)$  Sv ( $p = 0.868$ ).

Among the CWs included in the study groups, predominated individuals who were recruited by district military registration and enlistment offices (54 %), followed by drivers (17 %), builders (11 %) and firefighters (2 %).

In CWs, who participated in the work WLAc in the period from 26.04.1986 to 25.04.1987, averaged DERE was  $(0.188 \pm 0.172)$  Sv, and in the period from 26.04.1987 to 31.12.1991 –  $(0.072 \pm 0.082)$  Sv, that is corresponding with the official data of dosimetry

Доза опромінення у представників основної та порівняльної груп, які брали участь в роботах з ЛНА впродовж року після аварії на ЧАЕС (до 25.04.1987 р.), була більшою у 2,56 раза, ніж в осіб, які виконували роботи з ЛНА на ЧАЕС в подальший період ( $p < 0,0001$ ). ДЗО не відрізнялась між групами дослідження також і при розподілі випадків залежно від періоду перебування в зоні підвищеної радіаційної небезпеки.

За віковим параметром на час участі в роботах з ЛНА основна група та група порівняння не відрізнялись: середній вік УЛНА в основній групі склав ( $34,5 \pm 8,6$ ) років, в групі порівняння – ( $33,2 \pm 6,9$ ) років ( $p=0,236$ ). Більшість УЛНА на момент участі в роботах з ЛНА були віком до 40 років (73,5 %). Середня тривалість участі в роботах з ЛНА основної групи склала ( $30,1 \pm 26,0$ ) днів, групи порівняння – ( $18,7 \pm 18,9$ ) днів ( $p=0,009$ ).

При представленні персональних медичних експертних справ до ЦМЕК для проведення експертизи постраждали або родичі, уповноважені згідно з діючим законодавством, підписували поінформовану згоду. Ретроспективний аналіз включав фіксацію термінів виникнення таких ускладнень АГ, як гостре порушення мозкового кровообігу (ГПМК) та інфаркт міокарда (ІМ).

Результати даних перебігу і клінічних проявів наявних хвороб вносилися до розробленої та затвердженої уніфікованої індивідуальної карти випадку дослідження й електронної бази даних, розробленої з використанням програмного забезпечення Microsoft Office Access (2016, версія 16.0.111929.20288). Статистичний аналіз даних проводили за допомогою стандартних статистичних пакетів програми Statistica 6.0 (серія № 4431415926535897; StatSof, США).

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

У нозологічній структурі захворювань всіх категорій постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС, за якими ЦМЕК у 2014–2016 рр. проводилася експертиза причинного зв'язку ( $n = 16\ 073$  випадки), частка ХСК склала 39,62 % (6 368 осіб), онкологічна патологія – 53,69 % (8 630 осіб). За ці роки ЦМЕК розглянула справи 7 890 УЛНА, з них 4 123 (52,26 %) справи померлих. ХСК посіли друге місце серед основних причин звернень УЛНА до ЦМЕК – вони були визначені основним діагнозом в 3 047 випадках (38,62 %). У 3 106 УЛНА (39,47 %) експертиза стосувалася зв'язку онкологічного захворювання з роботами з ЛНА на ЧАЕС. Серед усіх випадків експертизи УЛНА діагноз АГ був наявний у 2241 особи

support [1]. DERE in the representatives of the main and comparative groups that participated in the WLAc during the year after the ChNPP accident (until April 25, 1987) was 2.56 times higher than in those who performed the WLAc in the subsequent period ( $p < 0.0001$ ). DERE did not differ between the study groups also in the distribution of cases depending on the period of stay in the high radiation hazard zone.

The main group and the comparison group did not differ in terms of age at the time of participation in the WLAc: the average age of CWs in the main group was ( $34.5 \pm 8.6$ ) years, in the comparison group – ( $33.2 \pm 6.9$ ) years ( $p = 0.236$ ). Most CWs were under the age of 40 at the time of participation in the WLAc (73.5 %). The average duration of participation in WLAc of the main group was ( $30.1 \pm 26.0$ ) days, the comparison group – ( $18.7 \pm 18.9$ ) days ( $p = 0.009$ ).

Under submitting personal medical expert reports to the CIEC for providing of expertise, the victims or relatives, authorized in accordance with applicable legislation, signed an informed consent. Retrospective analysis included recording the timing of such AH complications as Acute Cerebrovascular Accident – Stroke (ACVA) and myocardial infarction (MI).

The results of the course and clinical characteristics of existing diseases were entered into a developed and approved unified individual case file and electronic database developed using Microsoft Office Access software (2016, version 16.0.111929.20288). Statistical analysis of the data was performed using standard statistical packages of Statistica 6.0 (series № 4431415926535897; StatSof, USA).

## RESULTS AND DISCUSSION

In the nosological structure of diseases of all categories of victims of the ChNPP accident, according to which the CIEC in 2014–2016 provided expertise of causal relationship ( $n = 16,073$  cases), the share of DCS was 39.62 % (6,368 people), oncological pathology – 53.69 % (8,630 people). During these years, the CIEC has provided expertise for 7,890 cases of CWs, of which 4,123 (52.26 %) are expertise of death cases. DCS have a second rank among the main reasons for CWs' appeals to the CIEC – they were identified as the primary diagnosis in 3,047 cases (38.62%). In 3,106 CWs (39.47 %), the expertise concerned the causal relationship of oncological disease with WLAc. Among

(28,4 %). Частка АГ у структурі розгляду випадків зв'язку захворювань, що призвели до смерті, складала 17,8 % (734 справ померлих УЛНА). Решту причин звернень до ЦМЕК серед усіх категорій постраждалих склали непухлинні захворювання бронхолегеневої та ендокринної систем, органів травлення, сечовидільної системи, системи крові та кістково-м'язової системи, органічні психічні розлади, хвороби нервової системи (від 1 % до 2,6 %).

Для визначення впливу радіаційного фактора на ймовірність розвитку та прогресування АГ, пов'язаної з участю в роботах з ЛНА, був проведений розподіл УЛНА залежно від ДЗО за такими підгрупами: менше 0,05 Зв; 0,05–0,999 Зв; 0,1–0,149 Зв; 0,15–0,199 Зв; 0,2–0,249 Зв; більше 0,25 Зв. При аналізі УЛНА всіх підгруп з ДЗО більше 0,05 Зв проти групи УЛНА з ДЗО менше 0,05 Зв, встановлено, що зі зростанням ДЗО підвищується вірогідність розвитку АГ, що має причинний зв'язок з участю в роботах з ЛНА.

Вірогідність розвитку та прогресування АГ, пов'язаної з участю в роботах по ЛНА серед УЛНА, які отримали опромінення в дозі 0,05–0,099 Зв при порівнянні з УЛНА, які отримали ДЗО менше 0,05 Зв, зростає у 2,52 раза ( $p = 0,119$ ), у дозі 0,1–0,149 Зв – у 2,38 раза ( $p = 0,146$ ), у дозі 0,150–0,199 Зв – у 2,61 раза ( $p = 0,061$ ), у дозі 0,200–0,249 Зв – у 3,36 раза ( $p = 0,036$ ), у дозі понад 0,250 Зв – в 4,2 раза ( $p = 0,053$ ) (рис. 1).

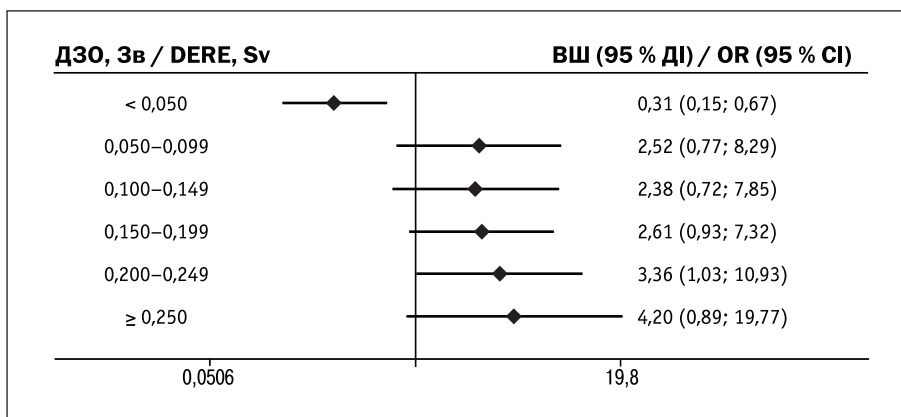
У 260 випадках (64,8 %) було проведено експертизу причинного зв'язку розвитку та прогресування захворювання – АГ з роботами з ЛНА на ЧАЕС, у 141 випадках (35,2 %) справи стосувались посмертної експертизи встановлення причинного зв'язку смерті внаслідок АГ. Серед УЛНА основної групи ( $n = 330$ ), у 60,6 % випадків ( $n = 200$ ) було підтверджено причинний зв'язок розвитку і прогресування АГ з роботами з ЛНА як захворювання,

all cases of CWs expertise, AH was found in 2,241 individuals (28.4 %). The share of AH in the structure of expertise cases of causal relationship of diseases that led to death was 17.8 % (734 cases of CWs deaths). Other causes of appeals to CIEC among all categories of victims were non-neoplastic diseases of the bronchopulmonary and endocrine systems, digestive organs, urinary system, blood and musculoskeletal systems, organic mental disorders, diseases of the nervous system (from 1 % to 2.6 %).

To determine the influence of radiation factor on the probability of development and progression of AH that has a causal relationship with participation in WLAc, CWs were divided according to DERE into the following subgroups: less than 0.05 Sv, 0.05–0.999 Sv, 0.1–0.149 Sv, 0.15–0.199 Sv, 0.2–0.249 Sv, more than 0.25 Sv. When analyzing the CWs of all subgroups with DERE over than 0.05 Sv against the group of CWs with DERE less than 0.05 Sv, it was found that with increasing of DERE increases the probability of development of AH that has a causal relationship of with participation in WLAc.

The probability of development and progression of AH that has a causal relationship with participation in WLAc among CWs, who were exposed with dose 0.05–0.099 Sv under comparing with CWs, which were exposed with dose below 0.05 Sv, increases in 2.52 times ( $p = 0.119$ ), at a dose 0.1–0.149 Sv – 2.38 times ( $p = 0.146$ ), at a dose 0.150–0.199 Sv – 2.61 times ( $p = 0.061$ ), at a dose 0.200–0.249 Sv – 3.36 times ( $p = 0.036$ ), at a dose of more than 0.250 Sv – 4.2 times ( $p = 0.053$ ) (Fig. 1).

In 260 cases (64.8 %) were carried out the expertise of causal relationship of AH development and progression as a disease due the participation in WLAc, in 141 cases (35.2 %) the causal relationship of death due to AH concerned the post-mortem expertise. Among the CWs of the main group ( $n = 330$ ), in 60.6% of cases ( $n = 200$ ) the causal relationship of AH development and progression was confirmed as for disease which led to the loss of health and workability and in



**Рисунок 1.** Відношення шансів розвитку АГ, пов'язаної з участю в роботах по ЛНА, залежно від ДЗО в порівнянні з дозою менше 0,05 Зв (OR та 95 % ДІ)

**Figure 1.** Odds Ratio development of AH, that has a causal relationship with the participation in WLAc, depending on DERE compared to a dose less than 0.05 Sv (OR and 95% CI)



що призвело до втрати здоров'я та працездатності, і у 39,4 % випадків (n = 130) – як причини смерті.

Серед УЛНА групи порівняння (n = 71), у 84.5 % випадків (n = 60) експертиза стосувалась причинного зв'язку розвитку і прогресування АГ з роботами з ЛНА як захворювання що призвело до втрати здоров'я та працездатності, а у 15.5 % випадків (n = 11) – як причини смерті.

В УЛНА АГ розвинулася через (10,7 ± 6,8) років після участі в роботах з ЛНА. У основній групі УЛНА АГ розвивалась після участі в роботах з ЛНА на 6 років раніше, порівняно з УЛНА, які становили групу порівняння (p < 0,001). До того ж, вік УЛНА на момент встановлення діагнозу АГ був на 5,8 року молодшим у першій групі порівняно з другою (p = 0,0005) (табл. 1).

В основній групі УЛНА переважала кількість випадків розвитку АГ у термін до 10 років після участі в роботах з ЛНА, для групи порівняння не було виявлено специфічних термінів маніфестації АГ (рівномірний розподіл за строками виникнення АГ). Встановлено, що в основній групі відношення

39.4% of cases (n = 130) – as causes of death due to participation in WLAc.

Among the CWs of the comparison group (n=71), in 84.5 % cases (n = 60) expertise concerned the causal relationship of AH development and progression as for disease which led to the loss of health and workability and in 15.5 % of cases (n = 11) – as causes of death due to participation in WLAc.

In CWs AH developed after (10.7 ± 6.8) years of participation in WLAc. In main group of CWs AH developed 6 years earlier after participation in WLAc, in comparing with comparison group of CWs (p < 0.001). In addition, the age of CWs at the time of AH diagnosed was 5.8 years younger in the main group comparing with comparison group (p = 0.0005) (Table 1).

In the main group of CWs there were the predominant number of cases of AH development up to 10 years after participation in WLAc, for the comparison group no specific terms of AH manifestation were found (uniform distribution according to the time of AH occurrence). It was found

**Таблиця 1**

**Характеристика перебігу артеріальної гіпертензії в УЛНА на ЧАЕС**

**Table 1**

**Characteristics of the course of arterial hypertension in CW of the ChNPP**

Параметри Parameters	УЛНА на ЧАЕС / CW of the ChPP (n=401)				p
	Основна група (n = 330) The Main Group (n = 330)		Група порівняння (n = 71) The Comparison Group (n = 71)		
	n	M ± SD	n	M ± SD	
Термін встановлення діагнозу АГ після участі в роботах по ЛНА, роки Term of diagnosis of AH after participation in WLAc, years	154	9,4 ± 6,2	39	15,4 ± 6,8	< 0,001*
Вік, в якому вперше було встановлено діагноз АГ, роки Age at which hypertension was first diagnosed, years	169	43,7 ± 9,4	40	49,5 ± 8,2	0,0005*
Термін першого стаціонарного лікування з приводу АГ після участі в роботах по ЛНА, роки First term inpatient treatment for AH after participation in WLAc, years	132	14,6 ± 7,7	33	23,2 ± 5,1	< 0,001*
Термін встановлення стійкої втрати працездатності (інвалідності) після маніфестації АГ, роки Establish term disability after AH manifestation, years	154	12,8 ± 3,8	39	14,9 ± 4,2	0,032*
Вік, в якому визначена стійка втрата працездатності (інвалідність), роки Age at which the permanent loss of ability to work (disability) was determined, years	296	57,6 ± 8,7	56	59,6 ± 6,8	0,07
Термін розвитку ГПМК після маніфестації АГ, роки Term of ACVA (stroke) development after the manifestation of AH, years	110	11,2 ± 6,6	21	15,4 ± 5,4	0,007*
Термін розвитку ІМ після маніфестації АГ, роки Term of MI development after the manifestation of AH, years	99	10,5 ± 6,4	23	14,6 ± 8,2	0,010*
Вік померлих, роки Age of the dead, years	130	62,8 ± 7,0	11	67,2 ± 7,9	0,075

Примітка. \* – різниця статистично достовірна (p < 0,05).  
Note. \* – the difference is statistically significant (p < 0.05).



шансів розвитку АГ протягом перших 10 років після участі в роботах з ЛНА в 6,7 рази вище, ніж у групі порівняння (OR = 6,7; 95 % ДІ 2,7–18,1;  $p = 0,0034$ ).

Для УЛНА основної групи необхідність в стаціонарному лікуванні виникала на 8,6 року раніше, ніж в УЛНА групи порівняння ( $p < 0,001$ ). У основній групі відношення шансів виникнення необхідності в госпіталізації через АГ протягом перших 15 років після участі в ЛНА було у 9,8 рази вище, ніж в УЛНА групи порівняння (OR = 9,8; 95 % ДІ 3,2–40,2;  $p = 0,0047$ ).

Стойка втрата працездатності (інвалідність) через розвиток і прогресування АГ в основній групі УЛНА була задокументована на 2,17 років раніше, ніж в УЛНА групи порівняння ( $p = 0,003$ ). Вік, в якому вперше була встановлена інвалідність, в обох групах УЛНА суттєво не відрізнявся ( $p = 0,106$ ), хоча спостерігалась певна тенденція щодо втрати працездатності у більш молодому віці в осіб основної групи: ( $57,6 \pm 8,7$ ) проти ( $59,6 \pm 6,8$ ) років.

ГПМК та ІМ ускладнювали перебіг АГ, в середньому на 4 роки раніше після маніфестації захворювання в основній групі УЛНА проти групи порівняння ( $p < 0,05$ ).

Поширеність цереброваскулярних подій (ГПМК) серед УЛНА з АГ, яким ЦМЕК провадилась експертиза щодо встановлення причинного зв'язку захворювання з роботами з ЛНА, склала 29,9 %, ІМ – 31,5 %. Вік УЛНА на момент виникнення ГПМК становив ( $58,3 \pm 8,8$ ) роки, а на момент діагностування ІМ – ( $56,8 \pm 10,0$ ) років. В середньому ГПМК були діагностовані через ( $14,3 \pm 6,4$ ) років після виникнення АГ, ІМ – через ( $12,7 \pm 6,9$ ) років.

Серед УЛНА з АГ, що пов'язана з роботами з ЛНА, діагноз ГПМК встановлювався в середньому на 3,1 року раніше після участі в роботах з ЛНА та на 4,2 року раніше після маніфестації АГ, порівняно з УЛНА з АГ, що не пов'язана з роботами з ЛНА ( $p = 0,007$ ). УЛНА на ЧАЕС з АГ, що пов'язана з роботами з ЛНА, на момент виникнення ГПМК були на 4,7 року молодші, ніж УЛНА з АГ, що не пов'язана з роботами з ЛНА ( $p = 0,025$ ).

ІМ в основній групі УЛНА був констатований в середньому на 4,3 року раніше після участі в роботах з ЛНА та на 4,1 року раніше після маніфестації АГ, ніж в УЛНА групи порівняння ( $p < 0,01$ ).

До особливо «вразливих» щодо розвитку непухлинної патології вважають УЛНА, які на момент аварії були молодші 40 років [18]. Вік УЛНА на мо-

that in the main group Odds Ratio development of AH during the first 10 years after participation in the WLAc is 6,7 times higher than in the comparison group (OR = 6.7; 95 % CI 2.7–18.1;  $p = 0.0034$ ).

For the main group of CWs, the need for inpatient treatment come for 8,6 years earlier than in the CWs of the comparison group. ( $p < 0,001$ ). In the main group Odds Ratio of the need for hospitalization through AH during the first 15 years after participation in the WLAc was 9,8 times higher than in the comparison group of CWs (OR = 9,8; 95 % CI 3,2–40,2;  $p = 0,0047$ ).

The permanent loss of disability (invalidity) due to development and progression of AH in the main group of CWs was found for 2,17 years earlier, than in the comparison group of CWs ( $p = 0.003$ ). There were no significant differences between groups for age, when the disability was firstly established ( $p = 0.106$ ), although there was a tendency for disability at a younger age in the main group of CWs: ( $57.6 \pm 8.7$ ) vs. ( $59.6 \pm 6.8$ ) years.

Stroke (ACVA) and MI complicated the course of AH in average 4 years earlier after disease manifestation in the main group comparing with comparison group ( $p < 0.05$ ).

The prevalence of cerebrovascular events (ACVA) among CWs with AH, whom were considered by CIEC for the expertise of causal relationship of AH development and progression due to participation in WLAc, was 29.9 %, MI – 31,5 %. The age of CWs at the time of ACVA was ( $58.3 \pm 8.8$ ) years, and at the time of diagnosis of MI – ( $56.8 \pm 10.0$ ) years. On average, ACVA was diagnosed ( $14.3 \pm 6.4$ ) years after the developing of AH, MI – after ( $12.7 \pm 6.9$ ) years.

Among CWs with AH, that has a causal relationship with participation in WLAc, the diagnosis of ACVA was established on average 3.1 years earlier after the participation in WLAc and 4.2 years earlier after the manifestation of AH, comparing with CWs with AH, that has not a causal relationship with the participation in WLAc ( $p = 0.007$ ). CWs with AH, that has a causal relationship with participation in WLAc, at the time of ACVA were 4.7 years younger than CWs with AH with no causal relationship with participation in WLAc ( $p = 0.025$ ).

MI in the main group of CWs was stated on average 4.3 years earlier after the participation in WLAc and 4.1 years earlier after the manifestation of AH, comparing with CWs of comparison group ( $p < 0.01$ ).

CWs who were under 40 years old at the time of the accident are considered to be particularly «vulnerable» to the development of non-neoplastic pathology [18]. The

мент участі в ЛНА був у межах 18–55 роки, що становило в середньому –  $(34,3 \pm 8,3)$  років. На час експертизи випадку у ЦМЕК вік УЛНА був у межах 47–83 роки  $(62,9 \pm 8,5)$  роки).

Було проведено вивчення особливостей перебігу АГ серед УЛНА на ЧАЕС відповідно до віку хворих на момент участі в роботах з ЛНА: до 40 років ( $n = 295$ ) та 40 років і старше ( $n = 106$ ) (табл. 2). ДЗО в обох вікових групах дослідження суттєво не відрізнялась ( $p = 0,094$ ).

Встановлено, що серед УЛНА, яким на момент аварії було менше 40 років, АГ була діагностована після участі в ЛНА на 2,8 року раніше, ніж серед УЛНА, які на момент участі в роботах з ЛНА аварії на ЧАЕС були старше 40 років ( $p = 0,023$ ). Крім того, серед УЛНА молодшої вікової групи на 5,1 року раніше виникав ІМ ( $p = 0,003$ ).

Всього серед УЛНА молодшої вікової групи причинний зв'язок розвитку та прогресування АГ з роботами з ЛНА на ЧАЕС було встановлено у 85,1 % випадків, тоді як у групі УЛНА, вік яких на момент аварії був старше 40 років –

age of CWs at the time of participation in WLAc was in the range of 18–55 years, which averaged  $(34.3 \pm 8.3)$  years. At the time of the case expertise by CIEC, the age of CWs was between 47 and 83 years  $(62.9 \pm 8.5)$  роки).

A study of the course of AH among CWs according to the age of patients at the time of participation in WLAc: under 40 years ( $n = 295$ ) and 40 years and older ( $n = 106$ ) was carried out (Table 2). DERE did not differ significantly between the two age groups ( $p = 0.094$ ).

It was found that among CWs who were less than 40 years old at the time of the accident, AH was diagnosed after participation in WLAc 2.8 years earlier than among CWs who were older than 40 years old at the time of participation in WLAc ( $p = 0.023$ ). In addition, among CWs of the younger age group MI appeared 5.1 years earlier ( $p = 0.003$ ).

In total, among CWs of the younger age group causal relationship of AH development and progression due to participation in WLAc was found in 85.1 % of cases, while in the CWs group, whose age at the time of the accident was over 40 years – in 74.5 %

**Таблиця 2**

**Характеристика розвитку і перебігу АГ залежно від віку учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС**

**Table 2**

**Characteristics of the development and course of AH depending on the age of the participants in the liquidation of the consequences of the ChNPP accident**

Параметри Parameters	УЛНА на ЧАЕС / CW of the ChPP		p
	Молодше 40 років Under 40 years (n = 295)	Старше 40 років Over 40 years (n = 106)	
ДЗО/DERE, Зв/Sv (M ± SD)	0,134 ± 0,120	0,194 ± 0,165	0,094
Термін встановлення діагнозу СВД після участі в роботах з ЛНА, роки (M ± SD) Term of diagnosis of SVD after participation in WLAc, years (M ± SD)	3,1 ± 2,9	4,3 ± 3,9	0,131
Термін встановлення діагнозу АГ після участі в роботах з ЛНА, роки (M ± SD) Term of diagnosis of AH after participation in WLAc, years (M ± SD)	8,4 ± 5,7	11,2 ± 6,9	0,023*
УЛНА з діагнозом ІМ (n = 122), n (%) CW with MI diagnose (n = 122), n (%)	93 (30,0)	29 (31,9)	0,733
Термін розвитку ІМ після участі в роботах з ЛНА, роки (M ± SD) Term of MI development after participation in WLAc, years (M ± SD)	18,0 ± 7,2	23,1 ± 6,7	0,003*
УЛНА з діагнозом ГПМК (n = 131), n (%) CWs with ACVA (stroke) diagnose (n = 131), n (%)	103 (34,9)	28 (26,4)	0,098
Термін розвитку ГПМК після участі в роботах з ЛНА, роки (M ± SD) Term of ACVA (Stroke) development after participation in WLAc, years (M ± SD)	24,3 ± 5,3	24,5 ± 7,2	0,916
Кількість померлих (n = 141), n (%) Number of deaths (n = 141), n (%)	90 (30,5)	51 (48,1)	0,002*
УЛНА зі встановленим зв'язком АГ з роботами з ЛНА на ЧАЕС (n = 330), n (%) CW for whom the development of AH has a causal relationship with the participation in WLAc (n = 330), n (%)	251 (85,1)	79 (74,5)	0,025*

Примітки. СВД – соматоформна вегетативна дисфункція; \* – різниця статистично достовірна ( $p < 0,05$ ).  
Notes. SVD – somatoform vegetative (autonomic) dysfunction; \* – the difference is statistically significant ( $p < 0.05$ ).

у 74,5 % ( $p = 0,025$ ). Встановлено, що вік УЛНА на момент аварії на ЧАЕС до 40 років підвищує вірогідність розвитку АГ, що пов'язана з участю в роботах з ЛНА в 1,95 раза (95 % ДІ 1,1–3,5;  $p = 0,0072$ ).

Вік УЛНА, які брали участь в роботах з ЛНА в термін від 26.04.1986 р. по 25.04.1987 р., на момент встановлення діагнозу СВД був на 2 роки молодшим, ніж в групі УЛНА з терміном участі в роботах з 26.04.1987 р. по 31.12.1990 р. ( $p = 0,003$ ). Ця закономірність прослідковується у такому ж співвідношенні й щодо віку, коли вперше верифіковано діагноз АГ. Факт розвитку АГ серед УЛНА в більш молодшому віці підтверджують результати інших досліджень [19, 20].

Узагальнені результати (табл. 3) дослідження впливу участі в роботах по ЛНА на розвиток і

( $p = 0.025$ ). It was found that the age of CWs at the time of the Chernobyl accident younger 40 years increases the probability of development of AH, that has causal relationship due participation in WLAc by 1,95 times (95 % CI 1.1–3.5;  $p = 0.0072$ ).

The age of CWs who participated in WLAc in the period from 26 April 1986 to 25 April 1987, at the time of diagnosis of SVD was 2 years younger than in the group of CWs with a period of participation in WLAc from 26 April 1987 to 31 December 1990 ( $p = 0,003$ ). This pattern is followed in the same ratio with respect to age when the diagnosis of AH was first verified. The fact of the development of AH among CWs at a younger age is confirmed by the results of other studies [19, 20].

The summarized results (Table 3) of the study of the influence of participation in WLAc on the develop-

### Таблиця 3

Оцінка виявлення дозової залежності для окремих експертних параметрів причинного зв'язку розвитку і прогресування АГ з роботами по ЛНА на ЧАЕС

Table 3

Evaluation of the study of dose dependence for certain expert parameters of the causal relationship of development and progression of AH with participation in work on the liquidation of the consequences of the ChNPP accident

Параметри Parameters	Показники оцінки Indicators of estimation	ДЗО / DERE		
		0,05–0,099 Зв/Sv	0,1–0,2 Зв/Sv	> 0,2 Зв/Sv
Розвиток СВД протягом 3,5 року після участі в роботах з ЛНА SVD development during 3,5 years after participation in WLAc	OR* (95 % ДІ) $p$	1,8 (0,5–6,0) 0,361	2,2 (0,9–5,3) 0,07	3,3 (1,2–9,2) 0,019*
Трансформація СВД в АГ в термін до 7 років Transformation SVD in AH in terms under 7 year	OR (95 % ДІ) $p$	1,4 (0,4–5,5) 0,63	2,6 (1–6,7) 0,039*	4,2 (1,3–13,6) 0,011*
Розвиток АГ протягом 9,5 року після участі в роботах з ЛНА AH development during 3,5 years after participation in WLAc	OR (95 % ДІ) $p$	1,9 (0,5–7,3) 0,36	2 (0,8–4,9) 0,134	5,1 (1,4–18,8) 0,008*
Перше стаціонарне лікування з діагнозом АГ протягом 15 років після участі в роботах з ЛНА First inpatient treatment for AH during 15 years after participation in WLAc	OR (95 % ДІ) $p$	1,7 (0,4–6,6) 0,451	1,7 (0,7–4,2) 0,223	5 (1,4–18,4) 0,009*
Встановлення інвалідності протягом 23 років після участі в роботах з ЛНА The disability was established during 23 years after participation in WLAc	OR (95 % ДІ) $p$	1,5 (0,4–5,1) 0,535	2,8 (1,1–7,4) 0,034*	4,3 (1,5–12,7) 0,005*
Розвиток ГПМК протягом 24 років після участі в роботах з ЛНА The ACVA development during 24 years after participation in WLAc	OR (95 % ДІ) $p$	1,8 (0,5–7) 0,403	1,7 (0,7–4,4) 0,264	4,9 (1,3–18,1) 0,011*
Розвиток ГПМК протягом 11 років після маніфестації АГ The ACVA development during 11 years after AH manifestation	OR (95% ДІ) $p$	1,3 (0,4–4,4) 0,649	2,7 (1,0–7,2) 0,043*	4,9 (1,3–18,1) 0,011*
Розвиток ІМ впродовж до 22 років після участі в роботах з ЛНА The MI development after 22 years after participation in WLAc	OR (95 % ДІ) $p$	1,2 (0,3–4,1) 0,783	1,6 (0,6–4,2) 0,35	4,7 (1,5–15,1) 0,006*
Розвиток ІМ протягом 10,5 року після АГ The MI development during 10,5 years after AH manifestation	OR (95 % ДІ) $p$	1,2 (0,3–4,1) 0,783	1,4 (0,6–3,5) 0,477	5,3 (1,6–17,0) 0,002 *
Наявність доказового документованого пароксизмального перебігу АГ The presence of at evidence documented paroxysmal course of AH	OR (95 % ДІ) $p$	1,8 (0,5–6,0) 0,327	2,8 (1,1–7,4) 0,031*	4,8 (1,5–15,5) 0,005*

Примітка. \* – статистично значуща оцінка підвищення відношення шансів виявлення дозової залежності у відповідній групі порівняно з групою УЛНА з ДЗО 0,05 Зв і менше ( $p < 0,05$ ).

Note. \* – statistically significant assessment of the increase in Odds Ratio finding of dose dependence in the corresponding group compared with the group CWs with DERE 0.05 Sv and lower ( $p < 0.05$ ).



прогресування АГ шляхом оцінки відношення шансів свідчать про наявність дозової залежності термінів розвитку СВД та її трансформації в АГ, пароксизмального перебігу захворювання, термінів першого стаціонарного лікування з приводу СВД або АГ, розвитку судинних подій (ГПМК та ІМ) для УЛНА з ДЗО більше 0,2 Зв проти 0,05 Зв.

Для медичної експертизи причинного зв'язку розвитку та прогресування АГ з роботами по ЛНА на ЧАЕС при ДЗО більше 0,20 Зв важливими є такі доказові критерії: терміни розвитку СВД (впродовж 3,5 року) і трансформації в АГ (протягом 7 років), верифікації діагнозу АГ (впродовж 9,5 року), стаціонарного лікування з приводу СВД або АГ (протягом 15 років), реалізації судинних подій ГПМК – впродовж 24 років після участі в роботах по ЛНА або 11 років після встановлення діагнозу АГ; ІМ – протягом 22 років після участі в роботах з ЛНА і/або через 10,5 року після визначення діагнозу АГ), встановлення стійкої втрати працездатності (інвалідності).

## ВИСНОВКИ

1. У віддаленому післяаварійному періоді ХСК займають друге місце (39,62 %) в структурі медичної експертизи причинного зв'язку розвитку і прогресування захворювань з впливом РО щодо всіх категорій постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС. Частка випадків АГ становила 28,4 % від загальної кількості розглянутих справ УЛНА. У структурі розгляду випадків зв'язку захворювань УЛНА, що призвели до смерті, частка АГ становила 17,8 %.
2. Ретроспективний аналіз медичних експертних справ УЛНА на ЧАЕС підтвердив ранній розвиток АГ: в основній групі – через  $(9,4 \pm 6,2)$  років після участі в роботах з ЛНА, що на 6 років раніше, ніж в осіб групи порівняння ( $p < 0,001$ ). АГ в основній групі УЛНА розвивалася у віці, на 5,8 року молодшому, ніж у групі порівняння ( $p = 0,0005$ ). Необхідність у стаціонарному лікуванні виникала на 8,6 року раніше (через  $(14,6 \pm 7,7)$  років), ніж в УЛНА групи порівняння ( $p < 0,001$ ).
3. Радіаційний фактор суттєво впливає на розвиток і прогресування АГ в УЛНА: при ДЗО 0,20 Зв та більше, рівень залежності причинного зв'язку розвитку та прогресування АГ зростає в 4.2 рази порівняно з особами, які отримали опромінення менше 0,05 Зв. Про це також свідчить виявлення дозової залежності для окремих експертних параметрів причинного зв'язку розвитку і прогресування АГ з роботами з ЛНА.

ment and progression of hypertension by assessing the Odds Ratio indicate the presence of dose dependence of SVD development and its transformation into AH, paroxysmal course of disease, the timing of the first inpatient treatment for SVD or AH, development of vascular events (ACVA and MI) for CWs with DERE more than 0.20 Sv vs. 0.05 Sv.

For medical examination of the causal relationship of the AH development and progression with WLAc at DERE 0,20 Sv and over the significant evidence value have the next criteria: terms of SVD development (within 3.5 years) and its transformation into AH (within 7 years), verification of the AH diagnosis (within 9.5 years), inpatient treatment for SVD or AH (within 15 years), vascular events (Acute Cerebrovascular Accident – Stroke (ACVA) – within 24 years after participation in the WLAc or 11 years after the AH diagnosed, MI – within 22 years after participation in the WLAc or 10.5 years after the AH diagnosed), the establishment of permanent disability.

## CONCLUSIONS

1. In the remote postaccidental period, HSC take the second place (39.62 %) in the structure of medical expertise of the causal relationship of the diseases development and progression with RE for all categories of victims of the Chernobyl accident. The share of cases of AH was 28.4 % of the total number of cases considered CWs. In the structure of cases of relationship of diseases of CWs that led to death, the share of AH was 17.8 %.
2. Retrospective analysis of CWs' medical expertise cases confirmed the early development of AH: in CWs the main group the AH developed in  $(9.4 \pm 6.2)$  years after participation in WLAc, which is on average 6 years earlier than in the comparison group ( $p < 0.001$ ). AH in the main group of CWs developed at the age of 5.8 years younger than in the comparison group ( $p = 0.0005$ ). The need for inpatient treatment come 8.6 years earlier ( $(14.6 \pm 7.7)$  years) than in CWs comparison group ( $p < 0.001$ ).
3. Radiation factor has an evidence influence on the development and progression of AH in CWs: at DERE 0.20 Sv and over, the level of dependence of the AH development and progression increases 4.2 times compared with the group CWs with DERE 0.05 Sv and low. About this is also evidenced by the detection of dose dependence for individual expert parameters causal relationship of the AH development and progression with WLAc.

4. Критерії розвитку та прогресування АГ в УЛНА можуть бути використані для доказової медичної експертизи оцінки причинного зв'язку захворювання з роботами з ЛНА у віддаленому післяаварійному періоді при ДЗО більше 0,20 Зв.

4. Criteria of the development and progression of АН in CWs can be used for evidence-based medical expertise for estimation of the causal relationship of the disease with the WLAc in the remote postaccidental period at DERE more than 0.20 Sv.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Тридцять років Чорнобильської катастрофи: радіологічні та медичні наслідки : Національна доповідь України / за ред. Д. А. Базика, М. Д. Тронько, Ю. Г. Антипкін, А. М. Сердюк, В. О. Сушко. Київ, 2016. 177 с.
- Епідеміологічні дослідження кардіо- та цереброваскулярних захворювань у учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС: аналіз впливу радіаційного і нерадіаційних факторів / В. О. Бузунов, Л. І. Краснікова, Ю. С. Войчулене, та ін. *Журнал Національної академії медичних наук України*. 2016. Т. 22(2). С. 153–162.
- Базика О. Д., Білий Д. О. Серцево-судинні захворювання та стан систолическої функції лівого шлуночка в учасників ліквідації наслідків Чорнобильської аварії (за даними 30-річного спостереження). *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2017. Вип. 22. С. 292–305. DOI: 10.33145/2304-8336-2017-22-292-305
- Dose-responses for mortality from cerebrovascular and heart diseases in atomic bomb survivors: 1950-2003 / H. Schollnberger, M. Eidemuller, H. M. Cullings et al. *Radiat. Environ. Biophys.* 2018. Vol. 57, no. 1. P. 17–29. doi: 10.1007/s00411-017-0722-5.
- Clinical and dosimetric information to support long-term cohort study of Chernobyl clean-up workers in Russia / V. K. Ivanov, V. V. Kashcheev, M. A. Maksoutov et al. *Radiat. Prot. Dosimetry*. 2018. Vol. 182, no. 1. P. 163–169. doi: 10.1093/rpd/ncy133.
- Little M. P. Evidence for dose and dose rate effects in human and animal radiation studies. *Ann. ICRP*. 2018. Vol. 47, no. 3–4. P. 97–112. doi: 10.1177/0146645318756235.
- Exposure of the heart in breast cancer radiation therapy: a systematic review of heart doses published during 2003 to 2013 / C. W. Taylor, Z. Wang, E. Macaulay et al. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 2015. Vol. 93, no. 4. P. 845–853. doi: 10.1016/j.ijrobp.2015.07.2292.
- Radiation dose-response relationship for risk of coronary heart disease in survivors of Hodgkin lymphoma / FA van Nimwegen, M Schaapveld, DJ Cutter et al. *J. Clin. Oncol.* 2016. Vol. 34, no. 3. P. 235–243. doi: 10.1200/JCO.2015.63.4444.
- ICRP publication 118: ICRP statement on tissue reactions and early and late effects of radiation in normal tissues and organs - threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context / Authors on behalf of ICRP; FA Stewart, AV Akleyev, M Hauer-Jensen et al. *Ann. ICRP*. 2012. Vol. 41, no. 1/2. P. 1–322. doi: 10.1016/j.icrp.2012.02.001.
- Проблеми здоров'я і тривалості життя в сучасних умовах : посібник / за ред. В. М. Коваленка, В. М. Корнацького. Київ, 2017. 209 с.
- Медична експертиза захворювань, що призвели до втрати працездатності та смерті внаслідок впливу іонізуючого опромінення в умовах Чорнобильської катастрофи (віддалений післяаварійний період) / В. О. Сушко, О. О. Колосинська, О. М. Татаренко та ін.

## REFERENCES

- Bazyka DA, Tronko MD, Antypkin YuG, Serdiuk AM, Sushko VO, editors. Thirty Years of the Chornobyl Catastrophe: Radiological and Medical Implications: National Report of Ukraine. Kyiv; 2016. 177 p.
- Buzunov VA, Krasnikova LI, Voychulene YuS, Khabarova TP, Tereshchenko SO, Domashevskaja TE. [Epidemiological studies on cardio- and cerebrovascular diseases among the Chornobyl cleanup workers. Analysis of the impact of radiation and non-radiation factors]. *Journal of the NAMSU*. 2016;22(2):153-162.
- Bazyka OD, Belyi DO. Cardiovascular diseases and systolic function of left ventricle in clean/up workers of Chornobyl accident (based on 30 years follow/up). *Probl Radiac Med Radiobiol*. 2017;22:292-305. DOI: 10.33145/2304-8336-2017-22-292-305.
- Schollnberger H, Eidemuller M, Cullings HM, Simonetto C, Neff F, Kaiser JC. Dose-responses for mortality from cerebrovascular and heart diseases in atomic bomb survivors: 1950-2003. *Radiat Environ Biophys*. 2018;57(1):17-29. doi: 10.1007/s00411-017-0722-5.
- Ivanov VK, Kashcheev W, Maksoutov MA, Tumanov KA, Chekin SY, Kashcheeva PV, et al. Clinical and dosimetric information to support long-term cohort study of Chernobyl clean-up workers in Russia. *Radiat Prot Dosimetry*. 2018;182(1):163-169. doi: 10.1093/rpd/ncy133.
- Little MP. Evidence for dose and dose rate effects in human and animal radiation studies. *Ann ICRP*. 2018;47(3-4):97-112. doi: 10.1177/0146645318756235.
- Taylor CW, Wang Z, Macaulay E, Jaggi R, Duane F, Darby SC. Exposure of the heart in breast cancer radiation therapy: a systematic review of heart doses published during 2003 to 2013. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2015;93(4):845-853. doi: 10.1016/j.ijrobp.2015.07.2292.
- van Nimwegen FA, Schaapveld M, Cutter DJ, Janus CP, Krol AD, Hauptmann M, et al. Radiation dose-response relationship for risk of coronary heart disease in survivors of Hodgkin lymphoma. *J Clin Oncol*. 2016;34(3):235-243. doi: 10.1200/JCO.2015.63.4444.
- Authors on behalf of ICRP, Stewart FA, Akleyev AV, Hauer-Jensen M, Hendry JH, Kleiman NJ, Macvittie TJ, et al. ICRP publication 118: ICRP statement on tissue reactions and early and late effects of radiation in normal tissues and organs - threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context. *Ann ICRP*. 2012; 41(1/2):1-322. doi: 10.1016/j.icrp.2012.02.001.
- Kovalenko VM, Kornatskiy VM, editors. [Problems of health and life expectancy in modern conditions]. Kyiv; 2017. 209 p. Ukrainian.
- Sushko VO, Kolosynska OO., Tatarenko OM, Nezhovorova HA, Berestyana ZhM. [Medical expertise for diseases that cause disability and death as a result of radiation exposure in conditions of

- Журнал Національної академії медичних наук України.* 2019. Т. 25, № 1. С. 5–12.
12. Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи: Закон України № 796-XII від 28.02.1991 р. зі змінами і доповненнями (09.08.2019). URL: <https://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/796-12>
  13. Про внесення змін до наказу МОЗ України та МНС України від 30 травня 1997 року № 166/129: наказ МОЗ України та МНС України № 789/1248 від 10.10.2012 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z2108-12>. (дата звернення 2018 Груд 23).
  14. Про внесення змін до наказу МОЗ України від 17 травня 1997 року № 150: наказ МОЗ України № 441 від 14.06.2012 р. URL: <https://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z1458-12>.
  15. Про затвердження нормативних актів щодо хвороб, при яких може бути встановлений причинний зв'язок з дією іонізуючого випромінювання та інших шкідливих чинників внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС: наказ МОЗ України № 150 від 17.05.1997 р. URL: <https://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0448-97>. (дата звернення 2018 Груд 23).
  16. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension / B. Williams, G. Mancia, W. Spiering et al. *Eur. Heart J.* 2018. Vol. 39. no. 33. P. 3021–3104. doi: 10.1093/eurheartj/ehy339.
  17. Серцево-судинні захворювання. Класифікація, стандарти діагностики та лікування / за ред. В. М. Коваленка, М. І. Лутая, Ю. М. Сіренка, О. С. Сичова. К.: МОПОН, 2016. 192 с.
  18. Епідеміологія непухлинних захворювань. Учасники ЛНА / В. О. Бузунов, В. М. Терещенко, Л. І. Краснікова та ін. Медичні наслідки Чорнобильської катастрофи: 1986-2011 / за ред. А. М. Сердюка, В. Г. Бебешка, Д. А. Базики. Тернопіль: ТДМУ, 2011. С. 367–379.
  19. Особливості розвитку хвороб системи кровообігу в учасників ліквідації наслідків Чорнобильської аварії / О. М. Настіна, Г. В. Сидоренко, Н. В. Курсіна та ін. *Журнал Національної академії медичних наук України.* 2016. Т. 22, № 2. С. 179–186.
  20. Мешков Н. А., Куликова Т. А., Вальцева Е. А. Клинико-эпидемиологическая оценка влияния факторов риска на развитие болезней системы кровообращения у ликвидаторов последствий Чернобыльской катастрофы. *Радиация и риск.* 2016. Т. 25, № 1. С. 94–107.
  - the Chernobyl catastrophe (remote post-accidental period)]. *Journal of the NAMSU.* 2019;25(1):5-12. Ukrainian.
  12. [On Status and Social Protection of Population Suffered from Chernobyl Catastrophe]. The Law of Ukraine No. 796-XII (February 28, 1991) with changes and additions (09.08.2019) (Available from: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/796-12>. Ukrainian.
  14. Ministry of Health of Ukraine, Ministry of Emergencies of Ukraine. [On amendments to the order of the Ministry of Health of Ukraine and Ministry of Emergencies of Ukraine No. 166/129 (May 30, 1997)]. Joint order No. 789,1248 (Oct 10, 2012). *Ofitsiyni visnyk Ukrainy.* 2012;(100):60. Art. 4060, code act 65171/2012. Ukrainian.
  13. Ministry of Health of Ukraine. [On amendments to the Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 150 from May 17, 1997]. Order No. 441 (Jun 14, 2012). *Ofitsiyni visnyk Ukrainy.* 2012, Sept 17;(68):90. Art. 2791, code act 63293/2012. Ukrainian.
  15. Ministry of Health of Ukraine. [On approval of normative documents on diseases for which an causal relationship with the radiation exposure and other harmful factors as a result of the Chernobyl accident can be certificated:]. Order No. 150 (May 17, 1997). *Ofitsiyni visnyk Ukrainy.* 1997, Oct 20;(40):57. Code act 4059/1997. Ukrainian.
  17. Williams B, Mancia G, Spiering W, Agabiti Rosei E, Azizi M, Burnier M, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J.* 2018;39(33):3021-3104. doi: 10.1093/eurheartj/ehy339.
  16. Kovalenko VM, Lutay MI, Sirenko YuM, Sychoy OS, editors. [Cardiovascular disease. Classification, standards of diagnosis and treatment]. Kyiv: MORION; 2016. 192 p. Ukrainian.
  18. Buzunov VO, Tereshchenko VM, Krasnikova LI, Voychulene YS, Tsuprikov VA. [Epidemiology of non-neoplastic diseases. Participants of ACL]. In: Serdiuk AM, Bebeshko VG, Bazyka DA, editors. Medical consequences of the Chernobyl disaster: 1986-2011. Ternopil: TSMU; 2011. p. 367-379. Ukrainian.
  19. Nastina OM, Sidorenko GV, Kursina NV, Bazyka OD, Makarevich OM, Kruglova VO, et al. [Features of cardiovascular diseases onset in liquidators of the Chernobyl accident]. *Journal of the NAMSU.* 2016;22(2):179-186. Ukrainian.
  20. Meshkov NA, Kulikova TA, Valtseva EA. [Clinical and epidemiological assessment of effects of risk factors on development of circulatory system diseases in Chernobyl clean-up workers]. *Radiation and risk.* 2016;25(1):94-107. Russian.

## ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

**Сушко Віктор Олександрович**, доктор медичних наук, професор, перший заступник генерального директора ННЦРМ з наукової роботи, керівник відділу медичної експертизи та лікування наслідків впливу радіаційного опромінення, Інститут клінічної радіології, ННЦРМ, м. Київ

**Татаренко Ольга Миколаївна**, кандидат медичних наук, старший науковий співробітник відділу медичної

## INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Viktor O. Sushko**, Doctor of Medical Sciences, Professor, First deputy General Director of NRCRM for Research Work, Chief of Division for Medical Expertise and Treatment of Ionizing Irradiation Consequences, Clinical Radiology Institute, NRCRM, Kyiv, Ukraine

**Olga M. Tatarenko**, Candidate of Medical Sciences, Senior Research Associate of Division for Medical Expertise and Treatment of Ionizing Irradiation Conse-



експертизи та лікування наслідків впливу радіаційного опромінення, Інститут клінічної радіології, ННЦРМ, м. Київ

**Колосинська Олена Олександрівна**, кандидат медичних наук, старший дослідник, провідний науковий співробітник відділу медичної експертизи та лікування наслідків впливу радіаційного опромінення, Інститут клінічної радіології, ННЦРМ, м. Київ

**Гапєєнко Дар'я Дмитрівна**, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу медичної експертизи та лікування наслідків впливу радіаційного опромінення, Інститут клінічної радіології, ННЦРМ, м. Київ

quences, Clinical Radiology Institute, NRCRM, Kyiv, Ukraine

**Olena O. Kolosynska**, Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher, Leading Research Associate of Division for Medical Expertise and Treatment of Ionizing Irradiation Consequences, Clinical Radiology Institute, NRCRM, Kyiv, Ukraine

**Daria D. Hapieienko**, Candidate of Biological Sciences, Senior Research Associate for Medical Expertise and Treatment of Ionizing Irradiation Consequences, Clinical Radiology Institute, NRCRM, Kyiv, Ukraine

*Стаття надійшла до редакції 1.06.2020*

*Received: 1.06.2020*