

УДК: 612.6.057:616.12-008/009.72:575.174.015.3:616.379-008.64

О. Д. Бази́ка, Д. О. Білий✉

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

## ЗАХВОРЮВАННЯ СИСТЕМИ КРОВООБІГУ В УЧАСНИКІВ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АВАРІЇ І КОМОРБІДНА ПАТОЛОГІЯ У ВИГЛЯДІ ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ II ТИПУ

**Мета** дослідження полягала у визначенні особливостей клінічних проявів цукрового діабету (ЦД) II типу серед учасників ліквідації наслідків аварії (УЛНА) на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС).

**Матеріали та методи.** За період з 2013 по 2018 рр. обстежено 449 чоловіків-УЛНА 1986–1987 рр. та 158 пацієнтів чоловічої статі, які не зазнали радіаційного впливу (контрольна група – КГ). Діагноз серцево-судинних захворювань (ССЗ) та ЦД встановлювали у відповідності до стандартів діагностики, прийнятих в Україні. До аварії всі особи, які увійшли в дослідження, не мали ознак ССЗ та ендокринних хвороб або порушень обміну речовин.

**Результати.** Був проведений аналіз клінічного перебігу ЦД в залежності від тяжкості захворювання, розвитку ангіо- і полінейропатій, поширеності стенокардії напруги і серцевої недостатності. Наявність супутнього ЦД асоціювала з більш високою частотою стенокардії напруги і серцевої недостатності. Методом оцінки виживаності за Капланом-Мейєром було виявлено, що накопичення нових випадків занедужання ЦД відзначалось більш високими темпами серед УЛНА у порівнянні з особами КГ, проте достовірність відмінностей динаміки накопичення спостерігалася у віковому діапазоні від 60 років і нижче: лог-ранговий тест –  $\chi^2 = 4,89$  при  $p = 0,027$ . Середній вік УЛНА з ССЗ в поєднанні з ЦД становив  $(54,6 \pm 9,7)$  років, а пацієнтів КГ –  $(59,9 \pm 10,7)$  років ( $p = 0,005$ ).

**Висновки.** Серед УЛНА перебіг ЦД достовірно не відрізнявся від неопроміненого контролю по тяжкості проявів і ускладнень, у вигляді ангіопатії судин сітківки і нижніх кінцівок, а також полінейропатії нижніх кінцівок. Клінічні прояви ССЗ у вигляді стенокардії напруги і серцевої недостатності були ідентичними в УЛНА і пацієнтів групи контролю, у яких мала місце коморбідність у вигляді ЦД. Останній був фактором, що обтяжує перебіг ССЗ та призводить до більшої поширеності стенокардії напруги і серцевої недостатності як серед УЛНА, так і у неопроміненних осіб. Серед УЛНА накопичення нових випадків захворювання на ЦД відбувалося більш швидкими темпами в порівнянні з неопроміненим контролем, тому їх середній вік на момент розвитку ЦД був на 5 років меншим, ніж в групі контролю.

**Ключові слова:** учасники ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС, серцево-судинні захворювання, коморбідність, цукровий діабет.

*Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2018. Вип. 23. С. 246–253. doi: 10.33145/2304-8336-2018-23-246-253.*

✉ Білий Давид Олександрович, e-mail: dbelyi\_2000@yahoo.com

O. D. Bazyka, D. O. Bilyi✉

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

## DISEASES OF CIRCULATORY SYSTEM AND COMORBID TYPE II DIABETES MELLITUS IN THE CHORNOBYL ACCIDENT CONSEQUENCES CLEAN-UP WORKERS

**Objective.** The study was focused on evaluation of peculiarities of the clinical manifestations of type II diabetes mellitus (TIIDM) in the Chernobyl nuclear power plant (ChNPP) accident clean-up workers (ACUW).

**Materials and methods.** The ChNPP ACUW of 1986–1987 period ( $n = 449$ , males) and 158 males not exposed to ionizing radiation (the control group, CG) were involved in the study in 2013–2018. Diagnosis of cardiovascular disease (CVD) and type II diabetes mellitus (TIIDM) was established in accordance with diagnostic standards adopted in Ukraine. All study subjects had no signs of CVD, and neither of endocrine disease nor of metabolic disorders before the accident.

**Results.** Clinical course of the TIIDM, depending on the disease severity, onset of angiopathy and polyneuropathy, prevalence of angina pectoris and heart failure were surveyed and analyzed. Concomitant TIIDM was associated with a higher incidence of angina pectoris and heart failure. According to the Kaplan-Meier method of survival estimating the accumulation of new TIIDM cases occurred faster in the ACUW compared with individuals in the CG, however with no statistical significance in subjects aged up to 60 years old (log-rank test  $\chi^2 = 4.89$ ,  $p = 0.027$ ). Mean age of the ACUW having comorbid CVD and DM was ( $54.6 \pm 9.7$ ) years, whilst in the CG it was ( $59.9 \pm 10.7$ ) years ( $p = 0.005$ ).

**Conclusions.** The DM course in the ACUW was not significantly different from non-irradiated control both in severity and such complications as angiopathy of retina and lower extremities, as well as manifestations of lower extremity polyneuropathy. Clinical manifestations of CVD in the form of angina pectoris and heart failure were identical in the ACUW and control group of patients having a comorbid TIIDM. The latter was a factor exacerbating the CVD course and leading to a higher prevalence of angina pectoris and heart failure both in the ACUW and in non-irradiated individuals. Accumulation of the new DM cases occurred more rapidly in ACUW vs. non-irradiated control, so they were in average 5 years younger at the time of TIIDM manifestation than the control subjects.

**Key words:** Chernobyl nuclear power plant accident clean-up workers, cardiovascular disease, comorbidity, diabetes mellitus.

*Problems of radiation medicine and radiobiology. 2018;23:246-253. doi: 10.33145/2304-8336-2018-23-246-253.*

### ВСТУП

Висока тривалість життя населення економічно розвинених країн Європи не є гарантією пізнього розвитку серцево-судинних захворювань (ССЗ) та смертності від них. Так, за даними [1], стандартизований за віком і статтю показник смертності від хвороб системи кровообігу (на 100 тис. населення) в 2014 року складав 38,0 осіб серед людей від 0 до 64 років, а в Україні – 167,6 осіб. Високий показник смертності поєднувався з таким же високим стандартизованим показником поширеності ССЗ: 6308 осіб на 100 тис. в Євросоюзі і 8801 в Україні.

Тривалий перебіг ССЗ призводить до розвитку супутньої, коморбідної патології і навпаки. Поєднана патологія створює нову клінічну ситуацію, що вимагає обліку її особливостей при виборі лікувально-діагностичної та профілактичної тактики. Вплив коморбідної патології на клінічні про-

### INTRODUCTION

The high life span in population of the economically developed European countries is not a guarantee of a delayed development of cardiovascular disease (CVD) and CVD mortality. Thus, according to [1], the standardized by age and gender mortality rate from CVD (per 100 thousand population) in 2014 was 38.0 persons among people from 0 to 64 years old in Europe, while in Ukraine it was 167.6 persons. High mortality rate was in parallel with just as high standardized incidence rate of CVD, i.e. 6.308 persons per 100,000 in the European Union and 8.801 in Ukraine [2].

Prolonged course of CVD leads to the development of comorbid disease and vice versa. Comorbidity is a background of a new clinical situation requiring the consideration of its features when choosing a treatment-diagnostic and prophylactic approach. Impact of comorbid diseases on the clini-

яви, діагностику, прогноз і лікування ССЗ багатогранний і складний [2]. Одним з частих захворювань, яке супроводжує або випереджає розвиток кардіальної патології, є цукровий діабет (ЦД) II типу. В даний час він вважається одним з факторів ризику ішемічної хвороби серця (ІХС) [3, 4], а поєднання артеріальної гіпертензії та ЦД істотно погіршує прогноз щодо фатальних і нефатальних серцево-судинних ускладнень [5]. У зв'язку з вищевикладеним вивчення впливу ЦД II типу на систему кровообігу є актуальним завданням, особливо у осіб, що зазнали радіаційного впливу, до одного з органів-мішеней якого належить ендотелій судин [6].

### **МЕТА**

Визначити особливості клінічних проявів ЦД II типу в учасників ліквідації наслідків аварії (УЛНА) на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС).

### **МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ**

За період з 2013 по 2018 рр. обстежено 449 чоловіків-УЛНА 1986–1987 рр. та 158 пацієнтів чоловічої статі, які не зазнали радіаційного впливу (контрольна група – КГ). Діагноз ССЗ встановлювали у відповідності до стандартів діагностики, прийнятих в Україні [7], а ЦД – у відповідності до рекомендацій асоціації ендокринологів України та Європейського товариства кардіологів [8]. До аварії всі особи, які увійшли в дослідження, не мали ознак ССЗ і ендокринних хвороб або порушень обміну речовин.

Статистична обробка всіх результатів досліджень проведена за допомогою комп'ютерної програми SPSS 22 (ознайомлювальна версія). Використовувались методи описової статистики, аналіз таблиць спряженості, порівняння середніх (t-критерій, однофакторний дисперсійний аналіз), а також аналіз виживання (таблиці виживання, метод Каплана-Мейера).

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Групи обстежених хворих достовірно не розрізнялись на момент останнього обстеження (табл. 1). З числа всіх осіб, що приймали участь в ліквідації наслідків аварії (ЛНА), доза зовнішнього випромінювання визначена у 217 чоловіків і складала ( $58,8 \pm 107,3$ ) сГр, при мінімальних значеннях 0,1 сГр і максимальних 740 сГр. Як показав проведений аналіз, клінічний перебіг захворювань серцево-судинної системи та ЦД не мав закономірного зв'язку з дозою зовнішнього опромінення.

cal manifestations, diagnosis, prognosis and treatment of CVD is multifaceted and complex [3]. Type II diabetes mellitus (TIIDM) is one of the frequent diseases being comorbid or even emerging ahead of the CVD development. Currently it is considered one of the risk factors for coronary heart disease (CHD) [4, 5], while a combination of hypertensive heart disease (HHD) and TIIDM significantly worsens the prognosis for fatal and non-fatal cardiovascular complications [6]. In connection with foregoing, the study of TIIDM effects on circulatory system is a relevant objective, especially for people exposed to ionizing radiation, in whom the vascular endothelium is one of the radiation targets [7].

### **OBJECTIVE**

The study was focused on evaluation of peculiarities of clinical manifestations of TIIDM in the Chernobyl nuclear power plant (ChNPP) accident clean-up workers (ACUW).

### **MATERIALS AND METHODS**

The ChNPP ACUW of 1986–1987 period (n=449, males) and 158 males not exposed to ionizing radiation (the control group, CG) were involved in the study in 2013–2018. Diagnosis of CVD was established in accordance with the diagnostic standards adopted in Ukraine [8]. Diagnosis of TIIDM was established according to recommendations of the Ukrainian Association of Endocrinologists and European Society of Cardiology [9]. All study subjects had no signs of CVD, and neither of endocrine disease nor of metabolic disorders before the accident.

Statistical management of study results was carried out using the SPSS 22 software (trial version). Methods of descriptive statistics, analysis of conjugation tables, comparison of averages (t-criteria, single-factor dispersion analysis), as well as survival analysis (survival tables, Kaplan-Meier method) were used.

### **RESULTS AND DISCUSSION**

Groups of the surveyed patients were not significantly different at the time of the last survey (Table 1). Dose of external irradiation was determined in 217 men of the total number of persons involved in the clean-up work and amounted to ( $58.8 \pm 107.3$ ) cGy, with a minimum of 0.1 cGy and a maximum of 740 cGy. Clinical course of cardiovascular disease and diabetes was of no regular connection with the external radiation dose.

Клінічна характеристика обстежених хворих наведена в табл. 1. Серцево-судинні захворювання були представлені такими нозологічними формами як гіпертонічна хвороба (ГХ) та ішемічна хвороба серця (ІХС). Група УЛНА і КГ були ідентичні за частотою поширення цих захворювань, постінфарктного кардіосклерозу, супутнього ЦД і аліментарного ожиріння. Виявлені невеликі відмінності відносного числа пацієнтів з цією патологією в обох групах не були статистично достовірними.

Clinical characteristics of the patients are presented in Table 1. Cardiovascular diseases were represented by such nosological forms as hypertensive heart disease (HD) and coronary heart disease (CHD). The ACUW group and CG were identical in terms of the incidence of these diseases and of postinfarction cardiosclerosis, concomitant diabetes and alimentary obesity. Mild differences observed in the relative number of patients with these diseases in both groups were not statistically significant.

**Таблиця 1**

**Клінічна характеристика обстежених пацієнтів,  $M \pm SD$  та відсоток (абс.)**

**Table 1**

**Clinical characteristics of examined patients / percent (persons)**

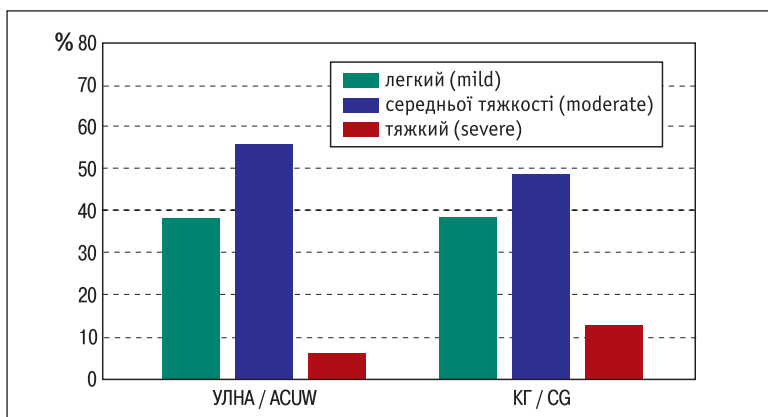
Показники / indices	УЛНА / ACUW n = 45	КГ / CG n = 158	p
Середній вік на момент останнього обстеження, роки / mean age at a moment of the last examination, years	64,2±11,3	65,5±10,6	>0,05
ГХ / HND	92,7 (417)	86,7 (137)	>0,05
ІХС / CHD	81,3 (366)	85,4 (135)	>0,05
ГХ з ІХС / HND with CHD	74,0 (333)	72,2 (114)	>0,05
Кардіосклероз постінфарктний / post-infarction cardiosclerosis	27,1 (122)	22,8 (36)	>0,05
Супутній ЦД, тип II / concurrent type II diabetes mellitus, TIIDM	24,9 (112)	24,7 (39)	>0,05
Надлишкова маса тіла / excessive body weight	77,1 (347)	80,4 (127)	>0,05
ЦД з надлишковою масою тіла / DM and excessive body weight	23,3 (105)	22,2 (35)	>0,05

У більшості хворих в обох групах (62 УЛНА і 19 осіб КГ) виявлено ЦД середнього ступеня тяжкості (рис. 1). На другому місці за частотою проявів стояв ЦД з легким перебігом (43 УЛНА і 15 осіб КГ). Важкий ЦД виявлений у 7 УЛНА і 5 пацієнтів КГ.

Most patients in both groups (62 ACUW and 19 men in CG) were diagnosed a moderately severe TIIDM (Fig. 1). Mild disease was diagnosed in 43 ACUW and 15 men in CG. Severe TIIDM was diagnosed in 7 ACUW patients and 5 persons in the CG.

ЦД в стадії декомпенсації виявлено у 7 УЛНА (6,3 %) і 2 пацієнтів КГ (5,1 %,  $p > 0,05$ ). У решти обстежених адекватне лікування цукрознижувальними засобами та дотриманням дієти стримувало клінічний перебіг ЦД в стані медикаментозної компенсації. Інсулінотерапія була призначена 2 УЛНА (1,8 %) і 2 хворим КГ (5,1 %). Діагноз діабетичної стопи встановлений одному пацієнту з КГ (2,6 %).

The TIIDM decompensation was detected in 7 ACUW (6.3 %) and 2 patients in the CG (5.1 %,  $p > 0.05$ ). For the rest of the patients an adequate administration of hypoglycemic agents and adherence to diabetic diet kept the clinical course of TIIDM in a state of medicated compensation. Insulin therapy was administered to the 2 ACUW (1.8 %) and 2 patients in the CG (5.1%). The diagnosis of diabetic foot was established in one patient in the CG (2.6%).



**Рисунок 1.** Відносна кількість УЛНА та пацієнтів КГ залежно від ступеня тяжкості перебігу ЦД

**Figure 1.** ЦД (Relative number of ACUW and CG patients depending on severity course of TIIDM)

Явища ангіопатії судин сітківки, нижніх кінцівок з полинейропатією, а також нефропатії виявлені серед 57 УЛНА (51,4 %) і 21 пацієнта КГ (53,8 %,  $p > 0,05$ ).

Розвиток ЦД передував появі ГХ у 8 УЛНА з 112 (7,1 %) і 5 пацієнтів КГ з 39 (12,8 %), а ІХС – у 33 УЛНА (29,5 %) і 13 осіб КГ (33,3 %). Всі відмінності між групами були невірні.

Серед пацієнтів з супутнім ЦД основною клінічною формою ІХС була стенокардія напруги: у 81 УЛНА (72,3 %) і 25 осіб КГ (64,1 %,  $p > 0,05$ ). У хворих без ЦД стенокардія у відповідних групах зустрічалась рідше: у 155 УЛНА (54,1 %,  $p < 0,001$ ) і 60 осіб з КГ (50,4 %,  $p > 0,05$ ). Як видно з рис. 2, стенокардія напруги функціональних класів (ФК) II–IV частіше зустрічалася у УЛНА з ЦД порівняно з тими УЛНА, у яких не було ЦД, хоча статистична достовірність відмінностей визначена тільки для ФК II. У пацієнтів КГ з ЦД і без нього відносно число пацієнтів зі стенокардією ФК I, II і IV мало відрізнялося, але частка хворих з ЦД і ФК III була достовірно вища, ніж у хворих без ЦД (рис. 3).

В УЛНА з ЦД вірогідно частіше зустрічалася серцева недостатність (СН) у порівнянні з УЛНА без ЦД: 88,4 % проти 68,6 % ( $p < 0,001$ ). Те ж саме спостерігалось і в КГ: 87,2 % проти 69,7 % відповідно ( $p < 0,05$ ). Серед УЛНА з ЦД відносно число пацієнтів з СН різних стадій було вищим, ніж серед УЛНА без ЦД, проте статистичної достовірності не було виявлено (рис. 4). У КГ частота СН ІА і ІБ була вище у хворих з супутнім ЦД (рис. 5) при достовірності відмінностей для СН ІБ ( $p < 0,05$ ).

Не виявлено будь-яких відмінностей частоти проявів ускладнень ІХС у вигляді інфаркту міокарда серед УЛНА і в КГ залежно від наявності ЦД.

При аналізі таблиць виживаності за Капланом-Мейером було виявлено, що накопичення нових випадків занедужання на ЦД відзначалось більш високими темпами серед УЛНА, в порівнянні з особами КГ (рис. 6), проте достовірність відмінностей динаміки накопичення спостерігалась у віковому діапазоні 60 років і нижче: лог-ранговий тест –  $\chi^2 = 4,89$  при  $p = 0,027$ . Середній вік УЛНА з ССЗ в поєднанні з ЦД становив ( $54,6 \pm 9,7$ ) років, а пацієнтів КГ – ( $59,9 \pm 10,7$ ) років ( $p = 0,005$ ).

Отримані результати свідчать про те, що при фактичній клінічній ідентичності обох груп пацієнтів, УЛНА і КГ, перебіг ЦД достовірно не відрізнявся за тяжкістю проявів і ускладнень, у вигляді ангіопатії

Diabetic retinal angiopathy, diabetic angiopathy of the lower extremities with polyneuropathy, as well as nephropathy were detected in 57 ACUW (51.4%) and 21 patients in the CG (53.8%,  $p > 0.05$ ).

Onset of T2DM preceded the HHD in 8 from 112 ACUW (7.1%) and in 5 of 39 ones in CG (12.8%), and the CHD in 33 (29.5%) and 13 men in CG (33.3%). All intergroup differences were insignificant.

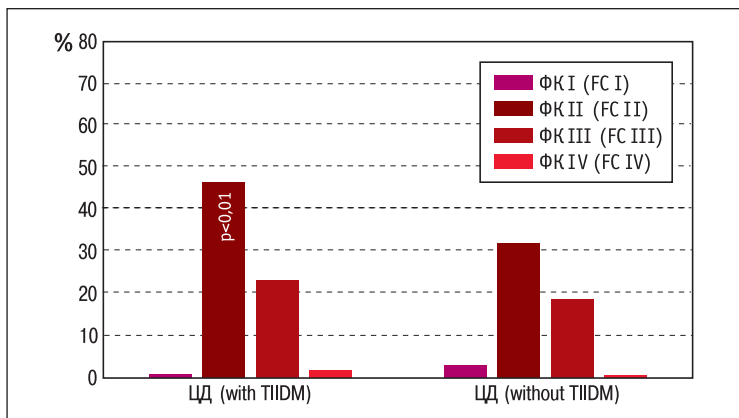
The angina of effort was a main clinical form of CHD in case of comorbid T2DM (in 81 ACUW (72.3%) and 25 men in CG (64.1%,  $p > 0.05$ )). In patients with no comorbid T2DM the angina pectoris was less common, i.e. 155 cases in ACUW (54.1%,  $p < 0.001$ ) and 60 in CG (50.4%,  $p > 0.05$ ). As can be seen from Fig. 2, the angina pectoris FC II–IV was more common in ACUW with comorbid T2DM vs. ACUW with no comorbidity, although the significant difference was revealed only for the FC II. In the CG a relative number of angina pectoris FC I, II, and IV differed slightly between the cases with comorbid and without comorbid T2DM, but the proportion of T2DM patients with angina FC III was significantly higher than in patients without comorbid T2DM (Fig. 3).

The heart failure (HF) was significantly more frequent in ACUW having got T2DM vs. those with no T2DM (88.4 % vs. 68.6 %,  $p < 0.001$ ). The same was observed in the CG (87.2 % vs. 69.7 %, respectively,  $p < 0.05$ ). The relative number of patients with HF of different stages was higher among the ACUW with T2DM vs. in ACUW with no such a disease. No statistical significance however was found (Fig. 4). Incidence of HF ІА and ІБ in the CG was higher in cases of comorbid T2DM (Fig. 5), with significant differences for the HF ІБ ( $p < 0.05$ ).

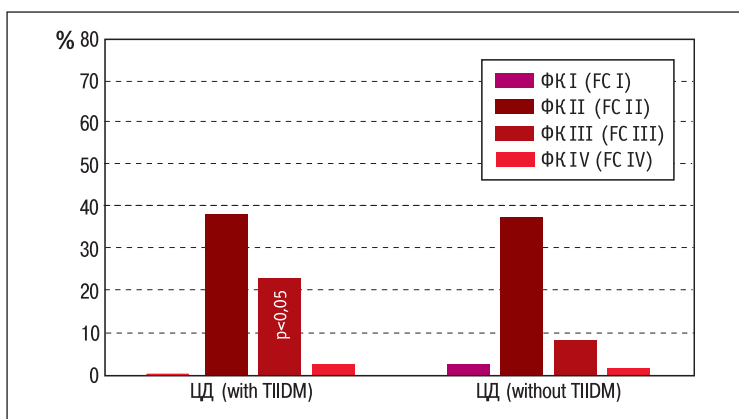
No differences were found in the incidence of complications of CHD in the form of myocardial infarction in ACUW and in CG patients depending on the T2DM comorbidity.

When analyzing the survival tables for Kaplan-Meier, it was found that the accumulation of new T2DM cases was more rapid in ACUW compared to the CG individuals (Fig. 6), but the significant difference was observed in the age range of 60 years and below (the log-rank test  $\chi^2 = 4.89$ ,  $p = 0.027$ ). The mean age of ACUW having CVD with comorbid T2DM was ( $54.6 \pm 9.7$ ) years, and that of the CG patients was ( $59.9 \pm 10.7$ ) years ( $p = 0.005$ ).

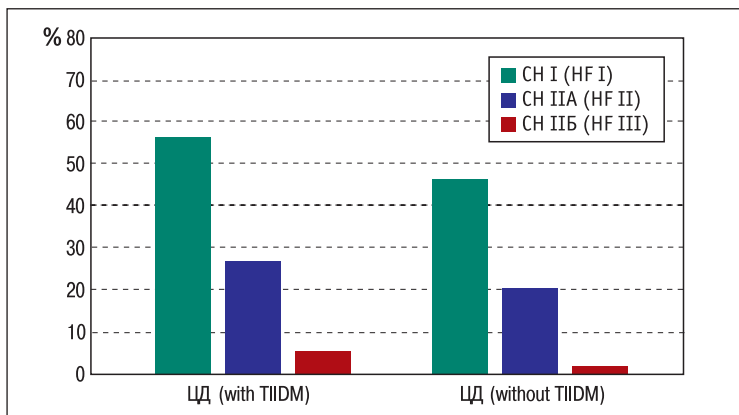
The results suggest that with an actual clinical identity of ACUW and patients in CG the course of T2DM was of no significant difference in severity of manifestations and complications in the form of reti-



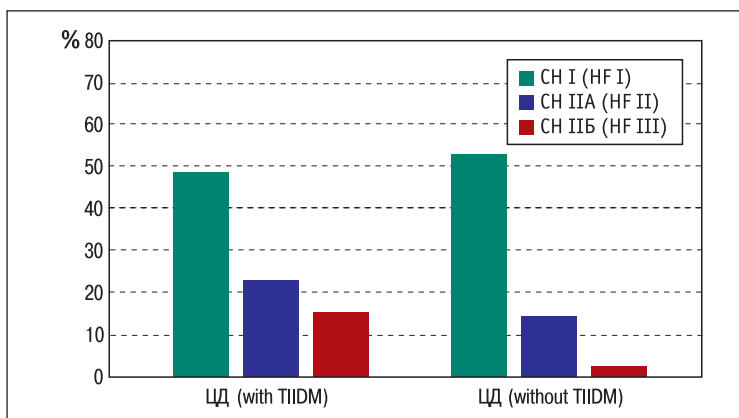
**Рисунок 2.** Відносна кількість УЛНА зі стенокардією залежно від наявності ЦД  
**Figure 2.** Relative number of ACUW with angina pectoris depending on the presence of DM



**Рисунок 3.** Відносна кількість КГ зі стенокардією залежно від наявності ЦД  
**Figure 3.** Relative number of CG with angina pectoris depending on the presence of DM



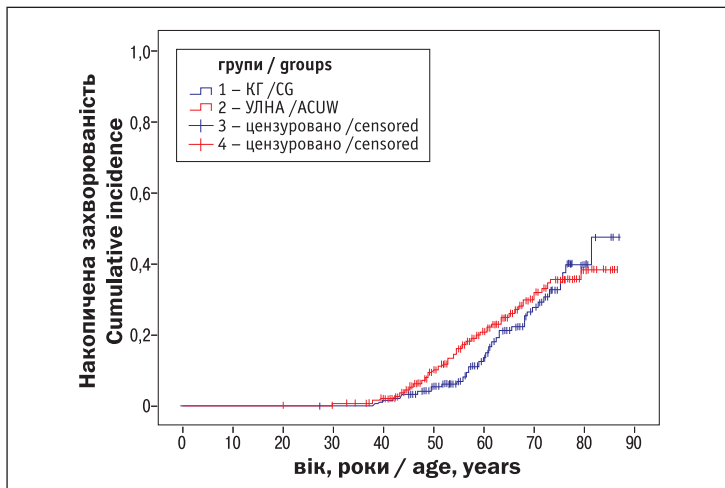
**Рисунок 4.** Відносна кількість УЛНА з СН залежно від наявності ЦД  
**Figure 4.** Relative number of ACUW with heart failure depending on the presence of DM



**Рисунок 5.** Відносна кількість пацієнтів КГ з СН залежно від наявності ЦД  
**Figure 5.** Relative number of CG patients with heart failure depending on the presence of DM

судин сітківки і нижніх кінцівок, а також проявів полінейропатії нижніх кінцівок. Серед УЛНА і пацієнтів КГ з супутнім ЦД фактично не відмічається достовірних відмінностей частоти про-

nal angiopathy and angiopathy of lower extremities, as well as manifestations of polyneuropathy of lower extremities. There were no significant difference in frequency of manifestations of angina pectoris and



**Рисунок 6.** Накопичена захворюваність на ЦД в УЛНА і КГ залежно від віку

**Figure 6.** Cumulative incidence for DM in ACUW and CG depending on age

явів стенокардії напруги і СН різних стадій, але в кожній групі при наявності ЦД частка осіб зі стенокардією напруги і СН була вищою, ніж у пацієнтів без ЦД, причому найбільший ступінь статистичної достовірності спостерігався серед УЛНА.

В окремих дослідженнях [10] показано, що серед УЛНА вже через 10–14 років після участі у відновлювальних роботах було зареєстровано від 5 до 13 захворювань (в середньому 8,2) на одну людину. Вивчення мікроциркуляторного русла в біоптатах шкірно-м'язового клаптя з ділянки гомілки серед УЛНА, на відміну від неопромінених пацієнтів з аналогічною коморбідністю, виявило зміни у вигляді проліферативної васкулопатії і продуктивного васкуліту різного ступеня вираженості. Така ж сама морфологічна картина знайдена в біоптатах з ділянки плеча та міокарду правого шлуночка, тому розвиток у цієї когорти пацієнтів ЦД, який самостійно сприяє ураженню мікроциркуляторного русла, буде призводити до ще більш тяжких відхилень у стані здоров'я.

## ВИСНОВКИ

1. Серед УЛНА перебіг ЦД достовірно не відрізнявся від неопроміненого контролю за тяжкістю проявів і ускладнень у вигляді ангіопатії судин сітківки і нижніх кінцівок, а також проявів полінейропатії нижніх кінцівок.
2. Клінічні прояви ССЗ у вигляді стенокардії напруги і серцевої недостатності були ідентичними в УЛНА і пацієнтів групи контролю, у яких мала місце коморбідність у вигляді ЦД. Останній був фактором, що обтяжує перебіг ССЗ та призводить до більшої поширеності стенокардії напруги і серцевої недостатності як серед УЛНА, так і у неопромінених осіб.
3. Серед УЛНА накопичення нових випадків захворювання на ЦД відбувалось більш швидкими

heart failure of different stages in the ACUW and CG patients with concomitant CD. In each group, however, when having got the T1DM a proportion of individuals with angina of effort and heart failure was higher than in cases of no T1DM. The highest degree of statistical significance was observed in the ACUW.

It has been shown in some studies [10] that already 5–14 years upon participation in recovery work, from 5 to 13 diseases (an average of 8.2) per person were recorded in the ACUW. Study of microvasculature in the skin-muscle biopsy specimens from the lower leg region in ACUW, in contrast to non-irradiated patients with similar comorbidity, revealed abnormalities in the form of proliferative vasculopathy and productive vasculitis of a different severity. The same morphological pattern was revealed in biopsy specimens from shoulder region and myocardium of the right ventricle. Therefore, the T1DM development in this cohort of patients, contributing to the damage of microcirculatory bed, will lead to the even more severe health disorders.

## CONCLUSIONS

1. The T1DM course in ACUW was not significantly different from the non-irradiated control in severity of manifestations and complications in a form of retinal angiopathy and angiopathy of lower extremities, as well as lower extremity polyneuropathy.
2. Clinical manifestations of CVD in the form of angina pectoris and heart failure were identical in ACUW and patients in the control group having got a comorbid T1DM. The latter was a factor aggravating the course of CVD, leading to a greater prevalence of angina of effort and heart failure both in ACUW and non-irradiated individuals.
3. Accumulation of the new T1DM cases occurred at a higher rate in ACUW compared to

темпами, в порівнянні з неопроміненим контролем, тому їх середній вік на момент розвитку ЦД був на 5 років меншим, ніж в групі контролю.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Проблеми здоров'я і тривалості життя в сучасних умовах (посібник) / під ред. В. М. Коваленка, В. М. Корнацького. Київ : Друкарня «Гордон», 2017. 299 с.
2. European cardiovascular disease statistics 2017 / E. Wilkins, L. Wilson, K. Wickramasinghe [et al.]. Brussels : European Heart Network, 2017. 192 p.
3. Митьковская Н. П. Кардиология и коморбидность. / *Международный конгресс кардиологов и терапевтов : сб. науч. тр.*, Минск, 12–13 мая 2016 г. Минск : Капитал Принт, 2016. С. 173–177.
4. Сердечно-сосудистая смертность и риск внезапной смерти в постинфарктном периоде выше у больных с сахарным диабетом / Л. А. Давид, А. А. Гросу, А. М. Радукан, Т. С. Кузор. *Евразийский кардиологический журнал*. 2016. № 3. С. 159–160. (Тезисы IV Евразийского конгресса кардиологов).
5. Аметов А. С., Лысенко М. А. Сахарный диабет 2-го типа и сердечно-сосудистые заболевания как столкновение двух глобальных неинфекционных эпидемий. *Международный эндокринологический журнал*. 2011. № 7. С. 56–59.
6. Чесникова А. И., Батюшин М. М., Терентьев В. П. Артериальная гипертензия и коморбидность: современное состояние проблемы. *Артериальная гипертензия*. 2016. Т. 22, № 5. С. 432–440.
7. Ярмоненко С. П., Вайнсон А. А. *Радиобиология человека и животных*. М. : Высшая школа, 2004. 549 с.
8. Серцево-судинні захворювання. Класифікація, стандарти діагностики та лікування / за ред. В. М. Коваленка, М. І. Лутая, Ю. М. Сиренка, О. С. Сичова. Київ : МОПІОН, 2016. 192 с.
9. ESC guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD – summary. Task Force on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases of the European Society of Cardiology (ESC); European Association for the Study of Diabetes (EASD) / L. Ryden, P. J. Grant, S. D. Anker et al. *Diab. Vasc. Dis. Res.* 2014. Vol. 11, no. 3. P. 133-173.
10. Поровский Я. В., Тетенев Ф. Ф. Коморбидность во врачебной практике. *Сибирское медицинское обозрение*. 2015. № 4. С. 5-10.

the non-irradiated control, therefore their average age at the time of TIIDM manifestation was 5 years younger than in control.

## REFERENCES

1. Kovalenko VN, Kornatsky VM, editors. [Problems of health and life expectancy in modern conditions (manual)]. Kyiv: Drukarnya «Gordon»; 2017. 299 p. Ukrainian.
2. Wilkins E, Wilson L, Wickramasinghe K, Bhatnagar P, Leal J, Luengo-Fernandez R, et al. European cardiovascular disease statistics 2017. Brussels: European Heart Network; 2017. 192 p.
3. Mit'kovskaya NP. [Cardiology and comorbidity. In: I International Congress of Cardiologists and Therapists: Collection of scientific papers; 2016 May 12-13; Minsk. Minsk: Capital Print; 2016. p. 173-7. Russian.
4. David LA, Grosu AA, Raducan AM, Kuzor TS. [Cardiovascular mortality and the risk of sudden death in the post-infarction period are higher in patients with diabetes mellitus]. *Eurasian Cardiology Journal*. 2016;(3):159-60. Russian.
5. Ametov AS, Lysenko MA. [Type 2 diabetes mellitus and cardiovascular diseases as a clash of two global noncommunicable epidemics]. *International Endocrinology Journal*. 2011;(7):56-9. Russian.
6. Chesnikova AI, Batyushin MM, Terentyev VP. [Arterial hypertension and comorbidity: the present state of the problem]. *Arterial hypertension*. 2016;22(5):432-40. Russian.
7. Yarmonenko SP, Weinson AA. [Radiobiology of humans and animals]. Moscow: Higher school; 2004. 549 p. Russian.
8. Kovalenko VN., Lutay MI, Sirenka YM, Sichova OS, editors. [Cardiovascular diseases. Classification, standards of diagnostics and treatment]. Kyiv: MORION; 2016. 192 p. Ukrainian.
9. Ryden L, Grant PJ, Anker SD, Berne C, Cosentino F, Danchin N, et al. ESC guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD - summary. Task Force on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases of the European Society of Cardiology (ESC); European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Diab Vasc Dis Res*. 2014;11(3):133-73.
10. Porovsky YV, Tetenev FF. [Comorbidity in medical practice]. *Siberian medical review*. 2015;(4):5-10. Russian.

Стаття надійшла до редакції 01.08.2018

Received: 01.08.2018