

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ ДУ "ІНСТИТУТ ЕНДОКРИНОЛОГІЇ ТА ОБМІНУ РЕЧОВИН ім. В.П. Комісаренка НАМН УКРАЇНИ"

ISSN 1680-1466

eISSN 2524-0439

Індекс 74172

Ендокринологія

E N D O K R Y N O L O G I A



TOM 31

№1

2026

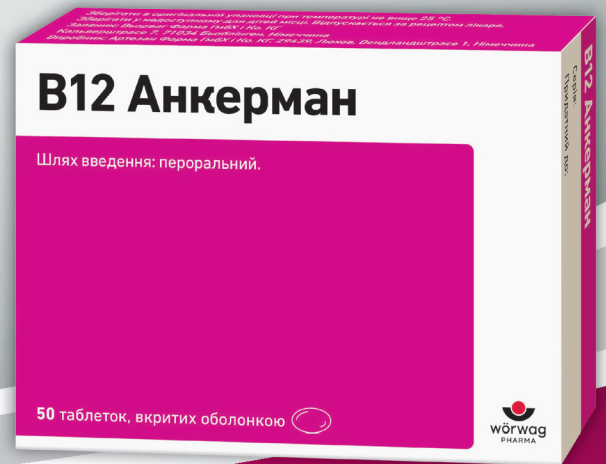
V12 АНКЕРМАН

ЛІКУВАННЯ ДЕФІЦИТУ ВІТАМІНУ V₁₂

ПРОСТО ТА ЕФЕКТИВНО



1000 мкг



V12 Анкерман – високодозовий препарат
для перорального лікування дефіциту вітаміну V₁₂



Зручний прийом 1
раз на добу



Оптимальне
дозування
1000 мкг



Ефективність
доведено
клінічно

1. Hirschowitz et al. Aliment Pharmacol Ther 2008 Jun 1; 27, 1110-1121. 2. Chapman et al. Diabetes Metab 2016 Nov; 42 (5): 316-327. 3. Eussen et al. Arch Intern Med 2005 May 23; 165 (10): 1167-1172.

Скорочена інструкція для медичного застосування препарату V12 Анкерман.

Фармакотерапевтична група. Антианемічні засоби. Ціанокобаламін. **Склад:** 1 таблетка містить ціанокобаламін 1 мг (1000 мкг). **Лікарська форма:** таблетки, вкриті оболонкою. **Показання:** дефіцит вітаміну, який може проявлятися гемопоетичними та/або неврологічними розладами. **Протипоказання:** гіперчутливість до компонентів лікарського засобу. Бритремії, еритроцитоз. Гострі тромбоемболічні захворювання. Стенокардія, напруження високого функціонального класу. Підвищена чутливість до поточної амбліопії або ретробульбарного невриту при перніціозній анемії, або до будь-якого іншого стану, який вимагає детоксикації ціаніду. **Спосіб застосування та дози:** рекомендований прийом 1-2 таблетки на добу. Тривалість курсу лікування залежить від характеру та перебігу захворювання і визначається індивідуально. **Побічні ефекти:** з боку імунної системи: алергічні реакції, включаючи шкірні прояви та набряк Квінке, анафілактоїдні реакції, лихоманка. **З боку шкіри та підшкірної тканини:** гіперемія, кропив'янка, екзантема, екзантематозний висип, свербіж, дерматит. **З боку крові:** гіперкоагуляція. **Загальні порушення:** нудота, пітливість, порушення пуринового обміну. **Категорія відпуску:** за рецептом. РП № UA/18177/01/01. Повна інформація міститься в інструкції для медичного застосування препарату.

Представництво компанії «Вьорваг Фарма ГмБХ і Ко.КГ», Німеччина: 04112, м. Київ, вул. Дегтярівська, 62. E-mail: info@woerwagpharma.ua, www.woerwagpharma.ua

Державна установа «Інститут ендокринології та обміну речовин
ім. В.П. Комісаренка НАМН України»

State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism
of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»

Ендокринологія

ENDOKRYNOLOGIA

УДК 612.43/.45:616.43/.45-06-08-084-089.87:616.379-008.64-036.22-053.2.7:312.2:002

2026

ТОМ 31, № 1

VOLUME 31, No. 1

Науково-практичний медичний журнал
Scientific medical journal

Заснований у квітні 1996 р.
Founded in April 1996

Виходить 4 рази на рік
Frequency — 4 times a year

Crossref Scopus

Загальнодержавна реферативна база даних «Україніка наукова»

УРЖ «Джерело»

Київ
Kyiv

© ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», 2026

© ТОВ «Видавничий дім Медкнига», 2026

ПЕРЕВІРЕНИЙ МЕТФОРМІН ЦЕ:



ЯКІСНА СУБСТАНЦІЯ

GMP ВИРОБНИЦТВО

БІОЕКВІВАЛЕНТНІСТЬ
після їжі

БІОЕКВІВАЛЕНТНІСТЬ
натще

У програмі ДОСТУПНІ ЛІКИ



Скорочена інструкція МЕТАФОРА®-SR

Склад: 1 таблетка містить метформіну гідрохлориду 1000 мг. **Лікарська форма.** Таблетки пролонгованої дії.

Фармакотерапевтична група. Пероральні гіпоглікемічні засоби, за винятком інсулінів. Код АТХ А10В А02.

Фармакологічні властивості. Фармакокінетика. Метформін – бігуанід з антигіперглікемічним ефектом. Знижує рівень глюкози у плазмі крові як натще, так і після вживання їжі. Не стимулює секрецію інсуліну і не виявляє гіпоглікемічного ефекту, опосередкованого цим механізмом.

Показання. – Зниження ризику або затримка початку цукрового діабету 2 типу у дорослих пацієнтів з надмірною масою тіла та з порушеною толерантністю до глюкози та/або з порушеною глікемією натще та/або з підвищеним рівнем HbA1C; – Лікування цукрового діабету 2 типу у дорослих, особливо у хворих з надмірною масою тіла.

Спосіб застосування та дози: Дорослі пацієнти з нормальною функцією нирок (ШКФ ≥ 90 мл/хв). Зниження ризику або затримка початку цукрового діабету 2 типу. *Монотерапія або комбінована терапія сумісно з іншими пероральними гіпоглікемічними засобами.* Лікарський засіб Метафора®-SR 1000 мг застосовувати 1 раз на добу під час вживання їжі ввечері. Максимальна рекомендована доза становить 2 таблетки на добу. **Побічні реакції.** Найчастішими небажаними реакціями на початку лікування є нудота, блювання, діарея, біль у животі, відсутність апетиту. Ці симптоми у більшості випадків минають самостійно. **Термін придатності.** 2 роки. **Категорія відпуску.** За рецептом.

Виробник. АТ «КИЇВСЬКИЙ ВІТАМІННИЙ ЗАВОД», м. Київ, вул. Копилівська, 38.

Інформація про лікарський засіб, призначена для розповсюдження серед медичних і фармацевтичних працівників на спеціалізованих семінарах, конференціях, симпозиумах з медичної тематики. МЕТАФОРА®-SR - РП МОЗ України № UA/18616/01/01 від 16.03.2021. Перед застосуванням уважно ознайомтесь з інструкцією та проконсультуйтеся з лікарем.



КИЇВСЬКИЙ ВІТАМІННИЙ ЗАВОД
Якість без компромісів!

Відеїн

ЗДОРОВ'Я В КАПСУЛІ



КИЇВСЬКИЙ ВІТАМІННИЙ ЗАВОД
Якість без компромісів!

Скорочена інструкція ВІДЕЙН (VIDEYIN)

Склад: холекальциферол 1 капсула містить холекальциферолу 25 мкг (вітаміну D3 – 1000 МО), або 100 мкг (вітаміну D3 – 4000 МО), або 500 мкг (вітаміну D3 – 20000 МО).

Фармакотерапевтична група. Вітаміни. Препарати вітаміну D та його аналогів. Холекальциферол. Код АТХ А11С С05. **Показання.** Для профілактики рахіту, у тому числі у недоношених новонароджених дітей, для профілактики дефіциту вітаміну D3 у пацієнтів груп високого ризику, які не мають розладів всмоктування; для профілактики дефіциту вітаміну D3 при мальабсорбції; для лікування рахіту та остеомаляції; для підтримувального лікування остеопорозу. Для лікування клінічно підтвердженого дефіциту вітаміну D у дорослих.

Противпоказання. Підвищена чутливість до компонентів лікарського засобу, гіперкальціємія та/або гіперкальціурія, ідіопатична гіперкальціємія новонароджених, гіпервітаміноз D, саркоїдоз, ниркова недостатність, сечокам'яна хвороба, нефролітаз, туберкульоз. **Спосіб застосування та дози.** Застосовувати перорально. Дорослим та дітям старшого віку приймати препарат ввечері перед або під час прийому їжі: капсулу ковтати цілою, запиваючи достатньою кількістю води. **Термін придатності.** 2 роки, 3 роки (20 000 МО).

Категорія відпуску: без рецепта, за рецептом (20 000 МО).

Виробник. АТ «КИЇВСЬКИЙ ВІТАМІННИЙ ЗАВОД»

Інформація про лікарський засіб "ВІДЕЙН" (реєстраційні посвідчення UA/18050/01/04, UA/18050/01/03, UA/18050/01/02). Для розміщення у спеціалізованих виданнях, призначених для медичних установ та лікарів. Виробник - АТ "КИЇВСЬКИЙ ВІТАМІННИЙ ЗАВОД". Місцезнаходження: Україна, м. Київ, вул. Копилівська, 38.
Відеїн-КВ - ТУ У 10.8-35251822-017:2020.

Реклама

Ендокринологія

2026 Том 31, №1

DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1

Засновник: Державна установа «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка Національної академії медичних наук України»

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 14099-3070 ПР від 17.06.2008

Наказом Міністерства освіти і науки України від 02.07.2020 р. № 886 журнал внесено до Переліку наукових фахових видань України (медичні науки)

Наказом Міністерства освіти і науки України від 24.09.2020 р. № 1188 журнал внесено до Переліку наукових фахових видань України (біологічні науки)

Наказом Міністерства освіти і науки України від 20.12.2023 р. № 1543 журнал включено до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України за медичними (222) і біологічними (091) спеціальностями.

Рішенням Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення від 25.04.2024 р. № 1391 журнал зареєстрований як суб'єкт у сфері друкованих медіа, ідентифікатор – R30-04303

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

ТРОНЬКО М.Д. [головний редактор]
 ОРЛЕНКО В.Л., СОКОЛОВА Л.К. [заступники головного редактора з клінічної ендокринології]
 КОВЗУН О.І. [заступник головного редактора з експериментальної ендокринології]
 ПАСТЕР І.П. [відповідальний редактор]
 Богданова Т.І., Болгов М.Ю., Большова О.В., Власенко М.В., Гуда Б.Б., Зінич О.В., Караченцев Ю.І., Кравченко В.І., Лучицький Є.В., Місюра К.В., Попова В.В., Пушкарьов В.М., Резніков О.Г., Скрипник Н.В., Спринчук Н.А., Товкай О.А., Урбанович А.М., Халангот М.Д., Dagogo-Jack S. (Сполучені Штати Америки), Yamashita S. (Японія)

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України»,
 вул. Вишгородська, 69, м. Київ, 04114, Україна
 тел.: (044) 430-36-94, факс: (044) 428-19-96
 E-mail: endokrynologia.journal@gmail.com

Повнотекстову версію журналу представлено на сайті
<http://www.endokrynologia.com.ua>. eISSN 2524-0439

Електронні копії опублікованих статей передаються до Національної бібліотеки ім. В.В. Вернадського для вільного доступу в режимі on-line

Затверджено до друку Вченою радою Державної установи «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка Національної академії медичних наук України» від 09.04.2026 (протокол № 2)

Редакція не завжди поділяє думки авторів статей. Відповідальність за достовірність, добір та викладення фактів у статтях несуть автори.

Правову відповідальність за розміщення, зміст, достовірність та графічне відтворення рекламно-інформаційних матеріалів про лікарські засоби чи пристрої несе виробник, дистриб'ютор або інша структура, яка надала відповідні матеріали. Передрук та інше відтворення в будь-якій формі в цілому або частково статей, ілюстрацій та інших матеріалів дозволено тільки згідно з попередньою письмовою згодою редакції та з обов'язковим посиланням на джерело. Усі права захищено.

Видавець: ТОВ «Видавничий дім Медкнига», www.medknyha.com.ua
 Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи в державний реєстр видавців видавничої продукції ДК № 5123 від 10.06.2016
 Керівник проекту — О.П. Влас, тел. (066) 785-11-56
 Відділ маркетингу — Т.Г. Овчаренко, тел (066) 753-81-78, (067) 847-85-05
 Адреса: вул. Кирилівська, 160, м. Київ, 04124, Україна
 Тел.: (044) 587-81-07

Підписано до друку 09.04.2026 р Наклад 4000 прим.
 Обсяг до 12 ум. др. арк., 24 обл.-вид. арк.

© ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», 2026
 © ТОВ «Видавничий дім Медкнига», 2026

ENDOKRYNOLOGIA

2026 Volume 31, No.1

DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1

Founder: State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»
 Registration Certificate KB № 14099-3070 ПР from 17.06.2008

According to the Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated 02.07.2020 N 886, the journal is entered into the List of specific scientific publications of Ukraine (medical sciences).

According to the Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated 24.09.2020 N 1188, the journal is entered into the List of specific scientific publications of Ukraine (biological sciences)

According to the Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated 20.12.2023 N 1543, the journal is included in category «A» of the List of specific scientific publications of Ukraine by medical (222) and biological (091) specialties.

According to the Decision of the National Council of Ukraine on Television and Radio Broadcasting dated 25.04.2024 N 1391, the journal is registered as a subject in the field of print media, identifier – R30-04303

EDITORIAL BOARD:

TRONKO M.D. [editor-in-chief]
 ORLENKO V.L., SOKOLOVA L.K. [deputy editors of the clinical endocrinology]
 KOVZUN O.I. [deputy editor of the experimental endocrinology]
 PASTEUR I.P. [executive editor]
 Bogdanova T.I., Bolgov M.Yu., Bolshova O.V., Guda B.B., Karachentsev Yu.I., Khalangot M.D., Kravchenko V.I., Luchytskyi Ye.V., Misiura K.V., Popova V.V., Pushkarev V.M., Reznikov O.G., Skrypyuk N.V., Sprynchuk N.A., Tovkai O.A., Urbanovych A.M., Vlasenko M.V., Zynych O.V., Dagogo-Jack S. (United States of America), Yamashita S. (Japan)

EDITORIAL ADDRESS:

SI «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»,
 Vyshgorodska str., 69, Kyiv, 04114, Ukraine
 Tel.: +380 (44) 430-36-94, fax: +380 (44) 428-19-96
 E-mail: endokrynologia.journal@gmail.com

Full text of the journal presented
 on <http://www.endokrynologia.com.ua> eISSN 2524-0439

Electronic copies of the published articles are transmitted to the Vernadsky National Library of Ukraine for free access via Internet.

Approved for publication on the resolution of Scientific Council of the State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine» (09 April, 2026, Protocol N 2)

The editorial board is not always shares the author's opinion. The authors are responsible for the significance of the facts, proper names and other information used in the articles.

The manufacturer, distributor or other organization provided the relevant materials have legal responsibility for the publication, content, significance and graphic reproduction of advertising materials about drugs or devices.

No part of this publication, pictures or other materials may be reproduced or transmitted in any form or by any means without permission in writing form with reference to the original. All rights reserved.

Publisher: «Publishing house MEDKNYHA» LLC, www.medknyha.com.ua
 Publishing entity certificate DK № 5123 dated 10.06.2016
 Project Manager — O.P. Vlas, tel. +38 (066) 785-11-56
 Marketing Department — T.G. Ovcharenko, tel. +380 (66) 753-81-78,
 +380 (67) 847-85-05
 Address: Kyrylivs'ka str., 160, Kyiv , 04124, Ukraine
 Tel.: +380 (44) 587-81-07

For printing on 09.04.2026.Circulation 4000 copies.
 Printer's sheet to 12, standard publisher's signature.

© SI «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», 2026
 © «Publishing house MEDKNYHA» LLC, 2026

Зміст / Table of contents

- | | | | |
|----|---|----|--|
| 5 | Українсько-Американське проспективне когортне дослідження стану тиреоїдної системи після аварії на Чорнобильській АЕС

<i>Тронько М.Д., Лапікура О.В., Замотаєва Г.А., Ковзун О.І., Терехова Г.М., Пастер І.П.</i> | 5 | Ukrainian-American prospective cohort study of the state of thyroid system after the Chernobyl NPP accident

<i>Tronko M.D., Lapikura O.V., Zamotayeva G.A., Kovzun O.I., Terekhova G.M., Pasteur I.P.</i> |
| 19 | Аналіз віддалених наслідків опромінення радіоїодом після аварії на Чорнобильській АЕС: захворюваність на доброякісну тиреоїдну патологію в Українсько-Американській когорті

<i>Тронько М.Д., Лапікура О.В., Замотаєва Г.А., Терехова Г.М., Пастер І.П.</i> | 19 | Analysis of long-term effects of radioiodine exposure after the Chernobyl nuclear power plant accident: incidence of benign thyroid pathology in a Ukrainian-American cohort

<i>Tronko M.D., Lapikura O.V., Zamotayeva G.A., Terekhova G.M., Pasteur I.P.</i> |
| 30 | Формування, характеристика та довготривалий моніторинг когорти осіб, опромінених внутрішньоутробно внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС

<i>Лапікура О.В., Замотаєва Г.А., Тронько М.Д.</i> | 30 | Formation, characteristics, and long-term follow-up of a cohort exposed in utero following the Chernobyl accident

<i>Lapikura O.V., Zamotayeva G.A., Tronko M.D.</i> |
| 43 | Досвід довготривалого ультразвукового спостереження членів Українсько-Американської тиреоїдної когорти

<i>Шелковой Є.А., Шпак В.М., Лучицький В.Є., Діденко Ю.А., Тронько М.Д.</i> | 43 | Experience of long-term ultrasound observation of the Ukrainian-American thyroid cohort members

<i>Shelkovi Ye.A., Shpak V.M., Luchytskiy V.Ye., Didenko Yu.A., Tronko M.D.</i> |
| 54 | Значення передопераційної цитологічної діагностики у виконанні завдань Українсько-Американського проєкту дослідження раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні, спричинених аварією на Чорнобильській АЕС

<i>Божок Ю.М., Зелінська Г.В., Шпак В.М.</i> | 54 | The importance of preoperative cytological diagnostics in fulfilling the tasks of the Ukrainian-American project for studying cancer and other thyroid diseases in Ukraine caused by the Chernobyl accident

<i>Bozhok Yu.M., Zelinska G.V., Shpak V.M.</i> |
| 63 | Хірургічне лікування та післяопераційне спостереження пацієнтів із папілярною тиреоїдною карциномою після Чорнобильської катастрофи (за даними госпітального реєстру)

<i>Болгов М.Ю., Тарашченко Ю.М., Омельчук О.В., Янчій І.Р., Зінич П.П., Богданова Т.І., Тронько М.Д.</i> | 63 | Surgical treatment and postoperative follow-up of patients with papillary thyroid carcinoma after the Chernobyl accident (according to hospital register data)

<i>Bolgov M.Yu., Tarashchenko Yu.M., Omelchuk O.V., Yanchiy I.R., Zynych P.P., Bogdanova T.I., Tronko M.D.</i> |

Зміст / Table of contents

- | | | | |
|-----|---|-----|---|
| 73 | Система реконструкції доз внутрішнього опромінення щитоподібної залози жителів України радіонуклідами йоду внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС | 73 | System for reconstruction of internal thyroid doses of Ukrainian residents exposed to iodine radionuclides as a result of the Chernobyl accident |
| | <i>Масюк С.В., Тронько М.Д., Чепурний М.І., Богданова Т.І., Будерацька В.Б., Замотаєва Г.А., Жадан Н.С., Шпак В.М., Чорновол Г.В., Болгов М.Ю.</i> | | <i>Masiuk S.V., Tronko M.D., Chepurny M.I., Bogdanova T.I., Buderatska V.B., Zamotayeva G.A., Zhadan N.S., Shpak V.M., Chornovol H.V., Bolgov M.Yu.</i> |
| 88 | Актуальні проблеми йодного забезпечення населення північного регіону України, що постраждав внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції | 88 | Current problems of iodine supply for the population of the northern region of Ukraine affected by the accident at the Chernobyl nuclear power plant |
| | <i>Кравченко В.І., Ковзун О.І., Захарченко Т.Ф., Раков О.В., Красніков В.І., Тронько М.Д.</i> | | <i>Kravchenko V.I., Kovzun O.I., Zakharchenko T.F., Rakov O.V., Krasnikov V.I., Tronko M.D.</i> |
| 97 | Ідентифікація випадків злоякісних новоутворень серед учасників епідеміологічних досліджень віддалених наслідків аварії на Чорнобильській АЕС | 97 | Identification of cases of malignant tumors among participants of epidemiology studies of the long-term consequences of the Chernobyl accident |
| | <i>Горох Є.Л., Шпак В.М., Сумкіна О.В., Рижов А.Ю., Федоренко З.П., Гулак Л.О., Лاپікура О.В., Тронько М.Д.</i> | | <i>Gorokh E.L., Shpak V.M., Sumkina O.V., Ryzhov A.Yu., Fedorenko Z.P., Gulak L.O., Lapikura O.V., Tronko M.D.</i> |
| 104 | Формування когорти та бази даних для епідеміологічного дослідження жінок, опромінених під час лактації внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС | 104 | Development of a cohort and database for an epidemiological study of women exposed during lactation as a result of the Chernobyl nuclear power plant accident |
| | <i>Замотаєва Г.А., Лاپікура О.В., Пастер І.П., Тронько М.Д.</i> | | <i>Zamotayeva G.A., Lapikura O.V., Pasteur I.P., Tronko M.D.</i> |
| 116 | Список публікацій | 116 | List of publications |
| 121 | Авторський покажчик | 121 | Author's index |

DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.5

Українсько-Американське проспективне когортне дослідження стану тиреоїдної системи після аварії на Чорнобильській АЕС

М.Д. Тронько,
О.В. Лапікура,
Г.А. Замотаєва,
О.І. Ковзун,
Г.М. Терехова,
І.П. Пастер

ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка» НАМН України

Резюме. Епідеміологічні дані, що стосуються впливу радіоактивного йоду та ризику розвитку раку щитоподібної залози (ЩЗ) у дітей, дуже обмежені. Вплив радіоактивних опадів на здоров'я населення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС) в Україні 26 квітня 1986 року став серйозною проблемою для системи охорони здоров'я, а також соціальної та економічної складової. **Мета роботи** – характеристика осіб у проспективному когортному дослідженні залежно від дози опромінення ЩЗ, віку на момент аварії на ЧАЕС, статі та соціального статусу, аналіз міграції та результати планового, додаткового та поглибленого обстеження. **Матеріал і методи.** У 1998 році започатковане виконання спільної Українсько-Американського проекту «Науковий проект дослідження раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС» (надалі – УАП), який передбачав обстеження мешканців України: а) які на момент аварії на ЧАЕС постійно проживали або тимчасово перебували в найбільш радіаційно забруднених районах Житомирської, Київської та Чернігівської областей, б) яким на момент аварії було до 18 років, в) яким у перші тижні після аварії на ЧАЕС було проведено радіометрію щитоподібної залози (ЩЗ) та г) яких було відібрано згідно з методом випадкової вибірки. Процедура обстеження учасників УАП складалася з реєстрації, ультразвукового обстеження ЩЗ, аналізу крові (визначення рівнів тиреотропного гормону, вільного тироксину, тиреоглобуліну, іонізованого кальцію, антитіл до тиреопероксидази та тиреоглобуліну) і визначення рівня йоду в сечі, консультації лікаря-ендокринолога, а також опитування з метою реконструкції доз опромінення ЩЗ. У разі необхідності призначали додаткове поглиблене обстеження в клініці ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України» (ІЕОР) (зокрема, тонкоголково аспіраційну пункційну біопсію ЩЗ) і відповідне лікування. **Результати.** За період з квітня 1998 року до грудня 2000 року включно пройшли перший цикл обстеження 13 243 потенційних учасників УАП, серед яких 46,4% осіб мали дозу опромінення ЩЗ менше ніж 0,3 Гр, 26,3% осіб – від 0,3 до 1,0 Гр і 27,3% осіб – більше ніж 1,0 Гр (інформація була відсутня для 20 осіб); 50,8% обстежених були жінки, 49,2% – чоловіки; 34,2% осіб на момент аварії на ЧАЕС мали вік до 4 років, 29,7% – від 5 до 9 років, 29,9% – від 10 до 14 років, 6,2% – від 15 до 18 років включно. Надалі другий цикл обстеження (2001-2003 роки) пройшли 12 419 учасників УАП, третій (2003-2005 роки) – 11 745,

четвертий (2005-2008 роки) – 10 187 і п'ятий (2012-2015 роки) – 10 146. 26,7% учасників УАП змінили місце проживання. Поширеність захворювань ЩЗ серед учасників УАП залежно від циклу скринінгу становила: злоякісні новоутворення – 4,38-16,77 випадку на 1000 людино-років, фолікулярні аденоми – 0,51-3,65, дифузний нетоксичний зоб – 200,44-225,80, дифузний токсичний зоб – 0,60-1,87, нетоксичний вузловий зоб – 19,71-173,86, автоімунний тиреоїдит – 4,61-14,14, післяопераційний гіпотиреоз – 5,36-16,16 і набутий гіпотиреоз – 0,81-1,28. Останніми роками проводяться заходи з підтримання когорти УАП, у рамках яких було охоплено 12 274 учасників когорти (92,7% від загальної кількості), 11 532 з них (87,0%) надали згоду на подальшу участь у Проєкті. **Висновки.** За 17 років виконання УАП вдалося утримати 76,5% учасників. Поширеність злоякісних новоутворень (як довічного діагнозу), дифузного токсичного зоба, нетоксичного вузлового зоба, автоімунного тиреоїдиту і післяопераційного гіпотиреозу поступово зростала. Поширеність фолікулярної аденоми та дифузного нетоксичного зоба мала тенденцію до зниження. Поширеність набутого гіпотиреоза залишалась без змін. Поширеність майже всіх захворювань ЩЗ значно перевищувала офіційні дані для України та північних регіонів України (зокрема, Житомирської, Київської та Чернігівської областей). **Перспективи.** Відновлення активних обстежень після скасування воєнного стану та нормалізації ситуації в Україні.

Ключові слова: аварія на Чорнобильській атомній електростанції, Українсько-Американська когорта, тиреоїдна патологія.

У низці епідеміологічних досліджень показано, що вплив зовнішнього рентгенівського та γ -випромінювання пов'язаний зі збільшенням захворюваності на рак ЩЗ. Ризик, пов'язаний з опроміненням, зростає приблизно лінійно з дозою, а величина збільшення залежить від віку на момент опромінення, будучи вищою для дітей, ніж для дорослих [1]. Також повідомлялося, що зовнішнє опромінення пов'язане з автоімунним тиреоїдитом, гіпотиреозом та гіперпаратиреозом [2, 3].

Через свою здатність концентрувати йод та вбудовувати його в тиреоглобулін, ЩЗ особливо піддається потенційному ризику від внутрішнього опромінення радіоізотопами йоду. Ризик захворювання ЩЗ внаслідок впливу атмосферних радіоактивних опадів є складнішим, головним чином через труднощі, що виникають у реконструкції доз опромінення.

Епідеміологічні дані, що стосуються впливу радіойоду та ризику раку ЩЗ у дітей, дуже обмежені порівняно з відповідними даними щодо зовнішнього опромінення рентгенівським та γ -випромінюванням. Ризики від радіойоду є вкрай важливими як через його медичне використання, так і тому, що радіойод потенційно є одним із найважливіших викидів внаслідок аварій на ядерних об'єктах.

Вплив радіоактивних опадів на велику кількість населення внаслідок аварії на ЧАЕС в Україні 26 квітня 1986 року став серйозною проблемою з погляду охорони здоров'я, соціального та економічного погляду. Все ж таки, це створило можливість дослідити вплив радіойоду (головним чином ^{131}I) на ЩЗ,

особливо в дітей. Однак кількісний внесок радіації в це збільшення ще належить остаточно визначити, оскільки інші фактори, такі як програми скринінгу населення на рак ЩЗ, також могли сприяти цьому зростанню.

Для отримання нових даних із цієї проблеми в 1998 році було започатковане виконання УАП. До його виконання були залучені провідні установи двох країн: з американської сторони – Національний інститут раку США (National Cancer Institute, NCI, USA), що входить до структури Національного інституту здоров'я (National Institutes of Health, NIH), а також Колумбійський університет (Columbia University in the City of New York); із української сторони – ІЕОР та відділ дозиметрії та радіаційної гігієни ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини, гематології та онкології НАМН України». Детальна інформація про спільний УАП була представлена в попередніх публікаціях [4, 5].

Мета роботи – характеристика учасників УАП у проспективному когортному дослідженні залежно від дози опромінення ЩЗ, віку на момент аварії на ЧАЕС, статі та соціального статусу, аналіз міграції та результати планового, додаткового та поглибленого обстеження учасників УАП.

Матеріал і методи

Згідно з Протоколом УАП протягом п'яти циклів усі учасники УАП проходили обстеження стаціонарною бригадою на базі ІЕОР і виїзними

бригадами співробітників ІЕОР за місцем проживання (у лікарнях, поліклініках, амбулаторіях або на фельдшерсько-акушерських пунктах). До початку обстеження кожному учаснику детально пояснювали мету і завдання УАП, після чого отримували письмову згоду від повнолітніх учасників або від батьків учасників УАП, які на момент першого обстеження не досягли 16-річного віку, на участь у ньому.

Безпосередньо сама процедура обстеження учасників УАП складалася з реєстрації, забору крові для наступного визначення рівнів гормонів, антитіл та іонізованого кальцію, збору сечі для наступного визначення рівня йоду в сечі, пальпації та ультразвукового обстеження ЩЗ спеціалістом УЗД, а також пальпації ЩЗ і клінічного обстеження лікарем-ендокринологом. Всі учасники УАП, яким на момент аварії було 10 або більше років, або батьки тих учасників УАП, які на момент аварії були молодші 10 років, проходили дозиметричне опитування для встановлення місця перебування і пересування, способу життя, характеру харчування і можливої йодної профілактики учасника УАП у післяаварійний період із метою реконструкції дози опромінення його ЩЗ.

При формуванні діагнозів в «Остаточних ендокринологічних висновках» лікарі-ендокринологи використовували Міжнародну класифікацію захворювань 9-го перегляду: злоякісні новоутворення (код 193), фолікулярна аденома (код 226), дифузний нетоксичний зоб (код 240), дифузний токсичний зоб (код 242.0), нетоксичний вузловий зоб (код 241), автоімунний тиреоїдит (код 245.2), післяопераційний гіпотиреоз (код 244.0) і набутий гіпотиреоз (код 244.9). Діагноз автоімунного тиреоїдиту встановлювали згідно із сукупністю критеріїв [6].

Виконання УАП отримало схвалення Ethical Committee of National Cancer Institute (США) і Комісії з питань етики ІЕОР. Також усі потенційні учасники УАП (або батьки учасників УАП, які на момент першого обстеження не досягли 16-річного віку) дали письмову інформовану згоду на участь у медичному обстеженні за УАП.

Результати та обговорення

В цілому, за період із квітня 1998 року до грудня 2000 року включно пройшли медичне

обстеження 13 243 потенційних учасників УАП (табл. 1), що становить 65,8% від загальної кількості запрошених [4, 7]. Понад половину всіх обстежених (51,2%) мешкали в Чернігівській області, 26,9% – у Житомирській та 15,0% – у Київській. Найвища явка (88,8%) зафіксована в Ріпкинському районі Чернігівської області, а найнижча – у Народицькому районі Житомирської області (51,6%), у Поліському (48,8%) і Прип'ятському (54,6%) районах Київської області. Останні в післяаварійний період потрапили в зони обов'язкового і добровільного відселення людей, що значною мірою вплинуло на цей показник.

Серед обстежених 46,4% осіб отримали дозу опромінення ЩЗ менше ніж 0,3 Гр, 26,3% осіб – від 0,3 до 1,0 Гр і 27,3% осіб – більше ніж 1,0 Гр [7]. 34,2% осіб на момент аварії на ЧАЕС мали вік до 4 років, 29,7% – від 5 до 9 років, 29,9% – від 10 до 14 років, 6,2% – від 15 до 18 років включно. Серед обстежених 50,8% були жінки, 49,2% – чоловіки.

9441 особа (тобто 71,3% від загальної кількості учасників УАП) пройшли обстеження виїзними бригадами за місцем постійного проживання або тимчасового перебування, а 3802 особи (28,7%) – стаціонарною бригадою в ІЕОР [7]. Зокрема, обстеження стаціонарною бригадою пройшли 1622 жителя Козелецького району Чернігівської області (42,7% від загальної кількості обстежених стаціонарною бригадою), 858 жителів Києва (22,6%), 825 жителів неконтрольованих районів Київської області (21,7%) та 350 жителів неконтрольованих районів Житомирської області (9,2%).

На момент першого скринінгового обстеження 7244 особи (54,7% від загальної кількості обстежених) постійно проживали в населених пунктах сільського типу (селах та селищах), а 5999 осіб (45,3%) були мешканцями селищ міського типу та міст [7]. При цьому 2110 осіб (15,9%) мешкало в районних центрах, 1544 особи (11,6%) – в обласних центрах і 877 осіб – (6,6%) у місті Києві.

Соціальний статус обстежених учасників УАП був таким: учні та студенти (4309 осіб або 32,5%), промислові працівники – водії, слюсарі, різнороби та інші (1719 осіб або 13,0%), спеціалісти – вчителі, бухгалтери, інженери та інші (1553 особи або 11,7%), сільськогосподарські працівники – механізатори, доярки,

пастухи та інші (576 осіб або 4,3%), інші категорії – продавці, санітарки, охоронці та інші (1511 осіб або 11,4%), а 3573 особи (27,1%) не мали постійного заняття [7].

Сімейний статус обстежених учасників УАП був таким: 8391 особа (63,4%) були неодружені, 4636 осіб (35,0%) – одружені, а для 216 осіб (1,6%) інформації з цього питання

Таблиця 1. Загальна характеристика учасників УАП за циклами обстеження

Table 1. General characteristics of UAP participants by examination cycles

Показники Indicators	Цикли обстеження Examination cycles				
	1-й / 1 st (1998-2000)	2-й / 2 nd (2001-2003)	3-й / 3 rd (2003-2005)	4-й / 4 th (2005-2008)	5-й / 5 th (2012-2015)
Кількість осіб, n Number of persons, n	13 243	12 419	11 745	10 187	10 146
Стать Sex					
чоловіча male	6514 (49,2%)	6016 (48,4%)	5621 (47,9%)	4731 (46,4%)	4589 (45,2%)
жіноча female	6729 (50,8%)	6403 (51,6%)	6124 (52,1%)	5456 (53,6%)	5557 (54,8%)
Вік на момент аварії на ЧАЕС, роки Age at the time of the Chernobyl accident, years					
≤4	4527 (34,2%)	4306 (34,7%)	4064 (34,6%)	3470 (34,1%)	3354 (33,1%)
5-9	3935 (29,7%)	3664 (29,5%)	3450 (29,4%)	2963 (29,1%)	2989 (29,5%)
10-14	3963 (29,9%)	3682 (29,6%)	3506 (29,8%)	3088 (30,3%)	3141 (30,9%)
≥15	818 (6,2%)	767 (6,2%)	725 (6,2%)	666 (6,5%)	662 (6,5%)
M±m (n)	7,31±0,04 (13 243)	7,27±0,04 (12 419)	7,28±0,04 (11 745)	7,36±0,05 (10 187)	7,45±0,05 (10 146)
Me [Q1; Q3]	7 [3; 11]	7 [3; 11]	7 [3; 11]	7 [3; 11]	7 [3; 11]
мінімальне і максимальне значення minimum and maximum value	0; 18	0; 18	0; 18	0; 18	0; 18
Місце проживання на момент аварії на ЧАЕС Residential areas at the time of Chernobyl accident					
Житомирська область Zhytomyr oblast	3684 (27,8%)	3423 (27,5%)	3216 (27,4%)	2803 (27,5%)	2726 (26,9%)
Київська область Kyiv oblast	2600 (19,6%)	2380 (19,2%)	2185 (18,6%)	1745 (17,1%)	1824 (18,0%)
Чернігівська область Chernihiv oblast	6959 (52,6%)	6616 (53,3%)	6344 (54,0%)	5639 (55,4%)	5596 (55,1%)
Тип місця проживання на момент аварії на ЧАЕС Type of residential areas at the time of Chernobyl accident					
сільський rural	8491 (64,1%)	7945 (64,0%)	7530 (64,1%)	6521 (64,0%)	6413 (63,2%)
міський urban	4752 (35,9%)	4474 (36,0%)	4215 (35,9%)	3666 (36,0%)	3733 (36,8%)
Доза опромінення ЩЗ, Гр Thyroid radiation dose, Gy					
<0,3	8161 (61,8%)	7688 (62,1%)	7258 (61,9%)	6339 (62,4%)	6324 (62,5%)
0,3-1,0	3369 (25,5%)	3140 (25,3%)	2976 (25,4%)	2569 (25,3%)	2529 (25,0%)
>1,0	1679 (12,7%)	1557 (12,6%)	1483 (12,7%)	1249 (12,3%)	1266 (12,5%)
дані відсутні no data	34	34	28	30	27

не було [7]. У 7306 учасників першого обстеження (55,2%) був один рідний брат або сестра, у 2913 учасників (22,0%) – двоє і в 1599 учасників (12,1%) – троє братів чи сестер, які не потрапили в число потенційних учасників УАП. 1080 учасників першого обстеження (8,1%) не мали братів або сестер, а для 345 учасників (2,6%) інформація була відсутня.

На жаль, кількість активних учасників УАП поступово зменшувалася (на другий цикл прийшло 93,8% осіб порівняно з попереднім, на третій – 94,6%, на четвертий – 86,7% і на п'ятий – 99,6%). У результаті п'ятий цикл пройшли 76,6% осіб від усіх учасників УАП (див. табл. 1). При цьому співвідношення між чоловіками та жінками, розподілом на групи залежно від віку, місця та типу проживання на момент аварії на ЧАЕС, а також дози опромінення ЩЗ зазнали змін у межах декількох відсотків. При аналізі цих даних необхідно враховувати, що учасників УАП, які не з'явилися на чергове планове обстеження (або навіть декілька підряд), ми не виключали з когорти. Після завершення останнього на цей момент циклу скринінгового обстеження проводяться заходи з підтримання когорти УАП, у рамках яких було здійснено контакти з 12 274 учасниками когорти, що становить 92,75% від її загального об'єму, 11 532 з них (87,0%) у процесі анкетування повідомили про свою згоду на подальшу участь в УАП.

У подальшій роботі ми плануємо проаналізувати за цими показниками селективне вибуття в когорти УАП та її репрезентативність на кожному циклі. Раніше ми показали, що група учасників УАП із вузловими утвореннями ЩЗ, які пройшли ТАПБ і/або хірургічне лікування з приводу тиреоїдної патології, є репрезентативною для всієї когорти, оскільки відсутнє селективне вибуття за дозою опромінення ЩЗ та статтю учасника, віком і типом місця проживання на момент аварії на ЧАЕС [8]. Це гарантує збереження репрезентативності вибірки для оцінки ризиків.

Ми не проводили спеціальних соціологічних досліджень, але можливими причинами зниження активності учасників УАП можуть бути недостатня увага до власного здоров'я в молодому віці, самозаспокоєність при відсутності захворювань або відхилень, страх перед медичними маніпуляціями, забобонні

переконавання про експериментальний характер обстежень, логістичні проблеми (в основному для мешканців неконтрольованих районів) тощо.

Останнє пояснюється значними міграційними процесами впродовж 17 років активних обстежень, про що свідчить порівняльний аналіз розподілу учасників УАП за фактичним місцем проживання або постійного перебування на момент проходження кожного з п'яти циклів обстеження (табл. 2). Ця інформація цілком об'єктивна, оскільки отримана з локаторної форми, яку заповнювали на кожному циклі.

Міграція в період між першим циклом і циклом, коли учасник УАП востаннє взяв участь в обстеженні, відбувалася в межах селищної ради (268 випадків), району (900), області (1230) або України (995) (табл. 3). 22 учасники УАП виїхали за межі країни. Таким чином, загальна кількість учасників УАП, які мігрували становила 3415 осіб або 26,7% від всіх учасників УАП, що пройшли більше одного циклу (12 797). У цьому показнику не враховані ті особи, які між першим і останнім обстеженнями змінювали своє місце проживання, але в кінцевому підсумку повернулися назад.

Для учасників УАП, які пройшли медичне обстеження, були оформлені «Остаточні ендокринологічні висновки». Виняток становила невелика група осіб (0,01-0,50% залежно від циклу), які відмовилися від повного обстеження на черговому циклі, або не пройшли додаткове обстеження (зокрема, ТАПБ ЩЗ) і/або хірургічне лікування у випадку підозри на злоякісні новоутворення ЩЗ.

Частка учасників УАП, яким були поставлені діагнози тиреоїдної патології, поступово зростала від першого циклу (25,8% від кількості обстежених) до четвертого (35,7%), після чого значно понизилась на п'ятому (19,9%), що пов'язано зі змінами протоколу обстеження (табл. 4). Слід зазначити, що в проміжку між четвертим та п'ятим циклом загального скринінгу були проведені обстеження за скороченим протоколом для учасників із раніше виявленою вузловою патологією, у процесі яких було виявлено, зокрема, 15 випадків раку ЩЗ та 7 випадків фолікулярної аденоми. Результати цього обстеження не включені в таблицю, оскільки були отримані не в рамках загальних скринінгів (табл. 4).

Таблиця 2. Місце проживання учасників УАП за циклами обстеження**Table 2.** Residence place of UAP participants by examination cycles

Показники Indicators	Цикли обстеження Examination cycles				
	1-й / 1 st (1998-2000)	2-й / 2 nd (2001-2003)	3-й / 3 rd (2003-2005)	4-й / 4 th (2005-2008)	5-й / 5 th (2012-2015)
Кількість осіб, n Number of persons, n	13 243	12 419	11 745	10 187	10 146
Місце проживання Residential areas					
Житомирська область Zhytomyr oblast	3560	3279	3060	2686	2466
Народицький район Narodychi raion	864	762	685	594	550
Овруцький район Ovruch raion	2247	2040	1901	1731	1464
інші райони other raions	449	477	474	361	452
Київська область Kyiv oblast	1993	1800	1668	1395	1533
Іванківський район Ivankiv raion	794	693	642	575	509
Поліський район Polisya raion	81	72	68	56	47
Чорнобильський район Chornobyl raion	8	6	7	4	3
м. Прип'ять Prypyat city	7	0	0	0	0
інші райони other raions	1103	1029	951	760	974
Чернігівська область Chernihiv oblast	6778	6419	6127	5449	5000
Козелецький район Kozelets raion	1832	1724	1639	1409	1139
Ріпкинський район Ripky raion	1502	1385	1243	1079	922
Чернігівський район Chernihiv raion	1918	1714	1482	1360	1156
м. Чернігів Chernihiv city	1487	1548	1710	1566	1713
інші райони other raions	39	48	53	35	70
м. Київ Kyiv city	869	873	855	634	1039
Інші області Other oblasts	24	29	23	13	27
Інші країни Other countries	5	13	11	3	6
Дані відсутні No data	14	6	1	7	75

Таблиця 3. Характеристика мігрантів учасників УАП
Table 3. Migration characteristics of UAP participants

	Початкові адміністративно-територіальні одиниці міграції Initial administrative and territorial units of migration																					
	Житомирська область Zhytomir oblast	Народичський район Naroduchii raion	Овруцький район Ovruch raion	інші райони other raions	Київська область Kyiv oblast	Іванківський район Ivankiv raion	Поліський район Polissya raion	Чорнобильський район Chornobyl raion	м. Прип'ять Prypyat city	інші райони other raions	Чернігівська область Chernihiv oblast	Козелецький район Kozelets raion	Пінківський район Pinkivskiy raion	Ріпківський район Ripky raion	Чернігівський район Chernihiv raion	м. Чернігів Chernihiv city	інші райони other raions	м. Київ Kyiv city	інші області other oblasts	Інші країни Other countries	Дані відсутні No data	Всього Total
Житомирська область Zhytomir oblast	3212	769	2069	374	5	1	0	0	0	0	4	6	1	0	3	1	1	13	2	0	2	3240
Народичський район Naroduchii raion	710	678	22	10	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	713
Овруцький район Ovruch raion	1946	19	1924	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	1	0	2	1955
інші райони other raions	556	72	123	361	4	1	0	0	0	3	6	1	0	3	1	1	5	5	1	0	0	572
Київська область Kyiv oblast	79	31	36	12	1714	694	74	8	1	937	204	61	54	74	11	4	43	1	0	0	1	2042
Іванківський район Ivankiv raion	7	1	4	2	668	663	3	2	0	0	1	1	0	0	0	0	3	1	0	0	1	681
Поліський район Polissya raion	3	0	3	0	66	1	61	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69
Чорнобильський район Chornobyl raion	0	0	0	0	7	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8
м. Прип'ять Prypyat city	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
інші райони other raions	69	30	29	10	973	26	10	3	1	933	203	60	54	74	11	4	39	0	0	0	0	1284
Чернігівська область Chernihiv oblast	5	0	5	0	16	1	0	0	0	15	6078	1543	1370	1760	1374	31	9	0	0	2	8	6118

Продовження таблиці 3

Кінцеві адміністративно-територіальні одиниці міграції Final administrative and territorial units of migration	Початкові адміністративно-територіальні одиниці міграції Initial administrative and territorial units of migration																	Всього Total		
	Народницький район Narodulchi raion	Овруцький район Ovruch raion	інші райони other raions	Київська область Kyiv oblast	Іванківський район Ivanків raion	Поліський район Polysya raion	Чорнобильський район Chornobyl raion	м. Прип'ять Prypyat city	інші райони other raions	Чернівецька область Cherniviv oblast	Козелецький район Kozelets raion	Ріпкинський район Ripky raion	Чернівецький район Cherniviv raion	м. Чернітв Chernitv city	інші райони other raions	м. Київ Kyiv city	Інші області Other oblasts		Інші країни Other countries	Дані відсутні No data
Козелецький район Kozelets raion	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1470	1454	4	8	4	0	9	0	0	1	1482
Ріпкинський район Ripky raion	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1151	0	1129	10	10	2	0	0	2	1	1156
Чернівецький район Cherniviv raion	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1435	13	15	1354	48	5	0	0	0	3	1440
м. Чернігів Chernihiv city	3	0	3	7	0	0	0	0	7	1941	63	202	375	1299	2	0	0	0	3	1954
інші райони other raions	2	0	2	3	1	0	0	0	2	81	13	20	13	13	22	0	0	0	0	86
м. Київ Kyiv city	112	31	47	150	53	4	0	6	87	293	185	34	30	43	1	740	0	0	1	1296
інші області other oblasts	21	4	15	2	9	2	0	0	7	22	5	6	6	5	0	1	7	0	0	60
Інші країни Other countries	6	1	3	2	0	0	0	0	0	13	0	9	2	2	0	2	0	1	0	22
Дані відсутні No data	125	28	72	25	99	43	3	0	53	162	37	29	43	51	2	61	14	2	2	465
Всього Total	3560	864	2247	449	1993	794	81	8	7	1103	1832	1502	1918	1487	39	869	24	5	14	13243

Таблиця 4. Поширеність тиреоїдної патології серед учасників УАП за циклами обстеження**Table 4.** Prevalence of thyroid pathology among UAP participants by examination cycles

Показники Indicators	Цикли обстеження Examination cycle				
	1-й / 1 st	2-й / 2 nd	3-й / 3 rd	4-й / 4 th	5-й / 5 th
	(1998-2000)	(2001-2003)	(2003-2005)	(2005-2008)	(2012-2015)
Кількість обстежених осіб, n Number of examined persons, n	13 243	12 419	11 744	10 186	10 146
Кількість учасників з остаточними висновками, n Number of participants with final conclusions, n	13 216	12 402	11 714	10 135	10 145
Кількість учасників із діагнозами (у тому числі, множинними), n Number of participants with diagnoses (including multiple), n	3415	3346	3415	3638	2016
Злоякісні новоутворення					
Malignant neoplasms					
Кількість осіб, n ** Number of persons, n **	58	90	107	123	170
Поширеність, випадків на 1000 людино-років Prevalence, cases per 1000 person-year	4,38	7,29	9,10	12,10	16,77
Критерій Пірсона χ^2 The Pearson criterion χ^2					
Офіційні дані, випадків на 100 000 населення * Official data, cases per 100,000 population *			<u>123,8/52,4</u> 35,3/90,1		
Фолікулярна аденома					
Follicular adenoma					
Кількість осіб, n Number of persons, n	25	10	6	6	37
Поширеність, випадків на 1000 людино-років Prevalence, cases per 1000 person-year	1,89	0,81	0,51	0,59	3,65
Критерій Пірсона χ^2 The Pearson criterion χ^2					
Офіційні дані, випадків на 100 000 населення * Official data, cases per 100,000 population *			дані відсутні no data		
Дифузний нетоксичний зоб					
Diffuse nontoxic goiter					
Кількість осіб, n Number of persons, n	2934	2634	2354	2300	--#
Поширеність, випадків на 1000 людино-років Prevalence, cases per 1000 person-year	221,55	212,09	200,44	225,80	--#
Критерій Пірсона χ^2 The Pearson criterion χ^2					--#
Офіційні дані, випадків на 100 000 населення * Official data, cases per 100,000 population *			<u>6122,4/3989,7</u> 2759,6/2147,1		
Дифузний токсичний зоб					
Diffuse toxic goiter					
Кількість осіб, n Number of persons, n	8	11	18	19	--#
Поширеність, випадків на 1000 людино-років Prevalence, cases per 1000 person-year	0,60	0,89	1,53	1,87	--#
Критерій Пірсона χ^2 The Pearson criterion χ^2					--#
Офіційні дані, випадків на 100 000 населення * Official data, cases per 100,000 population *			дані відсутні no data		

Продовження таблиці 4

Показники Indicators	Цикли обстеження Examination cycle				
	1-й / 1 st	2-й / 2 nd	3-й / 3 rd	4-й / 4 th	5-й / 5 th
	(1998-2000)	(2001-2003)	(2003-2005)	(2005-2008)	(2012-2015)
Нетоксичний вузловий зоб Nontoxic nodular goiter					
Кількість осіб, n Number of persons, n	261	486	769	993	1764
Поширеність, випадків на 1000 людино-років Prevalence, cases per 1000 person-year	19,71	39,13	65,48	97,49	173,86
Критерій Пірсона χ^2 The Pearson criterion χ^2					
Офіційні дані, випадків на 100 000 населення * Official data, cases per 100,000 population *			424,9/986,8 197,9/677,3		
Автоімунний тиреоїдит Autoimmune thyroiditis					
Кількість осіб, n Number of persons, n	61	71	106	144	--#
Поширеність, випадків на 1000 людино-років Prevalence, cases per 1000 person-year	4,61	5,72	9,02	14,14	--#
Критерій Пірсона χ^2 The Pearson criterion χ^2					--#
Офіційні дані, випадків на 100 000 населення * Official data, cases per 100,000 population *			173,4/471,6 179,6/421,2		
Післяопераційний гіпотиреоз Postoperative hypothyroidism					
Кількість осіб, n Number of persons, n	71	102	115	129	164
Поширеність, випадків на 1000 людино-років Prevalence, cases per 1000 person-year	5,36	8,21	9,79	12,66	16,16
Критерій Пірсона χ^2 The Pearson criterion χ^2					
Офіційні дані, випадків на 100 000 населення * Official data, cases per 100,000 population *			дані відсутні no data		
Набутий гіпотиреоз Acquired hypothyroidism					
Кількість осіб, n Number of persons, n	16	10	15	12	--#
Поширеність, випадків на 1000 людино-років Prevalence, cases per 1000 person-year	1,21	0,81	1,28	1,18	--#
Критерій Пірсона χ^2 The Pearson criterion χ^2					--#
Офіційні дані, випадків на 100 000 населення * Official data, cases per 100,000 population *			160,3/205,1 115,2/229,3		

Примітка. Діагнози згідно «Остаточного ендокринологічного висновку»; враховуються всі діагнози в кожного учасника; # – дані відсутні; * – у чисельнику показники поширеності в Житомирській, Київській та Чернігівській областях за 2000 і 2015 роки; у знаменнику показники поширеності в Україні за 2000 і 2015 роки; ** – кількість діагнозів злоякісного новоутворення по циклам включає усі виявлені на цей момент випадки (у тому числі 11 випадків, виявлених до першого циклу), а також враховано довічний характер діагнозу злоякісного новоутворення.

Note. Diagnoses according to the «Final Endocrinological Conclusion»; all diagnoses of each participant are taken into account; # – data missing; * – in the numerator, prevalence rates in Zhytomyr, Kyiv and Chernihiv regions for 2000 and 2015; in the denominator, prevalence rates in Ukraine for 2000 and 2015; ** – the number of diagnoses of malignant neoplasms by cycle includes all cases detected at this time (including 11 cases detected before the first cycle), and also takes into account the lifelong nature of the diagnosis of malignant neoplasms.

Аналіз поширеності тиреоїдної патології серед учасників УАП показав поступове зростання цього показника для злоякісних новоутворень (як довічного діагнозу), дифузного токсичного зоба, нетоксичного вузлового зоба, автоімунного тиреоїдиту і післяопераційного гіпотиреозу (див. табл. 4). Поширеність фолікулярної аденоми і дифузного нетоксичного зоба мала тенденцію до зниження. Поширеність набутого гіпотиреозу залишалася майже без змін.

Майже всі показники поширеності основних нозологічних одиниць тиреоїдної патології в учасників УАП у разі перевищують офіційні показники по Україні (див. табл. 4). Виключенням є тільки набутий гіпотиреоз у класифікації УАП, оскільки його порівнювали з гіпотиреозом серед усього населення та не виключено, що там врахований і вроджений. Також при виконанні УАП був виділений лабораторний гіпотиреоз, діагноз якого ґрунтувався лише на результатах гормональних досліджень без виявленої клінічної симптоматики, а загальна кількість виявлених випадків на першому циклі становила 662, на 2-4-му у зв'язку з уточненням критеріїв зменшилася і становила 284-231 випадків за цикл.

При розрахунку офіційних узагальнених/середніх показників поширеності для Житомирської, Київської та Чернігівської областей враховували різну кількість населення в кожній із них.

Для порівняння показників поширеності на дифузний зоб склали окремі офіційні дані по I ст. і II-III ст. захворювання.

Важливо враховувати, що офіційна статистика дає дані по тиреотоксикозу із зобом і без нього, а в рамках УАП обліковували дифузний токсичний зоб, водночас просто тиреотоксикоз становив усього від 1 до 9 випадків на різних циклах.

Розбіжності в методології підрахунку офіційних даних по тиреоїдиту та наших по автоімунному тиреоїдиту можна ігнорувати, оскільки в рамках УАП інші форми тиреоїдиту не були зафіксовані. Дійсно суттєвим фактором у цьому порівнянні є різні критерії діагностики автоімунного тиреоїдиту, оскільки в рамках УАП використовували міжнародно визнані [6]. Також повідомлялося про відсутність єдиних критеріїв діагностики тиреоїдиту [9]. Хоча ми

запровадили їх після декількох циклів скринінгу, у публікації виконали відповідний перегляд і для перших. У таблиці враховані випадки, які підпадали під критерії встановленого тиреоїдиту, не включалися випадки імовірного тиреоїдиту, кількість випадків якого поступово зменшувалася від 212 на першому циклі до 77 на четвертому.

При аналізі поширеності на гіпотиреоз ми аналізували тільки набутий, хоча в офіційних даних мова йде про гіпотиреоз взагалі.

У період виконання УАП спостерігали щорічне збільшення частки гіпо- та гіпертиреозу, а також стабільне зростання показників поширеності тиреотоксикозу, тиреоїдиту та раку ЩЗ в цілому по Україні [10, 11].

При оцінці тиреоїдної патології в учасників УАП необхідно також враховувати наявний у районах їх постійного проживання дефіцит йоду [12], оскільки за умов йододефіциту та опромінення радіоактивним йодом ризик розвитку раку ЩЗ значно зростає [13]. Так, визначення показників йодурії в 11 926 учасників УАП під час першого скринінгового обстеження показало, що медіана концентрації йоду в сечі становила 41,7 мкг/л (95% довірчі інтервали – 40,4-42,5 мкг/л), тобто за класифікацією Всесвітньої організації охорони здоров'я спостерігався помірний йододефіцит [12].

Значне збільшення захворюваності раком ЩЗ у людей, які були дітьми й підлітками під час аварії на ЧАЕС і проживали в найбільш радіаційно забруднених регіонах, є беззаперечним фактом і пов'язане саме з дією високих доз радіоїоду [14].

Водночас статистично вірогідні епідеміологічні докази наявності зв'язку між опроміненням радіоїодом і ризиком розвитку злоякісних пухлин ЩЗ у дитячому віці залишаються вкрай обмеженими, а вплив інших чинників (зокрема, підвищення якості обстеження з метою виявлення тиреоїдного раку в населення) на збільшення цього показника недостатньо враховані. Ще менше доказів наявності радіаційно індукованої непухлинної патології ЩЗ. Тому дослідження в цьому напрямку мають вельми важливе науково-практичне значення і повинні бути продовжені.

Акумуляовані в рамках УАП персональна епідеміологічна і клінічна інформація та уточнені індивідуальні оцінки доз опромінення

ЩЗ учасників УАП будуть слугувати основою для моделювання залежностей «доза-ефект» і впливу модифікуючих чинників на ризик виникнення основних нозологічних одиниць тиреоїдної патології [15].

Висновки

1. За 17 років виконання Українсько-Американського когортного дослідження вдалося утримати 76,5% учасників.

2. Поширеність злоякісних новоутворень (як довічного діагнозу), дифузного токсичного зоба, нетоксичного вузлового зоба, автоімунного тиреоїдиту і післяопераційного гіпотиреозу поступово зростала.

3. Поширеність фолікулярної аденоми та дифузного нетоксичного зоба мала тенденцію до зниження.

4. Поширеність набутого гіпотиреоза залишалась без змін.

5. Поширеність злоякісних новоутворень, дифузного нетоксичного зоба, нетоксичного вузлового зоба і автоімунного тиреоїдиту значно перевищувала офіційні статистичні дані для України та північних регіонів України (зокрема, Житомирської, Київської та Чернігівської областей).

Перспективи подальших досліджень

Відновлення активних обстежень після скасування воєнного стану та нормалізації ситуації в Україні.

Список використаної літератури

- Shore RE. Issues and epidemiological evidence regarding radiation-induced thyroid cancer. *Radiat Res.* 1992 Jul;131(1):98-111.
- Nagataki S, Shibata Y, Inoue S, Yokoyama N, Izumi M, Shimaoka K. Thyroid diseases among atomic bomb survivors in Nagasaki. *JAMA.* 1994 Aug 3;272(5):364-70. Erratum in: *JAMA* 1995 Jan 25;273(4):288.
- Pacini F, Vorontsova T, Molinaro E, Shavrova E, Agate L, Kuchinskaya E, et al. Thyroid consequences of the Chernobyl nuclear accident. *Acta Paediatr Suppl.* 1999 Dec;88(433):23-7. doi: 10.1111/j.1651-2227.1999.tb14399.x.
- Тронько МД, Терещенко ВП, Пастер ІП, Дерев'яно АА, Чайковська ЛВ, Шпак ВМ, та ін. Спільний науковий Українсько-Американський тиреоїдний проект. I. Епідеміологічна характеристика процедури формування когорти та запрошення учасників проекту на перше скринінгове обстеження. *Міжнародний журнал радіаційної медицини (Україна).* 2005;7(1-4, спеціальний випуск):116-35 (Tronko MD, Tereshchenko VP, Pasteur IP, Derevyanko AA, Chaikovska LV, Shpak VM, et al. Joint scientific Ukraine-USA thyroid project. I. Epidemiological characteristic of the procedure of cohort formation and invitation of study subjects to the first screening examination. *Int J Radiat Med (Ukraine).* 2005;7(1-4, special issue):116-135. English, Ukrainian).
- Тронько МД, Замотаєва ГА, Шпак ВМ, Терехова ГМ, Лапікура ОВ, Діденко ЮА. Хронологія виконання та перспективи Українсько-Американського тиреоїдного Проєкту. *Ендокринологія.* 2025 Березень 30;30(1):78-88 (Tronko MD, Zamotayeva HA, Shpak VM, Terekhova HM, Lapikura OV, Didenko YuA. Chronology of implementation and prospects of the Ukrainian-American Thyroid Project. *Endokrynologia.* 2025 Mar 30;30(1):78-88. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2025.30-1.78.
- Tronko MD, Brenner AV, Olijnyk VA, Robbins J, Epstein OV, McConnell RJ, et al. Autoimmune thyroiditis and exposure to iodine 131 in the Ukrainian cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chernobyl accident: results from the first screening cycle (1998-2000). *J Clin Endocrinol Metab.* 2006 Nov;91(11):4344-51. doi: 10.1210/jc.2006-0498.
- Тронько МД, Терещенко ВП, Пастер ІП, Шпак ВМ, Дерев'яно АА, Чайковська ЛВ, та ін. Спільний науковий Українсько-Американський тиреоїдний проект. II. Епідеміологічна характеристика процедури першого скринінгового обстеження учасників проекту. *Ендокринологія.* 2009 Червень 08;14(2):166-87 (Tronko MD, Tereshchenko VP, Pasteur IP, Shpak VM, Derevyanko AA, Chaikovska LV, et al. The joint scientific Ukraine-USA Thyroid Project. II. Epidemiological characteristic of the procedure of first screening examination of study subjects. *Endokrynologia.* 2009 Jun 08;14(2):166-187. Ukrainian).
- Замотаєва ГА, Лапікура ОВ, Пастер ІП. Селективне вибуття та репрезентативність у тиреоїдному когортному дослідженні: аналіз проходження тонкоігольової аспіраційної пункційної біопсії та хірургічного лікування пацієнтами з вузловими утвореннями щитоподібної залози. *Ендокринологія.* 2025 Грудень 30;30(4):325-41 (Zamotayeva HA, Lapikura OV, Pasteur IP. Selective attrition and representativeness in the thyroid cohort study: analysis of fine-needle aspiration biopsy and surgical treatment among participants with thyroid nodules. *Endokrynologia.* 2025 Dec 30;30(4):325-341. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2025.30-4.325.
- Митник ЗМ, Жданова МП, Крушинська ЗГ, Голубчиков МВ, Ларін ОС, Тафтаєв СМ, та ін. Стан ендокринологічної служби України в 2007 р. та перспективи розвитку медичної допомоги хворим з ендокринною патологією. *Міжнародний ендокринологічний журнал.* 2008;(3):8-15 (Mytnyk ZM, Zhdanova MP, Krushynska ZG, Golubchikov MV, Larin OS, Taftay SM, et al. The state of the endocrinological service of Ukraine in 2007 and prospects for the development of medical care for patients with endocrine pathology. *International Journal of Endocrinology (Ukraine).* 2008;(3):8-15. Ukrainian).
- Ларін ОС, Паньків ВІ, Селіваненко МІ, Грачова ОО. Аналіз діяльності ендокринологічної служби України у 2010 році та перспективи розвитку медичної допомоги хворим з ендокринною патологією. *Міжнародний ендокринологічний журнал.* 2011;(3):10-18 (Larin OS, Pankiv VI, Selivanenko MI, Grachova OO. Analysis of the activities of the endocrinological service of Ukraine in 2010 and prospects for the development of medical care for patients with endocrine pathology. *International Journal of Endocrinology (Ukraine).* 2011;(3):10-18. Ukrainian).
- Ткаченко ВІ, Максимець ЯА, Видиборець НВ, Коваленко ОФ. Аналіз поширеності тиреоїдної патології та захворюваності на неї серед населення Київської області та України за 2007-2017 рр. *Міжнародний ендокринологічний журнал.* 2018;14(3):272-277 (Tkachenko VI, Maksymets YaA, Vydiborets NV, Kovalenko OF. Analysis of the prevalence and morbidity of thyroid pathology among the population of Kyiv region and Ukraine for 2007-2017. *International Journal of Endocrinology (Ukraine).* 2018;14(3):272-277. Ukrainian). doi: 10.22141/2224-0721.14.3.2018.136426.
- Tronko M, Kravchenko V, Fink D, Hatch M, Turchin V, McConnell R, et al. Iodine excretion in regions of Ukraine affected by the Chernobyl Accident: experience of the Ukrainian-American cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases. *Thyroid.* 2005 Nov;15(11):1291-7. doi: 10.1089/thy.2005.15.1291.
- Cardis E, Kesminiene A, Ivanov V, Malakhova I, Shibata Y, Khrouch V, et al. Risk of thyroid cancer after exposure to 131I in

- childhood. *J Natl Cancer Inst.* 2005 May 18;97(10):724-32. doi: 10.1093/jnci/dji129.
14. Tronko M, Brenner A, Bogdanova T, Shpak V, Hatch M, Likhtarev I, et al. Thyroid Cancer Risk in Ukraine Following the Chernobyl Accident (The Ukrainian-American Cohort Thyroid Study). In: Yamashita S, Thomas G, editors. *Thyroid Cancer and Nuclear Accidents: Long-Term Aftereffects of Chernobyl and Fukushima*. Chapter 8. Academic Press; 2017. p. 77-86. doi: 10.1016/B978-0-12-812768-1.00008-3.
 15. Tronko MD, Howe GR, Bogdanova TI, Bouville AC, Epstein OV, Brill AB, et al. A cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the chornobyl accident: thyroid cancer in Ukraine detected during first screening. *J Natl Cancer Inst.* 2006 Jul 5;98(13):897-903. doi: 10.1093/jnci/djj244.

Список скорочень

ІЕОР – ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України»

УАП – Українсько-Американський проєкт «Науковий проєкт вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС»

ЧАЕС – Чорнобильська атомна електростанція

ЩЗ – щитоподібна залоза

UKRAINIAN-AMERICAN PROSPECTIVE COHORT STUDY OF THE STATE OF THYROID SYSTEM AFTER THE CHORNOBYL NPP ACCIDENT

M.D. Tronko, O.V. Lapikura, G.A. Zamotayeva,

O.I. Kovzun, H.M. Terekhova, I.P. Pasteur

State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»

Abstract. Epidemiological data regarding the effects of radioactive iodine and the risk of thyroid cancer in children are very limited. The exposure of large populations to radioactive fallout as a result of the Chernobyl nuclear power plant (ChNPP) accident in Ukraine on April 26, 1986 has become a serious public health, social and economic problem. **The aim** of the work is to characterize individuals in a prospective cohort study depending on the thyroid radiation dose, age at the time of the Chernobyl accident, gender and social status, analysis of migration and results of routine, additional and in-depth examination. **Material and methods.** In 1998, the joint Ukrainian-American project «Scientific Project for the Study of Cancer and Other Thyroid Diseases in Ukraine as a Result of the Chernobyl Accident» (UAP) was launched, which provided a survey of residents of Ukraine: a) who at the time of the Chernobyl accident were permanent residents of the Kyiv and Chernihiv regions; b) who were under 18 years of age at the time of the accident; c) who underwent thyroid radiometry in the first weeks after the Chernobyl accident, and d) who were selected using a random sampling method. The examination procedure for UAP participants consisted of registration, thyroid ultrasound examination of the thyroid gland, blood analysis (determining levels of thyroid-stimulating hormone, free thyroxine, thyroglobulin, ionized calcium, antibodies to thyroid thyroperoxidase and thyroglobulin), determination of iodine lev-

els in urine, and an endocrinologist consultation with palpation of the thyroid gland, as well as a survey to reconstruct the thyroid radiation doses. If necessary, additional in-depth examination was prescribed at the clinic of the State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine» (in particular, fine-needle aspiration puncture biopsy of the thyroid gland) and appropriate treatment.

Results. During the period from April 1998 to December 2000 inclusive, 13,243 potential UAP participants underwent the first cycle of examination, of which 46.4% had a thyroid radiation dose of less than 0.3 Gy, 26.3% – from 0.3 to 1.0 Gy and 27.3% – more than 1.0 Gy (information was missing for 20 people); 50.8% of those examined were women, 49.2% were men; 34.2% of people were under 4 years of age at the time of the Chernobyl accident, 29.7% – from 5 to 9 years old, 29.9% – from 10 to 14 years old, 6.2% – from 15 to 18 years old inclusive. Subsequently, the second cycle of the examination (2001-2003) was completed by 12,419 Project participants, the third (2003-2005) – 11,745, the fourth (2005-2008) – 10,187 and the fifth (2012-2015) – 10,146. 26.7% of UAP participants changed their place of residence. The prevalence of thyroid diseases among UAP participants, depending on the screening cycle, was: malignant neoplasms – 4.38-16.77 cases per 1000 person-years, follicular adenomas – 0.51-3.65, diffuse non-toxic goiter – 200.44-225.80, diffuse toxic goiter – 0.60-1.87, non-toxic nodular goiter – 19.71-173.86, autoimmune thyroiditis – 4.61-14.14, postoperative hypothyroidism – 5.36-16.16 and acquired hypothyroidism – 0.81-1.28. In recent years, activities have been carried out to support the UAP cohort, reaching 12,274 cohort participants (92.7% of the total), 11,532 of whom (87.0%) agreed to continue participating in the Project. **Conclusions.** Over 17 years of UAP implementation, 76.5% of participants were retained. The prevalence of malignant neoplasms, diffuse toxic goiter, nontoxic nodular goiter, autoimmune thyroiditis and postoperative hypothyroidism gradually increased. The prevalence of follicular adenoma and diffuse nontoxic goiter tended to decrease. The prevalence of acquired hypothyroidism remained unchanged. The prevalence of almost all thyroid diseases significantly exceeded official data for Ukraine and the northern regions of Ukraine (in particular, Zhytomyr, Kyiv, and Chernihiv oblast). Prospects. Resumption of active surveys after the lifting of martial law and normalization of the situation in Ukraine.

Keywords: Chernobyl nuclear power plant accident, Ukrainian-American cohort, thyroid pathology.

Для цитування: Тронько МД, Лапікура ОВ, Замотаєва ГА, Ковзун ОІ, Терехова ГМ, Пастер ІП. Українсько-Американське проспективне когортне дослідження стану тиреоїдної системи після аварії на Чорнобильській АЕС. *Ендокринологія*. 2026;31(1):5-18. DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.5.

Адреса для листування: Пастер Ігор Петрович; pasteur@ukr.net; ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», вул. Вишгородська, 69, Київ 04114, Україна.

Відомості про авторів: Тронько Микола Дмитрович, д-р мед. наук, проф., чл.-кор. НАН України, акад. НАМН України, завідувач

відділу фундаментальних і прикладних проблем ендокринології, в.о. директора Інституту, ORCID: 0000-0001-7421-0981; Лапікура Олесь Валерійович, співробітник Центру координації даних Українсько-Американського проєкту, ORCID: 0000-0001-7629-2933; Замотаєва Галина Анатоліївна, канд. біол. наук, старш. наук. співроб., головна наукова співробітниця відділу фундаментальних і прикладних проблем ендокринології, ORCID: 0000-0002-2298-0105; Ковзун Олена Ігорівна, д-рка біол. наук, проф., чл.-кор. НАМН України, заступниця директора Інституту з наукової роботи, ORCID: 0000-0002-6906-6636; Терехова Галина Миколаївна, канд. мед. наук, старш. наук. співроб., керівниця відділу загальної ендокринної патології, ORCID: 0000-0002-3195-446X; Пастер Ігор Петрович, канд. мед. наук, старш. наук. співроб., головний науковий співробітник відділу фундаментальних і прикладних проблем ендокринології, ORCID: 0000-0002-8199-833X.

Особистий внесок: Тронько М.Д. – розробка концепції статті; Лапікура О.В. – робота з базою даних, підготовка даних, статистичний аналіз даних; Замотаєва Г.А. – підготовка статті; Ковзун О.І. – редагування статті; Терехова Г.М. – аналіз клінічних даних; Пастер І.П. – ідея публікації, підбір і аналіз літератури, аналіз даних, підготовка статті.

Фінансування: дослідження проведено при фінансовій підтримці Українсько-Американського проєкту «Науковий проєкт вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС».

Декларація з етики: автори задекларували відсутність конфлікту інтересів і фінансових зобов'язань.

Стаття: надійшла до редакції 02.04.2026 р.; перероблена 03.04.2026 р.; прийнята до друку 09.04.2026 р.; надрукована 20.04.2026 р.

For citation: Tronko MD, Lapikura OV, Zamotayeva GA, Kovzun OI, Terekhova HM, Pasteur IP. Ukrainian-American prospective cohort study of the state of thyroid system after the Chornobyl NPP accident. *Endokrynologia*. 2026;31(1):5-18. DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.5.

Correspondence address: Pasteur Ihor Petrovych, pasteur@ukr.net, State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Vyshgorodska Str., 69, Kyiv 04114, Ukraine.

Information about the authors: Tronko Mykola Dmytrovych, Dr. Sci. (Medicine), Prof., Cor. Member of the NAS of Ukraine, Acad. of the NAMS of Ukraine, Head of the Department of Fundamental and Applied Problems of Endocrinology, Acting Director of the Institute, ORCID: 0000-0001-7421-0981; Lapikura Oles' Valeriyovych, Collaborator of Data Coordination Center of Ukrainian-American project, ORCID: 0000-0001-7629-2933; Zamotayeva Galyna Anatoliyivna, Cand. Sci. (Biology), Senior Research Fellow, Chief Researcher of the Department of Fundamental and Applied Problems of Endocrinology, ORCID: 0000-0002-2298-0105; Kovzun Olena Ihorivna, Dr. Sci. (Biology), Prof., Cor. Member of the NAMS of Ukraine, Deputy Director of the Institute for Scientific Affairs, ORCID: 0000-0002-6906-6636; Terekhova Halyna Mykolaiivna, Cand. Sci. (Medicine), Senior Research Fellow, Head of the Department of General Endocrine Pathology, ORCID: 0000-0002-3195-446X; Pasteur Ihor Petrovych, Cand. Sci. (Medicine), Senior Scientist, Chief Research Fellow of the Department of Fundamental and Applied Problems of Endocrinology, ORCID: 0000-0002-8199-833X.

Personal contribution: Tronko M.D. – development of the concept of the article; Lapikura O.V. – working with the database, data preparation, statistical data analysis; Zamotayeva G.A. – article preparation; Kovzun O.I. – editing the article; Terekhova H.M. – clinical data analysis; Pasteur I.P. – publication idea, literature selection and analysis, data analysis, article preparation.

Funding: the study was carried out within the funding support of Ukrainian-American project «Scientific Project to Study Cancer and Other Thyroid Diseases in Ukraine as a Result of the Chornobyl Nuclear Power Plant Accident».

Declaration of ethics: the authors declared no conflict of interest and financial obligations.

Article: received April 02, 2026; revised April 03, 2026; accepted April 09, 2026; published April 20, 2026.

DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.19

Аналіз віддалених наслідків опромінення радіоїодом після аварії на Чорнобильській АЕС: захворюваність на доброякісну тиреоїдну патологію в Українсько-Американській когорті

М.Д. Тронько,
О.В. Лапікура,
Г.А. Замотаєва,
Г.М. Терехова,
І.П. Пастер

ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка» НАМН України

Резюме. Аварія на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС) призвела до масштабного радіоактивного забруднення, при цьому основним дозоутворювальним чинником для населення, особливо дітей і підлітків, були радіоактивні ізотопи йоду (переважно ^{131}I), мішенню яких є щитоподібна залоза (ЩЗ). Оцінка віддалених наслідків такого опромінення залишається актуальною науковою проблемою. **Мета дослідження.** Оцінити показники захворюваності на доброякісну тиреоїдну патологію серед учасників Українсько-Американського проекту «Науковий проект вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС» (УАП) у віддалені строки після аварії та провести їх порівняльний аналіз з офіційними епідеміологічними даними для відповідних регіонів України загалом. **Матеріал і методи.** У 1998-2000 роках у межах класичного проспективного когортного дослідження, що реалізується у співпраці ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України» (ІЕОР) та Національного інституту раку США (National Cancer Institute, USA), було сформовано когорту осіб, які: а) на момент аварії постійно проживали або тимчасово перебували в найбільш радіаційно забруднених районах Житомирської, Київської та Чернігівської областей; б) були віком до 18 років на час аварії; в) пройшли радіометрію ЩЗ у перші тижні після аварії; г) були відібрані за методом випадкової вибірки. Програма обстеження включала реєстрацію, ультразвукове дослідження ЩЗ, лабораторні аналізи (тиреотропний гормон, вільний тироксин, тиреоглобулін, іонізований кальцій, антитіла до тиреопероксидази та тиреоглобуліну), визначення йоду в сечі, консультацію ендокринолога та анкетування для реконструкції доз опромінення ЩЗ. За показаннями проводили поглиблені обстеження, зокрема тонкогोलкову аспіраційну пункційну біопсію ЩЗ, і призначали відповідне лікування. Для аналізу використовували клінічні діагнози, встановлені за підсумковими ендокринологічними висновками. Проведено 5 активних циклів скринінгу: 1-й (1998-2000 роки), 2-й (2001-2003 роки), 3-й (2003-2005 роки), 4-й (2005-2008 роки) і 5-й (2012-2015 роки). Показники захворюваності на 2-5 ци-

клах розраховували з урахуванням середньої тривалості між обстеженнями та виражали у вигляді кількості випадків на 1000 людино-років. Статистичний аналіз виконували з використанням відповідних програмних пакетів. Усі учасники (або батьки неповнолітніх) надали письмову інформовану згоду. **Результати.** За даними обстеження встановлено суттєво вищі показники захворюваності серед учасників УАП на фолікулярну аденому, дифузний нетоксичний і токсичний зоб, вузловий нетоксичний зоб, аутоімунний тиреоїдит, післяопераційний та набутий гіпотиреоз порівняно з офіційними даними Міністерства охорони здоров'я України для відповідних регіонів і країни загалом. Підвищені показники значною мірою зумовлені особливостями реалізації УАП, притаманними масовим скринінговим програмам: активним медичним наглядом незалежно від наявності скарг, високою кваліфікацією персоналу, кращим матеріально-технічним забезпеченням і ширшим спектром діагностичних процедур. Додатково на відмінності могли впливати різні діагностичні критерії, йододефіцит у північних регіонах України та радіаційний фактор, дослідження якого є основною метою УАП. **Висновки.** Показники захворюваності на основні види доброякісної тиреоїдної патології серед учасників УАП через 12-29 років після аварії на ЧАЕС суттєво перевищують відповідні офіційні дані Міністерства охорони здоров'я України для північних регіонів та України за цей же період.

Ключові слова: аварія на Чорнобильській атомній електростанції, доброякісна тиреоїдна патологія, захворюваність.

Внаслідок аварії на ЧАЕС 26 квітня 1986 року мільйони людей зазнали впливу радіоактивних опадів, причому деякі особи отримали значне опромінення [1]. Оскільки опади містили суміш радіоактивних ізотопів йоду, які природним чином концентруються в ЩЗ [2], існувало занепокоєння, що довгострокові наслідки опромінення можуть включати дозозалежне збільшення кількості різних захворювань ЩЗ. На сьогодні встановлено сильний зв'язок між таким опроміненням і злоякісними новоутвореннями ЩЗ [3].

Після аварії на ЧАЕС патологія ЩЗ посіла перше місце серед усіх ендокринопатій в Україні [4]. У структурі захворювань ЩЗ, що входять до офіційної статистики, виділяють рак ЩЗ, дифузний зоб, вузловий зоб, тиреоїдит, гіпотиреоз, післяопераційний гіпотиреоз (2015 рік), тиреотоксикоз із зобом і без нього (2000 рік) або тиреотоксикоз (2015 рік) [5, 6].

Мета роботи – оцінити показники захворюваності на доброякісну тиреоїдну патологію серед учасників УАП у віддалені строки після аварії на ЧАЕС і провести їх порівняльний аналіз з офіційними епідеміологічними даними для відповідних регіонів та України загалом.

Матеріал і методи

Когорта УАП була сформована протягом першого циклу обстеження в 1998-2000 рр. В аналіз включено результати 4 циклів обстеження: другого (2001-2003 роки), третього (2003-2005 роки), четвертого (2005-2008 роки) і п'ятого (2012-2015 роки).

Процедура обстеження учасників УАП детально описана в попередніх публікаціях [7, 8].

Безпосередньо сама процедура обстеження учасників УАП складалася з реєстрації, забору крові для наступного визначення рівнів тиреотропного гормону, вільного тироксину, тиреоглобуліну, іонізованого кальцію, антитіл до тиреопероксидази та тиреоглобуліну, збору сечі для наступного визначення рівня йоду в сечі, пальпації та ультразвукового обстеження ЩЗ спеціалістом УЗД, пальпації ЩЗ і клінічного обстеження лікарем-ендокринологом, а також опитування з метою реконструкції доз опромінення ЩЗ.

При формуванні діагнозів в остаточних ендокринологічних висновках лікарі-ендокринологи використовували Міжнародну класифікацію захворювань 9-го перегляду: фолікулярна аденома (код 226), дифузний нетоксичний зоб (код 240), дифузний токсичний зоб (код 242.0), нетоксичний вузловий зоб (код 241), аутоімунний тиреоїдит (код 245.2), післяопераційний гіпотиреоз (код 244.0) і набутий гіпотиреоз (код 244.9). Діагноз аутоімунного тиреоїдиту ставили згідно з сукупністю критеріїв [9].

Показники захворюваності розраховували за 365 днів із врахуванням середньої тривалості між попереднім і поточним обстеженнями.

При розрахунку офіційних середніх показників захворюваності для Житомирської, Київської та Чернігівської областей враховували різну кількість населення в кожній із них.

Порівнюючи показники захворюваності на дифузний зоб складали окремі офіційні дані по I ст. і II-III ст. захворювання.

До початку першого обстеження кожному учаснику УАП детально пояснили мету та завдання УАП, а також процедуру обстеження. Також усі повнолітні особи (або батьки учасників УАП, які на момент першого обстеження не досягли 16-річного віку) дали письмову інформовану згоду на участь у медичному обстеженні.

Виконання УАП отримало схвалення Етичного комітету Національного інституту раку США (Ethical Committee of National Cancer Institute, USA) і Комісії з питань етики ІЕОР.

При проведенні статистичного аналізу використовували відповідні пакети програм.

Результати

Групу спостереження становили 13 243 учасники УАП, які пройшли перший цикл обстеження (табл. 1).

Якщо розподіл за статтю був майже однаковий, то за віком на момент аварії на ЧАЕС найбільш численною була підгрупа у віці ≤ 4 років (див. табл. 1). Більше ніж половина обстежених проживали в Чернігівській області та майже дві третини були жителями сільської місцевості. 61,8% становили особи з дозою опромінення ЩЗ $< 0,3$ Гр.

Аналіз захворюваності на доброякісну тиреоїдну патологію серед учасників УАП показав поступове зростання цього показника протягом 3-5 циклів обстеження для фолікулярної аденоми, нетоксичного вузлового зоба (окрім 5-го циклу) і аутоімунного тиреоїдиту, зниження – для дифузного нетоксичного зоба та післяопераційного гіпотиреозу, тенденцію до зростання – для дифузного токсичного зоба і набутого гіпотиреозу (табл. 2).

Найбільш виразне зростання цього показника встановлено для фолікулярної аденоми (у 4,4 раза протягом 3-5 циклів) (див. табл. 2). Водночас найбільше зменшення захворюваності встановлено для дифузного нетоксичного зоба (у 2,1 раза протягом 3-4 циклів).

Обговорення

Ми розрахували показники захворюваності на доброякісну тиреоїдну патологію серед учасників УАП протягом 2-5 циклів обстеження, які проводилися у 2001-2015 роках. Для порівняння з дорослим населенням відповідного регіону

Таблиця 1. Загальна характеристика учасників Проєкту

Table 1. General characteristics of Project participants

Показники Indicators	Кількість (%) Number (%)
Кількість осіб, n Number of persons, n	13243
Стать Sex	
Чоловіча Male	6514
Жіноча Female	6729
Вік на момент аварії на ЧАЕС, роки Age at the time of the Chernobyl accident, years	
≤ 4	4528
5-9	3935
10-14	3961
≥ 15	819
$M \pm m$ (n)	7,31 \pm 0,04
Me [Q1; Q3]	7 [3; 11]
мінімальне і максимальне значення minimum and maximum values	0; 18
Місце проживання на момент аварії на ЧАЕС Residential areas at the time of Chernobyl accident	
Житомирська область Zhytomyr oblast	3684
Київська область Kyiv oblast	2600
Чернігівська область Chernihiv oblast	6959
Тип місця проживання на момент аварії на ЧАЕС Type of residential areas at the time of Chernobyl accident	
сільський rural	8491
міський urban	4752
Доза опромінення ЩЗ, Гр Thyroid radiation dose, Gy	
$< 0,3$	8161
0,3-1,0	3369
$> 1,0$	1679
дані відсутні no data	34

та України в цілому використали офіційні дані Національної академії медичних наук України, Міністерства охорони здоров'я України та державної установи «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України» за 2000 і 2015 роки [5, 6]. В результаті отримали наступне.

Таблиця 2. Захворюваність на доброякісну тиреоїдну патологію серед учасників Проєкту за циклами обстеження**Table 2.** Incidence of benign thyroid pathology among Project participants by examination cycles

Показники Indicators	Цикли обстеження Examination cycle			
	2	3	4	5
	(2001-2003)	(2003-2005)	(2005-2008)	(2012-2015)
Кількість обстежених осіб, n Number of surveyed persons, n	12 419	11 744	10 186	10 146
Кількість учасників з остаточними висновками, n Number of participants with final conclusions, n	12 402	11 714	10 135	10 145
Кількість учасників із діагнозами (у тому числі, множинними), n Number of participants with diagnoses (including multiple), n	3241	3217	3333	1926
Середня тривалість між попереднім і поточним обстеженнями, дні Average duration between previous and current examinations, days	777	810	778	2690
Фолікулярна аденома Follicular adenoma				
Кількість осіб, n Number of persons, n	3	4	6	37
Частка осіб, випадків на 1000 обстежених осіб The proportion of persons, cases per 1000 examined persons	0,24	0,34	0,59	3,65
Захворюваність, випадків на 1000 людино-років Incidence, cases per 1000 person-years	0,11	0,15	0,28	0,49
Критерій Пірсона χ^2 The Pearson criterion χ^2		p=0,651 (2-3)	p=0,002 (3-4)	p<0,001 (4-5)
Офіційні дані, випадків на 100 000 населення * Official data, cases per 100,000 population *			p=0,396 (2-3-4) дані відсутні no data	p<0,001 (2-3-4-5)
Дифузний нетоксичний зоб Diffuse nontoxic goiter				
Кількість осіб, n Number of persons, n	939	445	361	--#
Частка осіб, випадків на 1000 обстежених осіб The proportion of persons, cases per 1000 examined persons	75,61	37,89	35,44	--#
Захворюваність, випадків на 1000 людино-років Incidence, cases per 1000 person-years	35,52	17,07	16,63	--#
Критерій Пірсона χ^2 The Pearson criterion χ^2		p<0,001 (2-3)	p=0,336 (3-4)	--#
Офіційні дані, випадків на 100 000 населення * Official data, cases per 100,000 population *			<u>762,7/283,8</u> 606,5/233,3	--#
Дифузний токсичний зоб Diffuse toxic goiter				
Кількість осіб, n Number of persons, n	7	14	10	--#
Частка осіб, випадків на 1000 обстежених осіб The proportion of persons, cases per 1000 examined persons	0,56	1,19	0,98	--#
Захворюваність, випадків на 1000 людино-років Incidence, cases per 1000 person-years	0,26	0,54	0,46	--#
Критерій Пірсона χ^2 The Pearson criterion χ^2		p=0,098 (2-3)	p=0,638 (3-4)	--#
Офіційні дані, випадків на 100 000 населення * Official data, cases per 100,000 population *			p=0,254 (2-3-4)	--#
			<u>93,9/16,1</u> 105,7/12,9	

Продовження таблиці 2

Показники Indicators	Цикли обстеження Examination cycle			
	2 (2001-2003)	3 (2003-2005)	4 (2005-2008)	5 (2012-2015)
Нетоксичний вузловий зоб Nontoxic nodular goiter				
Кількість осіб, n Number of persons, n	287	373	396	957
Частка осіб, випадків на 1000 обстежених осіб The proportion of persons, cases per 1000 examined persons	23,11	31,76	38,88	94,32
Захворюваність, випадків на 1000 людино-років Incidence, cases per 1000 person-years	10,86	14,31	18,24	12,80
Критерій Пірсона χ^2 The Pearson criterion χ^2		$p < 0,001$ (2-3)	$p = 0,004$ (3-4)	$p < 0,001$ (4-5)
Офіційні дані, випадків на 100 000 населення * Official data, cases per 100,000 population *		$\frac{73,6/77,5}{37,5/71,6}$		
Автоімунний тиреоїдит Autoimmune thyroiditis				
Кількість осіб, n Number of persons, n	42	56	72	--#
Частка осіб, випадків на 1000 обстежених осіб The proportion of persons, cases per 1000 examined persons	3,38	4,77	7,07	--#
Захворюваність, випадків на 1000 людино-років Incidence, cases per 1000 person-years	1,59	2,15	3,32	--#
Критерій Пірсона χ^2 The Pearson criterion χ^2		$p = 0,090$ (2-3)	$p = 0,026$ (3-4)	--#
Офіційні дані, випадків на 100 000 населення * Official data, cases per 100,000 population *		$\frac{28,8/41,0}{29,5/43,1}$		
Післяопераційний гіпотиреоз Postoperative hypothyroidism				
Кількість осіб, n Number of persons, n	38	18	21	51***
Частка осіб, випадків на 1000 обстежених осіб The proportion of persons, cases per 1000 examined persons	3,06	1,53	2,06	5,03
Захворюваність, випадків на 1000 людино-років Incidence, cases per 1000 person-years	1,44	0,69	0,97	0,68
Критерій Пірсона χ^2 The Pearson criterion χ^2		$p = 0,014$ (2-3)	$p = 0,354$ (3-4)	$p < 0,001$ (4-5)
Офіційні дані, випадків на 100 000 населення ** Official data, cases per 100,000 population **		дані відсутні no data		
Набутий гіпотиреоз Acquired hypothyroidism				
Кількість осіб, n Number of persons, n	3	11	4	--#
Частка осіб, випадків на 1000 обстежених осіб Share of persons, cases per 1000 examined persons	0,24	0,94	0,39	--#

Продовження таблиці 2

Показники Indicators	Цикли обстеження Examination cycle			
	2	3	4	5
	(2001-2003)	(2003-2005)	(2005-2008)	(2012-2015)
Захворюваність, випадків на 1000 людино-років Incidence, cases per 1000 person-years	0,11	0,42	0,18	--#
Критерій Пірсона χ^2 The Pearson criterion χ^2		p=0,025 (2-3)	p=0,124 (3-4)	--#
Офіційні дані, випадків на 100 000 населення * Official data, cases per 100,000 population *			<u>16,8/22,0</u> 12,5/25,3	--#

Примітка. Діагнози згідно «Остаточного ендокринологічного висновку»; враховуються всі діагнози у кожного учасника; діагнози враховуються тільки за першим випадком; показники захворюваності розраховували за 365 днів із врахуванням середньої тривалості між попереднім і поточним обстеженнями; при розрахунку офіційних середніх показників захворюваності для Житомирської, Київської та Чернігівської областей враховували різну кількість населення в кожній із них; # дані відсутні; * в чисельнику показники захворюваності в Житомирській, Київській та Чернігівській областях за 2000 і 2015 роки; в знаменнику показники захворюваності в Україні за 2000 і 2015 роки; ** розрахунок проведено за офіційними даними про абсолютну кількість випадків; *** діагноз встановлювався згідно клінічних даних та наявності операції на ЩЗ в анамнезі.

Note. Diagnoses according to the «Final Endocrinological Conclusion»; all diagnoses of each participant are taken into account; diagnoses are taken into account only for the first case; incidence indicators were calculated for 365 days, taking into account the average duration between the previous and current examinations; at the calculation of official middle indexes of incidence for the Zhytomyr, Kyiv and Chernihiv are as took into account the different amount of population in each of them; # data missing; * in the numerator, incidence rates in Zhytomyr, Kyiv and Chernihiv regions for 2000 and 2015; in the denominator, incidence rates in Ukraine for 2000 and 2015; ** the calculation was made based on official data on the absolute number of cases; *** the diagnosis was made based on clinical findings and a history of thyroid surgery.

Фолікулярна аденома. Спостерігали поступовий вірогідний ріст показника захворюваності (див. табл. 2). Порівняння з офіційними даними не проводили через їх відсутність.

Дифузний нетоксичний зоб. Показник захворюваності зменшився вдвічі після другого циклу обстеження (див. табл. 2).

Ці дані реально відтворюють ту позитивну динаміку профілактичної роботи щодо зниження захворювань ЩЗ, що виконується в Україні, починаючи з 2000 року [10]. Так, відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державної програми профілактики йодної недостатності у населення на 2002-2005 роки» № 1418 від 26 вересня 2002 р. здійснюється моніторинг йодного забезпечення населення та реалізується план профілактичних заходів, що привело до значного поліпшення ситуації: зросла медіана йодурії через збільшення споживання йоду [11].

Основні заходи з профілактики йодного дефіциту в Україні включають: масове використання йодованої кухонної солі, проведення групової йодної профілактики препаратами йодиду калію в групах особливого ризику (діти, підлітки та вагітні), пропаганду в засобах масової інформації тощо [12].

Водночас залишаються актуальними основні проблеми, пов'язані з профілактикою йододефіцитних захворювань: значна поширеність захворювань ЩЗ, пов'язаних із нестачею йоду, серед населення України; відсутність об'єктивної інформації з проблеми йодного дефіциту серед населення; необґрунтоване рекламування БАДів, які буцімто мають достатню кількість йоду для профілактики та лікування захворювань ЩЗ, пов'язаних із дефіцитом йоду; мала частка населення, яке постійно використовує йодовану сіль [11, 12].

Відсутність даних п'ятого циклу пояснюється оптимізацією протоколу обстеження та зміщенням фокуса дослідження в бік новоутворень ЩЗ.

Дифузний токсичний зоб. Зафіксована тенденція до зростання показника захворюваності та перевищення офіційних даних у декілька разів (див. табл. 2). Також поступовий приріст показника захворюваності приблизно на 30% за 2000-2009 роки та на 20% за 2013-2017 роки зафіксовано серед всього населення України [10, 13].

Слід зауважити, що, попри незначну частку цієї патології в загальній кількості захворювань ЩЗ, перебіг саме цієї патології найбільш агресивний, із вираженими клінічними проявами й

відіграє суттєву негативну роль у втраті працездатності та інвалідації хворих [10].

На жаль, до лабораторних показників когорті УАП не був включений рівень антитіл до рецептора тиреотропного гормону. За умов припинення використання в Україні оцінки захвату радіоїоду після 1986 року це унеможливило лабораторну діагностику дифузного токсичного зоба (хвороби Грейвса). Тому, до обмежень дослідження відноситься неможливість беззаперечної оцінки гіпертиреозу та деяких випадків диференційної діагностики деструктивного тиреотоксикозу з хворобою Грейвса, що немає позатиреоїдних проявів.

Нетоксичний вузловий зоб. Так, захворюваність на вузловий зоб за результатами 3-го циклу обстеження перевищувала цей показник на попередньому циклі на 31,8%, за результатами 4-го циклу – на 27,5% (див. табл. 2). Загалом, за перші чотири цикли захворюваність на вузловий зоб серед учасників УАП зросла в 1,7 раза. Це відбувалося через зростання відсотка осіб із діагностованими вузлами ЩЗ з розмірами 5-9 мм від загальної кількості осіб із вузловим зобом, який на другому циклі становив 49,3%, на третьому – 57,5% і на четвертому – 64,0% [14].

Вузли ЩЗ є поширеними та, як правило, доброякісними. Захворюваність на вузловий зоб зростає з віком, зокрема в жінок, людей із дефіцитом йоду та після опромінення [15]. Поширеність вузлових захворювань ЩЗ залежить від досліджуваної популяції та методів, що використовуються для виявлення вузлів. Численні дослідження показують поширеність у 2-6% випадків при пальпації, 19-35% при ультразвуковому дослідженні та 8-65% при розтині. З широким використанням чутливої візуалізації в клінічній практиці випадкові вузли ЩЗ виявляються до 68% [16].

Однак золотим стандартом для визначення справжньої поширеності вузлів ЩЗ є дані автопсії [15]. Їх поширеність в неендемичних та ендемічних щодо зобу районах становила 82-650 на 1000 автопсій.

Автоімунний тиреоїдит. Зважаючи на негативний вплив факторів аварії на ЧАЕС на стан ЩЗ, не можна не вказати, що під діагнозом тиреоїдитів в офіційній статистиці об'єднано гострі, підгострі та інші тиреоїдити, але, безумовно, лівова частка серед них – це автоімунні тиреоїдити [10].

Однак привертають на себе увагу значні відмінності зазначених показників серед населення різних регіонів, що можна пояснити відсутністю єдиних критеріїв діагностики тиреоїдиту [11]. Так показники сусідніх Донецької та Луганської областей відрізняються майже в 7 разів. У рамках УАП діагноз автоімунного тиреоїдиту встановлювали згідно з сукупністю власних критеріїв, які максимально відповідали міжнародним стандартам [9].

Післяопераційний гіпотиреоз. Якщо за офіційними даними показник захворюваності поступово зростає, то в рамках УАП він вірогідно знижувався (див. табл. 2). Характеризуючи гіпотиреоз як результат розвитку інших захворювань, необхідно пам'ятати, що значну роль у зростанні кількості випадків цієї патології відіграють оперативні втручання на ЩЗ [13]. Основною причиною для таких операцій є рак ЩЗ, вузловий нетоксичний зоб і гіпертиреоз [17]. Динаміка захворюваності на післяопераційний гіпотиреоз не є незалежним процесом і відображає як чисельність інших патологій із показаннями до оперативного втручання, так і частку учасників, що погоджуються на його проведення.

Набутий гіпотиреоз. Гіпотиреоз є кінцевим результатом розвитку тиреоїдних захворювань з остаточним ушкодженням [10]. Якщо офіційні дані захворюваності на набутий гіпотиреоз повторювали попередню динаміку для післяопераційного, то в рамках УАП фіксували енденцію до зростання (див. табл. 2).

У цілому, порівнюючи дані УАП і офіційні дані необхідно враховувати, що аналіз стану здоров'я населення України здійснювався відповідно до медичної статистичної звітності закладів охорони здоров'я, а при його виконанні керувались наказом МОЗ України «Про затвердження форм облікової статистичної документації, що використовується в стаціонарах лікувально-профілактичних закладів» №184 від 26.07.1999 року, наказом МОЗ України «Про затвердження форм облікової статистичної документації, що використовується в закладах охорони здоров'я» №197 від 05.08.1999 року, наказом МОЗ України «Про затвердження форм звітності з питань охорони здоров'я та інструкцій щодо їхнього заповнення» №378 зі змінами від 10.07.2007 року (форма звітності № 12, № 20, № 47) і наказом МОЗ України «Про затвердження змін до наказу Міністерства охорони здоров'я України від

10 липня 2007 року № 378» №511 від 17.06.2013 року [18].

Відповідно до цих нормативних документів при зборі статистичної інформації в рубриці «тиреїдити» вказувалися всі можливі його види (гострий, підгострий, автоімунний, післяпологовий та хронічні специфічні) [18]. Те ж стосується і рубрики «гіпотиреоз», що об'єднувала вроджений гіпотиреоз і всі форми набутого, а також рубрики «гіпертиреоз» (80% якого становлять дифузний токсичний зоб, вузловий токсичний зоб і гіпертиреїдна фаза автоімунного тиреїдиту).

Важливо враховувати, що офіційна статистика дає дані по тиреотоксикозу із зобом і без нього, а в рамках УАП обліковували дифузний токсичний зоб, водночас просто тиреотоксикоз становив одиничні випадки: 1-й цикл – 1, 2-й цикл – 4, 3-й цикл – 9, 4-й цикл – 2 і 5-й цикл – 1.

Розбіжності в методології підрахунку тиреїдитів можна ігнорувати, оскільки в рамках УАП кількість випадків автоімунного тиреїдиту значно перевищувала офіційні дані по тиреїдиту в цілому. Оскільки ендокринологи доволі вільно ставили діагноз тиреїдиту (у першу чергу, автоімунного), порівнюючи ми також можемо враховувати випадки вірогідного автоімунного тиреїдиту серед учасників УАП. Окрім цього, суттєвим фактором при порівнянні є різні критерії діагностики автоімунного тиреїдиту, оскільки в рамках УАП використовували міжнародно визнані [9]. Також повідомлялося про відсутність єдиних критеріїв діагностики тиреїдиту в Україні [11]. Хоча ми запровадили їх після декількох циклів скринінгу, у публікації виконали відповідний перегляд і для перших.

При аналізі захворюваності на гіпотиреоз ми аналізували тільки набутий, хоча в офіційних даних мова йде про гіпотиреоз взагалі. Також нами були зафіксовані випадки лабораторного гіпотиреозу.

Вищі показники захворюваності серед учасників УАП порівняно з офіційними даними Міністерства охорони здоров'я України за відповідний період спостереження пов'язані, у першу чергу, з особливостями виконання УАП, характерними для будь-яких масових скринінгових обстежень, а саме: активним медичним моніторингом усіх учасників УАП незалежно від наявних скарг відповідного характеру, вищою кваліфікацією медичного персоналу, кращим

медичним і технічним забезпеченням, більшим переліком діагностичних процедур [19, 20]. Ця різниця може бути пов'язана також із різними критеріями діагностики серед учасників УАП і населення України.

Повна стандартизована процедура медичного обстеження, що застосовувалась у 1998-2007 роках, дозволяла діагностувати як вузлову, так і функціональну патологію ЩЗ [21]. На жаль, спрощена процедура медичного обстеження (починаючи з 2009 року) звузила діагностичні можливості виключно до діагностики доброякісних та злроякісних вузлових новоутворень ЩЗ.

Також певне значення може мати йододefіцит, оскільки Україна загалом є регіоном із легким та помірним дефіцитом йоду [22]. Так, нами раніше було показано, що медіана концентрації йоду в сечі в учасників УАП становила 41,7 г/л (95% довірчий інтервал 40,4-42,5 г/л) на першому циклі та 47,5 г/л (95% довірчий інтервал 46,5-48,9 г/л) на другому. Ці цикли обстеження припали на періоди до та після початку державної програми щодо підвищення достатності йоду, але показник залишався в межах діапазону легкого та помірного дефіциту йоду, визначеного Всесвітньою організацією охорони здоров'я. В обох періодах було виявлено, що рівень йоду в сечі варіювався залежно від місця проживання та був нижчим у сільській місцевості порівняно з міською.

Водночас певну роль може відігравати радіаційний вплив, вивчення якого є метою нашого УАП [23]. Показано, що вплив ^{131}I в дитячому віці пов'язаний із підвищеним ризиком виявлення вузлів ЩЗ через 12-14 років після опромінення, а ризик виникнення неопластичних вузлів вищий, ніж для неопластичних [24]. Відповідний аналіз виявлених вузлів ЩЗ може допомогти уточнити залежність «доза-ефект» та надати розуміння їхньої етіології.

Таким чином, отримані нами результати можуть бути пов'язані з характерними особливостями будь-яких когортних досліджень, легким та помірним йододefіцитом у північних регіонах України, а також радіаційним впливом внаслідок аварії на ЧАЕС.

Висновки

1. Показники захворюваності на фолікулярну аденому, нетоксичний вузловий зоб і авто-

імунний тиреоїдит серед учасників Українсько-Американської програми поступово зростали.

2. Показники захворюваності на дифузний нетоксичний зоб і післяопераційний гіпотиреоз серед учасників Програми поступово знижувались.

3. Показники захворюваності на дифузний токсичний зоб і набутий гіпотиреоз серед учасників Програми демонстрували тенденцію до зростання.

4. Показники захворюваності на дифузний нетоксичний зоб, нетоксичний вузловий зоб і автоімунний тиреоїдит серед учасників Програми суттєво перевищували офіційні дані Міністерства охорони здоров'я України для північних регіонів і України в цілому.

Перспективи подальших досліджень

Оцінка доброякісної тиреоїдної захворюваності серед учасників УАП у віддалені строки після аварії на ЧАЕС та порівняльний аналіз з офіційними епідеміологічними даними для відповідних регіонів і України загалом.

Список використаної літератури

- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and effects of ionizing radiation. UNSCEAR2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Volume I: Sources. United Nations, New York, 2000. [cited 2026 Jan 20]. Available from: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefndmkaj/https://www.unscear.org/unscear/uploads/documents/publications/UNSCEAR_2000_Annex-D.pdf](https://www.unscear.org/unscear/uploads/documents/publications/UNSCEAR_2000_Annex-D.pdf).
- Dunn JT, Dunn AD. Update on intrathyroidal iodine metabolism. *Thyroid*. 2001 May;11(5):407-14. doi: 10.1089/105072501300176363. PMID: 11396699.
- Tronko MD, Howe GR, Bogdanova TI, Bouville AC, Epstein OV, Brill AB, et al. A cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the chernobyl accident: thyroid cancer in Ukraine detected during first screening. *J Natl Cancer Inst*. 2006 Jul 5;98(13):897-903. doi: 10.1093/jnci/djj244. PMID: 16818853.
- Камінський ОВ, редактор. Стандарти надання медичної допомоги хворим з патологічними станами щитоподібної залози в умовах дії негативних чинників довкілля. 2-е вид. К.: Старт-98; 2015. 224 с.
- Академія медичних наук України; Міністерство охорони здоров'я України; Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка АМН України. Основні показники діяльності ендокринологічної служби України за 2000 рік. Київ, 2000. 32 с. (Academy of Medical Sciences of Ukraine; Ministry of Health of Ukraine; V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the Academy of Medical Sciences of Ukraine. Main indicators of the activity of the endocrinological service of Ukraine for 2000. Kyiv, 2000. 32 p. Ukrainian).
- Національна академія медичних наук України, ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», Асоціація ендокринологів України. Довідник основних показників діяльності ендокринологічної служби України за 2015 рік. *Ендокринологія*. 2016;21(1, додаток 1). 40 с. (National Academy of Medical Sciences of Ukraine; SI «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the Academy of Medical Sciences of Ukraine», Association of Endocrinologists of Ukraine. Main indicators of the activity of the endocrinological service of Ukraine for 2015. *Endokrynologia*. 2016;21(1, supplement 1). 40 p. Ukrainian).
- Тронько МД, Терещенко ВП, Пастер ІП, Дерев'янка АА, Чайковська ЛВ, Шпак ВМ, та ін. Спільний науковий Українсько-Американський тиреоїдний проєкт. I. Епідеміологічна характеристика процедури формування когорти та запрошення учасників проєкту на перше скринінгове обстеження. *Міжнародний журнал радіаційної медицини (Україна)*. 2005;7(1-4, спеціальний випуск):116-135 (Tronko MD, Tereshchenko VP, Pasteur IP, Derevyanko AA, Chaikovska LV, Shpak VM, et al. Joint scientific Ukraine-USA thyroid project. 1. Epidemiological characteristic of the procedure of cohort formation and invitation of study subjects to the first screening examination. *Int J Radiat Med (Ukraine)*. 2005;7(1-4, special issue):116-135. English, Ukrainian).
- Тронько МД, Терещенко ВП, Пастер ІП, Шпак ВМ, Дерев'янка ГА, Чайковська ЛВ, та ін. Спільний науковий Українсько-Американський тиреоїдний Проєкт. II. Епідеміологічна характеристика першого скринінгового обстеження учасників проєкту. *Ендокринологія*. 2009 Червень 08;14(2):166-187 [Tronko MD, Tereshchenko VP, Pasteur IP, Shpak VM, Derevyanko AA, Chaikovska LV, et al. The joint scientific Ukraine-USA Thyroid Project. II. Epidemiological characteristic of the procedure of first screening examination of study subjects. *Endokrynologia*. 2009 Jun 08;14(2):166-187. Ukrainian].
- Tronko MD, Brenner AV, Olijnyk VA, Robbins J, Epstein OV, McConnell RJ, et al. Autoimmune thyroiditis and exposure to iodine 131 in the Ukrainian cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chernobyl accident: results from the first screening cycle (1998-2000). *J Clin Endocrinol Metab*. 2006 Nov;91(11):4344-51. doi: 10.1210/jc.2006-0498.
- Кравченко ВІ, Постол СВ. Динаміка захворюваності на патологію щитоподібної залози в Україні. *Міжнародний ендокринологічний журнал*. 2011;(3):26-31 (Kravchenko VI, Postol SV. Dynamics of the incidence of thyroid pathology in Ukraine. *International Journal of Endocrinology (Ukraine)*. 2011;(3):26-31. Ukrainian).
- Митник ЗМ, Жданова МП, Крушинська ЗГ, Голубчиків МВ, Ларін ОС, Тафтаєв СМ, Паньків ВІ. Стан ендокринологічної служби України в 2007 р. та перспективи розвитку медичної допомоги хворим з ендокринною патологією. *Міжнародний ендокринологічний журнал*. 2008;(3):8-15 (Mytnyk ZM, Zhdanova MP, Krushynska ZG, Golubchikov MV, Larin OS, Taftay SM, et al. The state of the endocrinological service of Ukraine in 2007 and prospects for the development of medical care for patients with endocrine pathology. *International Journal of Endocrinology (Ukraine)*. 2008;(3):8-15. Ukrainian).
- Ларін ОС, Паньків ВІ, Селіваненко МІ, Грачова ОО. Аналіз діяльності ендокринологічної служби України у 2010 році та перспективи розвитку медичної допомоги хворим з ендокринною патологією. *Міжнародний ендокринологічний журнал*. 2011;(3):10-18 (Larin OS, Pankiv VI, Selivanenko MI, Grachova OO. Analysis of the activities of the endocrinological service of Ukraine in 2010 and prospects for the development of medical care for patients with endocrine pathology. *International Journal of Endocrinology (Ukraine)*. 2011;(3):10-18. Ukrainian).
- Чукур ОО. Динаміка захворюваності й поширеності патології щитоподібної залози серед дорослого населення України. Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. 2018;(4):19-25 (Chukur OO. Dynamics of morbidity and prevalence of thyroid pathology among the adult population of Ukraine. *Bulletin of Social Hygiene and Health Care Organization of Ukraine*. 2018;(4):19-25. Ukrainian). doi: 10.11603/1681-2786.2018.4.10020.
- Тронько МД, Замотаєва ГА, Шпак ВМ, Терехова ГМ, Лапікура ОВ, Пастер ІП. Вузлова патологія у членів Українсько-Американської тиреоїдної когорти: дескриптивний аналіз випадків, вперше виявлених на 2-4 циклах скринінгових обстежень. *Ендокринологія*. 2025 Червень 30;30(2):153-164 (Tronko MD, Zamotayeva GA, Shpak VM, Terekhova HM, Lapikura OV, Pasteur IP. Nodulous pathology in members of the Ukrainian-American Thyroid Cohort: a descriptive analysis of cases first detected in

- 2-4 screening cycles. *Endokrynologia*. 2025 Jun 30;30(2):153-164. (Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2025.30-2.153.
15. Dean DS, Gharib H. Epidemiology of thyroid nodules. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2008 Dec;22(6):901-11. doi: 10.1016/j.beem.2008.09.019.
 16. Guth S, Theune U, Aberle J, Galach A, Bamberger CM. Very high prevalence of thyroid nodules detected by high frequency (13 MHz) ultrasound examination. *Eur J Clin Invest*. 2009 Aug;39(8):699-706. doi: 10.1111/j.1365-2362.2009.02162.x.
 17. Tronko M, Brenner AV, Bogdanova T, Shpak V, Oliynyk V, Cahoon EK, et al. Thyroid neoplasia risk is increased nearly 30 years after the Chernobyl accident. *Int J Cancer*. 2017 Oct 15;141(8):1585-8. doi: 10.1002/ijc.30857.
 18. Ткаченко ВІ, Максимець ЯА, Видиборець НВ, Коваленко ОФ. Аналіз поширеності тиреоїдної патології та захворюваності на неї серед населення Київської області та України за 2007-2017 рр. Міжнародний ендокринологічний журнал. 2018;14(3):272-277 (Tkachenko VI, Maksymets YaA, Vudyborets NV, Kovalenko OF. Analysis of the prevalence and morbidity of thyroid pathology among the population of Kyiv region and Ukraine for 2007-2017. *International Journal of Endocrinology*. 2018;14(3):272-277. (Ukrainian). doi: 10.22141/2224-0721.14.3.2018.136426.
 19. Тронько МД, Пастер ІП, Олійник ВА, Шпак ВМ, Терещенко ВП, Замотаєва ГА, та ін. Спільний науковий Українсько-Американський тиреоїдний проєкт. III. Клініко-епідеміологічна характеристика результатів першого скринінгового обстеження учасників проєкту. *Ендокринологія*. 2010;15(1):4-19 (Tronko MD, Pasteur IP, Oliynyk VA, Shpak VM, Tereshchenko VP, Zamotayeva GA, et al. Joint scientific Ukraine-USA Thyroid Project. III. Clinical and epidemiological characteristics of the results of first screening examination of study subjects. *Endokrynologia*. 2010;15(1):4-19. (Ukrainian).
 20. International Agency for Research on Cancer. Thyroid health monitoring after nuclear accidents. IARC technical publication No. 46. Switzerland, Geneva: WHO Press; 2018. 128 p. [cited 2026 Jan 20]. Available from: <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Technical-Publications/Thyroid-Health-Monitoring-After-Nuclear-Accidents-2018>.
 21. Тронько МД, Замотаєва ГА, Шпак ВМ, Терехова ГМ, Лапикюра ОВ, Діденко ЮА. Хронологія виконання та перспективи Українсько-Американського тиреоїдного Проєкту. *Ендокринологія*. 2025 Березень 30;30(1):78-88 (Tronko MD, Zamotayeva HA, Shpak VM, Terekhova HM, Lapikura OV, Didenko YuA. Chronology of implementation and prospects of the Ukrainian-American Thyroid Project. *Endokrynologia*. 2025 Mar 30;30(1):78-88. (Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2025.30-1.78.
 22. Tronko M, Kravchenko V, Fink D, Hatch M, Turchin V, McConnell R, et al. Iodine excretion in regions of Ukraine affected by the Chernobyl accident: experience of the Ukrainian-American cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases. *Thyroid*. 2005 Nov;15(11):1291-7. doi: 10.1089/thy.2005.15.1291.
 23. Stezhko VA, Buglova EE, Danilova LI, Drozd VM, Krysenko NA, Lesnikova NR, et al. A cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chernobyl accident: objectives, design and methods. *Radiat Res*. 2004 Apr;161(4):481-92. doi: 10.1667/3148.
 24. Cahoon EK, Grimm E, Mabuchi K, Mai JZ, Zhang R, Drozdovitch V, et al. Prevalence of thyroid nodules in residents of Ukraine exposed as children or adolescents to iodine-131 from the Chernobyl accident. *Thyroid*. 2024 Jul;34(7):890-8. doi: 10.1089/thy.2023.0654.

Список скорочень

ІЕОР – ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України»

УАП – Українсько-Американська програма «Науковий проєкт вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС»

ЧАЕС – Чорнобильська атомна електростанція

ЩЗ – щитоподібна залоза

ANALYSIS OF LONG-TERM EFFECTS OF RADIOIODE EXPOSURE AFTER THE CHORNOBYL NUCLEAR POWER PLANT ACCIDENT: INCIDENCE OF BENIGN THYROID PATHOLOGY IN A UKRAINIAN-AMERICAN COHORT

M.D. Tronko, O.V. Lapikura, G.A. Zamotayeva, H.M. Terekhova, I.P. Pasteur

State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»

Abstract. The accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant (ChNPP) resulted in widespread radioactive contamination, with the the main factor for the population, particularly children and adolescents, being radioactive iodine isotopes (mainly ¹³¹I), which target is the thyroid gland (TG). Assessment of the long-term consequences of such exposure remains an urgent scientific problem.

Aim of the study. To assess the incidence rates of benign thyroid morbidity among participants of the Ukrainian-American project «Scientific Project to Study Cancer and Other Thyroid Diseases in Ukraine Following the Chernobyl Accident» (UAP) in the remote periods after the accident and to conduct a comparative analysis with official epidemiological data for the relevant regions and Ukraine as a whole. **Material and methods.** In 1998-2000, as part of a classical prospective cohort study, implemented in cooperation between the State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine» and the National Cancer Institute, USA, a cohort of individuals was formed who: a) at the time of the accident permanently resided or were temporarily stayed in the most radiation-contaminated areas of Zhytomyr, Kyiv and Chernihiv regions; b) were under 18 years of age at the time of the accident; c) underwent thyroid radiometry in the first week after the accident; d) were selected randomly. The examination program included registration, thyroid ultrasound, laboratory tests (thyroid-stimulating hormone, free thyroxine, thyroglobulin, ionized calcium, thyroperoxidase and thyroglobulin antibodies), urine iodine determination, an endocrinologist consultation, and questionnaires for reconstruction of the thyroid radiation dose. When indicated, more in-depth examinations were performed, including fine-needle aspiration biopsy of the thyroid gland, and appropriate treatment was prescribed. Clinical diagnoses established based on the final endocrinological conclusions were used for the analysis. Five active screening cycles were conducted: 1st (1998-2000), 2nd (2001-2003), 3rd (2003-2005), 4th (2005-2008) and 5th (2012-2015). Incidence rates in cycles 2-5 were calculated taking into account the average duration between examinations and expressed as the number of cases per 1000 person-years. Statistical analysis was performed using appropriate software packages. All participants (or parents of minors) provided written informed consent. **Results.** Significantly higher incidence rates of follicular adenoma, diffuse non-toxic and toxic goiter, nodular non-toxic goiter, autoimmune thyroiditis, postoperative and

acquired hypothyroidism were found among UAP participants compared to official data of the Ministry of Health of Ukraine for the relevant regions and country as a whole. In general, these elevated rates are largely due to the specific implementation features of UAP, which are inherent to mass screening programs: active medical examination regardless of complaints, highly qualified staff, better logistics, and a wider range of diagnostic procedures. Additional factors that could be influenced by different diagnostic criteria, iodine deficiency in the northern regions of Ukraine and the radiation factor, the study of which is the main purpose of UAP. **Conclusions.** The incidence rates of the main types of benign thyroid pathology among UAP participants 12-29 years after the Chernobyl accident significantly exceed the corresponding official data of the Ministry of Health of Ukraine for the northern regions and Ukraine for the same period.

Keywords: Chernobyl nuclear power plant accident, benign thyroid pathology, morbidity.

Для цитування: Тронько МД, Лапікура ОВ, Замотаєва ГА, Терехова ГМ, Пастер ІП. Аналіз віддалених наслідків опромінення радіоїодом після аварії на Чорнобильській АЕС: захворюваність на доброякісну тиреоїдну патологію в Українсько-Американській когорті. *Ендокринологія.* 2026;31(1):19-29. DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.19.

Адреса для листування: Пастер Ігор Петрович; pasteur@ukr.net; ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», вул. Вишгородська, 69, Київ 04114, Україна.

Відомості про авторів: Тронько Микола Дмитрович, д-р мед. наук, проф., чл.-кор. НАН України, акад. НАМН України, завідувач відділу фундаментальних і прикладних проблем ендокринології, в.о. директора Інституту, ORCID: 0000-0001-7421-0981; Лапікура Олександр Валерійович, співробітник Центру координації даних Українсько-Американського проекту, ORCID: 0000-0001-7629-2933; Замотаєва Галина Анатоліївна, канд. біол. наук, старш. наук. співроб., головний науковий співробітник відділу фундаментальних і прикладних проблем ендокринології, ORCID: 0000-0002-2298-0105; Терехова Галина Миколаївна, канд. мед. наук, старш. наук. співроб., керівник відділу загальної ендокринної патології, ORCID: 0000-0002-3195-446X; Пастер Ігор Петрович, канд. мед. наук, старш. наук. співроб., головний науковий співробітник відділу фундаментальних і прикладних проблем ендокринології, ORCID: 0000-0002-8199-833X.

Особистий внесок: Тронько М.Д. – розробка концепції статті; Лапікура О.В. – робота з базою даних, підготовка даних, статистичний аналіз даних; Замотаєва Г.А. – підготовка статті; Терехова Г.М. – редактування статті; Пастер І.П. – ідея публікації, підбір і аналіз літератури, аналіз даних, підготовка статті.

Фінансування: дослідження проведено при фінансовій підтримці Українсько-Американського проекту «Науковий проєкт вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС».

Декларація з етики: автори задекларували відсутність конфлікту інтересів і фінансових зобов'язань.

Стаття: надійшла до редакції 29.03.2026 р.; перероблена 03.04.2026 р.; прийнята до друку 09.04.2026 р.; надрукована 20.04.2026 р.

For citation: Tronko MD, Lapikura OV, Zamotayeva GA, Terekhova HM, Pasteur IP. Analysis of long-term effects of radioiodine exposure after the Chernobyl nuclear power plant accident: incidence of benign thyroid pathology in a Ukrainian-American cohort. *Endokrynologia.* 2026;31(1):19-29. DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.19.

Correspondence address: Pasteur Ihor Petrovych, pasteur@ukr.net, State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Vyshgorodska Str., 69, Kyiv 04114, Ukraine.

Information about the authors: Tronko Mykola Dmytrovych, Dr. Sci. (Medicine), Prof., Cor. Member of the NAS of Ukraine, Acad. of the NAMS of Ukraine, Head of the Department of Fundamental and Applied Problems of Endocrinology, Acting Director of the Institute, ORCID: 0000-0001-7421-0981; Lapikura Oles' Valeriyovych, Collaborator of Data Coordination Center of Ukrainian-American project, ORCID: 0000-0001-7629-2933; Zamotayeva Galyna Anatoliyivna, Cand. Sci. (Biology), Senior Research Fellow, Chief Researcher of the Department of Fundamental and Applied Problems of Endocrinology, ORCID: 0000-0002-2298-0105; Terekhova Halyna Mykolaiivna, Cand. Sci. (Medicine), Senior Research Fellow, Head of the Department of General Endocrine Pathology, ORCID: 0000-0002-3195-446X; Pasteur Ihor Petrovych, Cand. Sci. (Medicine), Senior Scientist, Chief Research Fellow of the Department of Fundamental and Applied Problems of Endocrinology, ORCID: 0000-0002-8199-833X.

Personal contribution: Tronko M.D. – development of the concept of the article; Lapikura O.V. – working with the database, data preparation, statistical data analysis; Zamotayeva G.A. – article preparation; Terekhova H.M. – editing the article; Pasteur I.P. – publication idea, literature selection and analysis, data analysis, article preparation.

Funding: the study was carried out within the funding support of Ukrainian-American project «Scientific Project to Study Cancer and Other Thyroid Diseases in Ukraine as a Result of the Chernobyl Nuclear Power Plant Accident».

Declaration of ethics: the authors declared no conflict of interest and financial obligations.

Article: received March 29, 2026; revised April 03, 2026; accepted April 09, 2026; published April 20, 2026.

DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.30

Формування, характеристика та довготривалий моніторинг когорти осіб, опроміненіх внутрішньоутробно внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС

О.В. Лапікура,
Г.А. Замотаєва,
М.Д. Тронько

ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України»

Резюме. Внутрішньоутробний період розвитку є одним із найбільш чутливих до впливу іонізуючого випромінювання, проте епідеміологічні дані щодо віддалених наслідків такого опромінення залишаються обмеженими. У зв'язку з цим особливого значення набуває формування когорт осіб, опроміненіх у внутрішньоутробному періоді, та їх подальше тривале спостереження. **Мета роботи** — опис формування, характеристик та довготривалого спостереження когорти осіб, які зазнали внутрішньоутробного опромінення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС), а також оцінка збереження її структури на різних етапах дослідження. **Матеріал і методи.** Когорта Українсько-Американського проєкту «Дослідження наслідків опромінення у внутрішньоутробному стані (In Utero) внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС (Проєкт In Utero) була сформована в межах Українсько-Американського проєкту «Науковий проєкт вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС» (УАП). До неї включали пари мати-дитина, в яких мати була вагітною в період активного радіоїодного забруднення після аварії на ЧАЕС, проживала на радіаційно забруднених територіях Київської, Житомирської та Чернігівської областей та народила живу дитину. Паралельно було сформовано групу порівняння з районів із низьким рівнем радіаційного забруднення. Аналіз базувався на даних двох циклів клінічного скринінгу та подальшого дистанційного анкетування станом на кінець 2025 року. **Результати.** У результаті відбору було отримано дані про 5042 пари мати-дитина, з яких після першого циклу скринінгу сформовано когорту Проєкту In Utero з 2582 учасників. У другому циклі обстеження взяли участь 1822 особи (70,6%), а в

анкетуванні – 2490 (96,4%). Аналіз показав, що основні демографічні, територіальні та експозиційні характеристики когорти залишалися загалом стабільними на різних етапах спостереження. Розподіл за рівнем опромінення щитоподібної залози (ЩЗ) не зазнав статистично значущих змін. Поширеність тиреоїдної патології в когорті In Utero була нижчою, ніж в когорті УАП, однак у більшості випадків перевищувала популяційні показники. **Висновки.** Сформована когорта осіб, які зазнали внутрішньоутробного опромінення внаслідок аварії на ЧАЕС, зберегла свою основну структуру в умовах довготривалого спостереження та може розглядатися як придатна для подальших аналітичних епідеміологічних досліджень. Отримані результати підтверджують доцільність продовження спостереження за когортою та використання її для вивчення віддалених наслідків внутрішньоутробного опромінення.

Ключові слова: внутрішньоутробне опромінення, Чорнобильська АЕС, когорта, довготривале спостереження, щитоподібна залоза, радіойод.

Внутрішньоутробне опромінення є одним із найбільш чутливих періодів впливу іонізуючого випромінювання на організм людини. Відомо, що ЩЗ плода починає активно накопичувати радіойод, який легко проникає через плаценту, приблизно з 10-12-го тижня вагітності, що робить її однією з ключових мішеней радіаційного впливу в цей період [1]. Умови внутрішньоутробного розвитку зумовлюють підвищену вразливість тканин до дії іонізуючого випромінювання.

За даними довготривалих спостережень, зокрема серед осіб, які зазнали радіаційного впливу після атомних бомбардувань у Хіросімі та Нагасакі, внутрішньоутробне опромінення може призводити як до детермінованих ефектів (порушення розвитку, вроджені аномалії), так і до віддалених стохастичних наслідків, включаючи підвищений ризик онкологічних захворювань [2]. Подібні висновки також отримані у дослідженнях дітей, матері яких зазнали діагностичного рентгенівського опромінення під час вагітності [3, 4].

Аварія на ЧАЕС створила унікальні умови для вивчення наслідків внутрішньоутробного опромінення в популяційних умовах. Значна кількість жінок під час вагітності зазнала впливу радіойоду та інших радіонуклідів, що зумовило формування групи осіб, опромінених ще до народження. Попри це, епідеміологічні дані щодо довгострокових наслідків такого опромінення залишаються обмеженими та неоднорідними [5, 6].

В Україні у 2006 році було сформовано когорту осіб, які зазнали внутрішньоутробного опромінення внаслідок аварії на ЧАЕС [7]. Результати її подальшого обстеження свідчать про підвищений ризик розвитку раку та вузлових утворень ЩЗ через 20-30 років після аварії [8].

Однією з основних проблем залишається забезпечення довготривалого спостереження таких когорт та збереження їх структури. З плином часу виникають труднощі, пов'язані з міграцією населення, змінами персональних даних і зниженням рівня участі, що може впливати на репрезентативність досліджень.

З огляду на викладене, особливої уваги потребує оцінка не лише процесу формування таких когорт, але і їх збереження та структури в умовах довготривалого спостереження. Саме ці аспекти визначають можливість подальшого використання когорти для аналітичних епідеміологічних досліджень та отримання валідних оцінок ризику.

Метою роботи є опис формування, характеристик та довготривалого спостереження когорти осіб, які зазнали внутрішньоутробного опромінення внаслідок аварії на ЧАЕС, а також оцінка збереження її структури на різних етапах дослідження.

Матеріал і методи

Когорта Проекту In Utero була сформована в межах УАП під час першого циклу обстеження, проведеного в 2003-2006 роках. До когорти включали пари мати-дитина відповідно до таких критеріїв: (1) вагітність матері в період активного радіойодного забруднення (з 26 квітня по 30 червня 1986 року); (2) проживання (постійне або тимчасове) на радіаційно забруднених територіях Київської, Житомирської та Чернігівської областей; (3) народження живої дитини. Групу порівняння формували з аналогічних пар, які проживали в районах із низьким рівнем радіаційного забруднення.

Формування когорти In Utero здійснювалося на основі даних ДУ «Національний науковий

центр радіаційної медицини НАМН України», ДУ «Інститут педіатрії, акушерства і гінекології НАМН України» та місцевих медичних закладів, а також реєстраційних журналів пологових установ. До дослідження включали осіб, які відповідали вищезазначеним критеріям, мали достатній обсяг ідентифікаційних даних для подальшого спостереження та надали інформовану згоду на участь у дослідженні.

У результаті відбору було отримано дані про 5042 пари мати-дитина, з яких 2582 пари пройшли перший цикл скринінгу – саме вони й увійшли до складу когорти Проєкту In Utero.

Перший цикл обстеження (2003-2006 рр.) включав:

- стандартизоване опитування матерів з метою реконструкції екологічної дози опромінення;
- збір інформації щодо умов проживання, способу життя, особистого та сімейного анамнезу;
- клінічне обстеження дітей за протоколом другого (пілотна фаза) та третього циклів скринінгу когорти УАП.

Клінічне обстеження включало огляд ендокринолога, ультразвукове дослідження ЩЗ, визначення рівнів тиреотропного гормону, вільного тироксину, тиреоглобуліну, іонізованого кальцію, антитіл до тиреопероксидази та тиреоглобуліну, а також оцінку екскреції йоду із сечею. За показаннями проводили додаткові діагностичні процедури, зокрема тонкоголкову аспіраційну пункційну біопсію та хірургічне лікування з наступним гістологічним дослідженням.

Другий цикл обстеження проводився у 2012–2015 роках у межах п'ятого циклу скринінгу когорти УАП. У цей період протокол був модифікований із фокусом на вузловій патології; гормональні дослідження не проводилися, що вплинуло на спектр діагностованих захворювань.

Після завершення циклів скринінгу здійснювалися заходи з підтримки та утримання когорти, які включали регулярне оновлення контактної інформації, телефонні опитування, поштове анкетування та залучення місцевого медичного персоналу.

У процесі анкетування уточнювали вітальний статус учасників, місце проживання, тиреоїдний анамнез та згоду на подальшу участь у дослідженні. У даній роботі використано дані двох циклів обстеження та результати заходів із підтримки когорти станом на кінець 2025 року.

Реконструкція доз опромінення проводилася на основі даних опитування матерів щодо умов проживання та споживання продуктів у після-аварійний період. Індивідуальні оцінки доз розраховувалися в межах окремого дозиметричного напрямку дослідження.

З аналізу, проведеного в рамках даної статті, виключали учасників, для яких в процесі уточнення даних виникли сумніви щодо відповідності критеріям участі в Проєкті In Utero (всього 34 випадки).

Статистичний аналіз включав методи описової статистики та порівняльного аналізу. Оцінювали розподіл учасників за демографічними, територіальними та клінічними характеристиками на різних етапах дослідження (цикли скринінгу та анкетування), а також між опроміненими та неопроміненими групами.

Для порівняння категоріальних змінних використовували критерій χ^2 . Статистично значущими вважали відмінності при $p < 0,05$. Обробку даних здійснювали з використанням стандартного статистичного програмного забезпечення.

До початку обстеження всім учасникам Проєкту In Utero (або їхнім батькам/законним представникам) надавали повну інформацію про мету, завдання та процедури дослідження. Усі учасники надали письмову інформовану згоду на участь.

Протокол дослідження Проєкту In Utero було схвалено Етичним комітетом Національного інституту раку США та Комісією з питань етики ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України».

Результати

Робота над Проєктом In Utero була розпочата в жовтні 2002 року. На першому етапі було сформовано когорту потенційних учасників Проєкту згідно з визначеними критеріями включення. Всього було отримано дані про 5042 пари мати-дитина – 3177 пар з забруднених районів (1411 з них було проведено радіометрію ЩЗ у перші тижні після аварії) та 1865 пар із районів порівняння.

На початку 2003 року 100 пар було запрошено на пілотне обстеження. З-поміж запрошених 72 пари мати-дитина пройшли обстеження, за результатами якого було внесено корективи в протокол та операційне керівництво Проєкту In Utero. Протягом 2003-2006 років відбувся

перший цикл скринінгу пар мати-дитина, який пройшло 2582 пари мати-дитина (1498 з радіаційно забруднених районів та 1089 з районів порівняння), з яких і була сформована когорта In Utero. Другий цикл скринінгу за протоколом п'ятого циклу скринінгу когорти УАП пройшло 1822 дитини, що становить 70,6% від загального обсягу когорти та зіставно з часткою когорти УАП, яка пройшла п'ятий цикл скринінгу одночасно – 76% [9, 10].

Також на базі когорти In Utero успішно проводилися дослідження інших радіоіндукованих патологій – наприклад, антропометричних ефектів внутрішньоутробного опромінення [11, 12] та ризику раку молочної залози в жінок, що годували груддю протягом періоду радіоактивного опромінення [13]. Когорта In Utero була включена у формування більш масштабних когорт, наприклад, об'єднаної когорти УАП та реєстру потенційних учасниць Українсько-Американської програми «Наслідки для здоров'я

жінок української когорти, опромінені під час лактації внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС».

З моменту завершення другого циклу скринінгу і до сьогодні тривають заходи з підтримки та утримання когорти In Utero. З огляду на об'єктивні чинники вони проводяться засобами дистанційної взаємодії, насамперед анкетування. За цей час було проведено два завершених цикли анкетування, наразі триває третій. Станом на кінець 2025 року анкетуванням було охоплено 2490 учасників когорти In Utero (тобто 96,4% у дослідженні). За час проведення проєкту In Utero в процесі уточнення даних було виявлено 34 випадки з сумнівною відповідністю критеріям участі в проєкті, які не були включені в подальший аналіз.

Загальна характеристика когорти In Utero за даними першого циклу скринінгу надана в таблиці 1.

Таблиця 1. Загальна характеристика учасників Проєкту In Utero за даними 1-го циклу обстеження

Table 1. General characteristics of In Utero Project participants by the 1st examination cycle

Показники Indicators	Разом Total	Неопромінена група Non-exposed group	Опромінена група Exposed group	p-value
Кількість осіб, n Number of persons, n	2551	1084 (42,5%)	1467 (57,5%)	
Стать Sex				0,128
чоловіча male	1212 (47,5%)	534 (49,3%)	678 (46,2%)	
жіноча female	1339 (52,5%)	550 (50,7%)	789 (53,8%)	
Строк від аварії до народження, днів Time from the accident to birth, days				<0,001
0-90	897 (35,1%)	433 (39,9%)	464 (31,6%)	
91-180	900 (35,3%)	298 (27,5%)	602 (41,0%)	
181-280	576 (22,6%)	238 (22,0%)	338 (23,1%)	
>280	178 (7,0%)	115 (10,6%)	63 (4,3%)	
M±m (n)	136,6±1,70 (2551)	137,4±2,91 (1084)	136,0±2,02 (1467)	
Me [Q1; Q3]	127 [67; 197]	124 [56; 211]	127 [76; 188]	
мінімальне і максимальне значення minimum and maximum value	1-339	1-338	1-339	
Місце проживання на момент аварії на ЧАЕС Residential areas at the time of Chernobyl accident				<0,001
Житомирська область Zhytomyr oblast	1253 (49,1%)	604 (55,7%)	649 (44,2%)	
Київська область Kyiv oblast	71 (2,8%)	0 (0,0%)	71 (4,9%)	

Продовження таблиці 1

Показники Indicators	Разом Total	Неопромінена група Non-exposed group	Опромінена група Exposed group	p-value
Чернігівська область Chernihiv oblast	1227 (48,1%)	480 (44,3%)	747 (50,9%)	
Тип місця проживання на момент аварії на ЧАЕС Type of residential areas at the time of Chernobyl accident				
сільський rural	1576 (61,8%)	671 (61,9%)	905 (61,7%)	0,914
міський urban	975 (38,2%)	413 (38,1%)	562 (38,3%)	
Доза опромінення ЩЗ, Гр Thyroid radiation dose, Gy				
<0,3	2362 (92,6%)	1079 (99,5%)	1283 (87,5%)	<0,001
0,3-1,0	153 (6,0%)	5 (0,5%)	148 (10,1%)	
>1,0	36 (1,4%)	0 (0,0%)	36 (2,4%)	
Вік на момент 1-го обстеження, роки Age at the time of the first examination, years				
≤18	1230 (48,2%)	633 (58,4%)	597 (40,7%)	<0,001
18-19	156 (49,2%)	451 (41,6%)	805 (54,9%)	
≥20	65 (2,6%)	0 (0,0%)	65 (4,4%)	
M±m (n)	17,74±0,02 (2551)	17,43±0,02 (1084)	17,97±0,03 (1467)	
Me [Q1; Q3]	18 [17; 19]	17 [17; 18]	18 [17; 19]	
мінімальне і максимальне значення minimum and maximum value	16-20	17-19	16-20	

Різниця в рівні відгуку між другим циклом скринінгу когорти In Utero (70,6%) та п'ятим циклом когорти УАП (76,0%) може бути пояснена як демографічними (когорта In Utero молодша) та адміністративно-територіальними чинниками (до Проєкту In Utero були залучені райони, в яких до того не проводилися обстеження в рамках УАП, тож місцевий персонал був менш досвідченим), так і аспектами, властивими когортним дослідженням (учасники УАП на цей момент вже пройшли чотири повноцінні цикли, для когорти In Utero це був лише другий; часовий інтервал від попереднього циклу для когорти In Utero був значно довшим). З урахуванням цих факторів рівень відгуку в 70,6% можна оцінювати як цілком задовільний.

У процесі виконання Проєкту In Utero окрема увага приділялась збереженню структури та пропорцій розподілу окремих груп у когорті. Динаміка характеристик учасників Проєкту за етапами дослідження в цілому досить характерна для когортних досліджень, зміни пропорцій розподілу окремих категорій на різних етапах

досліджень незначні, не перевищують 2-3%, дещо більш виражені для 2 циклу скринінгу і значною мірою компенсовані у процесі анкетування (таблиця 2).

Так, наприклад, доля жінок, котрі традиційно більш активні, із початкових 52,5% на першому циклі скринінгу виросла до 55,4% на другому циклі та повернулася практично до початкових показників у процесі анкетування (53,1%). Доля мешканців районів порівняння з початкових 42,5% на етапі другого циклу дещо зменшилася (38,8%) – ці райони раніше не були долучені до виконання обстежень в рамках УАП і територіально відокремлені – проте була компенсована на етапі анкетування (42,3%).

Через складність коректного визначення гестаційного віку на момент аварії (для значної кількості матерів була відсутня відповідна медична документація) цей показник оцінювався опосередковано, через часовий інтервал між датою аварії на ЧАЕС та датою народження дитини – розподіл за ним показав мінімальні зміни на етапі другого циклу скринінгу і відсутність вагомих змін на етапі анкетування.

Таблиця 2. Загальна характеристика учасників Проєкту In Utero за етапами дослідження**Table 2.** General characteristics of In Utero Project participants by research phase

Показники Indicators	1-й цикл Cycle 1	2-й цикл Cycle 2	Анкетування Survey	Згода Agreement
Кількість осіб, n Number of persons, n	2551	1800 (70,6%)	2490 (97,6%)	2341 (91,8%)
Група Group				
опромінена exposed	1467 (57,5%)	1102 (61,2%)	1437 (57,7%)	1373 (58,6%)
неопромінена non-exposed	1084 (42,5%)	698 (38,8%) (p<0,001)	1053 (42,3%) (p=0,183)	968 (41,4%) (p<0,001)
Стать Sex				
чоловіча male	1212 (47,5%)	802 (44,6%)	1168 (46,9%)	1072 (45,8%)
жіноча female	1339 (52,5%)	998 (55,4%) (p<0,001)	1322 (53,1%) (p<0,001)	1269 (54,2%) (p<0,001)
Строк від аварії до народження, днів Time from the accident to birth, days				
0-90	897 (35,1%)	654 (36,3%)	875 (35,1%)	818 (34,9%)
91-180	900 (35,3%)	645 (35,8%)	881 (35,4%)	834 (35,6%)
181-280	576 (22,6%)	401 (22,3%)	559 (22,5%)	531 (22,7%)
>280	178 (7,0%)	100 (5,6%) (p<0,001)	175 (7,0%) (p=0,689)	158 (6,8%) (p=0,306)
M±m (n)	136,6±1,70 (2551)	132,8±1,96 (1800)	136,7±1,72 (2490)	136,7±1,76 (2341)
Me [Q1; Q3]	127 [67; 197]	123 [66; 190]	126 [68; 197]	127 [68; 196]
мінімальне і максимальне значення minimum and maximum value	1-339	1-338	1-339	1-339
Тип місця проживання на момент аварії на ЧАЕС Type of residential areas at the time of Chernobyl accident				
сільський rural	1576 (61,8%)	1047 (58,2%)	1543 (62,0%)	1447 (61,8%)
міський urban	975 (38,2%)	753 (41,8%) (p<0,001)	947 (38,0%) (p=0,211)	894 (38,2%) (p=0,913)
Місце проживання на момент аварії на ЧАЕС Residential areas at the time of Chernobyl accident				
Житомирська область Zhytomyr oblast	1253 (49,1%)	845 (46,9%)	1228 (49,3%)	1141 (48,7%)
Київська область Kyiv oblast	71 (2,8%)	47 (2,6%)	68 (2,7%)	66 (2,8%)
Чернігівська область Chernihiv oblast	1227 (48,1%)	908 (50,5%) (p<0,001)	1194 (48,0%) (p=0,311)	1134 (48,5%) (p=0,438)
Доза опромінення ЩЗ, Гр Thyroid radiation dose, Gy				
<0,3	2362 (92,6%)	1669 (92,7%)	2307 (92,6%)	2170 (92,7%)
0,3-1,0	153 (6,0%)	105 (5,8%)	147 (5,9%)	136 (5,8%)
>1,0	36 (1,4%)	26 (1,5%) (p=0,846)	36 (1,5%) (p=0,293)	35 (1,5%) (p=0,209)

Слід відзначити, що коливання найбільш суттєвого для задач дослідження показника – розподілу за отриманими дозами радіаційного опромінення – не був вагомим на жодному з виділених етапів. Таким чином, можна вважати, що загальна структура та пропорції розподілу окремих груп у когорті в процесі дослідження були успішно збережені.

Рівень відгуку учасників Проекту In Utero на різних етапах дослідження дещо відрізняється за місцем проживання на момент аварії (таблиця 3). Слід відзначити, що відмінності ці

незначні, лише для чотирьох районів спостерігається показник участі в другому циклі скринінгу менший за 60%, причому скрізь він може бути пояснений специфікою району – 56,3% у Поліському районі (район обов'язкового відселення), 59,3% у Любарському, 53,9% у Бахмацькому та 57,3% у Талалаївському районах (райони порівняння). Що ж стосується анкетування, то тут рівень відгуку значно вищий – мінімальний показник у 93,8% для того ж Поліського району.

Таблиця 3. Місце проживання учасників Проекту In Utero на момент аварії за етапами дослідження

Table 3. Residence place of In Utero Project participants by examination cycles

Адміністративно-територіальні одиниці Administrative-territorial units	1-й цикл Cycle 1	2-й цикл Cycle 2	Анкетування Questionnaire
Житомирська область Zhytomyr oblast	1253	845 (67,4%)	1228 (98,0%)
Бердичівський район Berdychiv raion	395	263 (66,6%)	383 (97,0%)
Коростенський район Korosten raion	70	50 (71,4%)	69 (98,6%)
Лугинський район Luhyn raion	112	72 (64,3%)	107 (95,5%)
Любарський район Lyubar raion	209	124 (59,3%)	208 (99,5%)
Народицький район Narodychi raion	66	43 (65,2%)	66 (100,0%)
Овруцький район Ovruch raion	272	206 (75,7%)	268 (98,5%)
Олевський район Olevsk raion	129	87 (67,4%)	127 (98,4%)
Київська область Kyiv oblast	71	47 (66,2%)	68 (95,8%)
Іванківський район Ivankiv raion	27	19 (70,4%)	26 (96,3%)
Поліський район Polisske raion	16	9 (56,3%)	15 (93,8%)
Чорнобильський район Chornobyl raion	16	11 (68,8%)	15 (93,8%)
м. Прип'ять Prpyat city	12	8 (66,7%)	12 (100,0%)
Чернігівська область Chernihiv oblast	1227	908 (74,0%)	1194 (97,3%)
Бахмацький район Bakhmach raion	89	48 (53,9%)	88 (98,9%)
Козелецький район Kozelets raion	250	195 (78,0%)	243 (97,2%)

Продовження таблиці 3

Адміністративно-територіальні одиниці Administrative-territorial units	1-й цикл Cycle 1	2-й цикл Cycle 2	Анкетування Questionnaire
Прилуцький район Pryluky raion	281	200 (71,2%)	267 (95,0%)
Ріпкинський район Ripky raion	237	193 (81,4%)	232 (97,9%)
Талалаївський район Talalaivka raion	110	63 (57,3%)	107 (97,3%)
Чернігівський район Chernihiv raion	260	209 (80,4%)	257 (98,8%)
Всього Total	2551	1800 (70,6%)	2490 (97,6%)
«Чисті» райони «Clean» rayons	1084	698 (64,4%)	1053 (97,1%)
«Забруднені» райони «Contaminated» rayons	1467	1102 (75,1%)	1437 (98,0%)
p-value		<0,001	p=0,126

У процесі виконання Проекту In Utero спостерігалася міграція його учасників. Вона мала різний характер – як природний, так і вимушений для мешканців районів обов'язкового відселення. Можна спостерігати як переміщення всередині районів, насамперед внаслідок переселення до великих міст – Житомира (включений в інші райони Житомирської області), Чернігова (включений в Чернігівський район) та Києва, так

і міграції з Чернігівської та Житомирської областей до столичного регіону, інших областей України та за кордон. Слід відзначити, що ці процеси не завадили достатньо ефективно відстежувати учасників Проекту In Utero упродовж його виконання та утримувати зв'язок із ними.

Міграція учасників Проекту In Utero на різних етапах його виконання відображена в **таблиці 4** (дані підраховані для учасників, для яких є

Таблиця 4. Міграція учасників Проекту In Utero за етапами дослідження

Table 4. Migration of In Utero Project participants by examination cycles

Адміністративно-територіальні одиниці Administrative-territorial units	1-й цикл Cycle 1	2-й цикл Cycle 2	Анкетування Questionnaire
Житомирська область Zhytomyr oblast	1230	759	984
Бердичівський район Berdychiv raion	380	237	303
Коростенський район Korosten raion	66	50	66
Лугинський район Luhnyu raion	96	47	58
Любарський район Lyubar raion	205	89	134
Народицький район Narodychi raion	18	17	23
Овруцький район Ovruch raion	274	173	187

Продовження таблиці 4

Адміністративно-територіальні одиниці Administrative-territorial units	1-й цикл Cycle 1	2-й цикл Cycle 2	Анкетування Questionnaire
Олевський район Olevsk raion	120	69	90
інші райони other raions	71	77	123
Київська область Kyiv oblast	137	223	353
Іванківський район Ivankiv raion	23	13	17
Поліський район Poliske raion	7	3	4
Чорнобильський район Chornobyl raion	0	0	0
м. Прип'ять Prypyat city	0	0	0
м. Київ Kyiv city	72	145	185
інші райони other raions	35	62	147
Чернігівська область Chernihiv oblast	1129	775	921
Бахмацький район Bakhmach raion	34	31	48
Козелецький район Kozelets raion	243	140	150
Прилуцький район Pryluky raion	221	165	195
Ріпкинський район Ripky raion	231	123	133
Талалаївський район Talalaivka raion	90	45	53
Чернігівський район Chernihiv raion	281	258	313
інші райони other raions	29	13	29
Інші області Other oblasts	54	15	112
Інші країни Other countries	1	2	111
Всього Total	2551	1774	2481

коректно вказане місце проживання на окремих етапах).

Насамперед слід зазначити, що загальна кількість виявлених випадків тиреоїдної патології в когорті In Utero є невеликою, а показники її поширеності нижчими, ніж у когорті УАП. Водночас у більшості випадків вони перевищують офіційні популяційні оцінки (див. **табл. 5**).

Для окремих нозологічних груп, зокрема тиреоїдитів (встановлених і ймовірних) та лабора-

торного гіпотиреозу, поширеність у районах порівняння була вищою, ніж у радіаційно забруднених районах. Для встановлених тиреоїдитів ці відмінності були статистично значущими ($p=0,008$), тоді як для лабораторного гіпотиреозу – ні.

Для більшості інших патологій, представлених у достатній кількості, спостерігалася вища поширеність у радіаційно забруднених районах. Однак статистично значущі відмінності

Таблиця 5. Поширеність і захворюваність на тиреоїдну патологію серед учасників Проєкту за циклами обстеження**Table 5.** Prevalence and incidence of thyroid pathology among Project participants by examination cycles

Показники Indicators	1-й цикл 1 st cycle			2-й цикл 2 nd cycle		
	«чисті» райони «clean» raions	«забруднені» райони «contaminated» raions	разом total	«чисті» райони «clean» raions	«забруднені» райони «contaminated» raions	разом total
Кількість обстежених осіб, n Number of examined persons, n	1084	1467	2551	698	1102	1800
Кількість учасників з діагнозами, n Number of participants with diagnoses, n	252	364	616	58	118	176
Кількість діагнозів, n Number of diagnoses, n	288	410	698	61/39	126/74	187/113
Злоякісні новоутворення Malignant neoplasms	1 0,09	4 0,27	5 0,20	3/2 0,43	5/1 0,45	8/3 0,44 0,09
Фолікулярна аденома Follicular adenoma	0	0	0	0	1/1 0,09	1/1 0,06
Дифузний нетоксичний зоб Diffuse nontoxic goiter	188 17,34	284 19,36	472 18,50 2,76	-	-	-
Дифузний токсичний зоб Diffuse toxic goiter	1 0,09	0	1 0,04	-	-	-
Нетоксичний вузловий зоб Nontoxic nodular goiter	41 3,78	66 4,50	107 4,19 0,20	55/35 7,88	113/70 10,25	168/105 9,33 0,68
Автоімунний тиреоїдит Autoimmune thyroiditis	9 0,83	2 0,14	11 0,43 0,18	-	-	-
Ймовірний АІТ Probable АІТ	8 0,74	5 0,34	13 0,51	-	-	-
Післяопераційний гіпотиреоз Postoperative hypothyroidism	1 0,09	5 0,34	6 0,24	3/2 0,43	7/2 0,64	10/4 0,56 0,19
Гіпотиреоз Hypothyroidism	1 0,09	1 0,07	2 0,08 0,12	-	-	-
Лабораторний гіпотиреоз Laboratorial hypothyroidism	38 3,51	43 2,93	81 3,18	-	-	-

Примітка. Діагнози згідно «Остаточного ендокринологічного висновку»; враховуються всі діагнози в кожного учасника; перший рядок - кількість зареєстрованих випадків протягом відповідного циклу / кількість випадків, виявлених вперше протягом відповідного циклу; другий рядок - показники поширеності серед учасників (випадків на 100 людино-років); третій рядок - показники поширеності в Україні за 2000 (для 1-го циклу) і 2015 (для 2-го циклу) роки (випадків на 100 людино-років).

Note. Diagnoses according to the «Final Endocrinological Conclusion»; all diagnoses in each participant are taken into account; first line - number of registered cases during the corresponding cycle / number of cases detected for the first time during the corresponding cycle; second line - prevalence rates among participants (cases per 100 person-years); third line - prevalence rates in Ukraine for 2000 (for the 1st cycle) and 2015 (for the 2nd cycle) years (cases per 100 person-years).

виявлено лише для вузлового зоба на другому циклі скринінгу – як для вперше виявлених випадків ($p=0,030$), так і для загальної кількості ($p=0,008$).

Обговорення

Можна стверджувати, що когорта In Utero характеризується високим рівнем утримання та збереження основних демографічних і експозиційних характеристик протягом тривалого періоду спостереження. Попри неминучі для когортних досліджень втрати, рівень відгуку на другому циклі скринінгу (70,6%) та особливо високий рівень участі в анкетуванні (понад 96%) свідчать про ефективність стратегії утримання учасників. Попри описані міграційні процеси, як внутрішні, так і закордонні, зв'язок із більшістю учасників когорти було збережено. Це дуже важливо, оскільки міграція традиційно розглядається як один із ключових факторів селективного зміщення.

Надзвичайно важливим є збереження пропорційного розподілу ключових характеристик, зокрема за дозою опромінення ЩЗ, що має критичне значення для валідності подальших аналітичних досліджень ризику. Незначні коливання (у межах 2-3%) не впливають суттєво на репрезентативність когорти і є характерними для довготривалих когортних досліджень.

Дещо нижча порівняно з іншими дослідженнями, зокрема з когортою УАП, кількість виявлених випадків тиреоїдної патології може бути пояснена молодшим віком когорти. Водночас отримані показники поширеності вищі порівняно з офіційною статистикою [14, 15], що, ймовірно, може бути як проявом ефекту активного скринінгу, так і наслідком впливу радіаційного опромінення, на що вказує співвідношення показників поширеності між радіаційно забрудненими районами та районами порівняння.

Особливості розподілу окремих нозологій (тиреоїдитів, лабораторного гіпотиреозу), для яких вищі показники зафіксовано в групі порівняння, можуть бути зумовлені як випадковими коливаннями внаслідок невеликої кількості випадків, так і впливом сторонніх чинників, зокрема факторів довкілля та способу життя [16, 17], і потребують подальшого аналізу. Загалом отримані результати узгоджуються з уявленнями

про відтермінований характер радіоіндукованої тиреоїдної патології [18] та підкреслюють необхідність подальшого тривалого спостереження з огляду на очікуване зростання її частоти з віком.

Висновки

Когорта In Utero є унікальною моделлю для вивчення віддалених наслідків внутрішньо-утробного опромінення радіоїодом.

Протягом тривалого періоду спостереження забезпечено високий рівень утримання учасників і збереження структури когорти In Utero. Основні демографічні та експозиційні характеристики залишалися стабільними, що підтверджує її придатність для подальших аналітичних епідеміологічних досліджень.

Поширеність тиреоїдної патології в когорти In Utero загалом є відносно невисокою, однак перевищує популяційні показники. Це може відображати як вплив внутрішньоутробного опромінення, так і ефект активного скринінгу, що потребує обережної інтерпретації.

Отримані результати обґрунтовують доцільність подальшого довготривалого спостереження за когортою з метою уточнення виявлених тенденцій і оцінки віддалених ефектів.

Перспективи подальших досліджень

Продовження досліджень когорти In Utero відкриває можливості для оцінки віддалених ефектів внутрішньоутробного опромінення, зокрема з урахуванням досягнення учасниками віку підвищеного ризику розвитку тиреоїдної та іншої онкопатології. Подальша робота, як у рамках поновлення скринінгових обстежень, так і у форматі лінкеджу з національними реєстрами, дасть можливість провести кількісну оцінку дозо-ефектних залежностей для різних типів тиреоїдної патології, проаналізувати вплив гестаційного віку на момент опромінення, визначити роль йодного статусу та інших факторів середовища. Отримані результати також створюють підґрунтя для порівняльного аналізу з іншими когортами, опроміненими в різні періоди життя, що дозволить краще зрозуміти роль часу експозиції у формуванні довгострокових ризиків.

Список використаної літератури

- Gorman CA. Radioiodine and pregnancy. *Thyroid*. 1999 Jul;9(7):721-6. doi: 10.1089/thy.1999.9.721.
- Preston DL, Cullings H, Suyama A, Funamoto S, Nishi N, Soda M, et al. Solid cancer incidence in atomic bomb survivors exposed *in utero* or as young children. *J Natl Cancer Inst*. 2008 Mar 19;100(6):428-36. doi: 10.1093/jnci/djn045.
- Giles D, Hewitt D, Stewart A, Webb J. Malignant disease in childhood and diagnostic irradiation *in utero*. *Lancet*. 1956 Sep 1;271(6940):447. doi: 10.1016/s0140-6736(56)91923-7.
- Doll R, Wakeford R. Risk of childhood cancer from fetal irradiation. *Br J Radiol*. 1997 Feb;70:130-9. doi: 10.1259/bjr.70.830.9135438.
- Cardis E, Howe G, Ron E, Bebesko V, Bogdanova T, Bouville A, et al. Cancer consequences of the Chernobyl accident: 20 years on. *J Radiol Prot*. 2006 Jun;26(2):127-40. doi: 10.1088/0952-4746/26/2/001.
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 2008 Report. Volume I: Sources of ionizing radiation. Report to the General Assembly with scientific annexes. New York: United Nations; 2008. [cited 2026 Jan 20]. Available from: https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2008_1.html.
- Hatch M, Brenner A, Bogdanova T, Derevyanko A, Kuptsova N, Likhtarev I, et al. A screening study of thyroid cancer and other thyroid diseases among individuals exposed *in utero* to iodine-131 from Chernobyl fallout. *J Clin Endocrinol Metab*. 2009 Mar;94(3):899-906. doi: 10.1210/jc.2008-2049. Epub 2008 Dec 23. PMID: 19106267; PMCID: PMC2681280.
- Hatch M, Brenner AV, Cahoon EK, Drozdovitch V, Little MP, Bogdanova T, et al. Thyroid Cancer and Benign Nodules After Exposure In Utero to Fallout From Chernobyl. *J Clin Endocrinol Metab*. 2019 Jan 1;104(1):41-48. doi: 10.1210/jc.2018-00847. PMID: 30445441; PMCID: PMC6456983.
- Тронько МД, Замотаєва ГА, Пастер ІП, Масюк СВ. Українсько-Американський проект дослідження наслідків опромінення *in utero* внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС: огляд наукових публікацій. *Ендокринологія*. 2019 Грудень 20;24(4):346-359 (Tronko MD, Zamotayeva GA, Pasteur IP, Masyuk SV. The Ukrainian-American project for studying the consequences of an *in utero* exposure to ionizing radiation as a result of the accident at the Chernobyl NPP: a review of scientific publications. *Endokrynologia*. 2019 Dec 20;24(4):346-359. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2019.24-4.346.
- Тронько МД, Замотаєва ГА, Шпак ВМ, Терехова ГМ, Лапикюра ОВ, Діденко ЮА. Хронологія виконання та перспективи Українсько-Американського тиреоїдного Проекту. *Ендокринологія*. 2025 Березень 30;30(1):78-88 (Tronko MD, Zamotayeva HA, Shpak VM, Terekhova HM, Lapikura OV, Didenko YuA. Chronology of implementation and prospects of the Ukrainian-American Thyroid Project. *Endokrynologia*. 2025 Mar 30;30(1):78-88. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2025.30-1.78.
- Neta G, Hatch M, Kitahara CM, Ostroumova E, Bolshova EV, Tereshchenko VP, Tronko MD, Brenner AV. In utero exposure to iodine-131 from Chernobyl fallout and anthropometric characteristics in adolescence. *Radiat Res*. 2014 Mar;181(3):293-301. doi: 10.1667/RR13304.1. Epub 2014 Mar 10. PMID: 24611659; PMCID: PMC4068270.
- Hatch M, Little MP, Brenner AV, Cahoon EK, Tereshchenko V, Chaikovska L, Pasteur I, Likhtarov I, Bouville A, Shpak V, Bolshova O, Zamotayeva G, Grantz K, Sun L, Mabuchi K, Albert P, Tronko M. Neonatal outcomes following exposure *in utero* to fallout from Chernobyl. *Eur J Epidemiol*. 2017 Dec;32(12):1075-1088. doi: 10.1007/s10654-017-0299-y. Epub 2017 Aug 30. PMID: 28856527; PMCID: PMC10433445.
- Vij V, Shpak V, Zamotayeva G, Lapikura O, Ryzhov A, Gorokh E, et al. Breast cancer risk in Ukrainian women exposed to Chernobyl fallout while pregnant or lactating: standardized incidence ratio analysis, 1998 to 2016. *Eur J Epidemiol*. 2022 Nov;37(11):1195-200. doi: 10.1007/s10654-022-00913-1.
- Академія медичних наук України; Міністерство охорони здоров'я України; Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка АМН України. Основні показники діяльності ендокринологічної служби України за 2000 рік. Київ, 2000. 32 с. (Academy of Medical Sciences of Ukraine; Ministry of Health of Ukraine; V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the Academy of Medical Sciences of Ukraine. Main indicators of the activity of the endocrinological service of Ukraine for 2000. Kyiv, 2000. 32 p. Ukrainian).
- Національна академія медичних наук України, ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», Асоціація ендокринологів України. Довідник основних показників діяльності ендокринологічної служби України за 2015 рік. *Ендокринологія*. 2016;21(1, додаток 1). 40 с. (National Academy of Medical Sciences of Ukraine; SI «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the Academy of Medical Sciences of Ukraine», Association of Endocrinologists of Ukraine. Main indicators of the activity of the endocrinological service of Ukraine for 2015. *Endokrynologia*. 2016;21(1, supplement 1). 40 p. Ukrainian).
- Tronko M, Kravchenko V, Fink D, Hatch M, Turchin V, McConnell R, et al. Iodine excretion in regions of Ukraine affected by the Chernobyl accident: experience of the Ukrainian-American cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases. *Thyroid*. 2005 Nov;15(11):1291-7. doi: 10.1089/thy.2005.15.1291.
- Tronko MD, Brenner AV, Olijnyk VA, Robbins J, Epstein OV, McConnell RJ, et al. Autoimmune thyroiditis and exposure to iodine 131 in the Ukrainian cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chernobyl accident: results from the first screening cycle (1998-2000). *J Clin Endocrinol Metab*. 2006 Nov;91(11):4344-51. doi: 10.1210/jc.2006-0498.
- Abend M, Pfeiffer RM, Port M, Hatch M, Bogdanova T, Tronko MD, et al. Utility of gene expression studies in relation to radiation exposure and clinical outcomes: thyroid cancer in the Ukrainian-American cohort and late health effects in a MAYAK worker cohort. *Int J Radiat Biol*. 2021;97(1):12-18. doi: 10.1080/09553002.2020.1748739.

Список скорочень

Проект In Utero – Українсько-Американський проект «Дослідження наслідків опромінення у внутрішньоутробному стані (In Utero) внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС

УАП – Українсько-Американський проект «Науковий проект вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС»

ЧАЕС – Чорнобильська атомна електростанція

ЩЗ – щитоподібна залоза

FORMATION, CHARACTERISTICS, AND LONG-TERM FOLLOW-UP OF A COHORT EXPOSED IN UTERO FOLLOWING THE CHORNOBYL ACCIDENT

O.V. Lapikura, G.A. Zamotayeva, M.D. Tronko

State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»

Resume. The *in utero* period represents one of the most radiosensitive stages of human development; however, epidemiological evidence regarding the long-term effects of such exposure remains limited. Therefore, the establishment of *in utero*-exposed cohorts and their prospective long-term follow-up is of particular importance. Objective. To describe the formation, characteristics, and long-term follow-up of a cohort of individuals exposed *in utero* as a result of the

Chernobyl accident, and to assess the stability of its structure across different stages of observation. **Material and methods.** The cohort of the Ukrainian-American Project «Study of the Consequences of In Utero Radiation Exposure Following the Chernobyl Accident» was established within the framework of the Ukrainian-American Project «Scientific Project to Study Cancer and Other Thyroid Diseases in Ukraine as a Result of the Chernobyl Nuclear Power Plant Accident». It includes mother–child pairs in which the mother was pregnant during the period of active radioiodine contamination following the Chernobyl accident and resided in radiation-contaminated areas of Kyiv, Zhytomyr, and Chernihiv regions. A comparison group was formed from areas with low levels of radioactive contamination. The analysis was based on data from two cycles of clinical screening and subsequent follow-up conducted through remote questionnaires as of the end of 2025. **Results.** A total of 5,042 mother–child pairs were initially identified, of which 2,582 participants constituted In Utero cohort after the first screening cycle. Participation in the second screening cycle reached 70.6% (n=1,822), and 96.4% (n=2,490) of participants were successfully contacted during follow-up. The cohort demonstrated overall stability in key demographic, geographic, and exposure characteristics across study stages. The distribution of thyroid radiation doses remained unchanged. The prevalence of thyroid pathology in the In Utero cohort was lower than in the UkrAm cohort but exceeded population-based estimates in most cases. **Conclusions.** The cohort of individuals exposed in utero as a result of the Chernobyl accident has maintained its structural integrity over long-term follow-up and can be considered suitable for further analytical epidemiological studies. These findings support continued follow-up to better understand the long-term health effects of in utero radiation exposure.

Keywords: in utero exposure, Chernobyl accident, cohort, long-term follow-up, thyroid disease, radioiodine.

Для цитування: Лапікура ОВ, Замотаєва ГА, Тронько МД. Формування, характеристика та довготривалий моніторинг когорти осіб, опромінених внутрішньоутробно внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Ендокринологія. 2026;31(1):30-42. DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.30.

Адреса для листування: Лапікура Олександр Валерійович; o.lapikura@gmail.com; ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», вул. Вишгородська, 69, Київ 04114, Україна.

Відомості про авторів: Лапікура Олександр Валерійович, співробітник Центру координації даних Українсько-Американського проекту,

ORCID: 0000-0001-7629-2933; Замотаєва Галина Анатоліївна, канд. біол. наук, старш. наук. співроб., головна наукова співробітниця відділу фундаментальних і прикладних проблем ендокринології, ORCID: 0000-0002-2298-0105; Тронько Микола Дмитрович, д-р мед. наук, проф., чл.-кор. НАН України, акад. НАМН України, завідувач відділу фундаментальних і прикладних проблем ендокринології, в.о. директора Інституту, ORCID: 0000-0001-7421-0981.

Особистий внесок: Лапікура О.В. – робота з базою даних, підготовка даних, статистичний аналіз даних; Замотаєва Г.А. – підготовка статті; Тронько М.Д. – розробка концепції статті.

Фінансування: дослідження проведено при фінансовій підтримці Українсько-Американського проекту «Науковий проект вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС».

Декларація з етики: автори задекларували відсутність конфлікту інтересів і фінансових зобов'язань.

Стаття: надійшла до редакції 09.04.2026 р.; перероблена 09.04.2026 р.; прийнята до друку 09.04.2026 р.; надрукована 20.04.2026 р.

For citation: Lapikura OV, Zamotayeva GA, Tronko MD. Formation, characteristics, and long-term follow-up of a cohort exposed in utero following the Chernobyl accident. *Endokrynologia*. 2026;31(1):30-42. DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.30.

Correspondence address: Lapikura Oles' Valeriyovych, o.lapikura@gmail.com; State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Vyshgorodska Str., 69, Kyiv 04114, Ukraine.

Information about the authors: Lapikura Oles' Valeriyovych, Collaborator of Data Coordination Center of Ukrainian-American project, ORCID: 0000-0001-7629-2933; Zamotayeva Galyna Anatolijivna, Cand. Sci. (Biology), Senior Research Fellow, Chief Researcher of the Department of Fundamental and Applied Problems of Endocrinology, ORCID: 0000-0002-2298-0105; Tronko Mykola Dmytrovych, Dr. Sci. (Medicine), Prof., Cor. Member of the NAS of Ukraine, Acad. of the NAMS of Ukraine, Head of the Department of Fundamental and Applied Problems of Endocrinology, Acting Director of the Institute, ORCID: 0000-0001-7421-0981.

Personal contribution: Lapikura O.V. – working with the database, data preparation, statistical data analysis; Zamotayeva G.A. – article preparation; Tronko M.D. – development of the concept of the article.

Funding: the study was carried out within the funding support of Ukrainian-American Project «Scientific Project to Study Cancer and Other Thyroid Diseases in Ukraine as a Result of the Chernobyl Nuclear Power Plant Accident».

Declaration of ethics: the authors declared no conflict of interest and financial obligations.

Article: received April 09, 2026; revised April 09, 2026; accepted April 09, 2026; published April 20, 2026.

DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.43

Досвід довготривалого ультразвукового спостереження членів Українсько-Американської тиреоїдної когорти

Є.А. Шелковой,
В.М. Шпак,
В.Є. Лучицький,
Ю.А. Діденко,
М.Д. Тронько

ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України»

Резюме. З метою дослідження впливу радіоактивного опромінення внаслідок Чорнобильської аварії на розвиток тиреоїдної патології за співробітництва ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України» (ІЕОР, Україна) та Національного інституту раку США (National Cancer Institute, USA) було спроєктовано та розпочато довготривалі когортні дослідження (Українсько-Американський Проєкт «Наукова програма дослідження раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні після аварії на Чорнобильській АЕС», надалі – Проєкт). Основна Українсько-Американська когорта (УкрАм-когорта) (діти та підлітки на момент аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС)) створена в 1998-2000 роках. Дещо пізніше, у 2003-2006 роках, була сформована когорта осіб, опромінених в утробі матері (пренатально), (УкрАм-In Utero-когорта). Вказані тиреоїдні епідеміологічні дослідження передбачали періодичні медичні обстеження пацієнтів, важливим етапом яких були ультразвукові дослідження (УЗД) щитоподібної залози (ЩЗ). **Мета.** Деталізувати стандартизовану процедуру обстежень в рамках Проєкту, описати ключові результати довготривалого УЗД спостереження (20-27 років) членів УкрАм-когорти та УкрАм-In Utero-когорти, дати загальну характеристику сформованих інформаційних масивів, провести огляд наукових досліджень на їх основі. **Матеріал і методи.** Протягом періоду спостереження основна когорта мала чотири активні скринінги обстеження за період 1998-2008 рр. УкрАм-InUtero-когорта після першого обстеження у 2002-2006 роках спостерігалась пасивно (2007-2008). З 2009 року спостереження когорт синхронізовано. На сьогодні останній активний скринінг (п'ятий та другий відповідно) було здійснено у 2012-2015 роках. Стандартизовані процедури медичного клініко-лабораторного обстеження в Проєкті та процедура УЗД обстежень зокрема, детально описані. **Результати.** Результати УЗД обстежень членів епідеміологічних когорт (п'яти циклів скринінгу УкрАм-когорти та двох скринінгів УкрАм-In Utero-когорти) акумульовані у вигляді формалізованої бази даних (БД) ультразвукових показників та комп'ютерного сховища УЗД зображень та відео. Наведені характеристики УЗД приладів, що використовувались для УЗД у різний період дослідження. БД Проєкту містить результати понад 71 тисячі окремих обстежень для близько 15 800 осіб. Станом на кінець 2024 року тривалість УЗД спостереження за чле-

нами основної УкрАм-когорти становила близько 156 тисяч людино-років, відповідно для когорти In Utero – 16,5 тисяч людино-років. Розповсюдженість вузлової патології діаметром ≥ 5 мм для активного скринінгу об'єднаної УкрАм-когорти 2012-2015 років оцінено 162,0 (95% ДІ: 155,3; 168,6) на 1000 обстежених. Для жінок відповідний показник у 2,3 раза вищий ніж для чоловіків. **Висновки.** Періодичне УЗД обстеження дало змогу на ранній стадії діагностувати структурну патологію ЩЗ серед членів об'єднаної УкрАм-когорти протягом усього періоду спостереження. На основі багаторічних спостережень основної та In Utero когорт (понад 25 та понад 20 років відповідно) сформовані унікальні інформаційні масиви з результатами УЗД спостережень, клінічних, демографічних та дозиметричних даних, що служать основою для численних наукових досліджень та публікацій.

Ключові слова: щитоподібна залоза, ультразвукове дослідження, доброякісні новоутворення, рак ЩЗ, Українсько-Американський тиреоїдний Проєкт.

Аварія на ЧАЕС 26 квітня 1986 року призвела до значних забруднень прилеглих територій України, Білорусії та Росії, та певною мірою інших частин Європи. Короткоживучий ^{131}I (період напіврозпаду 8 днів) та довгоіснуючий ^{137}Cs (період напіврозпаду 30 років) стали основними чинниками формування доз радіаційного опромінення для населення. Через інгаляцію та споживання забруднених харчових продуктів у травні-червні 1986 року місцеві жителі отримували значне опромінення ЩЗ радіоактивним ^{131}I . Діти та підлітки були визнані критичною групою населення, що накопичила максимальні дози опромінення ЩЗ у ранній період аварії [1, 2].

З метою вивчення довготривалих медичних наслідків опромінення, отриманого внаслідок аварії на ЧАЕС за участі провідних науковців України, Білорусії та США був розроблений дизайн проспективного когортного дослідження з врахуванням досвіду попередніх радіоепідеміологічних досліджень в Японії та США.

Виконання Проєкту було затверджено Угодою про співпрацю між Міністерством охорони здоров'я України, Академією медичних наук України та Департаментом енергетики США від 10.05.1995 р.

До реалізації Проєкту були залучені провідні наукові установи двох країн. З американської сторони – Національний інститут раку США (National Cancer Institute), що входить до структури Національного інституту здоров'я (National Institutes of Health, NIH), а також Колумбійський університет (Columbia University in the City of New York (Columbia University)). Виконавці з української сторони – ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України» та відділ дозиметрії

та радіаційної гігієни ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини, гематології та онкології НАМН України».

Основною метою Проєкту було проведення широкомасштабних епідеміологічних та клініко-морфологічних досліджень для виявлення різних форм патології ЩЗ в осіб, що зазнали радіаційного опромінення в результаті аварії на ЧАЕС, а також вивчення взаємозв'язку між опроміненням радіоактивними ізотопами йоду та ризиком розвитку раку ЩЗ, доброякісних вузлів ЩЗ, гіпертиреозу, гіпотиреозу, аутоімунного тиреоїдиту та гіперпаратиреозу [2].

У початковий період дослідження, у 1995-1998 роках, була проведена значна підготовча робота: узгоджено детальний Протокол Проєкту, сформовано функціональні підрозділи (адміністрація, центр координації даних, центр обробки даних, епідеміологічна група, клінічна група, гормональна лабораторія, лабораторія цитології, патоморфологічна лабораторія та дозиметрична група), розроблено Операційне Керівництво з детальним описом ключових процедур дослідження.

На всіх етапах виконання дослідження передбачалося реалізовувати процедури контролю якості з метою забезпечення надійної реєстрації, обробки та збору високоякісних наукових показників. Ключові виконавці Проєкту усіх підрозділів пройшли два навчальні цикли за методикою компанії Westat Inc. (США) та отримали відповідні сертифікати.

Виконання спільного Українсько-Американського тиреоїдного Проєкту отримало схвалення Ethical Committee of the National Cancer Institute та Комісії з питань етики ІЕОР. Всі учасники Проєкту надавали письмову інформацію згоду на участь у Проєкті.

Матеріал і методи

Епідеміологічні процедури та методи формування основної когорти та когорти In Utero детально описані в попередніх публікаціях [2-5]. Основна когорта (13 243 особи) була сформована та пройшла перше обстеження в 1998-2000 роках. Вона включає дітей та підлітків на час аварії, що мали прямі виміри активності ^{131}I в травні-червні 1986 року [3-4, 6]. При створенні когорти In Utero (2582 осіб) у 2003-2006 роках для першого обстеження та інтерв'ю запрошувалися матері з дітьми, що народилися після Чорнобильської катастрофи [5, 6]. Важливою перевагою вказаних епідеміологічних досліджень є наявність індивідуальних оцінок доз опромінення ЩЗ ^{131}I [2, 5].

Ця стаття аналізує результати для 13 209 членів основної когорти, що досягли віку 0-18 років на момент аварії на ЧАЕС (на 26.04.1986). У когорті In Utero до поточного аналізу залучено 2572 особи, народжених у період із 27.04.1986 по 31.03.1987 року, для яких розраховані індивідуальні оцінки пренатального та постнатального опромінення ЩЗ ^{131}I . Отже, загалом надалі будуть розглянуті результати довготривалого УЗД спостереження об'єднаної УкрАм-когорти, що включає 15 781 особу.

Загальна характеристика членів основної когорти та членів In Utero-когорти наведена в **Таблиці 1** та **Таблиці 2**.

Процедура медичного обстеження в рамках Проекту

Відповідно до протоколу Проекту стандартизована процедура медичного обстеження суб'єктів когорти включала пальпацію та УЗД ЩЗ спеціалістом з УЗД, пальпацію ЩЗ та клінічне обстеження лікарем-ендокринологом, а також взяття крові для визначення рівнів тиреоїдного гормону (ТТГ), вільного тироксину (FT_4) (тільки в суб'єктів із порушеним рівнем ТТГ), тиреоглобуліну (ТГ), антитіл до тиреопероксидази (АТПО) та антитіл до тиреоглобуліну (АТТГ), збору сечі для подальшого визначення рівня екскреції йоду в сечі [2, 3, 5].

Під час УЗД обстеження проводилися вимірювання трьох лінійних розмірів правої, лівої часток та товщини перешийка, оцінювалася ехогенність та ехоструктура паренхіми залози. Розрахунок об'єму часток ЩЗ проводився за формулою *J. Brunn*:

Таблиця 1. Загальна характеристика членів основної УкрАм-когорти

Table 1. General characteristics of the main UkrAm-cohort members

Показники	Кількість (%)
Indicators	Number (%)
Кількість осіб, n	13 209 (100,0%)
Number of persons, n	
Стать	
Sex	
Чоловіча	6499 (49,2%)
Male	
Жіноча	6710 (50,8%)
Female	
Вік на момент аварії на ЧАЕС, роки	
Age at the time of the Chernobyl accident, years	
Діапазон	0-18
Range	
0-4	4500 (34,1%)
5-9	3935 (29,8%)
10-14	3963 (30,0%)
15-18	811 (6,1%)
$M \pm m$ (n)	7,81 \pm 0,04 (13209)
Me [Q1; Q3]	7 [3; 11]
Мінімальне і максимальне значення	0; 18
Minimum and maximum value	
Вік на момент першого обстеження, роки	
Age at the time of first examination, years	
Діапазон	12-32
Range	
12-14	1416 (10,7%)
15-19	3973 (30,1%)
20-24	4048 (30,6%)
25-32	3772 (28,6%)
$M \pm m$ (n)	21,51 \pm 0,04 (13209)
Me [Q1; Q3]	21 [17; 25]
Мінімальне і максимальне значення	12; 32
Minimum and maximum value	
Місце проживання на момент аварії на ЧАЕС	
Place of residence at the time of Chernobyl accident	
Житомирська область	3669 (27,8%)
Zhytomyr oblast	
Київська область	2599 (19,7%)
Kyiv oblast	
Чернігівська область	6941 (52,5%)
Chernihiv oblast	
Доза опромінення ЩЗ, Гр	
Thyroid radiation dose, Gy	
<0,3	8161 (61,8%)
0,3-1,0	3369 (25,5%)
>1,0	1679 (12,7%)

Таблиця 2. Загальна характеристика членів УкрАм-Іn Utero-когорти
Table 2. General characteristics of the UkrAm-Іn Utero-cohort members

Показники Indicators	Кількість (%) Number (%)
Кількість осіб, n Number of persons, n	2572 (100,0%)
Стать Sex	
Чоловіча Male	1227 (47,7%)
Жіноча Female	1345 (52,3%)
Вік на момент першого обстеження, роки Age at the time of first examination, years	
Діапазон Range	16-20
15-20	188 (17,0%)
21-25	286 (25,8%)
M±m (n)	18,21±0,02 (2572)
Me [Q1; Q3]	18 [17; 19]
Мінімальне і максимальне значення Minimum and maximum value	16; 20
Місце проживання на момент аварії на ЧАЕС Place of residence at the time of Chernobyl accident	
Вінницька область Vinnytsa oblast	6 (0,2%)
Житомирська область Zhytomyr oblast	1261 (49,0%)
Київська область Kyiv oblast	72 (2,8%)
Чернігівська область Chernihiv oblast	1233 (47,9%)
Доза опромінення ЩЗ, Гр Thyroid radiation dose, Gy	
<0,01	921 (35,8%)
0,01-0,05	764 (29,7%)
0,05-0,10	320 (12,4%)
>0,10	567 (22,0%)

$$V(\text{см}^3) = A \times B \times C \times 0,479,$$

де А – ширина,

В – довжина,

С – глибина [7].

При виявленні в ЩЗ вузла чи фокальних вогнищ ураження до форми вносили їх код локалізації (верхня, середня, нижня третина часток та перешийок), три лінійні розміри, форму, контури, ехогенність, ехоструктуру та наявність кальцифікатів. Також у формі зазначалися інші анатомічні відхилення м'яких тканин шийї та патологічні зміни регіонарних лімфатичних вузлів.

Для об'єктивізації УЗД інформації зображення та відеореєстр з УЗД приладу зберігалися на спеціальних електронних носіях та надалі акумулювалося в центральному електронному сховищі Проекту (БД Центру координації даних).

За результатами УЗД ЩЗ та огляду лікар-ендокринолог формував попередній ендокринологічний висновок, який містив попередній діагноз та рекомендації стосовно подальшого обстеження.

Усі пацієнти з вузлами ЩЗ розміром ≥ 10 мм у найбільшому вимірі були направлені на тонкогolkову аспіраційну пункційну біопсію (ТАПБ) з подальшим цитологічним дослідженням. Пацієнти з вузлами розміром 5-10 мм із наявним частково солідним компонентом направлялися на ТАПБ при наявності наступних ехографічних характеристик:

- неправильні або нечіткі контури;
- знижена ехогенність або гетерогенно-солідна ехоструктура;
- наявність ознак інвазії в капсулу та за межі паренхіми;
- наявність мікрокальцифікатів;
- збільшення розмірів більш ніж на 20% при подальших обстеженнях;
- наявність патологічно змінених лімфатичних вузлів.

У разі неінформативності цитологічного зразка повторне проведення ТАПБ вузлів ЩЗ проводилася до трьох спроб протягом 12 місяців.

Характеристика УЗД обладнання

У 1998-2003 роках, УЗД ЩЗ виконували на апаратах «EUB-405 plus» («Hitachi Medical Systems», Японія), «GE Logiq a100» («General Electric Medical Systems», США) і «Toshiba Tosbee SSA 240s» («Toshiba Medical Systems Toshiba Corporation, Японія) з датчиками SM-708А частотою 7,5 МГц і водяною насадкою. На початку Проекту УЗД зображення друкувалися на термопринтері із наступним скануванням та включенням у центральну БД. Надалі УЗД зображення для кожного пацієнта фіксувалося у вигляді серії знімків на оптичних дисках фірми «Camtronics» («Camtronics Medical Systems», США) з подальшим копіюванням до БД.

Починаючи з 2004 року для УЗД ЩЗ застосовуються портативні апарати «Terason 2000» («Terason Ultrasound», США) з електронними лінійними датчиками частотою 10 МГц. У 2012 році для УЗД ЩЗ у Проекті впроваджено обладнання «Terason 3000» («Terason Ultrasound», США) з електронними лінійними датчиками

частотою 12.5 МГц. З 2016 додатково використовували «Terason uSmart 3300» («Terason Ultrasound», США) з електронним лінійним датчиком частотою 4-15 МГц. Перевагами портативного обладнання системи Terason на базі ноутбука були мобільність, простота у використанні, якість, можливість збереження зображень та коротких відео без використання додаткового обладнання. Зображення та короткі відео ЩЗ та вузлової патології пацієнта, отримані за допомогою системи, зберігалися безпосередньо на жорсткому диску та надалі копіювались до БД.

ТАПБ ЩЗ виконували під ультразвуковим контролем на апараті «Toshiba Tosbee SSA 240s» («Toshiba Medical Systems», Японія), «Toshiba Tosbee SSA 580A» («Toshiba Medical Systems», Японія) із використанням електронних інтраопераційних датчиків та на апаратах Terason.

Епідеміологічні процедури Проєкту

Протягом періоду спостереження основна когорта мала чотири активні скринінги обстеження за період 1998-2008 рр. Когорта In Utero пройшла перше обстеження у 2003-2006 роках. Наступний активний скринінг (п'ятий та другий) було здійснено у 2012-2015 роках. Основну частину скринінгових обстежень (75-80%) проводили мобільні бригади за місцем проживання членів когорти. Решта обстежень (20-25%) виконувалась стаціонарною бригадою в клініці ІЕОР [4, 6, 8]. Переважна більшість поглиблених обстежень виконана в клініці ІЕОР.

За період із 2009 до 2011 років та з 2018 до 2020 років для членів обох когорт реалізовані вузлові Проєкти, що передбачали активні обстеження осіб із попередньо діагностованою вузловою патологією та пасивне спостереження решти членів когорти [6]. Починаючи з 2021 року триває пасивне спостереження обох когорт, УЗД обстеження проводяться в клініці ІЕОР за самозвертанням пацієнтів.

Результати та обговорення

Характеристика кумулятивних результатів УЗД обстежень

Станом на початок 2025 року в центральній БД Проєкту зберігаються результати 70 801 окремих УЗД обстежень, у тому числі 65 969 основних, планових обстежень та 4832 повторних обстежень для 15 781 члена об'єднаної когорти. При цьому 1169 осіб (7,4% членів об'єднаної когорти) мали єдине УЗД обсте-

ження, 5514 осіб (34,9%) мають від 2 до 4 УЗД обстежень, найбільша кількість членів когорти 5979 осіб (37,9%) мають 5 УЗД обстежень, 2747 пацієнтів (17,4%) пройшли від 6 до 9 УЗД обстежень та 372 особи (2,4%) мали понад 10 УЗД обстежень (**таблиця 3**).

За результатами УЗД обстежень 1998-2024 років загалом було діагностовано вузлову пато-

Таблиця 3. Розподіл членів об'єднаної УкрАм-когорти по числу УЗД обстежень

Table 3. Distribution of the joint UkrAm-cohort members by the number of US examinations

Кількість обстежень	Кількість осіб (%)
Number of US examination	Number of persons (%)
Кількість осіб, n	15 781 (100%)
Number of persons, n	
1	1169 (7,4%)
2	2118 (13,4%)
3	1235 (7,8%)
4	2161 (13,7%)
5	5979 (37,9%)
6	1391 (8,8%)
7	652 (4,1%)
8	415 (2,6%)
9	289 (1,8%)
≥10	372 (2,4%)

логію діаметром ≥ 5 мм для 2786 осіб, 828 (29,7%) чоловіків та 1958 (70,3%) жінок, крім того, у 777 осіб (272 чоловіки та 505 жінки) діагностовано вогнищеві враження ЩЗ розміром менше 5 мм. Вік на момент першого діагнозу варіював від 13 до 55 років.

У підсумку БД включає 12 363 окремих обстежень, в яких описана вузлова патологія ЩЗ діаметром ≥ 5 мм чи вогнищеві враження ЩЗ розміром менше 5 мм. При цьому одне новоутворення спостерігалось в 7066 (57,2%) обстеженнях, в 3344 (27,0%) обстеженнях діагностовано два чи три новоутворення, чотири чи більше вузлових утворень описано в 1953 (27,0%) УЗД обстеженнях.

Усього задокументовані ультразвукові характеристики 22 730 окремих новоутворень ЩЗ, розподіл новоутворень за розмірами наведено в **таблиці 4**. Таблиця демонструє, що переважна більшість вузлів (66,7%), що діагностується та спостерігаються надалі мають розміри менше 10 мм. Вузли розміром 10-19 мм становлять 25% від усіх задокументованих новоутворень.

Таблиця 4. Розподіл новоутворень ЩЗ за максимальним розміром**Table 4.** Distribution of the thyroid nodules by the maximal size

Діаметр новоутворення, мм Diameter of nodule, mm	Кількість новоутворень (%) Number of nodules (%)
Кількість новоутворень, n Number of nodules, n	22 730 (100%)
0 – 4	4731 (20,8%)
5 – 9	10 422 (45,9%)
10 – 14	4050 (17,8%)
15 – 19	1638 (7,2%)
20 – 24	803 (3,5%)
25 – 29	440 (1,9%)
≥30	646 (2,8%)

Загалом, за даними УЗД обстежень, 1921 пацієнту (539 чоловікам та 1382 жінкам) була рекомендована процедура ТАПБ. З них 1545 (80,1%) осіб (421 чоловік та 1117 жінок) хоча б один раз проходили ТАПБ та отримали цитологічні висновки.

Значний об'єм накопичених даних дозволяє досить ретельно дослідити статистичні властивості УЗД характеристик задокументованих вузлових новоутворень ЩЗ. До аналізу статистичних розподілів включено N=22653 окремих вузлів із повним набором вимірів (висота, глибина, ширина новоутворення). Аналіз показав,

що всі розглянуті числові характеристики вузлових новоутворень ЩЗ (висота, глибина, ширина, діаметр та об'єм новоутворення) демонструють статистичні розподіли близькі до логнормального $\text{Log}(\mu, \sigma^2)$, де μ та σ – параметри розподілу (**рисунок 1**). Числові характеристики та параметри розподілів наведено в **таблиці 5**. Слід також відзначити високу взаємну кореляцію характеристик вузлів. Коефіцієнти кореляції варіюють у межах 0,88-0,94. Подібна статистична інформація стосовно розмірів та щодо інших характеристик вузлів (форма, контури, ехогенність, ехоструктура) є важливою як на етапі діагностики та лікування пацієнтів, так і для поглибленого статистичного аналізу та розробки певних прогностичних процедур [9, 10].

Характеристика БД УЗД зображень

Важливою особливістю даного Проєкту є ретельне документування первинних результатів. Таким чином, документувались як стандартизовані показники УЗД ЩЗ відповідно до узгоджених клінічних форм, так і ультразвукові зображення, які спостерігав лікар УЗД. На початковому етапі дослідження (1998-1999 роки) УЗ зображення друкувались на термопринтері з подальшим скануванням та внесенням в БД. Надалі (1999-2003 роки) було використано об-

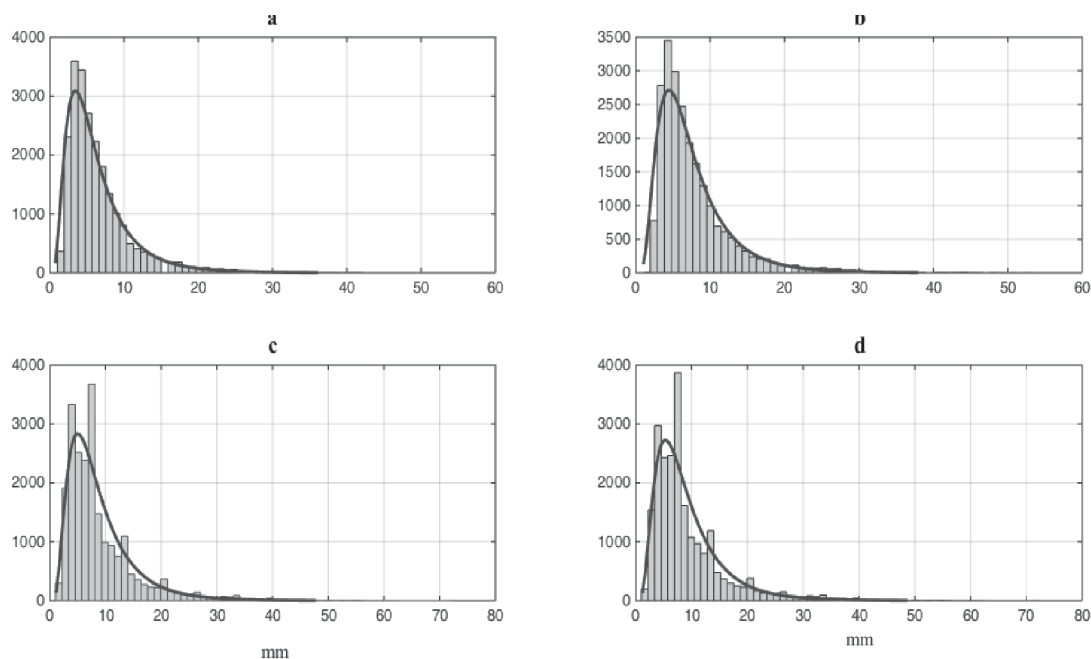


Рисунок 1. Гістограма розподілу числових характеристик вузлових новоутворень а) глибина; б) ширина; в) довжина; г) діаметр та відповідна щільність логнормального розподілу.

Figure 1. Histogram of features of a nodular neoplasm a) depth; b) width; c) length; d) diameter and fitted lognormal density.

Таблиця 5. Статистичні розподіли ключових характеристик новоутворень ЩЗ**Table 5.** Statistical distribution of the key features of thyroid neoplasm

Характеристика вузла ЩЗ Feature of thyroid neoplasm	Діапазон Range	Середнє арифметичне Arithmetic mean	Стандартне відхилення Standard deviation	Медіана Median	Тип розподілу Type of distribution	Параметри розподілу Parameters of distribution
Розміри вузла Size of nodule						
Глибина, мм Depth, mm	1-57	6,46	4,86	5,00	Log(μ , σ^2)	$\mu=1,65$, $\sigma=0,64$
Ширина, мм Width, mm	1-58	7,67	5,59	6,00	Log(μ , σ^2)	$\mu=1,85$, $\sigma=0,60$
Довжина, мм Length, mm	1-72	9,08	6,99	7,00	Log(μ , σ^2)	$\mu=2,0$, $\sigma=0,62$
Діаметр, мм Diameter, mm	1-72	9,47	7,15	7,00	Log(μ , σ^2)	$\mu=2,04$, $\sigma=0,61$
Об'єм вузла, см ³ Volume of nodule, sm ³	0,0005–70,31	0,790	2,99	0,11	Log(μ , σ^2)	$\mu=-2,06$, $\sigma=1,79$

ладнання фірми «Camtronics Medical Systems», (США) для збереження УЗ зображень у доступних електронних форматах. Описані процедури дозволили зібрати в центральній БД УЗ зображення для близько 84% обстежень у 1998-2003 роках.

Впровадження в Проєкті у 2004 році обладнання Terason значно спростило процедури збереження УЗ зображень та відео, що дозволило надалі акумулювати в БД УЗ зображення для 93%-96% обстежень.

Наявність достатньо якісних УЗ зображень дозволило реалізувати певні дослідження особливостей УЗ діагностики злоякісних новоутворень ЩЗ залежно від їх морфологічних типів, а також ретроспективну оцінку частоти хибно негативної діагностики вузлової патології ЩЗ при скринінгу асимптоматичних пацієнтів у вікових групах молодших дорослих.

УЗ зображення в сукупності з деталізованими клінічними показниками можуть бути корисними для побудови складних прогностичних моделей чи «машинного навчання» процедур автоматичного пошуку вузла, визначення його ключових характеристик, класифікації вузла за ризиком малігнізації [9, 10].

Епідеміологічні показники довготривалого УЗД спостереження

При реалізації довготривалих когортних досліджень важливим показником є накопичені людино-роки спостереження за членами досліджуваної групи. Для оцінки накопичених люди-

но-років УЗД спостереження членів основної та In Utero когорт брався до уваги період між першим та останнім УЗД обстеженням кожної особи. При розрахунку сумарного показника врахували дані тільки тих осіб, що мають більше одного УЗД обстеження та спостерігались понад рік (12 766 членів основної когорти та 1838 членів когорти In Utero). Розрахунки показують, що для основної когорти тривалість УЗД спостереження оцінюється в 156 тисяч людино-років, тоді як для когорти In Utero відповідний показник сягає 16,5 тисяч людино-років.

Попередні результати УЗД скринінгу об'єднаної когорти (2012-2015 роки)

На сьогодні, останній активний скринінг об'єднаної УкрАм-когорти було реалізовано у 2012-2015 роках. Загалом пройшли стандартизоване обстеження 11 880 осіб. Для характеристики результатів скринінгу ми розглядали наступні три типи відхилення від норми чи патології ЩЗ, що діагностуються на етапі УЗД: 1) наявність вогнищевих вражень чи вузлів розмірами ≥ 2 мм; 2) наявність вузлів розмірами ≥ 5 мм; 3) направлення на ТАПБ за результатами УЗД обстеження.

Розповсюдженість наведених патологій становила для патології типу 1 – 207,7 (95% ДІ: 200,4; 215,0) на 1000 обстежених, для патології типу 2 (вузлової патології) – 162,0 (95% ДІ: 155,3; 168,6) на 1000 обстежених. Частота направлення на ТАПБ оцінена 48,2 (95% ДІ: 44,4; 52,1) на 1000 обстежених. Для патології

кожного типу розповсюдженість для жінок була вищою ніж у чоловіків відповідно у 2,1, 2,3 та 2,6 раза.

Для аналізу специфічних за віком показників розповсюдженості діапазон пацієнтів за віком на час обстеження (24-47 років) розбито на вісім трирічних інтервалів. Емпіричні коефіцієнти розповсюдженості для трьох типів патології та кожної вікової групи представлені на **рисунок 2**. Залежність від віку для кожної патології також оцінено лінійним трендом.

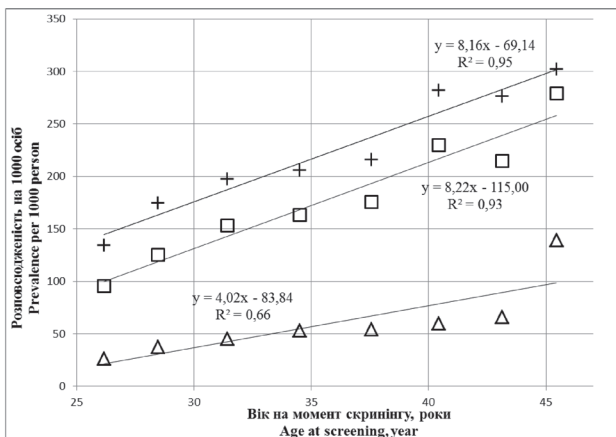


Рисунок 2. Емпірична залежність від віку розповсюдженості відхилень від норми чи патології ЩЗ, виявленої при УЗД обстеженнях (2012-2015) та лінійний тренд: 1) наявність новоутворень розміром ≥ 2 мм (+); 2) наявність вузлів розміром ≥ 5 мм (□); 3) наявність вузлів підозрілих на малігнізацію, направлення на ТАПБ (Δ).

Figure 2. Empirical age dependent prevalence of thyroid abnormality detected by US examination (2012-2015) and linear trend: 1) nodular neoplasm diameter ≥ 2 mm (+); 2) nodules diameter ≥ 5 mm (□); 3) the presence of nodules suspicious for malignancy, referral to FNA (Δ).

Для кожного типу патології спостерігаємо монотонне зростання розповсюдженості зі збільшенням досягнутого віку. Емпірична залежність добре апроксимується лінійною для патології типу 1 та типу 2, $R^2_1 = 0,95$ та $R^2_2 = 0,92$. Дещо більше розсіяння спостерігаємо навколо лінійної залежності від віку для патології типу 3, $R^2_3 = 0,67$.

Допускаючи лінійну залежність розповсюдженості вузлової патології (тип 2) від віку на час обстеження можемо відмітити, що розповсюдженість у молодшій віковій групі 24-26 років оцінено в 95,8 випадку на 1000 обстежених, надалі вона зростає з кожним прожитим роком на 8,2 та досягає значення понад 250 для вікової групи 45-47 років.

Отримана оцінка грубих показників розповсюдженості вузлової патології для об'єднаної УкрАм-когорти та її залежність від віку достатньо добре узгоджується з даними УЗД скринінгу 294 000 дітей та підлітків, що зазнали впливу аварії на ядерному реакторі у Фукусімі у 2011 році [11].

Огляд наукових результатів

Оскільки УЗД обстеження є первинним етапом діагностики злоякісних та доброякісних пухлин ЩЗ, то саме завдяки їх результатам були виявлені випадки раку ЩЗ та фолікулярних аденом, що стали основою для аналізів радіаційного ризику тиреоїдних карцином [4, 8, 12] та доброякісних пухлин ЩЗ [12, 13]. Так, за результатами п'яти скринінгових обстежень (1998-2015 роки) серед членів основної когорти діагностовано 179 випадків раку ЩЗ [14], відповідно протягом двох скринінгів когорти In Utero (2003-2015 роки) виявлено 8 випадків тиреоїдних карцином [15].

Рівні тиреотропного гормону та антитіл до тиреопероксидази в осіб, із діагнозом дифузний зоб та без такого діагнозу проаналізовано в статті [16]. Особливості ультразвукової візуалізації папілярних карцином ЩЗ залежно від морфологічного підтипу (солідного, папілярного, фолікулярного чи змішаного) досліджувалось в [17]. Частота хибно негативного результату ультразвукового обстеження для доброякісних та злоякісних вузлів ЩЗ оцінювалась у статті [18].

На сьогодні високий пріоритет у Проєкті мають дослідження радіаційних ризиків вузлової патології як для основної когорти, так і для когорти In Utero. Аналіз залежності розповсюдженості вузлової патології, діагностованої на першому циклі в 1998-2000 роках серед членів основної когорти, від доз опромінення ЩЗ радіоактивним ^{131}I дозволив оцінити надлишковий відносний ризик $\text{ERR}\backslash\text{Gy}=0,24$ (95% ДІ: -0,07; 0,74) для доброякісних не неопластичних вузлів [19]. Оцінка ризику вузлової патології для когорти In Utero за даними другого скринінгу у 2012-2015 роках виявила значну лінійну залежність відносного ризику від дози для доброякісних вузлів розміром ≥ 10 мм при $\text{ERR}\backslash\text{Gy}=4,19$ (95% ДІ: 0,68; 11,62), проте відсутність статистично вірогідного ризику для доброякісних вузлів діаметром ≤ 9 мм, відповідна оцінка $\text{ERR}\backslash\text{Gy}=0,34$ (95% ДІ: -0,67; 2,24) [15].

У перспективі значний інтерес може представляти порівняльний аналіз розповсюдженості та захворюваності доброякісної та злоякісної вузлової патології в УкрАм-когорті та в аналогічному дослідженні у Фукусімі [11, 20].

Висновки

1. Ультразвукове обстеження є надійним методом діагностики вузлової патології щитоподібної залози загалом та злоякісних і доброякісних пухлин щитоподібної залози зокрема.
2. На основі багаторічних спостережень УкрАм-когорт отримані фундаментальні результати щодо ризику раку ЩЗ та фолікулярних аденом для осіб, опромінених ^{131}I в дитячому віці чи пренатально.
3. Результати багаторічних ультразвукових спостережень УкрАм-когорт (основна когорта та когорта In Utero), що спостерігаються понад 25 та понад 20 років відповідно, акумулюються в атрибутивній базі даних та сховищі УЗД зображень та відео.
4. Тривалість ультразвукового спостереження в УкрАм дослідженні оцінюється в 156 тисяч людино-років для основної когорти та в 16,5 тисяч людино-років для когорти In Utero.
5. Продовження УЗД спостереження членів сформованих когорт може дати суттєво нову інформацію щодо розвитку вузлової патології у віддалений період після аварії.

Перспективи подальших досліджень

Якщо ключові результати щодо ризику раку ЩЗ та доброякісних пухлин вже опубліковані, то аналіз вузлової патології активно триває [15,19,21]. Продовження УЗД спостереження членів УкрАм-когорт дає унікальну можливість документувати динаміку процесу формування структурної тиреоїдної патології («natural history of nodules») в осіб, опромінених у дитячому та підлітковому віці. Накопичений унікальний масив ультразвукових, клінічних, цитологічних та морфологічних даних може бути застосований для розробки та тестування процедур із застосуванням штучного інтелекту (Artificial Intelligence) та машинного навчання (Machine Learning) для діагностики та вибору оптимальних процедур лікування [9,10,22,23].

Список використаної літератури

1. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and effects of ionizing radiation. UNSCEAR 2000 report to the General Assembly with scientific annexes. Volume II: Effects. Annex J: Exposures and effects of the Chernobyl accident, New York: United Nations; 2000. pp. 453-566.
2. Stezhko VA, Buglova EE, Danilova LI, Drozd VM, Krysenko NA, Lesnikova NR, et al. A cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chernobyl accident: objectives, design and methods. *Radiat Res.* 2004 Apr;161(4):481-92. doi: 10.1667/3148.
3. Tronko MD, Tereshchenko VP, Pasteur IP, Derevyanko AA, Chai-kovska LV, Shpak VM, et al. Joint scientific Ukraine-USA thyroid project. 1. Epidemiological characteristic of the procedure of cohort formation and invitation of study subjects to the first screening examination. International conference «Health consequences of the Chernobyl catastrophe and strategy of recovery» (Ukraine, Kyiv, May 29 – June 3, 2005). *Int J Radiat Med.* 2005;7(1-4):116-35.
4. Tronko MD, Howe GR, Bogdanova TI, Bouville AC, Epstein OV, Brill AB, et al. A cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the chornobyl accident: thyroid cancer in Ukraine detected during first screening. *J Natl Cancer Inst.* 2006 Jul 5;98(13):897-903. doi: 10.1093/jnci/djj244.
5. Hatch M, Brenner A, Bogdanova T, Derevyanko A, Kuptsova N, Likhtarev I, et al. A screening study of thyroid cancer and other thyroid diseases among individuals exposed In Utero to iodine-131 from Chernobyl fallout. *J Clin Endocrinol Metab.* 2009 Mar;94(3):899-906. doi: 10.1210/jc.2008-2049.
6. Тронько МД, Замотаєва ГА, Шпак ВМ, Терехова ГМ, Лапікура ОВ, Діденко ЮА. Хронологія виконання та перспективи Українсько-Американського тиреоїдного Проекту. *Ендокринологія.* 2025 Березень 30;30(1):78-88 [Tronko MD, Zamotayeva HA, Shpak VM, Terekhova HM, Lapikura OV, Didenko YuA. Chronology of implementation and prospects of the Ukrainian-American Thyroid Project. *Endokrynologia.* 2025 Mar 30;30(1):78-88. Ukrainian]. doi: 10.31793/1680-1466.2025.30-1.78.
7. Brunn J, Block U, Ruf G, Bos I, Kunze WP, Scriba PC. Volumetrie der schilddrüsenlappen mittels real-time-sonographie [Volumetric analysis of thyroid lobes by real-time ultrasound (author's transl)]. *Dtsch Med Wochenschr.* 1981 Oct 9;106(41):1338-40. German. doi: 10.1055/s-2008-1070506.
8. Brenner AV, Tronko MD, Hatch M, Bogdanova TI, Oliynyk VA, Lubin JH, et al. I-131 dose response for incident thyroid cancers in Ukraine related to the Chernobyl accident. *Environ Health Perspect.* 2011 Jul;119(7):933-9. doi: 10.1289/ehp.1002674.
9. Lee JY, Na DG, Yoon SJ, Gwon HY, Paik W, Kim T, Kim JY. Ultrasound malignancy risk stratification of thyroid nodules based on the degree of hypoechogenicity and echotexture. *Eur Radiol.* 2020 Mar;30(3):1653-1663. doi: 10.1007/s00330-019-06527-8.
10. Tessler FN, Thomas J. Artificial Intelligence for Evaluation of Thyroid Nodules: A Primer. *Thyroid.* 2023 Feb;33(2):150-158. doi: 10.1089/thy.2022.0560.
11. Shimura H, Sobue T, Takahashi H, Yasumura S, Ohira T, Ohtsuru A, et al. Thyroid examination unit of the radiatation medical center for the Fukushima Health Management Survey Group. Findings of thyroid ultrasound examination within 3 years after the Fukushima nuclear power plant accident: The Fukushima Health Management Survey. *J Clin Endocrinol Metab.* 2018 Mar 1;103(3):861-9. doi: 10.1210/jc.2017-01603.
12. Tronko M, Brenner AV, Bogdanova T, Shpak V, Oliynyk V, Cahoon EK, et al. Thyroid neoplasia risk is increased nearly 30 years after the Chernobyl accident. *Int J Cancer.* 2017 Oct 15;141(8):1585-8. doi: 10.1002/ijc.30857.
13. Zablotska LB, Bogdanova TI, Ron E, Epstein OV, Robbins J, Likhtarev IA, et al. A cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chernobyl accident: dose-response analysis of thyroid follicular adenomas detected during first screening in Ukraine (1998-2000). *Am J Epidemiol.* 2008 Feb 1;167(3):305-12. doi: 10.1093/aje/kwm301.
14. Tronko M, Brenner A, Bogdanova T, Shpak V, Hatch M, Likhtarev I, et al. Thyroid Cancer Risk in Ukraine Following the Chernobyl

- Accident (The Ukrainian-American Cohort Thyroid Study). In: Shunichi Yamashita, Geraldine Thomas (eds.) Thyroid Cancer and Nuclear Accidents Long-Term Aftereffects of Chernobyl and Fukushima. Chapter 8. Academic Press: Elsevier; 2017. p.77-86.
15. Hatch M, Brenner AV, Cahoon EK, Drozdovitch V, Little MP, Bogdanova T, et al. Thyroid cancer and benign nodules after exposure *in utero* to fallout from Chernobyl. *J Clin Endocrinol Metab.* 2019 Jan 1;104(1):41-48. doi: 10.1210/je.2018-00847.
 16. McConnell RJ, Brenner AV, Oliynyk VA, Robbins J, Terekhova GM, Fink DJ, et al. Factors associated with elevated serum concentrations of anti-TPO antibodies in subjects with and without diffuse goitre. Results from the Ukrainian-American Cohort Study of thyroid cancer and other thyroid diseases following the Chernobyl accident. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2007 Dec;67(6):879-90. doi: 10.1111/j.1365-2265.2007.02979.x.
 17. O'Kane P, Shelkovo E, McConnell RJ, Shpak V, Parker L, Bogdanova TI, et al. Differences in sonographic conspicuity according to papillary thyroid cancer subtype: results of the Ukrainian-American cohort study after the Chernobyl accident. *AJR Am J Roentgenol.* 2008 Dec;191(6):W293-8. doi: 10.2214/AJR.07.3812.
 18. O'Kane P, Shelkovo E, McConnell RJ, Shpak V, Parker L, Brenner A, et al. Frequency of undetected thyroid nodules in a large T-131-exposed population repeatedly screened by ultrasonography: results from the Ukrainian-American cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases following the Chernobyl accident. *Thyroid.* 2010 Sep;20(9):959-64. doi: 10.1089/thy.2010.0032.
 19. Cahoon EK, Grimm E, Mabuchi K, Mai JZ, Zhang R, Drozdovitch V, et al. Prevalence of thyroid nodules in residents of Ukraine exposed as children or adolescents to iodine-131 from the Chernobyl accident. *Thyroid.* 2024 Jul;34(7):890-898. doi: 10.1089/thy.2023.0654.
 20. Yasumura S, Ohira T, Ishikawa T, Shimura H, Sakai A, Maeda M, Miura I, Fujimori K, Ohto H, Kamiya K. Achievements and Current Status of the Fukushima Health Management Survey. *J Epidemiol.* 2022;32(Suppl_XI):S3-S10. doi: 10.2188/jea.JE20210390.
 21. Тронько МД, Замотаєва ГА, Шпак ВМ, Терехова ГМ, Лапікура ОВ, Пастер ІІ. Вузлова патологія у членів Українсько-Американської тиреоїдної когорти: дескриптивний аналіз випадків, вперше виявлених на 2-4 циклах скринінгових обстежень. *Ендокринологія.* 2025; 30(2):153-164. [Tronko MD, Zamotaeva GA, Shpak VM, Terekhova HM, Lapikura OV, Pasteur IP. Nodulous pathology in members of the Ukrainian-American Thyroid Cohort: a descriptive analysis of cases first detected in 2-4 screening cycles. *Endokrynologia.* 2025;30(2):153-164, Ukrainian] doi: 10.31793/1680-1466.2025.30-2.153
 22. Xi NM, Wang L, Yang C. Improving the diagnosis of thyroid cancer by machine learning and clinical data. *Sci Rep.* 2022 Jul 1;12(1):11143. doi: 10.1038/s41598-022-15342-z.
 23. Sant VR, Radhachandran A, Ivezic V, Lee DT, Livhits MJ, Wu JX, Masamed R, Arnold CW, Yeh MW, Speier W. From Bench-to-Bedside: How Artificial Intelligence is Changing Thyroid Nodule Diagnostics, a Systematic Review. *J Clin Endocrinol Metab.* 2024 Jun 17;109(7):1684-1693. doi: 10.1210/clinem/dgae277.

Список скорочень

БД – база даних

ІЕОР – ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України»

Проект – Українсько-Американський проект «Науковий проект дослідження раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС»

ТАПБ – тонкогольчаста аспіраційна пункційна біопсія

УЗД – ультразвукове дослідження

УкрАм-когорта – Українсько-Американська когорта

ЧАЕС – Чорнобильська атомна електростанція

ЩЗ – щитоподібна залоза

Подяка

Автори висловлюють щирю подяку лікарям УЗД Матящуку С.І., Явнюку О.В., Найді Ю.М., Зибіній Г.А., Кучменко Т.М., Моторному Є.О., Королю Б.А., Люткевичу Т.В. і Лузанчуку І.А., завдяки високопрофесійним зусиллям яких протягом 1998-2024 років було сформовано отисаний масив ультразвукових показників, колишньому співробітнику Центру координації даних Одного Т.А., що зробила значний внесок в проектування та наповнення бази даних УЗ зображень, а також Dr. Patrick O'Kane, Department of Radiology, Thomas Jefferson University Hospital, Philadelphia, Pennsylvania, USA за ефективну співпрацю протягом 2004-2012 років.

EXPERIENCE OF LONG-TERM ULTRASOUND OBSERVATION OF THE UKRAINIAN-AMERICAN THYROID COHORT MEMBERS

Ye.A. Shelkovo, V.M. Shpak, V.Ye. Luchytskiy, Yu.A. Didenko, M.D. Tronko

State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»

Abstract. In order to study the impact of radiation exposure as a result of the Chernobyl accident on the development of thyroid pathology, a long-term cohort study (Ukrainian-American Project «Scientific program for the study of cancer and other thyroid diseases in Ukraine after the Chernobyl Nuclear Power Plant Accident», hereinafter referred to as the Project) was designed and started in cooperation with SI «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine» (IEM, NAMS) and the National Cancer Institute (NCI, USA). The main UkrAm cohort (children and adolescents at the time of the accident) was created in 1998-2000. Somewhat later, in 2003-2006, a cohort of individuals exposed in the womb (prenatally) was formed (UkrAm In Utero cohort). These thyroid epidemiological studies provided for periodic medical examinations of patients, an important stage of which was thyroid ultrasound. **Objective:** to detailize the standardized examination procedure within the Project, to describe the key results of long-term ultrasound observation (20-27 years) of members of the main and In Utero UkrAm cohorts, provide a general description of the existing information arrays, and review scientific studies based on them. **Material and methods.** During the observation period, the main cohort underwent four active screenings between 1998 and 2008. The In Utero cohort was followed passively (2007-2008) after the first screening in 2002-2006. Since 2009, cohort follow-up has been synchronized. The most recent active screenings (the fifth and second, respectively) were conducted between 2012 and 2015. The Project's standardized clinical and laboratory testing procedures, including the ultrasound examination procedure, are described in detail.

Results. The results of ultrasound examinations of epidemiological cohort members (five screening cycles of the main cohort and two screenings of the In Utero cohort) were accumulated in the form of a formalized database of ultrasound parameters and a computer repository of ultrasound images and videos. The characteristics of ultrasound equipment used for ultrasound examinations during the different study periods are presented. The Project database contains the results of over 71.000 individual examinations for approximately 15.800 individuals. As of the end of 2024, the duration of ultrasound surveillance for members of the main UkrAm cohort is approximately 156.000 person-years, compared to 16.500 person-years for the In Utero cohort. The prevalence of nodular pathology with a diameter of ≥ 5 mm for active screening of the combined UkrAm cohort from 2012 to 2015 was estimated at 162.0 (95%CI: 155.3; 168.6) per 1000 screened individuals. For women, the corresponding figure is 2.3 times higher than for men. **Conclusions:** Periodic ultrasound examination enabled the early diagnosis of structural thyroid pathology among members of the combined UkrAm cohort throughout the entire observation period. Based on long-term observations of the main and In Utero UkrAm cohorts (over 25 and over 20 years, respectively), unique information dataset was formed containing the results of ultrasound observations, clinical, demographic and dosimetric data, serving as the basis for numerous scientific studies and publications. This dataset is actively used for numerous scientific studies and publications.

Keywords: cohort study, thyroid gland, ultrasound examination, benign neoplasms, thyroid cancer, Ukrainian-American Thyroid Project.

Для цитування: Шелковой ЄА, Шпак ВМ, Лучицький ВЄ, Діденко ЮА, Тронько МД. Досвід довготривалого ультразвукового спостереження членів Українсько-Американської тиреоїдної когорти. *Ендокринологія*. 2026; 31(1):43-53. DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.43.

Адреса для листування: Шпак Віктор Михайлович, v.m.shpak@gmail.net; ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», вул. Вишгородська, 69, м. Київ, 04114, Україна.

Відомості про авторів: Шелковой Євген Анатолійович, лікар ультразвукової діагностики, молодший науковий співробітник відділу репродуктивної ендокринології, ORCID: 0009-0005-2255-5773; Шпак Віктор Михайлович, старш. наук. співроб. відділення з питань ліквідації медичних наслідків аварії на ЧАЕС, ORCID: 0000-0002-6983-5490; Лучицький Віталій Євгенович, д-р мед. наук, старш. наук. співроб., провідний науковий співробітник відділу репродуктивної ендокринології, ORCID: 0000-0002-3515-3264; Діденко Юрій Анатолійович, співробітник Центру координації даних, ORCID: 0009-0007-2151-8588; Тронько Микола Дмитрович, д-р мед. наук, проф., чл.-кор. НАН України, акад.

НАМН України, завідувач відділу фундаментальних і прикладних проблем ендокринології, в.о. директора Інституту, ORCID: 0000-0001-7421-0981.

Особистий внесок: Шелковой Є.А. – розробка концепції статті, редагування статті; Шпак В.М. – розробка концепції статті, редагування статті; Лучицький В.Є. – редагування статті; Діденко Ю.А. – підготовка цифрових даних, редагування статті; Тронько М.Д. – редагування статті, редагування висновків.

Фінансування: дослідження проведено при фінансовій підтримці Українсько-Американської програми «Науковий проєкт вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС».

Декларація з етики: автори задекларували відсутність конфлікту інтересів і фінансових зобов'язань.

Стаття: надійшла до редакції 09.03.2026 р.; перероблена 11.03.2026 р.; прийнята до друку 09.04.2026 р.; надрукована 20.04.2026 р.

For citation: Shelkovi YeA, Shpak VM, Luchytskiy VYe, Didenko YuA, Tronko MD. Experience of long-term ultrasound observation of the Ukrainian-American thyroid cohort members. *Endocrinologia*. 2026; 31(1):43-53. DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.43.

Correspondence address: Shpak Viktor Mykhailovych, v.m.shpak@gmail.net; SI «VP Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the NAMS of Ukraine», Vyshgorodska Str., 69, Kyiv 04114, Ukraine.

Information about the authors: Shelkovi Yevhen Anatoliyovych, Ultrasound Diagnostic Doctor, Junior Researcher of the Department of Reproductive Endocrinology, ORCID: 0009-0005-2255-5773; Shpak Viktor Mykhailovych, Senior Research Fellow, Department of Liquidation of Medical Consequences of the Chornobyl Accident, ORCID: 0000-0002-6983-5490; Luchytskiy Vitaliy Evhenovych, Dr. Sci. (Medicine), Senior Scientific Fellow, Leading Researcher of the Department of Reproductive Endocrinology, ORCID: 0000-0002-3515-3264; Didenko Yuriy Anatoliyovych, Data Coordination Center collaborator, ORCID: 0009-0007-2151-8588; Tronko Mykola Dmytrovych, Dr. Sci. (Medicine), Prof., Cor. Member of the NAS of Ukraine, Acad. of the NAMS of Ukraine, Head of the Department of Fundamental and Applied Problems of Endocrinology, Director of the Institute, ORCID: 0000-0001-7421-0981.

Personal contribution: Shelkovi Ye.A. – development of the concept of the article, editing the article; Shpak V.M. – literature analysis, editing the article; Luchytskiy V.Y. – editing the article; Didenko Yu.A. – data preparation, editing the article; Tronko M.D. – editing the article, editing the conclusions.

Funding: the study was carried out within the funding support of Ukrainian-American Program «Scientific Project to Study Cancer and Other Thyroid Diseases in Ukraine as a Result of the Chornobyl Nuclear Power Plant Accident».

Declaration of ethics: the authors declared no conflict of interest and financial obligations.

Article: received March 09, 2026; revised March 11, 2026; accepted April 09, 2026; published April 20, 2026.

DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.54

Значення передопераційної цитологічної діагностики у виконанні завдань Українсько-Американського проєкту дослідження раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні, спричинених аварією на Чорнобильській АЕС

Ю.М. Божок,
Г.В. Зелінська,
В.М. Шпак

ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка» НАМН України

Резюме. Найбільша в історії людства техногенна катастрофа 1986 р. на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС), яка призвела до масштабного викиду значної кількості радіонуклідів йоду в атмосферу та опромінення великої популяції, надала унікальну можливість вивчення впливу іонізуючого випромінювання на здоров'я людей. Основним довгостроковим наслідком аварії на ЧАЕС стало різке збільшення захворюваності на рак щитоподібної залози (ЩЗ) у мешканців радіоактивно забруднених територій України, що зумовило низку вітчизняних і міжнародних досліджень. Для вивчення наслідків опромінення за співробітництва ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України» та Національного інституту раку США (National Cancer Institute, USA) було започатковано «Українсько-Американський Науковий проєкт вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС». **Метою** нашої роботи стала оцінка внеску передопераційної цитологічної діагностики в ефективність моніторингу, діагностики та лікування пухлин ЩЗ, а саме папілярної тиреоїдної карциноми (ПТК) у пацієнтів із когорти Українсько-Американського проєкту. **Матеріал і методи.** Усі сонографічно підозрілі ураження ЩЗ направляли на проведення тонкоголкової аспіраційної пункційної біопсії (ТАПБ) із подальшим цитологічним дослідженням. Пунктати фіксували метанолом та забарвлювали за Романовським-Гімза. Цитологічні висновки формували згідно з системою

цитологічних звітів – Bethesda. **Результати.** За період 1998-2023 рр., у рамках Українсько-Американського когортного дослідження, у 197 прооперованих членів когорти, яким виконали передопераційну ТАПБ, післяопераційне гістопатологічне дослідження встановило ПТК. У 81,7% із них цитологічно було також виявлено ПТК або підозру на неї, у 14,72% цитологічно виявлена фолікулярна неоплазія (ФН). Залежно від того, чи вважалася цитологічна інтерпретація ФН «позитивною» чи «негативною», чутливість цитологічного визначення ПТК ЩЗ становила 96,4% та 81,7% відповідно. Не було виявлено різниці за цитоморфологічними характеристиками ПТК між пацієнтами з когорти та пацієнтами з вільних від радіаційного забруднення територій. Аналіз частоти мікроядер у тиреоцитах пунктатів ПТК пацієнтів виявив відсутність залежності між опроміненням радіоактивним йодом та появою мікроядер в епітеліальних клітинах ПТК. Показана суттєва статистично вірогідна різниця в частоті появи мікроядер між ПТК та доброякісними вузлами з А-клітин ($p < 0,01$). Отримані результати свідчать, що мікроядра можуть бути використані як маркер малігнізації епітелію в складних для цитологічної діагностики випадках відсутності псевдовключень цитоплазми в ядро. **Висновки.** Чутливість цитологічного визначення ПТК в Українсько-Американському когортному дослідженні раку ЩЗ за період 1998-2023 рр. становила 96,4% та 81,7% відповідно, залежно від того, чи вважалася цитологічна інтерпретація ФН «позитивною» чи «негативною». Аналіз цитологічних препаратів утворень пацієнтів із когорти та пацієнтів із «чистих» або вільних від радіаційного забруднення територій не виявив між ними різниці за цитоморфологічними характеристиками, включаючи наявність мікроядер у ПТК ЩЗ. Мікроядра не можна розглядати як маркер «радіаційних карцином», але можна використовувати як цитологічний маркер малігнізації А-клітин, оскільки існує статистично вірогідне збільшення їхньої кількості в ПТК.

Ключові слова: цитологічна діагностика, тонкогількова аспіраційна пункційна біопсія, папілярна тиреоїдна карцинома, Українсько-Американське когортне дослідження.

Результатом аварії на ЧАЕС було потрапляння значної кількості радіоактивних речовин у навколишнє середовище. Радіоактивні ізотопи йоду, переважно ^{131}I , стали основним дозоутворювальним чинником для населення, особливо дітей та підлітків. Найважливішим наслідком катастрофи для здоров'я стало величезне збільшення кількості випадків раку ЩЗ, переважно ПТК, серед тих, хто зазнав опромінення в дитинстві та підлітковому віці [1, 2]. Через 4-5 років після аварії науковці України та Білорусії опублікували дані про драматичне зростання числа випадків раку ЩЗ серед дитячого населення в регіонах, найближчих до ЧАЕС [3-5].

Це стало передумовою для розгортання широкомасштабного довготривалого аналітичного дослідження ризику раку ЩЗ. Для вивчення віддалених наслідків опромінення в ранньому віці, було проведено проспективне когортне дослідження в рамках Українсько-Американської програми «Науковий проєкт вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС» за участю ДУ «Інституту ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України» (ІЕОР, Україна) і Національного інституту раку США (National Cancer Institute, NCI, USA).

Раніше було показано, що група учасників проєкту з вузловими утвореннями ЩЗ, які пройшли ТАПБ з приводу тиреоїдної патології, є репрезентативною для всієї когорти, оскільки відсутнє селективне вибуття за дозою опромінення ЩЗ та статтю учасника, віком і типом місця проживання на момент аварії на ЧАЕС [6].

Першим етапом сучасного алгоритму діагностики та лікування пухлин ЩЗ є цитологічна передопераційна цитологічна діагностика, що дозволяє ефективно визначити основні типи злоякісних новоутворень ЩЗ [7-9].

Метою роботи стала оцінка внеску передопераційної цитологічної діагностики в ефективність моніторингу, діагностики та лікування пухлин ЩЗ у пацієнтів із когорти Українсько-Американського проєкту, а саме ПТК.

Матеріал і методи

Пацієнтів зазначеної когорти обстежували на наявність утворень ЩЗ, за допомогою пальпації та ультразвукового дослідження. Усі сонографічно підозрілі ураження (на основі гіпоехогенності, неправильної форми/контуру, наявності мікрокальцифікатів, вертикальної

орієнтації), направляли на проведення ТАПБ із подальшим цитологічним дослідженням. ТАПБ утворів ЩЗ проводили під ультразвуковим контролем використовуючи голку 21-го калібру. Наявність достатньої кількості епітеліальних клітин визначалася на місці за допомогою дослідження цитологом нативних (незбарвлених) мазків із діафрагмою конденсора світлового мікроскопа зменшеною до 50% апертури. Мазки фіксували протягом 5 хвилин у метанолі, а потім 30 хвилин забарвлювали барвником Романовського-Гімза, розведеним у 0,067 М фосфатному з рН=6,4. Адекватними вважались пункції, які давали 2 мазки з щонайменше 8-10 групами добре збережених фолікулярних епітеліальних клітин. Цитологічні висновки формували згідно з системою цитологічних звітів – Bethesda (The Bethesda System for Reporting Thyroid Cytopathology – BSRTC), яка є міжнародним стандартом термінології для опису результатів ТАПБ ЩЗ [7, 8]. Пацієнтів направляли на хірургічне втручання, якщо результати ТАПБ були підозрілими на наявність ПТК чи ФН. Наявність мікроядер визначали за допомогою планохроматичного об'єктиву $\times 40$. Для визначення відсотка клітин із мікроядрами досліджували 400 або 1000 клітин (у різних серіях).

У нашому аналізі до уваги бралися виключно результати останньої перед хірургічним лікуванням ТАПБ. Через те, що під час завершальної процедури ТАПБ було пропунктовано від одного до 4 вузлів, аналізувались цитологічні висновки для 197 окремих вузлів В підрахунки включені випадки, в яких пунктували 1-2 вузли. У випадках за наявності 2 вузлів, гістологічний діагноз ідентифікувався відносно кожного з них.

Статистичне опрацювання виконували, використовуючи непараметричний метод Колмогорова-Смирнова та метод кореляційного аналізу за Спирменом. Розрахунки виконані в пакеті Statistics.12. Різницю в результатах вважали вірогідною за $p < 0,05$.

Дослідження проводилося відповідно до основних принципів біоетики Конвенції Ради Європи про права людини й біомедицину (4 квітня 1997 р.), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення медичних досліджень за участю людей (1964-2013). Комісія з біомедичної етики

ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України» (протокол № 48/6-КЕ від 25.03.2024) порушень моральних і правових норм під час дослідження не виявила.

Результати та обговорення

Протягом періоду спостереження основна когорта мала чотири активні скринінги обстеження в період 1998-2023 рр. та налічувала 13 209 пацієнтів, співвідношення жінок-чоловіків було наступним: 6499 чоловіків та 6710 жінок. ТАПБ утворів ЩЗ була проведена 1443 особам, серед яких 407 чоловіків та 1036 жінок. Кількість процедур ТАПБ становила 2478, співвідношення чоловіків до жінок – 4/25. Загальна кількість пропунктованих утворів - 3240.

На 25.02.2026 було прооперовано 428 осіб. Серед прооперованих осіб, 357 була проведена доопераційна ТАПБ, серед них було 114 чоловіків та 243 жінок. У 234 з них після операції гістологічно було діагностовано рак ЩЗ, при цьому у 222 пацієнтів була верифікована гістологічно ПТК. 12 прооперованим особам ТАПБ не проводилась.

Для визначення ефективності передопераційної цитологічної діагностики використовується декілька статистичних показників – чутливість, специфічність, прогностична цінність та інші. Серед них чутливість – це співвідношення кількості визначених за допомогою ТАПБ випадків певного типу новоутворень до гістологічно визначених після операції новоутворень такого типу у хворих, які проходили. У **таблиці 1** представлено розподіл різних категорій цитологічних висновків для новоутворень, які надалі були прооперовані.

Оскільки цитологічний висновок «Фолікулярна неоплазія» (Bethesda-4) не дозволяє диференціювати доброякісні та злоякісні пухлини мікрофолікулярної будови, деякі автори вважають ФН «позитивним» висновком, яке включає великий ризик малігнізації та потребує оперативного видалення утвору. Водночас, інші автори вважають подібну цитологічну категорію «негативною» [9, 10]. У нашому дослідженні окремо представлені результати аналізу з використанням кожного з зазначених вище підходів (**Табл. 2**).

Таблиця 1. Розподіл цитологічних заключень для вузлів із морфологічним діагнозом ПТК**Table 1.** Distribution of cytological findings for nodes with a morphological diagnosis of PTC

Група цитологічних діагнозів Group of cytological diagnoses	Кількість осіб, n (%) Number of persons, n (%)
Доброякісні вузли (Бетесда-2) Benign nodes (Bethesda-2)	7 (3,55)
Фолікулярна неоплазія або підозра на неї (Бетесда-4) Follicular neoplasm or suspicion on of it (Bethesda-4)	29 (14,72)
Підозра на ПТК (Бетесда-5) Suspicion on papillary thyroid carcinoma (Bethesda-5)	62 (31,47)
ПТК (Бетесда-6) Papillary thyroid carcinoma (Bethesda-6)	99 (50,26)
Разом In total	197 (100,00)

Таблиця 2. Загальна чутливість цитологічного визначення ПТК відповідно до використання двох підходів до цитологічної інтерпретації ФН**Table 2.** Overall sensitivity of cytological detection of papillary thyroid cancer according to the use of two approaches to cytological interpretation of follicular neoplasm

Підхід Approach	Чутливість Sensitivity
ПТК+ підозра на ПТК PTC + suspicion of PTC	$(99+62/197) \times 100\%$ 81,7%
ПТК + підозра на ПТК + ФН PTC + suspicion of PTC + Follicular neoplasm	$(99+62+29/197) \times 100\%$ 96,4%

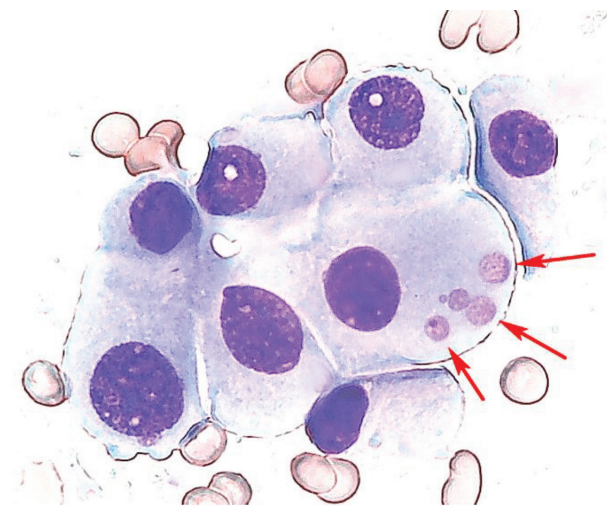
Коли ми розглядали ФН як «позитивний» результат, загальна чутливість була високою (96,4%), коли ФН розглядали як «негативний» результат, чутливість знизилася до 81,7%. За даними світової літератури, показники чутливості для раку ЩЗ коливаються в межах 60–95% [11, 12].

Аналіз цитологічних препаратів, отриманих у результаті ТАПБ прооперованих згодом утворень пацієнтів із когорти та пацієнтів із вільних від радіаційного забруднення територій не виявив між ними різниці за цитоморфологічними характеристиками ПТК. Цитологічні мазки пункційного матеріалу ПТК членів когорти демонстрували типові показники ПТК – неправильну форму ядра, порошокподібний хроматин, внутрішньоядерні псевдовключення, чіткі

межі клітин, характерне розташування клітин в епітеліальних шарах та інш.

Як відомо, у пацієнтів, яких лікували зовнішніми дозами радіотерапії 25–40 Гр [13], або внутрішньо терапевтичними дозами ^{131}I , що зазвичай складають до 100 Гр для ЩЗ [14, 15], відбуваються серйозні ядерні та цитоплазматичні зміни у фолікулярних клітинах. Ми не спостерігали таких змін у членів когорти, ймовірно тому, що вони отримували значно меншу середню дозу опромінення – 0,79 Гр [16]. Іншими словами, результати наших досліджень не надали переконливих доказів наявності специфічних цитологічних ознак для радіаційно-асоційованих злоякісних новоутворень ЩЗ.

Наша наступна спроба знайти цитологічні особливості, пов'язані з радіаційно-асоційованими ураженнями ЩЗ, була зосереджена на мікроядрах, оскільки ці структури часто спостерігаються при раку [17], а частота їх появи в клітинах людини зростає зі збільшенням дози іонізуючого опромінювання [18, 19]. Це невеликі субклітинні структури округлої форми, оточені мембраною і зазвичай розташовані поблизу ядра клітини (Рис. 1).

**Рис. 1.** Мікроядра (вказані стрілкою) в клітині епітелію з пунктату ПТК. Забарвлення за Романовським-Гімза. Об. 100, ок.3,3.**Fig. 1.** Micronuclei (indicated by an arrow) in an epithelial cell from a punctate of papillary thyroid carcinoma. Romanovsky-Giemsa staining. Volume 100, approx. 3,3.

Наразі вважається, що мікроядра містять генетичний матеріал, втрачений із геному через порушення сегрегації хромосом під час поділу клітин [20]. Також відомо, що терапія за допо-

могою ^{131}I призводить до збільшення частоти мікроядер у лімфоцитах периферичної крові [21].

Дослідження *in vitro* на лініях клітин, чутливих до тиреоїдних гормонів показали, що утворення клітин із мікроядрами лінійно залежало від концентрації $^{125}\text{I}\text{-T}_3$ в культуральному середовищі та здатності клітин поглинати мічений гормон [22]. Також було встановлено збільшення частоти бінуклеарних лімфоцитів із мікроядрами в дітей, які проживають на територіях, забруднених ^{137}Cs після аварії на ЧАЕС [23]. Що стосується мікроядер у тиреоцитах, то на час проведення наших досліджень була відома лише одна робота, в якій повідомлялось про наявність мікроядер у клітинах фолікулярного епітелію в пунктах токсичних зобів, карцином та ділянок лімфоцитарного тиреоїдиту [24]. На жаль, у цій роботі не подано конкретних цифр частот, з якими зустрічаються мікроядра в різних типах новоутворень ЩЗ.

Виходячи з викладеного вище можна припустити, що в пацієнтів, які мали в анамнезі вплив радіоактивного йоду, спостерігатиметься збільшення частоти появи мікроядер у клітинах ПТК. Для перевірки цього припущення ми провели порівняння частот появи мікроядер у фолікулярному епітелії карцином ЩЗ пацієнтів, які перебували з тими, що не перебували під дією радіоактивного йоду.

Було проведено два дослідження, у першому з яких підраховували відсоток клітин із мікроядрами серед 400 тиреоцитів у пунктах кожної з 49 ПТК, 34 яких належали пацієнтам, що перебували в зоні забруднення радіоактивним йодом під час аварії на ЧАЕС (Житомирській, Київській, Чернігівській, Рівненській областях), а 15 – знаходились поза цією зоною (Вінницька, Одеська, Івано-Франківська, Миколаївська, Херсонська, Донецька, Чернівецька, Хмельницька область та Крим). Як видно з **рисунка 2**, вірогідної різниці між зазначеними групами щодо відсотка тиреоцитів із мікроядрами немає ($t=1,044, p>0,3$).

Аналогічні підрахунки було зроблено в другому дослідженні, але тут підраховували відсоток клітин із мікроядрами серед 1000 тиреоцитів у пунктах кожної з 37 ПТК. 26 із них належали пацієнтам, що перебували в зоні, забрудненій радіоактивним йодом під час аварії на ЧАЕС (Київська, Черкаська, Житомирська, Чернігівська області). Інші 11 пацієнтів знаходились у «чистих» областях – Полтавській, Сумській,

Миколаївській, Дніпропетровській та Криму). Як видно з **рис. 3**, і в цьому дослідженні не спостерігається вірогідної різниці між зазначеними групами ($t=0,62032, p>0,5$).

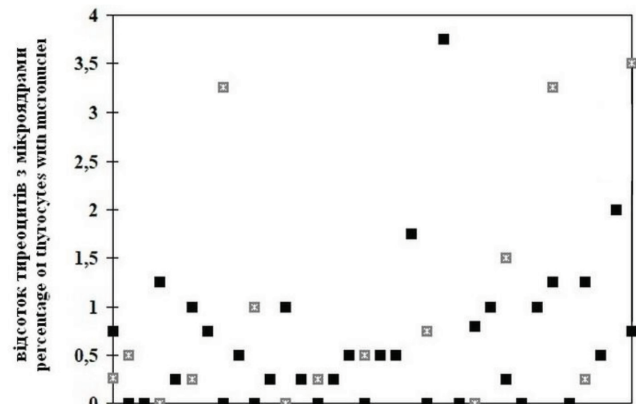


Рис. 2. Розподіл ПТК за відсотком клітин фолікулярного епітелію з мікроядрами в пацієнтів, що перебували (чорні квадрати) та не перебували (сірі квадрати) на радіаційно забруднених територіях (1-ше дослідження).

Fig. 2. Distribution of papillary thyroid carcinomas by percentage of follicular epithelial cells with micronuclei in patients who were (black squares) and did not (gray squares) in areas contaminated with radioactive iodine (Study 1).

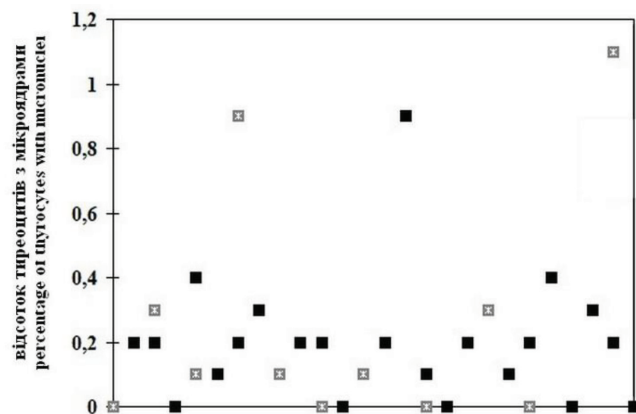


Рис. 3. Розподіл ПТК за відсотком клітин фолікулярного епітелію з мікроядрами в пацієнтів, що перебували (чорні квадрати) та не перебували (сірі квадрати) на радіаційно забруднених територіях (2-е дослідження).

Fig. 3. Distribution of papillary thyroid carcinomas by percentage of follicular epithelial cells with micronuclei in patients who were (black squares) and did not (gray squares) in areas contaminated with radioactive iodine. Study 2.

Отже, можна зробити висновок, що опромінення радіоактивним йодом не є головною причиною появи мікроядер в епітеліальних клітинах ПТК. Відповідно, мікроядра не можуть розглядатись як маркер «радіаційних карцином».

Тому постає питання, чи пов'язана поява мікроядер із процесами канцерогенезу в ЩЗ? Щоб отримати відповідь ми провели дослідження мікроядер на матеріалі пункційних біопсій новоутворень з А-клітин ЩЗ.

Для визначення частот, з якими з'являються мікроядра в тиреоцитах новоутворень, були досліджені цитологічні препарати пунктатів 41 гістологічно верифікованих ПТК та 48 доброякісних вузлів (вузлових зобів та аденоматозних зобів). У цитологічних препаратах пунктатів кожного новоутворення підраховували відсоток клітини з мікроядрами серед 1000 тиреоцитів.

Проведені дослідження показали суттєву різницю в прояві мікроядер між ПТК та доброякісними вузлами з А-клітин ($p < 0,01$). Максимальний відсоток тиреоцитів із мікроядрами в доброякісних пухлинах не перевищував 0,2%, а в злоякісних сягав 1,1%. У пунктатах переважної більшості доброякісних вузлів (81,25%) мікроядра взагалі були відсутні, у той час, як у злоякісних пухлинах мікроядра не спостерігались лише у 26,8% випадків (рис. 4).

Отримані нами дані підтвердили пізніше інші співавтори [25]. Виходячи з цього можемо припустити, що мікроядра з'являються в клітинах фолікулярного епітелію внаслідок процесів, пов'язаних із канцерогенезом.

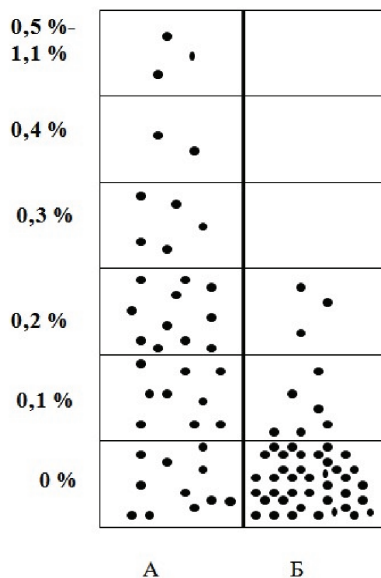


Рис. 4. Розподіл ПТК (А) та доброякісних новоутворень ЩЗ (Б) за відсотком клітин із мікроядрами у фолікулярному епітелії.

Fig. 4. Distribution of papillary thyroid carcinomas (A) and benign thyroid neoplasms (B) by the percentage of cells with micronuclei in the follicular epithelium.

Щоб докладніше проаналізувати це явище, ми визначали відсоток клітин із мікроядрами (підраховували 1000 тиреоцитів) в пунктах 17 ПТК ЩЗ та їх метастазів у регіональні лімфатичні вузли. Результати представлено на **рис. 5** попарно для кожної первинної пухлини та її метастазу. Як бачимо, при індивідуальному порівнянні в більшості випадків відсоток клітин із мікроядрами не збігається в первинних пухлинах та їх метастазах. При цьому відсоток клітин із мікроядрами в метастазі може бути як більшим, так і меншим ніж у первинній пухлині. При статистичному аналізі ми не знайшли вірогідної різниці в середньому рівні мікроядер між групами первинних вузлів та метастазів ($t = 0,2628$, $p > 0,5$). Також відсутня кореляція у відсотках мікроядер при попарному порівнянні первинних пухлин та їхніх метастазів (коефіцієнт кореляції – 0,01406). Тим часом, ми спостерігали випадки, коли клітини з мікроядрами становили більший відсоток у метастазах, ніж у первинній пухлині. Тому здається, що утворення мікроядер – постійний процес, що відбувається протягом усього часу існування пухлини.

Різний відсоток клітин із мікроядрами в первинних пухлинах та їх метастазах можна пояснити різною схильністю окремих клонів злоякісних клітин до фрагментації генетичного матеріалу у вигляді мікроядер. Суттєва й статистична вірогідна різниця в прояві мікроядер між ПТК та доброякісними вузлами дає можливість

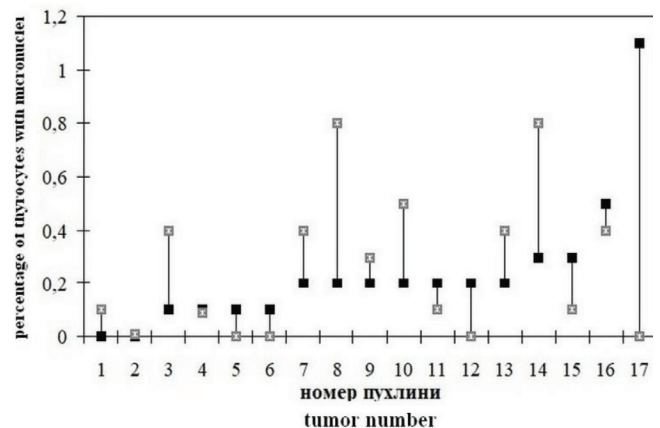


Рис. 5. Відсоток тиреоцитів із мікроядрами в епітелії ПТК (чорні квадрати) та їх метастазів (сірі квадрати).

Fig. 5. Percentage of thyrocytes with micronuclei in the epithelium of papillary thyroid carcinomas (black squares) and their metastases (gray squares).

розглядати мікроядра як маркер малігнізації А-клітин ЩЗ. Дійсно, якщо взяти за межу 0,1%, то в досліджуваній нами групі (рис. 6) всі пухлини, що мали більший відсоток клітин із мікроядрами, можна визначати як злоякісні з похибкою у 12,5%. Похибка зменшиться до 0, якщо за межу взяти 0,2% клітин із мікроядрами.

Цінність мікроядер як маркера малігнізації фолікулярного епітелію була б більшою, якби мікроядра з'являлися в клітинах незалежно від наявності інших маркерів малігнізації, насамперед – псевдовключень цитоплазми в ядро. Щоб з'ясувати, чи існує взаємозв'язок між проявом цих двох маркерів, у наступному дослідженні визначали відсоток тиреоцитів із мікроядрами та відсоток тиреоцитів із псевдовключеннями цитоплазми в ядро в пунктатах 41-ї ПТК (по 1000 клітин на кожному). Результати представлено на рисунку 6 попарно (% клітин із псевдовключеннями та % клітин із мікроядрами) для кожної ПТК. Статистична обробка показала відсутність суттєвої кореляції між проявами цих двох маркерів малігнізації (коефіцієнт кореляції – 0,2383). Це дає підставу вважати їх незалежними один від одного.

Отримані результати свідчать, що за допомогою мікроядер можна визначати малігнізацію фолікулярного епітелію в тих випадках ПТК, коли на препаратах відсутні клітини з псевдовключеннями цитоплазми в ядро. Мікроядра легко визначати на стандартних цитологічних препаратах, пофарбованих за методом Романовського-Гімза. Тому, такий маркер може знайти

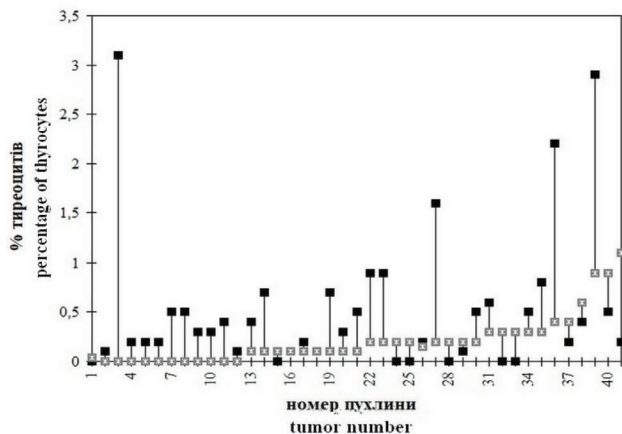


Рис. 6. Відсоток клітин із псевдовключеннями (чорні квадрати) та мікроядрами (сірі квадрати) в епітелії ПТК.

Fig. 6. Percentage of cells with pseudo-inclusions (black squares) and micronuclei (gray squares) in the epithelium of papillary thyroid carcinomas.

практичне використання в цитологічній діагностиці ПТК.

На основі викладених досліджень ми отримали патент на спосіб доопераційної цитологічної діагностики ПТК із використанням мікроядер [26].

Висновки

1. Чутливість цитологічного визначення папілярної тиреоїдної карциноми відповідно Українсько-Американського когортного дослідження раку ЩЗ 1998-2023 рр. становила 96,4% та 81,7% відповідно, залежно від того, чи вважалася цитологічна інтерпретація фолікулярної неоплазії «позитивною» чи «негативною».
2. Аналіз цитологічних препаратів, отриманих у результаті тонкогілкової аспіраційної пункційної біопсії прооперованих згодом утворів пацієнтів із когорти та пацієнтів із вільних від радіаційного забруднення територій не виявив між ними різниці за цитоморфологічними характеристиками папілярних тиреоїдних карцином.
3. Не отримано статистично вірогідної різниці в частоті мікроядер у пунктатах між групою пацієнтів, що перебували та не перебували на територіях, забруднених радіоактивним йодом, тобто мікроядра не можна розглядати як маркер «радіаційних карцином».
4. Доведена статистично вірогідна різниця в частоті мікроядер у пунктатах між папілярними тиреоїдними карциномами та доброякісними вузлами, що дає можливість використання мікроядер як надійного маркера малігнізації А-клітин щитоподібної залози, який проявляється незалежно від іншого маркера малігнізації – псевдовключень цитоплазми в ядро.

Перспективи подальших досліджень

Подальші наші дослідження будуть зосереджені на підвищенні точності діагностики та зменшенні кількості невизначених результатів тонкогілкової аспіраційної пункційної біопсії, як найбільш точного методу передопераційної діагностики вогнищевих утворень щитоподібної залози.

Список використаної літератури

1. Williams D. Health consequences of the Chernobyl accident. Science. 2001 Jun 15;292(5524):2010-2011. doi: 10.1126/science.292.5524.2010.

2. Hatch M, Ron E, Bouville A, Zablotska L, Howe G. The Chernobyl disaster: cancer following the accident at the Chernobyl nuclear power plant. *Epidemiol Rev.* 2005;27:56-66. doi: 10.1093/epirev/mxi012.
3. Williams ED, Abrosimov A, Bogdanova TI, Demidchik EP, Ito M, LiVolsi V, et al. Thyroid carcinoma after Chernobyl latent period, morphology and aggressiveness. *Br J Cancer.* 2004 Jun 1;90(11):2219-2224. doi: 10.1038/sj.bjc.6601860.
4. Bogdanova TI, Zurnadzhly LY, Greenebaum E, McConnell RJ, Robbins J, Epstein OV, et al. A cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chornobyl accident: pathology analysis of thyroid cancer cases in Ukraine detected during the first screening (1998-2000). *Cancer.* 2006 Dec 1;107(11):2559-66. doi: 10.1002/cncr.22321.
5. Bozhok Y, Greenebaum E, Bogdanova TI, McConnell RJ, Zelinska A, Brenner AV, et al. NA cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chernobyl accident: cytohistopathologic correlation and accuracy of fine-needle aspiration biopsy in nodules detected during the first screening in Ukraine (1998-2000). *Cancer.* 2009 Apr 25;117(2):73-81. doi: 10.1002/ency.20002.
6. Замотаєва ГА, Лапкіра ОВ, Пастер ІІІ. Селективне вибуття та репрезентативність в тиреоїдному когортному дослідженні: аналіз проходження тонкогोलкової аспіраційної пункційної біопсії та хірургічного лікування пацієнтами з вузловими утвореннями щитоподібної залози. *Ендокринологія.* 2025 Грудень 30;30(4):325-41 (Zamotayeva HA, Lapikura OV, Pasteur IP. Selective attrition and representativeness in the thyroid cohort study: analysis of fine-needle aspiration biopsy and surgical treatment among participants with thyroid nodules. *Endokrynologia.* 2025 Dec 30;30(4):325-41. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2025.30-4.325.
7. Haugen BR, Alexander EK, Bible KC, Doherty GM, Mandel SJ, Nikiforov YE, et al. 2015 American Thyroid Association management guidelines for adult patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer: The American Thyroid Association guidelines task force on thyroid nodules and differentiated thyroid cancer. *Thyroid.* 2016 Jan;26(1):1-133. doi: 10.1089/thy.2015.0020.
8. Zhu Y, Song Y, Xu G, Fan Z, Ren W. The Bethesda System for Reporting Thyroid Cytopathology (TBSRTC): A report of 2,781 cases in a Chinese population. *Chin J Cancer Res.* 2020 Apr;32(2):140-48. doi: 10.21147/j.issn.1000-9604.2020.02.02.
9. Pusztaszeri MP, Auger M, Stelow EB, Yang GC, Sanchez MA, LiVolsi VA. Papillary thyroid carcinoma, variants, and related tumors. In: *The Bethesda System for Reporting Thyroid Cytopathology: definitions, criteria, and explanatory notes.* Ali SZ, Cibas ES, eds. Springer International Publishing: Cham, Switzerland; 2018. 119-56. doi: 10.1007/978-3-319-60570-8_8.
10. Ali SZ, Baloch ZW, Cochand-Priollet B, Schmitt FC, Vielh P, VanderLaan PA. The 2023 Bethesda System for Reporting Thyroid Cytopathology. *Thyroid.* 2023 Sep;33(9):1039-1044. doi: 10.1089/thy.2023.0141.
11. Baloch ZW, Fleisher S, LiVolsi VA, Gupta PK. Diagnosis of «follicular neoplasms»: a gray zone in thyroid fine-needle aspiration cytology. *Diagn Cytopathol.* 2002 Jan;26(1):41-4. doi: 10.1002/dc.10043.
12. Lind P, Jacobson A, Nordenström E, Johansson L, Wallin G, Daskalakis K. Diagnostic sensitivity of fine-needle aspiration cytology in thyroid cancer. *Sci Rep.* 2024 Oct 16;14(1):24216. doi: 10.1038/s41598-024-75677-7.
13. Pretorius HT, Katikineni M, Kinsella TJ, Barsky SH, Brennan MF, Chu EW, et al. Thyroid nodules after high-dose external radiotherapy. Fine-needle aspiration cytology in diagnosis and management. *JAMA.* 1982 Jun 18;247(23):3217-20.
14. Centeno BA, Szyfelbein WM, Daniels GH, Vickery AL Jr. Fine needle aspiration biopsy of the thyroid gland in patients with prior Graves' disease treated with radioactive iodine. Morphologic findings and potential pitfalls. *Acta Cytol.* 1996 Nov-Dec;40(6):1189-97. doi: 10.1159/000333979.
15. Bajnok L, Mezosi E, Nagy E, Szabo J, Sztojka I, Varga J, et al. Calculation of the radioiodine dose for the treatment of Graves' hyperthyroidism: is more than seven-thousand rad target dose necessary? *Thyroid.* 1999 Sep;9(9):865-9. doi: 10.1089/thy.1999.9.865.
16. Likhtarev I, Bouville A, Kovgan L, Luckyanov N, Voillequé P, Cherpurny M. Questionnaire- and measurement-based individual thyroid doses in Ukraine resulting from the Chernobyl nuclear reactor accident. *Radiat Res.* 2006 Jul;166(1 Pt 2):271-86. doi: 10.1667/RR3545.1.
17. Fenech M, Kirsch-Volders M, Natarajan AT, Surrallés J, Crott JW, Parry J, et al. Molecular mechanisms of micronucleus, nucleoplasmic bridge and nuclear bud formation in mammalian and human cells. *Mutagenesis.* 2011 Jan;26(1):125-32. doi: 10.1093/mutage/geq052.
18. Gantenberg HW, Wuttke K, Streffer C, Müller WU. Micronuclei in human lymphocytes irradiated in vitro or in vivo. *Radiat Res.* 1991 Dec;128(3):276-81.
19. Tolbert PE, Shy CM, Allen JW. Micronuclei and other nuclear anomalies in buccal smears: methods development. *Mutat Res.* 1992 Feb;271(1):69-77. doi: 10.1016/0165-1161(92)90033-i.
20. Fischer AH. The diagnostic pathology of the nuclear envelope in human cancers. *Adv Exp Med Biol.* 2014;773:49-75. doi: 10.1007/978-1-4899-8032-8_3.
21. Gutiérrez S, Carbonell E, Galofré P, Creus A, Marcos R. Micronuclei induction by 131I exposure: study in hyperthyroidism patients. *Mutat Res.* 1997 Jan 3;373(1):39-45. doi: 10.1016/s0027-5107(96)00185-6.
22. Ludwikow G, Ludwikow F, Johanson KJ. Kinetics of micronucleus induction by 125I-labelled thyroid hormone in hormone-responsive cells. *Int J Radiat Biol.* 1992 May;61(5):639-53. doi: 10.1080/09553009214551451.
23. Zotti-Martelli L, Migliore L, Panasiuk G, Barale R. Micronucleus frequency in Gomel (Belarus) children affected and not affected by thyroid cancer. *Mutat Res.* 1999 Mar 15;440(1):35-43. doi: 10.1016/s1383-5718(99)00012-1.
24. Nilsson G. Micronuclei studied in fine needle goitre aspirates. *Acta Pathol Microbiol Scand A.* 1978 May;86(3):201-4. doi: 10.1111/j.1699-0463.1978.tb02033.x.
25. Çelik NGK, Altınboğa AA, Ünal TDK. Micronucleus and nuclear budding help to identify malignancy in thyroid fine needle aspiration cytology. *Cytopathology.* 2026 Jan;37(1):76-85. doi: 10.1111/cyt.13505.
26. Божок ЮМ, Соколов ОО, винахідники; ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка» НАМН України, патентовласник. Спосіб доопераційної діагностики папілярних карцином щитовидної залози. Патент України № 59554А від 15.09.2003.

Список скорочень

ІЕОР – ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України»

ПТК – папілярна тиреоїдна карцинома

ТАПБ – тонкогोलкова аспіраційна пункційна біопсія

ФН – фолікулярна неоплазія

ЧАЕС – Чорнобильська атомна електростанція

ЩЗ – щитоподібна залоза

THE IMPORTANCE OF PREOPERATIVE CYTOLOGICAL DIAGNOSTICS IN FULFILLING THE TASKS OF THE UKRAINIAN-AMERICAN PROJECT FOR STUDING CANCER AND OTHER THYROID DISEASES IN UKRAINE CAUSED BY THE CHORNOBYL ACCIDENT

Yu.M. Bozhok, G.V. Zelinska, V.M. Shpak

State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»

Abstract. The largest man-made disaster of human history in 1986 at Chernobyl Nuclear Power Plant (ChNPP) resulted in a massive release of significant amounts of radioiodine into the atmosphere and the irradiation of a large population. This event provided a unique opportunity to study the impact of ionizing radiation on human health. The main long-term consequence of the Chornobyl accident was a sharp increase in thyroid cancer incidence among residents of radioactively contaminated areas of Ukraine, which prompted a

number of domestic and international studies. To study the effects of radiation exposure, SI «Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine» and the National Cancer Institute of USA launched the «Ukrainian-American Research Project for the Study of Thyroid Cancer and Other Diseases in Ukraine as a Result of the Chornobyl Accident». **The aim** of our work was to evaluate the contribution of preoperative cytological diagnostics to the effectiveness of monitoring, diagnosis and treatment of thyroid tumors, namely papillary thyroid carcinoma (PTC) in patients from the Ukrainian-American Project cohort. **Material and methods.** All sonographically suspicious thyroid lesions were referred for fine-needle aspiration biopsy (FNAB) followed by cytological examination. The punctures were fixed in methanol and stained according to Romanovsky-Giemsa. Cytological reports were formed using the Bethesda cytology reporting system. **Results.** Between 1998 and 2023, within the framework of the Ukrainian-American Cohort Study, postoperative histopathology revealed PTC in 197 operated cohort members who underwent preoperative FNAB. In 81.7% of these patients, cytological testing also revealed PTC or a suspicion of it, and in 14.72%, follicular neoplasia was cytologically detected. Depending on whether the cytological interpretation of follicular neoplasia was considered «positive» or «negative», the sensitivity of cytological detection of PTC in the thyroid was 96.4% and 81.7%, respectively. No differences in the cytomorphological characteristics of PTC were found between patients in the cohort and territories free from radiation contamination. Analysis of the micronuclei frequency in thyrocytes from PTC punctates from patients with radioactive iodine-contaminated and from «clean» areas revealed no statistically significant difference, demonstrating absence of a relationship between radioactive iodine exposure and the appearance of micronuclei in PTC epithelial cells. Analysis of the frequency of micronuclei in punctate thyrocytes of PTC patients revealed no relationship between radioactive iodine exposure and the appearance of micronuclei in PTC epithelial cells. A significant statistically significant difference in the frequency of micronuclei was demonstrated between PTCs and benign A-cell nodules ($p < 0.01$). These results suggest that micronuclei can be used as a marker of epithelial malignancy in cases where cytological diagnosis is challenging and where cytoplasmic pseudoinclusions within the nucleus are absent. **Conclusions.** The sensitivity of cytological detection of thyroid PTC in the Ukrainian-American Thyroid Cancer Cohort Study for the period 1998-2023 was 96.4% and 81.7%, respectively, depending on whether the cytological interpretation of follicular neoplasia was considered «positive» or «negative». Analysis of cytological preparations from patients in the cohort and from patients in unaffected areas revealed no differences in cytomorphological characteristics, including the presence of micronuclei in PTC. Micronuclei cannot be considered as a marker of «radiation carcinomas», but they can be used as a cytological marker of A-cell malignancy, since there is a statistically significant increase in their number of PTC.

Keywords: cytological diagnostics, Fine-needle Aspiration Biopsy, papillary thyroid carcinoma, Ukrainian-American cohort study

Для цитування: Божок ЮМ, Зелінська ГВ, Шпак ВМ. Значення передопераційної цитологічної діагностики у виконанні завдань Українсько-Американського проекту дослідження раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні, спричинених аварією на Чорнобильській АЕС. Ендокринологія. 2026;31(1):54-62. DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.54.

Адреса для листування: Божок Юрий Михайлович, yubozhok@gmail.com; ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин

ім. В.П. Комісаренка НАМН України», вул. Вишгородська, 69, м. Київ 04114, Україна.

Відомості про авторів: Божок Юрий Михайлович, д-р біол. наук, гол. наук. співр. лабораторії функціональної та ультразвукової діагностики, ORCID: 0000-0003-0017-978; Зелінська Ганна Володимирівна, д-рка біол. наук, провідна наукова співробітниця лабораторії функціональної та ультразвукової діагностики, ORCID: 0000-0001-7421-0981; Шпак Віктор Михайлович, старший науковий співробітник відділу з питань медичних наслідків аварії на ЧАЕС та міжнародних відносин, ORCID: 0000-0002-6983-5490.

Особистий внесок: Божок Ю.М. – концепція та дизайн досліджень, аналіз літератури, написання статті, Зелінська Г.В. – концепція та дизайн досліджень, аналіз літератури, написання статті, Шпак В.М. – статистичний аналіз, написання статті.

Фінансування: Дослідження виконувалось у рамках бюджетного фінансування НАМН України за планом науково-дослідної роботи ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України» (№ державної реєстрації: реєстраційний номер 0120U10064) і за фінансової підтримки Українсько-Американської програми «Науковий проєкт вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС».

Декларація з етики: автори заявили про відсутність конфлікту інтересів або фінансових зобов'язань

Стаття: надійшла до редакції 19.03.2026 р.; перероблена 24.03.2026 р.; прийнята до друку 09.04.2026 р.; надрукована 20.04.2026 р.

For citation: Bozhok YuM, Zelinska GV, Shpak VM. The importance of preoperative cytological diagnostics in fulfilling the tasks of the Ukrainian-American project for studying cancer and other thyroid diseases in Ukraine caused by the Chornobyl accident. Endokrynologia. 2026;31(1):54-62. DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.54.

Correspondence address: Bozhok Yuriy Mykhailovych, yubozhok@gmail.com; State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Vyshgorodska St., 69, Kyiv 04114, Ukraine.

Information about the authors: Bozhok Yuriy Mykhailovych, Dr. of Biological Sciences, Chief Scientific Associate of the Laboratory of Functional and Ultrasound Diagnostics, ORCID: 0000-0003-0017-978; Zelinska Hanna Volodymyrivna, Dr. of Biological Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Functional and Ultrasound Diagnostics, ORCID: 0000-0001-7421-0981; Shpak Viktor Mykhailovych, Senior Researcher of the Department of Medical Consequences of the Chornobyl Accident and International Relations, ORCID: 0000-0002-6983-5490.

Personal Contribution: Bozhok Yu.M. – concept and design of research, literature analysis, writing of the article, Zelinska H.V. – concept and design of research, literature analysis, writing of the article, Shpak V.M. – statistical analysis, writing of the article.

Funding: The study was carried out within the framework of budget funding according to the research plan of the State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine» (registration number 0120U10064) and with financial support from the Ukrainian-American Program «Scientific Project to Study Cancer and Other Thyroid Diseases in Ukraine as a Result of the Chornobyl Nuclear Power Plant Accident».

Declaration of ethics: the authors declared no conflict of interest or financial obligations

Article: received March 19, 2026; revised March 24, 2026; accepted April 09, 2026; published April 20, 2026.

DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.63

Хірургічне лікування та післяопераційне спостереження пацієнтів із папілярною тиреоїдною карциномою після Чорнобильської катастрофи (за даними госпітального реєстру)

М.Ю. Болгов,
Ю.М. Таращенко,
О.В. Омельчук,
І.Р. Янчій,
П.П. Зінич,
Т.І. Богданова,
М.Д. Тронько

ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України»

Резюме. Папілярна тиреоїдна карцинома (ПТК) визнана основним типом пост-Чорнобильського радіогенного раку щитоподібної залози, на дослідженні якої зосереджена увага численних наукових установ світу. В Україні головним центром цього напрямку був і залишається ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України» (ІЕОР). **Мета.** На основі даних госпітального реєстру ІЕОР провести аналіз демографічних даних, тактики хірургічного лікування, результатів довгострокового спостереження мешканців України різного віку з ПТК, яких було прооперовано в ІЕОР після Чорнобильської катастрофи протягом 30-річного періоду. **Матеріал і методи.** До дослідження включено всі наявні випадки первинних операцій з приводу ПТК за 1990-2019 роки, діагностовані в осіб, народжених до 1 січня 1987 року, які в тому чи іншому ступені могли зазнати опромінення внаслідок Чорнобильської катастрофи в постнатальному чи пренатальному періодах (7247 пацієнтів). Проаналізовано дві групи пацієнтів: ті кому на час аварії на ЧАЕС було до 18 років, вони становили групу підвищеного ризику щодо розвитку радіогенної ПТК (група «0-18», 3610 випадків), та ті, кому на час аварії виповнилось 19 і більше років, вони становили, відповідно, групу нижчого ризику за стандартами радіаційної медицини (група «Інші», 3637 випадків). Період спостереження: від 1990 року (початок вірогідного зростання захворюваності на рак щитоподібної залози в Україні після Чорнобильської катастрофи) до 2019 року (досягнення достатнього періоду післяопераційного спостереження за пацієнтами). Для аналізу динаміки змін показників із часом весь період 1990-2019 роки було розбито на 10 періодів по 3 роки. **Результати.** Відсоток чоловіків у групі «0-18» був статистично значуще вищим на початку дослідження (37,7% проти 17,4% в групі «Інші») та поступово зменшувався до 2008 року, після чого він становив близько 18% в обох групах. У групі пацієнтів «0-18» порівняно з групою «Інші» також спостерігалася суттєво вища частота ураження регіонарних лімфовузлів (N1) протягом 1990-2007 років. У наступних

роках перевага відсотка N1 у групі «0-18» залишалася статистично значущою порівняно з групою «Інші», але в самій групі «0-18» частота регіонарних метастазів суттєво знизилася з 66,2% у 1990-1992 роках до 28% протягом 2008-2019 років. Відсоток пацієнтів із ПТК із найбільш постраждалих 6 північних регіонів України не зазнав статистично значущих змін між групами тих, кому було <18 чи ≥ 19 років в 1986 році, але мав тенденцію до зменшення з більш ніж 70% у перші роки дослідження до приблизно 40-50% у 2017-2019 роках. Динаміка частоти хронічного тиреоїдиту (ХТ) була доволі варіабельною: до 2008 року ознаки ХТ визначалися рідше в групі «0-18», а у 2011-2019 роках, навпроти частіше, ніж в групі «Інші». Поступове збільшення відсотка тиреоїдектомій відбувалось з 1990 до 1998 року як у групі «0-18», так і в групі «Інші» при статистично значущій перевазі перших. З 1999 по 2007 рік відсоток тиреоїдектомій вже не мав статистично значущої різниці між групами, а з 2008 до 2019 року відсоток тиреоїдектомій у групі «0-18» став нижчим, ніж у групі «Інші» ($p < 0,001$).

Висновки. Визначена протягом 30-річного періоду спостереження нижча частота рецидивів (повторних операцій) у групі «0-18» проти групи «Інші» дозволяє припустити більш сприятливий прогноз при лікуванні пацієнтів із групи підвищеного ризику щодо розвитку радіогенної ПТК.

Ключові слова: Чорнобильська катастрофа, папілярна тиреоїдна карцинома, хірургічне лікування, рецидиви.

Відомо, що одним із медичних наслідків аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС) у 1986 році визначено збільшення випадків ПТК серед мешканців постраждалих регіонів внаслідок дії радіоактивного йоду. Першочергово це стосується дітей та підлітків на 1986 рік [1-3]. Після аварії на ЧАЕС було проведено сотні епідеміологічних, молекулярно-генетичних та клініко-патологічних досліджень, які дозволили простежити радіаційно-індуковані зміни в геномі, встановити роль генетичних перебудов та мутацій генів у патогенезі ПТК. Сучасні роботи поглиблюють розуміння механізмів радіаційного канцерогенезу, вказуючи на зв'язок між дозою опромінення, віком на момент впливу та характером генетичних пошкоджень [4-6].

Одним із напрямків вивчення наслідків аварії на ЧАЕС є довготривале спостереження за пацієнтами, які були оперовані з приводу ПТК. Такі дослідження дають змогу зафіксувати зміни в характері патології за статтю, віковими групами, регіонами, розповсюдженістю, виникнення рецидивів тощо, що має безпосереднє значення для нашого розуміння радіаційного впливу та дозволяє оптимізувати діагностичні та лікувальні підходи. У літературі є приклади подібних досліджень, які підсумовують спостереження за великими групами пацієнтів протягом десятиріч [7-9].

Мета цієї статті полягає в тому, щоб на основі даних госпітального реєстру ІЕОР провести аналіз демографічних даних, тактики хірургічного лікування, результатів довгострокового спостереження мешканців України різного віку з ПТК, яких було прооперовано в ІЕОР після аварії на ЧАЕС протягом 30-річного періоду.

Матеріал і методи

За даними госпітального реєстру ІЕОР аналізувалась інформація щодо хірургічного лікування ПТК у 1990-2019 роках та подальшого спостереження за пацієнтами. До дослідження було включено всі наявні випадки первинних операцій із приводу ПТК за остаточним патологічним діагнозом. Сумнівні випадки та поєднана патологія (з іншими типами карцином) не включались. Для найбільш адекватної оцінки наслідків аварії на ЧАЕС було виключено також всіх народжених після 1986 року. Таким чином було сформовано групи пацієнтів, усі з яких у тому чи іншому ступені зазнали радіаційного впливу, але в різному віці: ті кому було на час аварії на ЧАЕС до 18 років, вони становили групу підвищеного ризику щодо розвитку радіогенної ПТК (група «0-18», 3610 випадків) та ті, кому на час аварії виповнилось 19 і більше років, вони становили, відповідно, групу нижчого ризику за стандартами радіаційної медицини (група «Інші», 3637 випадків), усього 7247 пацієнтів. Для аналізу динаміки змін показників із часом весь період 1990-2019 рр. було розбито на 10 періодів по 3 роки.

Аналізувались клінічні та патогістологічні дані госпітального реєстру щодо діагностики, лікування та подальшого спостереження за пацієнтами. Статистичний аналіз проводився методами описової статистики. Для кількісних даних застосовувались методи варіаційної статистики: χ^2 -критерій Пірсона, χ^2 тест; або точний критерій Фішера. Аналіз часу до події проводився методом Каплана–Майєра з визначенням статистичної значущості розбіжностей кривих за методами Log-Rank Test, Alt.Log-Rank(HF) Test, Wilcoxon Test та Tarone-Ware Test.

Результати

Статистичний аналіз груп «0-18» та «Інші» за віком на час операції наведено в **табл. 1**. Зрозуміло, що за умови виключення народжених після 1986 року група «0-18» була очікувано молодшою, ніж група «Інші» і ці розбіжності є статистично значущими.

У **табл. 2** наведено розподіл груп за статтю. Статистичний аналіз за χ^2 тестом показав, що відсоток чоловіків в групі «0-18» (22,1 %) був статистично значуще вищим порівняно з групою «Інші» (17,6 %, $p < 0,001$).

Для визначення динаміки змін відсотка пацієнтів чоловічої статі в кожній групі, та в цілому (за обома групами) було створено графік, який наведено на **рис. 1**. З нього можна бачити, як поступово з роками зменшується відсоток чоловіків як загалом, так і в кожній групі окремо. При цьому група «0-18» мала перевищення до періоду 2005-2007 рр., після чого різниця фактично зникла. Порівняння за відсотком пацієнтів чоловічої статі окремо періодів 1990-2007 та 2008-2019 роки довело, що статистична значущість розбіжностей за методикою визначення критерію χ^2 Пірсона в першому періоді (1990-2007 рр.) становить $p < 0,001$, а в другому (2008-2019 рр.) відсутня ($p < 0,1$).

Визначення динаміки ураження регіонарних лімфовузлів також показало зміни з часом цього показника (**рис. 2**). Треба зауважити, що в цій таблиці враховувались всі випадки ураження як центральних, так і/або югулярних колекторів лімфовідтоку, що відзначається категорією «N1» в класифікації TNM [10]. Можна бачити, що з роками відсоток ураження лімфовузлів знижується в обох групах, але з постійною перевагою в групі «0-18», яка є статистично значущою при розрахунку за всіма періодами разом ($p < 0,001$). Хоча більш суттєва перевага в групі «0-18» за 1990-2007 рр. є наочною, вона також статистично значуща і за період 2008-2019 рр., на відміну від порівняння за відсотком пацієнтів чоловічої статі, де вона зникає.

Відсоток пацієнтів із переважно уражених внаслідок аварії на ЧАЕС 6 північних регіонів (Житомирська, Київська, Рівненська, Сумська, Чернігівська області та м. Київ) з роками зменшується як загалом, так і в групі «0-18», але навіть наочно ніякої відмінності між групами не відзначається (**рис. 3**).

Таблиця 1. Параметрична статистика груп

Table 1. Parametric statistics of groups

Показники Indicators	Група «0-18» Group «0-18»	Група «Інші» Group «Others»
N	3610	3637
Мінімальне:максимальне значення Min:Max value	4:51	24:85
Середнє арифметичне Arithmetic mean	31,97	54,67
Медіана Median	33	54
Мода Moda	32,00 (183)	51,00 (175)
Дисперсія Dispersion	90,25	89,26
Стандартне відхилення Standard deviation	9,5	9,45
Стандартна помилка Standard error	0,16	0,16
Коефіцієнт варіації Coefficient of variation	29,70%	17,30%
Асиметрія Asymmetry	0,57	-0,03
Надлишок Excess	-0,15	-0,02
t-test	101,98 ($p < 0,001$)	–
Fisher's F-test	1,01 ($p < 0,05$)	–
1s-X+s1	68,14	68,79
2s-X+s2	95,54	95,35
3s-X+s3	100	99,81

Таблиця 2. Розподіл пацієнтів груп за статтю, n (%)

Table 2. Distribution of patients in groups by gender, n (%)

Групи Groups	Жінки Women	Чоловіки Men	Всього Total
0-18	2812 (48,4)	798 (55,5)	3610
Інші Others	2997 (51,6)	640 (44,5)	3637
Всього Total	5809 (100)	1438 (100)	7247

Було також проведено визначення динаміки найбільш розповсюдженої супутньої доброякісної патології при ПТК, а саме наявності ознак ХТ за патологічними звітами (**рис. 4**). До 2005-2007 рр., попри деякі суттєві коливання, відсоток наявності ознак ХТ у групі «0-18» був постійно і статистично значуще меншим, ніж у групі «Інші» ($p < 0,001$), коливаючись від 4,3% у 1990-1992 рр. до 12,0% у 2005-2007 рр. У 2008-2010 рр. відсоток ознак ХТ у групі «0-18»

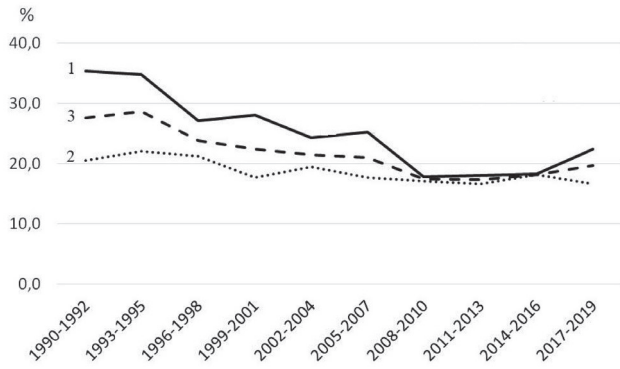


Рис. 1. Динаміка відсотка чоловіків серед пацієнтів із ПТК за 1990-2019 роки.

Примітка. 1 – група «0-18», 2 – група «Інші», 3 – разом.

Fig. 1. Dynamics of the percentage of men among patients with papillary thyroid carcinomas (PTC), 1990-2019.

Note. 1 – group «0-18», 2 – group «Others», 3 – total.

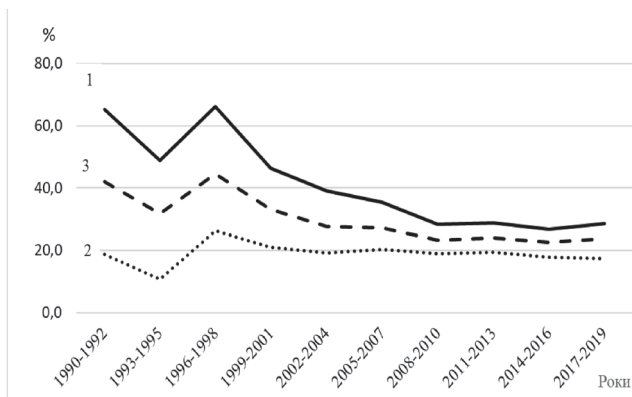


Рис. 2. Динаміка відсотка ураження регіонарних лімфовузлів серед пацієнтів із ПТК за 1990-2019 рр.

Примітка. 1 – група «0-18», 2 – група «Інші», 3 – разом.

Fig. 2. Dynamics of the percentage of regional lymph node involvement among patients with PTC, 1990-2019.

Note. 1 – group «0-18», 2 – group «Others», 3 – total.

зріс до 36,9% і практично зрівнявся з таким в групі «Інші». Після 2010 року ситуація кардинально змінилась: відсоток наявності ознак ХТ у групі «0-18» продовжив зростати до понад 50% ($p < 0,001$). Тільки в останній період (2017-2019 рр.) фіксується його зниження до 37,3%.

Протягом 1990-2019 років відбувались також зміни в підходах до хірургічного лікування ПТК, що можна бачити на графіку (рис. 5). З 1990 року поступово збільшувався відсоток тиреоїдектомій при переважанні в групі «0-18». Але після 1998 року і до 2007 статистично значущої різниці між групами не відзначається

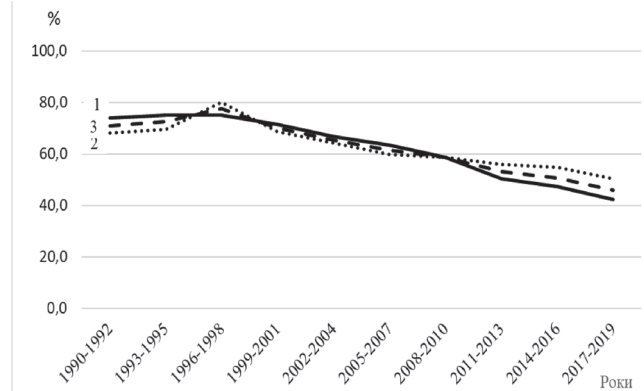


Рис. 3. Динаміка відсотка пацієнтів із 6 північних регіонів серед пацієнтів із ПТК за 1990-2019 рр.

Примітка. 1 – група «0-18», 2 – група «Інші», 3 – разом.

Fig. 3. Dynamics of the percentage of patients from 6 northern regions among patients with PTC, 1990-2019.

Note. 1 – group «0-18», 2 – group «Others», 3 – total.

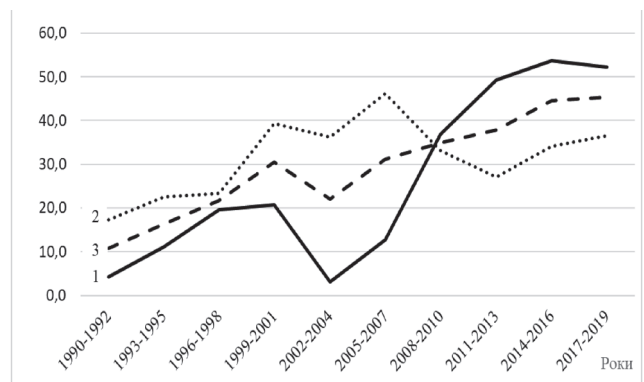


Рис. 4. Динаміка відсотка ознак ХТ у патогістологічному висновку серед пацієнтів із ПТК за 1990-2019 рр.

Примітка. 1 – група «0-18», 2 – група «Інші», 3 – разом.

Fig. 4. Dynamics of the percentage of signs of chronic thyroiditis in the histopathological conclusion among patients with PTC, 1990-2019.

Note. 1 – group «0-18», 2 – group «Others», 3 – total.

($p < 0,9$), хоча збільшення відсотка тиреоїдектомій продовжувалося. З 2008 до 2019 рік відсоток тиреоїдектомій у групі «0-18» став нижчим, ніж у групі «Інші» ($p < 0,001$). Зауважимо також, що в цих розрахунках до тиреоїдектомій ми відносили випадки первинно органозберігаючих операцій, якщо потім виконувалась заключна тиреоїдектомія.

Одним із найважливіших питань є ефективність хірургічного лікування ПТК. Методика Kaplan-Meier дозволяє побудувати криві виникнення рецидивів (виконання повторних операцій) та порівняти статистичну значущість

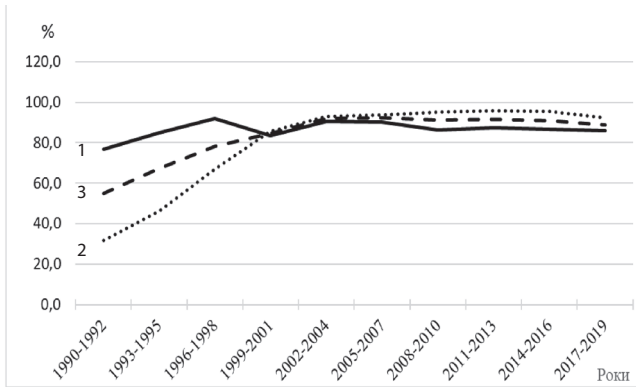


Рис. 5. Динаміка відсотка тиреоїдектомій серед пацієнтів із ПТК за 1990-2019 рр.

Примітка. 1 – група «0-18», 2 – група «Інші», 3 – разом.

Fig. 5. Dynamics of the percentage of thyroidectomies among patients with PTC, 1990-2019.

Note. 1 – group «0-18», 2 – group «Others», 3 – total.

їх розбіжностей у різних групах пацієнтів за різними методиками. Частіше за все розрахунки за Kaplan-Meier використовують для відслідковування виживаності, але її суть полягає у відображенні динаміки настання події («Date of event») із часом при врахуванні всіх, навіть короткочасних, випадків спостереження, які позначаються за датами вибуття з під нагляду (так звана «Date of censoring»). Ми побудували такі криві для груп «0-18» та «Інші» (рис. 6). Частіше криві за Kaplan-Meier будують починаючи з одиниці, маючи на увазі 100% пацієнтів на початок спостереження, коли надалі вони вибувають чи гинуть, що і відображають сходинки графіків. У нашому випадку мова йде про настання рецидиву, тобто логічно починати з 0 їх наявності. Крім того, при початку з 0 ми можемо змінити масштаб графіку та більш наочно показати як співвідносяться криві, бо кількість повторних операцій у цілому невелика і при збереженні на графіку всього проміжку від 0 до одиниці лінії будуть виглядати достатньо дрібними.

Треба також зауважити, що повторні втручання протягом перших 6 місяців після операції не враховувались, бо за логікою нашого розуміння онкологічних процесів операції в такий термін насамперед виконуються за умови наявності залишеної пухлинної тканини при первинній операції та не можуть надійно свідчити про саме рецидив захворювання. При цьому ми розуміємо, що ця межа є умовною і ніколи не може бути визначена зі 100% точністю.

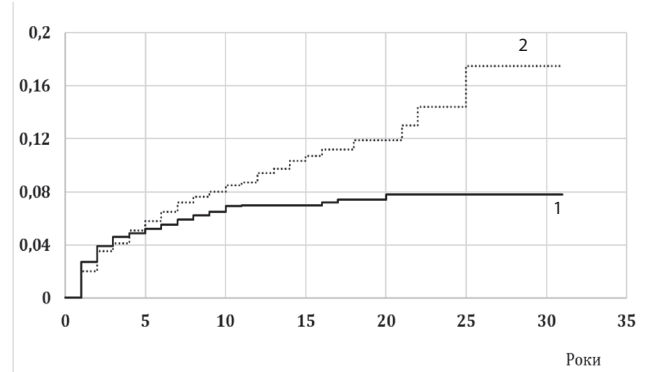


Рис. 6. Порівняння термінів виникнення рецидивів (повторні втручання) за методикою Kaplan-Meier.

Примітка. 1 – група «0-18», 2 – група «Інші».

Fig. 6. Comparison of recurrence times (repeated interventions) using the Kaplan-Meier method.

Note. 1 – group «0-18», 2 – group «Others».

Тести визначення статистичної значущості розбіжностей кривих дали такі результати: Log-Rank Test = 0,000 ($p=0,990$); Alternative Log-Rank(HF) Test = 0,002 ($p=0,975$); Wilcoxon Test = 2002,245 ($p<0,001$) та Tarone-Ware Test = 179,774 ($p<0,001$). Треба зазначити, що Log-Rank Test надає однакову вагу всім періодам спостереження і чутливий насамперед до пізніх відмінностей. Якщо Log-Rank показує $p=0,9$, то це може означати, що на пізніх термінах відмінностей немає або вони нестійкі. Альтернативний Log-Rank Test, а саме його модифікація, яку ми використовували (Weighted log-rank test of Harrington–Fleming), також посилює відмінності в пізні терміни спостереження. Тест Wilcoxon (Gehan–Breslow) надає більшу вагу раннім подіям та сильніше реагує на ранні відмінності в кривих. Tarone-Ware Test є проміжним між Log-Rank Test і Wilcoxon Test: він помірно підсилює ранні та середні інтервали часу.

Отже, можна зробити висновок, що в нашому випадку відмінності між групами існують тільки на ранніх термінах спостереження, але зникають пізніше. Водночас загальна кількість повторних операцій, тобто зафіксованих рецидивів, є статистично значуще нижчою в групі «0-18», складаючи 3,5% проти 4,7% у групі «Інші» ($p<0,025$). Якщо розраховувати за окремими десятиріччями, то за 1990-1999 статистична значущість розбіжностей відсутня ($p<0,9$); за 2000-2009 рр. вона є ($p<0,05$); за 2010-2019 також відсутня ($p<0,1$). Такий розклад пояснює неоднознач-

ність оцінок кривих Kaplan-Meier різними узгальнювальними тестами.

Обговорення

Співвідношення жінок та чоловіків серед пацієнтів із ПТК завжди привертає увагу дослідників. Є роботи, які навіть цілком присвячені цьому питанню [11]. Вже було наголошено дослідниками, що частка чоловіків зростає в групі пацієнтів, які зазнали опромінення внаслідок аварії на ЧАЕС чи з інших причин, зміщуючись у бік 1:1 [2, 12]. Так було зазначено, що серед постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС у групі дітей до 10 років співвідношення Ж/Ч знижується майже до 1:1, у групі дітей (всіх до 14 років) до 1,4:1, у групі підлітків від 15 до 18 років на час операції до 2,3:1, коливаючись біля цих значень за різні періоди спостереження [9].

Власні дані ми представили у вигляді динаміки за роками (триріччями) відсотків осіб чоловічої статі за всіма пацієнтами та окремо в групі «0-18» (на час аварії на ЧАЕС) та старших за віком пацієнтів на 1986 рік (група «Інші»). Співвідношення Ж/Ч за всіма пацієнтами за весь період спостереження становило 4,0:1 (по групі «0-18» воно становило 3,5:1, а в групі інші 4,7:1). Однак при окремому розгляді періодів 1990-2007 рр. та 2008-2019 рр. для групи «0-18» співвідношення відповідно були 2,6:1 та 4,2:1. Головним висновком наведеного розподілу за відсотками осіб чоловічої статі ми вважаємо наочну демонстрацію поступового зниження з роками цього відсотка та його стабілізацію з 2008-2010 рр. (рис. 1). Таким чином, за показником співвідношення Ж/Ч, можливий вплив опромінення внаслідок аварії на ЧАЕС спостерігався лише до 2008-2010 рр., після чого зрівнявся з таким для всієї дослідженої групи. Деякі зміни за останні роки спостереження (2017-2019 рр.) поки що складно інтерпретувати, але якщо і робити якісь припущення, то їх вочевидь важко пов'язати з радіаційним опроміненням у 1986 році.

Ураження регіонарних лімфатичних вузлів при ПТК є важливим фактором як поширеності/агресивності пухлини, так і прогнозу. Відсоток їх ураження за даними різних авторів коливається від 25 до 60% [13, 14], а в дітей зазвичай ці відсотки більші та досягають 65-83% [1, 15, 16]. За нашими даними відсоток ураження регіонарних лімфовузлів (N1) в групі «0-18» досягав максимуму 66,2% (1996-1998 рр.) і загалом зменшувався до 26-28% за останні роки спостереження

(2008-2019 рр.), де мав зовсім незначні коливання. На рис. 2 можна бачити, що тенденція до зменшення відсотка N1 зупинилась після 2007 року, але статистична значущість розбіжностей із групою «інші» залишилась на рівні $p < 0,001$. Ці результати демонструють аналогічну з відсотком чоловіків тенденцію до зниження до 2007 року в групі «0-18», але, на відміну від статистичного показника, відсоток N1 на всьому періоді спостереження відображав суттєву перевагу над групою «Інші». Це можна розглядати як свідчення довготривалих наслідків опромінення в дитячому віці, про що наголошувалось у літературі [8, 17].

Факт найбільшого забруднення північних регіонів України та м. Києва є відомим і неодноразово підтвердженим [2, 9, 18]. Але якщо порівнювати відсоток пацієнтів із цих регіонів, то між групами «0-18» та «Інші» спостерігається повна кореляція протягом усього періоду дослідження (1990-2019 рр.). На рис. 3 можна також бачити поступове зменшення відсотка пацієнтів із цих регіонів із більш ніж 70% у перші роки дослідження до 50% та навіть менше в останні. Ці дані опосередковано віддзеркалюють захворюваність загалом та відношення лікарів до проблеми ПТК (наш Інститут є провідною установою в Україні з надання допомоги цим хворим, насамперед дитячого віку), але майже не мають відношення до будь-яких конкретних особливостей лікування ПТК.

Наявність ознак ХТ у пацієнтів із ПТК давно привертає увагу дослідників. За деякими даними таке поєднання складає 41,4% [19]. Але переважна більшість робіт визначає цей відсоток близько 25% [20, 21]. За даними одного ґрунтового метааналізу він складає в середньому близько 19% [22]. До сьогодні триває дискусія щодо впливу наявності ХТ на агресивність ПТК (більшість дослідників вважає, що таке поєднання корелює з меншою агресивністю). Що стосується конкретних відсотків ознак ХТ у пацієнтів України з ПТК у контексті наслідків аварії на ЧАЕС, то нашими попередніми гістопатологічними дослідженнями ПТК пацієнтів із групи підвищеного ризику (0-18 років на час аварії на ЧАЕС) було встановлено наявність двох вірогідних висхідних трендів (обидва $p < 0,001$): вікового, від 9,6% у дітей, до 10,7% – у підлітків і до 17,7% у дорослих віком 19-42 років на час операції, а також часового, від 6,0% для всіх груп у 1990-1994 рр. до 18,5% – у 2005-2010 рр. [2]. За наведеними оновленими даними (рис. 4) динаміка відсотка наявності

ознак ХТ, зазначеної в патогістологічних висновках, була доволі варіабельною, але, не зважаючи на деякі суттєві коливання, загалом можна прослідити перехрест відсотків у групах «0-18» та «Інші» саме на межі тих самих триріч (2005-2007 та 2008-2010 роки). До 2008 року наявність ознак ХТ завжди була меншою в групі «0-18», а після цього рубікону завжди вища. Можливо це пов'язано з пригніченням імунної системи в осіб які зазнали опромінення у віці до 18 років і цей вплив триває впродовж 23 років, після чого спостерігався зворотний процес.

Усі пацієнти досліджених груп зазнали хірургічного лікування ПТК у різних обсягах (рис. 5). Треба зауважити, що в той час відбувались зміни й в хірургічній тактиці, на що впливали декілька факторів. Головним безумовно було усвідомлення лікарями наслідків аварії на ЧАЕС на тлі очевидного збільшення пацієнтів із ПТК, особливо дитячого та підліткового віку. Це спонукало до більш ретельного вивчення світового досвіду та переосмислення хірургічної стратегії лікування цих пацієнтів. Але в ті ж часи відбувалось також широке впровадження в практику синтетичного тироксину, який позбавив пацієнтів від алергічних реакцій (які були доволі частими при використанні тиреоїдину) і розширив можливості хірургічної допомоги при патології щитоподібної залози. До цього часу хірурги переважно намагались залишати хоч невелику частину тканини залози майже при всіх типах патології (пухлинах, тиреотоксикозі, багатовузлових зобах). Ця стратегія мала конкретну мету – зменшити ризики важкого гіпотиреозу на випадок алергії на тиреоїдин. Таким чином, на графіку можна бачити вплив обох цих факторів. Як у групі «0-18», так і в групі «Інші» з 1990 до 1998 року відбувалось поступове збільшення відсотка тиреоїдектомій при суттєвій перевазі групи «0-18» ($p < 0,001$).

З 1999 по 2007 роки відсоток тиреоїдектомій вже не мав суттєвих змін між групами «0-18» та «Інші» ($p < 0,9$). А з 2008 до 2019 року відсоток тиреоїдектомій у групі «0-18» став нижчим, ніж в групі «Інші» зі статистичною значущістю $p < 0,001$. Слід зазначити, що така зміна хірургічної стратегії не відбулась одночасно «за вказівкою», це був шлях, на якому постійно проводились аналітичні підсумкові дослідження, відбувалась все ширша інтеграція у світову спільноту хірургів ендокринологів (обмін досвідом) і безумовно на прийняття конкретних рішень впливали обговорення і намагання врахувати всі осо-

бливості кожної клінічної ситуації.

Оцінка віддалених результатів лікування ПТК досліджених груп була проведена за допомогою будування кривих за Kaplan-Meier (рис 6). Окремо розраховувались повторні операції в групах «0-18» та «Інші», що дало змогу порівняти ці криві за декількома методиками. Отримані результати свідчать, що в групі «0-18» кількість повторних втручань в цілому (3,5%) була меншою, ніж в групі «Інші» (4,7%) при $p < 0,025$. І це при тому, що, як було показано вище, кількість тиреоїдектомій з 2005 року в групі «0-18» була статистично значуще нижчою при $p < 0,001$. Середній відсоток повторних втручань із приводу рецидивів за обома групами (7247 пацієнтів) становив 4,1%.

У літературі наявні суттєві коливання відсотків рецидивів при ПТК. Так, в останніх рекомендаціях Американської тиреоїдної асоціації (American Thyroid Association) 2025 року зазначена частота рецидивів 15-35% [23]. У рекомендаціях цієї ж асоціації стосовно лікування дітей із вогнищевими утвореннями та диференційованим тиреоїдним раком сказано, що відсоток рецидивів становить приблизно 30% [24]. Китайські дослідники свідчать про 18,3% рецидивів [25]. Liu F.H. зі співавторами зазначають, що 5,2% рецидивів виникають при пухлині, яка обмежена щитоподібною залозою та 31,5% за наявності регіонарних метастазів [26]. При метааналізі, який охоплює 2318 пацієнтів у середньому зафіксовано 3,8% рецидивів, але за даними шести порівняльних досліджень було 7,9% при виконанні лише тиреоїдектомії та 4,7% при доповненні її профілактичною центральною дисекцією (у середньому 7,6%) [27]. За даними Fridman M. у групі дітей та підлітків, постраждалих від опромінення внаслідок аварії на ЧАЕС зафіксовано 3,9% локорегіонарних рецидивів [7].

Таким чином, можна стверджувати, що отримані нами відсотки рецидивів (повторних операцій) демонструють значення на нижній межі наявних у літературі за даними різних авторів. При цьому перевага в групі «0-18» дозволяє припустити більш сприятливий прогноз при лікуванні пацієнтів із групи підвищеного ризику стосовно розвитку радіогенних ПТК. З нашого погляду цей факт можна певною мірою пояснити молодшим віком пацієнтів групи «0-18» на час операції, а також тим, що радіогенним пост чорнобильським ПТК більш притаманні генетичні перебудови, так звані «злиття генів» («gene fusions»), а не генетичні мутації, в основному *BRAF*^{V600E} мутація

[18, 28, 29]. Це припущення певним чином підтверджують отримані нами раніше дані щодо статистично значущої частішої повної ремісії при післяопераційній радіоїодтерапії та довшої безрецидивної виживаності пацієнтів із радіогенною ПТК за відсутності *BRAF^{V600E}* мутації [5]. Ми також розуміємо, що можливо частина хворих мала рецидив та була оперована в інших клініках, але саме на випадок таких сумнівів і було проведено аналіз за методикою Kaplan-Meier, бо в ньому враховуються лише випадки, які надійно простежені. І таких виявилось також достатньо, щоб надати максимальний термін спостереження близько 30 років і засвідчити відносну перевагу рецидивів саме в групі «Інші».

Висновки

1. Відсоток чоловіків у групі пацієнтів, яким було до 18 років на час аварії на Чорнобильській АЕС був статистично значуще вищим на початку дослідження (37,7% проти 17,4% у групі «Інші») та поступово зменшувався до 2008 року, після чого він становив близько 18% в обох групах.

2. У групі пацієнтів «0-18» порівняно з групою «Інші» спостерігалася суттєво вища частота ураження регіонарних лімфовузлів (N1) протягом 1990-2007 рр. У наступних роках перевага відсотка N1 у групі «0-18» залишалася статистично значущою порівняно з групою «Інші», але в самій групі «0-18» частота регіонарних метастазів суттєво знижувалася з 66,2% у 1990-1992 рр. до 28% протягом 2008-2019 рр.

3. Відсоток пацієнтів із папілярною тиреоїдною карциномою з найбільш постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС північних регіонів України не зазнав статистично значущих змін між групами тих, кому було до 18 років та 19 і понад років у 1986 році та інших, але мав тенденцію до зменшення з більш ніж 70% у перші роки дослідження до 50% та навіть менше в останні.

4. Динаміка частоти супутнього хронічного тиреоїдиту була доволі варіабельною: до 2008 року ознаки хронічного тиреоїдиту визначалися рідше в групі «0-18», а у 2011-2019 роках, напроти частіше, ніж у групі «Інші», що може бути пов'язано з тимчасовим пригніченням імунної системи в осіб, які зазнали опромінення у віці до 18 років.

5. Поступове збільшення відсотка тиреоїдектомій відбувалось із 1990 до 1998 року як у групі осіб яким було до 18 років на час аварії на Чорнобильській АЕС, так і в групі інших при статистично значущій перевазі перших. З 1999 по

2007 роки відсоток тиреоїдектомій вже не мав статистично значущої різниці між групами, а з 2008 до 2019 року відсоток тиреоїдектомій у групі «0-18» став суттєво нижчим, ніж у групі «Інші».

6. Відсотки рецидивів (повторних операцій) демонструють значення на нижній межі наявних у літературі даних, при цьому нижча їх частота в групі «0-18» проти групи «Інші» дозволяє припустити більш сприятливий прогноз при лікуванні пацієнтів із групи підвищеного ризику щодо розвитку радіогенної папілярної тиреоїдної карциноми щитоподібної залози.

Перспективи подальших досліджень

У перспективі плануються подальші дослідження різних типів хірургічної ендокринної патології для виявлення закономірностей, пов'язаних як з аварією на ЧАЕС, так і з іншими чинниками. І головним результатом усіх цих досліджень повинно стати краще розуміння виникнення цієї патології, та, як наслідок, розробка більш ефективних протоколів ведення пацієнтів в Україні.

Список використаної літератури

1. Reiners C. Clinical experiences with radiation induced thyroid cancer after chernobyl. *Genes (Basel)*. 2011 May 31;2(2):374-83. doi: 10.3390/genes2020374.
2. Tronko M, Bogdanova T, Saenko V, Thomas GA, Likhtarov I, Yamashita S, editors. *Thyroid cancer in Ukraine after Chernobyl: dosimetry, epidemiology, pathology, molecular biology*. Nagasaki Association for Hibakushas' Medical Care (NASHIM). Nagasaki, IN-TEX; 2014. 175 p.
3. Fridman M, Lam AK, Krasko O, Schmid KW, Branovan DI, Demidchik Y. Morphological and clinical presentation of papillary thyroid carcinoma in children and adolescents of Belarus: the influence of radiation exposure and the source of irradiation. *Exp Mol Pathol*. 2015 Jun;98(3):527-31. doi: 10.1016/j.yexmp.2015.03.039.
4. Suzuki K, Saenko V, Yamashita S, Mitsutake N. Radiation-induced thyroid cancers: overview of molecular signatures. *Cancers (Basel)*. 2019 Sep 2;11(9):1290. doi: 10.3390/cancers11091290.
5. Zurnadzhly L, Bogdanova T, Rogounovitch TI, Ito M, Tronko M, Yamashita S, et al. Clinicopathological implications of the *BRAF^{V600E}* mutation in papillary thyroid carcinoma of Ukrainian patients exposed to the Chernobyl radiation in childhood: a study for 30 years after the accident. *Front Med (Lausanne)*. 2022 Apr 26;9:882727. doi: 10.3389/fmed.2022.882727.
6. Karyadi DM, Bogdanova TI, Milder CM, Hartley SW, Lee OW, Dean M, et al. Distinctive molecular features of radiation-induced thyroid cancers. *Sci Adv*. 2025 Aug 22;11(34):eadw7680. doi: 10.1126/sciadv.adw7680.
7. Fridman M, Savva N, Krasko O, Mankovskaya S, Branovan DI, Schmid KW, et al. Initial presentation and late results of treatment of post-Chernobyl papillary thyroid carcinoma in children and adolescents of Belarus. *J Clin Endocrinol Metab*. 2014 Aug;99(8):2932-41. doi: 10.1210/jc.2013-3131.
8. Ron E. Thyroid cancer incidence among people living in areas contaminated by radiation from the Chernobyl accident. *Health Phys*. 2007 Nov;93(5):502-11. doi: 10.1097/01.HP.0000279018.93081.29.
9. Богданова ТІ, Шпак ВМ, Зурнаджи ЛЮ, Болгов МЮ, Бурко СВ, Дегтярьова ТЛ, та ін. Тренди захворюваності на рак щитоподібної залози серед дітей та підлітків України, постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи, вплив підвищення

- проліферативної активності на клініко-гістопатологічні характеристики радіогенних папілярних ТК. *Ендокринологія*. 2025;30(1):5-15 (Bogdanova TI, Shpak VM, Zurnadzhy LYU, Bolgov MYu, Burko SV, et al. Thyroid cancer incidence trends among children and adolescents of Ukraine affected by the Chernobyl accident, the effect of increased proliferative activity on the clinical and histopathological characteristics of radiogenic papillary thyroid carcinoma. *Endokrynologia*. 2025;30(1):5-15. doi: 10.31793/1680-1466.2025.30-1.5).
10. Brierley JD, Gospodarowich MK, Wittekind C, editors. TNM classification of malignant tumours. 8th edition. Oxford:Wiley-Blackwell; 2017. 233 p.
 11. LeClair K, Bell KJL, Furuya-Kanamori L, Doi SA, Francis DO, Davies L. Evaluation of gender inequity in thyroid cancer diagnosis: differences by sex in us thyroid cancer incidence compared with a meta-analysis of subclinical thyroid cancer rates at autopsy. *JAMA Intern Med*. 2021 Oct 1;181(10):1351-8. doi: 10.1001/jamainternmed.2021.4804.
 12. Li YD, Ye QY, Chen YX, Hu XR. Thyroid cancer: pathogenesis, clinicopathology, diagnosis, and management. *Med Comm* (2020). 2025 Oct 28;6(11):e70449. doi: 10.1002/mco2.70449.
 13. Davidson HC, Park BJ, Johnson JT. Papillary thyroid cancer: controversies in the management of neck metastasis. *Laryngoscope*. 2008 Dec;118(12):2161-5. doi: 10.1097/MLG.0b013e31818550f6.
 14. Shukla N, Osazuwa-Peters N, Megwalu UC. Association between age and nodal metastasis in papillary thyroid carcinoma. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2021 Jul;165(1):43-9. doi: 10.1177/0194599820966995.
 15. Ngo DQ, Le DT, Ngo QX, Van Le Q. Risk factors for lateral lymph node metastasis of papillary thyroid carcinoma in children. *J Pediatr Surg*. 2022 Oct;57(10):421-4. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2022.01.017.
 16. Popović Krneta M, Šobić Šaranović D, Mijatović Teodorović L, Krajčinović N, Avramović N, Bojović Ž, et al. Prediction of cervical lymph node metastasis in clinically node-negative t1 and t2 papillary thyroid carcinoma using supervised machine learning approach. *J Clin Med*. 2023 May 24;12(11):3641. doi: 10.3390/jcm12113641.
 17. Tuttle RM, Vaisman F, Tronko MD. Clinical presentation and clinical outcomes in Chernobyl-related paediatric thyroid cancers: what do we know now? What can we expect in the future? *Clin Oncol (R Coll Radiol)*. 2011 May;23(4):268-75. doi: 10.1016/j.clon.2011.01.178.
 18. Morton LM, Karyadi DM, Stewart C, Bogdanova TI, Dawson ET, Steinberg MK, et al. Radiation-related genomic profile of papillary thyroid carcinoma after the Chernobyl accident. *Science*. 2021 May 14;372(6543):eabg2538. doi: 10.1126/science.abg2538.
 19. Battistella E, Pomba L, Costantini A, Scapinello A, Toniato A. Hashimoto's thyroiditis and papillary cancer thyroid coexistence exerts a protective effect: a single centre experience. *Indian J Surg Oncol*. 2022 Mar;13(1):164-8. doi: 10.1007/s13193-022-01515-9.
 20. Lee JH, Kim Y, Choi JW, Kim YS. The association between papillary thyroid carcinoma and histologically proven Hashimoto's thyroiditis: a meta-analysis. *Eur J Endocrinol*. 2013 Feb 15;168(3):343-9. doi: 10.1530/EJE-12-0903.
 21. Tang Q, Pan W, Peng L. Association between Hashimoto thyroiditis and clinical outcomes of papillary thyroid carcinoma: A meta-analysis. *PLoS One*. 2022 Jun 16;17(6):e0269995. doi: 10.1371/journal.pone.0269995.
 22. Resende de Paiva C, Grønhoj C, Feldt-Rasmussen U, von Buchwald C. Association between Hashimoto's thyroiditis and thyroid cancer in 64,628 patients. *Front Oncol*. 2017 Apr 10;7:53. doi: 10.3389/fonc.2017.00053.
 23. Ringel MD, Sosa JA, Baloch Z, Bischoff L, Bloom G, Brent GA, et al. 2025 American Thyroid Association management guidelines for adult patients with differentiated thyroid cancer. *Thyroid*. 2025 Aug;35(8):841-985. doi: 10.1177/10507256251363120. Erratum in: *Thyroid*. 2025 Nov;35(11):1350. doi: 10.1177/10507256251387671.
 24. Francis GL, Waguespack SG, Bauer AJ, Angelos P, Benvenega S, Cerutti JM, et al. Management guidelines for children with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer. *Thyroid*. 2015 Jul;25(7):716-59. doi: 10.1089/thy.2014.0460.
 25. Jang SW, Park JH, Kim HR, Kwon HJ, Lee YM, Hong SJ, et al. Recurrence risk evaluation in patients with papillary thyroid carcinoma: multicenter machine learning evaluation of lymph node variables. *Cancers (Basel)*. 2023 Jan 16;15(2):550. doi: 10.3390/cancers15020550.
 26. Liu FH, Kuo SF, Hsueh C, Chao TC, Lin JD. Postoperative recurrence of papillary thyroid carcinoma with lymph node metastasis. *J Surg Oncol*. 2015 Aug;112(2):149-54. doi: 10.1002/jso.23967.
 27. Wang TS, Cheung K, Farrokhyar F, Roman SA, Sosa JA. A meta-analysis of the effect of prophylactic central compartment neck dissection on locoregional recurrence rates in patients with papillary thyroid cancer. *Ann Surg Oncol*. 2013 Oct;20(11):3477-83. doi: 10.1245/s10434-013-3125-0.
 28. Efanov AA, Brenner AV, Bogdanova TI, Kelly LM, Liu P, Little MP, et al. Investigation of the relationship between radiation dose and gene mutations and fusions in post-Chernobyl thyroid cancer. *J Natl Cancer Inst*. 2018 Apr 1;110(4):371-378. doi: 10.1093/jnci/djx209. Erratum in: *J Natl Cancer Inst*. 2018 Jun 1;110(6):685.
 29. Morton LM, Lee OW, Karyadi DM, Bogdanova TI, Stewart C, Hartley SW, et al. Genomic characterization of cervical lymph node metastases in papillary thyroid carcinoma following the Chernobyl accident. *Nat Commun*. 2024 Jun 13;15(1):5053. doi: 10.1038/s41467-024-49292-z

Список скорочень

ІЕОР – ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України»

ПТК – папілярна тиреоїдна карцинома

ЧАЕС – Чорнобильська атомна електростанція

ХТ – хронічний тиреоїдит

ПТС – papillary thyroid carcinomas

Surgical treatment and postoperative follow-up of patients with papillary thyroid carcinoma after the Chernobyl accident (according to hospital register data)

M.Yu. Bolgov, Yu.M. Tarashchenko, O.V. Omelchuk, I.R. Yanchiy, P.P. Zynych, T.I. Bogdanova, M.D. Tronko

State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»

Abstract. Papillary thyroid carcinoma (PTC) is recognized as the main type of post-Chernobyl radiogenic thyroid cancer, the study of which is the focus of attention of numerous scientific institutions around the world. In Ukraine, the main center in this field was and remains the SI «V.P. Komissarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine» (IEM).

Objective. Based on data from the IEM hospital registry, to analyze demographic data, surgical treatment tactics, and long-term follow-up results for Ukrainian residents of various ages with PTC who underwent surgery at the IEM after the Chernobyl accident over a 30-year period. **Material and methods.** The study included all available cases of primary surgery for PTC during the period 1990-2019, diagnosed in persons born before January 1, 1987, which to one degree or another could have been exposed to radiation as a result of the Chernobyl accident in the postnatal or prenatal periods (7,247 patients). Two groups of patients were analyzed: those who were under 18 years of age at the time of the Chernobyl accident constituted a group at increased risk of developing radiogenic PTC (group «0-18», 3,610 cases) and those who were 19 years of age and older at the time of the accident, who constituted a group at lower risk according to radiation medicine standards (group «Others», 3,637 cases). Observation period: from 1990 (the beginning of a probable increase in the incidence of thyroid cancer in Ukraine after the Chernobyl accident) to 2019 (achieving a sufficient period of postoperative follow-up of patients). To analyze the dynamics of changes in indicators over time, the

entire period 1990 to 2019 was divided into 10 periods of 3 years each.

Results. The percentage of men in the «0-18» group was statistically significantly higher at the beginning of the study (37.7% vs. 17.4% in the «Others» group) and gradually decreased until 2008, after which it was about 18% in both groups. In the «0-18» patient group, compared to the «Others» group, there was also a significantly higher incidence of regional lymph node involvement (N1) during 1990-2007. In subsequent years, the advantage of the N1 percentage in the «0-18» group remained statistically significant compared to the «Others» group, but within the «0-18» group itself, the frequency of regional metastases decreased significantly from 66.2% in 1990-1992 to 28.0% during 2008-2019. The percentage of patients with PTC from the six most affected northern regions of Ukraine did not undergo statistically significant changes between the groups of those who were <18 or ≥19 years of age in 1986, but tended to decrease from more than 70% in the early years of the study to approximately 40-50% in 2017-2019. The dynamics of the frequency of chronic thyroiditis (CT) was quite variable: until 2008, signs of CT were less frequently detected in the «0-18» group, and in 2011-2019, on the contrary, more frequently than in the «Others» group. A gradual increase in the percentage of thyroidectomies occurred from 1990 to 1998 in both the «0-18» group and the «Others» group, with a statistically significant of the first advantage. From 1999 to 2007, the percentage of thyroidectomies no longer had a statistically significant difference between the groups, and from 2008 to 2019, the percentage of thyroidectomies in the «0-18» group became lower than in the «Others» group ($p < 0.001$). **Conclusions.** The lower frequency of recurrences (repeat operations) in the «0-18» group compared to the «Others» group, determined over a 30-year observation period, suggests a more favorable prognosis in the treatment of patients from the high-risk group for the development of radiogenic PTC.

Keywords: Chernobyl accident, papillary thyroid cancer, surgical treatment, recurrences.

Для цитування: Болгов МЮ, Тарашченко ЮМ, Омельчук ОВ, Янчій ІР, Зінич ПП, Богданова ТІ, Тронько МД. Хірургічне лікування та післяопераційне спостереження пацієнтів із папілярною тиреоїдною карциномою після Чорнобильської катастрофи (за даними госпітального реєстру). Ендокринологія. 2026;31(1):63-72. DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.63.

Адреса для листування: Болгов Михайло Юрійович, mikebolgov@gmail.com; ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», вул. Вишгородська, 69, Київ 04114, Україна.

Відомості про авторів: Болгов Михайло Юрійович, д-р мед. наук, проф., керівник відділу хірургії ендокринних залоз, ORCID: 0000-0002-9011-9982; Тарашченко Ю.М., канд. мед. наук, старший науковий співробітник відділу хірургії ендокринних залоз, ORCID: 0000-0003-4787-359X; Омельчук Олександр Вікторович, канд. мед. наук, завідувач відділення хірургії, ORCID: 0000-0001-8993-9513; Янчій Іван Романович, канд. мед. наук, старший науковий співробітник відділу хірургії ендокринних залоз, ORCID: 0000-0003-0600-5833; Зінич Петро Петрович, канд. мед. наук, старший науковий співробітник відділу хірургії ендокринних залоз, ORCID: 0000-0001-8890-4343; Богданова Тетяна Іванівна, д-рка біол. наук, проф., завідувачка лабораторії морфології ендокринної системи, ORCID: 0000-0001-5119-0236; Тронько Микола Дмитрович, д-р мед. наук, проф., чл.-кор. НАН України, акад. НАМН України, завідувач відділу фундаментальних та прикладних проблем ендокринології, в.о. директора Інституту, ORCID: 0000-0001-7421-0981.

Особистий внесок: Болгов М.Ю. – ідея, загальне керівництво, дизайн дослідження, аналіз результатів, написання статті,

автоматизований аналіз даних госпітального реєстру; Тарашченко Ю.М. – аналіз клінічних даних, підготовка статті до друку; Омельчук О.В. – аналіз клінічних даних, участь у написанні рукопису; Янчій І.Р. – аналіз клінічних даних, аналіз результатів; Зінич П.П. – аналіз клінічних даних, підготовка статті до друку; Богданова Т.І. – участь у розробці концепції статті, участь у написанні рукопису; Тронько М.Д. – загальне керівництво, обговорення отриманих результатів.

Фінансування: дослідження проводилось у рамках бюджетного фінансування Національної академії медичних наук України за планом науково-дослідної роботи «Удосконалення діагностики, лікування, до- та післяопераційної тактики ведення поєднаної тиреоїдної патології у жителів України в умовах військового часу» ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України» (№ державної реєстрації: 0123U100762).

Декларація з етики: автори задекларували відсутність конфлікту інтересів і фінансових зобов'язань.

Стаття: надійшла до редакції 25.12.2025 р.; перероблена 11.01.2026 р.; прийнята до друку 09.04.2026 р.; надрукована 20.04.2026 р.

For citation: Bolgov MYu, Tarashchenko YuM, Omelchuk OV, Yanchiy IR, Zynych PP, Bogdanova TI, Tronko MD. Surgical treatment and postoperative follow-up of patients with papillary thyroid carcinoma after the Chernobyl accident (according to hospital register data). Endokrynologia. 2026;31(1):63-72. DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.63.

Correspondence address: Bolgov Mykhailo Yuriyovich, mikebolgov@gmail.com; State Institution «VP Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the NAMS of Ukraine», Vyshgorodska Str., 69, Kyiv 04114, Ukraine.

Information about the authors: Bolgov Mykhailo Yuriyovich, Dr. Sci. (Medicine), Prof., Head of the Department of Endocrine Surgery, ORCID: 0000-0002-9011-9982; Tarashchenko Yu.M., Ph. D., Department of Endocrine Surgery, ORCID: 0000-0003-4787-359X; Omelchuk Oleksii Viktorovich, Cand. Sci. (Medicine), Chief of the Department of Surgeon, ORCID: 0000-0001-8993-9513; Yanchiy Ivan Romanovych, Cand. Sci. (Medicine), Senior Resercher of the Department of Endocrine Surgery, ORCID: 0000-0003-0600-5833; Zynych Petro Petrovych, Cand. Sci. (Medicine), Senior Research Scientist of the Department of Endocrine Surgery, ORCID: 0000-0001-8890-4343; Bogdanova Tetiana Ivanivna, Ph. D., Prof., Head of the Laboratory of Morphology of the Endocrine System, ORCID: 0000-0001-5119-0236; Tronko Mykola Dmytrovych, Dr. Sci. (Medicine), Prof., Cor. Member of the NAS of Ukraine, Acad. of the NAMS of Ukraine, Head of the Department of Fundamental and Applied Problems of Endocrinology, Director of the Institute, ORCID: 0000-0001-7421-0981.

Personal contribution: Bolgov M.Yu. – idea, general management, research design, analysis of results, writing, automated analysis of hospital registry data; Tarashchenko Yu.M. – analysis of clinical data, preparation for publication of the paper; Omelchuk O.V. – analysis of clinical data, writing; Yanchiy I.R. – analysis of clinical data, analysis of results; Zynych P.P. – analysis of clinical data, preparation for publication of the paper; Bogdanova T.I. – participation in the development of the paper concept, writing; Tronko M.D. – general management, discussion of the results obtained.

Funding: the study was carried out within the budget funding of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine according to the plan of research work «Improving diagnostics, treatment, pre- and postoperative tactics of managing combined thyroid pathology in residents of Ukraine in wartime conditions» of the State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the NAMS of Ukraine» (No of state registration: 0123U100762).

Declaration of ethics: the authors have declared no conflicts of interest or financial obligations.

Article: received December 25, 2025; revised January 11, 2026; accepted April 09, 2026; published April 20, 2026.

DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.73

Система реконструкції доз внутрішнього опромінення щитоподібної залози жителів України радіонуклідами йоду внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС

С.В. Масюк¹,
М.Д. Тронько²,
М.І. Чепурний¹,
Т.І. Богданова²,
В.Б. Будерацька¹,
Г.А. Замотаєва²,
Н.С. Жадан¹,
В.М. Шпак²,
Г.В. Чорновол¹,
М.Ю. Болгов²

¹Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини, гематології та онкології НАМН України»

²Державна установа «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України»

Резюме. Збільшення захворюваності на рак щитоподібної залози (РЩЗ) серед осіб, які зазнали впливу радіонуклідів йоду в дитинстві та підлітковому віці, є основним довгостроковим наслідком аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС). Уже через 5-6 років після аварії було зафіксовано різке збільшення кількості випадків РЩЗ у дітей та підлітків, що мешкали на радіоактивно забруднених територіях України. Це явище зумовило низку міжнародних радіаційно-епідеміологічних досліджень, спрямованих на кількісну оцінку ризику розвитку радіаційно-індукованого раку та інших захворювань щитоподібної залози (ЩЗ) в осіб з опроміненою ЩЗ, що, своєю чергою, потребує визначення доз опромінення ЩЗ осіб, залучених до дослідження. **Мета роботи.** Огляд сучасної системи дозиметрії ЩЗ TD20 та результатів застосування цієї системи для реконструкції доз опромінення ЩЗ, отриманих населенням України у квітні-липні 1986 року внаслідок надходження до організму радіонуклідів йоду. **Матеріал і методи.** Жителі України, опромінені радіонуклідами йоду внаслідок аварії на ЧАЕС, були розподілені на 4 дозиметричні групи за критерієм наявності вимірювань радіоактивності в ЩЗ та іншої інформації, необхідної для розрахунку доз опромінення ЩЗ. Методологія реконструкції дози опромінення ЩЗ залежить від того, до якої дозиметричної групи належить особа. Дози опромінення ЩЗ були розраховані для таких шляхів опромінення: надходження ¹³¹I, а також ¹³²Te+¹³²I та ¹³³I через вдихання радіоактивно забрудненого повітря; споживання харчових продуктів, таких як молоко, молочні продукти та листові овочі у період з 26 квітня по 14 липня 1986 року. **Результати.** Середнє арифметичне значення доз опромінення ЩЗ радіонуклідом ¹³¹I для 13 204 членів Українсько-Американського когортного дослідження «Науковий проєкт вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС» (дозиметрична група 1) становить 527 мГр, а медіана – 198 мГр. Середня арифметична доза опромінення ЩЗ внаслідок надходження ¹³¹I серед 146 425 осіб, у яких була виміряна активність у ЩЗ у травні-червні 1986 року (дозиметрична група 2), становить 230 мГр, а медіанна доза – 94 мГр. Найвищі усереднені та зважені за населенням області дози опромінення ЩЗ (дозиметрична група 3) отримали мешканці Чернігівської (середнє арифметичне – 150 мГр, медіана – 60 мГр), Київської (130 та 51 мГр)

та Житомирської (120 та 49 мГр) областей. Сумарні пренатальні та постнатальні дози опромінення ЩЗ розраховані для 2582 членів української когорти осіб, які зазнали впливу ^{131}I внутрішньоутробно (дозиметрична група 4) варіювалися від 0 до 2,7 Гр. Середня сумарна доза опромінення ЩЗ від ^{131}I становить 87 мГр, а медіана 17 мГр. Внесок $^{132}\text{Te}+^{132}\text{I}$ та ^{133}I у загальну дозу опромінення ЩЗ є найбільшим для мешканців Прип'яті (22-40%, залежно від віку на момент опромінення), для мешканців районів, наближених до ЧАЕС, він становить 8-11%, а для мешканців решти районів не перевищує 3%.

Висновки. У роботі представлено оновлену систему реконструкції доз внутрішнього опромінення ЩЗ (TD20) жителів України радіонуклідами йоду внаслідок аварії на ЧАЕС, а також результати застосування цієї системи для реконструкції доз опромінення ЩЗ: 13 204 членів Українсько-Американського когортного дослідження, 2582 членів української когорти осіб, опромінені *in utero*, 146 425 осіб, які мали вимірювання радіоактивності в ЩЗ у травні-червні 1986 року та мешканців 30 353 населених пунктів 24 областей України, Автономної Республіки Крим і міст Києва та Севастополя.

Ключові слова: аварія на Чорнобильській атомній електростанції, ^{131}I , щитоподібна залоза, доза опромінення.

Унаслідок аварії, що сталася 26 квітня 1986 року на ЧАЕС, в атмосферу потрапила велика кількість радіоактивних матеріалів, найбільше радіологічне значення з яких мають радіонукліди йоду, цезію та стронцію: ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs та ^{90}Sr [1]. У результаті значна частина території України, Республіки Білорусь і Російської Федерації зазнала радіоактивного забруднення, а жителі цих територій піддалися радіоактивному опроміненню. Найбільш істотним було внутрішнє опромінення ЩЗ, спричинене надходженням до організму радіонукліда ^{131}I , викид якого в атмосферу оцінюється на рівні $1,8 \times 10^{18}$ Бк. При цьому найбільшого опромінення зазнали діти та підлітки, які у квітні-липні 1986 року проживали в північних регіонах Житомирської, Київської, Рівненської та Чернігівської областей України, а також особи, опромінені внутрішньоутробно та народжені в перші місяці після аварії від матерів, що проживали у вищевказаних регіонах у квітні-липні 1986 року [2-4].

Уже через 5-6 років після аварії було зафіксовано різке збільшення кількості випадків раку ЩЗ у дітей та підлітків, що мешкали на територіях із досить високими дозовими навантаженнями на цей орган [5]. Фактично зростання захворюваності на РЩЗ у дітей та підлітків, зумовлене її внутрішнім опроміненням унаслідок чорнобильських радіоактивних викидів, стало головним статистично вірогідним віддаленим ефектом аварії на ЧАЕС [1]. Не дивно, що це явище викликало великий інтерес і зумовило низку радіаційно-епідеміологічних досліджень, спрямованих на кількісну оцінку ризику захворювання на РЩЗ в Україні, зумовленого її внутрішнім опроміненням радіонуклідами йоду в дитячому та підлітковому віці [6, 7]. Одне з най-

відоміших постчорнобильських досліджень – українсько-американське когортне дослідження РЩЗ та інших захворювань ЩЗ. Когорта складається з 13 204 осіб, які зазнали опромінення у віці від 0 до 18 років від чорнобильських радіоактивних випадів і для яких проводяться спостереження щодо захворювань на РЩЗ та інших захворювань ЩЗ за стандартизованим протоколом скринінгу [8]. Індивідуальні дози, зумовлені надходженням ^{131}I , були реконструйовані двічі для всіх членів когорти з використанням дозиметричної системи, яка згодом була уточнена [9, 10].

Система дозиметрії ЩЗ 2010 року (TD10), до недавнього часу використовувалась для оцінки доз на ЩЗ членів Українсько-Американського когортного дослідження [11-13]. Однак, ця дозиметрична система має обмеження, пов'язані з невідомою геометрією вимірювань і невідомими значеннями калібрувальних коефіцієнтів для некаліброваних детекторів, що використовувались для вимірювань ЩЗ. Широкомасштабний моніторинг активності ^{131}I у ЩЗ, так званий «тиреодозиметричний моніторинг», серед постраждалого населення було організовано в надзвичайно стислі терміни, відразу після аварії. Це зумовило збільшення похибок при проведенні вимірювань порівняно з лабораторними дослідженнями. Ці похибки були спричинені залученням до проведення дозиметричного моніторингу персоналу, який не мав досвіду роботи з вимірювальним обладнанням, використанням різних типів вимірювальних приладів, які, як правило, не були призначені для вимірювання радіоактивності в ЩЗ [14]. Очевидно, що похибки, пов'язані з вимірами радіоактивності ЩЗ, могли зумовити сенсаційні відмінності

радіаційних ризиків захворювань на РЩЗ у мешканців Житомирської та Чернігівської областей України [11].

Щоб виправити вищевказані недоліки, були проведені спеціальні дослідження для вдосконалення системи TD10, зокрема: (а) переоцінка активності ^{131}I у ЩЗ, виміряної у 146 425 осіб, включно з членами Українсько-Американського когортного дослідження [2]; (б) удосконалення системи дозиметрії ЩЗ для всієї України, яка використовувалася для розрахунку екологічної дози ЩЗ [3]; (в) уточнення розподілу маси ЩЗ за віком і статтю для мешканців досліджуваної території [15]; (г) перерахунок щільності випадіння ^{131}I на ґрунт в Україні з використанням метеорологічної моделі високої роздільної здатності [16]. Крім того, у новій системі TDU20 було враховано внесок короткоіснуючих радіонуклідів $^{132}\text{Te}+^{132}\text{I}$ та ^{133}I , що надходили до організму людини інгаляційним і пероральним шляхом, у дозу опромінення ЩЗ.

У роботі описано сучасну систему дозиметрії ЩЗ (далі – TD20), яка містить усі описані вище зміни та вдосконалення, а також результати застосування цієї системи для реконструкції доз опромінення ЩЗ: (1) членів Українсько-Американського когортного дослідження [17], (2) членів української когорти осіб опромінених *in utero* [4, 18], (3) осіб, які мали вимірювання радіоактивності в ЩЗ у травні-червні 1986 року і (4) для всього населення України [3].

Мета роботи: огляд сучасної системи дозиметрії ЩЗ TD20 та результатів застосування цієї системи для реконструкції доз опромінення ЩЗ, отриманих населенням України у квітні-липні 1986 року внаслідок надходження до організму радіонуклідів йоду та телуру.

Матеріал і методи

Жителі України, опромінені радіонуклідами йоду внаслідок аварії на ЧАЕС, були розподілені на дозиметричні групи за критерієм наявності вимірювань радіоактивності в ЩЗ та іншої інформації, необхідної для розрахунку доз опромінення ЩЗ.

- До групи 1 входять члени Українсько-Американського когортного дослідження, опромінені в дитинстві або в підлітковому віці, у яких було виміряно активність ^{131}I у ЩЗ у

травні-червні 1986 року, та з якими було проведено персональне дозиметричне інтерв'ю для збору даних щодо проживання та харчування [10, 17].

- Група 2 складається з осіб, у яких було виміряно активність ^{131}I у травні-червні 1986 року [2, 14], але з якими не було проведено персональне дозиметричне інтерв'ю.
- До групи 3 належать особи, які не мали вимірів активності ^{131}I у ЩЗ та серед яких не проводились персональні дозиметричні опитування, окрім декількох сотень осіб, серед яких такі опитування проводилися в рамках міжнародних наукових проєктів [19, 20]. Ця група поділена на три підгрупи, про що детально описано нижче в підрозділі «Дозиметрична група 3».
- Група 4 складається з осіб, які народилися між 26 квітня 1986 року та 31 березня 1987 року і, отже, зазнали впливу ^{131}I внутрішньоутробно. Деякі з них є членами української когорти осіб, які зазнали впливу ^{131}I внутрішньоутробно [4, 18].

Якщо особа народилася після 31 березня 1987 року, то її ЩЗ не була опромінена радіонуклідом ^{131}I .

Шляхи опромінення

Дози були розраховані для таких шляхів опромінення ЩЗ:

- Надходження ^{131}I через вдихання радіоактивно забрудненого повітря та споживання харчових продуктів, таких як молоко (коров'яче та/або козяче), молочні продукти та листові овочі у період з 26 квітня по 14 липня 1986 року, коли ^{131}I внаслідок радіоактивного розпаду знизився до рівня 0,1% від початкової кількості, осадженої на підстильну поверхню.
- Надходження $^{132}\text{Te}+^{132}\text{I}$ та ^{133}I шляхом вдихання забрудненого повітря та/або вживання молока, молочних продуктів і листових овочів протягом періоду часу від моменту аварії до повного розпаду короткоіснуючих радіоізотопів йоду та телуру.

Індивідуальний анамнез проживання та харчування

Для більш точного визначення дози опромінення ЩЗ дітей та підлітків, опромінених у 1986 році, – членів Українсько-Американського когортного дослідження [10, 17], осіб, які зазнали опромінення внутрішньоутробно, – членів української когорти осіб опромінених *in utero* [4, 18]

та частини суб'єктів Чорнобильського банку тканин [19–21] були проведені персональні дозиметричні інтерв'ю з учасниками цих досліджень або з їхніми батьками. Анкети містили питання про прізвище, ім'я, по батькові та дату народження особи, місце проживання на момент інтерв'ю, а також питання щодо: (а) детальної історії проживання особи або її матері (для тих, хто був опромінений внутрішньоутробно та/або перебував на грудному вигодовуванні); (б) походження молока, молочних продуктів і листових овочів та рівня їхнього споживання особою (або її матір'ю) у кожному зареєстрованому місці проживання; (в) вживання стабільного йоду (йодиду калію) особою (або її матір'ю) для блокування поглинання радіоактивного ^{131}I ЩЗ у період з 26 квітня по 14 липня 1986 року.

Реконструкція доз опромінення ЩЗ від надходження ^{131}I

У системі TD20 методологія реконструкції дози опромінення ЩЗ залежить від того, до якої дозиметричної групи належить особа.

Дозиметрична група 1. До цієї групи належать члени Українсько-Американського когортного дослідження, які зазнали опромінення в дитинстві або підлітковому віці. У всіх цих осіб було виміряно активність ^{131}I у ЩЗ у травні-червні 1986 року. Індивідуальні дані про історію проживання, споживання молока, молочних продуктів та листових овочів, а також про приймання стабільного йоду були зібрані у всіх членів когорти шляхом особистого дозиметричного інтерв'ювання, проведеного у 2001–2006 роках. Індивідуальні дози опромінення ЩЗ для представників цієї групи були оцінені на основі результатів вимірювання активності ^{131}I у ЩЗ та анамнезу проживання і харчування після аварії на ЧАЕС.

Для кожного суб'єкта дослідження k розраховувалось дві дози: (а) *модельна* доза опромінення ЩЗ, D_k^{model} , що базується на активності ^{131}I у ЩЗ, $D_k^{model}(t)$, розрахованій для будь-якого часу t після аварії з використанням екологічних та біокінетичних моделей; (б) *виміряна* доза опромінення ЩЗ, D_k^{meas} , що базується на активності ^{131}I ЩЗ, виміряній у момент часу t_m після аварії, Q_k^{meas,t_m} . *Виміряна* доза опромінення ЩЗ є надійнішою, ніж *модельна*, оскільки вона базується на індивідуальному вимірюванні активності ^{131}I ЩЗ. *Модельна* доза опромінення ЩЗ (мГр) для особи k розраховувалась за формулою:

$$D_k^{model} = \frac{k_u \cdot e^{J-131}}{M_k} \cdot \int_0^T Q_k^{model}(t) dt, \quad (1)$$

де $k_u = 13,84$ – коефіцієнт, що утворюється внаслідок приведення одиниць вимірювання до системи СІ (Бк кБк $^{-1}$ г кг $^{-1}$ Дж МеВ $^{-1}$ сд $^{-1}$ мГр Гр $^{-1}$); M_k – маса ЩЗ, що відповідає статі та віку особи k (г) [15]; e^{J-131} – середня енергія, яка поглинається ЩЗ на один розпад ^{131}I у ЩЗ, що відповідає віку особи k [22] (МеВ); $Q_k^{model}(t)$ – це динаміка модельної активності ^{131}I у ЩЗ особи k в момент часу t (кБк); $T = 80$ діб верхня межа інтегрування (з 26 квітня 1986 року ($t = 0$) по 14 липня 1986 року).

Для розрахунку дози на основі вимірювань *модельну* активність ^{131}I у ЩЗ у момент вимірювання t_m , $Q_k^{model}(t_m)$, було замінено в рівнянні (1) на виміряну активність, Q_k^{meas,t_m} , із використанням так званого коефіцієнта калібрування $SF_k = Q_k^{meas,t_m}/Q_k^{model}(t_m)$. Якщо коефіцієнт калібрування дорівнює одиниці, то це означає, що теоретичне значення активності ^{131}I у ЩЗ в момент часу t_m збігається з результатом вимірювання.

Вважається, що теоретична динаміка $Q_k^{model}(t)$ є релевантною, тому коефіцієнт калібрування, розрахований для часу t_m , є сталим для будь-якого часу після аварії. За цих умов *виміряна* доза опромінення ЩЗ (D_k^{meas} , Гр) розраховується як:

$$D_k^{meas} = \frac{Q_k^{meas,t_m}}{Q_k^{model}(t_m)} \cdot D_k^{model} = SF_k \cdot D_k^{model}. \quad (2)$$

Детальний опис дозиметричної моделі, що використовувалась для розрахунку доз опромінення ЩЗ членів Українсько-Американського когортного дослідження, можна знайти в [10, 17].

Дозиметрична група 2. Методика розрахунку доз опромінення ЩЗ для цієї групи по суті не відрізнялась від описаної вище групи 1. Однак на відміну від групи 1, персональні дозиметричні інтерв'ю для осіб цієї групи не проводились. Тому, для розрахунку доз опромінення ЩЗ були зроблені такі припущення: (а) зареєстроване на момент аварії місце проживання особи вважалося місцем її постійного проживання з 26 квітня по 14 липня 1986 року; (б) для розрахунку добового надходження ^{131}I та динаміки модельної активності ^{131}I у ЩЗ $Q_k^{model}(t)$ у рівнянні (1) використовувалися референтні показники споживання молока та листових овочів особою

залежно від її віку та статі [17]; (в) вважалося, що особа не приймала препаратів стабільного йоду для блокування поглинання ^{131}I ЩЗ.

Дозиметрична група 3. Дози опромінення ЩЗ для осіб із цієї групи розраховувались за методологією, яка дозволяє розраховувати дози опромінення ЩЗ, точність яких залежить від інтенсивності тиреодозиметричного моніторингу в населеному пункті, у якому проживала особа в перші місяці після аварії. Усі населені пункти України поділяються на три рівні залежно від кількості вимірювань активності ^{131}I у мешканців даного населеного пункту в 1986 році [3]:

- До першого рівня належать 835 населених пунктів Вінницької, Житомирської, Київської та Чернігівської областей, де вимірювання активності ^{131}I у ЩЗ, що проводилися в травні та червні 1986 року, мали місце щонайменше серед 10 мешканців даного населеного пункту (дозиметрична підгрупа 3.1).
- До другого рівня належать 690 населених пунктів, де вимірювання ЩЗ або не проводилися взагалі, або кількість вимірюваних осіб була менше ніж 10, але такі вимірювання проводилися щонайменше в п'яти інших населених пунктах даного адміністративного району за адміністративним поділом до 2020 року (дозиметрична підгрупа 3.2).
- Третій рівень включає 28 828 населених пунктів, розташованих у тих районах, де вимірювання ЩЗ не проводилися або де кількість вимірювань була недостатньою. До цього рівня належать населені пункти, які не були включені до першого та другого рівнів (дозиметрична підгрупа 3.3).

Отже, модельна доза опромінення ЩЗ D_k^{model} для особи k розраховувалась за допомогою рівняння (1). Для тих осіб, для яких персональні дозиметричні інтерв'ю не проводились, використовувалися ті ж припущення щодо місця проживання, особливостей харчування та вживання препаратів стабільного йоду, що й для дозиметричної групи 2. Для розрахунку дози опромінення ЩЗ особи статі «s», що належить до вікової групи «a» та проживала в j -му населеному пункті, модельна доза коригувалась за допомогою залежного від віку, статі та населеного пункту калібрувального коефіцієнта, який розраховувався за формулою:

$$SF_{a,s,j} = D_{a,s,j}^l / D_{a,s,j}^{model}, \quad (3)$$

де $D_{a,s,j}^l$ – середня доза опромінення ЩЗ особи вікової групи «a», статі «s» з j -го населеного пункту, що належить до l -го рівня (першого, другого або третього), як це описано вище та в [3]; а $D_{a,s,j}^{model}$ – модельна доза опромінення ЩЗ особи тієї ж вікової групи та статі, що проживає в тому ж населеному пункті.

Якщо з особою не проводилось персональне дозиметричне інтерв'ю, доза опромінення ЩЗ збігалася з дозою, розрахованою в [3]. Однак для осіб, які пройшли персональні дозиметричні інтерв'ю, дози відрізнялися від доз, розрахованих у [3], оскільки була відома індивідуальна інформація про місце проживання, раціон та вживання препаратів стабільного йоду.

Дозиметрична група 4. Для осіб, які зазнали опромінення внутрішньоутробно, розглядалось два періоди внутрішнього опромінення ЩЗ радіонуклідом ^{131}I : (а) пренатальне опромінення ЩЗ плода внаслідок надходження ^{131}I до організму матері з 26 квітня по 14 липня 1986 року та (б) постнатальне опромінення дитини (для народжених до 14 липня 1986 року). Оцінка пренатальної дози опромінення ЩЗ плода внаслідок надходження ^{131}I до організму матері базувалася на дозі опромінення ЩЗ матері з використанням біокінетичної моделі, рекомендованої публікацією МКРЗ 88 [23].

Для окремої особи пренатальна доза $D_{k,fetus}^{model}$ (мГр) була розрахована як сума добових доз за всі дні t_i , коли відбувалося надходження ^{131}I до організму матері. Максимальне значення t_i (позначене як t_{max}) було прийнято рівним 80 дням (кількість днів між 26 квітня та 14 липня 1986 року). Для дітей, народжених до 14 липня 1986 року, t_{max} – це кількість днів між 26 квітня 1986 року та датою народження. Доза опромінення ЩЗ плода, розрахована на основі біокінетичної моделі МКРЗ, визначалась як:

$$D_{k,fetus}^{model} = \sum_{t_i=0}^{t_{max}} \left[h_T(\tau_0 + t_i) \cdot \int_{t_i}^{t_{i+1}} q_{k,mother}(t) dt \right], \quad (4)$$

де $h_T(\tau)$ – залежна від гестаційного віку τ доза опромінення ЩЗ плода, нормована на одиницю надходження ^{131}I до організму матері (мГр кБк $^{-1}$) [23]; τ_0 – гестаційний вік станом на 26 квітня 1986 року (доба); $q_{k,mother}(t)$ динаміка надходження ^{131}I до організму матері, розрахована за допомогою екологічної моделі [10] (кБк).

Для розрахунку «вимірної» пренатальної дози опромінення ЩЗ особи k , $D_{k,fetus}^{meas}$ (мГр), модельна доза коригувалась за допомогою калібрувального коефіцієнта матері:

$$D_{k,fetus}^{meas} = D_{k,fetus}^{model} \cdot SF_{k,mother}, \quad (5)$$

де $SF_{k,mother}$ – материнський калібрувальний коефіцієнт для корекції дози дитини, опроміненої внутрішньоутробно, який, за наявності вимірювання активності ^{131}I у ЩЗ матері, визначався так, як описано в розділі «Дозиметрична група 1», а якщо вимірювання не проводилося, то так, як описано в розділі «Дозиметрична група 3» (безрозмірний).

Таким чином, точність пренатальної дози опромінення ЩЗ плода залежить від того, до якої дозиметричної групи опромінення належить матір дитини. Якщо в матері була виміряна радіоактивність у ЩЗ у травні-червні 1986 року (матір належить до дозиметричної групи 1 або 2), оцінка дози опромінення ЩЗ, яку отримала її дитина внутрішньоутробно, є набагато точнішою, ніж у випадку, коли радіоактивність у ЩЗ матері не вимірювалась (матір належить до дозиметричної групи 3).

Для осіб, народжених до 14 липня 1986 року, постнатальна доза опромінення ЩЗ від надходження ^{131}I розраховувалась так, як описано в розділі «Дозиметрична група 3». За наявності вимірювання активності ^{131}I у ЩЗ матері, отримана постнатальна доза додатково множилась на материнський калібрувальний коефіцієнт $SF_{k,mother}$. Для осіб, які перебували на грудному вигодовуванні, концентрація активності ^{131}I у грудному молоці оцінювалась за допомогою екологічної моделі та інформації про місце проживання матері та її харчування під час грудного вигодовування. Екологічна модель та дані про раціон дитини використовувались для оцінки динаміки надходження ^{131}I до дитини.

Оцінка доз опромінення ЩЗ від надходження радіонуклідів $^{132}\text{Te}+^{132}\text{I}$ та ^{133}I

Окрім ^{131}I з періодом напіврозпаду 8,02 дні, внаслідок аварії на ЧАЕС у навколишнє середовище потрапила низка короткоіснуючих радіонуклідів йоду та телуру. Найважливішими з них, що спричинили опромінення ЩЗ населення України, були ^{132}Te , ^{132}I та ^{133}I . Короткоіснуючі

радіонукліди йоду ^{132}I та ^{133}I у навколишньому середовищі та організмі людини поводяться аналогічно ^{131}I , а радіонукліди телуру ^{132}Te є материнськими для йоду ^{132}I . Радіонукліди $^{132}\text{Te}+^{132}\text{I}$ та ^{133}I надходили до ЩЗ головним чином інгаляційним шляхом та, меншою мірою, пероральним шляхом [24, 25]. На початок масового тиреодозиметричного моніторингу в Україні в середині травня 1986 року активність ^{132}Te та ^{133}I у ЩЗ знизилася до незначного рівня та вже практично не детектувалася. Тому дози опромінення ЩЗ внаслідок надходження $^{132}\text{Te}+^{132}\text{I}$ та ^{133}I були оцінені з використанням співвідношення радіоізоотопів йоду в реакторі та динаміки осідання ^{131}I на підстильну поверхню [26].

Надходження ^{133}I до ЩЗ розраховувалось аналогічно надходженню ^{131}I , але з урахуванням співвідношення активностей ^{133}I та ^{131}I в реакторі 26 квітня 1986 року (1,6) і періоду радіоактивного напіврозпаду ^{133}I (20,8 год). Надходження $^{132}\text{Te}+^{132}\text{I}$ до ЩЗ розраховувалось за надходженням ^{132}Te (період напіврозпаду 78,2 год) та його радіоактивну рівновагу в навколишньому середовищі з ^{132}I (період напіврозпаду 2,3 год). Надходження ^{132}Te до ЩЗ інгаляційним шляхом розраховувалось аналогічно до надходження ^{131}I , але з поправкою на співвідношення активностей ^{132}Te та ^{131}I у реакторі на момент аварії (1,5) та період напіврозпаду ^{132}Te . Надходження ^{132}Te до ЩЗ із коров'ячим молоком та молочними продуктами не враховувалося, оскільки коефіцієнт переходу з корму в коров'яче молоко для ^{132}Te значно нижчий, ніж, наприклад, для ^{131}I [27]. Надходження ^{132}Te до ЩЗ із листовими овочами розраховувалося аналогічно до ^{131}I , але з використанням значень параметрів екологічної моделі для телуру [10].

Для розрахунку екологічної дози опромінення ЩЗ плода від надходження ^{133}I та $^{132}\text{Te}+^{132}\text{I}$ використовувалось співвідношення між дозою опромінення ЩЗ матері та плода з публікації МКРЗ 88 [23]. Екологічну постнатальну дозу опромінення ЩЗ від ^{133}I та $^{132}\text{Te}+^{132}\text{I}$ було розраховано, як описано в [10], із використанням дозових коефіцієнтів опромінення ЩЗ новонароджених при інгаляційному та пероральному надходженні відповідних радіонуклідів [28, 29].

Виміряна доза опромінення ЩЗ від короткоіснуючих радіонуклідів йоду та телуру розраховувалась за формулою:

$$D_{k,SL}^{meas} = (D_{k,I-132}^{ecol} + D_{k,I-133}^{ecol}) \cdot SF_k, \quad (6)$$

де $D_{k,SL}^{meas}$ – вимірні дози опромінення ЩЗ особи k від $^{132}\text{Te}+^{132}\text{I}$ та ^{133}I (мГр); $D_{k,I-132}^{ecol}$ і $D_{k,I-133}^{ecol}$ – екологічні дози опромінення ЩЗ особи k внаслідок опромінення $^{132}\text{Te}+^{132}\text{I}$ та ^{133}I відповідно (мГр); SF_k – калібрувальний коефіцієнт для коригування екологічної дози (безрозмірний).

Значення калібрувальних коефіцієнтів для розрахунку доз опромінення ЩЗ від короткоіснуючих радіонуклідів йоду та телуру були такими ж, як і для ^{131}I .

Результати та обговорення

За допомогою сучасної системи дозиметрії ЩЗ TD20 дози опромінення ЩЗ внаслідок надходження радіонуклідів ^{131}I , $^{132}\text{Te}+^{132}\text{I}$ та ^{133}I були розраховані для представників усіх дозиметричних груп 1-4.

Дози опромінення ЩЗ від надходження радіонукліда ^{131}I , розраховані для 13 204 членів Українсько-Американського когортного дослідження (дозиметрична група 1), представлені в таблиці 1. Середнє арифметичне значення доз опромінення ЩЗ для всієї когорти становить 527 мГр, а медіана 198 мГр. Для 9 835 осіб (74,5% від загальної кількості) доза опромінення ЩЗ не перевищує 500 мГр. Доза опромінення ЩЗ для 28 членів когорти (0,2% від загальної кількості) більша за 10 Гр, тоді як максимальна доза становить 30 Гр. Загалом надходження ^{131}I формує в середньому близько 95% дози внутрішнього опромінення ЩЗ, тоді як середній внесок короткоіснуючих радіонуклідів йоду та телуру $^{132}\text{Te}+^{132}\text{I}$ та ^{133}I в загальну дозу опромінення ЩЗ становить близько 5%. Внесок $^{132}\text{Te}+^{132}\text{I}$ та ^{133}I у загальну дозу опромінення ЩЗ є найбільшим для мешканців Прип'яті (22–40%, залежно від віку на момент опромінення), а також він є значним (8–11%) для осіб, які проживали в районах, наближених до ЧАЕС (колишній Поліський та Чорнобильський райони Київської області та колишні Коростенський, Народицький, Овруцький та Олевський райони Житомирської області), де випадіння радіонуклідів відбулося в перший день аварії [17].

Середня арифметична доза опромінення ЩЗ внаслідок надходження ^{131}I серед 146 425 осіб, у яких була виміряна активність у ЩЗ у

травні-червні 1986 року (дозиметрична група 2), становить 230 мГр, а медіанна доза – 94 мГр. При цьому 274 особи, або 0,2% від 146 425 отримали дозу більшу, ніж 5 Гр. (табл. 2). Дозові оцінки для даної дозиметричної групи коливаються в широкому діапазоні – від 0,02 мГр до 26 Гр, тоді як 5–95% дозовий інтервал знаходиться в діапазоні 13–860 мГр. Надходження радіонукліда ^{131}I було основним шляхом опромінення ЩЗ, його

Таблиця 1. Розподіл доз опромінення ЩЗ від надходження ^{131}I серед 13 204 членів Українсько-Американського когортного дослідження (дозиметрична група 1)

Table 1. Distribution of thyroid radiation doses from ^{131}I intake among 13,204 members of the Ukrainian-American cohort study (dosimetric group 1)

Дозовий інтервал (мГр) Dose interval (mGy)	Кількість осіб Number of individuals	%	Середня доза (мГр) Average dose (mGy)
<20	557	4,2	11
20–50	1 397	10,6	35
50–100	2 055	15,6	74
100–200	2 636	20,0	144
200–500	3 190	24,1	322
500–1 000	1 690	12,8	702
1 000–5 000	1 542	11,7	1 937
>5 000	137	1,0	8 510
Загалом Total	13 204	100,0	527

Таблиця 2. Розподіл доз опромінення ЩЗ від надходження ^{131}I серед 146 425 осіб, у яких у травні-червні 1986 р. була виміряна активність радіоїоду в ЩЗ (дозиметрична група 2)

Table 2. Distribution of thyroid radiation doses among ^{131}I intake for 146,425 individuals who had radioiodine activity measurement in the thyroid in May-June 1986 (dosimetric group 2)

Дозовий інтервал (мГр) Dose interval (mGy)	Кількість осіб Number of individuals	%	Середня доза (мГр) Average dose (mGy)
<20	14 179	9,7	12
20–50	31 257	21,4	34
50–100	32 918	22,5	72
100–200	29 342	20,0	140
200–500	24 170	16,5	310
500–1 000	8 703	5,9	690
1 000–5 000	5 582	3,8	1 800
>5 000	274	0,2	8 300
Загалом Total	146 425	100,0	230

медіанний внесок у дозу опромінення ЩЗ становить 97,4%. Найбільший внесок короткоіснуючих радіонуклідів йоду та телуру ($^{132}\text{Te}+^{132}\text{I}$ та ^{133}I) у загальну дозу опромінення ЩЗ спостерігається для мешканців районів, наближених до ЧАЕС, де випадіння радіонуклідів відбулося в перший день аварії. Аналогічно до *дозиметричної групи 1*, найбільш значний внесок $^{132}\text{Te}+^{132}\text{I}$ та ^{133}I у загальну дозу опромінення ЩЗ характерний для мешканців Прип'яті (19–26%, залежно від віку на момент аварії) та для осіб, які проживали в районах, наближених до ЧАЕС (4–10%). Внесок $^{132}\text{Te}+^{132}\text{I}$ та ^{133}I у загальну дозу опромінення ЩЗ для мешканців інших районів не перевищує 3% [3].

У **таблиці 3** наведено розподіл середньоарифметичних та зважених за населенням значень доз внутрішнього опромінення ЩЗ радіонуклідом ^{131}I для різних вікових груп населення районів, міст та селищ міського типу, де в 1986 році проводилися вимірювання радіоактивності в ЩЗ (*дозиметрична група 3, дозиметричні підгрупи 3.1 та 3.2*). Евакуйовані міста, такі як Прип'ять, Чорнобиль та Поліське, не були включені до таблиці. У середньому, найвищі дози опромінення ЩЗ були оцінені в мешканців Народицького району Житомирської області (830 мГр) та Поліського району Київської області (680 мГр) [3].

Таблиця 3. Середні районні дози опромінення ЩЗ від надходження ^{131}I для мешканців різного віку на момент аварії на ЧАЕС, розраховані для районів, де в 1986 році проводилися вимірювання радіоактивності в ЩЗ щонайменше в п'яти населених пунктах (*дозиметрична група 3, дозиметричні підгрупи 3.1 та 3.2*)

Table 3. Average regional doses of thyroid radiation from ^{131}I intake for residents of different ages at the time of the Chernobyl accident, calculated for districts where thyroid radioactivity measurements were conducted in at least in five settlements in 1986 (*dosimetric group 3, dosimetric subgroups 3.1 and 3.2*)

Район* District*	Щільність випадінь ^{131}I (кБк м ⁻²)** ^{131}I deposition density (kBq m ⁻²)**	Середня доза опромінення ЩЗ для різних вікових груп (мГр)** Average thyroid dose for different age groups (mGy)**						Всі мешканці All residents
		< 1 р. < 1 y	1–2 р. 1–2 y	3–7 р. 3–7 y	8–12 р. 8–12 y	13–17 р. 13–17 y	≥ 18 р. ≥ 18 y	
<i>Вінницька область</i> <i>Vinnitska Oblast</i>								
Гайсинський Haysynskiy	68	100	82	44	28	22	22	40
Немирівський Nemyrivskiy	98	230	180	98	63	52	50	91
<i>Житомирська область</i> <i>Zhytomyrska Oblast</i>								
Коростенський Korostenskiy	1 090	560	470	260	180	150	130	240
Лугинський Luhynskiy	1 563	940	810	440	320	280	240	430
Малинський Malynskiy	654	870	720	380	250	200	190	360
Народицький Narodytskyi	2 135	2100	1700	910	620	530	500	830
Овруцький Ovrutskiy	1 733	860	690	370	240	200	190	330
Олевський Olevskiy	1 460	420	350	200	150	120	100	190
м. Житомир Zhytomyr city	128	150	110	50	30	20	30	47
м. Коростень Korosten city	1 200	730	550	270	130	110	140	250

Продовження таблиці 3

Район* District*	Щільність випадіння ¹³¹ I (кБк м ⁻²)** ¹³¹ I deposition density (kBq m ⁻²)**	Середня доза опромінення ЩЗ для різних вікових груп (мГр)** Average thyroid dose for different age groups (mGy)**						Всі мешканці All residents
		< 1 р.	1–2 р.	3–7 р.	8–12 р.	13–17 р.	≥ 18 р.	
		< 1 y	1–2 y	3–7 y	8–12 y	13–17 y	≥ 18 y	
м. Звягель Zviahel city	268	190	140	67	34	27	35	64
Київська область Kyivska Oblast								
Бородянський Borodianskyi	486	340	280	155	110	88	80	150
Вишгородський Vyshhorodskyi	720	420	350	190	120	100	93	180
Іванківський Ivankivskyi	1 085	360	310	170	130	110	97	170
Києво-Святошинський Kyievo-Sviatoshynskyi	517	250	200	100	61	50	52	96
Макарівський Makarivskyi	357	430	370	200	150	120	105	200
Поліський Poliskyi	3 249	1500	1300	730	500	410	352	680
м. Ірпінь Irpin city	608	220	180	93	58	44	46	85
Чернігівська область Chernihivska Oblast								
Козелецький Kozeletskyi	322	310	260	140	100	82	71	140
Ріпкинський Ripkynskyi	807	530	470	250	180	150	140	240
Чернігівський Chernihivskyi	973	890	750	430	300	250	210	410
м. Чернігів Chernihiv city	1 334	440	330	160	79	64	84	140

Примітка. * – назва району до адміністративної реформи 2020 року; ** – дані, зважені на населення району в 1986 році.

Note. * – name of the district before to the 2020 administrative reform; ** – data regarding the district's population in 1986.

Окрім мешканців Прип'яті, де внесок короткоіснуючих радіонуклідів ¹³²Te+¹³²I та ¹³³I у загальну дозу опромінення ЩЗ є найбільшим і складає майже чверть від усієї дози опромінення, відносно високий внесок (до 10% від загальної дози опромінення ЩЗ) короткоіснуючих радіонуклідів був оцінений для мешканців районів, найближчих до ЧАЕС, де випадіння радіонуклідів відбулося в перший день аварії, а саме: для мешканців Поліського та Чорнобильського районів Київської області та Коростенського, Народицького, Овруцького і Олевського районів Житомирської області. Внесок ¹³²Te+¹³²I та ¹³³I у загальну дозу опромінення ЩЗ для мешканців інших районів коливається в діапазоні 0,5–3%.

Оцінки доз опромінення ЩЗ для статеві-вікових груп мешканців 30 353 населених пунктів у 24 областях України, Автономній Республіці Крим і містах Києві та Севастополі представлені в таблиці 4. Усі ці дози належать до дозиметричної групи 3. Серед них дозові оцінки для 835 населених пунктів базувалися на активності ¹³¹I у ЩЗ, виміряній у понад десяти мешканців у кожному населеному пункті (дозиметрична підгрупа 3.1), для 690 населених пунктів – на вимірюваннях активності ¹³¹I у ЩЗ, проведених у сусідніх населених пунктах (дозиметрична підгрупа 3.2), а для 28 828 населених пунктів – на кореляції між дозами опромінення ЩЗ внаслідок надходження ¹³¹I та кумулятивною щільністю випадіння ¹³¹I на ґрунт у населеному пункті (дозиметрична підгрупа 3.3).

Таблиця 4. Середні обласні дози опромінення ЩЗ від надходження ¹³¹I для мешканців різного віку на момент аварії на ЧАЕС (дозиметрична група 3)**Table 4.** Average regional thyroid radiation from ¹³¹I intake for residents of different ages at the time of the Chernobyl accident (dosimetric group 3)

Район* District*	Щільність випадінь ¹³¹ I (кБк м ⁻²)* ¹³¹ I deposition density (kBq m ⁻²)*	Середня доза опромінення ЩЗ для різних вікових груп (мГр)* Average thyroid dose for different age groups (mGy)*						Всі мешканці All residents
		< 1 р. < 1 y	1–2 р. 1–2 y	3–7 р. 3–7 y	8–12 р. 8–12 y	13–17 р. 13–17 y	≥ 18 р. ≥ 18 y	
Вінницька Vinnytska	76	140	120	61	38	31	32	55
Волинська Volynska	123	130	110	58	36	30	29	53
Луганська Luhanska	27	120	92	47	26	21	24	43
Дніпропетровська Dnipropetrovska	33	77	59	30	16	13	15	27
Донецька Donetska	101	120	91	45	26	20	23	41
Житомирська Zhytomyrska	490	300	250	130	85	68	66	120
Закарпатська Zakarpatska	57	85	69	37	23	19	19	34
Запорізька Zaporizka	38	79	61	31	17	14	16	28
Івано-Франківська Ivano-Frankivska	30	150	120	64	41	32	32	59
Київська Kyivska	407	320	250	130	84	69	68	130
Кіровоградська Kirovohradska	157	130	106	55	33	26	29	50
АР Крим AR Krym	53	74	58	30	18	15	16	28
Львівська Lvivska	59	79	63	32	18	15	17	29
Миколаївська Mykolaivska	34	100	80	41	24	19	21	38
Одеська Odeska	42	130	100	53	30	24	28	48
Полтавська Poltavska	111	130	100	54	32	26	28	48
Рівненська Rivnenska	394	260	210	110	72	58	57	100
Сумська Sumska	124	140	110	58	34	27	30	53
Тернопільська Ternopilska	15	98	80	43	27	21	21	39
Харківська Kharkivska	98	130	100	54	30	24	27	47
Херсонська Khersonska	43	93	73	38	22	18	21	35
Хмельницька Khmelnyska	99	110	86	45	28	23	23	41

Продовження таблиці 4

Район* District*	Щільність випадінь ¹³¹ I (кБк м ⁻²)* ¹³¹ I deposition density (kBq m ⁻²)*	Середня доза опромінення ЩЗ для різних вікових груп (мГр)* Average thyroid dose for different age groups (mGy)*						Всі мешканці All residents
		< 1 р.	1–2 р.	3–7 р.	8–12 р.	13–17 р.	≥ 18 р.	
		< 1 у	1–2 у	3–7 у	8–12 у	13–17 у	≥ 18 у	
Черкаська Cherkaska	403	230	190	96	57	46	49	88
Чернівецька Chernivetska	68	190	160	82	50	40	43	74
Чернігівська Chernihivska	703	390	310	160	98	78	82	150
м. Київ Kyiv city	285	230	170	84	42	33	44	76
м. Севастополь Sevastopol city	223	180	140	67	34	27	35	60
Вся Україна Total of Ukraine	138	150	120	60	35	28	30	54

Примітка. * – дані, зважені на населення області у 1986 році

Note. * – data regarding by the population of the Oblast in 1986

Найвищі усереднені та зважені за населенням області дози опромінення ЩЗ отримали мешканці Чернігівської (середнє арифметичне – 150 мГр, медіана – 60 мГр), Київської (130 та 51 мГр) та Житомирської (120 та 49 мГр) областей, дещо менші дозові оцінки отримані для мешканців Рівненської (100 та 39 мГр) та Черкаської (88 та 32 мГр) областей та міста Києва (76 та 31 мГр) (див. табл. 4) [3].

Дози опромінення ЩЗ, розраховані для 2582 членів української когорти осіб, які зазнали впливу ¹³¹I внутрішньоутробно (дозиметрична група 4), представлені у таблиці 5. Сумарні пренатальні та постнатальні дози опромінення ЩЗ варіювалися від 0 до 2,7 Гр. Середня сумарна доза опромінення ЩЗ від ¹³¹I становила 87 мГр, а медіана – 17 мГр. Для 182 осіб (7,0% від загальної кількості) сумарна доза опромінення ЩЗ

Таблиця 5. Розподіл доз опромінення ЩЗ, отриманої внутрішньоутробно (пренатальна доза) та після народження (постнатальна доза) від надходження ¹³¹I серед 2582 членів української когорти осіб, які зазнали впливу ¹³¹I внутрішньоутробно (дозиметрична група 4)

Table 5. Distribution of thyroid radiation doses received in utero (prenatal dose) and after birth (postnatal dose) from ¹³¹I intake among 2,582 members of the Ukrainian cohort of individuals exposed to ¹³¹I in utero (dosimetric group 4)

Дозовий інтервал (мГр) Dose interval (mGy)	Пренатальна доза Prenatal dose			Постнатальна доза Postnatal dose			Сумарна доза Total dose		
	Кількість осіб Number of individuals	%	Середня доза (мГр) Average dose (mGy)	Кількість осіб Number of individuals	%	Середня доза (мГр) Average dose (mGy)	Кількість осіб Number of individuals	%	Середня доза (мГр) Average dose (mGy)
< 1	536	20,8	0,13	2,220	86,0	0,03	493	19,1	0,12
1 – 20	892	34,5	8,4	279	10,8	5,8	884	34,2	8,7
20 – 50	397	15,4	32	51	2,0	31	420	16,3	32
50 – 100	270	10,5	74	14	0,5	72	277	10,7	73
100 – 200	233	9,0	142	9	0,3	144	245	9,5	143
200 – 500	164	6,3	302	7	0,3	362	169	6,6	306
500 – 1 000	52	2,0	647	1	0,05	785	55	2,1	646
> 1 000	38	1,5	1 486	1	0,05	1 562	39	1,5	1 527
Загалом Total	2 582	100	83	2 582	100	4,0	2 582	100	87

дорівнювала нулю, оскільки вони народилися в 1987 році. Для 1995 осіб (77,3% від загальної кількості) сумарна доза опромінення ЩЗ від ^{131}I варіювалася від 1 мГр до 500 мГр, тоді як для 39 членів когорти (1,5%) доза перевищувала 1,0 Гр. [4].

Середня постнатальна доза опромінення ЩЗ від ^{131}I становила 4,0 мГр, тоді як медіана дорівнювала нулю, оскільки 1792 з 2582 членів когорти (69,4%) народилися після 14 липня 1986 року і, отже, не зазнали впливу ^{131}I постнатально. Отримана після народження доза серед членів когорти, яких годували грудьми, між 26 квітня та 31 травня 1986 року (291 особа), була дещо вищою, ніж дози для тих, кого грудьми не годували (37 осіб), середні значення – 31 мГр та 24 мГр відповідно.

Для осіб, які проживали в районах поблизу ЧАЕС, внесок короткоіснуючих радіонуклідів йоду та телуру $^{132}\text{Te}+^{132}\text{I}$ та ^{133}I в загальну дозу опромінення ЩЗ коливається від 5 до 7%, тоді як для всієї когорти цей внесок становить в середньому близько 3%.

Висновки

У роботі представлено оновлену систему реконструкції доз внутрішнього опромінення щитоподібної залози (TD20) жителів України радіонуклідами йоду внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, а також результати застосування цієї системи для реконструкції доз опромінення щитоподібної залози: 13 204 членів Українсько-Американського когортного дослідження, 2582 членів української когорти осіб опромінені *in utero*, 146 425 осіб, які мали вимірювання радіоактивності в щитоподібній залозі в травні-червні 1986 року та мешканців 30 353 населених пунктів 24 областей України, Автономної Республіки Крим і міст Києва та Севастополя. Точність дозових розрахунків для певної особи залежить від наявності в неї вимірювання радіоактивності в щитоподібній залозі (проводилися в 1986 році) та персональних дозиметричних інтерв'ю щодо проживання та харчування особи в перші місяці після Чорнобильської аварії. Тому, під час проведення досліджень, спрямованих на з'ясування можливих зв'язків між дозою опромінення щитоподібної залози та важливими демографічними, клінічними, патологічними, молекулярно-генетичними показниками, необхідно проводити персональні дозиметричні

інтерв'ю для збору даних про історію проживання та харчування учасників дослідження. Це дасть змогу отримати більш точні оцінки індивідуальних доз, ніж без проведення такого інтерв'ювання.

Перспективи подальших досліджень

Перспективи подальших досліджень пов'язані з реконструкцією доз внутрішнього опромінення ЩЗ від довгоіснуючих радіонуклідів ^{134}Cs та ^{137}Cs , а також доз зовнішнього опромінення ЩЗ від усіх радіонуклідів чорнобильського викиду.

Список використаної літератури

1. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2008 Report. Annex D: Health effects due to radiation from the Chernobyl accident. Sales No. E.11.IX.3 New York: United Nations 2011.
2. Masiuk S, Chepurny M, Buderatska V, Kukush A, Shklyar S, Ivanova O, et al. Thyroid doses in Ukraine due to ^{131}I intake after the Chernobyl accident. Report I: revision of direct thyroid measurements. *Radiat Environ Biophys.* 2021 May;60(2):267-88. doi: 10.1007/s00411-021-00896-9.
3. Masiuk S, Chepurny M, Buderatska V, Ivanova O, Boiko Z, Zhadan N, et al. Thyroid doses in Ukraine due to ^{131}I intake after the Chernobyl accident. Report II: dose estimates for the Ukrainian population. *Radiat Environ Biophys.* 2021 Nov;60(4):591-609. doi: 10.1007/s00411-021-00930-w.
4. Masiuk S, Chepurny M, Buderatska V, Ivanova O, Boiko Z, Zhadan N, et al. Assessment of internal exposure to ^{131}I and short-lived radioiodine isotopes and associated uncertainties in the Ukrainian cohort of persons exposed *in utero*. *J Radiat Res.* 2022 May 18;63(3):364-77. doi: 10.1093/jrr/rrac007.
5. Likhtarev IA, Sobolev BG, Kairo IA, Tronko ND, Bogdanova TI, Oleinic VA, et al. Thyroid cancer in the Ukraine. *Nature.* 1995 Jun 1;375(6530):365. doi: 10.1038/375365a0.
6. Likhtarov I, Kovgan L, Vavilov S, Chepurny M, Ron E, Lubin J, et al. Post-Chernobyl thyroid cancers in Ukraine. Report 2: risk analysis. *Radiat Res.* 2006 Aug;166(2):375-86. doi: 10.1667/RR3593.1.
7. Tronko MD, Howe GR, Bogdanova TI, Bouville AC, Epstein OV, Brill AB, et al. A cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the chernobyl accident: thyroid cancer in Ukraine detected during first screening. *J Natl Cancer Inst.* 2006 Jul 5;98(13):897-903. doi: 10.1093/jnci/djj244.
8. Stezhko VA, Buglova EE, Danilova LI, Drozd VM, Krysenko NA, Lesnikova NR, et al. A cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chernobyl accident: objectives, design and methods. *Radiat Res.* 2004 Apr;161(4):481-92. doi: 10.1667/3148.
9. Likhtarev I, Bouville A, Kovgan L, Luckyanov N, Voillequé P, Chepurny M. Questionnaire- and measurement-based individual thyroid doses in Ukraine resulting from the Chernobyl nuclear reactor accident. *Radiat Res.* 2006 Jul;166(1 Pt 2):271-86. doi: 10.1667/RR3545.1.
10. Likhtarov I, Kovgan L, Masiuk S, Talerko M, Chepurny M, Ivanova O, et al. Thyroid cancer study among Ukrainian children exposed to radiation after the Chernobyl accident: improved estimates of the thyroid doses to the cohort members. *Health Phys.* 2014 Mar;106(3):370-96. doi: 10.1097/HP.0b013e31829f3096.
11. Brenner AV, Tronko MD, Hatch M, Bogdanova TI, Oliynik VA, Lubin JH, et al. I-131 dose response for incident thyroid cancers in Ukraine related to the Chernobyl accident. *Environ Health Perspect.* 2011 Jul;119(7):933-9. doi: 10.1289/ehp.1002674.

12. Tronko M, Brenner AV, Bogdanova T, Shpak V, Oliynyk V, Cahoon EK, et al. Thyroid neoplasia risk is increased nearly 30 years after the Chernobyl accident. *Int J Cancer*. 2017 Oct 15;141(8):1585-8. doi: 10.1002/ijc.30857.
13. Little MP, Kukush AG, Masiuk SV, Shklyar S, Carroll RJ, Lubin JH, et al. Impact of uncertainties in exposure assessment on estimates of thyroid cancer risk among Ukrainian children and adolescents exposed from the Chernobyl accident. *PLoS One*. 2014 Jan 29;9(1):e85723. doi: 10.1371/journal.pone.0085723.
14. Likhtarov IA, Kovgan LM, Chepurny MI, Masiuk SV. Interpretation of results of radioiodine measurements in thyroid for residents of Ukraine (1986). *Probl Radiac Med Radiobiol*. 2015 Dec;20:185-203. English, Ukrainian.
15. Likhtarov I, Kovgan L, Masiuk S, Chepurny M, Ivanova O, Gerasymenko V, et al. Estimating thyroid masses for children, infants, and fetuses in Ukraine exposed to (^{131}I) from the Chernobyl accident. *Health Phys*. 2013 Jan;104(1):78-86. doi: 10.1097/HP.0b013e31826e188e.
16. Talerko MM, Lev TD, Drozdovitch VV, Masiuk SV. Reconstruction of the radioactive contamination of the territory of Ukraine by iodine-131 during initial period of the Chernobyl accident using the results from numerical model WRF. *Probl Radiac Med Radiobiol*. 2020 Dec;25:285-299. English, Ukrainian. doi: 10.33145/2304-8336-2020-25-285-299.
17. Masiuk S, Chepurny M, Buderatska V, Ivanova O, Boiko Z, Zhadan N, et al. exposure to the thyroid from intake of radioiodine isotopes after the Chernobyl accident. Report I: revised doses and associated uncertainties for the Ukrainian-American cohort. *Radiat Res*. 2023 Jan 1;199(1):61-73. doi: 10.1667/RADE-21-00152.1.
18. Likhtarov I, Kovgan L, Chepurny M, Ivanova O, Boyko Z, Ratia G, et al. Estimation of the thyroid doses for Ukrainian children exposed *in utero* after the Chernobyl accident. *Health Phys*. 2011 Jun;100(6):583-93. doi: 10.1097/HP.0b013e3181ff391a.
19. Masiuk S, Chepurny M, Buderatska V, Ivanova O, Boiko Z, Zhadan N, et al. Thyroid doses for the Chernobyl Tissue Bank: improved estimates based on revised methodology and individual residence and diet history. *Radiat Environ Biophys*. 2025 Mar;64(1):85-98. doi: 10.1007/s00411-024-01099-8.
20. Masiuk SV, Chepurny MI, Buderatska VB, Ivanova OM, Boiko ZN, Zhadan NS, et al. Individual thyroid dose estimates for the genomic study of follicular carcinomas and adenomas in participants of the Chernobyl Tissue Bank. *Probl Radiac Med Radiobiol*. 2025 Dec;30:186-217. doi: 10.33145/2304-8336-2025-30-186-217.
21. Likhtarov I, Thomas G, Kovgan L, Masiuk S, Chepurny M, Ivanova O, et al. Reconstruction of individual thyroid doses to the Ukrainian subjects enrolled in the Chernobyl Tissue Bank. *Radiat Prot Dosimetry*. 2013 Oct;156(4):407-23. doi: 10.1093/rpd/nct096.
22. Mowlavi AA, Fornasier MR, de Denaro M. Thyroid volume's influence on energy deposition from (^{131}I) calculated by Monte Carlo (MC) simulation. *Radiol Oncol*. 2011 Jun;45(2):143-6. doi: 10.2478/v10019-011-0008-5.
23. Doses to the embryo and fetus from intakes of radionuclides by the mother. A report of The International Commission on Radiological Protection. *Ann ICRP*. 2001;31(1-3):19-515. doi: 10.1016/S0146-6453(01)00022-7.
24. Balonov M, Kaidanovsky G, Zvonova I, Kovtun A, Bouville A, Luckyanov N, et al. Contributions of short-lived radioiodines to thyroid doses received by evacuees from the Chernobyl area estimated using early *in vivo* activity measurements. *Radiat Prot Dosimetry*. 2003;105(1-4):593-9. doi: 10.1093/oxfordjournals.rpd.a006309.
25. Gavrilin Y, Khrouch V, Shinkarev S, Drozdovitch V, Minenko V, Shemiakina E, et al. Individual thyroid dose estimation for a case-control study of Chernobyl-related thyroid cancer among children of Belarus-part I: (^{131}I) , short-lived radioiodines ((^{132}I) , (^{133}I)), and short-lived radiotelluriums ((^{131}MTe) and (^{132}Te)). *Health Phys*. 2004 Jun;86(6):565-85. doi: 10.1097/00004032-200406000-00002.
26. Mück K, Pröhl G, Likhtarev I, Kovgan L, Meckbach R, Golikov V. A consistent radionuclide vector after the Chernobyl accident. *Health Phys*. 2002 Feb;82(2):141-56. doi: 10.1097/00004032-200202000-00002.
27. Garner RJ. A mathematical analysis of the transfer of fission products to cows' milk. *Health Phys*. 1967 Feb;13(2):205-12. doi: 10.1097/00004032-196702000-00010.
28. Age-dependent doses to members of the public from intake of radionuclides: Part 2. Ingestion dose coefficients. A report of a Task Group of Committee 2 of the International Commission on Radiological Protection. *Ann ICRP*. 1993;23(3-4):1-167.
29. Age-dependent doses to members of the public from intake of radionuclides: Part 4. Inhalation dose coefficients. A report of a task group of Committee 2 of the International Commission on Radiological Protection. *Ann ICRP*. 1995;25(3-4):1-405. Erratum in: *Ann ICRP*. 2002;32(1-2):310.

Список скорочень

РЩЗ – рак щитоподібної залози

ЧАЕС – Чорнобильська атомна електростанція

ЩЗ – щитоподібна залоза

SYSTEM FOR RECONSTRUCTION OF INTERNAL THYROID DOSES OF UKRAINIAN RESIDENTS EXPOSED TO IODINE RADIONUCLIDES AS A RESULT OF THE CHERNOBYL ACCIDENT

**S.V. Masiuk¹, M.D. Tronko², M.I. Chepurny¹,
T.I. Bogdanova², V.B. Buderatska¹, G.A. Zamotayeva²,
N.S. Zhadan¹, V.M. Shpak², H.V. Chornovol¹, M.Yu. Bolgov²**

¹State Institution «National Research Center for Radiation Medicine, Hematology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»

²State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»

Abstract. The increased incidence of thyroid cancer among individuals exposed to iodine radionuclides during childhood and adolescence is the main long-term consequence of the Chernobyl nuclear power plant (ChNPP) accident. Already 5–6 years after the accident, a sharp increase in the number of cases of thyroid cancer was recorded in children and adolescents living in radioactively contaminated areas of Ukraine. This phenomenon has led to a number of international radiation-epidemiological studies aimed at quantitatively assessing the risk of developing radiation-induced cancer and other thyroid diseases in individuals with the irradiated thyroid, which, in turn, requires determining the thyroid radiation doses of individuals involved in the study. **This study aimed** to review the current TD20 thyroid dosimetry system and the results of its application to reconstruct thyroid radiation doses received by the Ukrainian population in April–July 1986 as a result of iodine radionuclides intake into the body. **Material and methods.** Residents of Ukraine exposed to iodine radionuclides as a result of the Chernobyl accident were divided into four dosimetric groups based on the availability of thyroid radioactivity measurements and other information necessary for thyroid doses calculation. The methodology for reconstructing thyroid doses depends on the dosimetric group to which an individual belongs. Thyroid doses were calculated for the following exposure pathways: intake of (^{131}I) , as well as

$^{132}\text{Te}+^{132}\text{I}$ and ^{133}I through inhalation of radioactively contaminated air; and consumption of food products such as milk, dairy products, and leafy vegetables in the period from April 26 to July 14, 1986.

Results. The mean arithmetic value of thyroid radiation dose from ^{131}I radionuclide intake among 13.204 members of the Ukrainian-American cohort study (dosimetric group 1) was 527 mGy, and the median was 198 mGy. The mean arithmetic dose of thyroid radiation due to ^{131}I intake among 146.425 individuals whose thyroid activity was measured in May-June 1986 (dosimetry group 2) was 230 mGy, and the median dose was 94 mGy. The highest averaged and population-weighted thyroid doses (dosimetric group 3) were received by residents of Chernihiv (arithmetic mean is 150 mGy, median is 60 mGy), Kyiv (130 mGy and 51 mGy), and Zhytomyr (120 mGy and 49 mGy) Oblasts. Total prenatal and postnatal thyroid doses were calculated for 2.582 members of the Ukrainian cohort of individuals exposed to ^{131}I *in utero* (dosimetric group 4) and ranged from 0 to 2.7 Gy. The average total thyroid dose from ^{131}I was 87 mGy and the median was 17 mGy. The contribution of $^{132}\text{Te}+^{132}\text{I}$ and ^{133}I to the total thyroid dose was the largest for residents of Pripyat (22–40%, depending on age at the time of exposure). For residents of areas near the Chornobyl Nuclear Power Plant, it was 8–11%, and for residents of other areas it does not exceed 3%. **Conclusions.** The paper presents an updated system for reconstructing internal thyroid doses (TD20) of Ukrainian residents exposed to iodine radionuclides following the Chornobyl accident, as well as the results of applying this system to reconstruct thyroid doses: 13.204 members of the Ukrainian-American cohort study, 2.582 members of the Ukrainian cohort of individuals irradiated in utero, 146.425 individuals who had thyroid radioactivity measurement in May-June 1986, and residents of 30.353 settlements in 24 Oblasts of Ukraine, the Autonomous Republic Crimea, and the cities of Kyiv and Sevastopol.

Keywords: Chornobyl accident, radiation dose, thyroid gland, ^{131}I .

Для цитування: Масюк СВ, Тронько МД, Чепурний МІ, Богданова ТІ, Бударська ВБ, Замотаєва ГА, Жадан НС, Шпак ВМ, Чорновол ГВ, Болгов МЮ. Система реконструкції доз внутрішнього опромінення щитоподібної залози жителів України радіонуклідами йоду внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Ендокринологія. 2026;31(1):73–87. DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.73.

Адреса для листування: Масюк Сергій Володимирович; masja1979@gmail.com; Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини, гематології та онкології НАМН України», вул. Ю. Ілленка, 53, Київ 04050, Україна.

Відомості про авторів: Масюк Сергій Володимирович, канд. фіз.-мат. наук, завідувач лабораторії радіологічного захисту, ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини, гематології та онкології НАМН України», ORCID: 0000-0002-5123-9674; Тронько Микола Дмитрович, д-р мед. наук, чл.-кор. НАН України, акад. НАМН України, завідувач відділу фундаментальних та прикладних проблем ендокринології, в.о. директора ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», ORCID: 0000-0001-7421-0981; Чепурний Микола Іванович, науковий співробітник лабораторії радіологічного захисту, ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини, гема-

тології та онкології НАМН України», ORCID: 0000-0001-9852-0669; Богданова Тетяна Іванівна, д-рка біол. наук, професорка, завідувачка лабораторії морфології ендокринної системи, ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», ORCID: 0000-0001-5119-0236; Бударська Валентина Борисівна, наукова співробітниця лабораторії радіологічного захисту, ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини, гематології та онкології НАМН України», ORCID: 0000-0003-2120-4275; Замотаєва Галина Анатоліївна, канд. біол. наук, старш. наук. співроб., головна наукова співробітниця відділу фундаментальних і прикладних проблем ендокринології, ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», ORCID: 0000-0002-2298-0105; Жадан Наталія Станіславівна, молодша наукова співробітниця лабораторії радіологічного захисту, ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини, гематології та онкології НАМН України», ORCID: 0009-0002-6776-9482; Шпак Віктор Михайлович, старший науковий співробітник відділу з питань медичних наслідків аварії на ЧАЕС та міжнародних відносин, ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», ORCID: 0000-0002-6983-5490; Чорновол Галина Василівна, канд. філол. наук, старша наукова співробітниця відділу координації, планування та аналізу наукових досліджень, ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини, гематології та онкології НАМН України», ORCID: 0000-0002-3599-5154; Болгов Михайло Юрійович, д-р мед. наук, проф., завідувач відділу хірургії ендокринних залоз, ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», ORCID: 0000-0002-9011-9982.

Особистий внесок: Тронько М.Д. – ідея публікації, обговорення отриманих результатів; Масюк С.В., Чепурний М. І. – розрахунок доз, участь у написанні рукопису; Жадан Н.С., Чорновол Г.В., Бударська В.Б. – проведення дозиметричних опитувань, редагування тексту; Замотаєва Г.А., Шпак В.М. – підготовка даних щодо членів Українсько-Американського когортного дослідження, участь у написанні рукопису; Болгов М.Ю., Богданова Т.І. – підготовка даних щодо суб'єктів Чорнобильського банку тканин, участь у написанні рукопису.

Фінансування: стаття підготовлена в рамках виконання науково-дослідних робіт: «Реконструкція індивідуалізованих доз опромінення мешканців Київської області, зареєстрованих у Державному реєстрі України осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи» (номер державної реєстрації 0125U001228), «Розроблення системи оцінки доз опромінення щитоподібної залози у разі радіаційної аварії або застосування ядерної зброї» (номер державної реєстрації 0125U001235) та «Порівняльне дослідження проліферативної активності BRAFV600E-позитивних і BRAFV600E-негативних радіогенних і спорадичних ПТК у хворих різного віку з огляду на інвазійні властивості пухлин і післяопераційний перебіг захворювання» (номер державної реєстрації 0122U000544), профінансованих Національною академією медичних наук України.

Декларація з етики: автори задекларували відсутність конфлікту інтересів і фінансових зобов'язань.

Стаття: надійшла до редакції 16.03.2026 р.; перероблена 24.03.2026 р.; прийнята до друку 09.04.2026 р.; надрукована 20.04.2026 р.

For citation: Masiuk SV, Tronko MD, Chepurny MI, Bogdanova TI, Buderatska VB, Zamotayeva GA, Zhadan NS, Shpak VM, Chornovol HV, Bolgov MYu. System for reconstruction of internal thyroid doses

of Ukrainian residents exposed to iodine radionuclides as a result of the Chernobyl accident. *Endokrynologia*. 2026;31(1):73-87. DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.73.

Correspondence address: Masiuk Sergii Volodymyrovych; masja1979@gmail.com; State Institution «National Research Center for Radiation Medicine, Hematology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», 53, Y. Illenko, str., Kyiv 04050, Ukraine.

Information about the authors: Masiuk Sergii Volodymyrovych, Cand. Sci. (Physics and Mathematics), Head of the Radiological Protection Laboratory, SI «National Research Center for Radiation Medicine, Hematology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», ORCID: 0000-0002-5123-9674; Tronko Mykola Dmytrovych, Dr. of Sci. (Medicine), Prof., Corresponding Member of NAS of Ukraine, Academician of NAMS of Ukraine, Head of the Department of Fundamental and Applied Problems of Endocrinology, the acting Director of the SI «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», ORCID: 0000-0001-7421-0981; Chepurny Mykola Ivanovych, Researcher of the Radiological Protection Laboratory, SI «National Research Center for Radiation Medicine, Hematology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», ORCID: 0000-0001-9852-0669; Bogdanova Tetiana Ivanivna, Dr. Sci. (Biology), Prof., Head of the Laboratory of Morphology of Endocrine System, SI «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», ORCID: 0000-0001-5119-0236; Buderatska Valentyna Borysivna, Researcher of the Radiological Protection Laboratory, SI «National Research Center for Radiation Medicine, Hematology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», ORCID: 0000-0003-2120-4275; Zamotayeva Galyna Anatoliyivna, Cand. Sci. (Biology), Senior Research Fellow, Chief Researcher of the Department of Fundamental and Applied Problems of Endocrinology, SI «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», ORCID: 0000-0002-2298-0105; Zhadan Natalia Stanislavivna, Junior Researcher of the Radiological Protection Laboratory, SI «National Research Center for Radiation Medicine, Hematology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», ORCID: 0009-0002-

6776-9482; Shpak Viktor Mykhailovych, Senior Researcher of the Department of Medical Consequences of the Chernobyl Accident and International Relations, SI «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», ORCID: 0000-0002-6983-5490; Chornovol Halyna Vasylivna, Cand. Sci. (Philology), Senior Researcher of the Department of Research Coordination, Planning and Analysis, SI «National Research Center for Radiation Medicine, Hematology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», ORCID: 0000-0002-3599-5154; Bolgov Mykhailo Yuriyovych, Dr. Sci. (Medicine), Prof., Head of the Department of Endocrine Surgery, SI «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», ORCID: 0000-0002-9011-9982.

Personal contribution: Tronko M.D. – publication idea, discussion of the results obtained; Masiuk S.V., Chepurny M.I. – dose calculation, participation in writing the manuscript; Zhadan N.S., Chornovol H.V., Buderatska V.B. – conducting dosimetric interviewing and editing the text; Zamotayeva G.A., Shpak V.M. – data processing for the Ukrainian-American cohort study, participation in writing the manuscript; Bolgov M.Yu., Bogdanova T.I. – data processing for the Chernobyl Tissue Bank, participation in writing the manuscript.

Funding: the article was prepared as part of research works «Reconstruction of individualized radiation doses of residents of the Kyiv Oblast, registered in the State Register of Ukraine of persons affected by the Chernobyl disaster» (state registration number 0125U001228), «Development of the system of thyroid doses estimation in case of a radiation accident or the use of nuclear weapons» (state registration number 0125U001235) and «Comparative study of proliferative activity of BRAFV600E positive and BRAFV600E-negative radiogenic and sporadic papillary thyroid carcinomas in patients of different ages with regard to the tumors' invasive properties and postoperative follow-up» (state registration number 0122U000544) funded by the National Academy of Medical Sciences of Ukraine.

Declaration of ethics: authors have declared no conflicts of interest or financial obligations.

Article: received March 16, 2026; revised March 24, 2026; accepted April 09, 2026; published April 20, 2026.

Актуальні проблеми йодного забезпечення населення північного регіону України, що постраждав внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції

В.І. Кравченко,
О.І. Ковзун,
Т.Ф. Захарченко,
О.В. Раков,
В.І. Красніков,
М.Д. Тронько

ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України»

Резюме. У результаті аварії на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС) одним із головних дієвих факторів були радіоактивний йод-131 (^{131}I) та інші радіоізотопи йоду, що мають велику спорідненість до щитоподібної залози (ЩЗ) і впливають на йодне забезпечення (ЙЗ) населення. Йододефіцит (ЙД) викликає підвищене поглинання ^{131}I ЩЗ при ядерних катастрофах і може викликати подальше її пошкодження. Окрім того, виникають не тільки захворювання ЩЗ, але й патологія вагітності, порушення фізичного і розумового розвитку, погіршення загального стану здоров'я і навіть зниження розумового потенціалу нації. **Мета дослідження:** проаналізувати стан ЙЗ населення північного регіону України на підставі багаторічних досліджень. **Матеріал і методи.** Згідно з критеріями Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) проведено комплексне масштабне епідеміологічне дослідження ЙЗ дитячого та дорослого населення північного регіону України, що постраждав внаслідок аварії на ЧАЕС, із застосуванням методів пальпації, ультразвукового дослідження ЩЗ та визначення екскреції йоду з сечею. Загалом за підтримки ВООЗ та Міжнародного надзвичайного фонду допомоги дітям при Організації Об'єднаних Націй (ЮНІСЕФ) протягом 1997-2000 років обстежено 10 420 дітей і підлітків. Виконано дослідження в рамках Українсько-Американської програми «Науковий проєкт вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС» (Українсько-Американський проєкт) згідно з протоколом, узгодженим установами України та Сполучених штатів Америки. У рамках проєкту ВООЗ «STEPS» (дослідження хронічних захворювань) у період із липня по листопад 2019 року проаналізовано 263 зразки сечі пацієнтів випадково рівномірно відібраних із різних населених пунктів України. У 2024-2025 роках досліджено йодний статус у 108 мешканців м. Києва. **Результати.** Дослідження 1997-2000 років у населених пунктах Житомирської, Київської, Рівненської та Чернігівської областей, а також у м. Києві показали частоту зоба від 17,46% до 77,42%. Медіани йодурії відповідно 46,7, 62,9, 54,3, 52,08, 62,9 мкг/л свідчили про середній і слабкий ступінь йодної недостатності (ЙН). Результати Українсько-Американського проєкту (1998-2000 рр.) показали наявність ЙД середнього і слабого ступеня. Рівень споживання йодованої солі був дуже низьким – до 5%. Після прийняття державної програми «Профілактика йодозалежних захворювань на 2002-2005 роки» споживання збільшилось на 15%. Рівень ЙЗ населення у 2019 році за програмою ВООЗ «STEPS» у пів-

нічному регіоні України наближався до середнього ступеня ЙН. Дослідження у 2024-2025 роках засвідчили наявність у населення м. Києва ЙД слабкого ступеня. **Висновок.** ЙД на територіях, постраждалих після аварії на ЧАЕС, зберігається. Позитивна тенденція поліпшення йодного статусу в окремих районах не розв'язує проблему ліквідації ЙД, що вимагає створення стійкої, контрольованої системи ЙЗ населення постраждалих областей.

Ключові слова: Чорнобильська аварія, ^{131}I , йодна недостатність, щитоподібна залоза, ендемічний зоб, йодна профілактика.

З часу катастрофи на ЧАЕС минуло майже 40 років, але й зараз ми відчуваємо її наслідки. За підрахунками сумарна активність викиду диспергованого радіоактивного палива становила біля 90 МКі, що складало 3,5% загальної кількості радіонуклідів у реакторі на час аварії [1, 2]. Аварія на ЧАЕС зумовила надходження в довкілля великої кількості радіоізотопів йоду, сукупність ізотопів із малим періодом напіврозпаду (^{131}I , ^{132}I , ^{123}I , ^{126}I , ^{130}I та ^{135}I) якого формувала сумарну дозу опромінення ЩЗ внаслідок парціальних викидів [3, 4]. Серед них значне місце займає ^{131}I .

Йод є основним субстратом для синтезу гормону тироксину в ЩЗ, тому поряд зі звичайним йодом ^{131}I надходив до ЩЗ. ЙД обумовлює підвищене поглинання ^{131}I ЩЗ при ядерних катастрофах і може викликати подальше її пошкодження [5, 6]. На високу ймовірність такого зв'язку, значення йодного статусу та радіації у виникненні раку ЩЗ у регіонах, які постраждали після аварії на ЧАЕС, вказують декілька публікацій [6-8].

Дослідження ЙЗ має важливе значення не тільки з позиції ураження ЩЗ радіоїодом, але і впливу ЙД на здоров'я населення в постраждалих областях. Проблема ЙН існує в багатьох країнах світу. ЙН – глобальна проблема, що охоплює всі верстви населення, наслідком якої є йододефіцитні захворювання (ЙДЗ). Серед них найбільшої уваги заслуговують ураження центральної нервової системи, наслідком чого є зниження інтелектуального розвитку дітей та в цілому всієї нації, що знаходиться в зоні ЙД. Захворювання, що виникають внаслідок ЙН в організмі, окрім зоба, включають гіпотиреоз, безплідність, викидні, мертвонароджуваність, вроджені аномалії, підвищену перинатальну та дитячу смертність, кретинізм, затримку фізичного та розумового розвитку, порушення психічних функцій у дітей та дорослих, зниження працездатності, підвищену чутливість до іонізуючого випромінювання.

За визнанням спеціалістів ВООЗ ЙДЗ та їх ліквідація є одним із найбільш пріоритетних завдань сучасної медицини [9]. У різних країнах на державному рівні впроваджуються програми профілактики та ліквідації ЙН в організмі та, як наслідок, профілактики ЙДЗ. На сьогодні такі програми діють у 124 країнах світу, позитивним результатом чого є ліквідація в більшості з них ЙД [10]. В Україні виконана значна кількість досліджень, присвячена вивченню ЙЗ населення в різних регіонах України та впливу ЙД на важливі показники здоров'я в людей різного віку та статі [11-14].

За ініціативи ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України» були видані Постанови Головного державного санітарного лікаря України «Про запровадження першочергових заходів подолання йодної недостатності в населення України». Підготовлені обґрунтування до закону про йодну профілактику (ЙП) та тричі подавалися до Верховної Ради України для прийняття законодавчих рішень. На відміну від усіх Європейських країн закон щодо профілактики ЙДЗ до цього часу в Україні не прийнятий. Особливе місце в наших дослідженнях займає вивчення ЙЗ населення на територіях, що були забруднені внаслідок аварії на ЧАЕС.

Мета роботи – надати аналіз ЙЗ населення північного регіону України на підставі багаторічних досліджень.

Матеріал і методи

У зв'язку з аварією на ЧАЕС медичні обстеження дітей у північному регіоні України виконували відповідно до прийнятого Міжнародного протоколу медичного скринінгу й анкети епідеміологічного опитування постраждалих після аварії на ЧАЕС дітей за підтримки ВООЗ.

Дітей обстежували за місцем їх навчання – у школах міст Житомирської, Київської, Рівненської та Чернігівської областей, а також м. Ки-

єва. Вибір населених пунктів для проведення досліджень був визначений протоколом ВООЗ і стосувався місцевостей, що були забруднені радіоактивними викидами під час аварії на ЧАЕС.

Обстеження 10 420 дітей та підлітків проводили експедиційними бригадами за участю епідеміологів, педіатрів-ендокринологів, лікарів ультразвукової та лабораторної діагностики протягом 1997-2000 років.

Дослідження ЙЗ населення в рамках Українсько-Американського проекту, проводилося в 4 цикли згідно з протоколом, узгодженим установами України та Сполучених штатів Америки. У всіх пацієнтів отримана інформована згода на проведення досліджень. У першому циклі (1998-2000 роки) досліджено зразки сечі від 11 926 пацієнтів, у другому (2001-2003 роки) – від 11 997, у третьому (2003-2005 роки) – від 10 868, четвертому – (2005-2007 роки) – від 8083. Рівень ЙП визначали за результатами опитування про споживання харчової йодованої солі, препаратів, що містять йод (йодних добавок), морепродуктів [15]. У рамках проекту ВООЗ «STEPS» (дослідження хронічних захворювань) у 2019 році проаналізовано 263 зразки сечі від пацієнтів випадково рівномірно відібраних із різних населених пунктів України, із них 55 зразків із північного регіону [16]. У 2024-2025 роках у відкритому рандомізованому дослідженні визначено йодний статус у 108 мешканців м. Києва.

Ультразвукові дослідження виконували за допомогою апарата Sigma-110 («Kontron Medical», Франція) з використанням лінійного датчика з частотою 7,5 МГц. Розміри ЩЗ визначали відповідно до рекомендацій Group згідно з критеріями Міжнародної класифікації захворювань ВООЗ [9]. Для визначення частоти випадків зоба користувалися Європейськими нормами об'ємів ЩЗ. Діагноз дифузного зоба ЩЗ встановлювали на підставі рекомендованих критеріїв ВООЗ при перевищенні максимально допустимих розмірів ЩЗ для відповідного віку дитини.

Вміст йоду в сечі визначали відповідно до реакції Sandell-Kolthoff за методом Dunn et al. [17].

Протокол досліджень було проведено відповідно до принципів Гельсінської декларації та затверджено етичним комітетом ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України». Дослідження 1997-2000 років проводилися за протоколом ВООЗ, інформованої згоди на їх проведення не ви-

магалось. У дослідженнях Українсько-Американського проекту від усіх учасників отримана письмова інформована згода. Також була отримана інформована згода від учасників проекту інших досліджень. Включення ідентифікаційних даних людини, жодних потенційно ідентифікованих зображень або даних у цьому дослідженні не представлено.

Результати

Проведено комплексне обстеження 10 420 дітей у населених пунктах Київської, Житомирської, Чернігівської та Рівненської областей, а також у м. Києві. У дослідження були включені населені пункти найбільш постраждали після аварії на ЧАЕС.

Загалом результати досліджень ЩЗ та відповідно частота зоба свідчили про наявність ЙД середнього, а інколи і тяжкого ступеня і показували на більш виражений ступінь ЙН, ніж показники медіани йодурії. Але треба враховувати, що збільшення ЩЗ розвивається поступово, а зворотне її зменшення при компенсації ЙД відбувається ще повільніше, інколи протягом декількох років, тому частота зоба виступає як ретроспективний показник. У зв'язку з цим може виникати деяка розбіжність в оцінці ступеня ЙЗ за різними критеріями. Узагальнені результати досліджень наведені в **таблиці**.

Як відзначалося, головним показником для визначення стану ЙЗ є рівень медіани екскреції йоду з сечею. Цей показник дещо відрізнявся в різних населених пунктах і в дітей різних вікових категорій спостерігалися відмінності в межах 15-20%. Загалом у більшості населених пунктів медіана екскреції відповідає середньому або легкому ступеню ЙД. Як показали результати анкетування про додаткове надходження йоду з препаратами та харчовими продуктами, що можуть бути використані з профілактичною метою, профілактика ЙД у північному регіоні знаходилась на дуже низькому рівні. Постійно продукти моря вживали від 0,47% до 4,24%, йодовану сіль від 0,19% до 9,01% обстежених дітей.

Результати досліджень нами були передані до МОЗ України для поліпшення ЙЗ населення. Завдяки цьому в 2001 році були видані постанови Головного санітарного лікаря України №58 та №67 про «Запровадження першочергових заходів подолання ЙН населення України».

Таблиця. Частота зоба та йодний статус у дітей і підлітків північного регіону України в 1997-2000 роках

Table. Frequency of goiter and iodine status in children and adolescents of the northern region of Ukraine in 1997-2000 years

Адміністративно-територіальні одиниці	n	Частота зоба (%) Goiter frequency (%)	Медіана йодурії, мкг/л Median of ioduria, µg/L	Ступінь йодної недостатності Degree of iodine deficiency	Відсоток зразків >100 мкг/л Percentage of samples >100 µg/L	Постійна йодна профілактика (%) Continuous iodine prophylaxis (%)
Житомирська область, зокрема Zhytomyr region, including	4301	33,40	46,70	середній moderate	12,80	3,42
м. Коростень <i>Korosten</i>	654	28,90	59,30	легкий mild	21,82	5,31
м. Малин <i>Malin</i>	840	21,90	35,90	середній moderate	6,14	3,80
м. Овруч <i>Ovruch</i>	1048	29,48	44,35	середній moderate	13,25	9,01
м. Олевськ <i>Olevsk</i>	414	36,23	66,40	легкий mild	15,40	1,87
с. Чоловка <i>Cholovka</i>	683	26,94	46,10	середній moderate	15,74	0,47
с. Чоповичі <i>Chorovichy</i>	2056	32,18	40,50	середній moderate	5,95	5,31
Київська область, зокрема Kyiv region, including	2071	33,60	62,90	легкий mild	22,12	2,21
м. Іванків <i>Ivankiv</i>	693	27,80	63,70	легкий mild	22,57	1,34
м. Вишгород <i>Vyshhorod</i>	636	32,50	175,40	достатній sufficient	84,60	4,67
с. Гаврилівка <i>Havrylivka</i>	742	40,60	62,10	легкий mild	23,68	0,63
Рівненська область, зокрема Rivne region, including	1626	34,20	54,30	легкий mild	11,26	3,03
м. Дубровиця <i>Dubrovysia</i>	230	54,17	67,20	легкий mild	4,55	6,46
м. Рокитне <i>Rokytne</i>	748	23,58	47,72	середній moderate	19,00	2,45
с. Томашгород <i>Tomashgorod</i>	648	25,10	47,99	середній moderate	10,07	0,19
Чернігівська область, зокрема Chernihiv region, including	1846	48,04	52,08	середній moderate	16,93	2,80
м. Чернігів <i>Chernihiv</i>	479	17,46	53,30	середній moderate	17,80	6,90
м. Козелець <i>Coseletz</i>	64	28,22	51,10	середній moderate	12,50	4,60
смт. Михайло-Коцюбинське <i>Mikhailo-Kotsiubynske</i>	532	59,83	25,80	важкий severe	2,46	0,21
смт. Ріпки <i>Ripky</i>	493	57,28	63,40	легкий mild	24,70	1,50
с. Любеч <i>Lubech</i>	278	77,42	66,80	легкий mild	27,18	0,80
м. Київ Kyiv	576	30,80	62,90	легкий mild	34,90	5,00
Усього	10 420	35,90	56,18	легкий mild	18,90	3,30
Total				mild		

А в 2002 році Кабінетом Міністрів України була прийнята Постанова №1418 «Про затвердження Державної програми профілактики ЙН у населення на 2002–2005 роки».

Розглядаючи виявлену високу частоту дифузного зоба в дітей обстежених районів, що по-

страждали внаслідок аварії на ЧАЕС, не можна не звернути увагу і на таке питання, що, можливо, саме фактори, що виникли після аварії зумовили дану патологію. Серед цих факторів особливе значення має ^{131}I . Дійсно після аварії на ЧАЕС значна кількість ^{131}I потрапила в довкіл-

ля. Але вже через декілька місяців після аварії відбувся розпад ^{131}I .

У спостереженні знаходились діти та підлітки від 6 до 18 років. На момент основних досліджень у 1997-2000 роках пройшло 11-14 років після аварії. Тому діти до цього віку взагалі не мали контакту з ^{131}I . Якщо ж взяти старшу вікову категорію дітей і підлітків, то на час дослідження пройшло 11-14 років, тому мало ймовірно, що такий віддалений ефект міг вплинути на частоту дифузного зоба. Крім того, усі результати частоти зоба знаходяться в рамках певної характеристики ступеня тяжкості ЙН. Це вказує, що саме ЙД є причиною ендемічного зоба.

Дослідження в м. Києві викликають інтерес. Згідно з представленими даними про наявність ЙД і дифузного зоба в дітей здійснено дослідження щодо нормалізації ЙЗ і усуненню вище означеної тиреоїдної патології. Як засіб групової ЙП була використана йодована за спеціальною технологією вода «Йодіс». Вже через 3 місяці вживання йодованої води відбулася нормалізація рівня екскреції йоду з сечею залежно від кількості спожитого йоду. При цьому, залежно від кількості спожитого йоду, медіана знаходилася відповідно в межах 112-184 мкг/л. Ці дані вказували на повну нормалізацію надходження йоду до організму. Вживання йодованої води протягом року підтримувало показники йодурії на рівні норми в 90-100% дітей. Протягом перших трьох місяців вживання йодованої води відбувалися лише деякі незначні зміни в розмірах ЩЗ. Через рік після вживання води, крім нормалізації показників йодурії, спостерігалось істотне зменшення об'єму ЩЗ, особливо в дітей хворих на зоб. Враховуючи високу ефективність засобу профілактики за результатами розробки був виданий Деклараційний патент України на винахід № 67154 А «Спосіб компенсації йодного дефіциту у дітей».

Отримані в роботі результати про недостатнє ЙЗ населення північного регіону України були продовжені наступними дослідженнями, що виконані в дещо іншій площині та в інший час. Серед них особливої уваги заслуговує Українсько-Американський тиреоїдний проєкт, важливим аспектом якого було вивчення ЙЗ членів відібраної когорти.

Підсумкові результати дослідження йодного статусу дітей відповідно до Українсько-Американського проєкту в постраждалих після аварії

областей показали, що в першому циклі, як і в попередніх дослідженнях, найгіршою була ситуація в районах Житомирської та Чернігівської областей. Саме в цих областях зареєстрована мода результатів досліджень йодурії менше ніж 20 мкг/л. Тільки для м. Києва та м. Чернігова медіана ледве перевищувала 50 мкг/л, що за чинними критеріями відповідало легкому ступеню ЙД, але фактично величина йодурії також наближалася до середнього ступеня тяжкості ЙН. Про це свідчив розрахунок частотного розподілу результатів екскреції йоду. На напруженість ситуації з ЙН в північному регіоні вказувало і те, що більше ніж 50% зразків знаходились в зоні гострого і середнього ступеня тяжкості ЙД і тільки 12,7% зразків мали нормальне (>100 мкг/л) значення екскреції йоду.

Опитування обстежених в цьому проєкті, як і в дослідженнях, виконаних за проєктом ВООЗ [19], показало, що в період 1998–2000 рр. харчову йодовану сіль в домогосподарствах населення майже не використовувало, що порівнюється з повною відсутністю ЙП. Був проведений аналіз даних медіани йодурії з дозами опромінення ЩЗ. Виявилось, що в першому циклі досліджень в групі з рівнем >1 Гр було найменше ЙЗ (медіана йодурії – 41,2 мкг/л) та, навпаки, в групі з найменшою дозою опромінення ЩЗ (<0,3 Гр) було найвище ЙЗ (медіана йодурії – 47,0 мкг/л). Група із середньою дозою опромінення (0,3-0,99 Гр) мала проміжний між іншими групами показник ЙЗ з вірогідною відмінністю порівняно з першою групою.

Результати розподілу даних йодурії в другому циклі незначно відрізнялися від попередніх та в цілому напруженість ситуації з ЙН залишалася близькою до першого циклу, на що вказувала не тільки медіана, але й те, що трохи більше ніж 50% зразків знаходились в зоні гострого і помірному ЙД і тільки 17,8% результатів були вищими за 100 мкг/л.

Наприкінці 2002 року Кабінет Міністрів України прийняв постанову про затвердження Державної програми профілактики йодозалежних захворювань, де особлива увага приділялася безперебійному виробництву йодованої кухонної солі та постачання необхідних її обсягів до регіонів у розмірі річної потреби. У третьому циклі ЙЗ як загалом по регіону, так і по окремих областях, за результатами надходження йоду в організм збільшилася більше, ніж на 50%. У се-

редньому у всьому північному регіоні медіана йодурії становила 72,4 мкг/л. ЙД середнього ступеня тяжкості на цей час практично не спостерігався ні в одному з обстежених населених пунктів. Істотне поліпшення ситуації з ЙЗ підтверджувалося також результатами розподілу даних йодурії. На цей час дослідження більшість результатів (37,2 %) знаходилися в зоні слабкого ЙД, а в третини обстежених було нормальне ЙЗ. Такі зміни в йодному статусі збігаються в часі з прийняттям Державної програми ЙП в Україні.

У четвертому циклі досліджень, коли виконання Державної програми профілактики ЙДЗ вже закінчилося майже у всіх областях, як і в попередньому циклі зберігався ЙД слабкого ступеня, 34% обстежених мали достатнє ЙЗ, інші знаходилися в ЙД різного ступеня і тільки 4,5% мали результати тяжкої ЙН. У межах когорти найкраща ситуація спостерігалася в окремих населених пунктах Київської та Чернігівської областей із відносно високою частотою нормалізації йодного статусу.

Сучасні дослідження виконані у 2019 році за програмою ВООЗ «STEPS», відрізнялись від інших більшою доказовістю, тому що обстежені були відібрані методом багатоступеневої репрезентативної загальнонаціональної вибірки, і окрім концентрації йоду в сечі, визначалась добова його екскреція. Результати аналізу показали, що у всіх областях північного регіону України ЙЗ населення знаходиться в межах ЙД слабкого ступеня. Медіана концентрації йоду становила 75,17 мкг/л, 1-й та 3-й перцентилі відповідно 47,47 мкг/л та 115,5 мкг/л. Медіана добової екскреції йоду становила 113,9 мкг/л (1-й та 3-й перцентилі – 69,2 та 208,6), що також вказувало на наявність ЙД легкого ступеня. Практично 75% зразків знаходилося в зоні ЙД середнього і легкого ступеня. Найбільш виражений ЙД, що наближався до середнього ступеня тяжкості, спостерігався у північному регіоні (медіана 57,5 мкг/л, 1-й та 3-й перцентилі відповідно 41,6 та 104,8). Недоліком цього обстеження було те, що внаслідок виникнення епідемії COVID-19 дослідження було призупинено і кількість відібраних осіб на обстеження була скорочена. Все ж отримані доказові дані про наявність ЙД у північному регіоні, населення якого найбільш постраждало після аварії на ЧАЕС.

Розв'язана Російською Федерацією війна призупинила періодичні масові обстеження ЙЗ

населення. Проте нами проведені дослідження йодного статусу у 108 осіб здорового населення м. Києва. Серед усіх досліджених здорових осіб більшість (67,6%) мали ЙД слабкого ступеня (<100 мкг/л), 11,1% осіб мали помірний ЙД (<50 мкг/л), декілька осіб мали гострий ЙД та більш ніж достатній ступінь ЙЗ. Таким чином, у постраждалих областях північного регіону України протягом довгого часу реєструється ЙН різного ступеня тяжкості.

Обговорення

Обстеження більше ніж 80 000 дітей в Київській, Житомирській, Чернігівській та Рівненській областях, а також у м. Києві в 1987-1990 роках виявили значну поширеність зоба серед дітей. У деяких областях вона сягала 30-40% обстежених. У 1990-1995 роках було обстежено 1088 дітей в Іванківському районі Київської області і 1499 евакуйованих із 30-км зони із застосуванням карт клінічного скринінгу патології ЩЗ, пальпаторно-го та ультразвукового дослідження ЩЗ.

В результаті обстеження ЩЗ дітей різних вікових груп від 8 до 15 років з Іванківського району виявили зоб у 21% обстежених. Згідно з сучасними уявленнями це відповідає ЙД середнього ступеня тяжкості. У евакуйованих із 30-км зони та переселених до м. Києва зоб спостерігали в 43,3% оглянутих, із них 15,9% мали зміни в ехоструктурі ЩЗ. Ці непрямі показники вказували на наявність ЙД у місцевості.

Це спонукало нас до більш точного визначення ЙЗ населення в північних областях України. У відділі епідеміології ендокринних захворювань ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України» був налагоджений сучасний метод визначення йодного статусу за показником йоду в сечі, який пройшов сертифікацію в Центрі контролю та профілактики захворювань (Center for Disease Control and Prevention, CDC) у м. Атланта (США). Починаючи з 1997 року всі дослідження населення в Україні та на територіях, що постраждали після аварії на ЧАЕС, виконані з використанням цього найбільш важливого показника. Необхідність таких досліджень була задекларована провідними спеціалістами США щодо ЩЗ ще на початку Українсько-Американського проекту [18].

Під час першого та другого циклів досліджень майже у всіх обстежених областях реєстрував-

ся ЙД помірного ступеня тяжкості. Для цього періоду виявлено зворотну слабку кореляцію між ЙЗ та дозою опромінення ЩЗ. З використанням Державної програми профілактики ЙН вживання йоду в обстежених когортах населення збільшилося майже на 50%, виявлені залежності в попередніх циклах не спостерігалися, хоча загалом ЙД легкого ступеня тяжкості на цій території залишався. Узагальнюючи питання ЙП в областях, які постраждали після аварії на ЧАЕС, зазначимо, що споживання населенням морепродуктів було епізодичним, йодовмісні препарати населення приймало непостійно, у середньому близько 2%, а в окремих областях – від 0,5 до 5%. Тільки вживання харчової йодованої солі замість звичайної надає організму необхідну кількість йоду. Тому саме цей фактор може вважатися найбільш надійним, що забезпечує додаткове надходження йоду в організм. Опитування обстежених у проєкті й у дослідженнях, виконаних у проєкті ВООЗ, [19] показало, що в період 1997-2000 рр. харчову йодовану сіль використовували в домогосподарствах на постраждалих територіях до 0,5% населення, що можна порівняти з повною відсутністю ЙП. Когортне дослідження йодного статусу населення в рамках Українсько-Американського проєкту на територіях, що постраждали після аварії на ЧАЕС, протягом 1998-2007 рр. засвідчило наявність ЙД різного ступеня тяжкості. Результати дослідження мікронутрієнтного забезпечення населення м. Києва виявили, що у 2/3 здорових осіб наявний ЙД слабкого ступеня. Наявність ЙД навіть у м. Києві, де рівень забезпечення харчовими продуктами задовільний та має доступність населення до йодованої солі та продуктів, збагачених на йод, вказує на необхідність законодавчого запровадження масової ЙП, як це зроблено в більшості країн світу. Законодавче розв'язання цього питання буде сприяти зменшенню тиреоїдної патології та підвищенню загального стану здоров'я у населення, зокрема північного регіону України.

Висновки

1. Дослідження 10 420 дітей і підлітків у 1997-2000 рр. за програмою Всесвітньої організації охорони здоров'я в північному регіоні України виявили наявність йододефіциту середнього і легкого ступеня при майже відсутності йодної профілактики.

2. Когортне дослідження йодного статусу населення в рамках Українсько-Американського проєкту засвідчило наявність йодного дефіциту різного ступеня тяжкості на постраждалих після аварії на Чорнобильській АЕС територіях упродовж 1998-2007 років.

3. Виявлено негативну кореляцію між рівнем йодного забезпечення та дозою опромінення щитоподібної залози.

4. Дослідження останніх років (2019 та 2024-2025) підтвердили наявність йододефіциту середнього і легкого ступеня в північному регіоні України.

Перспективи подальших досліджень

Проблема йододефіциту та ліквідації ЙДЗ в Україні і, зокрема в північному регіоні, до цього часу залишається невирішеною. Внаслідок розв'язаної Російською Федерацією війни та захоплення значної частини території України велика кількість населення виїхала в різні країни світу, а найбільше джерело виробництва солі в Європі, зокрема йодованої солі в м. Бахмут (Соледар) зруйновано. Але подальші дослідження йодного статусу населення вкрай необхідні й потребують створення спеціальної програми. Інститут має реальні можливості для продовження необхідних досліджень: значний досвід у дослідженні йодного забезпечення населення, сучасні прилади та співробітники, які володіють сучасними методами визначення йодного статусу.

Список використаної літератури

- Hoshi M, Yamamoto M, Kawamura H, Shinohara K, Shibata Y, Kozlenko MT, et al. Fallout radioactivity in soil and food samples in the Ukraine: measurements of iodine, plutonium, cesium, and strontium isotopes. *Health Phys.* 1994 Aug;67(2):187-91. doi: 10.1097/00004032-199408000-00012.
- Leoniak M, Zonenberg A, Zarzycki W. Sytuacja radiologiczna w czasie i po awarii w Czarnobylu [The radiological situation before and after Chernobyl disaster]. *Endokrynol Pol.* 2006 Jan-Feb;57(1):45-52. Polish.
- VanMiddlesworth L, Handl J. ¹²⁹I, ¹³¹I and ¹²⁷I in animal thyroids after the Chernobyl nuclear accident. *Health Phys.* 1997 Oct;73(4):647-50. doi: 10.1097/00004032-199710000-00010.
- Likhtarov I, Kovgan L, Vavilov S, Chepurny M, Ron E, Lubin J, et al. Post-Chernobyl thyroid cancers in Ukraine. Report 2: risk analysis. *Radiat Res.* 2006 Aug;166(2):375-86. doi: 10.1667/RR3593.1.
- Cardis E, Kesminiene A, Ivanov V, Malakhova I, Shibata Y, Khrouch V, et al. Risk of thyroid cancer after exposure to ¹³¹I in childhood. *J Natl Cancer Inst.* 2005 May 18;97(10):724-32. doi: 10.1093/jnci/dji129.
- Liu XH, Chen GG, Vlantis AC, van Hasselt CA. Iodine mediated mechanisms and thyroid carcinoma. *Crit Rev Clin Lab Sci.* 2009;46(5-6):302-18. doi: 10.3109/10408360903306384.
- Shakhtarin VV, Tsyb AF, Stepanenko VF, Orlov MY, Kopecky KJ, Davis S. Iodine deficiency, radiation dose, and the risk of thyroid

- cancer among children and adolescents in the Bryansk region of Russia following the Chernobyl power station accident. *Int J Epidemiol.* 2003 Aug;32(4):584-91. doi: 10.1093/ije/dyg205.
8. Gembicki M, Stozharov AN, Arinchin AN, Moschik KV, Petrenko S, Khmara IM, et al. Iodine deficiency in Belarusian children as a possible factor stimulating the irradiation of the thyroid gland during the Chernobyl catastrophe. *Environ Health Perspect.* 1997 Dec;105 Suppl 6(Suppl 6):1487-90. doi: 10.1289/ehp.97105s61487.
 9. International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders, United Nations Children's Fund, World Health Organization. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. A guide for programme managers. Second editions. Geneva: WHO; 2001. 124 p. Available from: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/7872bac7-fd37-4744-863c-a794cc7807c1/content](https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/7872bac7-fd37-4744-863c-a794cc7807c1/content) [Accessed 10th December 2025].
 10. Zimmermann MB, Andersson M. Global endocrinology: Global perspectives in endocrinology: coverage of iodized salt programs and iodine status in 2020. *Eur J Endocrinol.* 2021 Jun 10;185(1):R13-R21. doi: 10.1530/EJE-21-0171.
 11. Кравченко ВІ. Чорнобильська аварія та йодна недостатність як фактори ризику тиреоїдної патології у населення постраждалих регіонів України. *Журнал Національної академії медичних наук України.* 2016;22(3-4):13-20 (Kravchenko VI. Chernobyl accident and iodine deficiency as risk factors for thyroid pathology in the population of the affected regions of Ukraine. *Journal of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine.* 2016;22(3-4):13-20. Ukrainian).
 12. Тронько МД, Кравченко ВІ, Бертоліні Р, Суоніо Е, Турчин ВІ, Лузанчук ІА, та ін. Частота зоба та йодної недостатності у дітей і підлітків з радіаційно забруднених районів Житомирської області. *Ендокринологія.* 2002;7(2):154-61 (Tronko MD, Kravchenko VI, Bertollini R, Suinio E, Turchyn VI, Luzanchuk IA, et al. Goiter prevalence and iodine deficiency in children and adolescents of radiation-affected Zhytomyr region. *Endokrynologia.* 2002;7(2):154-61. Ukrainian).
 13. Кравченко ВІ. Звіт «Про національне дослідження вживання населенням харчових мікронутрієнтів». К.: Прем'єр Медіа; 2004. 64 с. (Kravchenko VI. Report «On the national study of the population's consumption of food micronutrients». Kyiv: Premier Media; 2004. 64 p. Ukrainian).
 14. Кравченко ВІ, Матасар ІТ, Тронько МД, Гайдаєв ЮО, Калетник ВМ. Наукове обґрунтування масової профілактики йодозалежних захворювань шляхом оптимізації вмісту йоду в раціоні харчування. *Монографія.* Київ: Видавництво «Аграрна освіта»; 2011. 268 с. (Kravchenko VI, Matasar IT, Tronko MD, Gaidaev YuO, Kaletnik VM. Scientific justification of mass prevention of iodine-dependent diseases by optimizing the iodine content in the diet. Monograph. Kyiv: Publishing house «Agrarian Education»; 2011. 268 p. Ukrainian).
 15. Tronko M, Kravchenko V, Fink D, Hatch M, Turchyn V, McConnell R, et al. Iodine excretion in regions of Ukraine affected by the Chernobyl Accident: experience of the Ukrainian-American cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases. *Thyroid.* 2005 Nov;15(11):1291-7.
 16. Тронько МД, Кравченко ВІ, Бондар ТВ. Дослідження йодної забезпеченості населення України в межах проекту Steps «Вивчення поширеності факторів ризику неінфекційних захворювань» Всесвітньої організації охорони здоров'я. *Ендокринологія.* 2022;27(3):203-13 (Tronko MD, Kravchenko VI, Bondar TV. Study of iodine supply in the population of Ukraine within the framework of the steps project «Study of the prevalence of risk factors for non-infectious diseases» of the World Health Organization. *Endokrynologia.* 2022;27(3):203-13. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2022.27-3.203.
 17. Dunn JT, Grutchfield HE, Gutekunst R, Dunn AD. Methods for measuring iodine in urine. international council for control of iodine deficiency disorders. 1993:19-24.
 18. Robbins J, Dunn JT, Bouville A, Kravchenko VI, Lubin J, Petrenko S, et al. Iodine nutrition and the risk from radioactive iodine: a workshop report in the Chernobyl long-term follow-up study. *Thyroid.* 2001 May;11(5):487-91. doi: 10.1089/105072501300176444.
 19. Тронько МД, Кравченко ВІ, Бертоліні Р, Суоніо Е, Турчин ВІ. Йодне забезпечення та ендемія зоба у дітей північного регіону України. *Журнал Академії медичних наук України.* 2003;9(1):52-61 (Tronko MD, Kravchenko VI, Bertollini R, Suonio E, Turchyn VI. Iodine supply and endemic goiter in children of the northern region of Ukraine. *Journal of the Academy of Medical Sciences of Ukraine.* 2003;9(1):52-61. Ukrainian).

Список скорочень

ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я

ЙД – йододефіцит

ЙДЗ – йододефіцитні захворювання

ЙЗ – йодне забезпечення

ЙН – йодна недостатність

ЙП – йодна профілактика

ЧАЕС – Чорнобильська атомна електростанція

ЩЗ – щитоподібна залоза

CURRENT PROBLEMS OF IODINE SUPPLY FOR THE POPULATION OF THE NORTHERN REGION OF UKRAINE AFFECTED BY THE ACCIDENT AT THE CHORNOBYL NUCLEAR POWER PLANT

V.I. Kravchenko, O.I. Kovzun, T.F. Zakharchenko, O.V. Rakov, V.I. Krasnikov, M.D. Tronko

State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»

Abstract. As a result of the accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant (ChNPP), one of the main acting factors was radioactive iodine-131 (¹³¹I) and other iodine radioisotopes, which have a high affinity for the thyroid gland (TG) and affect the iodine supply (IS) of the population. Iodine deficiency (ID) causes increased absorption of ¹³¹I by the thyroid gland during nuclear disasters and can cause further damage to it. In addition, not only thyroid diseases occur, but also pregnancy pathology, impaired physical and mental development, deterioration of general health and even a decrease in the mental potential of the nation. **The aim:** to analyze the state of the IS of the population of the northern region of Ukraine on the basis of many years of research. **Material and methods.** According to the criteria of the World Health Organization (WHO), a comprehensive large-scale epidemiological study of IS in the child and adult population of the northern region of Ukraine affected by the accident at the ChNPP was conducted, using palpation methods, ultrasound examination of the thyroid gland, and determination of urinary iodine excretion. In total, with the support of WHO and the United Nations International Children's Emergency Fund (UNICEF), 10 420 children and adolescents were examined during 1997-2000 years. The study was carried out within the framework of the Ukrainian-American program «Scientific project to study cancer and other thyroid diseases in Ukraine as a result of the Chernobyl accident» (Ukrainian-American project) according to the protocol agreed upon by the institutions of Ukraine and the United States of America. Within the framework of the WHO project «STEPS» (chronic diseases study) from July to November 2019, 263 urine samples of patients randomly evenly selected from different settlements of

Ukraine were analyzed. Iodine status was studied in 108 residents of Kyiv during 2024-2025 years. **Results.** Studies of 1997-2000 years in the affected settlements of Zhytomyr, Kyiv, Rivne, Chernihiv regions, as well as in Kyiv showed a goiter frequency of 17.46% to 77.42%. The median of ioduria 46.7, 62.9, 54.3, 52.08, 62.9 $\mu\text{g/L}$, respectively, indicated a moderate and weak degree of ID. Thus, the results of the Ukrainian-American Project 1998-2000 years showed the presence of moderate and weak ID. The level of consumption of iodized salt was very low – up to 5%. After the adoption of the state program «Prevention of iodine-dependent diseases for 2002-2005 years», consumption increased by 15%. The level of IS of the population in 2019 year according to the WHO program «STEPS» in the northern region of Ukraine was approaching the moderate degree of ID. Studies during 2024-2025 years showed the presence of mild ID in the population of Kyiv. **Conclusions.** ID in the territories affected by the accident at the ChNPP persists. The positive trend of improving iodine status in some areas does not solve the problem of eliminating ID, which requires the creation of a stable, controlled system of IS for the population of the affected regions.

Keywords: Chernobyl accident, ^{131}I , iodine deficiency, thyroid gland, endemic goiter, iodine prophylaxis.

Для цитування: Кравченко ВІ, Ковзун ОІ, Захарченко ТФ, Раков ОВ, Красніков ВІ, Тронько МД. Актуальні проблеми йодного забезпечення населення північного регіону України, що постраждав внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції. *Ендокринологія.* 2026;31(1):88-96. DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.88.

Адреса для листування: Захарченко Тамара Федорівна, zatat@ukr.net, Державна установа «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», вул. Вишгородська, 69, Київ 04114, Україна.

Відомості про авторів: Кравченко Віктор Іванович, д-р мед. наук, проф., завідувач відділу епідеміології ендокринних захворювань, ORCID: 0000-0003-0867-2023; Ковзун Олена Ігорівна – д-рка біол. наук, проф., чл.-кор. НАМН України, заступниця директора Інституту з наукової роботи, ORCID: 0000-0002-6906-6636; Захарченко Тамара Федорівна, канд. біол. наук, старш. наук. співроб., старша наукова співробітниця відділу епідеміології ендокринних захворювань, ORCID: 0000-0002-4394-8833; Раков Олег Віталійович, лікар-ендокринолог консультативно-поліклінічного відділення, ORCID: 0000-0002-0563-3961; Красніков Володимир Іванович старший інженер-лаборант відділу епідеміології ендокринних захворювань, ORCID: 0009-0001-9780-8422, Тронько Микола Дмитрович, д-р мед. наук, проф., чл.-кор. НАН України, акад. НАМН України, завідувач відділу фундаментальних і прикладних проблем ендокринології, в. о. директора Інституту, ORCID: 0000-0001-7421-0981.

Особистий внесок: Кравченко В.І. – ідея дослідження, проведення досліджень елементів, аналіз результатів, написання статті, оформлення, підготовка до друку; Ковзун О.І. – участь у розробці концепції статті, підбір та аналіз літературних джерел; Захарченко Т.Ф. – участь у проведенні досліджень йодного статусу населення, редагування та підготовка статті до друку; Раков О.В. – збір та формування груп хворих для обстеження,

зв'язок із лабораторіями для дослідження біохімічних показників у хворих; Красніков В.І. – участь у проведенні досліджень йодного статусу; Тронько М.Д. – обговорення отриманих результатів.

Фінансування: фінансування дослідження проводилося в рамках проєктів Всесвітньої організації охорони здоров'я, Міжнародного надзвичайного фонду допомоги дітям при Організації Об'єднаних Націй (ЮНІСЕФ), Українсько-Американського тиреоїдного проєкту.

Декларація з етики: автори заявили про відсутність конфлікту інтересів та фінансових зобов'язань.

Стаття: надійшла до редакції 27 грудня 2025 р.; перероблена 14 січня 2026 р.; прийнята до друку 09.04.2026 р.; надрукована 20.04.2026 р.

For citation: Kravchenko VI, Kovzun OI, Zakharchenko TF, Rakov OV, Krasnikov VI, Tronko MD. Current problems of iodine supply for the population of the northern region of Ukraine affected by the accident at the Chernobyl nuclear power plant. *Endokrynologia.* 2026;31(1):88-96. DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.88.

Correspondence address: Zakharchenko Tamara Fedorivna, zatat@ukr.net, State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the NAMS of Ukraine», Vyshgorodska Str., 69, Kyiv 04114, Ukraine.

Information about the authors: Kravchenko Viktor Ivanovich, Dr. Sci. (Medicine), Prof., Head of the Department of Epidemiology of Endocrine Diseases, ORCID: 0000-0003-0867-2023; Kovzun Olena Igrovivna – Dr. Sci. (Biology), Prof., Corresponding Member of the NAMS of Ukraine, Deputy Director of the Institute for Scientific Affairs, ORCID: 0000-0002-6906-6636; Zakharchenko Tamara Fedorivna, Cand. Sci. (Biology), Senior Research Fellow, Senior Research Fellow of the Department of Epidemiology of Endocrine Diseases, ORCID: 0000-0002-4394-8833; Rakov Oleg Vitaliyovych, Endocrinologist of the Consultative and Polyclinic Department, ORCID: 0000-0002-0563-3961; Krasnikov Volodymyr Ivanovych, Senior Laboratory Engineer of the Department of Epidemiology of Endocrine Diseases, ORCID: 0009-0001-9780-8422; Tronko Mykola Dmytrovych, Dr. Sci. (Medicine), Prof., Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Academician of the NAMS of Ukraine, Head of the Department of Fundamental and Applied Problems of Endocrinology, Acting Director of the Institute, ORCID: 0000-0001-7421-0981.

Personal contribution: Kravchenko V.I. – idea of the study, conducting element studies, analysis of results, writing the article, design, preparation for publication. Kovzun O.I. – participation in developing the concept of the article, selection and analysis of literary sources, Zakharchenko T.F. – participation in conducting studies of the iodine status of the population, editing and preparation of the article for publication; Rakov O.V. – collection and formation of patients groups for examination, communication with laboratories for the study of biochemical indicators in patients; Krasnikov V.I. – participation in conducting studies of iodine status; Tronko M.D. – discussion of the results obtained.

Funding: review article, funding of fragments of the study were carried out within the framework of projects of World Health Organization, United Nations International Children's Emergency Fund, Ukrainian-American thyroid project.

Declaration of ethics: the authors declared the absence of a conflict of interest and financial obligations

Article: received December 27, 2025; revised January 14, 2026; accepted April 09, 2026; published April 20, 2026.

DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.97

Ідентифікація випадків злоякісних новоутворень серед учасників епідеміологічних досліджень віддалених наслідків аварії на Чорнобильській АЕС

Є.Л. Горох¹,
В.М. Шпак²,
О.В. Сумкіна¹,
А.Ю. Рижов³,
З.П. Федоренко¹,
Л.О. Гулак¹,
О.В. Лапікура²,
М.Д. Тронько²

¹ДНП «Національний інститут раку»

²ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України»

³Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Резюме. Проспективні когортні дослідження, у тому числі дослідження віддалених наслідків аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС), потребують тривалого спостереження за учасниками з метою реєстрації їх життєвого стану та медичних подій, зокрема захворювань на злоякісні новоутворення (ЗН). Одним із використаних методів є автоматизоване зіставлення даних (record linkage) когорти Українсько-Американської програми «Науковий проєкт вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС» (УкрАм когорта) та медичних записів Національного канцер-реєстру України (НКРУ). **Мета.** Описати методи ідентифікації в базі даних НКРУ захворювань на ЗН серед членів радіологічно значущих когорт, досвід застосування record linkage в провідних пост-чорнобильських дослідженнях та деякі наукові результати, отримані з використанням подібних технологій. **Матеріал і методи.** Використані дані НКРУ за період з 1998 по 2024 рік. Автоматизоване зіставлення даних проводилося з використанням алгоритмів та програмного забезпечення, розроблених НКРУ. **Результати.** Представлений опис методології, процесів та результатів автоматизованого зіставлення даних (record linkage) для пошуку випадків захворювання на ЗН щитоподібної залози (ЩЗ) та інших локалізацій серед членів УкрАм когорти та учасників інших епідеміологічних досліджень. **Висновки.** Використання електронних баз даних НКРУ та автоматизованих методів record linkage дозволило ефективно виявляти захворювання на ЗН серед членів УкрАм когорти протягом усього періоду дослідження. Отримана інформація дає змогу кількісно оцінити вплив віддалених наслідків аварії на ЧАЕС на онкологічну захворюваність досліджуваної когорти.

Ключові слова: Національний канцер-реєстр України, record linkage, когортні дослідження, рак щитоподібної залози.

Когортні дослідження, зокрема аналіз впливу віддалених наслідків аварії на ЧАЕС, традиційно стикаються з низкою проблем, пов'язаних із необхідністю тривалого спостереження за учасниками дослідження. Збір актуальних відомостей щодо членів Когорти є надзвичайно трудомістким процесом, особливо це стосується медичних даних. Пацієнти під час анкетування не завжди можуть надати вірогідну та документально підтверджену інформацію щодо виявлених станів та деталей діагнозу, зокрема онкологічного. Відповідна первинна медична документація є фрагментованою, її пошук та отримання доступу до неї є складним завданням.

Метою цієї роботи є охарактеризувати проблему збору даних про онкопатологію при реалізації довготривалих радіоепідеміологічних досліджень, методи ідентифікації осіб із діагнозом ЗН у базі даних НКРУ для членів визначених популяційних груп (епідеміологічних когорт) та вказати деякі наукові результати, отримані із застосуванням процедур автоматизованого зіставлення даних (record linkage).

Матеріал і методи

Централізованим джерелом даних щодо онкологічної захворюваності в Україні є НКРУ. База даних НКРУ почала формуватися в 1990-х роках на основі загальнодержавної системи реєстрації онкологічної інформації, запровадженої в СРСР в 1950-х роках. Із затвердженням Наказу Міністерства охорони здоров'я України № 10 від 22.01.1996 року «Про створення національного канцер-реєстру України», НКРУ набув офіційного статусу. Система передбачає реєстрацію та агрегацію інформації за регіональним принципом; цю функцію виконують регіональні канцер-реєстри, які працюють як структурні підрозділи онкологічних центрів. Виконує роль центральної ланки та формує централізовану загальнодержавну базу НКРУ, а також здійснює організаційно-методичний та технічний супровід регіональних канцер-реєстрів відповідний підрозділ ДНП «Національний інститут раку». Організаційна структура та принципи діяльності з реєстрації раку в Україні наразі визначені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 01.10.2013 № 845 «Про систему онкологічної допомоги населенню України».

Більшість регіонів України до 1998 року були охоплені автоматизованою технологією НКРУ. Зокрема, серед регіонів, найбільш постраждалих від наслідків аварії на ЧАЕС, повна база даних

щодо випадків захворювання на ЗН була сформована в Житомирській області – починаючи з 1986 р., у Чернігівській обл. – із 1993 р., у Київській обл. та м. Києві – із 1997 р. Починаючи з 2002 р., база даних НКРУ охоплює випадки захворювання на ЗН на всій території України. Станом на початок 2025 року, база даних НКРУ містить інформацію про більш ніж 5 мільйонів випадків захворювання на ЗН. Кількість зареєстрованих у НКРУ ЗН серед осіб, що зазнали радіаційного опромінення внаслідок аварії на ЧАЕС, наведена в **таблиці** в розподілі за віковими групами на момент аварії на ЧАЕС.

У НКРУ реалізовані правила щодо реєстрації онкологічних діагнозів, запроваджені Міжнародною агенцією з дослідження раку (International Agency on Research of Cancer, IARC), Міжнародною асоціацією канцер-реєстрів International Association of Cancer Registries, IACR), Європейською мережею канцер-реєстрів (European Network of Cancer Registries, ENCR), членом якої НКРУ є з 1998 року [1-3]. Деперсоналізовані дані НКРУ надавалися для підготовки публікацій Всесвітньої організації охорони здоров'я «Cancer Incidence in Five Continents» (vol. X, XI, XII) та «International Incidence of Childhood Cancer» (vol. 3) [4-7], а також залучені в кількох міжнародних проєктах [8-11]. Проведене у 2018 році дослідження щодо повноти та якості даних НКРУ підтвердило, що НКРУ залишається надійним джерелом онкологічної інформації в Україні та відповідає рівню сучасних міжнародних вимог до канцер-реєстрів [12].

Для дедублікації власних даних, а також для співставлення даних НКРУ з іншими джерелами, у НКРУ були розроблені автоматизовані технології зіставлення даних, які містять ідентифікаційну інформацію (засоби record linkage). Ці засоби дозволяють виявляти записи різних баз даних, які належать одній особі, за принципом «перетину множин». Підхід базується на автоматизованому зіставленні однакових за змістом реквізитів, які ідентифікують пацієнта в різних наборах даних, та обчисленні «ваги зв'язку» для кожної пари записів, яка умовно відповідає ймовірності того, що ці записи належать одній особі. Математичну теорію цього процесу було запропоновано ще в 1960-х роках [13, 14]. Із розвитком технічних можливостей та поширенням баз даних такий підхід почав широко застосовуватися в різних сферах, включаючи епідеміологічні дослідження, які потребують інтеграції да-

Таблиця. Кількість записів у базі даних НКРУ на початок 2025 року

Table. Number of records in the database of the National Cancer Registry of Ukraine at the beginning of 2025

Група населення Population group	Роки взяття на облік Years of registration		Кількість записів Number of records
	1990-2021	2022-2024	
ЗН усіх локалізацій, C00-C96 All malignant tumours, C00-C96			
Україна Ukraine	4 946 311	361 843	5 308 154
Опромінені в дорослому віці (народжені в 1967 році чи раніше) Exposed in adulthood (born in 1967 or earlier)	4 611 952	278 421	4 890 373
Опромінені в дитячому чи підлітковому віці (народжені в 1968-1986 роках) Exposed in childhood or adolescence (born in 1968-1986)	280 797	71 031	351 828
Народжені після аварії на ЧАЕС (народжені в 1987 році чи пізніше) Born after the Chernobyl accident (born in 1987 or later)	53 562	12 391	65 953
ЗН ЩЗ, C73 Thyroid malignant tumours, C73			
Україна Ukraine	84 795	9340	94 135
Опромінені в дорослому віці (народжені в 1967 році чи раніше) Exposed in adulthood (born in 1967 or earlier)	60 977	3212	64 189
Опромінені в дитячому чи підлітковому віці (народжені в 1968-1986 роках) Exposed in childhood or adolescence (born in 1968-1986)	19 801	4253	24 054
Народжені після аварії на ЧАЕС (народжені в 1987 році чи пізніше) Born after the Chernobyl accident (born in 1987 or later)	4017	1875	5892

них із різних джерел [15-17].

Основними етапами цього процесу, запровадженого в НКРУ, є:

1. Підготовка та стандартизація даних.

Формувалися вибірки даних НКРУ та інших джерел (УкрАм когорта), які відповідають предмету дослідження та містять реквізити, які дозволяють ідентифікувати пацієнта. Зокрема, при зіставленні даних НКРУ та УкрАм когорти використовувалися наступні реквізити, які є спільними для обох джерел: прізвище, ім'я, по-батькові, дата народження, місце проживання (код регіону), адреса (у вигляді текстової строки).

Стандартизація даних передбачає приведення всіх реквізитів до уніфікованої форми, яка допускає подальшу автоматизовану обробку. Зокрема, на цьому етапі використовувалися таблиці автоматизованого російсько-українського перекладу імен, по батькові та частково прізвищ, оскільки значна частина ретроспективних даних у деяких регіонах у 1990-х та на початку 2000-х років вносилися російською мовою. Також стандартизації підлягали скорочені імена, варіації написання імен та інше з використанням та-

блиць, побудованих на основі даних НКРУ.

2. Автоматизований пошук відповідних записів.

Для оптимізації автоматизованої обробки формувалися «пакетні вирази» – умови, які дозволяють шукати відповідності для кожного запису лише в межах відповідного «пакету» іншої бази даних. Як пакети були використані: рік народження, комбінація перших трьох букв прізвища + перша буква імені.

У разі помилки в одному з ключових реквізитів пакета наявність більш ніж одного пакета дозволяла знайти відповідність при автоматизованому опрацюванні записів іншого пакету.

Для кожного запису УкрАм когорти в процесі обробки формувалися пакети відповідних записів вибірки НКРУ та для кожного з записів кожного з пакетів обчислювалася умовна вага відповідності записів – «вага зв'язку» за допомогою спеціальних функцій порівняння, розроблених для кожного з реквізитів з урахуванням специфіки вихідних даних, зокрема:

- для ПІБ – функції нечіткого порівняння текстових рядків (адаптовані для української мови варіації Levenstein distance), що дозво-

ляє знаходити відповідності в записах з похибками;

- для адрес – комбінація попарного аналізу лексем, з яких складається адреса, та підходу «Level 2 string comparing» дозволила обробляти неструктуровані строкові адреси та отримувати ненульову вагу порівняння для численних випадків перейменування вулиць та населених пунктів за рахунок інших складників адреси;
- для регіонів – функція, яка враховує зміну району в межах однієї області, як частковий збіг, оскільки такі міграції є найбільш поширеними;
- для дат народження – комбінована функція, яка дозволяє врахувати можливість помилки в даті та/або неповну дату народження (внесений тільки рік), що є характерним для ретроспективних «брудних» даних.

Сумарна вага зв'язку формувалася як сума результатів функцій порівняння окремих реквізитів, з урахуванням ймовірностей випадкового співпадіння реквізитів у різних осіб та неспівпадіння (зміни або похибки) реквізитів однієї особи в різних базах даних. Так, при тривалому спостереженні та обробці рознесених у часі записів зміни адрес або прізвищ жінок через заміжжя є доволі ймовірною подією.

Для обробки даних УкрАм когорти, поновлюваних у результаті проведення додаткових циклів анкетування, та урахування можливих змін адрес та прізвищ, був використаний підхід із послідовним відпрацюванням автоматизованого алгоритму на кожній із комбінацій даних УкрАм когорти (загалом оброблялося до 19 варіацій), та з використанням максимальної отриманої ваги зв'язку в якості фінальної.

Результат цього етапу – впорядкований за вагою зв'язку перелік пар записів НКРУ та УкрАм когорти, які можливо належать одній особі. У разі, якщо сумарна вага зв'язку пари записів виявлялася нижчою за «нижню границю», що фактично виключало можливість ідентифікації цих записів як таких, що належать одній особі, таку пару не включали до результатів та подальшої обробки. Пари записів із максимальною вагою, яку давало фактично повне співпадіння всіх ключових реквізитів, вважалися такими, що належать одній особі. Враховуючи обмежену кількість порівнюваних ідентифікаційних реквізитів, «брудні» та неповні дані обох джерел і тривалий етап спостереження, більшість співпадінь, виявлених на етапі автоматизованої обробки, були віднесені

до «сірої зони» (можливі зв'язки) та потребували додаткового експертного опрацювання.

3. Опрацювання результатів.

Усі пари записів, визначені як «можливі зв'язки», переглядалися з метою додаткової ідентифікації, з урахуванням можливих додаткових факторів, які не могли бути оброблені автоматизовано та призвели до суттєвого зниження ваги зв'язку, як-от: численні похибки; зменшувальні імена, скорочення або варіації імен, не враховані в таблицях відповідності на етапі стандартизації даних; можливі перейменування вулиць та ін. Пари, визнані на цьому етапі як «ймовірні зв'язки», для гарантованої ідентифікації яких недостатньо відомостей, що містяться в базах даних, передавалися для подальшого уточнення та ідентифікації локальним персоналом або шляхом додаткового контакту з учасником дослідження, або через звернення до закладу охорони здоров'я, де за даними НКРУ пацієнт отримував лікування. Таким чином, комбінація автоматизованого пошуку відповідностей та експертного опрацювання результатів дозволяє мінімізувати ризики втрати випадків захворювань серед членів УкрАм когорти та виключити можливість хибної ідентифікації.

Дослідження виконані в рамках Українсько-Американської програми «Науковий проєкт вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС».

Результати та обговорення

Використання автоматизованих баз даних та технологій, їх зіставлення дозволило ідентифікувати випадки захворювання на ЗН серед членів УкрАм когорти та інших досліджуваних когорт і отримати з бази даних НКРУ додаткову медичну інформацію щодо них. Ці технології довели свою ефективність в умовах «брудних даних» та обмежених ресурсів, характерних для епідеміологічних досліджень в Україні.

Результати record linkage з базою даних НКРУ дали змогу отримати низку важливих наукових результатів стосовно захворюваності та радіаційного ризику онкологічної патології серед різних досліджуваних груп населення, що зазнало радіаційного опромінення внаслідок аварії на ЧАЕС.

Так SIR аналіз випадків нетиреоїдної онкопатології серед 13 203 членів УкрАм когорти, опромінених у віці 0-18 років, не виявив статистично значущої надлишкової захворюваності в період до 23 років після опромінення [18]. Беручи до уваги те, що мінімальний латентний період для солідних

радіогенних карцином, крім раку ЩЗ, оцінюють у 10-15 років, необхідними є подальші тривалі спостереження над вказаною когортою для отримання більш обґрунтованих висновків щодо віддалених наслідків радіаційного опромінення.

За результатами пошуку випадків захворювання на лейкемію (Lymphoid leukemia) (ICD10: C91) серед когорти ліквідаторів, аналіз 137 випадків показав лінійну залежність відносного надлишкового ризику від дози при $ERR/Gy = 1,26$ (95% ДІ: 0,03-3,58) [19].

Пошук випадків раку ЩЗ (ICD10: C73) серед когорти ліквідаторів виявив у базі даних НКРУ 149 захворювань, діагностованих у період з 1988 до 2012 року. Це дало змогу провести дослідження випадок-контроль та оцінити надлишковий відносний ризик для раку ЩЗ $EOR/Gy=0,40$ (95% ДІ: 0,05-1,48; p -value = 0,118) [20].

26 випадків раку молочної залози (ICD10: C50), виявлені методами record linkage серед 2631 жінки, що годували груддю чи були вагітні в травні-червні 1986 року стали основою SIR аналізу захворюваності відповідного населення на рак молочної залози в період із 1998 до 2016 року. Аналіз не виявив надлишкової захворюваності в жінок, що були вагітними, $SIR=0,75$ (95% ДІ: 0,44-1,18), проте вказав на потенційну наявність надлишкового ризику в жінок, що годували груддю, $SIR=1,30$ (95% ДІ: 0,40-3,01) [21].

Дві УкрАм когорти, що включають осіб, опроміненіх у дитячому чи підлітковому віці – основна когорта, близько 13 200 осіб – та осіб, опроміненіх пренатально (в утробі матері, *in utero*) – когорта *in utero*, близько 2580 осіб – відносять до радіологічно значущих когорт. Когорти спостерігаються понад 25 років та понад 20 років відповідно, члени обох когорт мають надійні індивідуальні оцінки доз опромінення [22]. У 2023 році ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України» та Національний інститут раку, США (National Cancer Institute, USA) підписали угоду, що передбачає пасивний скринінг двох когорт до 2033 року. Важливим елементом пасивного скринінгу є періодичний record linkage з базою даних НКРУ, що дозволить аналізувати захворюваність на онкопатологію та оцінити радіаційний ризик у віддалений період після опромінення (40 та більше років після аварії) [22].

У період створення та розвитку численних державних, клінічних реєстрів та інших електронних баз даних як медичного, так і адміні-

стративного спрямування record linkage залишається актуальним інструментом для реалізації масштабних епідеміологічних досліджень.

Програмні інструменти record linkage, створені НКРУ, можуть бути адаптовані для пошуку інформації в інших реєстрах, наприклад клінічний реєстр ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України» чи державний реєстр померлих осіб, що може суттєво доповнити епідеміологічні дослідження медичних наслідків аварії на ЧАЕС.

З іншого боку багаторічний досвід успішного застосування record linkage з базою даних НКРУ в цілому спектрі постчорнобильських досліджень може бути корисним при плануванні та реалізації інших довготривалих епідеміологічних досліджень, наприклад щодо працівників ядерної промисловості, населення, що проживає навколо діючих ядерних реакторів, певних контингентів військовослужбовців.

Висновки

1. Використання електронних баз даних Національного канцер-реєстру України та автоматизованих методів record linkage дозволило ефективно виявляти випадки злоякісних новоутворень серед членів Українсько-Американської тиреоїдної когорти, когорти ліквідаторів, та в низці інших епідеміологічних досліджень.

2. Ідентифікована інформація дозволила отримати низку принципових наукових результатів щодо оцінок радіаційного ризику лейкемії, раку щитоподібної залози, раку молочної залози та іншої онкологічної патології для населення України, що зазнало опромінення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС.

3. Довготривале спостереження чи спостереження протягом усього життя членів радіологічно значущих когорт (когорти ліквідаторів, Українсько-Американська тиреоїдна когорта) як важливий елемент дослідження включає «пасивний» скринінг онкологічної патології, що передбачає періодичний record linkage демографічних даних членів когорти з базою даних Національного канцер-реєстру України.

4. Розроблені програмні інструменти record linkage можуть бути адаптовані для пошуку інформації про членів когорти в інших реєстрах, наприклад клінічних реєстрах чи базі даних померлих.

5. Багаторічний досвід успішного застосування record linkage з базою даних Національного канцер-реєстру України в постчорнобильських

дослідженнях може бути узагальненим та корисним при плануванні та реалізації інших довготривалих епідеміологічних досліджень.

Перспективи подальших досліджень

У віддалений період після аварії (40 та більше років) застосування методів record linkage для членів УкрАм когорти та інших досліджуваних груп (жінки, що годували груддю під час аварії, матері членів когорти, тощо) є ефективним інструментом для моніторингу захворюваності на ЗН та подальшого аналізу радіаційних ризиків.

Список використаної літератури

- World Health Organization. International classification of diseases for oncology (ICD-O) – 3rd edition, 1st revision. Geneva, Switzerland: WHO Press; 2013. Available from: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/f63d7652-1254-47f4-8ab7-3e65ad60d57d/content> [Accessed 12th December 2025]
- Tyczynski JE, D emaret E, Parkin D. (eds). Standards and guidelines for cancer registration in Europe. The ENCR Recommendations. Vol. 1. IARC Technical publication No. 40. Lyon: IARC; 2003. Available from: <https://publications.iarc.who.int/Book-And-Report-Series/Iarc-Technical-Publications/Standards-And-Guidelines-For-Cancer-Registration-In-Europe-2003> [Accessed 12th December 2025].
- The European Network of Cancer Registries Recommendations. Available from: <https://www.enrc.eu/ENCR-Recommendations> [Accessed 10th December 2025].
- Forman D, Bray F, Brewster DH, Gombe Mbalawa C, Kohler B, Pi neros M, Steliarova Foucher E, Swaminathan R, Ferlay J, (eds). Cancer incidence in five continents, Vol. X. IARC scientific publication No. 164. Lyon: IARC; 2014. Available from: <https://publications.iarc.who.int/Book-And-Report-Series/Iarc-Scientific-Publications/Cancer-Incidence-In-Five-Continents-Volume-X-2014> [Accessed 12th December 2025].
- Bray F, Colombet M, Mery L, Pi neros M, Znaor A, Zanetti R, Ferlay J, editors (2021). Cancer incidence in five continents, Vol. XI. IARC Scientific publication No. 166. Lyon: International Agency for Research on Cancer. Available from: <https://publications.iarc.who.int/Book-And-Report-Series/Iarc-Scientific-Publications/Cancer-Incidence-In-Five-Continents%20Volume-XI-2021> [Accessed 15th December 2025].
- Bray F, Colombet M, Aitken JF, Bardot A, Eser S, Galceran J, et al., editors (2024). Cancer incidence in five continents, Vol. XII. IARC scientific publication No. 169. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. Available from: <https://publications.iarc.who.int/641> [Accessed 15th December 2025].
- Steliarova-Foucher E, Colombet M, Ries LAG, Moreno F, Dolya A, Shin HY, Hesselting P, Stiller CA, editors (2025). International incidence of childhood cancer, volume III (IARC Scientific Publication No. 170). Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. Available from: <https://publications.iarc.who.int/658> [Accessed 15th December 2025].
- European Commission. European Cancer Information System (2002-2012). Available from: <https://ecis.jrc.ec.europa.eu/> [Accessed 3rd December 2025].
- Global cancer observatory. Available from: <https://gco.iarc.fr/today/home> [Accessed 5th December 2025].
- American Cancer Society. Global cancer facts & figures. Available from: <https://www.cancer.org/research/cancer-facts-statistics/global.html> [Accessed 8th December 2025].
- Global Health Data Exchange. Global burden of disease study (2000-2012). Available from: <http://ghdx.healthdata.org/geography/ukraine> [Accessed 4th December 2025].
- Ryzhov A, Bray F, Ferlay J, Fedorenko Z, Goulak L, Gorokh Y, et al. Evaluation of data quality at the National Cancer Registry of Ukraine. *Cancer Epidemiol.* 2018 Apr;53:156-65. doi: 10.1016/j.canep.2018.02.002.
- Newcombe HB. Record linking: the design of efficient systems for linking records into individual and family histories. *Am J Hum Genet.* 1967 May;19(3 Pt 1):335-59.
- Fellegi IP, Sunter AB. A theory of record linkage. *J Am Statist*

- Assoc. 1969;64:1183-1210.
- Howe GR, Lindsay J. A generalized iterative record linkage computer system for use in medical follow-up studies. *Comput Biomed Res.* 1981 Aug;14(4):327-40. doi: 10.1016/0010-4809(81)90004-5.
- Pereira TF, Aranha VJ, Waldvogel BC, da Costa AM, Tavares Guerreiro Fregnani JH. Deterministic linkage for improving follow-up time in a Brazilian population-based cancer registry. *Sci Rep.* 2023 Mar 24;13(1):4816. doi: 10.1038/s41598-023-31303-6.
- Hejblum BP, Weber GM, Liao KP, Palmer NP, Churchill S, Shadick NA, et al. Probabilistic record linkage of de-identified research datasets with discrepancies using diagnosis codes. *Sci Data.* 2019 Jan 8;6:180298. doi: 10.1038/sdata.2018.298.
- Hatch M, Ostroumova E, Brenner A, Federenko Z, Gorokh Y, Zvinchuk O, et al. Non-thyroid cancer in Northern Ukraine in the post-Chernobyl period: short report. *Cancer Epidemiol.* 2015 Jun;39(3):279-83. doi: 10.1016/j.canep.2015.02.002.
- Zablotska LB, Bazyka D, Lubin JH, Gudzenko N, Little MP, Hatch M, et al. Radiation and the risk of chronic lymphocytic and other leukemias among Chernobyl cleanup workers. *Environ Health Perspect.* 2013 Jan;121(1):59-65. doi: 10.1289/ehp.1204996.
- Gudzenko N, Mabuchi K, Brenner AV, Little MP, Hatch M, Drozdovitch V, et al. Risk of thyroid cancer in Ukrainian cleanup workers following the Chernobyl accident. *Eur J Epidemiol.* 2022 Jan;37(1):67-77. doi: 10.1007/s10654-021-00822-9.
- Vij V, Shpak N, Zamotayeva G, Lapikura O, Ryzhov A, Gorokh E, et al. Breast cancer risk in Ukrainian women exposed to Chernobyl fallout while pregnant or lactating: standardized incidence ratio analysis, 1998 to 2016. *Eur J Epidemiol.* 2022 Nov;37(11):1195-1200. doi: 10.1007/s10654-022-00913-1.
- Тронько МД, Замотаєва ГА, Шпак ВМ, Терехова ГМ, Ляпікура ОВ, Діденко ЮА. Хронологія виконання та перспективи Українсько-Американського тиреоїдного Проекту. *Ендокринологія.* 2025 Березень 30;30(1):78-88 (Tronko MD, Zamotayeva HA, Shpak VM, Terekhova HM, Lapikura OV, Didenko YuA. Chronology of implementation and prospects of the Ukrainian-American Thyroid Project. *Endokrynologia.* 2025 Mar 30;30(1):78-88. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2025.30-1.78.

Список скорочень

ЗН – злоякісне новоутворення

НКРУ – Національний канцер-реєстр України

УкрАм когорта – когорта Українсько-Американської програми «Науковий проект вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС»

ЧАЕС – Чорнобильська атомна електростанція

ЩЗ – щитоподібна залоза

Identification of cases of malignant tumors among participants of epidemiology studies of the long-term consequences of the Chonobyl accident

E.L. Gorokh¹, V.M. Shpak², O.V. Sumkina¹, A.Yu. Ryzhov³, Z.P. Fedorenko¹, L.O. Gulak², O.V. Lapikura², M.D. Tronko²

¹Nonprofit Organization «National Cancer Institute»

²State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»

³Taras Shevchenko National University of Kyiv

Abstract. Prospective cohort studies, including those of the long-term consequences of the Chernobyl nuclear power plant (ChNPP) accident, require long-term follow-up of participants to record their vital status and medical events, including malignant neoplasms (MN). One of the methods used is automated data linkage (record linkage) of the cohort of the Ukrainian-American program «Scientific project to study cancer and other thyroid diseases in Ukraine as a result of the Chernobyl accident» (UkrAm cohort) and medical records of the National Cancer Registry of Ukraine (NCRU). Objective. To describe methods for identifying in the Na-

tional Cancer Register of Ukraine database malignant neoplasms among members of radiologically significant cohorts, experience in applying record linkage in leading post-Chornobyl studies, and some scientific results obtained using similar technologies. **Material and methods.** Records of the NCRU database for the period 1998-2024 were used. Automated data matching was performed using algorithms and software developed in the NCRU. **Results.** A description of the methodology, processes, and results of automated data matching (record linkage) for searching cases of malignant neoplasm of thyroid or other sites among members of the UkrAm cohort and participants of other epidemiological studies is presented. **Conclusions.** The use of electronic databases of the National Cancer Registry of Ukraine and automated record linkage technique allowed the effective detection of malignant neoplasms among members of the UkrAm cohort throughout the entire study period. The information obtained makes it possible to quantitatively evaluate the impact of the long-term consequences of the Chornobyl accident on the oncological morbidity of the studied cohort.

Keywords: National Cancer Registry of Ukraine, record linkage, cohort studies, thyroid cancer.

Для цитування: Горох ЄЛ, Шпак ВМ, Сумкіна ОВ, Рижов АЮ, Федоренко ЗП, Гулак ЛО, Лапікура ОВ, Тронько МД. Ідентифікація випадків злоякісних новоутворень серед учасників епідеміологічних досліджень віддалених наслідків аварії на Чорнобильській АЕС. *Ендокринологія.* 2026;31(1):97-103. DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.97.

Адреса для листування: Шпак Віктор Михайлович, v.m.shpak@gmail.net; ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», вул. Вишгородська, 69, м. Київ, 04114, Україна.

Відомості про авторів: Горох Євгеній Леонідович, канд. техн. наук, старший науковий співробітник ДНП «Національний інститут раку», ORCID: 0009-0000-9063-5824; Шпак Віктор Михайлович, старший науковий співробітник відділу з питань медичних наслідків аварії на ЧАЕС та міжнародних відносин ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», ORCID: 0000-0002-6983-5490; Сумкіна Олена Володимирівна, провідна інженерка ДНП «Національний інститут раку», ORCID: 0000-0003-2052-9043; Рижов Антон Юрійович, канд. фіз.-мат наук, доцент Київського національного університету імені Тараса Шевченка, ORCID: 0000-0003-4099-0742; Федоренко Зоя Павлівна, канд. мед. наук, лікарка-статистик ДНП Національний інститут раку», ORCID: 0000-0003-2322-9695; Гулак Людмила Олегівна, канд. техн. наук, провідна інженерка відділу з питань медичних наслідків аварії на ЧАЕС та міжнародних відносин ДНП «Національний інститут раку», ORCID: 0009-0009-2086-0335; Лапікура Олесь Валерійович, співробітник Центру координації даних ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», ORCID: 0000-0001-7629-2933; Тронько Микола Дмитрович, д-р мед. наук, проф., чл.-кор. НАН України, акад. НАМН України, завідувач відділу фундаментальної та прикладної ендокринології, в.о. директора ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», ORCID: 0000-0001-7421-0981.

Особистий внесок: Горох ЄЛ. – ідея, загальне керівництво, розробка інструментів record linkage, дизайн дослідження, аналіз результатів, написання, оформлення, підготовка до друку статті; Шпак В.М. – участь у розробці концепції статті, участь у написанні рукопису; Сумкіна О.В. – формування вибірок даних НКРУ, участь у написанні рукопису; Рижов А.Ю. – участь у розробці інструментів record linkage, участь у написанні рукопису; Федоренко З.П., Гулак Л.О., Лапікура О.В. – участь у написанні рукопису; Тронько М.Д. – загальне керівництво, редагування висновків.

Фінансування: дослідження проведено при фінансовій підтримці Українсько-Американської програми «Науковий проєкт вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС».

Декларація з етики: автори задекларували відсутність конфлікту інтересів і фінансових зобов'язань.

Стаття: надійшла до редакції 05.01.2026р.; перероблена 15.01.2026р.; прийнята до друку 09.04.2026 р.; надрукована 20.04.2026 р.

For citation: Gorokh EL, Shpak VM, Sumkina OV, Ryzhov AYU, Gorokh EL, Shpak VM, Sumkina OV, Ryzhov AYU, Fedorenko ZP, Gulak LO, Lapikura OV, Tronko MD. Identification of cases of malignant tumors among participants of epidemiology studies of the long-term consequences of the Chornobyl accident Fedorenko ZP, Gulak LO, Lapikura OV, Tronko MD. Identification of cases of malignant tumors among participants of epidemiology studies of the long-term consequences of the Chornobyl accident. *Endokrynologia.* 2026;31(1):97-103. DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.97.

Correspondence address: Shpak Viktor Mykhailovych, v.m.shpak@gmail.net; SI «VP Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the NAMS of Ukraine», Vyshgorodska Str., 69, Kyiv 04114, Ukraine.

Information about the authors: Gorokh Evgeniy Leonidovich, Ph. D., Senior Researcher of the Nonprofit Organization «National Cancer Institute», ORCID: 0009-0000-9063-5824; Shpak Viktor Mykhailovich, Senior Researcher of the Department of Medical Consequences of the Chornobyl Accident and International Relations, SI «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the NAMS of Ukraine», ORCID: 0000-0002-6983-5490; Sumkina Olena Volodymyrivna – Leading Engineer, Nonprofit Organization «National Cancer Institute», ORCID: 0000-0003-2052-9043, Ryzhov Anton Yuriyovych Ph.D. Associate Professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, ORCID: 0000-0003-4099-0742; Fedorenko Zoya Pavlivna, Ph.D., M.D., Nonprofit Organization «National Cancer Institute», ORCID: 0000-0003-2322-9695; Gulak Lyudmila Olehivna, Ph.D., Leading Engineer of the Department of Medical Consequences of the Chornobyl Accident and International Relations, SI «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the NAMS of Ukraine», ORCID: 0009-0009-2086-0335; Lapikura Oles' Valeriyovych, Data Coordination Center Collaborator, ORCID: 0000-0001-7629-2933; Tronko Mykola Dmytrovych, MD, Ph.D., Prof., Corresponding Member NAS of Ukraine, Acad. NAMS of Ukraine, Head of the Department of Fundamental and Applied Problems of Endocrinology and Director of the SI «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the NAMS of Ukraine», ORCID: 0000-0001-7421-0981.

Personal contribution: Gorokh E.L. – idea, general management, research design, analysis of results, writing, design, preparation for publication of the paper; Shpak V.M. – participation in the development of the paper concept, participation in writing the manuscript; Sumkina O.V. – NCRU data sampling, participation in writing the manuscript; Ryzhov A.Yu. – development of record linkage tools, participation in writing the manuscript; Fedorenko Z.P., Gulak L.O., Lapikura O.V. – participation in writing the manuscript; Tronko M.D. – general management, discussion of the results obtained.

Funding: the study was carried out within the funding support of Ukrainian-American Program «Scientific Project to Study Cancer and Other Thyroid Diseases in Ukraine as a Result of the Chornobyl Nuclear Power Plant Accident».

Declaration of ethics: the authors have declared no conflicts of interest or financial obligations.

The article: received 05 January 2026; revised 15 January 2026; accepted April 09, 2026; published April 20, 2026.

DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.104

Г.А. Замотаєва,
О.В. Лапікура,
І.П. Пастер,
М.Д. Тронько

Формування когорти та бази даних для епідеміологічного дослідження жінок, опромінених під час лактації внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС

ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України»

Резюме. Рак молочної залози (РМЗ) є найпоширенішим онкологічним захворюванням серед жінок. Попри відносно високу радіочутливість тканини молочної залози, епідеміологічні дані щодо впливу радіоактивних випадів після ядерних аварій на ризик розвитку цього захворювання залишаються обмеженими та непереконливими. Це зумовлює необхідність створення великих добре охарактеризованих когорт із можливістю індивідуальної оцінки дозового навантаження та врахування модифікуючих факторів. Формування спеціалізованої бази даних є ключовим етапом для проведення таких досліджень. **Мета роботи** – оцінити процес формування когорти та створення реєстру жінок, які зазнали опромінення під час лактації внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС), а також ефективність підходів до збору, верифікації та лікнеджу даних для подальших епідеміологічних досліджень. **Матеріал і методи.** Когорта Українсько-Американської програми «Наслідки для здоров'я жінок української когорти, опромінених під час лактації внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС» (Програма) сформована з жінок, які на момент аварії проживали в найбільш радіоактивно забруднених районах Київської, Житомирської та Чернігівської областей і могли в цей період годувати груддю. Формування реєстру здійснювалося на основі даних реєстраційних журналів пологових закладів, баз даних Українсько-Американських проєктів, а також додаткових джерел інформації. Дослідження включало кілька етапів: створення реєстру потенційних учасниць, попереднє анкетування для перевірки відповідності критеріям включення та отримання інформованої згоди, а також оновлення демографічних і контактних даних. Для виявлення онкологічної патології застосовувався лікнедж даних із Національним канцер-реєстром України. **Результати.** З реєстраційних журналів пологових закладів отримано 11 533 записи про народження живих дітей. У результаті інтеграції даних із різних джерел сформовано реєстр, що містить інформацію про 14 894 потенційні учасниці. У межах попереднього анкетування отримано 4449 анкет для

4318 жінок: 59 поштою, 1791 за результатами телефонного контакту, 2599 за участю місцевого персоналу. За результатами анкетування для 4041 учасниці підтверджено відповідність критеріям включення. Проведено кілька ітерацій лінкеджу даних із Національним канцер-реєстром України, що дозволило ідентифікувати випадки онкологічних захворювань у когорті. **Висновки.** Сформовано реєстр та базу даних жінок, які зазнали опромінення під час лактації внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС і проживали на радіаційно забруднених територіях. Запропоновані підходи до збору, верифікації та лінкеджу даних продемонстрували практичну ефективність і можуть бути використані при формуванні подібних когорт у радіаційній епідеміології. **Перспективи.** Створена база даних є основою для подальших епідеміологічних досліджень, зокрема з індивідуальною оцінкою дозового навантаження та аналізом факторів ризику. Вона також може бути використана для розширення когорти та регулярного лінкеджу з національними реєстрами.

Ключові слова: аварія на Чорнобильській АЕС, когорта, база даних, лінкедж даних, лактація.

РМЗ – найпоширеніше онкологічне захворювання серед жінок. За даними Національного канцер-реєстру, у 2023 році в Україні серед жінок зареєстрували 12 582 випадки захворювання на РМЗ [1]. При цьому 3553 людини померли від РМЗ.

Хоча тканина молочної залози є відносно радіочутливою [2], епідеміологічні дані щодо впливу ядерних аварій на ризик розвитку РМЗ залишаються непереконливими [3]. Насамперед це стосується аварії на ЧАЕС, яка призвела до масового викиду радіоїоду.

Епідеміологічні дослідження захворюваності на РМЗ у жіночого населення України показали суттєве зростання цього показника в жінок-учасниць ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС у 1986-1987 роках, який перевищив національні показники в 1,3-1,6 рази [4].

Водночас швидка проліферація клітин під час вагітності та накопичення радіоїоду в лактуючих молочних залозах свідчать про те, що вплив радіоактивних опадів протягом цих двох репродуктивних періодів може збільшити ризик розвитку РМЗ [5].

На сьогодні встановлено підвищений ризик розвитку РМЗ (стандартизований коефіцієнт захворюваності =2,49, 95% довірчі інтервали: 1,55, 3,75) серед жінок, які годували груддю протягом 2 місяців (з 26 квітня по 30 червня 1986 року) після аварії на ЧАЕС та проживали в забруднених районах Білорусі, порівняно із загальною популяцією [6]. Натомість жінки, які були вагітні, не мали підвищеного ризику. Показник був найвищим у жінок, які зазнали опромінення в молодшому віці та в найдавніший період часу після аварії на ЧАЕС, хоча стратифіковані аналізи мали обмежені розміри вибірки.

Аналогічні дослідження в Україні встановили, що коефіцієнт радіаційного ризику не був значущим для жінок, які були вагітні на момент аварії на ЧАЕС, або для жінок, які годували груддю протягом 2 місяців після аварії, порівняно з загальними показниками для населення [7]. Однак спостерігався незначно підвищений ризик для жінок, які годували груддю на момент аварії (коефіцієнт=1,30, 95% ДІ: 0,40, 3,01).

Ці результати вказують на необхідність кількісної оцінки радіаційного ризику розвитку РМЗ у більш масштабному дослідженні жінок, які годували груддю протягом періоду радіаційного опромінення [7]. Створена база даних надасть унікальну можливість отримати важливу інформацію про можливі несприятливі наслідки радіаційного опромінення для здоров'я жінок у разі викидів радіонуклідів у довкілля.

Мета роботи – провести оцінку адекватності та ефективності формування когорти та анкетування жінок, які внаслідок аварії на ЧАЕС були опромінені йодом-131 під час годування груддю та мешкали на радіаційно забрудненій території з різним ступенем йододефіциту, з метою створення бази даних для оцінки ризику розвитку РМЗ.

Матеріал і методи

Робота проводилася в декілька етапів.

Метою першого етапу було створення реєстру потенційних учасниць Програми з-поміж матерів, які народили живу дитину в період з 01.01.1985 року по 30.06.1986 року і які на момент аварії на ЧАЕС перебували в районах, визначених для виконання Програми. Згідно з даними прямих вимірювань радіоактивності ЩЗ після аварії на ЧАЕС до списку таких районів

було включено: Гайсинський та Немирівський райони Вінницької області, Коростенський, Лугинський, Народицький, Новоград-Волинський, Овруцький та Олевський райони Житомирської області, Бородянський, Вишгородський, Іванківський, Макарівський, Поліський, Чорнобильський райони та місто Прип'ять Київської області, а також Козелецький, Ріпкинський, Чернігівський райони та місто Чернігів Чернігівської області.

Для створення реєстру використовувалися дані різних джерел.

Основним джерелом інформації були реєстраційні журнали пологових відділень медичних закладів вказаних районів. Головні переваги – повнота і широта покриття, офіційний характер даних. Проте, на жаль, у цього джерела інформації були й очевидні недоліки, головний з яких – застарілість отриманих із них даних (за час, що пройшов із моменту внесення даних жінки могли змінити прізвище та місце проживання). Як наслідок, частина з них, хай і незначна, до моменту аварії на ЧАЕС могла виїхати з районів, охоплених Програмою, і перестати відповідати критеріям відбору. Також слід відзначити втрату журналів для окремих медичних закладів при релокації з районів обов'язкового відселення після аварії на ЧАЕС, підтопленні або пожежі в приміщенні архіву, неповні дані (наприклад, лише рік народження матері або її вік на момент пологів замість повної дати народження, відсутність адрес для невеликих сіл тощо) та складнощі з вкопіювання рукописних даних.

Другим важливим джерелом інформації була база даних об'єднаної когорти Українсько-Американських проектів «Науковий проект вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС» та «Репродуктивні ефекти опромінення *in utero* в результаті аварії на Чорнобильській АЕС у йододефіцитних регіонах України» [8, 9]. Суттєва перевага цього джерела інформації полягала в точності даних (інформація про учасників когорти та їхніх матерів збиралася упродовж кількох циклів скринінгових обстежень) та наявності детальної контактної інформації як для потенційних учасниць Програми, так і для їхніх дітей та інших родичів.

З метою залучення більшої кількості учасників до стандартних запитників, котрі пропо-

нувалося заповнювати учасникам об'єднаної когорти, були додані питання про наявність братів/сестер у заданому діапазоні дат народження. Проте, враховуючи специфіку *self reported* даних, вони включалися до реєстру лише після перевірки відповідності критеріям відбору (головним чином, у процесі анкетування).

Також серед джерел інформації про потенційних учасниць Програми були персонал місцевих медичних установ, співробітники місцевих адміністрацій, інші учасники Українсько-Американських проектів, а також різноманітні відкриті реєстри. Всі отримані дані потрібно було об'єднати для формування загального реєстру. Цей процес виявився доволі складним, оскільки інформація з різних джерел мала різний формат, відповідала різному часу, могла містити похибки та неточності, через що встановлення належності записів із різних джерел (а у випадку народження двох дітей у визначеному інтервалі – різних записів з одного джерела) одній і тій самій людині могло бути ресурсомістким і не завжди завершувалося результативно. Процес узгодження даних триває й нині, тому можливі подальші зміни в оцінці кількості потенційних учасниць Програми – як у бік збільшення включенням нових записів, так і в бік зменшення виявленням дублів та перетинів даних різних джерел у процесі їх верифікації.

Окремо серед джерел інформації слід вказати реєстр прямих вимірювань радіоактивності ЩЗ безпосередньо після аварії на ЧАЕС. Персональні дані в ньому вносилися без дотримання єдиної методики та часто були неповними чи неточними, тому вкрай рідко використовувалися для виявлення нових записів у реєстрі потенційних учасниць. Проте в разі встановлення достатньо точного зв'язку для записів цих двох реєстрів дані прямих вимірювань можуть бути важливими при обчисленні персонального дозового навантаження для учасниць Програми.

Паралельно з отриманням даних проводилася актуалізація вже отриманої інформації з журналів пологових відділень шляхом залучення персоналу місцевих медичних закладів чи представників місцевої адміністрації. У такий спосіб для значної кількості учасниць було отримано дані про поточний вітальний статус, актуальне прізвище, повну дату народження, поточне місце проживання та в частині випадків – контактні дані, насамперед контактний номер телефона.

Другим етапом виконання Програми стало попереднє анкетування матерів із реєстру потенційних учасниць із метою: 1) перевірки відповідності критеріям відбору потенційних учасниць; 2) уточнення та оновлення персональних та контактних даних потенційних учасниць; 3) отримання базової інформації про анамнез грудного вигодовування та дані про нього безпосередньо в момент та після аварії на ЧАЕС; 4) отримання згоди на участь у подальших дослідженнях, зокрема на надання біологічного матеріалу. Оскільки число потенційних учасниць Програми виявилось достатньо значним, для анкетування відбиралися матері з дітьми, народженими у вузькому діапазоні дат – із 01.04.1985 року по 30.06.1986 року.

Анкетування проводилось різними шляхами, залежно від доступних контактних даних. У разі наявності телефону матері чи когось з її родичів (до таких належали матері учасників об'єднаної когорти та матері, телефони яких були отримані в процесі актуалізації даних), анкетування здійснювалося шляхом телефонного дзвінка персоналом Програми. Цей метод вважався найкращим, оскільки анкетування здійснювалося досвідченими інтерв'юерами з максимальним дотриманням єдиної процедури.

У разі відсутності контактного телефону чи невдалих спроб встановити контакт запис потрапляв до списку для передачі місцевому персоналу. У ті ж списки потрапляли записи, дані яких ще не були актуалізовані, таким чином оновлення даних журналів пологових відділень перестало бути окремою задачею і було об'єднане з процесом анкетування. Заповнені анкети та інформація про не проанкетованих учасниць передавали для подальшої обробки. У разі отримання анкети з неповною чи сумнівною інформацією анкетування проводили повторно.

Також була здійснена спроба поштового анкетування. Пілотна група підбиралася розподіленою по різним районам та типам населених пунктів, у лист вкладалися повідомлення, з якого потенційний учасник мав отримати інформацію про мету та зміст анкетування, сама анкета, інформована згода та оплачений зворотний конверт. Ефективність пілотної розсилки виявилася низькою, тож до цього методу анкетування надалі зверталися лише за очевидної неможливості скористатися іншими методами.

Для більшості опитаних учасниць (4041 особа) була підтверджена відповідність критеріям відбору. Практика роботи з результатами анкетування показує, що непідтвердження відповідності найчастіше може пояснюватися неповнотою чи неточністю в отриманих даних, тож у процесі верифікації число підтверджених випадків має збільшитися.

Разом із попереднім анкетуванням проводився пасивний скринінг онкологічної патології щитоподібної та молочних залоз у потенційних учасниць Програми шляхом регулярного «record linkage» (лінкедж записів) демографічних даних записів реєстру з базою даних Національного канцер-реєстру України. Подібні лінкеджи вже проводилися в рамках Українсько-Американського проекту «Науковий проєкт вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС», що дало можливість використати вже відпрацьовану раніше методику [7].

У процесі зіставлення порівнювалися дані ідентичних за змістом характеристик усіх записів із двох реєстрів – прізвище, ім'я, по батькові, дата народження, населений пункт проживання та адреса. Повний чи частковий збіг кожної з характеристик оцінювалося, а оцінки підсумовувалися у вигляді «ваги зв'язку» для кожної з порівнюваних пар, за значенням якої пара отримувала певний статус: дійсний зв'язок – за умови збігу усіх характеристик, вірогідний зв'язок – за умови часткового збігу, хибний зв'язок – за умови розбіжності або несуттєвого збігу окремих характеристик. Випадки вірогідного зв'язку проходили процес перегляду незалежними експертами з залученням додаткових даних, у процесі якого приймалося рішення щодо їхньої дійсності чи хибності [10].

Слід зазначити, що процедури «record linkage» дуже чутливі до якості даних: записи для учасниць, котрі пройшли попереднє анкетування або мали актуалізовану місцевим персоналом інформацію, опрацьовувалися більш коректно і потребували менших ресурсів для експертного перегляду, ніж неповні та застарілі дані з журналів пологових відділень.

На поточному етапі здійснюється детальне анкетування учасниць Програми, для яких у процесі попереднього анкетування були підтверджені критерії відбору та отримана згода на подальшу участь у дослідженні, з метою рекон-

струкції дозового навантаження та визначення факторів ризику РМЗ. Діяльність з опрацювання даних для реєстру потенційних учасниць Програми та попереднього анкетування не передбачена в задачах поточного етапу і тому призупинена.

Результати

Основним джерелом інформації при створенні реєстру потенційних учасниць Програми були реєстраційні журнали пологових відділень медичних закладів визначених районів. Усього з них вдалося отримати 11 533 записи про народження живих дітей, для 4091 запису з них за допомогою персоналу місцевих медичних закладів чи представників місцевої адміністрації вдалося актуалізувати інформацію – ці дані становили основу реєстру. До них додалися матері 1438 учасників об'єднаної когорти Українсько-Американських проєктів, які відповідали критеріям

відбору. У результаті аналізу даних демографічних запитників учасників об'єднаної когорти виявили ще 843 випадки, що могли відповідати критеріям включення – вони включалися до реєстру лише після перевірки цієї відповідності за даними інших джерел чи в результаті попереднього анкетування. До цих даних долучалась інформація про потенційних учасниць від персоналу місцевих медичних установ, співробітників місцевих адміністрацій, інших учасників Українсько-Американських проєктів, а також різноманітних відкритих реєстрів. Усі отримані з різних джерел дані об'єднувалися для формування загального реєстру. На цей момент у результаті зіставлення даних різних джерел вдалося упорядкувати інформацію про 14 894 потенційних учасниць Програми, що становить близько 60% від можливої кількості (орієнтовно – близько 25 тисяч жінок) (**таблиця 1**). Отримання нових даних та опрацювання частини вже отриманої інформації не було

Таблиця 1. Ефективність пошуку і пілотного анкетування учасників програми Breast
Table 1. Effectiveness of searching and pilot questionnaire of Breast program participants

	Орієнтовна кількість народжених дітей* Estimated number of children born *	Кількість пологів згідно журналів Number of births according to logs	Кількість матерів з Програми Number of mothers from the Program	Кількість матерів у реєстрі Number of mothers in the registry	Орієнтовна кількість матерів у межах інтервалу анкетування Estimated number of mothers within the survey interval	Кількість отриманих анкет Number of questionnaires received	Відсоток ефективності анкетування Percentage of questionnaire effectiveness
Вінницька область Vinnytsia oblast	1178	949	0	948	790	298	37,7
Гайсинський район Haysyn raion	-	0	0	0	0	0	0
Немирівський район Nemyriv raion	1178	949	0	948	790	298	37,7
Житомирська область Zhytomyr oblast	6156	5824	490	6915	5764	1896	32,9
Коростенський район Korosten raion	923	593	11	663	553	223	40,3
Лугинський район Luhunv raion	-	634	21	639	533	229	43,0
Народицький район Nrodychi raion	478	0	139	544	453	208	45,9

Продовження таблиці 1

	Орієнтовна кількість народжених дітей * Estimated number of children born *	Кількість пологів згідно журналів Number of births according to logs	Кількість матерів з Програми Number of mothers from the Program	Кількість матерів у реєстрі Number of mothers in the registry	Орієнтовна кількість матерів у межах інтервалу анкетування Estimated number of mothers within the survey interval	Кількість отриманих анкет Number of questionnaires received	Відсоток ефективності анкетування Percentage of questionnaire effectiveness
Новоград-Волинський район Novograd-Volynsk raion	1324	2125	0	2132	1777	175	9,8
Овруцький район Ovruch raion	1799	1430	290	1868	1557	747	48,0
Олевський район Olevsk raion	1632	1042	29	1069	891	314	35,2
Київська область Kyiv oblast	7541	3091	142	3907	3256	489	15,0
Бородянський район Borodyanka raion	1382	0	0	222	185	94	50,8
Вишгородський район Vyshgorod raion	1749	1478	0	1486	1238	60	4,8
Іванківський район Ivankiv raion	764	614	32	653	544	130	23,9
Макарівський район Makariv raion	1026	999	0	1041	868	65	7,5
Поліський район Polisya raion	752	0	10	186	155	14	9,0
Чорнобильський район Chornobyl raion	743	0	45	130	108	49	45,4
м. Прип'ять Prypyat city	1125	0	55	189	158	77	48,7
Чернігівська область Chernihiv oblast	10 683	1669	994	3124	2603	1635	62,8
Козелецький район Kozelets raion	1364	829	326	1036	863	533	61,8
Ріпкинський район Ripky raion	796	840	239	858	715	430	60,1
Чернігівський район Chernihiv raion	1384	0	268	916	763	539	70,6
м. Чернігів Chernihiv city	7139	0	161	314	262	133	50,8
Разом Total	25 558	11 533	1626	14 894	12 413	4318	34,8

Примітка. * – згідно з даними завідувачки лабораторії медичної демографії Інституту радіаційної гігієни та епідеміології ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини, гематології та онкології НАМН України», канд. мед. наук Гунько Н.В.

Note. * – according to Head of the Laboratory of Medical Demography of the Institute of Radiation Hygiene and Epidemiology of the State Institution «National Scientific Center of Radiation Medicine, Hematology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Candidate of Medical Sciences Gunko N.V. data.

завершено у зв'язку з переходом до наступних етапів виконання Програми, проте лишається можливим у майбутньому.

У рамках пасивного скринінгу онкологічної патології щитоподібної та молочних залоз було проведено три ітерації зіставлення реєстру потенційних учасниць із базою даних Національного канцер-реєстру України. Під час першої спроби у вибірці з 11 448 записів було виявлено 145 випадків раку молочної залози (C50) та 40 випадків раку щитоподібної залози (C73) (2021 рік); під час останньої у вибірці з 13 643 жінок було виявлено 233 випадки раку молочної залози та 54 випадки раку щитоподібної залози (2024 рік).

Слід згадати наявність значної кількості даних про потенційних учасниць Програми, які були отримані з різних джерел і не долучені до реєстру через призупинення діяльності з його опрацювання на поточному етапі. Наявність цих даних дасть можливість у разі поновлення роботи над реєстром не лише збільшити кількість записів, а й покращити якість вже внесених до нього даних, і, як наслідок, підвищити релевантність та значущість результатів лінкеджу з іншими реєстрами, зокрема, Національним канцер-реєстром України.

У процесі збору даних для реєстру, попереднього анкетування та опрацювання результатів лінкеджу було отримано інформацію про 811 випадків смерті матерів з-поміж потенційних учасниць.

При проведенні попереднього анкетування використовувалися різні методи контакту, які залежали від наявних контактних даних. Пріоритет надавався телефонному опитуванню, яке здійснювалося персоналом Програми. Цей метод був доступний лише за наявності актуального телефонного номера учасниці Програми чи когось з її близьких родичів, тому застосовувався переважно для матерів учасників об'єднаної когорти Українсько-Американських проєктів.

Для оцінки ефективності поштового анкетування була відібрана пілотна група з 749 учасниць реєстру з оновленими адресами та з відсутнім телефоном. З пілотної розсилки вдалося отримати 51 заповнену анкету та інформацію про 5 померлих потенційних учасниць. Ефективність поштового анкетування була оцінена як низька, тож надалі до нього вдавалися лише за неможливості використання іншого методу, усього через пошту було отримано 59 анкет.

Усього в рамках попереднього анкетування було отримано 4449 анкет для 4318 учасників – 59 із них через пошту, 1791 – у результаті телефонного контакту, 2599 було заповнено місцевим персоналом. Для 4041 учасниці за даними анкетування було підтверджено відповідність критеріям відбору. Оскільки причиною непідтвердження критеріїв могли бути неповні чи помилкові дані, які можуть бути уточнені пізніше, для аналізу в рамках даної статті анкети учасниць із непідтвердженими критеріями не виключалися.

В усіх таблицях обраховувалися дані лише для тих випадків, коли вони були вказані в анкеті. Дані інших джерел для обрахунків на даному етапі не долучалися.

За результатами попереднього анкетування майже 3/4 усіх учасниць Програми були у віці 20-29 років на момент аварії на ЧАЕС та у віці 55-64 роки на момент анкетування (**таблиця 2**),

Таблиця 2. Загальна характеристика учасників Програми за результатами анкетування

Table 2. General characteristics of Program participants by the results of the questionnaire

Показники Indicators	
Кількість осіб, n Number of persons, n	4318
Вік на момент аварії на ЧАЕС, роки Age at the time of the Chernobyl accident, years	
15-19	327 (7,6%)
20-24	1775 (41,1%)
25-29	1294 (30,0%)
30-34	624 (14,5%)
35-39	205 (4,7%)
40-44	29 (0,7%)
45-49	1 (0,0%)
дані відсутні no data	63 (1,4%)
M±m (n)	25,44±0,08 (4255)
Me [Q1; Q3]	25 [22; 28]
мінімальне і максимальне значення minimum and maximum value	16-45
Місце проживання на момент аварії на ЧАЕС Residential areas at the time of the Chernobyl accident	
Житомирська область Zhytomyr oblast	1782 (41,3%)
Київська область Kyiv oblast	479 (11,1%)
Чернігівська область Chernihiv oblast	1597 (37,0%)
Вінницька область Vinnytsia oblast	244 (5,7%)
дані відсутні no data	216 (4,9%)

Продовження таблиці 2

Показники	
Indicators	
Вік на момент анкетування, роки	
Age at the time of the survey, years	
50-54	243 (5,6%)
55-59	1636 (37,9%)
60-64	1385 (32,1%)
65-69	708 (16,4%)
70-74	236 (5,5%)
75-80	46 (1,1%)
>80	1 (0,0%)
дані відсутні	63 (1,4%)
no data	
M±m (n)	61,04±0,08 (4255)
Me [Q1; Q3]	60 [57; 64]
мінімальне і максимальне значення	51-81
minimum and maximum value	
Згода на розгорнуте анкетування, n	
Consent to a detailed questionnaire, n	
так	3187 (73,8%)
yes	
ні	762 (17,6%)
no	
дані відсутні	369 (8,6%)
no data	
Згода на аналізи крові чи слини, n	
Consent to blood or saliva tests, n	
так	2498 (57,9%)
yes	
ні	1343 (31,1%)
no	
дані відсутні	477 (11,0%)
no data	

мінімальний вік жінки на момент анкетування становив 51 рік, максимальний – 81 рік. 89,4% проживали в північних регіонах України.

Згоду на розгорнуте анкетування дали 3/4 усіх опитаних, а на дослідження біологічного матеріалу (крові або слини) – більше ніж половина (див. табл. 2).

Згідно з наданими в процесі анкетування даними 101 мати народила двох дітей у визначеному діапазоні, із них 35 близнюків. У таких випадках для аналізу обиралася дитина, народжена ближче до дати аварії на ЧАЕС (тобто друга). При обрахунку ваги дітей близнюки виключалися. При обрахунку статі враховувалися обидва близнюки з кожної пари.

Більше як половина з опитаних матерів мали двох дітей (таблиця 3). Розподіл за статтю дітей був пропорційний.

У 2/3 випадків вага дитини при народженні становила 3001-4000 г (див. табл. 3). Майже всіх дітей годували груддю переважною тривалістю від 1 до 12 місяців. При цьому частина жінок вказала

Таблиця 3. Результати анкетування учасників Програми

Table 3. Results of the questionnaire of Program participants

Показники	
Indicators	
Кількість осіб, n	4318
Number of persons, n	
Кількість дітей у однієї жінки, n	
Number of children per woman, n	
1	393 (9,1%)
2	2362 (54,7%)
3	925 (21,4%)
4	226 (5,2%)
5	128 (3,0%)
6	64 (1,5%)
7	26 (0,6%)
>7	30 (0,7%)
дані відсутні	164 (3,8%)
no data	
M±m (n)	2,47±1,16 (4154)
Me [Q1; Q3]	2 [2; 3]
мінімальне і максимальне значення	1-12
minimum and maximum value	
Стать дитини	
Sex of the baby	
чоловіча	2078 (48,1%)
male	
жіноча	2052 (47,5%)
female	
дані відсутні	188 (4,4%)
no data	
Вага дитини при народженні, г	
Baby's weight at birth, g	
<2000	33 (0,8%)
2000-2500	143 (3,3%)
2501-3000	610 (14,1%)
3001-3500	1814 (42,0%)
3501-4000	1029 (23,8%)
4001-4500	335 (7,8%)
4501-5000	54 (1,3%)
>5000	5 (0,1%)
дані відсутні	295 (6,8%)
no data	
M±m (n)	3398±7,87 (4023)
Me [Q1; Q3]	3400 [3100; 3650]
мінімальне і максимальне значення	800-5200
minimum and maximum value	
Годування дитини груддю	
Breastfeeding a baby	
так	3889 (90,1%)
yes	
ні	195 (4,5%)
no	
дані відсутні	234 (5,4%)
no data	
Тривалість годування дитини груддю, міс	
Duration of breastfeeding a baby, months	
<1	56 (1,3%)
1-3	862 (20,0%)
4-6	850 (19,7%)
7-9	405 (9,4%)
10-12	869 (20,1%)
13-15	300 (6,9%)
16-18	302 (7,0%)

Продовження таблиці 3

Показники Indicators	
19-21	51 (1,2%)
22-24	111 (2,6%)
>24	56 (1,3%)
дані відсутні	456 (10,5%)
no data	
M±m (n)	9,05±0,11 (3862)
Me [Q1; Q3]	8 [4; 12]
мінімальне і максимальне значення minimum and maximum value	0,03-60
Наявність маститу або запалення молочних залоз у жінок, n Presence of mastitis or inflammation of the mammary glands in women, n	
так	688 (15,9%)
yes	
ні	3377 (78,2%)
no	
дані відсутні	253 (5,9%)
no data	
Наявність маститу або запалення молочних залоз після народження дитини, n Presence of mastitis or inflammation of the mammary glands after childbirth, n	
так	382 (8,8%)
yes	
ні	3606 (83,5%)
no	
дані відсутні	330 (7,7%)
no data	

на наявність маститу або запалення молочних залоз в анамнезі, у тому числі після народження дитини в обраному для дослідження інтервалі.

Обговорення

У цьому дослідженні представлено результати формування когорти та бази даних жінок, які зазнали впливу радіоактивних випадів внаслідок аварії на ЧАЕС під час лактації. Отримані дані показують, що інтеграція інформації з різних архівних та сучасних джерел є реальною та ефективною для створення когорти, придатної для довготривалого епідеміологічного спостереження.

Однією з ключових переваг роботи є використання кількох незалежних джерел інформації, включаючи реєстраційні журнали пологових закладів, бази даних попередніх Українсько-Американських досліджень та результати анкетування. Такий підхід дозволив суттєво розширити охоплення цільової популяції та підвищити повноту сформованого реєстру. Подібна стратегія узгоджу-

ється з підходами, що застосовуються в радіаційній епідеміології, де формування ретроспективних когорт часто потребує комбінування різних джерел даних [11, 12].

Важливим компонентом дослідження стало застосування лінкеджу даних із базою Національного канцер-реєстру України. Це створює можливість довготривалого пасивного спостереження за онкологічною захворюваністю без необхідності регулярного активного контакту з учасницями. Проведення кількох ітерацій лінкеджу даних підтвердило, що такий підхід є практично реалізованим у наших умовах. Використання лінкеджу даних є ефективним інструментом для довготривалих епідеміологічних досліджень і дозволяє підвищити повноту спостереження [13].

У цьому контексті сформована когорта має особливу цінність з огляду на періоди опромінення її учасниць. Йдеться про жінок, які зазнали впливу радіації під час вагітності та/або лактації – фаз, що характеризуються активною проліферацією та диференціацією тканини молочної залози. З огляду на це, такі періоди можуть визначати підвищену чутливість до дії іонізуючого випромінювання. Хоча, опромінення в молодому віці асоціюється з підвищеним ризиком розвитку РМЗ, дані щодо впливу опромінення саме в ці фізіологічні періоди залишаються обмеженими [14]. Саме тому сформована когорта створює можливість для більш детального вивчення цих ефектів у подальших дослідженнях.

Водночас особливості використаних джерел даних необхідно враховувати при інтерпретації результатів. Доступні записи не завжди можуть бути повними та однорідними за якістю, що пов'язано як із втратою частини документів, так і з неповнотою окремих ідентифікаційних характеристик. У низці випадків це могло вплинути на якість даних про потенційних учасниць, включених до реєстру.

Точність лінкеджу даних також певною мірою залежить від якості ідентифікаційної інформації. Зміни персональних даних, зокрема зміна прізвища, а також відсутність уніфікованих ідентифікаторів створюють ризик похибок при зіставленні записів, що є типовою проблемою для реєстрових досліджень [13]. Крім того, використання різних способів збору інформації могло вплинути на рівень участі та структуру сформованої вибірки та описано як прояви селективного зміщення в когортних дослідженнях [15].

На цьому етапі дослідження основна увага була зосереджена на формуванні когорти та створенні інформаційної бази. Водночас роботи з індивідуальної реконструкції доз опромінення вже проводяться паралельно в межах Програми дозиметричною групою. Це створює підґрунтя для подальшого переходу до аналітичного етапу дослідження з кількісною оцінкою ризиків.

Подальші дослідження на основі сформованої когорти будуть спрямовані на поєднання дозиметричних, клінічних і реєстрових даних, що дозволить більш точно оцінити ризики та врахувати роль модифікуючих факторів, таких як йодний статус, репродуктивний анамнез та особливості медичного спостереження [16].

Попри зазначені обмеження, результати дослідження свідчать про можливість формування та підтримання когорти жінок, які зазнали опромінення в специфічні фізіологічні періоди, навіть через десятиліття після аварії. Це має важливе значення для розвитку радіаційної епідеміології, особливо в контексті вивчення ефектів низьких і середніх доз опромінення та складних шляхів експозиції [17].

Висновки

1. Розроблено та реалізовано підхід до формування реєстру жінок, які зазнали опромінення під час лактації внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС.

2. Показано можливість інтеграції даних із різних джерел, їх верифікації та подальшого лінкеджу з національними реєстрами.

3. Отримані результати свідчать про практичну придатність використаних методологічних підходів для формування когорти у радіаційній епідеміології.

4. Дані цього реєстру дозволять дослідити ризику розвитку раку молочної залози та інших патологій залежно від дози опромінення радіоїодом і йодозабезпечення жінок.

Перспективи подальших досліджень

Створена база даних формує основу для подальших епідеміологічних досліджень, зокрема з індивідуальною реконструкцією дозового навантаження та аналізом факторів ризику. Подальше наповнення реєстру та підвищення

якості даних дозволить покращити репрезентативність когорти та точність оцінок.

Регулярний лінкедж даних із національними реєстрами відкриває можливості для довготривалого спостереження за онкологічною захворюваністю. Водночас необхідно враховувати обмеження, пов'язані з неповнотою доступних даних та можливими внаслідок них ускладненнями ідентифікації при лінкеджі записів.

Подяка

Автори висловлюють щире подяку завідувачці лабораторії медичної демографії Інституту радіаційної гігієни та епідеміології Державної установи «Національний науковий центр радіаційної медицини, гематології та онкології Національної академії медичних наук України», канд. мед. наук Гунько Наталії Володимирівні за надані статистичні дані.

Список використаної літератури

1. Державне некомерційне підприємство «Національний інститут раку». Рак в Україні, 2022-2023. Захворюваність, смертність, показники діяльності онкологічної служби. Бюлетень Національного канцер-реєстру України №25. Єфіменко ОВ, ред. Київ, 2024 (State Non-Profit Enterprise «National Cancer Institute»). Cancer in Ukraine, 2022-2023. Incidence, mortality, indicators of oncological service activity. Bulletin of the National Cancer Registry of Ukraine No. 25. Efimenko OV, ed. Kyiv, 2024. Ukrainian). Available from: http://www.ncru.inf.ua/publications/BULL_25/index.htm [Accessed 20th January 2026].
2. Ronckers CM, Erdmann CA, Land CE. Radiation and breast cancer: a review of current evidence. *Breast Cancer Res.* 2005;7(1):21-32. doi: 10.1186/bcr970.
3. Ogrodnik A, Hudon TW, Nadkarni PM, Chandawarkar RY. Radiation exposure and breast cancer: lessons from Chernobyl. *Conn Med.* 2013 Apr;77(4):227-34.
4. Присяжнюк АЄ, Базика ДА, Романенко АЮ, Федоренко ЗП, Фузик ММ, Гудзенко НА, та ін. Епідеміологія раку молочної залози в Україні з урахуванням факторів ризику Чорнобильської аварії. Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2019;24:150-68 (Prysyazhnyuk AY, Bazyka DA, Romanenko AY, Fedorenko ZP, Fuzik MM, Gudzenko NA, et al. Epidemiology of breast cancer in Ukraine with consideration of the factors of the Chernobyl accident. *Probl Radiac Med Radiobiol.* 2019 Dec;24:150-68. English, Ukrainian). doi: 10.33145/2304-8336-2019-24-150-168.
5. Cahoon EK. Commentary: Breast cancer risk among women exposed to fallout after the Chernobyl accident. *Int J Epidemiol.* 2020 Apr 1;49(2):456-8. doi: 10.1093/ije/dyaa038.
6. Cahoon EK, Preston D, Zhang R, Vij V, Little MP, Mabuchi K, et al. Breast cancer risk in residents of Belarus exposed to Chernobyl fallout while pregnant or lactating: standardized incidence ratio analysis, 1997 to 2016. *Int J Epidemiol.* 2022 May 9;51(2):547-54. doi: 10.1093/ije/dyab226.
7. Vij V, Shpak V, Zamotayeva G, Lapikura O, Ryzhov A, Gorokh E, et al. Breast cancer risk in Ukrainian women exposed to Chernobyl fallout while pregnant or lactating: standardized incidence ratio analysis, 1998 to 2016. *Eur J Epidemiol.* 2022 Nov;37(11):1195-200. doi: 10.1007/s10654-022-00913-1.
8. Тронько МД, Терещенко ВП, Пастер ІП, Дерев'яноко АА, Чай-

- ковська ЛВ, Шпак ВМ, та ін. Спільний науковий Українсько-Американський тиреоїдний проект. I. Епідеміологічна характеристика процедури формування когорти та запрошення учасників проекту на перше скринінгове обстеження. Міжнародний журнал радіаційної медицини (Україна). 2005;7(1-4, спеціальний випуск):116-135 (Tronko MD, Tereshchenko VP, Pasteur IP, Derevyanko AA, Chaikovska LV, Shpak VM, et al. Joint scientific Ukraine-USA thyroid project. 1. Epidemiological characteristic of the procedure of cohort formation and invitation of study subjects to the first screening examination. Int J Radiat Med (Ukraine). 2005;7(1-4, special issue):116-135. English, Ukrainian).
9. Тронько МД, Пастер ІП, Замотаєва ГА, Лапикюра ОВ, Натч М, Мабучі К. Створення бази даних Українсько-Американського проекту «Репродуктивні ефекти опромінення *in utero* в результаті аварії на Чорнобильській АЕС у йододефіцитних регіонах України». Ендокринологія. 2018 Березень 20;23(1):16-33 (Tronko MD, Pasteur IP, Zamotayeva GA, Lapikura OV, Hatch M, Mabuchi K. Creation of the database of the Ukrainian-American project «Reproductive effects of *in utero* exposure to Chernobyl fallout in an iodine deficient regions of Ukraine». Endokrynologia. 2018 Mar 20;23(1):16-33. Ukrainian).
 10. Горох ЄЛ, Шпак ВМ, Сумкіна ОВ, Рижов АЮ, Федоренко ЗП, Гулак ЛО, Лапикюра ОВ, Тронько МД. Ідентифікація випадків злоякісних новоутворень серед учасників епідеміологічних досліджень віддалених наслідків аварії на Чорнобильській АЕС. Ендокринологія. 2026 Квітень 20;31(1):97-103. (Gorokh EL, Shpak VM, Sumkina OV, Ryzhov AYU, Fedorenko ZP, Gulak LO, Lapikura OV, Tronko MD. Identification of cases of malignant tumors among participants of the long-term medical consequences of the Chernobyl accident. Endokrynologia. 2026 Apr 20;31(1):97-103. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.97.
 11. Cardis E, Howe G, Ron E, Bebesko V, Bogdanova T, Bouville A, et al. Cancer consequences of the Chernobyl accident: 20 years on. J Radiol Prot. 2006 Jun;26(2):127-40. doi: 10.1088/0952-4746/26/2/001.
 12. Little MP, Wakeford R, Tawn EJ, Bouffler SD, Berrington de Gonzalez A. Risks associated with low doses and low dose rates of ionizing radiation: why linearity may be (almost) the best we can do. Radiology. 2009 Apr;251(1):6-12. doi: 10.1148/radiol.2511081686.
 13. Harron K, Goldstein H, Dibben C. Methodological developments in data linkage. Int J Epidemiol. 2015;44(3):954-64.
 14. Preston DL, Mattsson A, Holmberg E, Shore R, Hildreth NG, Boice JD Jr. Radiation effects on breast cancer risk: a pooled analysis of eight cohorts. Radiat Res. 2002 Aug;158(2):220-35. doi: 10.1667/0033-7587(2002)158[0220:reobcr]2.0.co;2. Erratum in: Radiat Res. 2002 Nov;158(5):666.
 15. Delgado-Rodríguez M, Llorca J. Bias. J Epidemiol Community Health. 2004 Aug;58(8):635-41. doi: 10.1136/jech.2003.008466.
 16. Preston DL, Ron E, Tokuoka S, Funamoto S, Nishi N, Soda M, et al. Solid cancer incidence in atomic bomb survivors: 1958-1998. Radiat Res. 2007 Jul;168(1):1-64. doi: 10.1667/RR0763.1.
 17. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 2008 Report. Volume I: Sources of ionizing radiation. Report to the General Assembly with scientific annexes. New York: United Nations; 2008. [cited 2026 Jan 20]. Available from: https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2008_1.html

Список скорочень

РМЗ – рак молочної залози

Програма – наукова програма «Наслідки для здоров'я жінок української когорти, опромінених під час лактації внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС»

ЧАЕС – Чорнобильська атомна електростанція

DEVELOPMENT OF A COHORT AND DATABASE FOR AN EPIDEMIOLOGICAL STUDY OF WOMEN EXPOSED DURING LACTATION AS A RESULT OF THE CHORNOBYL NUCLEAR POWER PLANT ACCIDENT

G.A. Zamotayeva, O.V. Lapikura, I.P. Pasteur, M.D. Tronko

State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»

Abstract. Breast cancer is the most common malignancy among women. Despite the relatively high radiosensitivity of breast tissue, epidemiological evidence on the effects of radioactive fallout following nuclear accidents on breast cancer risk remains limited and inconclusive. This underscores the need to establish large, well-characterized cohorts with the capacity for individual dose assessment and consideration of modifying factors. The development of a dedicated database represents a critical step toward conducting such studies. **Objective.** To evaluate the process of cohort formation and the development of a registry of women exposed during lactation as a result of the Chernobyl Nuclear Power Plant accident, as well as the effectiveness of approaches to data collection, verification, and linkage for subsequent epidemiological research. **Material and methods.** The cohort of the Ukrainian-American program «Health Effects in the Ukrainian Cohort of Women Exposed During Lactation to Chernobyl Fallout» was established from women who, at the time of the accident, resided in the most radioactively contaminated areas of Kyiv, Zhytomyr, and Chernihiv regions and could have been breastfeeding during that period. The registry was developed using data from maternity hospital records, databases of Ukrainian-American studies, and additional information sources. The study included several stages: development of a registry of potential participants; preliminary questionnaire screening to verify eligibility and obtain informed consent; and updating of demographic and contact information. Identification of oncological outcomes was performed through data linkage with the National Cancer Registry of Ukraine. **Results.** A total of 11,533 live-birth records were obtained from maternity facility registers. Through integration of multiple data sources, a registry comprising 14,894 potential participants was established. During the preliminary survey, 4,449 questionnaires were collected for 4,318 women: 59 by mail, 1,791 via telephone contact, and 2,599 with the involvement of local personnel. Based on questionnaire data, 4,041 participants were confirmed to meet the inclusion criteria. Several rounds of data linkage with the National Cancer Registry of Ukraine were conducted, enabling the identification of cancer cases within the cohort. **Conclusions.** A registry and database of women exposed during lactation as a result of the Chernobyl accident and residing in radiation-contaminated areas have been established. The applied approaches to data collection, verification, and linkage demonstrated practical effectiveness and may be useful for the development of similar cohorts in radiation epidemiology. **Perspectives.** The established database provides a foundation for future epidemiological studies, including those in-

corporating individual dose reconstruction and risk factor analysis. It also offers opportunities for cohort expansion and regular linkage with national registries.

Keywords: Chernobyl accident, cohort, database, data linkage, lactation.

Для цитування: Замотаєва ГА, Лапікура ОВ, Пастер ІП, Тронько МД. Формування когорти та бази даних для епідеміологічного дослідження жінок, опромінених під час лактації внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. *Ендокринологія*. 2026;31(1):104-115. DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.104.

Адреса для листування: Замотаєва Галина Анатоліївна; gzamotaeva@gmail.com; ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», вул. Вишгородська, 69, Київ 04114, Україна.

Відомості про авторів: Замотаєва Галина Анатоліївна, канд. біол. наук, старш. наук. співроб., головний науковий співробітник відділу фундаментальних і прикладних проблем ендокринології, ORCID: 0000-0002-2298-0105; Лапікура Олександр Валерійович, співробітник Центру координації даних Українсько-Американського проекту, ORCID: 0000-0001-7629-2933; Пастер Ігор Петрович, канд. мед. наук, старш. наук. співроб., головний науковий співробітник відділу фундаментальних і прикладних проблем ендокринології, ORCID: 0000-0002-8199-833X; Тронько Микола Дмитрович, д-р мед. наук, проф., чл.-кор. НАН України, акад. НАМН України, завідувач відділу фундаментальних і прикладних проблем ендокринології, в.о. директора Інституту, ORCID: 0000-0001-7421-0981.

Особистий внесок: Замотаєва Г.А. – підготовка статті; Лапікура О.В. – підготовка статті, робота з базою даних, підготовка і статистичний аналіз даних; Пастер І.П. – ідея публікації, підбір і аналіз літератури, підготовка статті; Тронько М.Д. – розробка концепції статті.

Фінансування: дослідження проведено при фінансовій підтримці Українсько-Американського проекту «Науковий проект вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС».

Декларація з етики: автори задекларували відсутність конфлікту інтересів і фінансових зобов'язань.

Стаття: надійшла до редакції 05.04.2026 р.; перероблена 07.04.2026 р.; прийнята до друку 09.04.2026 р.; надрукована 20.04.2026 р.

For citation: Zamotayeva GA, Lapikura OV, Pasteur IP, Tronko MD. Development of a cohort and database for an epidemiological study of women exposed during lactation as a result of the Chernobyl nuclear power plant accident. *Endokrynologia*. 2026;31(1):104-115. DOI: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.104.

Correspondence address: Zamotayeva Galyna Anatoliyivna, gzamotaeva@gmail.com; State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Vyshgorodska Str., 69, Kyiv 04114, Ukraine.

Information about the authors: Zamotayeva Galyna Anatoliyivna, Cand. Sci. (Biology), Senior Research Fellow, Chief Researcher of the Department of Fundamental and Applied Problems of Endocrinology, ORCID: 0000-0002-2298-0105; Lapikura Oles'Valeriyovych, Data Coordination Center collaborator, ORCID: 0000-0001-7629-2933; Pasteur Ihor Petrovych, Cand. Sci. (Medicine), Senior Scientist, Chief Research Fellow of the Department of Fundamental and Applied Problems of Endocrinology, ORCID: 0000-0002-8199-833X; Tronko Mykola Dmytrovych, Dr. Sci. (Medicine), Prof., Cor. Member of the NAS of Ukraine, Acad. of the NAMS of Ukraine, Head of the Department of Fundamental and Applied Problems of Endocrinology, Director of the Institute, ORCID: 0000-0001-7421-0981.

Personal contribution: Zamotayeva G.A. – article preparation; Lapikura O.V. – article preparation, working with the database, data preparation and statistical data analysis; Pasteur I.P. – publication idea, literature selection and analysis, article preparation; Tronko M.D. – development of the concept of the article.

Funding: the study was carried out within the funding support of Ukrainian-American Project «Scientific Project to Study Cancer and Other Thyroid Diseases in Ukraine as a Result of the Chernobyl Nuclear Power Plant Accident».

Declaration of ethics: the authors declared no conflict of interest and financial obligations.

Article: received April 05, 2026; revised April 07, 2026; accepted April 09, 2026; published April 20, 2026.

**Список публікацій
за результатами виконання Українсько-Американського проекту
«Науковий проект вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні
в результаті аварії на Чорнобильській АЕС»**

2001

1. Robbins J, Dunn JT, Bouville A, Kravchenko VI, Lubin J, Petrenko S, Sullivan KM, Vanmiddlesworth L, Wolff J. Iodine nutrition and the risk from radioactive iodine: a workshop report in the Chernobyl long-term follow-up study. *Thyroid*. 2001 May;11(5):487-91. doi: 10.1089/105072501300176444.

2003

2. Tronko MD, Bobylyova OO, Bogdanova TI, Epshtein OV, Likhtaryov IA, Markov VV, Oliynyk VA, Tereshchenko VP, Shpak VM, Beebe G, Bouville A, Brill A, Burch D, Fink D, Greenebaum E, Howe G, Luckyanov N, Masnyk I, McConnell R, Robbins J, Thomas T, Voilleque P. Thyroid gland and radiation (Ukrainian-American thyroid project). In: Shibata Y, Yamashita S, Watanabe M, Tomonaga M, editors. *Radiation and Humankind. Proceedings of the First Nagasaki Symposium of the International Consortium for Medical Care of Hibakushu and Radiation Life Science; 2003 Feb 21-22; Nagasaki, Japan. International Congress Series, v. 1258. Netherlands: Elsevier B.V. 2003. p. 91-104. doi: 10.1016/S0531-5131(03)01216-0.*
3. Likhtarev I, Minenko V, Khrouch V, Bouville A. Uncertainties in thyroid dose reconstruction after Chernobyl. *Radiat Prot Dosimetry*. 2003;105(1-4):601-8. doi: 10.1093/oxfordjournals.rpd.a006310.

2004

4. Stezhko VA, Buglova EE, Danilova LI, Drozd VM, Krysenko NA, Lesnikova NR, Minenko VF, Ostapenko VA, Petrenko SV, Polyanskaya ON, Rzheutski VA, Tronko MD, Bobylyova OO, Bogdanova TI, Ephstein OV, Kairo IA, Kostin OV, Likhtarev IA, Markov VV, Oliynyk VA, Shpak VM, Tereshchenko VP, Zamotayeva GA, Beebe GW, Bouville AC, Brill AB, Burch JD, Fink DJ, Greenebaum E, Howe GR, Luckyanov NK, Masnyk IJ, McConnell RJ, Robbins J, Thomas TL, Voillequé PG, Zablotska LB; Chernobyl Thyroid Diseases Study Group of Belarus; Chernobyl Thyroid Diseases Study Group of Ukraine; Chernobyl Thyroid Diseases Study Group of the USA. A cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chernobyl accident: objectives, design and methods. *Radiat Res*. 2004 Apr;161(4):481-92. doi: 10.1667/3148.

2005

5. Тронько МД, Терещенко ВП, Пастер ІП, Дерев'янюк АА, Чайковська ЛВ, Шпак ВМ, Замотаєва ГА, Хау ДжР, Масник ІГ, Хатч М, Заблоцька ЛБ. Спільний науковий Українсько-Американський тиреоїдний проект. І. Епідеміологічна характеристика процедури формування когорти та запрошення учасників проекту на перше скринінгове обстеження. *Int J Radiat Med (Ukraine)*. 2005;7(1-4, special issue):116-35 [Tronko MD, Tereshchenko VP, Pasteur IP, Derevyanko AA, Chaikovska LV, Shpak VM, Zamotayeva GA, Howe GR, Masnyk IJ, Hatch M, Zablotska LB. Joint scientific Ukraine-USA thyroid project. 1. Epidemiological characteristic of the procedure of cohort formation and invitation of study subjects to the first screening examination. *Int J Radiat Med (Ukraine)*. 2005;7(1-4, special issue):116-35. English, Ukrainian].
6. Talerko N. Mesoscale modelling of radioactive contamination formation in Ukraine caused by the Chernobyl accident. *J Environ Radioact*. 2005;78(3):311-29. doi: 10.1016/j.jenvrad.2004.04.008.
7. Talerko N. Reconstruction of (131)I radioactive contamination in Ukraine caused by the Chernobyl accident using atmospheric transport modelling. *J Environ Radioact*. 2005;84(3):343-62. doi: 10.1016/j.jenvrad.2005.04.005.
8. Tronko M, Kravchenko V, Fink D, Hatch M, Turchin V, McConnell R, Shpak V, Brenner A, Robbins J, Lusanchuk I, Howe G. Iodine excretion in regions of Ukraine affected by the Chernobyl accident: experience of the Ukrainian-American cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases. *Thyroid*. 2005 Nov;15(11):1291-7. doi: 10.1089/thy.2005.15.1291.

2006

9. Тронько МД. Скринінгове обстеження – вірогідний метод оцінки впливу Чорнобильської катастрофи на стан щитовидної залози у дітей та підлітків України. 20 років після Чорнобильської катастрофи. *Ендокринологія*. 2006 Червень 24;11(1):80-92 (Tronko MD. Screening examination: a reliable method of assessing the impact of the Chernobyl accident on the thyroid status in children and adolescents of Ukraine. *Endokrynologia*. 2006 Jun 24;11(1):80-92. Ukrainian].
10. Tronko MD, Howe GR, Bogdanova TI, Bouville AC, Epstein OV, Brill AB, Likhtarev IA, Fink DJ, Markov VV, Greenebaum E, Oliynyk VA, Masnyk IJ, Shpak VM, McConnell RJ, Tereshchenko VP, Robbins J, Zvinchuk OV, Zablotska LB, Hatch M, Luckyanov NK, Ron E, Thomas TL, Voillequé PG, Beebe GW. A cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chernobyl accident: thyroid cancer in Ukraine detected during first screening. *J Natl Cancer Inst*. 2006 Jul 5;98(13):897-903. doi: 10.1093/jnci/djj244.
11. Likhtarev I, Bouville A, Kovgan L, Luckyanov N, Voillequé P, Chepurny M. Questionnaire- and measurement-based individual thyroid doses in Ukraine resulting from the Chernobyl nuclear reactor accident. *Radiat Res*. 2006 Jul;166(1 Pt 2):271-86. doi: 10.1667/RR3545.1.
12. Tronko MD, Brenner AV, Oliynyk VA, Robbins J, Epstein OV, McConnell RJ, Bogdanova TI, Fink DJ, Likhtarev IA, Lubin JH, Markov VV, Bouville AC, Terekhova GM, Zablotska LB, Shpak VM, Brill AB, Tereshchenko VP, Masnyk IJ,

Ron E, Hatch M, Howe GR. Autoimmune thyroiditis and exposure to iodine 131 in the Ukrainian cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chernobyl accident: results from the first screening cycle (1998-2000). *J Clin Endocrinol Metab.* 2006 Nov;91(11):4344-51. doi: 10.1210/jc.2006-0498.

13. Bogdanova TI, Zurnadzhy LY, Greenebaum E, McConnell RJ, Robbins J, Epstein OV, Oliynyk VA, Hatch M, Zablotska LB, Tronko MD. A cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chernobyl accident: pathology analysis of thyroid cancer cases in Ukraine detected during the first screening (1998-2000). *Cancer.* 2006 Dec 1;107(11):2559-66. doi: 10.1002/cncr.22321.

2007

14. McConnell RJ, Brenner AV, Oliynyk VA, Robbins J, Terekhova GM, Fink DJ, Epshtein OV, Hatch M, Shpak VM, Brill AB, Shelkovoy YA, Zablotska LB, Masnyk IJ, Howe GR, Tronko MD. Factors associated with elevated serum concentrations of anti-TPO antibodies in subjects with and without diffuse goitre. Results from the Ukrainian-American cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases following the Chernobyl accident. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2007 Dec;67(6):879-90. doi: 10.1111/j.1365-2265.2007.02979.x.

2008

15. Zablotska LB, Bogdanova TI, Ron E, Epstein OV, Robbins J, Likhtarev IA, Hatch M, Markov VV, Bouville AC, Oliynyk VA, McConnell RJ, Shpak VM, Brenner A, Terekhova GN, Greenebaum E, Tereshchenko VP, Fink DJ, Brill AB, Zamotayeva GA, Masnyk IJ, Howe GR, Tronko MD. A cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chernobyl accident: dose-response analysis of thyroid follicular adenomas detected during first screening in Ukraine (1998-2000). *Am J Epidemiol.* 2008 Feb 1;167(3):305-12. doi: 10.1093/aje/kwm301.
16. O'Kane P, Shelkovoy E, McConnell RJ, Shpak V, Parker L, Bogdanova TI, Brenner A, Naida Y, Frangos A, Zablotska L, Robbins J, Greenebaum E, Zurnadzhy LY, Tronko M, Hatch M. Differences in sonographic conspicuity according to papillary thyroid cancer subtype: results of the Ukrainian-American cohort study after the Chernobyl accident. *AJR Am J Roentgenol.* 2008 Dec;191(6):W293-8. doi: 10.2214/AJR.07.3812.

2009

17. Hatch M, Brenner A, Bogdanova T, Derevyanko A, Kuptsova N, Likhtarev I, Bouville A, Tereshchenko V, Kovgan L, Shpak V, Ostroumova E, Greenebaum E, Zablotska L, Ron E, Tronko M. A screening study of thyroid cancer and other thyroid diseases among individuals exposed *in utero* to iodine-131 from Chernobyl fallout. *J Clin Endocrinol Metab.* 2009 Mar;94(3):899-906. doi: 10.1210/jc.2008-2049.
18. Bozhok Y, Greenebaum E, Bogdanova TI, McConnell RJ, Zelinskaya A, Brenner AV, Zurnadzhy LY, Zablotska L, Tronko MD, Hatch M. NA cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chernobyl accident: cytohistopathologic correlation and accuracy of fine-needle aspiration biopsy in nodules detected during the first screening in Ukraine (1998-2000). *Cancer.* 2009 Apr 25;117(2):73-81. doi: 10.1002/cncr.20002.
19. Tronko MD, Tereshchenko VP, Pasteur IP, Chaikovska LV, Derevyanko AA, Shpak VM, Zamotayeva GA, Hatch M, Masnyk IJ, Howe GR, Zablotska LB. Epidemiological characteristic of the procedure of the first screening examination of study subjects of the joint scientific Ukraine-USA thyroid project. *Medical and Biological Problems of Life Activity (Belarus).* 2009 Apr;(1):67-76.
20. Ostroumova E, Brenner A, Oliynyk V, McConnell R, Robbins J, Terekhova G, Zablotska L, Likhtarev I, Bouville A, Shpak V, Markov V, Masnyk I, Ron E, Tronko M, Hatch M. Subclinical hypothyroidism after radioiodine exposure: Ukrainian-American cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chernobyl accident (1998-2000). *Environ Health Perspect.* 2009 May;117(5):745-50. doi: 10.1289/ehp.0800184.
21. Тронько МД, Терещенко ВП, Пастер ІП, Шпак ВМ, Дерев'янку ГА, Чайковська ЛВ, Замотаєва ГА, Однолько ТА, Hatch M, Masnyk IJ, Zablotska LB, Howe GR. Спільний науковий Українсько-Американський тироїдний проект. II. Епідеміологічна характеристика процедури першого скринінгового обстеження учасників проекту. *Ендокринологія.* 2009 Червень 08;14(2):166-87 (Tronko MD, Tereshchenko VP, Pasteur IP, Shpak VM, Derevyanko AA, Chaikovska LV, Zamotayeva GA, Odnolko TA, Hatch M, Masnyk IJ, Zablotska LB, Howe GR. The joint scientific Ukraine-USA thyroid project. II. Epidemiological characteristic of the procedure of first screening examination of study subjects. *Endokrynologia.* 2009 Jun 08;14(2):166-87. Ukrainian).
22. Тронько НД, Олейник ВА, Пастер ІП, Терещенко ВП, Дерев'янку АА, Чайковская ЛВ, Шпак ВМ, Замотаєва ГА, Терехова ГН, Однолько ТА, Hatch M, Masnyk IJ, Howe GR, Zablotska LB. Клинико-эпидемиологические результаты первого скринингового обследования участников совместного научного Украинско-Американского тиреоидного проекта. Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. 2009 Сентябрь;(2):59-67 [Tronko ND, Oleinyk VA, Pasteur IP, Tereshchenko VP, Derevyanko AA, Chaikovska LV, Shpak VM, Zamotayeva GA, Terekhova GN, Odnolko TA, Hatch M, Masnyk IJ, Howe GR, Zablotska LB. Clinical and epidemiological results of the first screening examination of participants in the joint Ukrainian-American thyroid project. *Medical and Biological Problems of Life Activity (Belarus).* 2009 Sep;(2):59-67. Russian].

2010

23. Тронько МД, Пастер ІП, Олійник ВА, Шпак ВМ, Терещенко ВП, Замотаєва ГА, Дерев'янку ГА, Чайковська ЛВ, Терехова ГМ, Хатч М, Масник ІДж, Заблотська ЛБ. Клініко-епідеміологічні результати першого скринінгу учасни-

ків спільного наукового Українсько-Американського тиреоїдного Проекту (1998-2000 рр.). Журнал АМН України. 2010;16(1):82-96 (Tronko MD, Pasteur IP, Oliynyk VA, Shpak VM, Tereshchenko VP, Zamotayeva GA, Derevyanko AA, Chaikovska LV, Terekhova GM, Hatch M, Masnyk IJ, Zablotska LB. Clinical and epidemiological results of the first screening of subjects of the joint research Ukrainian-American thyroid project (1998-2000). Journal of the Academy of Medical Sciences of Ukraine. 2010;16(1):82-96. Ukrainian).

24. Тронько МД, Пастер ІП, Олійник ВА, Шпак ВМ, Терещенко ВП, Замотаєва ГА, Дерев'янка ГА, Чайковська ЛВ, Терехова ГМ, Hatch M, Masnyk IJ, Zablotska LB. Спільний науковий Українсько-Американський тиреоїдний проект. III. Клініко-епідеміологічна характеристика результатів першого скринінгового обстеження учасників проекту. Ендокринологія. 2010 Червень 02;15(1):4-19 (Tronko MD, Pasteur IP, Oliynyk VA, Shpak VM, Tereshchenko VP, Zamotayeva GA, Derevyanko AA, Chaikovska LV, Terekhova GM, Hatch M, Masnyk IJ, Zablotska LB. Joint scientific Ukraine-USA thyroid project. III. Clinical and epidemiological characteristics of the results of first screening examination of study subjects. Endokrynologia. 2010 Jun 02;15(1):4-19. Ukrainian).
25. O'Kane P, Shelkovoy E, McConnell RJ, Shpak V, Parker L, Brenner A, Zablotska L, Tronko M, Hatch M. Frequency of undetected thyroid nodules in a large I-131-exposed population repeatedly screened by ultrasonography: results from the Ukrainian-American cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases following the Chernobyl accident. Thyroid. 2010 Sep;20(9):959-64. doi: 10.1089/thy.2010.0032.
26. Hatch M, Furukawa K, Brenner A, Olinjyk V, Ron E, Zablotska L, Terekhova G, McConnell R, Markov V, Shpak V, Ostroumova E, Bouville A, Tronko M. Prevalence of hyperthyroidism after exposure during childhood or adolescence to radioiodines from the Chernobyl nuclear accident: dose-response results from the Ukrainian-American cohort study. Radiat Res. 2010 Dec;174(6):763-72. doi: 10.1667/RR2003.1.

2011

27. Likhtarov I, Kovgan L, Chepurny M, Ivanova O, Boyko Z, Ratia G, Masiuk S, Gerasymenko V, Drozdovitch V, Berkovski V, Hatch M, Brenner A, Luckyanov N, Voillequé P, Bouville A. Estimation of the thyroid doses for Ukrainian children exposed *in utero* after the Chernobyl accident. Health Phys. 2011 Jun;100(6):583-93. doi: 10.1097/HP.0b013e3181ff391a.
28. Brenner AV, Tronko MD, Hatch M, Bogdanova TI, Oliynyk VA, Lubin JH, Zablotska LB, Tereshchenko VP, McConnell RJ, Zamotayeva GA, O'Kane P, Bouville AC, Chaykovskaya LV, Greenebaum E, Paster IP, Shpak VM, Ron E. I-131 dose response for incident thyroid cancers in Ukraine related to the Chernobyl accident. Environ Health Perspect. 2011 Jul;119(7):933-9. doi: 10.1289/ehp.1002674.
29. Марков ВВ, Кравченко ВІ, Осадців ОІ, Гулеватий СВ, Чайковська ЛВ. Стан щитоподібної залози та йодне забезпечення членів когорти Українсько-Американського тиреоїдного проекту, які проживають у Чернігівській області. Український радіологічний журнал. 2011;19(3):310-2 (Markov VV, Kravchenko VI, Osadtsiv OI, Hulevatyi SV, Chaikovska LV. The state of thyroid gland and iodine supply in the members of Ukrainian-American thyroid project residing in Chernigiv region. Ukrainian Journal of Radiology. 2011;19(3):310-2. Ukrainian).

2012

30. Tronko M, Mabuchi K, Bogdanova T, Hatch M, Likhtarev I, Bouville A, Oliynyk V, McConnell R, Shpak V, Zablotska L, Tereshchenko V, Brenner A, Zamotayeva G. Thyroid cancer in Ukraine after the Chernobyl accident (in the framework of the Ukraine-US thyroid project). J Radiol Prot. 2012 Mar;32(1):N65-9. doi: 10.1088/0952-4746/32/1/N65.
31. Тронько МД, Пастер ІП, Терещенко ВП, Шпак ВМ, Чайковська ЛВ, Замотаєва ГА, Дерев'янка АА, Однолюк ТА, Hatch M, Brenner AV, Zablotska LB. Спільний науковий Українсько-Американський тиреоїдний проект. IV. Епідеміологічна характеристика процедури другого скринінгового обстеження учасників проекту. Ендокринологія. 2012 Березень 20;17(1):8-18 (Tronko MD, Pasteur IP, Tereshchenko VP, Shpak VM, Chaikovska LV, Zamotayeva GA, Derevyanko AA, Odnolko TA, Hatch M, Masnyk IJ, Zablotska LB, Howe GR. The joint scientific Ukraine-USA thyroid project. IV. Epidemiological characteristic of the procedure of second screening examination of study subjects. Endokrynologia. 2012 Mar 20;17(1):8-18. Ukrainian).
32. Abend M, Pfeiffer RM, Ruf C, Hatch M, Bogdanova TI, Tronko MD, Riecke A, Hartmann J, Meineke V, Boukheris H, Sigurdson AJ, Mabuchi K, Brenner AV. Iodine-131 dose dependent gene expression in thyroid cancers and corresponding normal tissues following the Chernobyl accident. PLoS One. 2012;7(7):e39103. doi: 10.1371/journal.pone.0039103.

2013

33. Leeman-Neill RJ, Brenner AV, Little MP, Bogdanova TI, Hatch M, Zurnadzy LY, Mabuchi K, Tronko MD, Nikiforov YE. RET/PTC and PAX8/PPAR γ chromosomal rearrangements in post-Chernobyl thyroid cancer and their association with iodine-131 radiation dose and other characteristics. Cancer. 2013 May 15;119(10):1792-9. doi: 10.1002/cncr.27893.
34. Abend M, Pfeiffer RM, Ruf C, Hatch M, Bogdanova TI, Tronko MD, Hartmann J, Meineke V, Mabuchi K, Brenner AV. Iodine-131 dose-dependent gene expression: alterations in both normal and tumour thyroid tissues of post-Chernobyl thyroid cancers. Br J Cancer. 2013 Oct 15;109(8):2286-94. doi: 10.1038/bjc.2013.574.
35. Тронько НД, Мабучи К, Кравченко ВІ, Хатч М, Лихтарев ІА, МакКоннел Р, Ковган ЛН, Бренер А, Звинчук ОВ, Заблоцкая ЛВ, Лузанчук ІА. Йодний статус і дози облучення щитовидної залози у постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи, проживаючих в северних регіонах України (Українсько-Американське когортне дослідження). Журнал НАМН України. 2013;19(3):355-64 (Tronko ND, Mabuchi K,

Kravchenko VI, Hatch V, Lichtarev IA, McConnell R, Kovgan LN, Brenner A, Zvinchuk AV, Zablotska LV, Luzanchuk IA. Iodine status and thyroid exposure doses in victims of Chernobyl nuclear accident who are permanent residents of northern regions of Ukraine (Ukrainian-American cohort study). *Journal of the Academy of Medical Sciences of Ukraine*. 2013;19(3):355-64. Russian).

2014

36. Little MP, Kukush AG, Masiuk SV, Shklyar S, Carroll RJ, Lubin JH, Kwon D, Brenner AV, Tronko MD, Mabuchi K, Bogdanova TI, Hatch M, Zablotska LB, Tereshchenko VP, Ostroumova E, Bouville AC, Drozdovitch V, Chepurny MI, Kovgan LN, Simon SL, Shpak VM, Likhtarev IA. Impact of uncertainties in exposure assessment on estimates of thyroid cancer risk among Ukrainian children and adolescents exposed from the Chernobyl accident. *PLoS One*. 2014 Jan 29;9(1):e85723. doi: 10.1371/journal.pone.0085723.
37. Leeman-Neill RJ, Kelly LM, Liu P, Brenner AV, Little MP, Bogdanova TI, Evdokimova VN, Hatch M, Zurnadzy LY, Nikiforova MN, Yue NJ, Zhang M, Mabuchi K, Tronko MD, Nikiforov YE. ETV6-NTRK3 is a common chromosomal rearrangement in radiation-associated thyroid cancer. *Cancer*. 2014 Mar 15;120(6):799-807. doi: 10.1002/cncr.28484.
38. Likhtarov I, Kovgan L, Masiuk S, Talerko M, Chepurny M, Ivanova O, Gerasymenko V, Boyko Z, Voillequé P, Drozdovitch V, Bouville A. Thyroid cancer study among Ukrainian children exposed to radiation after the Chernobyl accident: improved estimates of the thyroid doses to the cohort members. *Health Phys*. 2014 Mar;106(3):370-96. doi: 10.1097/HP.0b013e31829f3096.
39. Neta G, Hatch M, Kitahara CM, Ostroumova E, Bolshova EV, Tereshchenko VP, Tronko MD, Brenner AV. In utero exposure to iodine-131 from Chernobyl fallout and anthropometric characteristics in adolescence. *Radiat Res*. 2014 Mar;181(3):293-301. doi: 10.1667/RR13304.1.

2015

40. Hatch M, Ostroumova E, Brenner A, Federenko Z, Gorokh Y, Zvinchuk O, Shpak V, Tereshchenko V, Tronko M, Mabuchi K. Non-thyroid cancer in northern Ukraine in the post-Chernobyl period: Short report. *Cancer Epidemiol*. 2015 Jun;39(3):279-83. doi: 10.1016/j.canep.2015.02.002.
41. Selmansberger M, Kaiser JC, Hess J, Gütthlin D, Likhtarev I, Shpak V, Tronko M, Brenner A, Abend M, Blettner M, Unger K, Jacob P, Zitzelsberger H. Dose-dependent expression of CLIP2 in post-Chernobyl papillary thyroid carcinomas. *Carcinogenesis*. 2015 Jul;36(7):748-56. doi: 10.1093/carcin/bgv043.
42. Selmansberger M, Braselmann H, Hess J, Bogdanova T, Abend M, Tronko M, Brenner A, Zitzelsberger H, Unger K. Genomic copy number analysis of Chernobyl papillary thyroid carcinoma in the Ukrainian-American cohort. *Carcinogenesis*. 2015 Nov;36(11):1381-7. doi: 10.1093/carcin/bgv119.
43. Bogdanova TI, Zurnadzhy LY, Nikiforov YE, Leeman-Neill RJ, Tronko MD, Chanock S, Mabuchi K, Likhtarov IA, Kovgan LM, Drozdovitch V, Little MP, Hatch M, Zablotska LB, Shpak VM, McConnell RJ, Brenner AV. Histopathological features of papillary thyroid carcinomas detected during four screening examinations of a Ukrainian-American cohort. *Br J Cancer*. 2015 Dec 1;113(11):1556-64. doi: 10.1038/bjc.2015.372.

2017

44. Peters KO, Tronko M, Hatch M, Oliynyk V, Terekhova G, Pfeiffer RM, Shpak VM, McConnell RJ, Drozdovitch V, Little MP, Zablotska LB, Mabuchi K, Brenner AV, Cahoon EK. Factors associated with serum thyroglobulin in a Ukrainian cohort exposed to iodine-131 from the accident at the Chernobyl nuclear plant. *Environ Res*. 2017 Jul;156:801-9. doi: 10.1016/j.envres.2017.04.014.
45. Tronko M, Brenner AV, Bogdanova T, Shpak V, Oliynyk V, Cahoon EK, Drozdovitch V, Little MP, Tereshchenko V, Zamotayeva G, Terekhova G, Zurnadzhi L, Hatch M, Mabuchi K. Thyroid neoplasia risk is increased nearly 30 years after the Chernobyl accident. *Int J Cancer*. 2017 Oct 15;141(8):1585-8. doi: 10.1002/ijc.30857.
46. Hatch M, Little MP, Brenner AV, Cahoon EK, Tereshchenko V, Chaikovska L, Pasteur I, Likhtarov I, Bouville A, Shpak V, Bolshova O, Zamotayeva G, Grantz K, Sun L, Mabuchi K, Albert P, Tronko M. Neonatal outcomes following exposure *in utero* to fallout from Chernobyl. *Eur J Epidemiol*. 2017 Dec;32(12):1075-88. doi: 10.1007/s10654-017-0299-y.
47. Tronko M, Brenner A, Bogdanova T, Shpak V, Hatch M, Likhtarev I, Bouville A, Oliynyk V, Zamotayeva G, Drozdovitch V, Zurnadzhy L, Little M, Tereshchenko V, Chanock S, Mabuchi K. Thyroid cancer risk in Ukraine following the Chernobyl accident (The Ukrainian-American cohort thyroid study). In: Yamashita S, Thomas G, editors. *Thyroid cancer and nuclear accidents: long-term aftereffects of Chernobyl and Fukushima*. Chapter 8. Academic Press; 2017. p. 77-86. doi: 10.1016/B978-0-12-812768-1.00008-3.

2018

48. Тронько МД, Пастер ІП, Замотаєва ГА, Лапікура ОВ, Hatch M, Mabuchi K. Створення бази даних Українсько-Американського проекту «Репродуктивні ефекти опромінення *in utero* в результаті аварії на Чорнобильській АЕС у йододефіцитних регіонах України». *Ендокринологія*. 2018 Березень 20;23(1):16-33 (Tronko MD, Pasteur IP, Zamotayeva GA, Lapikura OV, Hatch M, Mabuchi K. Creation of the database of the Ukrainian-American project «Reproductive effects of *in utero* exposure to Chernobyl fallout in an iodine deficient regions of Ukraine». *Endokrynologia*. 2018 Mar 20;23(1):16-33. Ukrainian).
49. Efanov AA, Brenner AV, Bogdanova TI, Kelly LM, Liu P, Little MP, Wald AI, Hatch M, Zurnadzy LY, Nikiforova MN, Drozdovitch V, Leeman-Neill R, Mabuchi K, Tronko MD, Chanock SJ, Nikiforov YE. Investigation of the relationship

- between radiation dose and gene mutations and fusions in post-Chernobyl thyroid cancer. *J Natl Cancer Inst.* 2018 Apr 1;110(4):371-8. doi: 10.1093/jnci/djx209. Erratum in: *J Natl Cancer Inst.* 2018 Jun 1;110(6):685. doi: 10.1093/jnci/djy066.
50. Corrigendum to «Investigation of the relationship between radiation dose and gene mutations and fusions in post-Chernobyl thyroid cancer». *J Natl Cancer Inst.* 2018 Jun 1;110(6):685. doi: 10.1093/jnci/djy066. Erratum for: *J Natl Cancer Inst.* 2018 Apr 1;110(4):371-8. doi: 10.1093/jnci/djx209.
51. Тронько МД, Пастер ІП, Замотаєва ГА, Масюк СВ. Українсько-Американський тиреоїдний проект: огляд наукових публікацій із питань епідеміології, дозиметрії та йодного забезпечення. *Ендокринологія.* 2018 Червень 20;23(2):154-66 (Tronko MD, Pasteur IP, Zamotayeva GA, Masiuk SV. The Ukrainian-American thyroid project: a review of scientific publications on epidemiology, dosimetry and iodine protection. *Endokrynologia.* 2018 Jun 20;23(2):154-66. Ukrainian).
52. Bogdanova TI, Saenko VA, Brenner AV, Zurnadzhy LY, Rogounovitch TI, Likhtarov IA, Masiuk SV, Kovgan LM, Shpak VM, Thomas GA, Chanock SJ, Mabuchi K, Tronko MD, Yamashita S. Comparative histopathologic analysis of «radiogenic» and «sporadic» papillary thyroid carcinoma: patients born before and after the Chernobyl accident. *Thyroid.* 2018 Jul;28(7):880-90. doi: 10.1089/thy.2017.0594.
53. Тронько МД, Пастер ІП, Замотаєва ГА. Українсько-Американський тиреоїдний проект: огляд наукових публікацій з питань клінічної патології. *Ендокринологія.* 2018 Вересень 20;23(3):242-50. Виправлення в: *Ендокринологія.* 2019 Квітень 12;24(1):101-2 (Tronko MD, Pasteur IP, Zamotayeva GA. The Ukrainian-American thyroid project: a review of scientific publications on clinical pathology. *Endokrynologia.* 2018 Sep 20;23(3):242-50. Erratum in: *Endokrynologia.* 2019 Apr 12;24(1):101-102. Ukrainian).

2019

54. Hatch M, Brenner AV, Cahoon EK, Drozdovitch V, Little MP, Bogdanova T, Shpak V, Bolshova E, Zamotayeva G, Terekhova G, Shelkovoy E, Klochkova V, Mabuchi K, Tronko M. Thyroid cancer and benign nodules after exposure *in utero* to fallout from Chernobyl. *J Clin Endocrinol Metab.* 2019 Jan 1;104(1):41-8. doi: 10.1210/jc.2018-00847.
55. Tronko M, Brenner AV, Bogdanova T, Shpak V, Cahoon EK, Drozdovitch V, Little MP, Tereshchenko V, Zamotayeva G, Terekhova G, Zurnadzhi L, Hatch M, Mabuchi K. Reply to letter: thyroid neoplasia after Chernobyl: a comment. *Int J Cancer.* 2019 Jun 1;144(11):2898. doi: 10.1002/ijc.32213.
56. Тронько МД, Замотаєва ГА, Пастер ІП, Масюк СВ. Українсько-Американський проект дослідження наслідків опромінення *in utero* внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС: огляд наукових публікацій. *Ендокринологія.* 2019 Грудень 20;24(4):346-59 (Tronko MD, Zamotayeva GA, Pasteur IP, Masyuk SV. The Ukrainian-American project for studying the consequences of an utero exposure to ionizing radiation as a result of the accident an the Chornobyl NPP: a review of scientific publications. *Endokrynologia.* 2019 Dec 20;24(4):346-59. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2019.24-4.346.

2021

57. Abend M, Pfeiffer RM, Port M, Hatch M, Bogdanova T, Tronko MD, Mabuchi K, Azizova T, Unger K, Braselmann H, Ostheim P, Brenner AV. Utility of gene expression studies in relation to radiation exposure and clinical outcomes: thyroid cancer in the Ukrainian-American cohort and late health effects in a MAYAK worker cohort. *Int J Radiat Biol.* 2021;97(1):12-8. doi: 10.1080/09553002.2020.1748739.
58. Morton LM, Karyadi DM, Stewart C, Bogdanova TI, Dawson ET, Steinberg MK, Dai J, Hartley SW, Schonfeld SJ, Sampson JN, Maruvka YE, Kapoor V, Ramsden DA, Carvajal-Garcia J, Perou CM, Parker JS, Krznaric M, Yeager M, Boland JF, Hutchinson A, Hicks BD, Dagnall CL, Gastier-Foster JM, Bowen J, Lee O, Machiela MJ, Cahoon EK, Brenner AV, Mabuchi K, Drozdovitch V, Masiuk S, Chepurny M, Zurnadzhy LY, Hatch M, Berrington de Gonzalez A, Thomas GA, Tronko MD, Getz G, Chanock SJ. Radiation-related genomic profile of papillary thyroid carcinoma after the Chernobyl accident. *Science.* 2021 May 14;372(6543):eabg2538. doi: 10.1126/science.abg2538.

2022

59. Тронько МД, Страфун ЛС, Терехова ГМ, Замотаєва ГА, Пастер ІП. Цитологічно підтверджений вузловий зоб у членів Українсько-Американського когортного дослідження: дескриптивний аналіз результатів обстеження за 1998-2015 роки. *Ендокринологія.* 2022 Березень 31;27(1):5-20 (Tronko MD, Strafun LS, Terekhova HM, Zamotayeva HA, Pasteur IP. Cytologically confirmed nodular goiter in members of the Ukrainian-American cohort research: descriptive analysis of survey results for 1998-2015. *Endokrynologia.* 2021 Mar 31;27(1):5-20. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2022.27-1.5.
60. Masiuk S, Chepurny M, Buderatska V, Ivanova O, Boiko Z, Zhadan N, Hatch M, Cahoon EK, Zamotayeva G, Shpak V, Tronko M, Drozdovitch V. Assessment of internal exposure to ¹³¹I and short-lived radioiodine isotopes and associated uncertainties in the Ukrainian cohort of persons exposed *in utero*. *J Radiat Res.* 2022 May 18;63(3):364-77. doi: 10.1093/jrr/rrac007.

2023

61. Masiuk S, Chepurny M, Buderatska V, Ivanova O, Boiko Z, Zhadan N, Mabuchi K, Cahoon EK, Little MP, Kukush A, Bogdanova T, Shpak V, Zamotayeva G, Tronko M, Drozdovitch V. Exposure to the thyroid from intake of radioiodine isotopes after the Chornobyl accident. Report I: revised doses and associated uncertainties for the Ukrainian-American cohort. *Radiat Res.* 2023 Jan 1;199(1):61-73. doi: 10.1667/RADE-21-00152.1.

62. Терехова ГМ, Страфун ЛС, Пастер ІІ, Замотаєва ГА, Тронько МД. Динамічне спостереження вузлового зоба в членів Українсько-Американської тиреоїдної когорти: аналіз результатів 6 циклів стандартизованого скринінгу. *Ендокринологія*. 2023 Березень 30;28(1):51-66 (Terekhova HM, Strafun LS, Pasteur IP, Zamotayeva HA, Tronko MD. Dynamic monitoring of nodular goiter in members of the Ukrainian-American thyroid cohort: analysis of the results of 6 cycles of standardized screening. *Endokrynologia*. 2023Mar 30;28(1):51-66. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2023.28-1.51.

2024

63. Bogdanova T, Rogounovitch TI, Zurnadzhy L, Mitsutake N, Tronko M, Ito M, Bolgov M, Chernyshov S, Gulevatyi S, Masiuk S, Yamashita S, Saenko VA. Characteristics and immune checkpoint status of radioiodine-refractory recurrent papillary thyroid carcinomas from Ukrainian Chernobyl Tissue Bank donors. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2024 Jan 8;14:1343848. doi: 10.3389/fendo.2023.1343848.
64. Morton LM, Lee OW, Karyadi DM, Bogdanova TI, Stewart C, Hartley SW, Breeze CE, Schonfeld SJ, Cahoon EK, Drozdovitch V, Masiuk S, Chepurny M, Zurnadzhy LY, Dai J, Krznaric M, Yeager M, Hutchinson A, Hicks BD, Dagnall CL, Steinberg MK, Jones K, Jain K, Jordan B, Machiela MJ, Dawson ET, Vij V, Gastier-Foster JM, Bowen J, Mabuchi K, Hatch M, Berrington de Gonzalez A, Getz G, Tronko MD, Thomas GA, Chanock SJ. Genomic characterization of cervical lymph node metastases in papillary thyroid carcinoma following the Chernobyl accident. *Nat Commun*. 2024 Jun 13;15(1):5053. doi: 10.1038/s41467-024-49292-z.
65. Cahoon EK, Grimm E, Mabuchi K, Mai JZ, Zhang R, Drozdovitch V, Hatch M, Little MP, Peters KO, Bogdanova TI, Shelkovoy E, Shpak VM, Terekhova G, Zamotayeva G, Pasteur IP, Masiuk SV, Chepurny M, Zablotska LB, McConnell R, O'Kane P, Tronko MD, Brenner AV. Prevalence of thyroid nodules in residents of Ukraine exposed as children or adolescents to iodine-131 from the Chernobyl accident. *Thyroid*. 2024 Jul;34(7):890-8. doi: 10.1089/thy.2023.0654.

2025

66. Lee OW, Karyadi DM, Hartley SW, Zhou W, Machiela MJ, Zamani SA, Zurnadzhy LY, Weinstein JN, Park YJ, Seo JS, Thomas GA, Bogdanova TI, Tronko MD, Morton LM, Chanock SJ. Somatic copy number deletion of chromosome 22q in papillary thyroid carcinoma. *Eur Thyroid J*. 2025 Jan 27;14(1):e240235. doi: 10.1530/ETJ-24-0235.
67. Masiuk S, Chepurny M, Buderatska V, Ivanova O, Boiko Z, Zhadan N, Chornovol H, Bolgov M, Shpak V, Tronko M, Cahoon EK, Chanock SJ, Bogdanova T, Morton LM, Drozdovitch V. Thyroid doses for the Chernobyl tissue bank: improved estimates based on revised methodology and individual residence and diet history. *Radiat Environ Biophys*. 2025 Mar;64(1):85-98. doi: 10.1007/s00411-024-01099-8.
68. Тронько МД, Замотаєва ГА, Шпак ВМ, Терехова ГМ, Лапікура ОВ, Діденко ЮА. Хронологія виконання та перспективи Українсько-Американського тиреоїдного Проєкту. *Ендокринологія*. 2025 Березень 30;30(1):78-88 (Tronko MD, Zamotayeva HA, Shpak VM, Terekhova HM, Lapikura OV, Didenko YuA. Chronology of implementation and prospects of the Ukrainian-American thyroid project. *Endokrynologia*. 2025 Mar 30;30(1):78-88. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2025.30-1.78.
69. Тронько МД, Замотаєва ГА, Шпак ВМ, Терехова ГМ, Лапікура ОВ, Пастер ІІ. Вузлова патологія у членів Українсько-Американської тиреоїдної когорти: дескриптивний аналіз випадків, вперше виявлених на 2-4 циклах скринінгових обстежень. *Ендокринологія*. 2025 Червень 30;30(2):153-64 (Tronko MD, Zamotayeva HA, Shpak VM, Terekhova HM, Lapikura OV, Pasteur IP. Nodular pathology in members of the Ukrainian-American thyroid cohort: a descriptive analysis of cases first detected in 2-4 screening cycles. *Endokrynologia*. 2025 Jun 30;30(2):153-64. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2025.30-2.153.
70. Karyadi DM, Bogdanova TI, Milder CM, Hartley SW, Lee OW, Dean M, Drozdovitch V, Cahoon EK, Masiuk S, Chepurny M, Zurnadzhy LY, Vij V, Kitahara CM, Thomas GA, Woloschak GE, Ramsden DA, Tronko MD, Chanock SJ, Morton LM. Distinctive molecular features of radiation-induced thyroid cancers. *Sci Adv*. 2025 Aug 22;11(34):eadw7680. doi: 10.1126/sciadv.adw7680.
71. Замотаєва ГА, Лапікура ОВ, Пастер ІІ. Селективне вибуття та репрезентативність в тиреоїдному когортному дослідженні: аналіз проходження тонкоігольової аспіраційної пункційної біопсії та хірургічного лікування пацієнтами з вузловими утвореннями щитоподібної залози. *Ендокринологія*. 2025 Грудень 30;30(4):325-41 (Zamotayeva HA, Lapikura OV, Pasteur IP. Selective attrition and representativeness in the thyroid cohort study: analysis of fine-needle aspiration biopsy and surgical treatment among participants with thyroid nodules. *Endokrynologia*. 2025 Dec 30;30(4):325-41. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2025.30-4.325.
72. Масюк СВ, Чепурний МІ, Будерацька ВБ, Іванова ОМ, Бойко ЗН, Жадан НС, Чорновол ГВ, Болгов МЮ, Шпак ВМ, Тронько МД, Богданова ТІ, Кар'яді Д, Відж В, Кахун ЕК, Чанок СДж, Мортон ЛМ, Дроздович В. Індивідуальні оцінки доз опромінення щитоподібної залози учасників геномного дослідження фолікулярних карцином та аденом, зареєстрованих у Чорнобильському банку тканин. Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2025 Грудень;(30):186-217 (Masiuk SV, Chepurny MI, Buderatska VB, Ivanova OM, Boiko ZN, Zhadan NS, Chornovol HV, Bolgov MY, Shpak VM, Tronko MD, Bogdanova TI, Karyadi D, Vij V, Cahoon EK, Chanock SJ, Morton LM, Drozdovitch V. Individual thyroid dose estimates for the genomic study of follicular carcinomas and adenomas in participants of the Chernobyl Tissue Bank. *Probl Radiac Med Radiobiol*. 2025 Dec;(30):186-217. English, Ukrainian). doi: 10.33145/2304-8336-2025-30-186-217.

2026

73. Тронько МД, Лапікура ОВ, Замотаєва ГА, Ковзун ОІ, Терехова ГМ, Пастер ІП. Українсько-Американське проспективне когортне дослідження стану тиреоїдної системи після аварії на Чорнобильській АЕС. *Ендокринологія*. 2026 Квітень 20;31(1):5-18 (Tronko MD, Lapikura OV, Zamotayeva GA, Kovzun OI, Terekhova HM, Pasteur IP. Ukrainian-American prospective cohort study of the state of thyroid system after the Chornobyl NPP accident. *Endokrynologia*. 2026 Apr 20;31(1):5-18. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.5.
74. Тронько МД, Лапікура ОВ, Замотаєва ГА, Терехова ГМ, Пастер ІП. Аналіз віддалених наслідків опромінення радіоїодом після аварії на Чорнобильській АЕС: захворюваність на доброякісну тиреоїдну патологію в Українсько-Американській когорті. *Ендокринологія*. 2026 Квітень 20;31(1):19-29 (Tronko MD, Lapikura OV, Zamotayeva GA, Terekhova HM, Pasteur IP. Analysis of long-term effects of radioiodine exposure after the Chornobyl nuclear power plant accident: incidence of benign thyroid pathology in a Ukrainian-American cohort. *Endokrynologia*. 2026 Apr 20;31(1):19-29. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.19.
75. Лапікура ОВ, Замотаєва ГА, Тронько МД. Формування, характеристика та довготривалий моніторинг когорти осіб, опромінених внутрішньоутробно внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. *Ендокринологія*. 2026 Квітень 20; 31(1):30-42 (Lapikura OV, Zamotayeva GA, Tronko MD. Formation, characteristics and long-term follow-up of a cohort exposed *in utero* following the Chornobyl accident. *Endokrynologia*. 2026 Apr 20;31(1):30-42. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.30.
76. Шелковой ЄА, Шпак ВМ, Лучицький ВЕ, Діденко ЮА, Тронько МД. Досвід довготривалого ультразвукового спостереження членів Українсько-Американської тиреоїдної когорти. *Ендокринологія*. 2026 Квітень 20; 31(1):43-53 (Shelkovoі YeA, Shpak VM, Luchytskyi VE, Didenko YuA, Tronko MD. Experience of long-term ultrasound observation of the Ukrainian-American thyroid cohort members. *Endokrynologia*. 2026 Apr 20;31(1):43-53. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.43.
77. Божок ЮМ, Зелінська ГВ, Шпак ВМ. Значення передопераційної цитологічної діагностики у виконанні завдань Українсько-Американського проекту дослідження раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні, спричинених аварією на Чорнобильській АЕС. *Ендокринологія*. 2026 Квітень 20;31(1):54-62 (Bozhok YuM, Zelinska GV, Shpak VM. The importance of preoperative cytological diagnostics in fulfilling the tasks of the Ukrainian-American project for studying cancer and other thyroid diseases in Ukraine caused by the Chernobyl accident. *Endokrynologia*. 2026 Apr 20;31(1):54-62. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.54.
78. Масюк СВ, Тронько МД, Чепурний МІ, Богданова ТІ, Бударецька ВБ, Замотаєва ГА, Жадан НС, Шпак ВМ, Чорновол ГВ, Болгов МЮ. Система реконструкції доз внутрішнього опромінення щитоподібної залози жителів України радіонуклідами йоду внаслідок аварії на ЧАЕС. *Ендокринологія*. 2026 Квітень 20;31(1):73-87 (Masiuk SV, Tronko MD, Chepurny MI, Bogdanova TI, Buderatska VB, Zamotayeva GA, Zhadan NS, Shpak VM, Chornovol HV, Bolgov MYu. System for reconstruction of internal thyroid doses of Ukrainian residents exposed to iodine radionuclides as a result of the Chornobyl accident. *Endokrynologia*. 2026 Apr 20;31(1):73-87. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.73.
79. Кравченко ВІ, Ковзун ОІ, Захарченко ТФ, Раков ОВ, Красніков ВІ, Тронько МД. Актуальні проблеми йодного забезпечення населення північного регіону України, що постраждав внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції. *Ендокринологія*. 2026 Квітень 20;31(1):88-96 (Kravchenko VI, Kovzun OI, Zakharchenko TF, Rakov OV, Krasnikov VI, Tronko MD. Current problems of iodine supply for the population of the northern region of Ukraine affected by the accident at the Chornobyl nuclear power plant. *Endokrynologia*. 2026 Apr 20;31(1):88-96. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.88.
80. Горох ЄЛ, Шпак ВМ, Сумкіна ОВ, Ришов АЮ, Федоренко ЗП, Гулак ЛО, Лапікура ОВ, Тронько МД. Ідентифікація випадків злоякісних новоутворень серед учасників епідеміологічних досліджень віддалених наслідків аварії на Чорнобильській АЕС. *Ендокринологія*. 2026 Квітень 20;31(1):97-103 (Gorokh EL, Shpak VM, Sumkina OV, Ryzhov AYU, Fedorenko ZP, Gulak LO, Lapikura OV, Tronko MD. Identification of cases of malignant tumors among participants of epidemiology studies of the long-term consequences of the Chornobyl accident. *Endokrynologia*. 2026 Apr 20;31(1):97-103. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.97.

**Список публікацій
за результатами виконання Українсько-Американського проекту
«Наслідки для здоров'я жінок української когорти, опромінених під час лактації
внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС»**

2022

1. Vij V, Shpak V, Zamotayeva G, Lapikura O, Ryzhov A, Gorokh E, Zhang R, Mabuchi K, Little MP, Drozdovitch V, Chizhov K, Masuik S, Preston D, Tronko M, Cahoon EK. Breast cancer risk in Ukrainian women exposed to Chornobyl fallout while pregnant or lactating: standardized incidence ratio analysis, 1998 to 2016. *Eur J Epidemiol*. 2022 Nov;37(11):1195-200. doi: 10.1007/s10654-022-00913-1.

2026

2. Замотаєва ГА, Лапікура ОВ, Пастер ІП, Тронько МД. Формування когорти та бази даних для епідеміологічного дослідження жінок, опромінених під час лактації внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. *Ендокринологія*. 2026 Квітень 20;31(1):104-115 (Zamotayeva GA, Lapikura OV, Pasteur IP, Tronko MD. Development of a cohort and database for an epidemiological study of women exposed during lactation as a result of the Chornobyl nuclear power plant accident. *Endokrynologia*. 2026 Apr 20;31(1):104-115. Ukrainian). doi: 10.31793/1680-1466.2026.31-1.104.

Упорядник – Пастер І.П.

Авторський покажчик
Українсько-Американського проекту
«Науковий проєкт вивчення раку та інших захворювань щитоподібної залози
в Україні в результаті аварії на Чорнобильській АЕС»
(українські автори)

Бобильова О.О. (Bobylyova O.O.)	2, 4	Кукуш О.Г. (Kukush A.G.)	36, 61
Богданова Т.І. (Bogdanova T.I.)	2, 4, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 28, 30, 32, 33, 34, 36, 37, 42, 43, 45, 47, 49, 52, 54, 55, 57, 58, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 70, 72, 78	Купцова Н.А. (Kuptsova N.A.)	17
Божок Ю.М. (Bozhok Y.M.)	18, 77	Лапікура О.В. (Lapikura O.V.)	48, 68, 69, 71, 73, 74, 75, 80
Бойко З.Н. (Boyko Z.N.)	27, 38, 60, 61, 67, 72	Ліхтарьов І.А. (Likhtarov I.A.)	2, 3, 4, 10, 11, 12, 15, 17, 20, 27, 30, 35, 36, 38, 41, 43, 46, 47, 52
Болгов М.Ю. (Bolgov M.Yu.)	63, 67, 72, 78	Лузанчук І.А. (Lusanchuk I.A.)	8, 35
Большова О.В. (Bolshova E.V.)	39, 46, 54	Лучицький В.Є. (Luchytskiy V.E.)	76
Будерацька В.Б. (Buderatska V.B.)	60, 61, 67, 72, 78	Марков В.В. (Markov V.V.)	2, 4, 10, 12, 15, 20, 26, 29
Герасименко В.Б. (Gerasymenko V.B.)	27, 38	Масюк С.В. (Masiuk S.V.)	27, 36, 38, 51, 52, 56, 58, 60, 61, 63, 64, 65, 67, 70, 72, 78
Горох Є.Л. (Gorokh Y.L.)	40, 80	Найда Ю.М. (Naida Y.M.)	16
Гулак Л.О. (Gulak L.O.)	80	Однотько Т.А. (Odnolko TA)	21, 22, 31
Гулеватий С.В. (Hulevatyi S.V.)	29, 63	Олійник В.А. (Olijnyk V.A.)	2, 4, 10, 12, 13, 14, 15, 20, 22, 23, 24, 26, 28, 30, 44, 45, 47
Дерев'яно А.А. (Derevyanko A.A.)	5, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 31	Осадців О.І. (Osadtsiv O.I.)	29
Діденко Ю.А. (Didenko Yu.A.)	68, 76	Пастер І.П. (Pasteur I.P.)	5, 19, 21, 22, 23, 24, 28, 31, 46, 48, 51, 53, 56, 59, 62, 65, 69, 71, 73, 74
Епштейн О.В. (Epshtein O.V.)	2, 4, 10, 12, 13, 14, 15	Раков О.В. (Rakov O.V.)	79
Жадан Н.С. (Zhadan N.S.)	60, 61, 67, 72, 78	Рижов А.Ю. (Ryzhov A.Yu.)	80
Замотаєва Г.А. (Zamotayeva G.A.)	4, 5, 15, 19, 21, 22, 23, 24, 28, 30, 31, 45, 46, 47, 48, 51, 53, 54, 55, 56, 59, 60, 61, 62, 65, 68, 69, 71, 73, 74, 75, 78	Ратія Г.Г. (Ratia G.G.)	27
Захарченко Т.Ф. (Zakharchenko T.F.)	79	Страфун Л.С. (Strafun L.S.)	59, 62
Звінчук О.В. (Zvinchuk O.V.)	10, 35, 40	Сумкіна О.В. (Sumkina O.V.)	80
Зелінська Г.В. (Zelinskaya A.V.)	18, 77	Талерко М.М. (Talerko N.N.)	6, 7, 38
Зурнаджі Л.Ю. (Zurnadzhi L.Y.)	13, 16, 18, 33, 37, 43, 45, 47, 49, 52, 55, 58, 63, 64, 66, 70	Терехова Г.М. (Terekhova G.M.)	12, 14, 15, 20, 22, 23, 24, 26, 44, 45, 54, 55, 59, 62, 65, 68, 69, 73, 74
Іванова О.М. (Ivanova O.M.)	27, 38, 60, 61, 67, 72	Терещенко В.П. (Tereshchenko V.P.)	2, 4, 5, 10, 12, 15, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 28, 30, 31, 36, 39, 40, 45, 46, 47, 55
Кайро І.А. (Kairo I.A.)	4	Тронько М.Д. (Tronko M.D.)	2, 4, 5, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80
Клочкова В.М. (Klochkova V.M.)	54		
Ковган Л.М. (Kovgan L.N.)	11, 17, 27, 35, 36, 38, 43, 52		
Ковзун О.І. (Kovzun O.I.)	73, 79		
Костін О.В. (Kostin O.V.)	4		
Кравченко В.І. (Kravchenko V.I.)	1, 8, 29, 35, 79		
Красніков В.І. (Krasnikov V.I.)	79		

Турчин В.І. (Turchin V.I.)	8	Чорновол Г.В. (Chornovol H.V.)	67, 72, 78
Федеренко З.П. (Federenko Z.P.)	40, 80	Шелковой Є.А. (Shelkovoі Ye.A.)	14, 16, 25, 54, 65, 76
Чайковська Л.В. (Chaikovska L.V.)	5, 19, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 31, 46	Шкляр С.В. (Shklyar S.V.)	36
Чепурний М.І. (Chepurny M.I.)	11, 27, 36, 38, 58, 60, 61, 64, 65, 67, 70, 72, 78	Шпак В.М. (Shpak V.M.)	2, 4, 5, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 30, 31, 36, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 52, 54, 55, 60, 61, 65, 67, 68, 69, 72, 76, 77, 78, 80
Чернишов С.В. (Chernyshov S.V.)	63		

**Авторський показник
Українсько-Американського проекту
«Наслідки для здоров'я жінок української когорти, опромінених під час лактації
внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС»
(українські автори)**

Горох Є.Л. (Gorokh Y.L.)	1	Масюк С.В. (Masiuk S.V.)	1	Тронько М.Д. (Tronko M.D.)	1, 2
Замотаєва Г.А. (Zamotayeva H.A.)	1, 2	Пастер І.П. (Pasteur I.P.)	2	Шпак В.М. (Shpak V.M.)	1
Лапікура О.В. (Lapikura O.V.)	1, 2	Рижов А.Ю. (Ryzhov A.Yu.)	1		

Багатогранність ефектів профілактики та лікування ЦД 2 типу



Глюкофаж®
оригінальний метформін¹

Глюкофаж® XR
оригінальний метформін¹



ЦД 2 типу - цукровий діабет 2 типу
1. <https://rx.ua/info/glyukofajh>

UA-GLUC-122024-150
UA-GLUX-00004

Скорочена інструкція для медичного застосування препаратів Глюкофаж®, Глюкофаж® XR

Діюча речовина: метформін гидрохлорид. Лікарська форма: Глюкофаж®: 1 таблетка, вкрита плівковою оболонкою, по 500 мг, 850 мг, 1000 мг. Глюкофаж® XR: 1 таблетка пролонгованої дії по 500 мг, 1000 мг. Фармакотерапевтична група: Пероральні гіпоглікемічні засоби, за виключенням інсулінів. Фармакологічні властивості. Метформін – бігуанід з антигіперглікемічним ефектом. Знижує рівень глюкози в плазмі крові як натще, так і після прийому їжі. Не стимулює секрецію інсуліну і не спричиняє гіпоглікемічного ефекту, опосередкованого цим механізмом. Показання. Глюкофаж®, Глюкофаж® XR: цукровий діабет 2-го типу при неефективності дієтотерапії та режиму фізичних навантажень, особливо у хворих із надлишковою масою тіла. Глюкофаж®: для зменшення ускладнень діабету в дорослих пацієнтів із цукровим діабетом 2-го типу і надмірною масою тіла як препарат першої лінії після неефективної дієтотерапії. Глюкофаж® XR: зменшення ризику або затримка початку цукрового діабету 2-го типу в дорослих пацієнтів. Протипоказання. Підвищена чутливість до метформіну або до будь-якого іншого компонента препарату; будь-який тип гострого метаболічного ацидозу (наприклад лактоацидоз, діабетичний кетацидоз); діабетична прекома; ниркова недостатність тяжкого ступеня (швидкість клубочкової фільтрації (ШКФ) < 30 мл/хв); гострі стани, перебіг яких супроводжується ризиком розвитку порушень функцій нирок, таких як зневоднення організму, тяжкі інфекційні захворювання, шок; захворювання, що можуть призводити до розвитку гіпоксії тканин (особливо гострі захворювання або загострення хронічної хвороби); декомпенсована серцева недостатність; дихальна недостатність, нещодавно перенесений інфаркт міокарда, шок; печінкова недостатність, гостре отруєння алкоголем, алкоголізм. Побічні реакції. Порушення смаку, розлади з боку травної системи, такі як нудота, блювання, діарея, біль у животі, відсутність апетиту (розділ скорочено, для детальної інформації див. Інструкцію для медичного застосування). Категорія відпуску: за рецептом. Р.п. МОЗ України. Глюкофаж®: № UA/3994/01/01, № UA/3994/01/02, № UA/3994/01/03. Глюкофаж® XR: № UA/3994/02/01, № UA/3994/02/02. Виробник: Глюкофаж®: Мерк Санте, Франція/Merck Santé, France або Мерк, СЛ, Іспанія / Merck SL, Spain. Глюкофаж® XR 500 мг: Мерк Санте, Франція/Merck Santé, France або Мерк Хелска КГГА, Німеччина/Merck HealthCare KGaA, Germany. Найменування та місцезнаходження уповноваженого представника: ТОВ «АСІНО УКРАЇНА», Україна, 03124, м. Київ, бульвар В. Гаввала, 8. Повна інформація міститься в інструкції для медичного застосування препарату. У разі виникнення побічних ефектів та запитань щодо безпеки застосування лікарського засобу просимо звертатися до відділу фармакологія ТОВ «АСІНО УКРАЇНА» за адресою: бульвар Василя Гаввала, 8, м. Київ, 03124, тел./факс: +38 044 281 2333. Інформація для медичних та фармацевтичних працівників, для розміщення у спеціалізованих виданнях для медичних установ та лікарів, а також для поширення на семінарах, конференціях, симпозіумах з медичної тематики.

ТОВ «АСІНО УКРАЇНА» | бульвар В. Гаввала, 8, Київ | 03124 |
Україна Компанія Acino Group, Швейцарія | www.acino.ua

Реклама

MERCK

acino

Вітапромпт® В12

Лікування різних форм дефіциту вітаміну В12

МАКСИМУМ У КОЖНІЙ ФОРМІ



**ДВІ ФОРМИ:
ТАБЛЕТКИ І АМПУЛИ**



50 ТАБЛЕТОК / 5 АМПУЛ



**МОЖНА ДІЛИТИ УПАКОВКУ
(5 БЛІСТЕРІВ)**



**ЗРОБЛЕНО
В
НІМЕЧЧИНІ**

mib

Company of the Dermapharm Group

Реклама

Вітапромпт®, таблетки, вкриті плівковою оболонкою, 50 таблеток. Будь ласка, зверніть увагу! Більш детальна інформація викладена в Інструкції для медичного застосування лікарського засобу, також її можна отримати у ТОВ «МІБЕ УКРАЇНА». Склад: 1 таблетка містить 1000 мкг ціанкобаламіну (вітамін В12). Показання: лікування дефіциту вітаміну В12 внаслідок неповноцінного харчування; довготривалого лікування синдрому дефіциту вітаміну В12, наприклад, внаслідок мальабсорбції; перорального лікування периферичної анемії та дефіциту вітаміну В12 з неврологічними симптомами після швидкої нормалізації рівня вітаміну В12 в крові за допомогою ін'єкцій вітаміну В12. Протипоказання: гіперчутливість до діючої речовини або до будь-якої з допоміжних речовин лікарського засобу, зазначених у розділі «Склад». Побічні реакції зафіксовані на тлі прийому: нечасто ($\geq 1/1000$, до $< 1/100$); тяжкі реакції підвищеної чутливості, які можуть проявлятися у вигляді кропив'янки, висипу або свербіжів на великих ділянках тіла. Детальна інформація про можливі побічні реакції та протипоказання міститься в Інструкції для медичного застосування лікарського засобу. Категорія відпуску: без рецепта. Реєстраційне посвідчення № УА/20713/01/01 наказ МОЗ України від 18.12.2024 № 2110.

Вітапромпт®, будь ласка, зверніть увагу! Більш детальна інформація викладена в Інструкції для медичного застосування лікарського засобу, також її можна отримати у ТОВ «МІБЕ УКРАЇНА». Склад: 1 мл розчину містить 1000 мкг ціанкобаламіну (вітамін В12). Показання: дефіцит вітаміну В12, який не можна компенсувати відповідною дієтою. Дефіцит вітаміну В12, який може проявлятися такими захворюваннями: гіперфоліонна макроцитарна мегалобластна анемія (периферіозна анемія, хвороба Аддисона-Бірмера), функціональний мієлоз. Лабораторно підтверджений дефіцит вітаміну В12, який може виникнути з наступних причин: виключення з раціону продуктів тваринного походження (наприклад, через сурпу вегетаріанську дієту); порушення всмоктування поживних речовин у тонкому кишечнику; синдром мальабсорбції через недостатнє вироблення внутрішнього фактора, захворювання кішкового відділу клубової кишки, напр. спру; зараження рибним солітером; синдром сліпої кишки; пеліа; вроджені порушення транспортування вітаміну В12. Протипоказання: гіперчутливість до діючої речовини або до будь-якої з допоміжних речовин лікарського засобу, зазначених у розділі «Склад». Детальна інформація про можливі побічні реакції та протипоказання міститься в Інструкції для медичного застосування лікарського засобу. Категорія відпуску: за рецептом. Реєстраційне посвідчення № УА/20713/02/01 наказ МОЗ України від 03.06.2025 № 918.

Інформація надається для медичних та фармацевтичних працівників виключно з метою ознайомлення. Перед застосуванням ознайомтесь з повним текстом інструкції. Виробник: mibe GmbH Arzneimittel, Німеччина. Представник в Україні: ТОВ «Мібе Україна»: 01021, м. Київ, Кловський узвіз, 13. Тел./факс: (044) 254-39-36.