



# HEALTH CONSEQUENCES IN THE DESCENDANTS OF THE PARENTS IRRADIATED BY RADIOIODINE AS A RESULT OF THE CHORNOBYL ACCIDENT

Prokhorova Ye.M., Atamaniuk N.P., Talko V.V.

## МЕДИЧНІ НАСЛІДКИ У НАЩАДКІВ БАТЬКІВ, ОПРОМІНЕНИХ РАДІОЙОДОМ У РЕЗУЛЬТАТІ АВАРІЇ НА ЧАЕС

**ПРОХОРОВА Є.М.,  
АТАМАНИУК Н.П.,  
ТАЛЬКО В.В.**  
Національний  
науковий центр  
радіаційної  
медицини НАМН  
України, м. Київ

УДК  
546.15:616036.886-  
053.3/.8:614.876

**Ключові слова:**  
аварія  
на ЧАЕС,  
йод-131,  
опромінення  
батьків, стан  
здоров'я  
нащадків.

У квітні Україна відзначила сумну дату: 30 років найбільшій у світі екологічній катастрофі, яка призвела до викиду у навколишнє середовище значної кількості радіоактивних речовин (викид лише радіоактивного йоду із четвертого зруйнованого блоку ЧАЕС становив 1,8 ЕБк) [1]. Ця подія стимулювала появу і розвиток нової хвилі радіобіологічних досліджень впливу радіації на організм.

Тривалий час після аварії значна частина населення перебувала під дією зовнішнього і внутрішнього опромінювання інкорпорованими радіонуклідами, що призвело до порушень системних і міжсистемних зв'язків в організмі безпосередньо опромінених ліквідаторів і їхніх нащадків та стало причиною розвитку багатьох захворювань, серед яких хвороби органів травлення, кровообігу, ендокринної системи, порушення обміну речовин, бронхолегенева патологія, психічні розлади, неврологічні ускладнення [2, 3]. Довготривалий моніторинг стану здоров'я постраждалих контингентів вказує на прогресуюче зростання загальної патології. За статистичними даними МОЗ і Державного реєстру України встановлено несприятливі зміни у стані здоров'я

дітей до 14 років, які народилися від опромінених батьків. Зростання показників захворюваності та поширеності захворювань у цих дітей відбувається більш швидкими темпами, ніж у дитячого населення України. Особливо це стосується ендокринних порушень [4]. Негативний вплив комплексу чинників Чорнобильської аварії на ендокринну систему призвів до розвитку гормональних порушень енергетичних механізмів регуляції маси тіла, зміни поведінкових харчових реакцій, збільшення випадків формування надлишку маси тіла, дисліпідемій, оксидативного стресу, що опосередковано сприяло виникненню порушень жирового, вуглеводного обміну та інших патологічних станів [5]. За даними клінічних досліджень багатьох фахівців, у т.ч. і співробітників ННЦРМ, серед хвороб ендокринної системи, розладу харчування та порушення обміну речовин найпоширенішими є захворювання щитоподібної залози (ЩЗ). Патологія ЩЗ посідає провідне місце серед радіаційно-індукованих порушень здоров'я у чорнобильського контингенту, у т.ч. їхніх нащадків [6, 7]. Частота захворювання ЩЗ у нащадків опромінених батьків становила 45,3% проти 28,8% у дітей неопромінених осіб [8]. У кожній третій дитині виявляли прояви пубертатного диспитуїтаризму, зумовленого певними нейроендокринними розладами на рівні гіпоталамо-гіпофізарно-тиреоїдної та гіпоталамо-гіпофізарно-гонадної систем через порушення синхронності дозрівання ядер гіпоталамуса. Це призводить до тривалої неритмічної стимуляції передньої частки гіпофіза та підвищення секреції тропних гормонів. Відповідно виникає гіперстимуляція функції органів-мішеней, що стає основою розвитку дисрегуляторних розладів пубертатного періоду і може призводити до виник-

**МЕДИЦИНСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ У ПОТОМКОВ РОДИТЕЛЕЙ, ОБЛУЧЕННЫХ РАДИОЙОДОМ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧАЭС**  
**Прохорова Е.М., Атаманюк Н.П., Талько В.В.**

*Национальный научный центр радиационной медицины  
НАМН Украины, г. Киев*

*Обсуждаются вопросы возникновения нарушений в организме потомков облученных родителей в результате воздействия радиоактивного йода вследствие аварии на ЧАЭС. Сделан вывод о спорности и неоднозначности литературных данных относительно трансгенерационных эффектов облучения.*

**Ключевые слова:** авария на ЧАЭС, йод-131, облучение родителей, состояние здоровья потомков.

**HEALTH CONSEQUENCES IN THE DESCENDANTS OF THE PARENTS IRRADIATED BY RADIOIODINE AS A RESULT OF THE CHORNOBYL ACCIDENT**

**Prokhorova Ye.M., Atamaniuk N.P., Talko V.V.**

*National Scientific Center of Radiation Medicine, NAMSU, Kyiv*

*The issues of the beginning of the disorders in the organisms of the descendants of the parents, irradiated by radioactive iodine after the Chernobyl accident, are discussed in the article.*

*A conclusion about debatableness and ambiguity of literary data on the transgenerative effects of irradiation has been drawn.*

**Keywords:** accident at the Chernobyl nuclear power plant, iodine-131, irradiation of the parents, descendant's state of health.

© Прохорова Є.М., Атаманюк Н.П., Талько В.В. СТАТТЯ, 2017.



нення захворювань щитоподібної залози та порушень сомато-статевого розвитку [9, 10].

Йод-131 є одним з найнебезпечніших радіонуклідів у випадку внутрішнього опромінення населення. Особливо чутливіми до впливу несприятливих чинників навколишнього середовища, у т.ч. до опромінення за рахунок інкорпорованих ізотопів йоду, є діти. Вже з початку 1990-х років і дотепер стан здоров'я дітей опромінених ліквідаторів є предметом дослідження багатьох вітчизняних і зарубіжних дослідників [11-15]. Когорту дітей, народжених опроміненими радіоїодом та іншими радіонуклідами батьками, автори цих публікацій оцінюють як групу не лише підвищеного ризику формування тиреоїдної патології, але й потенційного ризику порушень сомато-статевого розвитку, що вимагає тривалого ендокринологічного моніторингу. Оскільки минуло вже 30 років після аварії, опромінені діти самі стали батьками, і на сьогодні від опромінених батьків народилося друге покоління, чий гормональний статус також потребує ретельного вивчення.

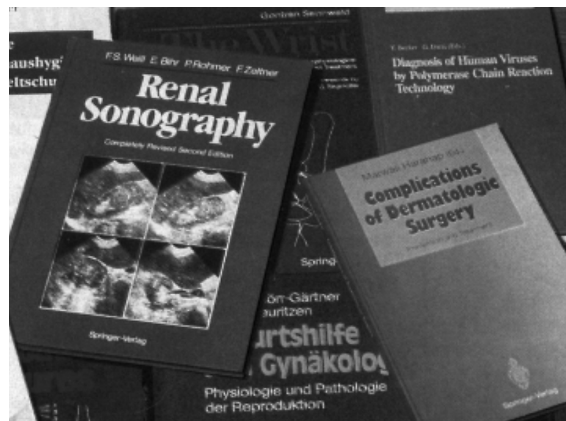
За спостереженнями дослідників, діти, народжені від обох внутрішньо опромінених батьків, також несуть тягар опромінення інкорпорованими радіонуклідами, що впливає на перебіг фізіологічних процесів, викликає у них зміни, що сприяють формуванню явищ дезадаптації і ранньої хронізації хвороб [16].

Проведені співробітниками ННЦРМ спостереження на різних рівнях дослідження за станом здоров'я дітей, народжених від осіб, опромінених у дитячому віці у результаті аварії на ЧАЕС, свідчать, що наслідки аварії впливають на здоров'я наступних поколінь [17, 18]. Встановлено, що такі діти характеризуються низьким рівнем здоров'я. У них частіше, ніж у контролі, зустрічаються морфогенетичні варіанти з множинними малими аномаліями розвитку. У цих дітей визначалася тенденція до збільшення частоти порушень вентиляційної здатності легенів та бронхіальної гіперреактивності, виявлялися зміни показників нереспіраторних функцій легенів, зниження біоелектричної активності та

функціональних резервів м'язової тканини, незадовільна адаптація серцево-судинної системи до умов навколишнього середовища. Співвідношення показників вегетативної регуляції серцевого ритму вказують на наявність дисбалансу. Проведені дослідження показали, що відбуваються зміни у центральних та периферичних ланках нейрогуморальної регуляції. Клінічно вони проявляються ожирінням, інсуліно- та лептинорезистентністю, порушенням тиреоїдного метаболізму, змінами становлення менструального циклу на тлі відносного зменшення розмірів яєчників, неоднорідністю їхніх ехоструктур. Ці зміни призводять до дисфункціональних розладів, які у майбутньому можуть викликати порушення репродуктивної системи у жінок та фертильності у чоловіків [19]. Встановлено наявність швидкого виснаження симпатико-адреналової системи. У дітей у гастродуоденальній зоні спостерігалися зміни слизової оболонки атрофічного, ерозивного та геморагічного характеру. Наукові публікації багатьох медичних колективів України, Росії, Білорусі (країн колишнього Радянського Союзу, які найбільше постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС) свідчать про порушення і розвиток патології у дітей ліквідаторів на усіх можливих рівнях: молекулярному, хромосомному, біохімічному, генетичному, фізіологічному, психологічному тощо. Автори пов'язують виявлені зміни в організмі дітей зі спадковими генетичними наслідками опромінення [20-26]. Внаслідок "радіоїодного удару" у перші 2-3 місяці після аварії у Росії найбільше постраждали окремі райони Брянської, Калужської, Тульської та Орловської областей [27]. І саме у цих областях у дев'яностих

роках спостерігалось суттєве зростання захворюваності на рак щитоподібної залози серед дітей, внутрішньо опромінених радіоізотопами йоду. Аналіз стану проблеми впливу внутрішнього опромінення батьків на стан здоров'я віддалених поколінь свідчить про те, що ця складна проблема залишається не вивченою достатньою мірою, особливо у питанні впливу на здоров'я нащадків інкорпорованого йоду-131, концентрація якого у найбільшій кількості була в атмосфері після вибуху на ЧАЕС [1]. При інкорпорації радіонуклідів опромінення органів і тканин, як правило, має нерівномірний характер не лише на рівні організму, але й в окремих органах і тканинах внаслідок нерівномірного мікророзподілу у них радіонуклідів. Локальні дози можуть суттєво перевищувати середні, за якими оцінюють ефективну дозу і небезпеку опромінення організму загалом. Цей фактор може суттєво впливати на біологічні ефекти, зумовлені дією іонізуючої радіації. Відомо, що концентрація йоду (у т.ч. і радіоактивного) у ЩЗ при внутрішньому попаданні до організму інгаляційним шляхом або з продуктами харчування у сотні разів перевищує його накопичення в інших органах і тканинах. Руйнівну дію йоду-131 створюють бета-частинки, які мають незначну довжину пробігу у тканинах (до 12 мм) і поглинаються на 90% тканиною ЩЗ [28]. Через це у щитоподібній залозі дітей і підлітків сформувалися досить великі поглинуті дози, які призвели до виникнення радіоіндукованих ефектів, у т.ч. раку.

Ураження щитоподібної залози, стан якої залежить від йодного обміну в організмі, є одним з найбільш негативних ефектів внутрішнього опромі-



## ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

нення, оскільки йод-131 найбільше вплинув на формування поглинутої дози на щитоподібну залозу у початковий період після аварії. Під радіаційний вплив Чорнобильської аварії так чи інакше потрапили практично усі жителі України, проте найбільшого впливу аварійного радіоактивного викиду йоду зазнали особи, які на момент аварії були дітьми або підлітками [29]. Співробітники ННЦРМ, застосовуючи тривірневу систему реконструкції доз опромінення щитоподібної залози населення України у результаті Чорнобильської аварії, визначили, що середні дози опромінення в усіх гендерно-вікових групах для різних областей України лежать в інтервалі від 3 мГр у Закарпатській області до 87 мГр у Житомирській [30].

Згідно з даними Ю.І. Москальова [31], паренхіматозні клітини щитоподібної залози є відносно радіорезистентними. Більшість порушень пояснюється пошкодженням тонкої судинної сітки. Після опромінення у помірних дозах регенерація фолікулярного епітелію відбувається досить швидко, проте при опроміненні у високих дозах спостерігається прогресивна дегенерація, втрата функції щитоподібної залози і розвиток склерозу судин. Зазвичай активність поділу паренхіматозних клітин щитоподібної залози невелика, тому ранньої загибелі клітин після променевого впливу не спостерігається, але разом з тим розвивається прогресуюча атрофія паренхіми, яка призводить до розвитку гіпотиреозу. Через ураження дрібних судин залози можуть спостерігатися ранні радіонекрози, але за умов опромінення її у надвисоких дозах, за яких відбуваються пізні зміни епітеліальних клітин.

Проте аналіз причин, які викликають певні порушення, свідчить про неоднозначність і навіть парадоксальність отриманих результатів, особливо тих, що стосуються трансгенераційних ефектів. Окремі роботи авторів з радіаційної генетики свідчать, що опромінення батьків у малих дозах призвело до виникнення геномної нестабільності в їхніх дітей. На думку авторів, це може впливати на зростання захворюваності дітей опромінених батьків [32]. Аналогічну думку висловлюють

співробітники ННЦРМ, які вказують, що виявлення хромосомної нестабільності у нащадків батьків, опромінених внаслідок Чорнобильської катастрофи [33], свідчить про можливість розвитку у них патологічних змін у здоров'ї. Декларовані зміни і порушення у здоров'ї дітей від опромінених батьків автори відносять саме за рахунок радіаційного фактора. Ця теза підтверджується постановами таких авторитетних форумів, як рішення V з'їзду з радіаційних досліджень, що відбувся 2006 року у Москві [34]. Усі зміни у здоров'ї дітей ліквідаторів Чорнобильської аварії, на які вказується у документі, віднесено до радіаційнозумовлених.

Разом з тим, у звітах НКДАР (Наукового комітету з дії атомної радіації при ООН, який вважається найбільш компетентним міжнародним органом у цій галузі) різних років (1993, 2001, 2006, 2010, 2011) відзначалося, що немає прямих доказів спадкових ефектів радіації на популяції людей. У звітах підкреслювалося, що не було показано несприятливих репродуктивних наслідків ані для людей, які вижили після атомних бомбардувань, ані для жінок, опромінених з приводу гемангіом, а також не було описано спадкових ефектів опромінення після аварії на ЧАЕС [35]. У документах зазначається, що на здоров'я дітей ліквідаторів можуть впливати фактори повсякденного життя: нерадіаційної природи (стрес, соціальні проблеми тощо), які викликають не спадкові, а набуті порушення. Таку ж точку зору висловлюють автори оглядових статей, які пояснюють частоту відхилень і патологій у нащадків опромінених батьків впливом нерадіаційних факторів [36, 37].

Таким чином, у роботах з трансгенераційного впливу радіації на стан здоров'я нащадків опромінених батьків існує певна розбіжність у визначенні факторів, які зумовлюють цей вплив. Незважаючи на зафіксоване погіршення стану здоров'я нащадків більшістю дослідників вони по-різному інтерпретують можливість впливу радіаційного фактора. Відповідь на можливість трансгенераційного впливу радіації можуть дати експери-

ментальні дослідження, в яких виключений вплив нерадіаційних факторів. Пошук експериментальних даних щодо змін в організмі потомства опромінених тварин та їх зіставлення з клінічними змінами у нащадків не дав позитивних результатів. Наші попередні експериментальні дослідження впливу внутрішнього опромінення щурів йодом-131 на показники стану організму потомства першого та другого покоління не виявили суттєвих порушень [38]. Тому ці дослідження потребують глибшого вивчення і аналізу даних у співставленні з клінічними змінами.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Likhtarev I.A., Shandala N.K., Gulko G.M. Kairo I.A., Chepurny N.I. Ukrainian thyroid doses after the Chernobyl accident. *Health Physics*. 1993. № 6 (64). P. 594-599.
2. Медичні наслідки Чорнобильської катастрофи: 1986-2011 / за ред. А.М. Сердюка, В.Г. Бебешка, Д.А. Базики. Тернопіль: Укрмедкнига, 2011. 1092 с.
3. Сушко В.О., Швайко Л.І., Базики К.Д., Ряжська А.С., Стаднійчук О.М., Апостолюва О.В. Довготривалі дослідження бронхолегеневої патології в учасників ліквідації аварії на Чорнобильській АЕС. *Науково-практична конференція за міжнародної участі "Радіоекологія-2014": зб. матеріалів*. Київ, 2014. С. 268-273.
4. Коренев М.М., Кашалда Д.А., Бориско Г.О., Череватова С.Х., Бондаренко В.А., Калмикова Н.В., Співак Т.В. Взаємозв'язок показників гормональної регуляції і обмінних процесів у дітей з сімей радіаційного ризику. *Український радіологічний журнал*. 2010. № 3. С. 296-298.
5. Дерев'янюк Л.П., Атаманюк Н.П., Талько В.В., Родінова Н.К., Камінський О.М., Ваколюк К.О. Роль гормонів окремих структур головного мозку у регуляції енергетичного обміну в осіб з надлишковою масою тіла, які постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС. *Гігієна населених місць: зб. наук. пр.* К., 2007. Вип. 49. С. 426-430.
6. Kovalenko O., Kopylova O., Afanasyev D. Thyroid and reproductive system in children exposed to ionizing radiation after the Chernobyl NPP acci-

dent and in offspring of exposed parents. *Health effects of the Chernobyl Accident – a Quarter of Century Aftermath*. Kyiv: DIA. 2011. P. 591-610.

7. Tronko M., Bogdanova T., Saenko V., Thomas G.A., Likhhtarov I., Yamashita S. (eds.) *Thyroid cancer in Ukraine after Chernobyl: dosimetry, epidemiology, pathology, nuclear biology*. Nagasaki, Japan : IN-TEX. 2014. 175 p. URL : <http://naosite.lb.nagasaki-u.ac.jp/dspace/handle/10069/34349>

8. Коваленко О.М., Афанасьев Д.Є., Чикалова І.Г., Камінський О.В., Самойлов О.О., Муравйова І.М., Рожківська Л.В., Ваколюк К.О., Тегла О.В., Ульяновченко І.В. Незлоякісні тиреоїдні ефекти аварії на Чорнобильській атомній електростанції. *Медичні наслідки аварії на Чорнобильській атомній електростанції* / за ред. О.Ф. Возіанова, В.Г. Бебешка, Д.А. Базики. Київ : ДІА, 2007. С. 138-155.

9. Копилова О.В., Степаненко О.А. Особливості функціонування гіпоталамо-гіпофізарно-тиреоїдної системи у дітей, народжених від осіб, опромієних внаслідок аварії на ЧАЕС. *Український радіологічний журнал*. 2015. № 3. С. 58-60.

10. Wojarskaja O.J., Kopylova O.V. Exaggerated thyroid stimulating hormone secretion in children exposed to the Chernobyl nuclear reactor catastrophe. *J. Pediatr. Endocrine. and Metabol.* 2008. Vol. 21. P. 165-171.

11. Копилова О.В., Степаненко О.А., Цвет Л.О., Мацюк І.В. Особливості статевого розвитку дітей з клінічними проявами інсуліно- та лептино-резистентності, народжених від осіб, опромієних у дитячому віці внаслідок аварії на ЧАЕС. *Український радіологічний журнал*. 2010. № 3. С. 294-296.

12. Плехова Е.И., Шляхова Н. В. Характеристика иммуногормональных взаимосвязей на этапе позднего созревания у подростков и потомков ликвидаторов последствий Чернобыльской катастрофы. *Пробл. эндокринной патол.* 2011. № 2. С. 12-16.

13. Балева Л.С., Яковлева И.Н., Сипягина А.Е., Карахан Н.М., Данилычева Л.И., Землянская З.К., Головина Г.Е. Морфофункциональные изменения щитовидной железы у

детей, облученных в результате аварии на Чернобыльской АЭС, и детей-потомков облученных родителей. *Вопр. практ. педиатрии*. 2012. Т. 7, № 4. С. 13-16.

14. Coretchi L., Bahnarel I., Ursulean I., Cornescu A., Botezatu N., Belic G. Evaluarea starii de sanatate a copiilor nascuti in familiile participantilor la lichidarea consecintelor accidentului nuclear de la Cornobyl. *Sanatate publica, econ. si manag. med.* 2011. № 2. P. 7-9.

15. Livshits L.A., Malyarchuk S.G., Kravchenko S.A., Matsuka G.H., Lukyanova E.M., Antipkin Y.G., Arabskaya L.P., Petit E., Giraudeau F., Gourmelon P., Vergnaud G., LeGuen B. Children of Chernobyl cleanup workers do not show elevated rates of mutations in minisatellite alleles. *Radiat Res*. 2001. № 1 (155). Pt. 1. P. 74-80.

16. Арабская Л.П., Задорожная Т.Д., Антипкин Ю.Г., Ещенко О.И. Состояние фетоплацентарного комплекса и здоровья детей в зависимости от инкорпорирования радионуклидов в организме. *III съезд по радиационным исследованиям*: тез. докл. Пушино, 1997. Т. 1. С. 428-429.

17. Stepanova Ye., Kondrashova V., Kolpakov I., Vdovenko V., Leonovich O., Litvinets O. Children born to radiation exposed parents // Health effects of the Chernobyl Accident – a Quarter of Century Aftermath. Kyiv: DIA, 2011. P. 581-590.

18. Степанова Є., Вдовенко В., Кондрашова В., Колпаков І. Динаміка показників здоров'я дітей, народжених у батьків, опромієних внаслідок аварії на ЧАЕС. *Міжнародна науково-практична конференція з питань соціального захисту громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи* : тези доп. Київ : Соцінформ, 2008. С. 80-81.

19. Копилова О.В., Камінський О.В., Афанасьев Д.Є. Стан гіпоталамо-гіпофізарної регуляції тиреоїдної та репродуктивної систем дітей, народжених від осіб, які були дітьми на момент аварії на ЧАЕС. *VI з'їзд радіобіологічного товариства України* : тези доп. (Київ, 5-9 жовтня 2015). Київ, 2015. 67 с.

20. Степанова Є.І., Вдовенко В.Ю., Колпаков І.Є., Кондрашова В.Г. Діти, які народилися в опромієних

батьків. *Медичні наслідки Чорнобильської катастрофи: 1986-2011: монографія* / за ред. А.М. Сердюка, В.Г. Бебешка, Д.А. Базики. Тернопіль : ТДМУ, 2011. С. 786-788.

21. Дуброва Ю.Е. Нестабильность генома среди потомков облученных родителей. Факты и их интерпретация. *Генетика*. 2006. № 10 (42). С. 1335-1347.

22. Воробцова И.Е. Трансгенерационная передача радиационноиндуцированной нестабильности генома. *Радиац. биология. Радиозэкология*. 2006. № 4 (46). С. 441-446.

23. Сусков И.И., Кузьмина Н.С., Сускова В.С. и др. Индивидуальные особенности трансгенерационной геномной нестабильности у детей ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС (цитогенетические и иммуногенетические показатели). *Радиац. биология. Радиозэкология*. 2008. № 3 (48). С. 278-286.

24. Лягинская А.М., Туков А.Р., Осипов В.А. и др. Врожденные пороки развития у потомства ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС. *Радиац. биология. Радиозэкология*. 2009. № 6 (49). С. 694-702.

25. Агаджанян А.В. Изучение трансгенерационного феномена геномной нестабильности у детей ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС : дис. канд. биол. наук / Рос. ун-т Дружбы народов. М., 2008. 169 с.

26. Соннов В.В. Иммунный статус детей, родившихся в семьях ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС, проживающих в промышленном регионе Донбасса. *Вестник проблем биологии и медицины*. 1997. № 21. С. 35-41.

27. Цыб А.Ф., Матвеев Е.Г., Горобец В.Ф., Боровикова М.П., Темникова Е.И., Горобец Н.Я. Динамика морфофункционального состояния щитовидной железы у внутриутробно облученных детей из юго-западного региона Калужской области в течение первого десятилетия после Чернобыльской аварии. *Радиация и риск*. 2001. Вып. 12. С. 42-47.

28. Гарбузов П.И., Дроздовский Б.Я., Родичев А.А., Тимохина О.В., Подольхова Н.В. Радиойодтерапия рака щитовидной железы. *Радиационная*

физика и биологические эффекты радиойода. Обнинск, 2007. С. 124-128.

29. Likhtarev I., Bouville A., Kovgan L. et al. Questionnaire- and Measurement-Based Individual Thyroid Doses in Ukraine Resulting from the Chernobyl Nuclear Reactor Accident. *Radiation Research*. 2006. Vol. 166. P. 271-286.

30. Ковган Л.М., Ліхтарьов І.А., Чепурний М.І. Трирівнева система реконструкції доз опромінення щитоподібної залози населення України внаслідок Чорнобильської катастрофи. *Довкілля та здоров'я*. 2005. № 1. С. 39-43.

31. Москалев Ю.И. Отдаленные последствия ионизирующих излучений. Москва : Медицина, 1991. 464 с.

32. Aghajanian A., Kuzmina N., Sipiogyna A., Baleva L., Suskov I. Analysis of genomic instability in the offspring of fathers exposed to low doses of ionizing radiation. *Environ. and Mol. Mutagenes*. 2011. № 7 (52). P. 538-546.

33. Пілінська М.А., Дибський С.С., Дибська О.Б., Педан Л.Р. Виявлення хромосомної нестабільності у нащадків батьків, опромінених внаслідок Чорнобильської катастрофи. *Цитологія і генетика*. 2005. № 4. С. 32-40.

34. Решение V съезда по радиационным исследованиям. Москва, 2006 г. *Радиационная биология. Радиоэкология*. 2006. № 4 (46). С. 508-510.

35. Котеров А.Н., Бирюков А.П. Дети ликвидаторов аварии на Чернобыльской атомной электростанции. 1. Оценка принципиальной возможности зарегистрировать радиационные эффекты. *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. 2012. Т. 57, № 1. С. 58-79.

36. Котеров А.Н., Бирюков А.П. Дети участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции. Сообщение 2. Частота отклонений и патологий и их связь с нерадиационными факторами. *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. 2012. № 2 (57). С. 51-77.

37. Котеров А.Н. Возможность обусловливания нерадиационными факторами аномалий, зарегистрированных у потомков лиц, облученных в малых

дозах в результате аварии на ЧАЭС. *Биологические эффекты малых доз ионизирующей радиации и радиоактивное загрязнение среды : матер. Междунар. конф.* Сыктывкар, 2009. С. 330-333.

38. Талько В.В., Копылова О.В., Прохорова Е.М., Бойко О.А., Атаманюк Н.П., Ватлицова О.С., Неумержицкая Л.В., Дрозд И.П., Липская А.И., Плескач О.Я., Чумаков А.А. Тиреоидная и репродуктивная системы у потомков облученных йодом-131 родителей (клиническое и экспериментальное исследование). *Материалы Международной научной конференции „Чернобыль: 30 лет спустя”* (Гомель, 21-22 апреля 2016 г.). Гомель, 2016. С. 203-206.

#### REFERENCES

1. Likhtarev I.A., Shandala N.K., Gulko G.M., Kairo I.A. and Chepurny N.I. *Health Physics*. 1993 ; 6 (64) : 594- 599.

2. Serdiuk A.M., Bebeszko V.H. and Bazyka D.A. (eds.). *Medychni naslidky Chornobylskoi katastrofy : 1986-2011 [Medical Consequences of the Chernobyl Catastrophe : 1986-2011]*. Ternopil : Ukrmedknyha ; 2011 : 1092 p. (in Ukrainian).

3. Sushko V.O., Shvaiko L.I., Bazyka K.D., Riazhska A.S., Stadniichuk O.M. and Apostolova O.V. *Dovhotryvali doslidzhenia bronkholehenevoi patolohii u uchasnykh likvidatsii avarii na Chornobylskii AES [Long-Term Research of Bronchopulmonary Pathology in the Participants of the Liquidation of the Accident at the Chernobyl NPP]*. In : *Radioekolohiia-2014 : Naukovo-praktychna konferentsiia [Radioecology -2014: Scientific and-Research Conference]*. Kyiv ; 2014 : 268-273 (in Ukrainian).

4. Koreniev M.M., Kshalda D.A., Borysko H.O., Cherevatova S.Kh., Bondarenko V.A., Kalmykova N.V. and Spivak T.V. *Ukrainskyi radiolohichnyi zhurnal*. 2010 ; 3 : 296-298 (in Ukrainian).

5. Derevianko L.P., Atamaniuk N.P., Talko V.V., Rodionova N.K., Kaminskyi O.M. and Vakoliuk K.O. Rol hormoniv okremykh struktur holovnoho mozku v rehuliacii enerhetychnoho obminu u osib z nadlyshkovoiu masoiu tila, yaki postrazhdaly vnaslidok avarii na ChAES [The Role of Hormones of the Separate Structures of

Brain in the Regulation of Energy Exchange in the Overweight Persons Suffered from the Consequences of the Accident at the Chernobyl NPP]. In : *Hihiiena naselenykh mists [Hygiene of Settlements]*. Kyiv ; 2007 ; 49 : 426-430 (in Ukrainian).

6. Kovalenko O., Kopylova O. and Afanasyev D. Thyroid and Reproductive System in Children Exposed to Ionizing Radiation after the Chernobyl NPP Accident and in Offspring of Exposed Parents. In : *Health Effects of the Chernobyl Accident – a Quarter of Century Aftermath*. Kyiv : DIA ; 2011 : 591-610.

7. Tronko M., Bogdanova T., Saenko V., Thomas G.A., Likhtarov I., Yamashita S. (eds.) *Thyroid Cancer in Ukraine after Chernobyl: Dosimetry, Epidemiology, Pathology, Nuclear Biology*. Nagasaki, Japan : IN-TEX ; 2014 : 175 p. URL : <http://naosite.lb.nagasaki-u.ac.jp/dspace/handle/10069/34349>

8. Kovalenko O.M., Afanasyev D.Ye., Chykalova I.H., Kaminskyi O.V., Samoilo O.O., Muraviova I.M., Rozhkovska L.V., Vakoliuk K.O., Tepla O.V. and Ulianchenko I.V. *Nezloiakisni tyroidni efekty avarii na Chornobylskii atomnii elektrostantsii [Non-Malignant Thyroid Effects of the Accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant]*. In : *Medychni naslidky avarii na Chornobylskii atomnii elektrostantsii [Medical Consequences of the Accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant]*. Kyiv : DIA ; 2007 : 138-155 (in Ukrainian).

9. Kopylova O.V. and Stepanenko O.A. *Ukrainskyi radiolohichnyi zhurnal*. 2015 ; 3 : 58-60 (in Ukrainian).

10. Bojarskaja O.J., Kopylova O.V. *J. Pediatr. Endocrine. and Metabol.* 2008 ; 21 : 165-171.

11. Kopylova O.V., Stepanchenko O.A., Tsvet L.O. and Matsiuk I.V. *Ukrainskyi radiolohichnyi zhurnal*. 2010 ; 3 : 294-296 (in Ukrainian).

12. Plekhova E.I. and Shliakhova N. V. *Probl. endokrinnoi patol.* 2011 ; 2 : 12-16 (in Russian).

13. Baleva L.S., Yakovleva I.N., Sipiagina A.E., Karakhan N.M., Danilycheva L.I., Zemlianskaya Z.K. and Golovina G.E. *Vopr. prakt. pediatrii*. 2012 ; 7 (4) : 13-16 (in Russian).

14. Coretchi L., Bahnarel I.,

Ursulean I., Cornescu A., Botezatu N. and Belic G. *Sanatate publica, econ. si manag. med.* 2011 ; 2 : 7-9 (in Moldovan).

15. Livshits L.A., Malyarchuk S.G., Kravchenko S.A., Matsuka G.H., Lukyanova E.M., Antipkin Y.G., Arabaskaya L.P., Petit E. et al. *Radiat Res.* 2001 ; 1 (155) ; Pt. 1 : 74-80.

16. Arabaskaia L.P., Zadorozhnaia T.D., Antipkin Yu.G. and Eshchenko O.I. Sostoyanie fetoplatsentarnogo kompleksa i zdorovia detey v zavisimosti ot inkorporirovaniya radionuklidov v organizme [State of Fetoplacental Complex and Children's Health Depending on the Incorporation of Radionuclides in the Organism]. In : *III sezhd po radiatsionnym issledovaniyam [III Congress on Radiation Research]*. Pushchino ; 1997 ; 1 : 428-429 (in Russian).

17. Stepanova Ye., Kondrashova V., Kolpakov I., Vdovenko V., Leonovich O. and Litvinets O. Children born to radiation exposed parents. In : *Health effects of the Chernobyl Accident – a Quarter of Century Aftermath.* Kyiv : DIA ; 2011 : 581-590.

18. Stepanova E., Vdovenko V., Kondrashova V. and Kolpakov I. Dynamika pokaznykiv zdorovia ditei, narodzhennykh u batkiv, oprominenykh vnaslidok avarii na ChAES [Dynamics of Health Indices in the Children, Born in the Parents, Irradiated as a Result of the Accident at the Chernobyl NPP]. In : *Mizhnarodna nauko-vo-praktychna konferentsiia z pitan sotsialnoho zakhystu hromadian, yaki postrazhdaly vnaslidok Chornobylskoi katastrofy [International Scientific and-Practical Conference on the Issues of Social Protection of the Citizens, Suffered from the Accident at the Chernobyl NPP]*. Kyiv : Sotsinform ; 2008 : 80-81 (in Ukrainian).

19. Kopylova O.V., Kaminskyi O.V. and Afanasiev D.E. Stan hipotalamo-hipofizarnoi rehuliatzii tyreoidnoi ta reproduktyvnoi systemy ditei, narodzhennykh vid osib, yaki buly ditmy na moment avarii na ChAES [State of Hypothalamo-Hypophysial Regulation of Thyroid and Reproductive Systems in the Children, Born from the Persons Who Were Children at the Moment of the Accident at the ChNPP]. In : *VI zizd radiobio-lohichnoho tovarystva Ukrainy [VI Congress of Radiobiological Society of Ukraine]*. Kyiv ; 2015 :

67-67 (in Ukrainian).

20. Stepanova Ye.I, Vdovenko V.Yu., Kolpakov I.Ye. and Kondrashova V.G. Dity, yaki narodnylysiya v oprominenykh batkiv [The Children Born in the Irradiated Parents]. In : *Medychni naslidki Chornobylskoi katastrofy: 1986-2011: monografiia [Medical Consequences of the Chernobyl Catastrophe : 1986-2011]*. Ternopil (Ukraine) ; 2011 : 786-788 (in Ukrainian).

21. Dubrova Yu.Ye. *Genetika.* 2006 ; 10 (42) : 1335-1347 (in Russian).

22. Vorobtsova I.E. *Radiats. biologii. Radioekologii.* 2006 ; 4 (46) : 441-446 (in Russian).

23. Suskov I.I., Kuzmina N.S., Suskova V.S. et al. *Radiats. biologii. Radioekologii.* 2008 ; 3 (48) : 278-286 (in Russian).

24. Liaginskaya A.M., Tukov A.R., Osipov V.A. et al. *Radiats. biologii. Radioekologii.* 2009 ; 6 (49) : 694-702 (in Russian).

25. Agadzhanian A.V. Izuchenie transgeneratsionnogo fenomena genomnoy nestabilnosti u detey likvidatorov posledstviy avarii na ChAES : dis. ... kand. biol. nauk / Ros. un-t druzhby narodov [The Study of Transgenerative Phenomenon of Genomic Instability in the Children of the Liquidators of the ChNPP Accident Consequences: Dis. Cand. of Biol. Sci.]. Moscow ; 2008 : 169 p. (in Russian).

26. Sonnov V.V. *Vestnik problem biologii i meditsiny.* 1997 ; 21 : 35-41 (in Russian)

27. Tsyb A.F., Matveenko E.G., Gorobets V.F., Borovikova M.P., Temnikova E.I. and Gorobets N.Ya. Radiatsiia i risk (Biulleten Natsionalnogo radiatsionno-epidemiologicheskogo registra) [Radiation and Risk (Bulletin of National Radiation-and-Epidemiological Register)]. 2001 ; 12 : 42-47 (in Russian).

28. Garbuzov P., Drozdovskiy B., Rodichev A., Timokhina O. and Podolkhova N.V. Radioiodterapiia raka shchitovidnoy zhelezy [Radioiodine Therapy of Struma Maligna]. In : *Radiatsionnaia fizika i biologicheskie efekty radioioda [Radiation Physics and Biological Effects of Radioiodine]*. Obninsk (Russia) ; 2007 : S124-128 (in Russian).

29. Likhtarev I., Bouville A., Kovgan L. et al. *Radiation Research.* 2006 ; 166 : 271-286.

30. Kovhan L.M., Likhtarov I.A. and Chepurnyi M.I. *Dovkillia ta zdorovia.* 2005 ; 1 : 39-43 (in Ukrainian).

31. Moskalev Yu.I. Otdalennye posledstviia ioniziruyushchikh

izluchenyi [Remote Consequences of Ionizing Radiation]. Moscow : Meditsina ; 1991 : 464 p. (in Russian).

32. Aghajanian A., Kuzmina N., Sipiogyna A., Baleva L. and Suskov I. *Environ. and Mol. Mutagenes.* 2011 ; 7 (52) : 538-546.

33. Pilinska M.A., Dybskyi C.C., Dybska O.B. and Pedan L.R. *Cytology and Genetics.* 2005 ; 4 : 32-40 (in Ukrainian).

34. Reshenie V sezda po radiatsionnym issledovaniyam. Moscow, 2006 [Decision of the V Congress on Radiation Research. Moscow, 2006]. *Radiats. biol. Radioekologii.* 2006 ; 4 (46) : 508-510 (in Russian).

35. Koterov A.N. and Biriukov A.P. *Meditsinskaia radiologiya i radiatsionnaia bezopasnost.* 2012 ; 57 (1) : 58-79 (in Russian).

36. Koterov A.N. and Biriukov A.P. *Meditsinskaia radiologiya i radiatsionnaia bezopasnost.* 2012 ; 57 (2) : 51-77 (in Russian).

37. Koterov A.N. Vozmozhnost obuslovlivaniia neradiatsionnymi faktorami anomalii, zaregistrirovannykh u potomkov lits, oblu-chennykh v malykh dozakh v rezultate avarii na ChAES [Possibility of the Anomalies Caused by the Non-Radiation Factors, Registered in the Descendants of the Persons, Irradiated with Low Doses as a Result of the Accident at the ChNPP]. In : *Biologicheskie efekty malykh doz ioniziruiushchey radiatsii i radioaktivnoe zagrizhnenie sredi : mater. konf. [Biological Effects of the Low Doses of Ionizing Radiation and Radioactive Environmental Contamination : Mater. Conf.]*. Syktyvkar (Russia) ; 2009 : 330-333 (in Russian).

38. Talko V.V., Kopylova O.V., Prokhorova E.M., Boyko O.A., Atamaniuk N.P., Vatlitsova O.S., Neumerzhitskaya L.V., Drozd I.P., Lipskaya A.I., Pleskach O.Ya. and Chumak A.A. Tireoidnaia i reproduktyvnaia sistema u potomkov oblu-chennykh <sup>131</sup>J roditeley (klinicheskoe i eksperimentalnoe issledovanie) [Thyroid and Reproductive Systems in the Descendants of the Parents Irradiated with <sup>131</sup>J]. In : *Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Chernobyl: 30 let spustia (Gomel, 21-22.04.2016) [Materials of the International Scientific Conference «Chernobyl: 30 Years Later»]. Gomel (Belorussia)* ; 2016 : 203-206 (in Russian).

Надійшла до редакції 21.05.2017