

Міністерство освіти і науки України
Південний науковий центр НАН та МОН України
Institute of Oceanology Bulgarian Academy of Science
National Institute for Marine Research and Development, Румунія
WYKSZA SZKOŁA ZARZĄDZANIA OCHRONA PRACY W KATOWICACH, Польща
ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України»
Чорноморський національний університет імені Петра Могили

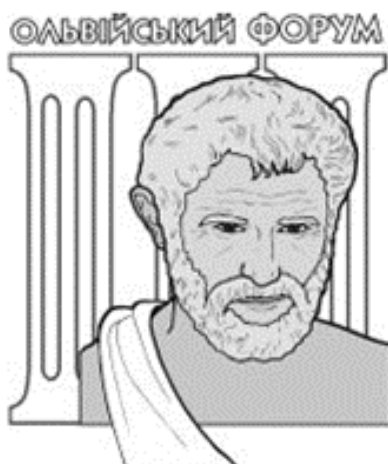
ОЛЬВІЙСЬКИЙ ФОРУМ – 2020:
Стратегії країн Причорноморського регіону
в геополітичному просторі

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

XVI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«РАДІАЦІЙНА І ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНА
БЕЗПЕКА ЛЮДИНИ ТА ДОВКІЛЛЯ:
СТАН, ШЛЯХИ І ЗАХОДИ ПОКРАЩЕННЯ»**
*(«Radiation and technogenic-ecological safety of man and
environment: condition, ways and measures of improvement»
(XVI RADTES-2020))*

***Присвячується пам'яті
Томіліна Юрія Андрійовича
- засновника конференції RADTES***



XVI RADTES-2020

4-7 червня 2020 р., м. Миколаїв, Україна

ЗМІСТ:

Секція 1. РАДІОБІОЛОГІЯ ТА РАДІОЕКОЛОГІЯ

9

Алексеева А.О., Григор'єва Л.І. УПРАВЛІННЯ РАДІОЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ВОНИХ ДЖЕРЕЛ ЗРОШЕННЯ ПОБЛИЗУ АЕС 10

Базика Д., Сушко В., Федірко П., Василенко В., Крамаренко М., Курята М., Задорожна Г., Берковський В., Ратія Г. ВНУТРІШНЄ ОПРОМІНЕННЯ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ДСНС УКРАЇНИ, ЗАЛУЧЕНОГО ДО ГАСІННЯ ЛІСОВОЇ ПОЖЕЖІ У ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ ЧАЕС 13

Білько Д. І., Руссу І. З., Родіонова Н.К., Білько Н.М. ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕЗЕНХІМАЛЬНИХ СТРОМАЛЬНИХ КЛІТИН ЩУРІВ Wistar, ОПРОМІНЕНИХ У РІЗНИХ ДОЗАХ, ЗА УМОВ КУЛЬТИВУВАННЯ ЯК ФІДЕРНИХ ШАРІВ 16

Григор'єва Л.І. УПРАВЛІННЯ РАДІАЦІЙНОЮ ЄМНІСТЮ ПРІСНОВОДНИХ ВОДОЙМ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ВОДОЙМАМИ ЮУАЕС 19

Гриневич Ю.П., Костура О.А.,.. Липська, А.І Телецька С.В. ВІЛЬНОРАДИКАЛЬНІ ПРОЦЕСИ ТА ЦИТОГЕНЕТИЧНІ АНОМАЛІЇ У ЛАБОРАТОРНИХ ЩУРІВ ЗА ВПЛИВУ ІНКОРПОРОВАНОГО ¹³¹I 22

Липська. А. І , Родіонова Н. К., Рябченко Н.М., Дрозд І.П., Бурдо О.О., Гриневич Ю.П. ДОСЛІДЖЕННЯ РАДІОБІОЛОГІЧНИХ ЕФЕКТІВ ВНУТРІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ В УМОВАХ РАДІОНУКЛІДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА МОДЕЛЬНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ 24

Макарова О.В., Григор'єва Л.І. ТЕХНОГЕННИЙ ТРИТІЙ В ГІДРОЕКОСИСТЕМІ РАЙОНУ ЮЖНО-УКРАЇНСЬКОЇ АЕС 27

Павленко І.О., Сваричевська О.В., Святун О.В., Малюк І.А., Телецька С.В. РАДІАЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ ПИТОМОЇ АКТИВНОСТІ ¹³⁷Cs У ҐРУНТІ І РОСЛИННОСТІ В ЗОНІ ВПЛИВУ ДОСЛІДНИЦЬКОГО ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА ВВР-М ІНСТИТУТУ ЯДЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАН УКРАЇНИ 29

Прилипко В. А., Морозова М. М., Озерова Ю. Ю., Бондаренко І. В., Пелюх О. О. СТАН РАДІАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ ЗОНИ СПОСТЕРЕЖЕННЯ АЕС НА ВИПАДОК НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ ЗА ОЦІНКАМИ ЕКСПЕРТІВ 31

Родіонова Н.К., Липська А.І., Рябченко Н.М., Бурдо О. О., Шитюк В.А., Ніколаєв В.І., Ганжа О.О., Вишневський Д.А. АНАЛІЗ ГЕМАТОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДРІБНИХ ГРИЗУНІВ РІЗНИХ ТИПІВ ОНТОГЕНЕЗУ З ТРАНСФОРМОВАНИХ ЕКОСИСТЕМ ЗВ ЧАЕС 34

Рябченко Н.М., Липська А.І., Бурдо О.О. ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИТОГЕНЕТИЧНИХ АНОМАЛІЙ У ІНДИКАТОРНИХ ВИДІВ МИШОВИДНИХ ГРИЗУНІВ ІЗ ПРИРОДНИХ БІОТОПІВ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ ЧАЕС В УМОВАХ РАДІОНУКЛІДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТА ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ 38

Сваричевська О.В., Гайдар О. В. , Павленко І. О., Малюк І. А., Саженьюк А. Д., Телецька С. В., Святун О. В. РЕЗУЛЬТАТИ БАГАТОРІЧНОГО РАДІАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ВПЛИВУ ДОСЛІДНИЦЬКОГО ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА ВВР-М ІНСТИТУТУ ЯДЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАН УКРАЇНИ НА ОБ'ЄКТИ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА В САНІТАРНО-ЗАХИСНІЙ ЗОНІ 40

Семенко О.В., Галат М.В., Липська А.І., Бурдо О.О., Вишневецький Д.О. ЧИСЕЛЬНІСТЬ ТА БІОРИЗНОМАНІТНІСТЬ ЗБУДНИКІВ КРОВОПАРАЗИТАРНИХ ІНФЕКЦІЙ У МИШОПОДІБНИХ ГРИЗУНІВ З ТЕРИТОРІЙ ОСУШЕНОГО ЛОЖА ВОДОЙМИЩА-ОХОЛОДЖУВАЧА ЧАЕС 44

Секція 2. РАДІАЦІЙНА МЕДИЦИНА ТА РАДІАЦІЙНА ПСИХОЛОГІЯ 47

Бруслова К.М., Бебешко В.Г., Цветкова Н.М., Ляшенко Л.О., Галкіна С.Г. ФОРМУВАННЯ ГРУПИ РИЗИКУ РОЗВИТКУ ГЕМАТОЛОГІЧНОЇ ПАТОЛОГІЇ У ДИТЯЧОГО НАСЕЛЕННЯ, ЯКЕ ЗАЗНАЄ ВПЛИВУ РАДІАЦІЙНИХ ТА НЕРАДІАЦІЙНИХ ЧИННИКІВ ДОВКІЛЛЯ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ЧАЕС 48

Габулавичене Ж.М., Білий Д.О. ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ ДОБОВОГО МОНИТОРУВАННЯ АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ В УЧАСНИКІВ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АВАРІЇ З ГІПЕРТОНІЧНОЮ ХВОРОБОЮ, ЯКІ ТРИВАЛИЙ ЧАС ПРАЦЮВАЛИ В УМОВАХ СТРЕСУ 51

Гресько М.В., Логановський К.М. ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СПРИЙНЯТТЯ РАДІАЦІЙНОЇ ЗАГРОЗИ 53

Зварич Л.М., Лясківська О.В., Голярник Н.А., Мазниченко О.Л., Ільєнко І.М. СТАН КЛІТИННОГО ІМУНІТЕТУ ОСІБ, НАРОДЖЕНИХ ВІД БАТЬКІВ, ОПРОМІНЕНИХ ВНАСЛІДОК АВАРІЇ НА ЧАЕС, ЗАЛЕЖНО ВІД СТАТІ 55

Камінський О. В., Талько В. В., Логановський К. М., Лавренчук Г. Й., Афанасьєв Д. Є., Копилова О. В., Логановська Т. К. ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗМІН У ЩИТОПОДІБНІЙ ТА ПАРАЩИТОПОДІБНІЙ ЗАЛОЗАХ В ОСІБ, ОПРОМІНЕНИХ У ПРЕНАТАЛЬНИЙ ПЕРІОД 59

Коваль С.В., Глузман Д.Ф., Іванівська Т.С., Завелевич М.П., Фільченков О.О., Родіонова Н.К. ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ РІЗНИХ НОЗОЛОГІЧНИХ ФОРМ ЗАХВОРЮВАНЬ В СТРУКТУРІ НОВОУТВОРЕНЬ ЛІМФОЇДНОЇ ТКАНИНИ У МЕШКАНЦІВ ЗАБРУДНЕНИХ РАДІОНУКЛІДАМИ ОБЛАСТЕЙ УКРАЇНИ 62

Колпаков І.Є., Вдовенко В.Ю., Зигало В.М., Кондрашова В.Г., Степанова Є.І. ПОЛІМОРФІЗМ ГЕНІВ *GSTP1*, *GSTT1* І *GSTM1* ГЛУТАТІОН-S-ТРАНСФЕРАЗИ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН СИСТЕМИ ДИХАННЯ У ДІТЕЙ – МЕШКАНЦІВ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ 64

Курінний Д.А., Рушковський С.Р., Демченко О.М., Рибченко Л.А., Клімук Б.Т., С.В. Клименко С.В. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ МУТАЦІЇ 5382insC В ГЕНІ BRCA1 НА РОЗВИТОК РАДІОЧУТЛИВОСТІ ПРИ ДІЇ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ IN VITRO 66

Куц К.В. ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСНИКІВ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС ПОХИЛОГО ВІКУ У ВІДДАЛЕНИЙ ПЕРІОД ПІСЛЯ ВПЛИВУ МАЛИХ ДОЗ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ 69

Куц К.В., Логановський К.М., Крейніс Г.Ю. РАДІОЦЕРЕБРАЛЬНІ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНІ ЕФЕКТИ В УЧАСНИКІВ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС У ВІДДАЛЕНИЙ ПЕРІОД ПІСЛЯ ВПЛИВУ МАЛИХ ДОЗ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ 71

Логановський К.М., Талько В.В., Камінський О.В., Афанасьєв Д.Є., Масюк С.В., Логановська Т.К., Лавренчук Г.Й. РАДІОАКТИВНИЙ ЙОД ПРИ АВАРІЇ НА ЯДЕРНОМУ РЕАКТОРІ: ЦЕРЕБРОЕНДОКРИННІ ЕФЕКТИ 75

Малишевська Є.М., Талько В.В., Атаманюк Н.П. ПОРУШЕННЯ ПРО- ТА АНТИОКСИДАНТНОЇ РІВНОВАГИ У ОПРОМІНЕНИХ <i>in utero</i> ¹³¹ I ЩУРІВ	76
Масюк С.В., Іванова О.М., Бойко З.Н., Будерацька В.Б., Жадан Н.С., Чепурний М.І. РЕТРОСПЕКТИВНА РЕКОНСТРУКЦІЯ ІНДИВІДУАЛІЗОВАНИХ ДОЗ ОПРОМІНЕННЯ МЕШКАНЦІВ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ	79
Островська С.С. СТАН МІТОХОНДРІЙ В КАРДІОМІОЦИТАХ ПРИ ЗАГАЛЬНОМУ ОПРОМІНЕННІ ЩУРІВ НА РІЗНИХ ТЕРМІНАХ СПОСТЕРЕЖЕННЯ	82
Пілінська М. А., Шеметун О. В., Талан О. О., Дибська О. Б. ДОСЛІДЖЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ХРОМОСОМ В ЛІМФОЦИТАХ ПЕРИФЕРИЧНОЇ КРОВІ ЛЮДИНИ ВНАСЛІДОК СУМІСНОГО ГЕНОТОКСИЧНОГО ВПЛИВУ ПРИ РОЗВИТКУ РАДІАЦІЙНО ІНДУКОВАНОГО ТА ПУХЛИНО ІНДУКОВАНОГО ЕФЕКТИВ СВІДКА	84
Позниш В.А., Леонович О.С., Гриценко Т.В., Шевелева В.І. СИМПТОМОКОМПЛЕКС АГРЕСИВНОСТІ У ПСИХОЕМОЦІЙНОМУ СТАНІ ДІТЕЙ ПІДЛІТКОВОГО ВІКУ, ЯКІ МЕШКАЮТЬ НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ У ВІДДАЛЕНИЙ ПЕРІОД ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ	86
Прикащикова К. Є., Ярошенко Ж.С., Капустинська О. А., Костюк Г. В. ЕПІДЕМІОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ НЕПУХЛИННОЇ ЗАХВОРЮВАНOSTІ НА ХВОРОБИ ОРГАНІВ ТРАВЛЕННЯ Ц ЖІНОК, ЕВАКУЙОВАНИХ ІЗ 30-КІЛОМЕТРОВОЇ ЗОНИ ЧАЕС, ЯКІ У ПІСЛЯАВАРІЙНОМУ ПЕРІОДІ (1992–2016) БУЛИ ВІКОМ ВІД 18 РОКІВ І СТАРШЕ	89
Прикащикова К. Є., Ярошенко Ж. С., Капустинська О. А., Костюк Г. В. ЕПІДЕМІОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ НЕПУХЛИННОЇ ЗАХВОРЮВАНOSTІ НА ХВОРОБИ ОРГАНІВ ТРАВЛЕННЯ У ЖІНОК, ЕВАКУЙОВАНИХ ІЗ 30-КІЛОМЕТРОВОЇ ЗОНИ ЧАЕС ВІКОМ ВІД 18 РОКІВ І СТАРШЕ, У ПІСЛЯАВАРІЙНОМУ ПЕРІОДІ (1992–2016)	92
Присяжнюк А.Є., Бази́ка Д.А., Гудзенко Н.А., Фузі́к М.М., Троцюк Н.К., Федоренко З.П., Гулак Л.О., Ри́жов А. Ю., Бабкі́на Н.Г., Хухря́нська О.М., Горох Є.Л., Даневич С.А. ВИВЧЕННЯ ЗАХВОРЮВАНOSTІ НА ЗЛОЯКІСНІ НОВОУТВОРЕННЯ ПОСТРАЖДАЛИХ ВНАСЛІДОК ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ, ЯК СКЛАДОВОГО ЕЛЕМЕНТА ПОКРАЩЕННЯ РАДІОЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ	95
Талько В.В. , Логановський К.М., Тукаленко Є.В., Логановська Т.К., Масюк С.В. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА МОДЕЛЬ КЛІНІЧНИХ НЕЙРОРАДІОЕМБРІОЛОГІЧНИХ ЕФЕКТИВ ПРЕНАТАЛЬНОГО ОПРОМІНЕННЯ ¹³¹ I	98
Татаренко О.М., Сушко В.О., Колосинська О.О., Гапе́єнко Д.Д. ЗНАЧЕННЯ ЦЕРЕБРОВАСКУЛЯРНИХ УСКЛАДНЕНЬ ГІПЕРТОНІЧНОЇ ХВОРОБИ ПРИ ВСТАНОВЛЕННІ ЗВ'ЯЗКУ ЗАХВОРЮВАННЯ З РОБОТАМИ З ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС	100
Феді́рко П.А., Бабенко Т. Ф., Гарькава Н. А. ХРОНІЧНА ПАТОЛОГІЯ ПОВІК В ОСОБЛИВИХ РАДІОЕКОЛОГІЧНИХ УМОВАХ: ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМБІНОВАНОГО МЕТОДУ ЛІКУВАННЯ	102
Чумак А.А., Овсяннікова Л. М., Саркісова Е. О., Носач О. В., Альохі́на С. М., Плєскач О. Я., Кадюк О. М., Шийко Т. О. МЕТАБОЛІЧНІ ТА ІМУННІ ПРОЦЕСИ, ЗАДІЯНІ В ФОРМУВАННІ КОМОРБІДНОЇ ПАТОЛОГІЇ В ОСІБ, ЯКІ ПОСТРАЖДАЛИ ВНАСЛІДОК ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ	104
Шеметун О. В., Талан О. О., Дибська О. Б., Пілінська М. А. ВПЛИВ СУМІСНОГО КУЛЬТИВУВАННЯ ІНТАКТНИХ ЛІМФОЦИТІВ УМОВНО ЗДОРОВИХ ОСІБ ТА	

ОПРОМІНЕНИХ IN VITRO КЛІТИН КРОВІ ХВОРИХ НА ХЛЛ НА СТАБІЛЬНІСТЬ ГЕНЕТИЧНОГО АПАРАТУ ОПРОМІНЕНИХ КЛІТИН	105
---	-----

Секція 3. ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА	108
--	------------

Гулько Н.В., Федірко П.А., Терещенко С.О., Короткова Н.В. ДЕРЖАВНИЙ РЕЄСТР УКРАЇНИ ОСІБ, ЯКІ ПОСТРАЖДАЛИ ВНАСЛІДОК ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КААСТРОФИ: СТАН, ШЛЯХИ ТА ЗАХОДИ ПОКРАЩЕННЯ	109
Ivashchenko M.Y. INFLUENCE OF PRODUCTION FACTORS ON WORKPLACES IN A LOCOMOTIVE DEPOT	111
Сула Н., Григор'єва Л.І. ІНДИКАТИВНІ ВИМІРЮВАННЯ В ЄВРОПЕЙСЬКІЙ ПОЛІТИЦІ ОБМЕЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ	113

МЕТА ТА ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦІЇ

Обговорення актуальних питань радіаційної та техногенно-екологічної безпеки, сучасних питань радіобіології, радіоекології, питань радіаційної медицини і екологічної безпеки.

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова: **Андронаті С.А.**, академік НАН України, д-р хім. наук, професор, голова ПНЦ НАН України і МОН України, м. Одеса.

Співголови: **Клименко Л.П.**, д-р техн. наук, професор, ректор, Чорноморський національний університет ім. Петра Могили, м. Миколаїв.

ЧЛЕНИ ОРГКОМІТЕТУ

1. **Григор'єва Л.І.** – д-р біол. наук, професор., зав. кафедри екології ЧНУ ім. Петра Могили (м. Миколаїв).
2. **Липська А.І.** – д-р біол. наук, Інститут ядерних досліджень НАН України (м. Київ).
3. **Родіонова Н.К.** – к-т медич. наук, старший науковий співробітник, Інститут ядерних досліджень НАН України (м. Київ).
4. **Талько В.В.** – д-р медич. наук, професор, директор Інституту експериментальної радіології ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України» (м. Київ).

Ця конференція присвячена пам'яті її засновника – **професора, доктора біологічних наук Томіліна Юрія Андрійовича** (27.09.1936 – 11.10.2019).



Томілін Ю.А. – відомий науковець у сфері екології і радіоекології. Його наукові роботи зробили великий внесок у розбудову нового напрямку в радіоекології – управлінні екологічною безпекою водних екосистем, а окремі його практичні розробки втілені у життя: з оптимізації йодної профілактики населення у випадку ядерної аварії, використання водної біоти для дезактивації і розсолення водойм. Він розбудував наукову школу з еколого-техногенної та радіаційної безпеки південного регіону. Під його керівництвом у складі Південного наукового центру НАН України та МОН України створено наукову координаційну раду «Радіобіологія, радіоекологія та радіаційна безпека» (2012), яка ініціювала проведення спільно з Південним науковим центром НАНУ та МОНУ обговорення результатів: проведення екологічного аудиту про продовження терміну експлуатації I і II енергоблоків ЮУАЕС (2013); про відновлення системи зрошувального землеробства на півдні України та принципи забезпечення екологічної та радіоекологічної якості продукції, отриманої в умовах зрошувального землеробства (2014).

У 1983 р. він організував і очолив госпрозрахункову радіологічну лабораторію при Миколаївській обл. СЕС («Ларані»), яка під наук. кураторством Ін-ту біофізики МОЗ СРСР почала виконувати наук.-практичні роботи в районах будівництва АЕС: «Радіаційна обстановка в місці будівництва Кримської АЕС», «Обґрунтування допустимих концентрацій радіонуклідів у воді, яка використовується для зрошення с.-г. угідь», «Вивчення можливих до-зових навантажень на населення за рахунок рідких скидів АЕС», «Визначення радіаційного фону в районах будівництва Південноукраїнської, Кримської і Балаковської АЕС» та ін.; за результатами наук. досліджень НДЛ «Ларані» підготовлено і затверджено регламентуючі документи «Контрольні концентрації радіонуклідів у зрошувальній воді в районах АЕС (МОЗ України 16.02.88), «Рекомендації з розрахунку надходження радіонуклідів населенню з с.-г. продуктами, які вирощуються на зрошуваних угіддях» (МОЗ СРСР 09.01.86), «Допустимі і робочі рідкі скиди радіоактивних речовин у водну систему р-ну ПУ АЕС» (МОЗ та Держстандарт СРСР 10.08.88). 04.05.1986 – за дорученням МОЗ України, з групою фахівців і гамма-спектрометричним та радіометричним комплексом НДЛ «Ларані», виїхав до м. Києва для проведення оцінки радіоактивного забруднення харчових продуктів, питної води, риби та ін. 06-08.1986 – такі дослідження проводились у м. Житомирі, м. Одесі. Одночасно в м. Миколаєві на трьох гамма-спектрометричних комплексах проводилась радіаційна оцінка харчових продуктів, води, ґрунтів Миколаївської, Херсонської, Одеської, Кіровоградської обл., Криму; в подальшому, спільно з різними наук. установами України радіологічного профілю, виконано багато державних наук.-дослідних програм з вивчення наслідків аварії на ЧАЕС: «Оцінка радіаційного впливу на населення, що проживає на територіях, які зазнали забруднення Чорнобильським викидом» (по Миколаївській, Одеській і Херсонській обл.), «Вынос аварийных радионуклидов в Черное море с водами Днепро-Бугского лимана и оросительных систем, питающихся из р. Днепр» та ін. 09.1992 – за ініціативою Томіліна Ю.А. лабораторію було реорганізовано в самостійний науковий підрозділ: «Миколаївська науково-дослідна лабораторія з проблем радіаційної безпеки населення». МОЗ України (НДЛ «Ларані») (рішення Миколаївської обл. ради від 16.10.1990). Для покращення системи екологічного моніторингу атмосферного повітря у м. Миколаєві, Томілін Ю.А. став ініціатором вдосконалення цієї системи і запровадження автоматизованого посту радіаційного і хімічного контролю при мерії м. Миколаєва. За ініціативою і під науковим керівництвом Томіліна Ю.А. розроблено і впроваджено в Миколаївській обл. першу в Україні автоматизовану систему радіаційного контролю атмосферного повітря (АСРК), яка забезпечувала оперативну оцінку радіаційної обстановки в області, а також своєчасне проведення йодної профілактики населення у разі аварії на АЕС. АСРК отримала позитивну оцінку і фінансову підтримку Ради Міністрів УРСР і Миколаївського облвиконкому (розпорядження 186р від 20.07.1990).

У 2004-2007 рр. під науковим керівництвом Томіліна Ю. А. розроблено проект «Розроблення методів і засобів закріплення і пилопригнічення пляжів шламосховища Миколаївського глиноземного заводу». Запропонована технологія пилопригнічення із застосуванням біоматеріалів (дернини і очеретяних матів) захищена патентом України. Науково-дослідні роботи з удосконалення цієї технології продовжувались у 2009-2014 рр., в результаті чого створено методологію фіторекультивзації агресивних поверхонь техногенних масивів.

За його активної громадянської позиції у Південному науковому центрі НАН України і МОН України (акад. Андронаті С.А., Одеса) було створено Науково-координаційну раду «Радіобіологія, радіоекологія, радіаційна безпека півдня України», яку він й очолив. Цією радою щорічно розглядались питання радіаційної безпеки на півдні України, зокрема питання безпечності експлуатації ІОУ АЕС, безпечного використання природних джерел іонізуючого випромінювання (радонових вод), запровадження автоматизованої системи швидкої екстреної йодної профілактики населення у випадку ядерної аварії.

Професор Томілін Ю.А. організував і провів велику кількість наукових конференцій. З 2004 р. щорічно проводилась міжнародна науково-практична конференція «*Radiation and ecological safety of man and the environment: state, ways and measures of improvement*». У 2019 р. проведено XV конференцію, яка об'єднувала радіобіологів, радіоекологів і радіологів з різних країн світу.



Фото конференції «*Radiation and ecological safety of man and the environment: state, ways and measures of improvement*» (RADTES) різних років:



Перша конференція - червень 2004 р.



2006 р.



2008 р.



2009 р.



2011 р.

ТРАДИЦІЇ НЕ ВМИРАЮТЬ – КОНФЕРЕНЦІЯ ЖИВЕ!!!

Секція 1. РАДІОБІОЛОГІЯ ТА РАДІОЕКОЛОГІЯ

Модератор: **Григор'єва Л.І.** проф., д-р. біол. наук, завідувач кафедри екології,
Чорноморський національний університет ім. Петра Могили,
м. Миколаїв, Україна.

Секретар: **Алексєєва А.О.** старший викладач, Чорноморський національний
університет ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна.

Алексєєва А.О., Григор'єва Л.І.

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

УПРАВЛІННЯ РАДІОЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ВОНИХ ДЖЕРЕЛ ЗРОШЕННЯ ПОБЛИЗУ АЕС

Наприкінці минулого століття в Україні налічувалося близько 2,3 млн. га зрошуваних земель [1], при тому що загальна зволоженість території була до 30% вищою, ніж зараз. Станом на 2018 р. площа сухої та дуже сухої зони в Україні зросла на 7%, а площі дуже сухої, сухої зон і зони недостатнього зволоження – зросли на 13%, площа перезволоженої землі скоротилася на 10%. Фактично перезволоженим у країні залишився лише регіон Карпат і частини Закарпаття. Потрібно зазначити, що загальна зрошувана площа українських сільськогосподарських угідь скоротилася до 487 000 га.

За висновками Інституту водних проблем і меліорації, із 31 млн га української ріллі близько 60% (18,65 млн. га) сьогодні належить до площ із дефіцитом вологого забезпечення. А близько 3 млн. га угідь степових регіонів — у зоні з критичним дефіцитом вологи (тобто у посушливий рік вегетація на них взагалі неможлива). У порівнянні з періодом 1961–1990 років ця зона вдвічі розширилася, головним чином за рахунок площ в Одеській області. Щоправда впродовж 2017-2019 рр. відбувається хоча й повільне, але збільшення площ зрошуваного землеробства: не лише у південному регіоні України, а й у багатьох областях (Черкаській, Житомирській, Хмельницькій) Полісся. [2] Цьому сприяє істотна зміна водного балансу територій України в останні роки. Можна вважати, що в Україні вже майже не залишилося регіонів, де можна вирощувати сільськогосподарські культури без зрошення. Навіть відносно невелике відхилення від необхідних норм зволоження ґрунту може призвести до порушення агротехнологічних вимог і втрати врожайності.

Тому для збереження Україною позицій у виробництві сільськогосподарської продукції вже найближчим часом потрібне буде значне розширення площ зрошуваного землеробства і, разом з цим, збільшення використання водних ресурсів для цілей зрошення сільськогосподарських угідь. Хоча зрошуване землеробство завжди виступало

вагомим (до 40%) водоспоживачем, перед державою стоїть питання відновити зрошення на площі майже 1,2 млн. га в зонах навколо водосховищ, великих магістральних каналів із наявними насосними станціями та іншими міжгосподарськими системами. Це сприятиме додатковому валовому виробництву зернових культур на рівні близько 8 млн. т на рік, технічних культур — 3,5 млн. т на рік і овочів — 11 млн. т на рік. із загальною вартістю додаткової валової продукції приблизно 135 млрд. гривень на рік. Поки ж, за оцінкою ЄБРР, втрати України від низького рівня розвитку зрошення становлять \$1,5 млрд валютної виручки щорічно.

Згідно затвердженої у 2019 р. «Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 р.» [3] «Недостатній рівень використання наявного агроресурсного потенціалу обмежується рядом факторів, головним із яких є неоптимальні умови природного вологозабезпечення на більш як половині території України, які постійно погіршуються у зв'язку з глобальними змінами клімату... Застосування зрошення та дренажу дає змогу незалежно від погодних умов підвищити врожайність сільськогосподарських культур у два-три рази порівняно з богарними умовами. В умовах, що склалися, відновлення зрошення та дренажу є ключовим інструментом розвитку аграрного сектору економіки та нарощування експортного потенціалу України, мінімізації впливу клімату на процеси соціально-економічного розвитку регіонів.»

Надходження радіонуклідів у сільськогосподарські культури, які вирощуються при зрошенні з використанням води відкритих водойм, можливе через: змив з забруднених територій; надходження зі стічними водами Криворізького гірничопромислового басейну, з продувними та фільтраційними водами технологічних водоймищ АЕС. Вміст радіонуклідів у зрошуваних сільськогосподарських культурах визначається, в основному, їхнім вмістом у зрошувальній воді.

Нами, за багаторічними радіоекологічними дослідженнями, здійснено аналіз формування радіоекологічної ситуації на території екосистем зрошеного землеробства, де зрошення здійснюється водами з басейнів р. Дніпро та р. Південний Буг. Показано вплив продувних та фільтраційних вод технологічних водойм з підвищеним вмістом ^{137}Cs і ^3H на формування радіоекологічної ситуації у водоймищах-резервуарах зрошувальних систем. За результатами натурного експерименту на сільськогосподарських

угіддях Миколаївщини з вивчення переходу радіонуклідів у сільськогосподарські культури при зрошенні та за результатами польових досліджень на території цих екосистем зрошуваного землеробства розраховано допустимі рівні ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{89}Sr , ^{90}Sr , ^{106}Ru , ^{54}Mn , ^{58}Co , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{65}Zn , ^3H у зрошувальній воді при зрошенні способом дощування. Визначено коефіцієнти переходу ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{89}Sr , ^{90}Sr , ^{106}Ru , ^{54}Mn , ^{58}Co , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{65}Zn , ^3H у сільськогосподарські культури зі зрошувальної води при зрошенні способом дощування за результатами натурного експерименту і результатами польових досліджень. Різниця між величинами коефіцієнтів переходу, отриманих експериментальним шляхом і в результаті польових досліджень, визначалася впливом мінералізації зрошувальної води: для зрошувальної води більшої мінералізації коефіцієнти переходу нижчі.

Нами встановлено, що екологічний критерій вмісту радіоактивних речовин у зрошувальній воді має дві складові: перша – радіаційно-екологічна – це забезпечення екосистеми від надмірного забруднення, яке впливало б на стійкість і надійність екосистеми (радіоекологічна безпека зрошувальних вод); друга – радіаційно-гігієнічна – це забезпечення здоров'я людини (радіаційна безпека зрошувальних вод). У чинних нормативно-технічних документах відсутні нормативи як щодо радіоекологічної безпеки, так і щодо радіаційної безпеки зрошувальних вод. Результати досліджень можуть доповнити нормативами радіаційної безпеки екологічні критерії якості зрошувальної води.

Перелік посилань:

1. <https://www.agronom.com.ua/adeksar-se-plyus-innovatsijne-rishennya-shhodo-kontrolyu-hvorob-u-posivah-zernovyh-kultur/>
2. <http://uga.ua/meanings/v-ukrayini-vse-bilshe-regioniv-de-bez-zroshennya-agrobiznes-nemozhlivij/>
3. Про схвалення Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України на період до 2030 р. від 14 серпня 2019 р. №688-р Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-%D1%80>

**Базика Д., Сушко В., Федірко П., Василенко В., Крамаренко М., Курята М.,
Задорожна Г., Берковський В., Ратія Г.**

Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України» (ННЦРМ), м. Київ, Україна

ВНУТРІШНЄ ОПРОМІНЕННЯ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ДСНС УКРАЇНИ, ЗАЛУЧЕНОГО ДО ГАСІННЯ ЛІСОВОЇ ПОЖЕЖІ У ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ ЧАЕС

З 06.04.2020 р. по 19.05.2020 р. у Державній установі «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України» (ННЦРМ) проведено вимірювання вмісту інкорпорованих гамма-радіонуклідів на лічильниках випромінювання людини (ЛВЛ) оперативного класу «Скриннер-3М» (мінімально-детектована активність (МДА) складає 300-500 Бк за 5 хвилин вимірювання по ^{137}Cs) та експертному високочутливому ЛВЛ (МДА складає 20 Бк за 10 хвилин вимірювання по ^{137}Cs). Обстежено 470 осіб (523 виміри) у трьох групах особового складу ДСНС України, який брав участь у ліквідації лісової пожежі в зоні відчуження у період з 04 квітня по 05 травня 2020 року:

Група 1 - особовий склад ГУ ДСНС у м. Києві. Переважна частина особового складу була залучена до гасіння пожежі з 04 квітня по 20 квітня 2020 р. Ротація відбувалась кожні 2 доби. Частина особового складу була залучена на 2 терміни – вони проходили контроль після кожної ротації. 13 осіб приймали участь у ліквідації пожежі після 20 квітня і пройшли дозиметричний контроль після закінчення робіт 27 квітня та 7 травня. Усього у цій групі обстежено 223 особи, виконано 254 ЛВЛ-вимірювання. Група 2 - особовий склад ДСНС у Черкаській області. Були залучені до гасіння пожежі з 19 квітня по 24 квітня 2020 р. . Обстежено 95 осіб, виконано 104 ЛВЛ-вимірювання. Група 3 - особовий склад ГУ ДСНС у Київській області. Ця група була найбільше задіяна у гасінні пожежі. Частина особового складу були задіяні у 5-6 ротаціях у різний період пожежі з 04 квітня по 05 травня.. Основна частина групи пройшла ЛВЛ-дослідження 12-15 травня. Обстежено 152 особи, виконано 165 ЛВЛ-вимірювань.

У переважної більшості осіб ($\approx 95\%$), обстежених на ЛВЛ «Скриннер-3М», вміст інкорпорованого ^{137}Cs не перевищив МДА (240-730 Бк), а оцінка значень індивідуальних ефективних доз внутрішнього опромінення, обумовлених надходженням ^{137}Cs в організм, виконана відповідно до ICRP Publication 137 не перевищила мінімальну дозу, що детектується МДД (5-14 мкЗв).

Проведені дослідження поверхневого забруднення рук, волосся, одягу та взуття на установці сигнальній РЗБ-05 з порогом реєстрації $10 \beta\text{-частинок} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$ показували забруднення у окремих осіб, особливо у групах, що були задіяні у роботах 12-13 квітня та 14-16 квітня.

З метою уточнення результатів, отриманих за допомогою оперативного ЛВЛ-моніторингу, та вивчення розподілу радіоцезію в організмі працівників проведено дослідження групи осіб (10-25% від усіх обстежених у групах) на експертному високочутливому ЛВЛ. Результати представлено у таблиці 1.

Таблиця 1. Результати експертного ЛВЛ-моніторингу та оцінка ефективних доз внутрішнього опромінення від надходження ^{137}Cs у особового складу ДСНС України

Група	Особовий склад	Період залучення до робіт у ЗВ	Обсяг ЛВЛ-вимірів		Вміст інкорпорованого ^{137}Cs , Бк				Доза, мкЗв	
			загалом	на ЕЛВЛ	середнє значення	медіана	90 % квантиль	макс.	середнє значення	макс.
1	м. Київ	04.04.2020-05.05.2020	254	26	194±157	162	347	881	2,5±1,1	5,1
2	Черкаська область	19.04.2020-24.04.2020	104	9	136±96	132	194	221	2,2±0,6	3,5
3	Київська область	04.04.2020-05.05.2020	165	42	216±115	194	349	590	4,4±2,4	11,8

Середнє значення вмісту інкорпорованого ^{137}Cs у групі особового складу м. Києва становить 194 ± 157 Бк, у групі Черкаської області – 136 ± 96 Бк, групі Київської області 216 ± 115 Бк, Максимальне значення 881 Бк та 221 та 590 Бк відповідно. Виявити накопичення ^{137}Cs у легенях не вдалося, оскільки рівні інкорпорації невеликі.

Оцінка індивідуальних ефективних доз внутрішнього опромінення від надходження ^{137}Cs при гасінні пожежі виконана відповідно до ICRP Publication 137 у припущенні, що значення вмісту інкорпорованого ^{137}Cs , зареєстроване при вимірюванні, обумовлене надходженням в організм при роботі у зоні відчуження (оскільки вхідний контроль не проводився). За термін надходження вважали перший день роботи на пожежі. Середнє значення ефективної дози внутрішнього опромінення у групі особового складу ГУ ДСНС України в м. Києві, який брав участь у ліквідації лісової пожежі в зоні відчуження 04 квітня – 05 травня 2020 р. (26 особи), досліджених на експертному ЛВЛ, становить $2,5 \pm 1,1$ мкЗв, у групі особового складу ДСНС України у Черкаській області, який брав участь у ліквідації пожежі 19-24 квітня 2020 р., (9 осіб) $2,2 \pm 0,6$ мкЗв, у групі особового складу ГУ ДСНС України у Київській області, який брав участь у ліквідації лісової пожежі в зоні відчуження 04 квітня - 05 травня 2020 р. (42 особи), $4,4 \pm 2,4$ мкЗв. Максимальні значення 5,1 мкЗв, 3,5 мкЗв, 11,8 мкЗв у групах м. Києва, Черкаської та Київської областей відповідно, що значно нижче, ніж основна дозова межа для населення від техногенних джерел $1000 \text{ мкЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ за Законом України про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання.

Однак, це консервативна оцінка. Реальні значення доз, обумовлені надходженням ^{137}Cs при ліквідації пожежі, нижчі, оскільки значення виміру вмісту ^{137}Cs обумовлене як фоновим вмістом радіоцезію в організмі, характерним мешканцям України, так і незначними поверхневими забрудненням шкіряних покривів, про що свідчать вимірювання на установці сигнальній РЗБ-05.

Перелік посилань:

1. Occupational Intakes of Radionuclides: Part 3. ICRP Publication 137: -2017. – 486 p. - Site: https://drive.google.com/file/d/1wXtJ7c2RVpLCgzzQcW-XDX4lAn00OW_I/view
2. Закон України. Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання. Відомості Верховної ради України (ВВР). 1998. № 22. Сайт: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/15/98>

Білько Д. І.,¹ Руссу І. З.,¹ Родіонова Н. К.,² Білько Н. М.¹

¹Національний університет «Києво-Могилянська академія», Київ, Україна

²Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕЗЕНХІМАЛЬНИХ СТРОМАЛЬНИХ КЛІТИН ЩУРІВ Wistar, ОПРОМІНЕНИХ У РІЗНИХ ДОЗАХ, ЗА УМОВ КУЛЬТИВУВАННЯ ЯК ФІДЕРНИХ ШАРІВ

Дія іонізуючої радіації на організм ссавців та на кістковий мозок зокрема супроводжується не лише ушкодженням кровотворних клітин, а й порушеннями у функціонуванні стромальних клітин, що входять до складу мікрооточення та є нащадками мезенхімальних стовбурових клітин. Серед мезенхімальних стромальних клітин виокремлюють субпопуляції із високою радіочутливістю та ті, що характеризуються більшою радіорезистентністю. Наслідки дії іонізуючого випромінювання на кістковий мозок можуть бути визначені завдяки дослідженню функціонування гемопоетичних та стромальних клітин-попередників у культуральних системах *ex vivo*. Однією із таких систем є культура клітин *in vitro*, що передбачає застосування фідерних шарів, отриманих зі стромальних клітин-попередників, як основи для подальшого культивування гемопоетичних клітин, та оцінка їхньої здатності до утворення клітинних агрегатів за даних умов.

Метою роботи було визначення ефективності колонієутворення гемопоетичних клітин-попередників, культивованих із використанням фідерних шарів, що отримані із кісткового мозку опромінених у різних дозах щурів Wistar.

Дослідження проводилося із використанням білих щурів-самців Wistar, яких утримували в умовах віварію на стандартному харчовому раціоні. Тварин було розподілено на три групи. Першу групу склали здорові інтактні особини (контроль). Друга група тварин була піддана довготривалому внутрішньому опроміненню протягом 6 міс. шляхом додавання їм у їжу розчину хлориду стронцію-90 та на кінець періоду опромінення характеризувалася поглинутою у скелеті дозою в 1 Гр. Третя

група тварин була опромінена у сублетальній дозі (6 Гр) за добу до експерименту. Моделі опромінення були розроблені в Інституті експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р. Є. Кавецького НАН України.

Після закінчення опромінення із досягненням бажаної дози тварин забивали із дотриманням етичних норм та приписів шляхом вміщення у камеру із CO₂. Для подальших досліджень у тварин усіх трьох груп вилучали кістковий мозок зі стегнових кісток за умов стерильності та готували суспензію клітин із використанням середовища DMEM з антибіотиками пеніциліном та стрептоміцином.

Функціональну оцінку мезенхімальних стромальних клітин-попередників кісткового мозку опромінених тварин проводили за здатністю отриманих із них фідерних шарів підтримувати кровотворення у культурі *in vitro*. Для приготування фідерних шарів спершу переносили суспензію клітин у пластикові культуральні планшети. Заміну середовища проводили через 1 добу, таким чином видаляючи неадгезовані клітини. Після цього кожні 72 год. половину обсягу середовища замінювали свіжим. Культивування здійснювали у CO₂-інкубаторі при 5% CO₂, 37 °C і 100 % вологості протягом 10 діб.

Клітини знімали з поверхні пластику розчином трипсину-EDTA, відмивали центрифугуванням у PBS, додавали культуральне середовище та переносили у 6-лункові пластикові планшети у концентрації 100 тис. клітин на лунку. Після утворення моношару клітини обробляли Мітоміцином C для зупинки процесу клітинного поділу. В подальшому отриманий моношар відмивали розчином PBS 5 разів і використовували як фідерний шар.

Для оцінки здатності сформованих стромальних шарів підтримувати гемопоез у культурі *in vitro* використовували інтактні гемопоетичні клітини кісткового мозку неопромінених тварин, які отримували описаним вище чином.

Суспензію гемопоетичних клітин-попередників готували шляхом змішування клітин із середовищем RPMI-1640, що містило 10% фетальної телячої сироватки, 1% L-глутаміну, розчин пеніциліну-стрептоміцину та агар, отримуючи кінцеву його кон-

центрацію 0,33%. Після цього клітини у напіврідкому агарі вносили у дифузійні камери, що дають змогу надходити всередину компонентам живильного середовища та ростовим факторам, які синтезуються стромальними клітинами фідерного шару.

У кожному лунку культурального планшета із фідерним шаром додавали живильне середовище RPMI-1640, у яке занурювали дифузійні камери із гемопоетичними клітинами. Середовище замінювали кожні 72 год. шляхом зміни половини супернатанту свіжим середовищем. Культивування гемопоетичних клітин проводили протягом 18 діб у CO₂-інкубаторі.

Результати культивування кровотворних клітин *in vitro* за умов використання стромальних фідерних шарів свідчили про суттєвий вплив опромінення на функціональну активність мезенхімальних стромальних клітин-попередників кісткового мозку щурів.

Зокрема, у контрольних зразках, де стромальні клітини були неопроміненими (перша група тварин), показник ефективності колонієутворення гемопоетичних клітин становив $16,3 \pm 2,2$ колонієутворюючих одиниць на 100 тис. експлантованих клітин.

Разом з тим, було виявлено знижену ефективність колонієутворення гемопоетичних клітин-попередників кісткового мозку у культуральній системі, де фідерним шаром слугували стромальні клітини, отримані із кісткового мозку тварин, довготривало опромінених стронцієм-90 (друга група). Так, показник колонієутворюючої активності у цій групі становив $9,5 \pm 1,9$ на 100 тис. культивованих клітин, тобто спостерігалось зниження у 1,5 разу здатності стромальних клітин до підтримки кровотворення у культурі. Це може бути наслідком виснаження пулу стовбурових клітин кісткового мозку, мезенхімальних та гемопоетичних, а також їх зниженої здатності до проліферації і нормального диференціювання, за умов довготривалого внутрішнього опромінення тварин. Функціональна активність стромальних клітин, що формували фідерний шар, була пригнічена та не сприяла кровотворенню *ex vivo*, оскільки процеси синтезу ростових факторів в опромінених клітинах були суттєво порушені.

У той же час, у третій групі дослідних культур, де джерелом стромальних клітин слугував кістковий мозок тварин, опромінених у сублетальній дозі, спостерігалось

підвищення колонієутворюючої активності гемопоетичних клітин у порівнянні із контролем. Так, цей показник становив у середньому $26,2 \pm 2,3$ на 100 тис. культивованих клітин. Активізація проліферації та синтезу ростових факторів стромальними клітинами фідерного шару була наслідком опромінення у сублетальній дозі, оскільки мезенхімальні клітини кісткового мозку, що вижили після опромінення та не втратили здатності до поділу, повинні були забезпечити відновлення гемопоезу, тож спостерігалася підвищення їхньої функціональної активності.

Отже, у результаті проведених досліджень було виявлено суттєві зміни у ефективності колонієутворення гемопоетичних клітин-попередників, що культивувалися на стромальних фідерних шарах із кісткового мозку опромінених тварин. Зокрема, внаслідок довготривалої дії внутрішнього опромінення функціональна активність стромальних клітин була пригнічена, тоді як зразу після опромінення у сублетальній дозі спостерігалася активізація процесів їх поділу та синтезу ними ростових факторів, що повинні сприяти відновленню гемопоезу.

УДК 615.849 - 614.7:613

Григор'єва Л.І.

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

**УПРАВЛІННЯ РАДІАЦІЙНОЮ ЄМНІСТЮ ПРІСНОВОДНИХ ВОДОЙМ,
ПОВ'ЯЗАНИХ З ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ВОДОЙМАМИ ЮУАЕС**

Використовуючи міграційні особливості радіонуклідів у водному середовищі і математичні залежності розподілу радіоактивних речовин у його компонентах, які наведено у попередньому підрозділі, можна на практиці задіяти водоймище у дезактиваційних заходах (контрзаходах), спрямованих на покращення радіаційної ситуації у водній системі регіону. Це необхідно також через те, що в екстремальних ситуаціях наведені вище процеси розподілу радіоактивних речовин у компонентах водоймища можуть змінюватися, а необхідність здійснення у таких умовах дезактиваційних заходів навпаки зростає.

З цією метою розроблена методологія управління радіоємності водойм (водної системи), яке дає змогу регулювати загальну кількість радіонуклідів і їх розподіл у водоймищі, а також регулювати розмір депонування радіонуклідів від кількості їх надходження до водоймища.

Управління радіоємністю водоймища (водної системи), з метою покращення радіаційної системи, включає три розділи (блоки).

1. *Перший розділ* (аналіз і оцінка існуючої радіоекологічної ситуації в водоймищі).

Цей розділ містить заходи, виконання яких дозволяє мати достатньо повну характеристику існуючої радіаційно-хімічно-біологічної і гідрологічної ситуації у водоймищі, а також визначати шляхи надходження радіоактивних і інших шкідливих речовин до водоймища.

Основні дії за першим розділом передбачають визначення:

- радіонуклідного і хімічного складу води і компонентів водойм,
- обсягу і видів компонентів (в т. ч. риби) водойми та їх співвідношення,
- гідрологічних умов і гідродинамічних процесів (швидкість течії, процеси випаровування води і поповнення водоймища),
- природничо-кліматичних і метеорологічних умов (опадів, температура, тиск, тривалість періодів року),
- шляхів надходження шкідливих речовин (природні стоки, промислові і побутові скиди),
- розміру господарського використання водоймища (водної системи)

2. *Другий розділ* (визначення мети і складання завдань щодо характеру покращення радіаційної обстановки)

Після проведення аналізу і оцінки радіаційної ситуації та враховуючи усі дані, які отримано за першим етапом, а також існуючі техніко-економічні можливості, встановлюється перелік завдань для здійснення встановленої мети:

- зменшення рівня радіоактивного забруднення води,

- тимчасове затримання радіонуклідів у водоймищі (всіх або окремого радіонукліду),
- тривале захоронення радіоактивних речовин у водоймищі,
- часткове виведення радіонуклідів з водоймища,
- виведення радіонуклідів (чи одного радіонукліду) із компонентів водоймища,
- перенесення радіонуклідів (чи одного радіонукліду) з одного компонента водоймища в інший,
- здійснення двох-трьох завдань одночасно або послідовно.

3. *Третій розділ* (розробка спеціальних заходів і технологія їх реалізації)

Розробка контрзаходів і технологія їх реалізації вимагають ретельного обґрунтування і підготовки, як в науково-технологічній частині, так і в техніко-економічному напрямку. Контрзаходи можуть реалізовуватись як окремо, так і в комплексі. Нами пропонуються деякі основні контрзаходи:

- збільшення обсягу біомаси водоймища для акумуляції радіонуклідів, які надходять з прилеглої території,
- підвищення рівня депонування радіонуклідів мулами через зміни гідрологічного режиму в водоймищі,
- збільшення розміру депонування радіонуклідів макрофітами шляхом вирощування в водоймищі їхніх нових видів або збільшення їхньої кількості,
- виведення радіонуклідів, що містяться у мулах, за допомогою „муло-черпавки“ з подальшою їх дезактивацією і утилізацією,
- виведення радіонуклідів водяними рослинами водоймища з подальшою переробкою і утилізацією останніх,
- виведення деяких радіонуклідів з водоймища з рибою, яка харчується водяною рослинністю, з подальшою утилізацією риби,
- багаторазове промивання водоймища талою або дощовою водою,

- виведення радіонуклідів з водоймища (або з його частини) з водою, з гідробіонтами або з мулом та утилізація останніх після тимчасового осушення водойми,
- зменшення радіаційного забруднення водоймища шляхом припинення гідрозв'язку з більш забрудненим водоймищем.

Деякі з вищевказаних контрзаходів були реалізовані або реалізуються сьогодні у районі ЮУ АЕС.

УДК 577.334: 577. 346: 539.173.8: 57.085 : 614.014.48

Гриневич Ю.П., Костура О.А., Липська, А.І Телецька С.В.

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ radiobiology@kinr.kiev

ВІЛЬНОРАДИКАЛЬНІ ПРОЦЕСИ ТА ЦИТОГЕНЕТИЧНІ АНОМАЛІЇ У ЛАБОРАТОРНИХ ЩУРІВ ЗА ВПЛИВУ ІНКОРПОРОВАНОГО ^{131}I

В роботі представлені результати порівняльно-узагальненого аналізу динаміки перебігу вільнорадикальних процесів (ВРП) у крові щурів, що тестувались за реакцією хемілюмінесценції (ХЛ) в периферичній крові, та цитогенетичні ефекти в клітинах кісткового мозку (ККМ) щурів за різних активностей та режимів введення ^{131}I .

Динаміку ВРП за перорального (через зонд) тривалого введення ^{131}I сталої (29,3 кБк на тварину) активності та змінної (введення відповідно до фізичного розпаду ^{131}I з початковою активністю 32,3 кБк на тварину) досліджували у гемолізатах крові щурів лінії Вістар масою 200 ± 15 г методом хемілюмінесценції за найінформативнішими її показниками: світлосума світіння- Σ_{300} (прооксидантно-антиоксидантне співвідношення); прикінцева інтенсивність ($I_{\text{кінц}}$ наявність антиоксидантів); амплітуда максимальної інтенсивності світіння (I_{max} , наявність вільних радикалів), швидкість утворення ВР та час виходу ХЛ-реакції на максимальні значення (t_{max}). Кров для досліджень брали із хвостової вени. Кістковий мозок вимивали із стегнової кістки 4 мл ембріональної телячої сироватки. Для накопичення достатньої кількості метафазних клітин в кожну пробу додавали 0,5 мл колхіцину (10-5 мг/мл.) Цитогенетичні ефекти

оцінювали за абераціями хроматидного і хромосомного типів в ККМ на стадії метафази

Результати багаторічних досліджень ВРП в периферичній крові та ККМ за внутрішнього та зовнішнього опромінення виявили однотипну закономірність перебігу ВРП в периферичній крові та ККМ. Експериментально обґрунтовано можливість оцінки окисного метаболізму у кістковому мозку на основі дослідження периферичної крові хемілюмінесцентним методом. Як стало, так і змінне введення ^{131}I спричиняє односпрямовані екстремальні зміни перекисних процесів у крові з мінімальними значеннями кінетичних параметрів ХЛ-реакції (Σ_{300} , $I_{\max}$ та швидкість утворення ВР) на ранніх стадіях його дії (1-3 доби), окрім $I_{\text{кінц}}$ та $t_{\max}$, що знаходяться в обернено-пропорційній залежності на 1-3-у доби експерименту.

Дослідження цитогенетичних ушкоджень в ККМ за інкорпорованої дії вказаних вище умов введення ^{131}I не виявили суттєвих відмінностей за частотою аберацій хроматидного типу. Зміни відбувались, в основному, за рахунок специфічних маркерів радіаційної дії: дицентричних хромосом з супроводжуючими парними фрагментами і вільних парних фрагментів, збільшення аберацій яких відмічалось уже з 1-ї доби і не змінювалось до 3-ї. В подальшому на 7-8-у і 14-15-у доби експерименту реєстрували зменшення їх частоти. Водночас, спостерігали незначну кількість атипових хромосом на 1-у добу експерименту з поступовим зростанням їхнього рівня з 7-ї доби і досягненням максимальних значень на завершення експерименту (14-а – 15-а доби).

Аналіз динаміки перебігу ВРП в крові та цитогенетичних ефектів в ККМ показав, що як стало, так і змінне введення ^{131}I спричиняє односпрямовані зміни інтенсивності утворення ВР та дицентричних хромосом (променеві маркери) впродовж всього терміну експерименту, тоді як для аномальних моноцентриків така залежність характерна до 3-ї доби, що в подальшому до завершення експерименту (15-а доба) переходить в обернено - пропорційну. Окрім того, впродовж всього експерименту реєструється прямо-пропорційна залежність досліджуваних цитогенетичних показників з наявністю в системі антиоксидантів ($I_{\text{кінц}}$). Прооксидантно-антиоксидантне співвідношення знаходиться в прямо-пропорційній залежності зі змінами ацентричних

фрагментів та дицентричних хромосом і в обернено-пропорційній - зі змінами аномальних моноцентриків від 7-ї і до 15-ї доби експерименту.

Отримані дані дозволяють припустити, що доказом непрямої дії I^{131} , як чинника іонізуючої радіації, на цитогенетичні ушкодження в ККМ можуть слугувати їх радіогенні ушкодження, що проявляються через ВРП і сформовані на стадії формування первинних радіобіологічних ефектів: 1- фізична стадія (10^{-16} - 10^{-13} с)- збудження та іонізація молекул; 2 - фізико- хімічна стадія . (10^{-13} - 10^{-10} с) - утворення іонів і ВР (водних та органічних), внутрішньо та міжмолекулярна міграція енергії; 3 – хімічна стадія (10^{-13} - 10^{-10} с) взаємодія іонів і радикалів, структурні ушкодження молекул, започаткування змін перебігу біологічних реакцій та визначення тяжкості радіаційних ушкоджень. Наведене вище дозволяє стверджувати, що вплив ВРП на цитогенетичні ушкодження ККМ є багатофакторним і складним фізико-хімічним процесом.

Оцінено вклад непрямої дії іонізуючого випромінювання інкорпорованого ^{131}I в ушкодження хромосомного апарату ККМ у лабораторних щурів. Виявлено кореляцію між інтенсивністю утворення ВР та виходом дицентричних хромосом впродовж експерименту. Водночас спостерігали прямо пропорційну залежність цитогенетичних аномалій від вмісту в опромінену організм антиоксидантів та рівня прооксидантно-антиоксидантного співвідношення. Сукупність отриманих експериментальних даних свідчить, що хромосомні аномалії є наслідком як прямої дії ^{131}I , як радіаційного чинника, так і ушкоджень генетичних структур високореакційними вільними радикалами

УДК: 612.11; 616.15; 599.32

Липська. А. І, Родіонова Н. К., Рябченко Н.М., Дрозд І.П., Бурдо О.О., Гриневич Ю.П.,
Ганжа. О.Б., Телецька С.В.

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ РАДІОБІОЛОГІЧНИХ ЕФЕКТІВ ВНУТРІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ В
УМОВАХ РАДІОНУКЛІДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА
МОДЕЛЬНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ**

Радіонуклідне забруднення природного середовища в результаті аварії на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС) призвело до істотного збільшення радіаційного фону значних територій та джерел надходження техногенних радіонуклідів до організму людини. Чорнобильська катастрофа започаткувала інтенсивні дослідження медико-біологічних наслідків внутрішнього опромінення. Проте наявні наукові дані є недостатніми для однозначної їх інтерпретації. Існує нагальна необхідність для моделювання радіаційних умов, як ранньої фази аварії, так і її віддаленого періоду з використанням експериментальних тварин для оцінки та прогнозування віддалених біологічних наслідків внутрішнього хронічного опромінення.

Мета роботи: дослідження радіобіологічних ефектів за надходження до організму ссавців радіонуклідів різної тропності у натурних та модельних експериментах.

Експерименти виконані з використанням лабораторних щурів за введення ^{131}I , ^{137}Cs , ^{90}Sr та індикаторних видів мишоподібних гризунів із зони відчуження (ЗВ) ЧАЕС та радіометричних, γ , β -спектрометричних, гематологічних, цитогенетичних, біохімічних методів досліджень.

Результати: Досліджено специфічні просторово-часові характеристики процесів дозоутворення та радіобіологічні ефекти у лабораторних щурів за різних режимів надходження ^{137}Cs , ^{90}Sr та ^{131}I до організму. За надходження радіонуклідів до організму тварин відмічали особливі зміни, обумовлені їхньою тропністю до різних органів. Показано, що за надходження ^{131}I до щитоподібної залози (ЩЗ) вона стає джерелом додаткового опромінення органів, що знаходяться у безпосередній близькості – тимуса, шийних та загрудинних лімфовузлів груднини, що підвищує ризик розвитку віддалених наслідків опромінення, зокрема онкогематологічних захворювань. В динаміці експерименту встановлено пряму залежність деструктивних змін у тимусі та кількості Т-лімфоцитів у периферичній крові від поглиненої дози.

Радіонукліди (РН) різної тропності в діапазоні низьких доз призводили до односпрямованих змін в системі кістково-мозкового кровотворення: у ранні терміни після введення реєстрували активацію компенсаторно-приспосувальних реакцій, у подальші - виснаження резервних можливостей кістковомозкового кровотворення (КМК) та фо-

рмування ознак дисгемопоезу. Динаміка та вираженість змін КМК залежать як від активності введеного РН, так і в значній мірі від специфіки процесів дозоутворення та формування локальних доз в місцях депонування РН.

Дослідження пострадіаційних ефектів у потомства першого покоління щурів, що сформувались унаслідок опромінення батьків-щурів інкорпорованим ^{131}I (27,35 кБк/тварина) у різних комбінаціях, свідчать про наявність змін у системі КМК потомків, зумовлені як внутрішньоутробним опроміненням у ранні терміни гестації, так і ефектами трансгенераційної передачі нестабільності геному. Виявлено зниження реактивної здатності організму потомків опромінених батьків на дію стрес-факторів, що проявлялась у порушенні основних показників стану різних пулів КМК, збільшенні цитогенетичних аномалій в клітинах кісткового мозку у порівнянні з контрольною групою. Встановлено, що найбільш виражені патологічні зміни у критичних системах організму спостерігали у потомків, народжених від інтактної самки та опроміненого самця, а також від обох опромінених батьків.

При дослідженні радіогенних змін у дрібних гризунів з ЗВ ЧАЕС, які у ряді поколінь мешкали на територіях з різним рівнем радіонуклідного забруднення, виявлено специфічність змін, що проявлялись одночасно у формуванні ознак ураження та компенсаторного відновлення: порушення процесів проліферації, диференціювання, дозрівання клітин гранулоцитарного та еритроїдного пулів кровотворення супроводжувалось появою осередків кровотворення у селезінці та печінці; гіперпластичних процесах у тимусі з відповідним збільшення фракції Т-лімфоцитів; збільшенні частоти мікроядер у поліхроматофільних еритроцитах, цитогенетичних радіаційних маркерів опромінення (дицентриків) у клітинах кісткового мозку, порушенні окисного метаболізму. У тварин, які мешкали на території з високим рівнем радіаційного забруднення та, відповідно, отримували найбільше радіаційне навантаження, спостерігали більш виражені патологічні зміни. У дослідних тварин за дії доз іонізуючої радіації, що несуттєво перевищували фонові радіаційні рівні реєстрували значну міжіндивідуальну варіабельність досліджуваних показників. Слід зазначити, що за мультистресорної дії (хронічне опромінення та екстремальні природно-кліматичні фактори) спостерігали зрив компенсаторно-приспосувальних реакцій у тварин з природних популяцій ЗВ ЧАЕС.

Показано значимість хронічного опромінення низької потужності у формуванні ряду патологічних змін в системі кровотворення, відсутність лінійної залежності гематологічних та цитогенетичних показників від дози низько інтенсивного хронічного опромінення.

УДК 502.51+502.175]:621.311.25]

Макарова О.В., Григор'єва Л.І.

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

ТЕХНОГЕННИЙ ТРИТІЙ В ГІДРОЕКОСИСТЕМІ РАЙОНУ ЮЖНО-УКРАЇНСЬКОЇ АЕС

На даний час основним джерелом техногенного тритію є атомна промисловість. У 31 країні світу експлуатується 191 атомних електростанцій з 448 енергоблоками, 57 енергоблоків знаходяться на стадії будівництва, 162 енергоблоки закриті. Тритій утворюється при роботі ядерних реакторів всіх типів. Джерелами його є реакції поділу важких ядер і взаємодія швидких нейтронів з ядрами бору, літію, дейтерію. На відміну від інших радіонуклідів, тритій надходить в навколишнє середовище, минаючи очисні бар'єри з рідкими стоками і газовими викидами. Висока рухливість тритію створює проблеми утримання його в реакторах і при зберіганні. Вміст тритію в рідких скидах набагато перевершує за абсолютним значенням вміст всіх інших нуклідів, а в газоподібних викидах поступається тільки кількістю радіоактивних благородних газів, які, на відміну від тритію, хімічно інертні.

У радіоекології територій розташування АЕС питання міграції у довкіллі «станційного» (що викидається з АЕС) тритію залишаються актуальними. За роботами надходження тритію до атмосфери з викидами АЕС характерно для усіх атомних електростанцій України, а у скидних водах АЕС з ВВЕР тритій може складати до 60% відсотків від усього обсягу викидів АЕС. В даний час не існує ефективних заходів уловлювання тритію, тому радіонуклід разом зі скидами і викидами підприємств ЯПЦ надходить в природні вологомисткі екосистеми. Постійне скидання тритію у відкриті водні резервуари, в тому числі річки і моря, тягне за собою широкомасштабне їх забруднення

чим радіонуклідом. В результаті випаровування води і перенесення водяної пари забруднення піддаються також повітряні простори на великих територіях навколо атомних підприємств. Як ізотоп водню він швидко мігрує за основними складовими ланцюгами (повітря, вода, водорості, риба, тварини та ін.), через що його відносять до радіонуклідів, які спроможні здійснювати навантаження на довкілля не лише у місці розміщення джерела його викиду (скиду), але і на значній відстані від нього.

Для АЕС, які використовують природні водойми в якості водойм-охолоджувачів нагрітої циркуляційної води в системах оборотного водопостачання АЕС, потрапляння тритію до ставка-охолоджувачу визначається, в основному, кількістю скиду дебалансних вод станції, а подальше надходження тритію у прилеглу водну екосистему залежить від рівнів фільтрації, випаровування води з водоймища-охолоджувача та підживлення водою природних поверхневих і підземних водних джерел.

Нами досліджено, що у воді технологічних водойм (ставок-охолоджувач, біоставок станції відчистки) ЮУ АЕС середньорічна об'ємна активність тритію впродовж 2014-2018 рр. трималася в інтервалі 110 – 160 Бк/л. Середньорічне зростання на 12 – 13 Бк корелює із зменшенням об'ємів скиду продувних вод ставка-охолоджувача (близько 8698 тис. м³ на рік). Більш високі рівні об'ємної активності тритію зареєстровані у воді технічних свердловин – маркерів протікань у системі технічної води відповідальних споживачів – які, до того ж, підпитуються з басейнів градирен і бризкальних установок. Вміст тритію у біоставках ГФК ЮУ АЕС знизився з понад 1000 Бк/л на початку 1990-х років до 100 – 130 Бк/л у 2017-2018 рр., що призвело до зменшення його рівня у Трикратській водоймі і має відобразитися на зниженні його рівня у підземних водних джерелах, які розташовані нижче за природним стоком. Враховуючі фізико-хімічні властивості тритію та висновки науковців щодо надзвичайно швидкого накопичення тритію у навколишньому середовищі, пропонуємо продовжувати гідроекологічний моніторинг за вмістом тритію у поверхневих водоймах у районі розташування ЮУ АЕС, а також у водних джерелах питної води, розташованих нижче за природним стоком від технологічних водойм АЕС.

Список використаних джерел:

1. [Operational & Long-Term Shutdown Reactors](https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/OperationalReactorsByCountry.aspx), Режим доступу: <https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/OperationalReactorsByCountry.aspx>

2. Григор'єва Л.І., Томілін Ю.А. Формування радіаційного навантаження на людину в умовах півдня України: чинники, прогнозування, контрзаходи: Монографія – Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2009. – 230 с.
3. Директива Ради 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року Про якість води, призначеної для споживання людиною – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_963

УДК 504.064.3:574

Павленко І.О, Сваричевська О.В., Святун О.В., Малюк І.А., Телецька С.В.

Інститут ядерних досліджень НАН України, м. Київ, Україна

РАДІАЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ ПИТОМОЇ АКТИВНОСТІ ^{137}Cs У ҐРУНТІ І РОСЛИННОСТІ В ЗОНІ ВПЛИВУ ДОСЛІДНИЦЬКОГО ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА ВВР-М ІНСТИТУТУ ЯДЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАН УКРАЇНИ

На сучасний стан здоров'я людини впливає багато негативних антропогенних факторів, зокрема радіаційних і хімічних, синергізм яких сприяє пригніченню імунітету, виникненню різних хвороб і неспроможності організму до їх подолання. Попередження цих навантажень або їх мінімізація є головним завданням досліджень, присвячених підтримці здоров'я населення України.

Одним із джерел радіаційного впливу на довкілля є дослідницький ядерний реактор (ДЯР) ВВР-М Інституту ядерних досліджень (ІЯД) НАН України, розташований в одному з густонаселених районів Києва. У зв'язку з цим запроваджено регламентний радіоекологічний моніторинг компонентів довкілля в санітарно-захисній зоні (СЗЗ) та зоні спостереження (ЗС) ДЯР ВВР-М, зокрема ґрунту і рослинності.

Проведено аналіз динаміки питомої активності ^{137}Cs в зразках ґрунту і рослинності за 2015-2019 рр. в шістьох стаціонарних точках радіаційного контролю (РК) в СЗЗ ДЯР ВВР-М на території ІЯД НАН України та дванадцяти точках ЗС, вибраних із урахуванням рози вітрів. Підготовка зразків та визначення питомої активності ^{137}Cs здійснювалися згідно з загальноприйнятими методиками.

При вивченні динаміки усереднених показників питомої активності ^{137}Cs в ґрунті і рослинності в ЗС та СЗЗ не встановлено суттєвих змін в значеннях їх величин.. Питома активність ^{137}Cs в ґрунті вища, ніж у рослинності (рис.1).

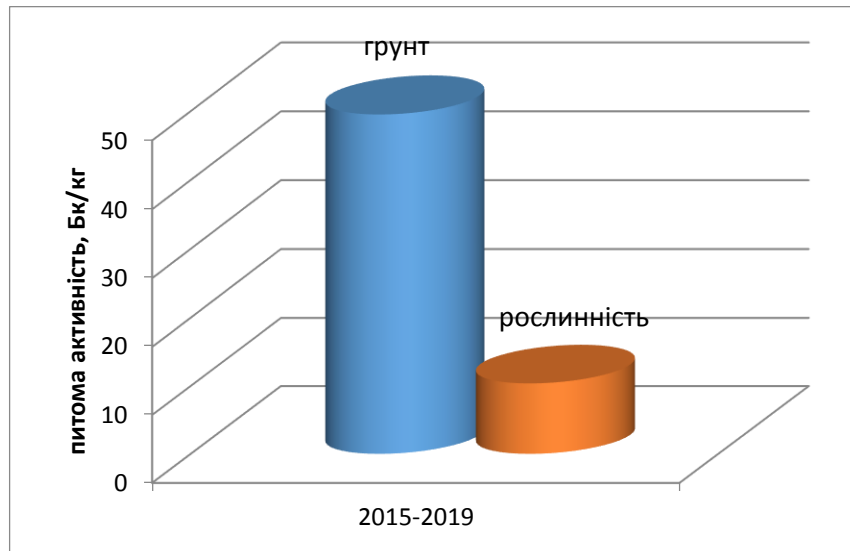


Рис.1. Питома активність ^{137}Cs в зразках ґрунту та рослинності в СЗЗ

Відзначено також, що порядок величин питомої активності ^{137}Cs в зразках рослинності із СЗЗ та ЗС ДЯР ВВР-М є однаковим (рис.2).

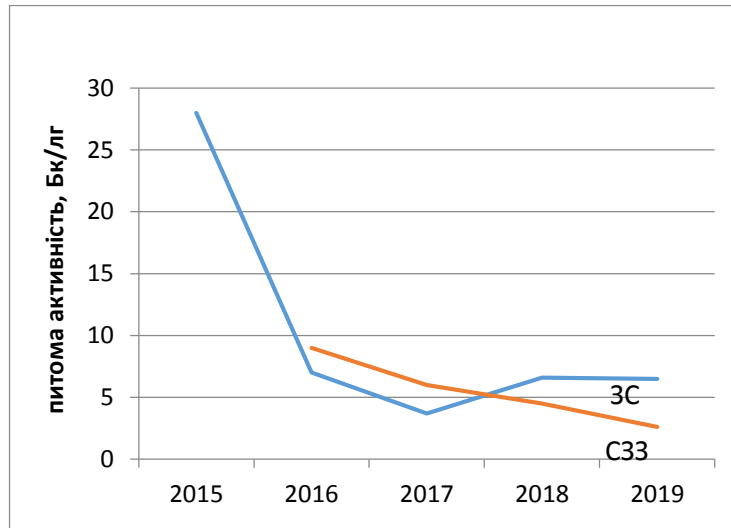


Рис.2. Питома активність ^{137}Cs в зразках рослинності із СЗЗ і ЗС ДЯР ВВР-М

Єдиною особливістю динаміки досліджуваних показників є перевищення їх значень у 2015 році порівняно з іншими роками, що може бути наслідком масштабної пожежі в чорнобильській зоні і обумовлене продуктами горіння. Це узгоджується з даними, отриманими при аналізі показників поверхневої щільності випадань β -активних радіонуклідів з атмосферними опадами і осідаючим пилом. Проте такі відхилення знаходяться в межах похибки вимірів.

Аналіз динаміки показників питомої активності ^{137}Cs в ґрунті і рослинності показав, що вплив роботи ДЯР ВВР-М на довкілля виключений, що є надзвичайно важливим з точки зору дотримання засад концепції здоров'я української нації.

УДК 614.876:504.064.3:621.311.25

Прилипко В. А.¹, Морозова М. М.¹, Озерова Ю. Ю.¹, Бондаренко І. В.¹, Пелюх О. О.²

¹ Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України», вул. Юрія Іллєнка 53, м. Київ, 04050, Україна

² Відокремлений підрозділ «Южно-Українська АЕС» ДП НАЕК «Енергоатом», м. Южно-українськ, 55001, Україна

СТАН РАДІАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ ЗОНИ СПОСТЕРЕЖЕННЯ АЕС НА ВИПАДОК НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ ЗА ОЦІНКАМИ ЕКСПЕРТІВ

Аварії на Чорнобильській атомній електростанції (АЕС) і АЕС Фукусіма-І та їх наслідки показали значимість готовності управлінських структур і населення до аварійних ситуацій. В умовах сьогодення захист населення і територій під час надзвичайних ситуацій (НС) забезпечується скоординованою роботою постійно діючих функціональних і територіальних підсистем Єдиної державної системи цивільного захисту (ЄДСЦЗ), згідно «Положення про функціональну підсистему ядерної та радіаційної безпеки єдиної державної системи цивільного захисту». В науковій літературі значна кількість джерел щодо ядерної безпеки об'єктів, готовності до дій центрів аварійного реагування за умови НС на АЕС, захисту персоналу і поодинокі роботи з питань готовності управлінських структур до захисту населення зон спостереження (ЗС) АЕС на випадок НС.

Метою даного дослідження стала експертна оцінка реалізації захисних заходів, спрямованих на обмеження опромінення населення зони спостереження атомної електростанції на випадок надзвичайної ситуації.

Методи. В процесі дослідження було застосовано опитування з використанням методу експертних оцінок. В якості експертів була сформована група фахівців органів місцевого самоврядування, які відповідальні за стан радіаційного захисту різних груп населення (міське, сільське) ЗС Южно-Української атомної електростанції (ЮУАЕС). Вимогами відбору були: досвід роботи за фахом не менше 7 років, відповідний профіль та посада. Для отримання первинних емпіричних даних було застосовано просте упорядкування значень, їх парне чи послідовне порівняння.

Результати. Система готовності та реагування на НС, згідно національних нормативних документів, передбачає наявність центрів аварійного реагування на майданчиках кожної АЕС та поза ними в межах території ЗС, що і відмітили всі експерти - 100 %. Виконання цільових програм захисту населення на випадок НС на АЕС за рахунок державного фінансування оцінюється експертами найвище у місті-супутнику Южноукраїнськ – 4,17 бали (шкала від 1 до 5 балів), нижче у м. Вознесенськ – 4,00 бали і найнижче на сільських територіях ЗС – 2,80 бали. Оцінки експертів щодо реалізації Плану робіт для режиму НС з безпеки населення ЗС ЮУАЕС нижче середніх як в м. Южноукраїнськ, так і на сільських територіях (2,50 і 2,60 бали відповідно).

Оповіщення населення про загрозу виникнення НС і подальші дії здійснюється оперативним черговим пункту управління та диспетчерськими службами органів управління територіальних підсистем ЄДСЦЗ шляхом передачі повідомлень про ситуацію, що склалася, і необхідні дії через засоби масової інформації. Опитування експертів органів місцевого самоврядування ЗС ЮАЕС свідчить, що найбільш ефективна система оповіщення населення за умови НС визначається територією проживання. Найбільш значимими для оповіщення і надання інформації на випадок НС для населення м. Южноукраїнськ є сирени, інтернет, гучномовці, відомча телекомунікаційна мережа. Для населення сільських територій - гучномовці, телекомунікаційні мережі загального використання, сирени та інтернет. Для населення м. Вознесенськ - гучномовці, сирени, інтернет. Аналіз оцінок експертів свідчить, що більш високі оцінки щодо систем оповіщення на випадок НС надали експерти м. Южноукраїнськ, нижчі – м. Вознесенськ і

найнижчі – експерти сільських територій. За отриманими даними, поєднання всіх систем оповіщення на випадок НС може забезпечити 100 % охоплення населення за короткий проміжок часу.

За оцінками експертів, в ЗС приладами дозиметричного контролю забезпечені лише управління органів місцевого самоврядування м. Южноукраїнськ. У їх розпорядженні є прилади дозиметричного контролю (РКС-01 «СТОРА», МКС – 0,5 «ТЕРРА-П») та радіаційної розвідки (ДП-5А, ДП-5В). У розпорядженні управлінців органів місцевого самоврядування сільських територій відсутні будь-які дозиметричні прилади.

Забезпеченість препаратами стабільного йоду, забезпеченість засобами колективного (захисні споруди, укриття) і індивідуального захисту (одяг, марлеві пов'язки, респіратори, протигази), стан матеріально-технічного оснащення на випадок НС на ЮУАЕС суттєво відрізняється для сільського та міського населення ЗС. Найвищий рівень забезпечення засобами індивідуального захисту, препаратами стабільного йоду, аптечками індивідуального захисту в м. Южноукраїнськ, дещо нижчий - у м. Вознесенськ і найнижчий - на сільських територіях. Найвищу оцінку отримала позиція забезпеченості препаратами йоду – 4,00–4,50 бали (шкала вимірювання від 1 до 5 балів), на другому місці - респіратори і протигази – 3,20–4,17 бали, найнижчі оцінки у 1,40–2,50 бали отримала позиція забезпеченості аптечками індивідуального медичного захисту. Захисні споруди і укриття отримали дуже низькі оцінки як у місті, так і на сільських територіях – 2 бали.

Ступінь готовності громади м. Южноукраїнськ до можливих техногенних НС, за оцінками експертів м. Южноукраїнськ, складає від 4,2 бали (аварія на АЕС, аварія на виробничих об'єктах) до 4,6 бали (аварія на ГЕС). Тобто громада м. Южноукраїнська готова до вирішення питань на випадок НС. У м. Вознесенськ громада готова до можливих НС на виробничих об'єктах (за оцінками експертів – 4 бали) і більш-менш до надзвичайних ситуацій на АЕС (оцінки експертів – 3,5 бали) і частково готові до НС на ГЕС (оцінки експертів – 3 бали). Найменш готовими до НС є сільські громади, де оцінки експертів на рівні 3 балів, тобто наскільки готові, настільки не готові.

Висновки.

За оцінками експертів, заходи ефективного оповіщення, стан забезпечення засобами колективного і індивідуального захисту, стан матеріально-технічного оснащення на випадок НС на АЕС суттєво відрізняються у сільського та міського населення ЗС. Населення м. Южноукраїнськ краще захищене, що обумовлено двома додатковими спеціалізованими програмами захисту.

Стан радіаційного захисту населення ЗС ЮУАЕС щодо запобігання та реагування на НС не відповідає вимогам закону України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку», Положенню про функціональну підсистему ядерної та радіаційної безпеки єдиної державної системи цивільного захисту.

Перелік посилань

1. Кодекс Цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.

2. Наказ Державної інспекції ядерного регулювання України «Про затвердження Положення про функціональну підсистему ядерної та радіаційної безпеки єдиної державної системи цивільного захисту» від 14 лютого 2020 року № 57 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0340-20>.

3. Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» від 8 лютого 1995 року N 39/95-ВР. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/39/95-%D0%B2%D1%80>.

УДК 612.11+616.15+599.3

**Родіонова Н.К.¹, Липська А.І.¹, Рябченко Н.М.¹, Бурдо О. О.¹, Шитюк В.А.¹,
Ніколаєв В.І.¹, Ганжа О.О.², Вишневський Д.А.²**

¹Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ

²Чорнобильський радіаційно-екологічний заповідник, Україна

АНАЛІЗ ГЕМАТОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДРІБНИХ ГРИЗУНІВ РІЗНИХ ТИПІВ ОНТОГЕНЕЗУ З ТРАНСФОРМОВАНИХ ЕКОСИСТЕМ ЗВ ЧАЕС

Внаслідок аварії на ЧАЕС у природне середовище, наземні та водні екосистеми, в тому числі і у водойму-охолоджувач, потрапила величезна кількість радіонуклідів у

різних фізико-хімічних формах. В даний час відбувається втілення у життя проекту поступового виведення з експлуатації ВО ЧАЕС, що передбачає контрольований поетапний спуск води. Як наслідок – утворюються значні площі суходолу, сформовані донними відкладеннями, що містять значну кількість паливних частинок. Під впливом природно-кліматичних факторів можлива трансформація форм знаходження радіонуклідів на осушених ділянках ВО ЧАЕС, зміна їхньої біологічної доступності. На осушених ділянках ложа ВО відбувається докорінна зміна екосистеми з формуванням нових фітоценозів та заселенням цих територій представниками фауністичних угруповань дрібних ссавців. Трансформація радіоактивно забрудненої водної екосистеми в наземну є унікальним природним явищем, яке немає аналогів у світовій практиці та потребує проведення комплексного радіоекологічного та радіобіологічного моніторингу. Отже, дослідження впливу радіаційних умов на стан новоутворених популяцій тварин, що мешкають на осушених територіях ВО є актуальною та важливою науковою задачею. Для оцінки стану організму широко застосовують комплекс показників стану критичних систем організму, зокрема кістковомозкового кровотворення (КМК), як високочутливої системи до дії стресорних чинників, в тому числі і радіаційного.

Мета дослідження: оцінка стану новоутворених популяцій мишоподібних гризунів різного функціонального стану з осушених ділянок ВО ЧАЕС за показниками системи кровотворення з характеристикою радіаційних чинників.

Об'єктом досліджень були мишоподібні гризуни (*Rodentia Muroidea*), а саме – представники родів *Apodemus* та *Myodes*. Згідно функціонально-онтогенетичного підходу дослідні тварини були розподілені на групи: статевозрілі (СЗ) цьогорічки (І тип онтогенезу), що дали потомство та статевонезрілі (СН) цьогорічки (ІІ тип онтогенезу, 1-ша фаза).

Відлов мишоподібних гризунів здійснювали у вересні 2018 р на дослідних полігонах: полігон І ($51^{\circ}21'38.58''\text{N}$ $30^{\circ}8'23.50''\text{E}$) – територія, що була береговою лінією ВО до проведення гідротехнічних робіт; полігон ІІ ($51^{\circ}22'20.60''\text{N}$ $30^{\circ}8'26.94''\text{E}$) – осушена територія дна гарячої частини ВО. Потужність експозиційної дози на полігоні І становила 0,29-0,51 мР/год, полігоні ІІ – 0,07-1,53 мР/год.; щільність потоку β -частинок над поверхнею ґрунту була в межах 435-1200 см²/хв, 72-250 см²/хв., відповідно. Виявлено

суттєві відмінності у рівнях накопичення радіонуклідів у тварин різних полігонів, а також видові відмінності. У тварин з полігону I середньогрупові значення концентрації радіонуклідів в тілі нориць становили: ^{137}Cs – $3,12 \pm 0,67$, ^{90}Sr – $32,67 \pm 3,21$; у миші жовтогогорлої – ^{137}Cs $1,04 \pm 0,71$; ^{90}Sr $13,63 \pm 6,54$ кБк/кг. На полігоні 2 рівні накопичення ^{137}Cs у тварин були у 2 рази вищими, ніж у тварин, що мешкали на полігоні I, а вміст ^{90}Sr в скелеті був значно меншим. Дослідні тварини з полігону II мали наступні концентрації радіонуклідів: в тілі нориці рудої (^{137}Cs – $6,11 \pm 3,01$, ^{90}Sr – $1,26 \pm 0,49$), у миші жовтогогорлої (^{137}Cs – $7,93 \pm 2,82$ кБк/кг та ^{90}Sr $0,43 \pm 0,12$ кБк/кг).

Інтегральним показником стану КМК є рівень зрілих функціонуючих клітин у периферичній крові, що продукуються в кістковому мозку. Практично в усіх групах нориць концентрація еритроцитів, гемоглобіну та кольоровий показник знаходились в межах контрольних значень. Тільки у СН тварин з 2-го полігону реєстрували достовірне зниження еритроцитів, проте слід відмітити, що вміст гемоглобіну в еритроциті у цих тварин був вищим у порівнянні з норицями 1-го полігону. Вміст тромбоцитів в периферичній крові був достовірно зниженим також у СН тварин з полігону II.

У всіх опромінених тварин у порівнянні з контролем реєстрували достовірне збільшення кількості лейкоцитів у периферичній крові за рахунок фракції лімфоцитів, що відбувалось на фоні збільшення маси тимуса та може свідчити про активацію Т-ланки імунітету. Крім того, при аналізі лейкоцитарної формули виявлено зниження як за відносними, так і за абсолютними даними кількості нейтрофільних гранулоцитів (паличочоядерних та сегментоядерних форм). Наявність нейтропенії може призвести до зниження клітинного імунітету та захисних можливостей організму. У СЗ тварин відмічали достовірне збільшення кількості еозинофілів. Також реєстрували порушення розподілу нейтрофілів по характерним для них морфологічним групам (збільшення кількості молодих форм в популяції нейтрофілів на фоні зниження зрілих). Достовірні зміни виявлено як між територіальними, так і функціональними групами тварин. Згідно даних індексів неспецифічної реактивності (індекса адаптації Гаркаві та імунореактивності) у СН нориць полігону I відбувається активація компенсаторно-приспосувальних процесів у відповідь на хронічне опромінення, але з часом при накопиченні погли-

неної дози у СЗ відбувається поступове зниження пристосувальних реакцій: проявляється тенденція до дисбалансу між лейкоцитарною та еритроїдною фракціями кісткового мозку, що є наслідком порушення процесів дозрівання та диференціювання. У СН нориць (полігон II) за менших дозових навантажень прояв активації компенсаторно - пристосувальних процесів відбувався на рівні тенденції.

Аналогічні зміни гематологічних показників реєстрували у тварин роду *Apodemus*, серед яких у СЗ тварин відмічено зниження вмісту нейтрофільних гранулоцитів практично в два рази порівняно з контролем та збільшення кількості еозинофілів, проте слід відмітити, що лімфоцитози у мишей були менш вираженими порівняно з норицями.

Внаслідок аналізу біологічних ефектів у дрібних гризунів родів *Apodemus* та *Myodes*, які мешкали на одному і тому ж полігоні з однаковою потужністю дози зовнішнього опромінення, але завдяки особливостям харчування та способу життя отримували різні дози, визначено роль ^{90}Sr в розвитку патологічних змін системі КМК. При превалюванні вмісту ^{90}Sr в організмі, що є типовим для *Myodes*, в більший мірі фіксували ураження кісткового мозку, а за дії ^{137}Cs , концентрація якого була вищою у *Apodemus*, частіше реєстрували зміни в лімфоцитарній ланці.

Таким чином, виявлені зміни параметрів гематологічних показників дають підставу вважати, що за дії малих доз опромінення в організмі паралельно відбуваються як процеси ураження, так і компенсаторного відновлення, активація пристосувальних процесів. Однак, за збільшення дозового навантаження у статевозрілих тварин відбувається поступове зниження пристосувальних реакцій, що призводить до дисбалансу в системі кістково-мозкового кровотворення. Виявлено видові особливості гематологічних змін у дослідних тварин, що залежали від специфіки накопичення радіонуклідів ^{90}Sr та ^{137}Cs .

Рябченко Н.М., Липська А.І., Бурдо О.О.

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИТОГЕНЕТИЧНИХ АНОМАЛІЙ У ІНДИКАТОРНИХ ВИДІВ МИШОВИДНИХ ГРИЗУНІВ ІЗ ПРИРОДНИХ БІОТОПІВ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ ЧАЕС В УМОВАХ РАДІОНУКЛІДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТА ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ

Проблема хронічного впливу радіації на живі організми в умовах природного середовища набуває особливого значення у зв'язку з різноманітністю екологічних, хімічних і фізичних чинників, які у поєднанні з іонізуючим випромінюванням можуть викликати широкий спектр біологічних ефектів. Пристосування виду до екстремальних умов існування - комплексне явище, в основі якого лежать як екологічна складова, так і видові і індивідуальні особливості реакції-відповіді організму. Представлені результати роботи є частиною багаторічного радіобіологічного та радіоекологічного моніторингу стану індикаторних синантропних видів мишовидних гризунів, зокрема нориці рудої (*Myodes glareolus*), в зоні відчуження (ЗВ) ЧАЕС, що проводяться у відділі радіобіології та радіоекології ІЯД НАН України. Дослідження виконано на дослідному полігоні «Янів» на території Рудого лісу, на відстані ~ 4 км від 4-го аварійного блоку ЧАЕС після тривалого затоплення радіаційно забрудненої території та часткового відновлення кормової бази та популяції нориці рудої. Мета роботи – дослідити генотоксичні та цитотоксичні ефекти в клітинах кісткового мозку у представників новоутвореної популяції *Myodes glareolus*, індуковані радіонуклідним забрудненням та екологічним стресом.

Дослідження проводили у статевонезрілих тварин віком 2-3 міс. Аналізували цитогенетичні дані у тварин 3-х груп: контрольну групу складали тварини, виловлені на території з фоновим радіаційним забрудненням; групу 1 – на полігоні Янів до затоплення; група 2 - тварини, що заселили цей полігон після 2-х річного затоплення. У роботі використані методи γ -, β - спектрометрії для оцінки вмісту ^{90}Sr і ^{137}Cs в орга-

нізмі тварин і зразках довкілля; радіометричні й дозиметричні; гематологічні, цитогенетичні, проточної цитометрії. Статистичну обробку даних проводили з використанням непараметричного тесту Манна-Уїтні.

Результати дослідження та їх обговорення. Радіаційні умови в місцях проживання тварин до (група 1) і після (група 2) затоплення, представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Діапазон потужності дози γ -випромінювання та щільність радіаційного забруднення ґрунту в місцях вилову тварин

Група	Потужність дози γ - випромінювання, мк Зв/год	Щільність радіаційного забруднення, МБк/м ²		
		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	²⁴¹ Am
Контроль	0,10-0,12	0.01-0.03	0,1-0,2	-
1	6,00 – 20,00	13,00 – 62,00	2,7 – 15,6	0,5 – 1,6
2	5,00 – 17,50	20,00 – 25,00	6,0 – 8,0	0,5 – 0,7

Концентрація інкорпорованих радіонуклідів в тілі тварин змінювалась у широких межах: група 1: ¹³⁷Cs - 200-1450 кБк/кг, ⁹⁰Sr – 100-1700 кБк/кг, група 2 – ¹³⁷Cs - 67-601 кБк/кг, ⁹⁰Sr – 265-864 кБк/кг. Середні значення потужності дози зовнішнього опромінення в групі 1 були 9,2 мГр / год та 7,3 мГр / год - в групі 2. Найбільш небезпечною для гемопоетичних системи є інкорпорація радіоактивного стронцію та його депонування в скелеті, в результаті чого відбувається постійне опромінення кісткової тканини та кісткового мозку (КМ). Середні значення потужності поглиненої дози від ⁹⁰Sr у тварин групи 1 і 2 становили 2,1 ± 1,8 мГр/добу (в діапазоні 0,17-4,7) і 2,7 ± 0,6 мГр/добу (в діапазоні 2,1-3,1), відповідно. Незважаючи на відсутність вірогідних відмінностей в дозових навантаженнях тварин 1-ї та 2-ї груп, були виявлені істотні зміни в цитогенетичних показниках клітин кісткового мозку.

Рівень цито- і генотоксичних пошкоджень клітин кісткового мозку полівок оцінювали методом флуоресцентної проточної цитометрії по співвідношенню поліхроматофільних еритроцитів (ПХЕ) і нормохромних еритроцитів (НХЕ), частоті ПХЕ з мікроядрами (МЯ), відповідно. У тварин групи 1 не виявлено значних відмінностей в частоті ПХЕ з МЯ в порівнянні з контролем, тоді як у тварин з групи 2 спостерігалось статистично достовірне збільшення рівня цитогенетичних аномалій: частота ПХЕ з МЯ варіювала в діапазоні 7-19 %; середнє значення - 14,66 ± 0,8 %. У групі 1 і контролі

середньогруппові значення склали $6,5 \pm 0,9$ і $4,1 \pm 0,3$ %, відповідно. Після повені у тварин групи 2 були виявлені значні порушення в дозріванні та диференціювання клітин еритроїдного ряду. У групі 2 спостерігали також якісні порушення в системі еритропоезу – зміну співвідношення ПХЕ та НХЕ (індексу цитотоксичності) у бік більш молодих форм ($11,45 \pm 1,37$ та $8,33 \pm 0,29 \times 10^9$ /стегнову кістку) на фоні статистично вірогідного зниження клітинності кісткового мозку та мітотичного індексу у 1,5 рази. При цьому рівень мітозів з патологічними ознаками (частота двоядерних клітин та передчасної конденсації хромосом) в цій групі був значно підвищений: 17,0% проти 4,2% і 2,1% в групі 1 і контролі, відповідно.

Одержані дані щодо цитогенетичних аномалій у тварин з новоутворених популяцій дозволяють припустити, що поєднаний вплив радіації і екстремальних природно-кліматичних факторів (в даному випадку тривале затоплення територій проживання), що супроводжується зміною радіаційного навантаження може призводити до маніфестації прихованих ознак нестабільності геному та зниженню адаптаційних можливостей системи кровотворення.

УДК 504.064.3

Сваричевська О.В., Гайдар О. В. , Павленко І. О., Малюк І. А., Саженик А. Д., Телецька С. В., Святун О. В.

Інститут ядерних досліджень НАН України, м. Київ, Україна

РЕЗУЛЬТАТИ БАГАТОРІЧНОГО РАДІАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ВПЛИВУ ДОСЛІДНИЦЬКОГО ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА ВВР-М ІНСТИТУТУ ЯДЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАН УКРАЇНИ НА ОБ'ЄКТИ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА В САНІТАРНО-ЗАХИСНІЙ ЗОНІ

Починаючи з 1960 року, протягом всього періоду експлуатації дослідницького ядерного реактора (ДЯР) ВВР-М Інституту ядерних досліджень (ІЯД) НАН України проводиться систематичний радіаційний контроль (РК) за його впливом на навколишнє природне середовище. Враховуючи, що ДЯР ВВР-М експлуатується в межах багатомільйонного міста Києва, дані дослідження є особливо актуальними.

Згідно з регламентом даних досліджень, основними задачами РК в санітарно-захисній зоні (СЗЗ) ДЯР ВВР-М є контроль рівнів загальної бета-активності та вмісту основних радіонуклідів техногенного походження (насамперед, ^{90}Sr і ^{137}Cs) в таких об'єктах довкілля: атмосферних опадах і осідаючому пилю (далі – атмосферних випадіннях), воді з основних колекторів ІЯД та ґрунті зі спостережних свердловин на його майданчику.

Дослідження радіоактивного забруднення приземного шару атмосферного повітря проводиться седиментаційним методом. Базовими стаціонарними точками РК атмосферних випадіннь є мережа з 6 седиментаційних постів, чотири з яких (Пд-1, З-1, ПнЗ-1, Пн-1) розташовані на відстані не менше трьох висот вентиляційної труби реактора (~ 200 м), а 2 точки (С-1 і ПдС-1) – на відстані відповідно 100 і 120 м біля огорожі реактора (див. рис. 1).

Відбір зразків скидних вод проводиться з двох основних колекторів ДЯР ВВР-М і тритієвих лабораторій: колодзя № 1 та колодзя № 2 (точки К1 і К2, рис. 1).



Рис. 1. Схема розміщення стаціонарних точок радіаційного контролю

З метою спостереження за радіоактивним забрудненням ґрунтів в зоні аерації навколо ДЯР ВВР-М. проводиться відбір зразків ґрунту із спостережуваних свердловин, організованих на території майданчика реактора (точки 1 ÷ 15, рис. 1).

Підготовка зразків та вимірювання вмісту в них радіонуклідів проводяться в лабораторіях Центру екологічних проблем атомної енергетики (ЦЕП АЕ) ІЯД НАН України. Апаратура, що використовується для вимірів, атестована та проходить регулярні планові перевірки. При виконанні досліджень використовуються, в основному, загальноприйняті методики.

Було проаналізовано сучасний стан радіоактивного забруднення зазначених об'єктів навколишнього природного середовища у СЗЗ ДЯР ВВР-М. Для вивчення динаміки радіоактивного забруднення цих об'єктів дані, отримані у 2019 році, були порівняні із аналогічними даними за попередні роки (2001-2018 рр.).

На рис. 2 показана динаміка забруднення β -активними радіонуклідами атмосферних випадінь у СЗЗ ДЯР ВВР-М. Порівняння річних значень щільності випадань β -активних радіонуклідів з атмосферними опадами і осідаючим пилом за 2019 рік з даними за попередні роки (2001 – 2018 рр.), свідчить про стабільність ситуації та відсутність впливу експлуатації ДЯР ВВР-М на повітряне середовище.

Середні значення загальної питомої β -активності скидних вод за період з 2001 р. по 2019 р. представлені на рис. 3. Як видно з наведених даних, спостерігаються досить великі розбіжності в отриманих результатах вимірювань (особливо в скидних водах з колодязя № 2), що можна пояснити їх залежністю від виробничої діяльності, яка останніми роками проводиться не систематично.

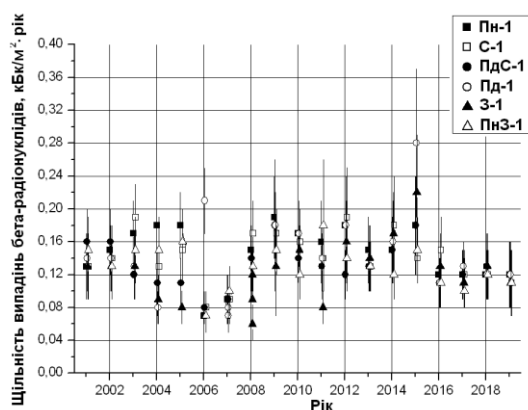


Рис. 2. Щільність випадінь β -активних радіонуклідів з атмосферними опадами і осідаючим пилом в СЗЗ ДЯР ВВР-М

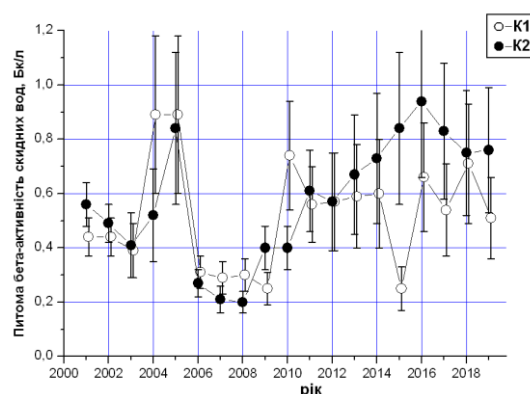


Рис. 3. Середні значення сумарної питомої β -активності скидних вод в основних колекторах ДЯР ВВР-М і тритієвих лабораторій

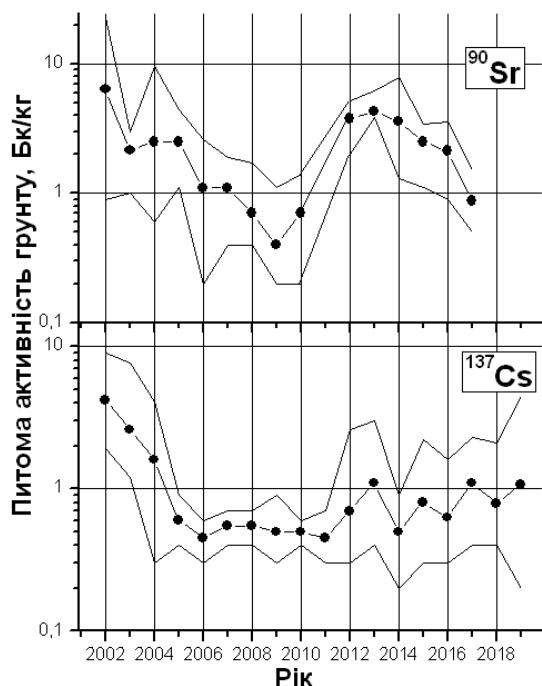


Рис. 4. Середні значення питомої активності радіонуклідів ^{90}Sr і ^{137}Cs у зразках ґрунту із спостережних свердловин ДЯР ВВР-М

У 1997 році для контролю за розповсюдженням радіоактивного забруднення в зоні аерації ДЯР ВВР-М на території його майданчика створено систему спостережних свердловин (точки 1 ÷ 15, рис. 2).

Починаючи з 2002 року, проводиться систематичний контроль радіоактивного забруднення зразків ґрунту, відібраних із цих спостережних свердловин. За весь період подальших спостережень (2002 – 2019 рр.) жодного разу не було зареєстровано суттєвого підвищення рівнів питомої активності техногенних радіонуклідів (насамперед, ^{137}Cs і ^{90}Sr) у зразках ґрунту із спостережних свердловин (рис. 4).

В цілому, результати багаторічного радіаційного моніторингу за впливу ДЯР ВВР-М ІЯД НАН України на об'єкти навколишнього природного середовища в санітарно-захисній зоні свідчать, що за весь період спостережень не було виявлено достовірного збільшення вмісту радіоактивних речовин у контрольованих параметрах у порівнянні з рівнями, характерними для м. Києва.

Радіаційний вплив ДЯР ВВР-М на об'єкти довкілля дуже незначний і його надзвичайно важко вичленити на фоні природного радіаційного фону та техногенних забруднень, пов'язаних з чорнобильськими та глобальними випадіннями.

Багаторічні дослідження, що проводились в лабораторіях ЦЕПАЕ ІЯД НАН України, дозволили накопичити значний фактичний матеріал по радіаційній обстановці в санітарно-захисній зоні ДЯР ВВР-М та обґрунтувати висновок про відсутність техногенного забруднення об'єктів довкілля при його експлуатації.

Семенко О.В.¹, Галат М.В.¹, Липська А.І.², Бурдо О.О.², Вишневський Д.О.³

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ

²Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ

³Чорнобильський радіаційно-екологічний заповідник, Україна

ЧИСЕЛЬНІСТЬ ТА БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЗБУДНИКІВ КРОВОПАРАЗИТАРНИХ ІНФЕКЦІЙ У МИШОПОДІБНИХ ГРИЗУНІВ З ТЕРИТОРІЙ ОСУШЕНОГО ЛОЖА ВОДОЙМИЩА-ОХОЛОДЖУВАЧА ЧАЕС

В зоні відчуження ЧАЕС з 2014 року проводяться роботи по реалізації проекту осушення водойми-охолоджувача (ВО). На даний час відбувається активна трансформація водної екосистеми в наземну. На осушених ділянках ложа ВО ЧАЕС відбуваються активні процеси первинної сукцесії – докорінна зміна та формування нових фітоценозів та фауністичних угруповань з високим біорізноманіттям. На осушених ділянках реєстрували присутність різних видів хижих ссавців, а також збільшення чисельності та видового складу мишоподібних гризунів, які є основною здобиччю хижих птахів та ссавців. Дрібні гризуни за чисельністю та щільністю заселення територій значно випереджають інші види тварин. Мишовидні гризуни як консументи першого порядку є важливою ланкою в харчових ланцюгах наземних екосистем та поширенні паразитарних інфекцій. Важливим є те, що вони можуть бути як дефінітивними так і проміжними, а також резервуарними хазяями у циклі розвитку збудників багатьох паразитарних хвороб, у тому числі і зоонозів.

Дослідження стосовно особливостей розвитку паразитарних хвороб у тварин, які мешкають на радіаційно-забруднених територіях малочисельні, або відсутні. Тому актуальним є включення досліджень щодо їх поширеності в організмі тварин з природних популяцій в комплекс радіоекологічного та радіобіологічного моніторингу. Саме тому дослідження мишоподібних з природних популяцій ЗВ ЧАЕС є надзвичайно важливим.

Мета роботи: дослідити особливості розповсюдженості кровопаразитарних хвороб у мишоподібних гризунів за впливу радіоекологічних умов техногенної трансформації водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС.

Об'єктом дослідження були мишоподібні гризуни (Rodentia Muroidea), а саме

роди *Apodemus* та *Myodes*. Відлов тварин здійснювали у вересні 2019 року. Вибірки мишоподібних гризунів на дослідних полігонах були: I – 14 (*Myodes* -8, *Apodemus* 4, II – 11(*Apodemus*), а III – 8 (*Apodemus*).

Для дослідження збудників кровопаразитарних хвороб у тварин готували мазки крові з подальшим фарбуванням з використанням набору барвників Лейкоциф 200 (LDF 200) у відповідності до рекомендацій виробника. Вибірки мишоподібних гризунів на дослідних полігонах були: I – 14 (*Myodes* -8, *Apodemus* 4, II – 11(*Apodemus*), а III – 8 (*Apodemus*).

Дослідження проведені як на прилеглих територіях, так і на полігонах, що знаходяться на осушених ділянках ложа водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС: I полігон (51°21'38.58"N 30° 8'23.50"E) – берегова лінія ВО (до проведення гідротехнічних робіт); II полігон (51°22'20.60"N 30° 8'26.94"E) - осушена територія дна гарячої частини ВО ЧАЕС; III полігон (51°22'20.60"N 30° 8'26.94"E) - дамба першої черги ВО ЧАЕС. Потужність експозиційної дози на полігоні I становила 0,29-0,51 мР/год, полігоні II – 0,07-1,53 мР/год, полігоні III – 0,07-1,53 мР /год; щільність потоку β -частинок над поверхнею ґрунту була в межах 435-1200 см²/хв, 72-250 см²/хв та 102 -620 см²/хв., відповідно.

За результатами проведених досліджень було встановлено, що у 30 з 32 досліджених мазків крові мишей є збудники інфекційних і паразитарних хвороб, що становить 93,75 %. Серед виявлених збудників були наступні: *Babesia spp.*, рикетсії (*Ehrlichia spp.*, *Haemoplasma spp.* (*Haemobartonella spp.*)), *Spirochaeta spp.*, *Hepatozoon spp.* і *Toxoplasma gondii*. Збудники видів *Babesia spp.* виявили у 17 з досліджених мазків крові (53,13 %), серед них 9 у мишей виду *Apodemus flavicollis*, 4 – у *Apodemus agrarius* і 3 – у *Myodes glareolus*. Види *Ehrlichia spp.*, *Rickettsia spp.* і *Spirochaeta spp.* встановили у 19 з досліджених мазків, що становить 59,38 %.

Вперше в Україні було виявлено збудника *Hepatozoon spp.* (рис. 1 і 2), що був у мазках крові 5 тварин (15,63 %). Серед яких у мишей виду *Apodemus flavicollis* – 3 випадки і у *Myodes glareolus* – 2 випадки, а у *Apodemus agrarius* – цього збудника виявлено не було.

Збудник *Toxoplasma gondii* було виявлено у 1 з досліджених мазків миші виду *Apodemus agrarius*. Це також є першим встановленням наявності збудника в організмі миші даного виду в Україні, що потребує більш детального вивчення з використанням полімеразної ланцюгової реакції.

У мазках крові усіх досліджених тварин (100 %) було виявлено патологічні зміни еритроцитів, а саме поліхроматофілію, наявність тілець Жолі та ядерних еритроцитів. При цьому значну кількість поліхроматофілів було виявлено у мазках крові 9 тварин, що становить 28,13 %, серед них у 6 мазках крові тварин виду *Apodemus flavicollis*, 1 - *Myodes glareolus* і 2 - *Apodemus agrarius*.

В результаті проведених досліджень у 93,75 % тварин виявлено наявність збудників інфекційних і протозойних хвороб, зокрема, рикетсій, спірохет, бабезій, гепатозоонів і токсоплазм. Також в усіх мазках виявляли патологію еритроцитів: тільця Жолі і поліхроматофіли, що також може бути пов'язано з ураженням цих тварин збудниками кровопаразитарних хвороб. Наявні експериментальні дані свідчать про можливість розвитку несприятливої епідеміологічної ситуації на територіях навколо водойми-охолоджувача ЧАЕС, що вказує на необхідність проведення подальших експериментальних досліджень.

Секція 2. РАДІАЦІЙНА МЕДИЦИНА ТА РАДІАЦІЙНА ПСИХОЛОГІЯ

Модератор: *Только В.В.* д-р медичних наук, професор, директор Інституту експериментальної радіології ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України» (м. Київ).

Секретар: *Родіонова Н.К.* кандидат медичних наук, старший науковий співробітник, Інститут ядерних досліджень НАН України (м. Київ).

**Бруслова К.М., Бебешко В.Г., Цветкова Н.М., Ляшенко Л.О., Галкіна С.Г.,
Пушкарьова Т.І., Гончар Л.О., Яцемирський С.М., Самсон Ю.М., Василенко
В.В., Кавардакова Н.В.**

ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук
України», 53, вул. Ю.Ілленка, м. Київ, 04050, Україна

ФОРМУВАННЯ ГРУПИ РИЗИКУ РОЗВИТКУ ГЕМАТОЛОГІЧНОЇ ПАТО- ЛОГІЇ У ДИТЯЧОГО НАСЕЛЕННЯ, ЯКЕ ЗАЗНАЄ ВПЛИВУ РАДІАЦІЙ- НИХ ТА НЕРАДІАЦІЙНИХ ЧИННИКІВ ДОВКІЛЛЯ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ЧАЕС

Мета. Принципи формування групи підвищеного ризику розвитку гематологічної патології у дитячого населення, яке зазнає впливу радіаційних та нерадіаційних чинників довкілля після аварії на ЧАЕС, за результатами моніторингу стану системи кровотворення.

Матеріали і методи. Обстежено 948 дітей, які постійно проживали на забруднених радіонуклідами територіях Київської, Житомирської та Чернігівської областей України, за період з 1996 р. по 2019 р. Вік дітей становив від 3 до 18 років. З них: 95 дітей з гострими лейкоеміями (ГЛ), 524 – дефіцитними анеміями, 309 – лейкоеміодними реакціями різного типу (лімфоцитарного – число лімфоцитів $> 3,5$ Г/л, еозинофільного – число еозинофілів $> 0,8$ Г/л, моноцитарного – число моноцитів $> 0,6$ Г/л). Діагноз ГЛ базувався на основі ФАБ-класифікації, субпопуляційного складу імунокомпетентних клітин за експресію поверхневих антигенів та імунологічними маркерами (дослідження проводили у відділі клінічної імунології ІКР – завідувач академік НАМН України Д.А. Базика).

Аналізували патологію у родичів дітей двох поколінь (наявність онкологічних та ендокринних хвороб, алергічних реакцій, сечокам'яної та жовчокам'яної хвороб). Вивчали показники периферичної крові, біохімічні показники сироватки крові: вміст загального білка, холестерина, креатиніна, кальція, лужної фосфатази. Визначали параметри метаболізму кісткової тканини, обміну заліза та рівні гормонів в сироватці

крові (кортизол, вільний тироксин (FT4), тиреотропний гормон гіпофізу (ТТГ)). У дітей з ГЛ враховували дози опромінення кісткового мозку (Репін В.С., Нечаєв С. Ю., 2014). Вплив негативних чинників оточуючого середовища оцінювали за ступенем інтегрального забруднення території: атмосферного повітря, поверхневих вод, ґрунтів (пестицидами, важкими металами: Pb, Cu, Ni, Cr, Mn, Zn, Fe та ізотопом цезію ^{137}Cs). Регіони, де проживали діти, ранжирували на помірно забруднену, забруднену та надзвичайно забруднену територію (матеріали Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні, 2012 р.).

Результати. Результати наших досліджень показали, що з 1996 року по 2008 рік збільшилось число випадків ГЛ у хворих старших 12 років. Після аварії збільшилось число дітей з дефіцитними анеміями (з 23 % до 57 %), кількість дітей з дегенеративними та аберантними формами елементів гемопозу периферичної крові (з 33 % до 67 %).

Комплексне обстеження дітей показало, що у родоводі дітей, хворих на ГЛ, збільшена кількість випадків онкологічних хвороб (24,3 % проти 9,7 % у загальній популяції). Крім того, нами встановлено вплив виду патології у родичів на розвиток та перебіг онкогематологічних захворювань у дітей. Так, за наявності у родичів онкологічних хвороб частіше захворювали діти на загальний-ГЛЛ та пре-В-ГЛЛ віком до 6 років. Алергічні реакції та ендокринні хвороби у родичів є негативними чинниками для розвитку Т-ГЛЛ та про-В-ГЛЛ з несприятливим прогнозом перебігу захворювання.

В дебюті ГЛ у 28,4 % хворих рівень сироваткового кортизолу був нижчий 150 нмоль/л (в групі порівняння 11,0 %) ($p < 0,05$). Встановлено зворотний кореляційний зв'язок між розвитком рецидиву у хворих на гостру лімфобластну лейкемію та вмістом кортизолу ($r_s = -0,67$) ($p < 0,05$). У хворих на гостру мієлобластну лейкемію визначено прямий кореляційний зв'язок між рівнем кортизолу та виживаністю дітей ($r_s = 0,79$) ($p < 0,05$). Знижений рівень кортизолу у дітей в ініціальний період захворювання супроводжувався підвищеною екскрецією з сечею солей пірофосфатів кальцію ($p < 0,05$), що може свідчити про патологічні зміни в мінеральній складовій кісткової тканини у

хворих з проявами гіпокортицизму та негативно впливати на прогноз перебігу захворювання. У 5,3 % хворих був підвищений рівень ТТГ в сироватці крові, хоча це не впливало на прогноз перебігу ГЛ. У хворих на ГЛ встановлені зміни в процесах колагеноутворення, відмічається дисбаланс вільних амінокислот в сечі та знижується їх сума, особливо на етапах хіміотерапії, що свідчить про деградацію білка та превалювання катаболічних процесів над анаболічними ($p < 0,05$). Екскреція фосфатів кальцію з сечею у хворих в дебюті ГЛ була вищою порівняно зі здоровими дітьми, особливо це стосувалось більш розчинних форм дигідрофосфатів тетрагідратів кальцію ($p < 0,05$). Рівень остеокальцину в сироватці крові у хворих на ГЛ становив $(29,8 \pm 2,3)$ нг/мл, у дітей без онкогематологічної патології – $(68,3 \pm 3,9)$ нг/мл ($p < 0,05$), що може вказувати на пригнічення функції процесів osteoутворення.

Щільність кісткової тканини за показником денситометрії у хворих на ГЛ була нижчою, ніж у здорових, і не залежала від варіантів захворювання. У 34,7 % пацієнтів до хіміотерапії показник був суттєво зниженим (65 од.), після проведення хіміотерапії число їх зростало до 70,5 %. Денситометрія нижча 65 од. корелювала з гіршою виживаністю хворих (до 30 міс.) порівняно з дітьми без проявів остеопорозу ($p < 0,05$).

Доза опромінення кісткового мозку дітей з ГЛ становила в середньому $5,21 \pm 1,4$ мЗв і вона не корелювала з визначеними показниками. Водночас, з підвищенням ступеню інтегрального забруднення території, де мешкали діти, зростало число хворих на ГЛ з ініціальним лейкоцитозом (число лейкоцитів вище за 100 Г/л), що супроводжувалось більш короткою медіаною виживаності пацієнтів ($r = -0,47$). На помірно забруднених та забруднених територіях України число хворих на ГЛ, які померли, було 11 з 62, на дуже та надзвичайно забруднених - 13 з 22 ($\chi^2 = 15,0$) ($p < 0,05$), що може свідчити про негативний вплив довкілля на прогноз перебігу захворювання. Із збільшенням забрудненості території помешкання зростала кількість дітей з моноцитозом (20,3 % проти 7,4 %), що може бути пов'язано з залученням до процесу елементів макрофагальної ланки імунітету, хронізацією бактеріальних інфекцій у дітей, порушенням обміну заліза, а також конкурентною дією інших металів. Наявність моноцитозу у дитини з надлишком заліза в організмі може бути одним із діагностичних критеріїв розвитку мієлодиспластичного синдрому.

Визначені особливості лягли в основу критеріїв формування груп ризику з гематологічної патології серед дитячого населення, яке зазнає впливу радіаційних та нерадіаційних чинників довкілля після аварії на ЧАЕС.

Висновок. Вивчення механізмів лейкемогенезу вимагає комплексного підходу, в тому числі залучення молекулярно-генетичних досліджень, особливо в умовах інтегральної екологічної катастрофи. Обґрунтування критеріїв формування групи підвищеного ризику з онкогематологічної патології та здійснення гематологічного моніторингу за дитячим населенням надає можливості своєчасно виявляти зміни в гемопоезі та застосувати лікувально-профілактичні заходи.

УДК: 616.12-008.331.1:612.014.481

Габулавичене Ж.М., Білий Д.О.

ДУ „Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України”, м. Київ

ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ ДОБОВОГО МОНІТОРУВАННЯ АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ В УЧАСНИКІВ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АВАРІЇ З ГІПЕРТОНІЧНОЮ ХВОРОБОЮ, ЯКІ ТРИВАЛИЙ ЧАС ПРАЦЮВАЛИ В УМОВАХ СТРЕСУ

В останні роки все більшої уваги набуває “психоментальний (робочий) стрес”, пов’язаний з професійною діяльністю. Учасники ліквідації наслідків Чорнобильської аварії (УЛНЧА) 1986 р. – саме така категорія, у якої професійна діяльність тривалий час була пов’язана зі стресом.

Мета – визначити особливості показників добового моніторування АТ (ДМАТ) при гіпертонічній хворобі (ГХ) в УЛНЧА, професійна діяльність яких пов’язана з тривалим стресом.

Об’єкт і методи. Обстежено 285 УЛНЧА 1986 р. з ГХ II ст. Середня доза зовнішнього опромінення у них становила $17,7 \pm 1,4$ сЗв. Групу контролю склали 62 хворих,

які не зазнали дії опромінення. Добове моніторування АТ проводили за допомогою монітору "Diacard" 03500 фірми "Сольвейг", із застосуванням програми "Microsoft Excel 7,0".

Результати. В УЛНЧА встановлено достовірно вищий приріст середніх значень підвищеної варіабельності АТ (В АТ), особливо в нічний час, збільшення випадків з недостатнім нічним зниженням АТ відносно контролю. При ГХ II ст. варіабельність систолічного АТ (В САТ) перевищила дані контролю за добу на 7,2 %, ніч – 8,9 %, діастолічного АТ (В ДАТ) за ніч – на 10,5 % ($P<0,05$). Більш суттєва у них була різниця у частоті порушеної В САТ за добу на 18,1 % і ніч – 16,5 % і В ДАТ в нічний час на 14,3 % ($p<0,05$) більше, ніж в контролі. Частота випадків з недостатнім нічним зниженням АТ збільшувалася на 15,7 % ($p<0,05$). Більш істотні зміни показників ДМАТ встановлено у хворих на ГХ, які тривало працювали у режимі експедиційної вахти, в нічний час, мали високий інтегральний бал негативних спогадів про події Чорнобильської аварії. Різниця у частоті порушеної В АТ в УЛНЧА 1986 р. і 1988-90 рр. досягла 25,4 %, ($p<0,05$). Встановлено взаємозв'язок між інтегральним балом негативних спогадів про ці події в УЛНЧА з ГХ з недостатнім нічним зниженням АТ, глибоким нічним зниженням, нічною гіпертензією, порушеннями якості нічного сну.

Висновок. За даними ДМАТ для УЛНЧА з високим емоційним навантаженням, пов'язаним із професійною діяльністю, встановлено збільшення АТ, його варіабельності, частоти порушеного добового профілю АТ. Застосування ДМАТ перспективно для підвищення ефективності діагностики стрес-індукованої ГХ.

Гресько М.В., Логановський К.М.

Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України»,
вул. Юрія Іл'єнка, 53, м. Київ, 04050, Україна

ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СПРИЙНЯТТЯ РАДІАЦІЙНОЇ ЗАГРОЗИ

Актуальність роботи: Масштабні пожежі, які спалахнули цього року в Чорнобильській зоні відчуження нагадали населенню України про радіаційну небезпеку. Оскільки цей вид небезпеки не має сенсорного сприйняття, вивчення психологічних особливостей сприйняття такої вітальної загрози є актуальним.

Мета: оцінка сприйняття радіаційного ризику та вивчення психофізіологічних особливостей гіпертрофованого сприйняття радіаційної загрози.

Об'єкт та методи дослідження: До дослідження включено 503 особи. До складу I групи увійшли 122 учасника ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи (УЛНА) обох статей у віці $54,50 \pm 4,22$, з дозою $152,27 \pm 127,46$ мЗв. II групу склали 76 УЛНА, які були також евакуйовані із Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ), обох статей у віці $55,53 \pm 3,61$, з дозою $248,09 \pm 275,70$ мЗв. III групу склали 119 евакуйованих із ЧЗВ обох статей у віці $54,82 \pm 3$, з дозою $54,24 \pm 26,45$ мЗв. Групу неекспонованого контролю (IV група) склали 85 осіб обох статей, які не були опромінені та евакуйовані віком $51,05 \pm 3,35$ років. В групу порівняння (V група) увійшов 101 учасник Антитерористичної операції (АТО/ООС) обох статей віком $33,36 \pm 9,14$ років.

Для оцінки особистості використовували такі психодіагностичні методи: методика діагностики характерологічних особливостей особистості Г. Шмишека – К. Леонгарда; особистісний опитувальник Г. Айзенка (Eysenck's Personality Inventory, EPI); шкала психологічного стресу (Psychological Stress Measure, PSM-25); опитувальник загального здоров'я (General Health Questionnaire, GHQ-28); модифікований соціально-психологічний опитувальник (Joint Study Project, 1993). Для психофізіологічної оцінки проводили реєстрацію біоелектричної активності головного мозку з допомогою комп'ютерної ЕЕГ (кЕЕГ).

Результати: В основних групах достовірно більше осіб з гіпертрофованим сприйняттям радіаційної загрози ($p < 0,001$). Найбільший відсоток респондентів з гіпертрофованим сприйняттям в II групі (I – 71,88%, II – 80,0%, III – 76,92, IV – 35,0%, V – 3,78), де респонденти зазнали ризику опромінення та евакуації в результаті Чорнобильської катастрофи. В усіх групах серед респондентів з гіпертрофованим сприйняттям радіаційної загрози, радіаційні фактори, і, в першу чергу, хвороби, пов'язані з іонізуючим випромінюванням, займають перші рангові місця, серед 31 фактору, які включають як соціально-економічні та побутові так і екологічні фактори. Респондентів з адекватним сприйняттям радіаційної загрози в першу чергу непокоять соціально-стресові та екологічні фактори.

Звертає увагу на себе той факт, що в усіх групах опитаних небезпечні фактори куріння та вживання алкоголю, займають останні рангові місця. В той час як відсоток курців серед АТО/ООС складає 71,05%, серед УЛНА – 28,32%, в групі контролю – 46,75%. Осіб, які не вживають алкоголь, серед АТО/ООС лише 16,22%, серед УЛНА – 19,64, в групі контролю – 20,78%.

Кореляційний аналіз гіпертрофованого сприйняття радіаційної загрози не показав зв'язків з задокументованою дозою опромінення. Оцінка радіаційної загрози залежить від рівня освіти ($p < 0,05$), фінансового становища ($p < 0,001$), оцінки загального стану здоров'я ($p < 0,05$), рівня знань про іонізуюче випромінювання ($p < 0,05$), рівня дистресу від евакуації ($p < 0,001$), а також від оцінки ризику від національних конфліктів ($p < 0,001$).

Гіпертрофоване сприйняття радіаційного ризику сприяє порушенням психо-соматичного здоров'я. В осіб з гіпертрофованим сприйняттям радіаційної загрози спостерігається гірша оцінка загального здоров'я ($p < 0,001$) та вищий рівень психологічного стресу ($p < 0,001$) у порівнянні з респондентами з адекватним сприйняттям.

У осіб з гіпертрофованим сприйняттям спостерігається деформація особистості: зростання рівня екстраверсії ($p < 0,01$), нейротизму ($p < 0,001$), емотивності ($p < 0,001$), педантичності ($p < 0,001$), тривожності ($p < 0,001$), циклотимності ($p < 0,001$), збудливості ($p < 0,001$) та дистимності ($p < 0,05$) у порівнянні з респондентами з адекватним сприйняттям.

Кореляційний аналіз гіпертрофованого сприйняття та профілю особистості показав, що екстраверсія ($r=0,25$, $p<0,01$), нейротизм ($r=0,39$, $p<0,001$), педантичність ($r=0,28$, $p<0,001$), циклотимність ($r=0,39$, $p<0,001$), тривожність ($r=0,33$, $p<0,001$) та збудливість ($r=0,28$, $p<0,001$) сприяють формуванню неадекватного сприйняття.

Порівняльний аналіз параметрів біоелектричної активності головного мозку показав, що в УЛНА у порівнянні з неекспонованим контролем збільшена ($p<0,05$) відносна та абсолютна спектральна потужність дельта-діапазону, зменшена ($p<0,05$) – бета-діапазону переважно в лівій лобно-скроневій ділянці та знижена ($p<0,05$) домінуюча частота. Зазначені зміни можуть говорити про зниження рівня функціональної активності головного мозку та швидкості психічних процесів. Церебральним базисом цих змін може бути інгібіція кортико-лімбічної системи переважно у лівій (домінантній) гемисфері.

Висновок: Враховуючі наявність гіпертрофованого сприйняття та деструктивних рис особисті, які мають нейрофізіологічний базис, доцільно до комплексного біопсихосоціального підходу додати інформаційно-освітнянську складову.

УДК 576.3:616.017:616.15:616-001.28

Зварич Л.М., Лясківська О.В., Голярник Н.А., Мазниченко О.Л., Ільєнко І.М.

ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України», Київ, Україна

СТАН КЛІТИННОГО ІМУНІТЕТУ ОСІБ, НАРОДЖЕНИХ ВІД БАТЬКІВ, ОПРОМІНЕНИХ ВНАСЛІДОК АВАРІЇ НА ЧАЕС, ЗАЛЕЖНО ВІД СТАТІ

Захворюваність на хронічну патологію серед осіб, народжених від батьків, постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС, залишається високою. Порушення імунної системи мають значний внесок у запуск та підтримку патологічних процесів, залучених у розвиток різноманітного спектру хвороб. Статева диверсифікація імунної реактивності може відігравати роль у поширеності захворювань. Тому дослідження стану імунної системи, залежно від статі, є необхідним для кращого оцінювання ризику розвитку патології даної когорти постраждалих осіб.

Мета. Оцінити стан клітинного імунітету осіб, народжених від батьків, опромінених внаслідок аварії на ЧАЕС, залежно від статі.

Матеріали та методи. Основна група – 264 особи, народжених від опромінених батьків. З них – 131 особа жіночої статі, віком 12-32 роки та 133 особи чоловічої статі 15-35 років на момент обстеження. Основну групу було поділено на 4 підгрупи: I – особи, у яких лише батько був опромінений внаслідок аварії на ЧАЕС, II – особи, у яких лише мати була опромінена внаслідок аварії на ЧАЕС, III – особи, у яких обидва батьки були опромінені внаслідок аварії на ЧАЕС, IV – особи, у яких хоча б у одного з батьків було задокументовано високодозове опромінення. Контрольна група – 30 осіб: 14 осіб жіночої статі, віком 16-28 років та 16 осіб чоловічої статі 16-29 роки, у яких батьки не приймали участі у ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС. Експресію диференційних та активаційних антигенів лімфоцитів периферичної крові визначали методом проточної цитофлуориметрії з використанням набору моноклональних антитіл Simultest IMK Plus (Becton Dickinson, США). Статистичний аналіз проводили за допомогою програмного забезпечення Statistica 8.0 StatSoft. Inc. 1998–2007 pp. Результати подано у форматі середнє арифметичне із середнім квадратичним відхиленням. Нормальність розподілу кількісних перемінних визначали за допомогою критерію Колмогорова-Смірнова. Для порівняння перемінних з вільним розподілом застосували ранговий аналіз варіацій за Краскелом-Уолісом та медіанний тест. Перевірку нульових гіпотез провели на рівні значущості $p \leq 0,05$.

Результати. За результатами досліджень у осіб жіночої статі з I підгрупи середній показник відносної кількості $CD8^{+}25^{+}$ Т-лімфоцитів ($1,78 \pm 2,62$) характеризувався збільшенням, порівняно з показником контрольної групи ($0,90 \pm 0,71$) без статистичної значущості. Відмічено тенденцію до зниження показника імунорегуляторного індексу ($1,19 \pm 0,39$), порівняно з показником контрольної групи ($1,49 \pm 0,33$). У осіб жіночої статі II підгрупи та контрольної групи не виявлено статистично значущих відмінностей між показниками клітинного імунітету. У осіб жіночої статі III підгрупи спостерігалось збільшення відносної кількості $CD3^{+}16^{+}56^{+}$ натуральних кілерних Т-лімфоцитів ($13,39 \pm 6,75$) відносно контролю ($8,35 \pm 4,88$) без статистичної значущості. Виявлено тенденцію до зниження відносної кількості $CD4^{+}25^{+}$ Т-лімфоцитів ($1,41 \pm 1,55$) та $CD8^{+}25^{+}$

Т-лімфоцитів ($0,59 \pm 0,74$), порівняно з показниками у контрольній групі ($1,81 \pm 2,41$) та ($0,90 \pm 0,71$), відповідно. У осіб жіночої статі з IV групи відмічено збільшення відносної кількості $CD4^+CD8^+$ Т-лімфоцитів ($1,31 \pm 2,64$), порівняно з показником контрольної групи ($0,80 \pm 0,44$) без статистичної значущості. Виявлено тенденцію до зниження відносної кількості $CD19^+$ В-лімфоцитів ($7,61 \pm 2,61$) та $CD3^-HLA-DR^+$ В-лімфоцитів ($9,27 \pm 3,36$), порівняно з показником контрольної групи ($9,29 \pm 3,61$) та ($12,17 \pm 4,21$), відповідно. Спостерігалось збільшення відносної кількості $CD8^+25^+$ Т-лімфоцитів ($1,71 \pm 2,73$), порівняно з показником контрольної групи ($0,90 \pm 0,71$) без статистичної значущості. Хоча відносна кількість $CD4^+$ Т-лімфоцитів знаходилася у межах вікових норм, проте у осіб з I, II та III підгруп спостерігалася тенденція до зниження даного показника ($34,16 \pm 9,06$), ($36,91 \pm 7,51$), ($34,46 \pm 10,77$), відповідно, у той час, як у осіб з IV підгрупи значення було схожим ($40,16 \pm 9,57$) з показником контрольної групи ($39,26 \pm 4,95$). Показники відносної кількості $CD45^+14^-$ лімфоцитів, $CD45^+14^+$ моноцитів та $CD45^+14^-$ гранулоцитів, $CD3^+$ Т-лімфоцитів, $CD8^+$ Т-лімфоцитів, $CD3^+HLA-DR^+$ Т-лімфоцитів та $CD3^-16^+56^+$ натуральних кілерів осіб жіночої статі знаходилася у межах вікових норм та не відрізнялася від показників контрольної групи.

У осіб чоловічої статі I підгрупи спостерігалася тенденція до зниження відносної кількості $CD4^+$ Т-лімфоцитів ($32,51 \pm 8,55$) та підвищення $CD8^+$ Т-лімфоцитів ($30,02 \pm 10,17$), порівняно з показником контрольної групи ($39,38 \pm 5,12$) та ($26,88 \pm 4,07$), відповідно. Виявлено зниження відносної кількості $CD3^-16^+56^+$ натуральних кілерів ($4,97 \pm 3,30$), відносно контролю ($7,47 \pm 5,71$) без статистичної значущості. У осіб чоловічої статі II підгрупи відмічено тенденцію до зниження відносної кількості $CD4^+$ Т-лімфоцитів ($33,51 \pm 8,97$) та підвищення $CD8^+$ Т-лімфоцитів ($29,36 \pm 8,66$) і $CD4^+CD8^+$ Т-лімфоцитів ($1,02 \pm 0,74$), порівняно з показником контрольної групи ($39,38 \pm 5,12$), ($26,88 \pm 4,07$) та ($0,53 \pm 0,36$), відповідно. У осіб чоловічої статі III підгрупи виявлено статистично значиме зниження відносної кількості $CD4^+$ Т-лімфоцитів ($32,04 \pm 10,03$, $p < 0,05$) та тенденцію до збільшення $CD4^+25^+$ Т-лімфоцитів ($4,4 \pm 8,69$) порівняно з показником контрольної групи ($39,38 \pm 5,12$) та ($2,54 \pm 1,56$), відповідно. Спостерігалось збільшення відносної кількості $CD3^+16^+56^+$ натуральних кілерних Т-лімфоцитів ($13,02 \pm 7,88$) порівняно з показником контрольної групи ($10,59 \pm 5,93$). У осіб чоловічої статі

IV групи показник відносної кількості $CD19^+$ В-лімфоцитів характеризувався зниженням ($8,20 \pm 3,51$), порівняно з показником контрольної групи ($10,52 \pm 3,41$) без статистичної значущості. Відмічено тенденцію до зниження відносної кількості $CD4^+$ Т-лімфоцитів ($32,19 \pm 8,70$), підвищення $CD8^+$ Т-лімфоцитів ($30,35 \pm 6,23$) та статистично значиме зниження показника імунорегуляторного індексу ($1,10 \pm 0,36$, $p < 0,05$), відносно контрольної групи ($39,38 \pm 5,12$), ($26,88 \pm 4,07$) та ($1,49 \pm 0,28$), відповідно. Виявлено збільшення $CD3^+16^+56^+$ натуральних кілерних Т-лімфоцитів ($14,65 \pm 12,74$) та зниження $CD4^+25^+$ Т-лімфоцитів ($1,20 \pm 1,52$), порівняно з показником контрольної групи ($10,59 \pm 5,93$) та ($2,54 \pm 1,56$) без статистичної значущості. Статистично значущих розбіжностей між показником відносної кількості $CD45^+14^-$ лімфоцитів, $CD45^+14^+$ моноцитів та $CD45^+14^-$ гранулоцитів, $CD8^+25^+$ Т-лімфоцитів, $CD3^+HLA-DR^+$ Т-лімфоцитів та $CD3^+HLA-DR^+$ В-лімфоцитів у осіб чоловічої статі основної групи та контрольної групи не встановлено.

Висновки. За результатами досліджень не було виявлено змін у показниках відносної кількості $CD45^+14^-$ лімфоцитів, $CD45^+14^+$ моноцитів та $CD45^+14^-$ гранулоцитів периферичної крові основної групи обстеження. Т-клітинна ланка імунної системи як осіб жіночої, так і осіб чоловічої статі характеризувалася тенденцією до зниження відносної кількості $CD4^+$ Т-лімфоцитів, показника імунорегуляторного індексу та збільшення частки $CD8^+$ Т-лімфоцитів, $CD4^+25^+$ та $CD8^+25^+$ Т-лімфоцитів, $CD4^+8^+$ Т-лімфоцитів та $CD3^+16^+56^+$ натуральних кілерних Т-лімфоцитів, що вказує на можливу активацію компенсаторних механізмів, направлених на відновлення імунологічної реактивності. Виявлено, що у осіб чоловічої статі більше варіацій у розподілі субпопуляцій Т-клітинної ланки. Найбільш яскраво виражені зміни субпопуляційного складу лімфоцитів спостерігалися в осіб, у яких були опромінені обидва батьки або задокументовано високодозове опромінення у одного з батьків. Необхідні подальші дослідження осіб, народжених від опромінених батьків, направлені на пошук зв'язку імунного статусу та ризику розвитку захворювань, залежно від статі.

Камінський О. В., Талько В. В., Логановський К. М., Лавренчук Г. Й., Афанасьєв Д. Є., Копилова О. В., Логановська Т. К.

ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України», м. Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗМІН У ЩИТОПОДІБНІЙ ТА ПАРАЩИТОПОДІБНІЙ ЗАЛОЗАХ В ОСІБ, ОПРОМІНЕНИХ У ПРЕНАТАЛЬНИЙ ПЕРІОД

Не викликають сумніву такі наслідки променевого впливу, як пухлини щитоподібної залози (ЩЗ), злоякісні захворювання кровотворної системи та катаракта. З плином часу після тяжких радіаційних подій минулих десятиріч, а саме – аварій на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС) та АЕС Фукусіма Дайїчі, дані наукових досліджень свідчать про суттєві соматичні наслідки дії іонізуючого випромінювання. На цей час актуальним питанням є існування наслідків опромінення ЩЗ і прищитоподібних залоз (ПЩПЗ), а також їх взаємодії зі змінами у структурах центральної регуляції ендокринної системи, розташованих у межах головного мозку з формуванням нейроендокринної коморбідності.

Питання радіаційної чутливості ПЩПЗ постало вже давно, хоча стосовно впливу наслідків аварій на підприємствах ядерної енергетики та/або промисловості ретельно не розглядалося. Відомо, що латентний період розвитку радіаційного гіперпаратиреозу складає 25–47 років, що, зокрема, було з'ясовано японськими авторами за результатами тривалих досліджень у осіб, які пережили атомні бомбардування. За узагальненими даними, доброякісні новоутворення ПЩПЗ та ЩЗ є статистично достовірними та дозо-залежними віддаленими радіаційними ефектами випромінювання від атомних вибухів. Варте уваги можливість розвитку гіперпаратиреозу (ГПТ) після променевої терапії на органи голови та/або ший, зокрема – як після рентгентерапії, так і в наслідок лікуванням радіоактивним йодом захворювань ЩЗ. У свою чергу, променевий вплив у дитячому віці вирізняється, з одного боку, дещо меншою частотою виникнення ГПТ,

проте й набагато коротшим латентним періодом появи ефекту – менше 20 років у ~80 % випадків.

Що стосується пренатальних ефектів медичного (діагностичного та терапевтичного) пренатального опромінення вагітних жінок, то порогова величина дози детерміністських ефектів для плоду оцінюється як 150 мГр (15 рад). Існує теоретичний ризик при будь-якому впливі іонізуючого випромінювання, що доза, яка припадає на плід від одного діагностичного обстеження, як правило, значно менша, ніж 50 мГр (5 рад), що може розглядатися як порогове значення для неракових медичних впливів іонізуючого випромінювання.

В нашому дослідженні ендокринний статус був оцінений у 25 осіб дорослого віку, які були опромінені *in utero* під час аварії на ЧАЕС, зазнали впливу ізотопів радіоактивного йоду та інших чинників зовнішнього середовища. Середній вік пацієнтів становив 33 роки. Серед них 15 осіб були евакуйовані з 30-км зони відчуження, 7 осіб є мешканцями III-IV зон посиленого радіаційного контролю.

При загальноклінічному обстеженні вимірювалися антропометричні та гемодинамічні данні. Внаслідок рандомізації не виявлено різниці між групами опромінених *in utero* та особами у групі контролю для передожиріння/ожиріння, артеріальної гіпертензії.

При аналізі показників ліпідного обміну у обстежуваних осіб по середньостатистичним даним не виявлено їх значного відхилення від нормативних. Середні концентрації загального холестерину знаходились в межах 4,0 – 6,9 ммоль/л і істотно не відрізнялась поміж групами. Рівень бета-ліпопротеїдів та тригліцеридів відповідав віковій нормі в усіх групах без вірогідних відмінностей.

Серед осіб, опромінених *in utero* під час аварії на ЧАЕС не було встановлено порушень функціонального гормонального стану підшлункової залози. Рівень глікемії плазми крові натще в обстежених у середньому дорівнював $6,73 \pm 3,8$ ммоль/л, а HbA1c $6,1 \pm 3,22$ %. При оцінюванні секреторної функції бета-клітин підшлункової залози визначався рівень С-пептиду у сироватці крові, середня концентрація якого становила $1,2 \pm 0,4$ нг/мл.

Частота тиреоїдної патології у осіб, опромінених *in utero* під час аварії на ЧАЕС була дещо вищою (60 %), ніж у осіб з групи контролю (50%). Превалюючим захворюванням був вузловий зоб (28 % осіб).

Новим аспектом, який встановлений у осіб, опромінених *in utero* під час аварії на ЧАЕС, є виявлення високої частоти гіперплазій прищитоподібних залоз, що становила 32 %, в двічі вища ніж в групі контролю.

Таким чином, здійснено дослідження структурно-функціонального стану ендокринної системи у осіб, опромінених *in utero*, які показали в них збільшення частоти незлоякісної патології щитоподібних залоз, серед котрих найчастішим був вузловий нетоксичний зоб. Отримані нові дані про значну поширеність серед цих осіб гіперплазій прищитоподібних залоз, які становлять 32 %. Ці зміни супроводжувались розвитком вторинного гіперпаратиреозу (нормокальціємічного), частота якого становила 28 % у осіб, опромінених *in utero*. Отримані дані потребують подальшого уточнення в більшій популяції опромінених осіб.

Висновки:

1. За даними аналізу ультразвукового дослідження прищитоподібних залоз встановлена висока частота гіперплазій (32 %) ПЩПЗ у осіб, опромінених внутрішньоутробно при аварії на ЧАЕС.
2. При дослідженні клініко-гормонального стану ПЩПЗ серед осіб, опромінених внаслідок аварії на ЧАЕС у пренатальному періоді розвитку у порівнянні із загальною популяцією мешканців України, виявлена більша частота (28 % & 16,66 %) вторинного (нормокальціємічного) гіперпаратиреозу.

Коваль С.В.¹, Глузман Д.Ф.¹, Іванівська Т.С.¹, Завелевич М.П.¹, Фільченков О.О.¹, Родіонова Н.К.²

¹Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології

ім. Р.Є. Кавецького НАН України, м. Київ, Україна, ²Інститут ядерних досліджень НАН України, м. Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ РІЗНИХ НОЗОЛОГІЧНИХ ФОРМ ЗАХВО- РЮВАНЬ В СТРУКТУРІ НОВОУТВОРЕНЬ ЛІМФОЇДНОЇ ТКАНИНИ У МЕ- ШКАНЦІВ ЗАБРУДНЕНИХ РАДІОНУКЛІДАМИ ОБЛАСТЕЙ УКРАЇНИ

Мета і актуальність. Дослідити загальну структуру пухлин лімфоїдної тканини у хворих України, враховуючи уточнений діагноз лімфопроліферативного захворювання, що матиме вагоме значення для розуміння механізмів лейкозогенезу у хворих, що проживають в забруднених радіонуклідами областях України.

Матеріали і методи. Препарати-мазки із периферичної крові і кісткового мозку, цитологічні препарати типу «висушеної краплі» і цитоцентрифужні препарати, виготовлені із мононуклеарів периферичної крові і кісткового мозку. Цитоморфологічні, цитохімічні та імунофенотипові методи дослідження.

Результати. В загальній структурі пухлин лімфоїдної тканини у 11086 хворих із різних категорій областей України - радіаційно забруднених (РЗ) і умовно чистих (УЧ) в після чорнобильський період переважав В-клітинний хронічний лімфолейкоз (В-ХЛЛ) - 42,8%, на другому місці за питомою вагою були різні форми неходжкінських лімфом (НХЛ) - 23,8%, на третьому гострий лімфобластний лейкоз (ГЛЛ) - 15,5%, на четвертому – загальна група лімфопроліферативних захворювань (ЛПЗ) — 13,5%. Останнє місце займали пухлини із плазматичних клітин - 4,4%. Стосовно загальної структури лімфоїдних захворювань, окремо розраховувалась частка В-ХЛЛ, як можливої радіаційно-асоційованої форми лейкозу, а в межах В-ХЛЛ розрізняли типовий і атипичний варіанти В-ХЛЛ. Група ЛПЗ включала новоутворення лімфоїдної природи із зрілих В-лімфоцитів: В-пролімфоцитарний лейкоз, волосатоклітинний лейкоз (ВКЛ), варіант ВКЛ та деякі інші форми захворювань. Окремо були представлені плазмоклітинні

пухлини (ПКП), серед яких найчастіше діагностувалась множинна мієлома на стадії вогнищового або дифузного ураження кісткового мозку.

Вперше визначено, що в структурі лімфоїдних новоутворень у 2250 хворих чоловіків із РЗ областей України в після чорнобильський період питома вага В-ХЛЛ динамічно зростала в порівняння з іншими формами лімфопроліферативних захворювань: коефіцієнт детермінації процесу склав $R^2=0,75$, для НХЛ і ПКП коефіцієнти детермінації були значно нижчими ($R^2=0,2$ і $R^2=0,009$, відповідно), а у випадках ЛПЗ і ГЛЛ визначена достовірна тенденція до зниження питомої ваги цих захворювань в загальній структурі пухлин лімфоїдної тканини.

У 1722 хворих жінок із РЗ областей визначено високі коефіцієнти детермінації процесу у випадках як В-ХЛЛ, так і НХЛ ($R^2=0,84$ і $R^2=0,79$, відповідно). Відносно ЛПЗ, ГЛЛ і ПКП показана достовірна тенденція до зниження їх питомої ваги в загальній структурі лімфоїдних новоутворень.

Оскільки серед захворювань, які вивчались у хворих із різних категорій областей України найбільші динамічні зміни були показані відносно В-ХЛЛ, були проаналізовані основні клініко-гематологічні дані хворих на В-ХЛЛ (наявність/відсутність анемії, тромбоцитопенії, загальна кількість лейкоцитів, відносна і абсолютна кількість лімфоцитів в периферичній крові і кістковому мозку), досліджений імунофенотиповий профіль патологічних лімфоїдних клітин і визначений розподіл клінічно та прогностично різних (типових і атипових) варіантів В-ХЛЛ.

Визначено, що серед усіх форм захворювання переважали типові варіанти В-ХЛЛ. Частота типового варіанту В-ХЛЛ у чоловіків складала від 77 до 83%, у жінок – від 78 до 88%. Частота атипових варіантів В-ХЛЛ в різні роки варіювала: у чоловіків питома вага атипових варіантів В-ХЛЛ коливалась від 7,8-18,6%, у жінок – від 9,1 до 12,8% серед форм захворювань, що, в певній мірі, пояснюється удосконаленням методичних підходів при встановлення діагнозу. Визначення атипових варіантів В-ХЛЛ у хворих вимагає, як правило, корекції терапевтичного протоколу для покращення ефективності лікування.

Висновки. Виявлені особливості в структурі пухлин лімфоїдної тканини у хворих України двох гендерних груп із РЗ областей України, а саме зростання питомої

ваги В-ХЛЛ у чоловіків (коефіцієнт детермінації процесу склав $R^2=0,75$) і високі коефіцієнти детермінації процесу щодо В-ХЛЛ і НХЛ ($R^2=0,84$ і $R^2=0,79$, відповідно) у жінок. Збільшення частки атипових варіантів В-ХЛЛ у хворих України пояснюватись не тільки покращенням діагностичних підходів, але й, можливо, особливостями механізмів радіаційно-обумовленого лейкозогенезу у хворих РЗ областей України.

УДК 575.113;575.113:577.152.2:616.2-008.6-053.2:504.054:614.876

Колпаков І.Є., Вдовенко В.Ю., Зигало В.М., Кондрашова В.Г., Степанова Є.І.

ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України», Київ, Україна

ПОЛІМОРФІЗМ ГЕНІВ *GSTP1*, *GSTT1* І *GSTM1* ГЛУТАТІОН-S-ТРАНСФЕРАЗИ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН СИСТЕМИ ДИХАННЯ У ДІТЕЙ – МЕШКАНЦІВ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ

Роботами ряду дослідників доведено, що іонізуюче випромінювання та комплекс інших негативних чинників Чорнобильської катастрофи мають значний вплив на функціональний стан системи дихання, обумовлюючи високу частоту бронхіальної гіперреактивності у дітей, які мешкають за умов хронічного надходження до організму радіонуклідів з тривалим періодом напіврозпаду, а суттєвою ланкою цих порушень може бути поліморфізм генів, що кодують ферменти сімейства глутатіон-S-трансфераз.

Мета роботи: Визначення взаємозв'язку між поліморфізмом генів сімейства глутатіон-S-трансфераз та функціональним станом системи дихання у дітей, які мешкають на радіоактивно забруднених територіях.

Матеріали та методи: Обстежено 48 дітей шкільного віку – мешканців радіоактивно забруднених територій (РЗТ) зі щільністю забруднення ґрунтів ^{137}Cs понад 185 кБк/м^2 . Дослідження вентиляційної спроможності легенів проводили методом пневмотахографії за даними аналізу петлі «потік-об'єм». Для виявлення ранніх змін вентиляційної спроможності легенів – бронхіальної гіперреактивності (прихованого і не прихованого бронхоспазму) використовували фармакологічну інгаляційну пробу з брон-

хорозширювальним препаратом, що впливає на β_2 -адренергічні рецептори легенів. Делеційний поліморфізм генів *GSTT1*, *GSTM1* досліджували з використанням мультиплексної полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР). При дослідженні поліморфізму *A313G* гена *GSTP1* проводили ПЛР та аналіз поліморфізму довжини рестрикційних фрагментів. В якості референтних значень використовували результати обстеження 45 практично здорових осіб – мешканців України.

Результати дослідження. Дослідження показали, що ранні порушення вентиляційної спроможності легенів – бронхіальна гіперреактивність (прихований та неприхований бронхоспазм) виявлялася у 29 з 48 обстежених дітей (60,4 %), тоді як у дітей – мешканців «чистих територій» лише у 22,4 % ($p < 0,01$). Для встановлення ймовірного впливу поліморфізму генів глутатіон-S-трансфераз *GSTT1*, *GSTM1* і *GSTP1* на функціональний стан системи дихання, діти – мешканці РЗТ були розподілені на дві підгрупи залежно від наявності ($n = 29$) або відсутності ($n = 19$) бронхіальної гіперреактивності.

Результати досліджень показали, що серед дітей з бронхіальною гіперреактивністю делеційний поліморфізм гена *GSTM1* виявлявся у 72,41 %, а серед дітей без бронхіальної гіперреактивності – у 36,84 % випадків, $p < 0,05$. Частота делеційного генотипа гена *GSTT1* становила в групах дітей з бронхіальною гіперреактивністю і без неї, відповідно, 31,03 % і 21,05 % і статистично значуще не відрізнялася ($p > 0,05$).

Аналіз розподілу поліморфних варіантів гена *GSTP1* показав, що у дітей – мешканців РЗТ з бронхіальною гіперреактивністю, частота *AA*-генотипу становила – 27,59 %, *AG*-генотипу – 55,17 %, *GG*-генотипу – 17,24 % з частотою *A*-алеля – 55,17 %, *G*-алеля – 44,83 %. У більшості (52,63 %) дітей без бронхіальної гіперреактивності був виявлений *AA*-генотип, тоді як *AG*-генотип – у 26,32 % дітей, *GG*-генотип – всього у 21,05 % з частотою *A*-алеля у 65,79 %, *G*-алеля – 34,21 %.

Порівняльний аналіз показав, що при наявності бронхіальної гіперреактивності у дітей частіше зустрічався генотип *AG* – 55,17 %, ніж у дітей без бронхіальної гіперреактивності – 26,32 %, $p < 0,05$, а частота генотипу *AA*, навпаки мала чітку тенденцію до зниження (27,59 % і 52,63 %, $p > 0,05$). Таким чином, у *AG*-гетерозигот гена *GSTP1* бронхіальна гіперреактивність зустрічалася вірогідно частіше, ніж у гомозигот з функціональним *A*-алелем.

ВИСНОВКИ. Молекулярно-генетичні дослідження показали, що в підгрупі дітей – мешканців РЗТ з бронхіальною гіперреактивністю делеційний генотип гена *GSTM1* та *A313G* поліморфізм гена *GSTP1* виявлялися частіше, ніж у дітей без бронхіальної гіперреактивності і дітей контрольної групи. Частота делеційного поліморфізму *GSTT1* в усіх підгрупах не мала статистично значущої різниці.

Отже, делеційний поліморфізм гена *GSTM1* та *A313G* генотип гена *GSTP1* можуть бути чинником ризику розвитку ранніх порушень у системі дихання дітей, які мешкають у несприятливих умовах навколишнього середовища, у тому числі, на радіоактивно забруднених територіях.

Курінний Д.А.¹, Рушковський С.Р.², Демченко О.М.¹, Рибченко Л.А.¹, Клімук Б.Т.¹, С.В. Клименко С.В.¹

¹ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України», Київ, Україна; ²Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ МУТАЦІЇ 5382insC В ГЕНІ BRCA1 НА РОЗВИТОК РАДІОЧУТЛИВОСТІ ПРИ ДІЇ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ IN VITRO

Одними з визначальних чинників, що впливають на процес розвитку раку молочної залози та раку яєчників відносяться мутації в генах *BRCA1* або *BRCA2*, які задіяні в процесі гомологічної репарації дволанцюгових розривів ДНК. Точковими мутаціями (5382insC, 185delAG, 300T>G, 4153delA) в гені *BRCA1*, обумовлено приблизно кожен двадцятий випадок раку молочної залози та яєчників. Ризик розвитку первинних раків в когорті осіб-носіїв складає 72%. Злоякісні патології, асоційовані з мутаціями в гені *BRCA1*, виявляють патологічно-агресивні особливості фенотипу, їх лікування пов'язано з активним застосуванням хіміо – та радіотерапії.

Мета роботи: оцінити вплив мутації 5382insC в гені *BRCA1* на розвиток індивідуальної радіочутливості.

Матеріали та методи: було проведено культивування лімфоцитів крові 9 осіб (трьох осіб з мутацією 5382insC *BRCA1* без реалізованої онкопатології та 6 умовно здорових волонтерів). У всіх випадках наявність мутації було верифіковано з використанням полімеразно-ланцюгової реакції. Частина культур опромінювали γ -квантами (випромінювач IBL-237C, потужність 2,34 Гр/хв) в дозі 1,0 Гр на G₀ стадії клітинного циклу. Для оцінки відносного рівня пошкодження ДНК використовували метод електрофорезу окремих клітин (Comet assay) в нейтральних умовах [1]. Після електрофорезу препарати фарбували DAPI та аналізували під люмінесцентним мікроскопом. Зображення обробляли за допомогою програми Image J (imagej.nih.gov) з використанням плагіну OpenComet [2]. В якості параметру для визначення відносного рівня пошкодження ДНК використовували показник «Tail Moment». Статистичну обробку даних проводили за загальноприйнятими методами.

Результати та обговорення. Встановлено, що в культурах лімфоцитів периферичної крові осіб-носіїв мутації 5382insC *BRCA1*, середній рівень комет з високою частотою одно- двох ланцюгових розривів ДНК достовірно перевищував показники в культурах лімфоцитів крові осіб з групи порівняння (рис.1, рис.2, група клітин з ТМ >16).

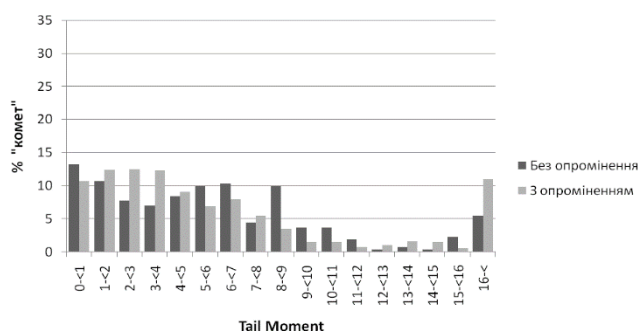


Рис. 1. Рівні ТМ в інтактних та опромінених культурах лімфоцитів периферичної крові умовно здорових осіб.

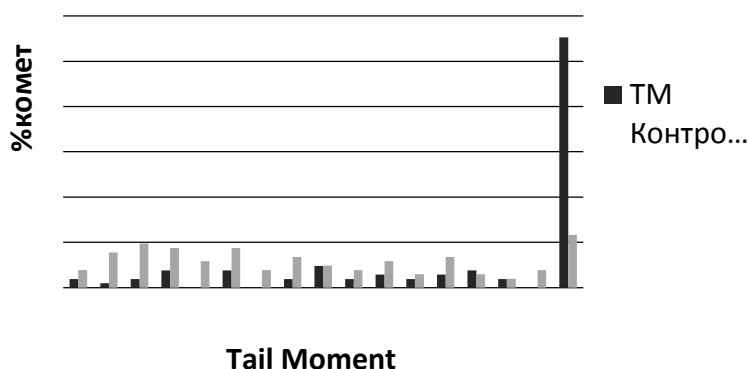


Рис. 2. Рівні ТМ в інтактних та опромінених культурах лімфоцитів периферичної крові осіб-носіїв мутації 5382insC *BRCA1*.

Після опромінення було відмічено падіння частот клітин з високим показником розривів ДНК в культурах лімфоцитів осіб-носіїв мутації 5382insC *BRCA1*.

Частотний аналіз розподілу “комет” за значеннями рівня пошкоджень ДНК показав активацію репараційних процесів в опроміненіх культурах лімфоцитів осіб-носіїв мутації 5382insC *BRCA1* (групи клітин з ТМ від 0 до 7). Відмічено, що апоптична активність в культурах лімфоцитів осіб-носіїв мутації 5382insC *BRCA1* статистично значуще ($p < 0,001$) перевищувала таку в культурах умовно здорових волонтерів (рис. 3).

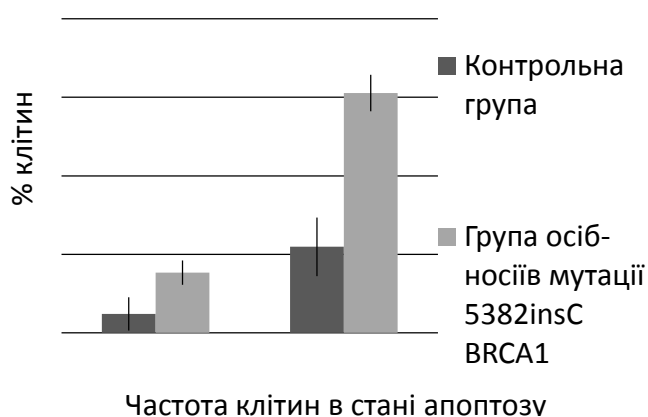


Рис. 3. Зміна частоти клітин у стані апоптозу в культурах лімфоцитів периферичної крові після опромінення *in vitro* в дозі 1,0 Гр.

Таким чином, за допомогою методу електрофорезу окремих клітин нами були встановлені особливості розвитку геномної нестабільності в інтактних та опроміненіх лімфоцитах периферичної крові осіб-носіїв мутації 5382insC *BRCA1*: підвищення рівень геномної нестабільності в інтактних клітинних культурах лімфоцитів периферичної крові в порівнянні з відповідними показниками умовно здорових осіб, достовірне збільшення частоти клітин у стані апоптозу у відповідь на дію іонізуючого опромінення *in vitro* в дозі 1,0 Гр.

Куц К.В.

Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України», вул. Юрія Іл'єнка, 53, м. Київ, 04050, Україна

ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСНИКІВ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС ПОХИЛОГО ВІКУ У ВІДДАЛЕНИЙ ПЕРІОД ПІСЛЯ ВПЛИВУ МАЛИХ ДОЗ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Актуальність роботи. Впродовж багатьох років спостережень в учасників ліквідації наслідків аварії (УЛНА) на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС), поряд зі значною частотою органічних уражень мозку, відмічають інтелектуально-мнестичні та нервово-психічні порушення. Встановлено надзвичайно високу чутливість церебральної біоелектричної активності до дії іонізуючої радіації. Визначення кількісних особливостей викликаної біоелектричної активності головного мозку, зокрема за допомогою методу слухових когнітивних викликаних потенціалів Р300, є об'єктивним психофізіологічним маркером нейропсихіатричних наслідків впливу іонізуючих випромінювань (ІВ). Доведено високу радіочутливість лівої домінантної півкулі головного мозку з ключовим залученням гіпокампу. Вважається, що вплив малих доз ІВ є фактором ризику асоційованих із віком захворювань, зокрема, нейродегенеративних. При цьому відомо, що нейродегенерація, пов'язана з нормальним старінням або такими нейродегенеративними захворюваннями як хвороба Хантінгтона, хвороба Паркінсона та хвороба Альцгеймера може впливати на існуючі церебральні асиметрії або навіть посилювати їх. Беручи до уваги вікове старіння контингенту УЛНА (більшість вказаних осіб вже досягла 60-ти річного віку, що є межею похилого віку згідно критеріїв ВОЗ), визначення психофізіологічних маркерів старіння головного мозку після впливу ІВ в діапазоні малих доз є вкрай важливим науково-практичним завданням.

Дизайн, об'єкт і методи дослідження. Проспективне клінічне дослідження із зовнішнім та внутрішнім контролем. Протягом 2014-2018 року на базі відділу радіаційної психоневрології Інституту клінічної радіології (ІКР) Державної установи

«Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України» (ННЦРМ) обстежена рандомізована вибірка УЛНА на ЧАЕС похилого віку ($M \pm SD$: $64,1 \pm 2,9$ років) з Клініко-епідеміологічного реєстру (КЕР) ННЦРМ (*основна група*, $n=52$) з верифікованою хронічною цереброваскулярною патологією. Дози зовнішнього опромінення обстежених УЛНА на ЧАЕС знаходилися у діапазоні 0,002–1,1 Зв при середній арифметичній дозі ($M \pm SD$) $0,31 \pm 0,29$ Зв, середній геометричній дозі 0,16 Зв, медіанній дозі 0,25 Зв. Підгрупа УЛНА, опромінених у дозах 0,6–50,0 мЗв ($n=12$), використана як *внутрішній контроль* відносно основної групи УЛНА. *Неекспонована група зовнішнього контролю* ($n=13$) була сформована із випадковим чином відібраних амбулаторних та стаціонарних пацієнтів/обстежуваних осіб похилого віку ($M \pm SD$: $63,3 \pm 2,9$ років) відділу радіаційної психоневрології ІКР ННЦРМ.

Реєстрацію когнітивних слухових викликаних потенціалів Р300 виконували за допомогою комп'ютерного 24-канального електроенцефалографа "BRAINTTEST" виробництва науково-виробничого підприємства «DX-системи» (м. Харків, Україна). Визначали абсолютні показники амплітуди та латентного періоду (ЛП), а також коефіцієнти міжпівкульної асиметрії компонента Р300 у 16 відведеннях ЕЕГ за міжнародною системою «10-20». Обробка результатів здійснювалась у програмному пакеті Statistica 10.0 за допомогою параметричних та непараметричних критеріїв, лінійного кореляційного аналізу.

Результати. При порівнянні показників викликаної біоелектричної активності головного мозку в основній групі та групі неекспонованого контролю виявлено достовірне зростання ЛП когнітивного компоненту Р300 в усіх 16 відведеннях ЕЕГ в основній групі ($p < 0,05$), латералізоване у ліву скроневу ділянку ($t=2,4-3,2$; $p=0,02-0,002$). В основній групі спостерігається тенденція до збільшення кількості помилок при підрахунку значущих стимулів у пробах ($t=1,7$; $p=0,09$). В основній групі виявлена високодостовірна лінійна регресійна залежність зростання кількості помилок при підрахунку значущих стимулів у пробах від дози опромінення ($r=0,36$; $p=0,003$), яка посилюється при опроміненні в дозах понад 0,3 Зв ($r=0,57$; $p=0,005$), що може засвідчувати дозозалежний дефіцит перцептивної уваги у експонованих обстежуваних. При співставленні психофізіологічних показників в групі УЛНА, опромінених в дозах ≥ 50

мЗв та в групі УЛНА, опромінених в дозах <50 мЗв (група внутрішнього контролю) достовірних міжгрупових відмінностей за абсолютними значеннями амплітуди та ЛП Р300 виявлено не було ($p>0,05$). На відміну від неекспонованого зовнішнього контролю, найвищі середні та медіанні значення ЛП Р300 в обох підгрупах УЛНА похилого віку спостерігались у проекції церебральної ділянки Верніке (лівої задньо-скроневої ділянки), що узгоджується з нашими попередніми даними. Виявлено достовірне дозозалежне зниження амплітуди когнітивного компоненту Р300 у лівій лобно-скроневої ділянці ($r = -0,65$; $p = 0,02$) в УЛНА похилого віку при опроміненні в дозах понад 0,5 Зв. Вперше виявлено дозозалежне зростання латентного періоду компоненту Р300 в основній групі УЛНА у правій скроневої та задньо-скроневої ділянках, зокрема у відведеннях Т4 ($r = 0,31$; $p = 0,01$) та Т6 ($r = 0,28$; $p = 0,03$).

Висновки. Таким чином, при збереженні попередньо виявлених пострадіаційних порушень інформаційних та когнітивних процесів головного мозку в УЛНА на ЧАЕС у лівій скроневої ділянці, в УЛНА на ЧАЕС похилого віку виявлено нові тенденції до подібних змін і у правій півкулі головного мозку, що потребує подальших психофізіологічних досліджень в динаміці контингентів опромінених осіб похилого віку та відповідних неекспонованих контрольних груп для остаточного з'ясування стійкості та клінічного значення виявлених змін.

УДК 579.253.2:614.876:616-008.841.5:678.048

Куц К.В., Логановський К.М., Крейніс Г.Ю.

ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України»,

вул. Юрія Іл'єнка, 53, м. Київ, 04050, Україна

РАДІОЦЕРЕБРАЛЬНІ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНІ ЕФЕКТИ В УЧАСНИКІВ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС У ВІДДАЛЕ- НИЙ ПЕРІОД ПІСЛЯ ВПЛИВУ МАЛИХ ДОЗ ІОНІЗУЮЧОГО ВИ- ПРОМІНЮВАННЯ

Актуальність роботи. Головний мозок людини може бути підданий впливу іонізуючого випромінювання (ІВ) за різних сценаріїв, зокрема: медичних втручань, ядер-

них аварій, сценаріїв «брудної бомби», військових та космічних місій. Міжнародна комісія з радіологічного захисту (МКРЗ) зазначила, що «слід приділити особливу увагу радіаційним ефектам у кришталиках ока та серцево-судинній системі, тому що в останніх публікаціях є докази радіаційних ефектів у цих системах при набагато менших дозах, ніж повідомлялося раніше». Однак при вивченні впливу малих доз ІВ на головний мозок людини постає методологічна проблема, пов'язана з відсутністю або недостатністю відповідного дозиметричного супроводу, а в ряді випадків – неможливістю відтворення дозиметричних даних. У зв'язку з цим існує нагальна потреба у розробці та впровадженні нових моделей біологічної дозиметрії на основі дешевих, доказових, сучасних, безпечних та неінвазивних методів оцінки функціонального стану головного мозку людини. Таку можливість теоретично може надати парадигма *нейроергономіки*, яка передбачає використання технологій функціональної нейровізуалізації (functional neuroimaging) з топографічним картуванням кількісних показників спонтанної (кількісна електроенцефалографія, кЕЕГ) та викликанної (слухові когнітивні викликані потенціали Р300) біоелектричної активності головного мозку, та/або показників мозкової гемодинаміки (функціональна ближча інфрачервона спектроскопія, fNIRS) як в спокої, так і при виконанні професійних завдань. Беручи до увагу високу чутливість церебральної спонтанної та викликанної біоелектричної активності до дії ІВ, нейро- та психофізіологічні дослідження контингентів осіб, підданих впливу ІВ за різних сценаріїв з адекватним дозиметричним супроводом, становлять особливий інтерес для радіобіології, радіаційної медицини, нейропсихіатрії, атомної промисловості та енергетики, аерокосмічної галузі тощо.

Дизайн, об'єкт і методи дослідження. На базі відділу радіаційної психоневрології Інституту клінічної радіології (ІКР) Державної установи «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України» (ННЦРМ) нами проведене проспективне клінічне дослідження рандомізованої вибірки учасників ліквідації наслідків аварії (УЛНА) на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС) з Клініко-епідеміологічного реєстру (КЕР) ННЦРМ чоловічої статі ($n=185$) у віці 44–65 років включно ($M\pm SD$: $56,3\pm 5,4$) з верифікованою хронічною цереброваскулярною патологією (основна група) опромінених в діапазоні доз 0,0002–1,23 Зв, з

неопроміненими групами нозологічного та нормативного контролю: 25 неекспонованих осіб з верифікованою хронічною цереброваскулярною патологією та 25 практично здорових осіб $M \pm SD$: відповідного віку ($M \pm SD$: $55,8 \pm 4,58$ $55,9 \pm 6,7$ років відповідно) та статі з використанням кЕЕГ та слухових когнітивних викликаних потенціалів Р300. Критеріями виключення в основній групі були: перенесена гостра променева хвороба (ГПХ), наявність на момент дослідження чи в анамнезі вираженої соматоневрологічної та психічної патології у стадії декомпенсації; черепно-мозкової травми; нейроінфекційних та демієлінізуючих захворювань; зловживання психоактивними речовинами. Реєстрацію кЕЕГ та слухових когнітивних викликаних потенціалів Р300 виконували за допомогою комп'ютерного 24-канального електроенцефалографа "BRAINTTEST" виробництва науково-виробничого підприємства «DX-системи» (м. Харків, Україна). Здійснювали візуальний і спектральний аналіз ЕЕГ. Аналізували числові показники і карти топографічного розподілу спектральної потужності основних діапазонів ЕЕГ по скальпу. Визначали абсолютні показники амплітуди та латентного періоду (ЛП), а також коефіцієнти міжпівкульної асиметрії компонента Р300 у 16 відведеннях ЕЕГ за міжнародною системою «10-20». Обробка результатів здійснювалась у програмному пакеті Statistica 10.0 за допомогою параметричних та непараметричних критеріїв, лінійного кореляційного аналізу.

Результати. Патерн конвенційної ЕЕГ у групі УЛНА, на відміну від груп порівняння, має наступні особливості: 1) латералізаційний ефект – переважне залучення лівої гемісфери, особливо лобно-скроневої ділянки; 2) збільшенні δ -активності при зменшенні α - і θ -активності; 3) «плоский» поліморфний тип ЕЕГ. Нейрофізіологічний патерн за даними комп'ютерної кЕЕГ в УЛНА відрізнявся тенденціями до зменшення абсолютної та відносної сумарної тета-, альфа- та бета-активності при збільшенні значень абсолютної та відносної сумарної дельта-потужності, що може бути опосередкованим проявом порушеного гіпокампального нейрогенезу. Як група УЛНА, так і група нозологічного контролю відрізнялись від нормативної групи значно нижчими показниками абсолютної та відносної сумарної альфа- та бета-потужності ($t = -2,8 - -5,5$; $p < 0,01 - 0,001$). При опроміненні в дозах понад 0,3 Зв в основній групі виявлено дозозалежне зростання відносної спектральної дельта-потужності в лобно-

скроневих та тім'яно-потиличних ділянках, переважно лівої домінантної півкулі ($r=0,41-0,49$; $p=0,02-0,04$), з дозозалежною депресією відносної спектральної потужності альфа-діапазону переважно у лівій задньо-скроневій та потиличній ділянках ($r=-0,48-0,6$; $p=0,002-0,03$). При опроміненні в дозах понад $0,5 \text{ Зв}$ в УЛНА виявлена виражена дозозалежна депресія відносної та абсолютної альфа-потужності у проекції лівої задньо-скроневої ділянки (зона Верніке) ($r=-0,72$; $p=0,03$; $r=-0,68$; $p=0,04$ відповідно). При опроміненні в дозах понад $0,5 \text{ Зв}$ в основній групі спостерігалось виражене дозозалежне зниження абсолютної та відносної спектральної тета-потужності, латералізоване до лівої лобної ділянки ($r=-0,67 - -0,79$; $p=0,01-0,04$). При порівнянні показників викликанної біоелектричної активності головного мозку в основній групі виявлено дифузне зростання латентних періодів (ЛП) та зниження амплітуди когнітивного компоненту P300 у порівнянні з нормативною групою ($t=2,14-4,18$; $p<0,01-0,001$), латералізоване у ліву скронеvu ділянку. Найвище середнє абсолютне значення ЛП P300 в основній групі виявлено у проекції лівої задньо-скроневої ділянки (церебральна ділянка Верніке), при чому це зростання є статистично достовірним відносно як нормативної групи, групи нозологічного контролю з урахуванням поправки Бонферроні ($p<0,017$). отримано значущу лінійну регресійну залежність зменшення амплітуди P300 у проекції зони Верніке пропорційно до дози опромінення при опроміненні у дозах лише понад 50 мЗв ($r=-0,3$; $p=0,02$) та функціональну дозову залежність зростання ЛП P300 у цій самій ділянці при опроміненні у дозах понад $0,5 \text{ Зв}$ ($r=0,9$; $p=0,03$).

Висновки. Таким чином, підтверджена висока радіочутливість спонтанної та викликанної біоелектричної активності головного мозку, яка в УЛНА на ЧАЕС характеризується зростанням відносної дельта-потужності та депресією відносної альфа-потужності та тета-потужності кЕЕГ, латералізованими в ліву лобно-скронеvu ділянку, які при опроміненні в дозах понад $0,3-0,5 \text{ Зв}$ набувають дозозалежного характеру. Виявлені дозозалежні зміни параметрів слухових когнітивних викликаних потенціалів P300 у лівій лобно-скроневій ділянці (проекції церебральної зони Верніке) при опроміненні в дозах лише понад 50 мЗв . Можливе подальше застосування методів нейроергономіки у радіобіології та радіаційній медицині з діагностичною та експертною метою. По-

трібні подальші нейро- та психофізіологічні дослідження контингентів осіб, що піддаються впливу ІВ за різних сценаріїв та за різних умов роботи (атомні бомбардування, радіаційні аварії, опромінені *in utero*, інтервенційні радіологи, працівники атомної енергетики та промисловості, астронавти тощо).

УДК 579.253.2:614.876:616-008.841.5:678.048

Логановський К.М., Талько В.В., Камінський О.В., Афанасьєв Д.Є., Масюк С.В., Логановська Т.К., Лавренчук Г.Й.

Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України», вул. Юрія Іл'єнка, 53, м. Київ, 04050, Україна

РАДІОАКТИВНИЙ ЙОД ПРИ АВАРІЇ НА ЯДЕРНОМУ РЕАКТОРІ: ЦЕРЕБРОЕНДОКРИННІ ЕФЕКТИ

Актуальність роботи: При аваріях на ядерних реакторах цереброендокринні наслідки пренатального опромінення радіоактивним йодом є ключовим питанням у галузі радіаційної медицини, радіологічного захисту та радіаційної безпеки через драматичну радіочутливість організму, що розвивається.

Мета: Огляд сучасних епідеміологічних, клінічних та експериментальних даних щодо нейроендокринних ефектів пренатального впливу ^{131}I .

Об'єкт та методи: пошук у абстрактних базах даних PubMed / MEDLINE, Scopus, WeMD та Google Scholar разом із ручним пошуком відповідних джерел даних.

Результати: Орієнтовні поглинені дози внутрішньоутробного опромінення щитоподіної залози від радіоактивного йоду були отримані на основі публікації ICRP 88, як із оцінками ефективних доз опромінення на ембріон та плід, так і з розрахунками еквівалентних доз мозку при впливі *in utero*. Останні підлягають оновленню. Наведені доказові дані стосовно променевого зменшення окружності голови та грудної клітки при народженні, а також радіаційно-асоційованого ексцесу багатовузлового зобу щитоподібної залози та, можливо, раку щитоподібної залози після пренатального впливу ^{131}I . Дані про внутрішньоутробне ураження мозку є суперечливими, але більшість дослідників поділяють думку, що існують когнітивні та емоційно-

поведінкові розлади внаслідок сумісного впливу пренатального і постнатального опромінення та психосоціальних чинників. Відмічено підвищення захворюваності на ракові ендокринні порушення та дегенеративні судинні захворювання сітківки. Експериментальна модель внутрішньоутробного опромінення щурів Wistar ^{131}I , яка робить можливою екстраполяцію радіонейроембріологічних ефектів у щурів на осіб, що перебували на етапі внутрішньоутробного розвитку на момент Чорнобильської катастрофи, була створена вперше. Пізні нервово-психічні та ендокринні ефекти можуть бути наслідком відносно короткочасного впливу іонізуючого випромінювання на рівні, який раніше вважався безпечним. Експериментальні дослідження на тваринах є ключовим вектором у подальших дослідженнях радіаційних ефектів за різними сценаріями опромінення, особливо – у відносно низьких дозах. Подальші експериментальні та клінічні нейрорадіобіологічні дослідження, спрямовані на вивчення впливу іонізуючого випромінювання на нейрогенез у гіпокампі, є найбільш актуальним напрямом радіобіології сьогодення. Наявні дані доказово обґрунтовують необхідність нейропсихіатричного та ендокринологічного моніторингу осіб, пренатально опромінених внаслідок Чорнобильської катастрофи, протягом усього життя.

УДК 612.646:612.886:599.23:543.272.454]:612.014.482

Малишевська Є.М., Тально В.В., Атаманюк Н.П.

ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України», м. Київ, Україна

**ПОРУШЕННЯ ПРО- ТА АНТИОКСИДАНТНОЇ РІВНОВАГИ У ОПРО-
МІНЕНИХ in utero ^{131}I ЩУРІВ**

Негативний вплив комплексу чинників аварії на Чорнобильській АЕС на ендокринну систему призвів до розвитку гормональних порушень енергетичних механізмів регуляції маси тіла, дисліпідемій, оксидативного стресу, що опосередковано сприяло виникненню дисбалансу у жировому та вуглеводному обмінах. Відомо, що вплив іоні-

зуючого випромінення викликає зміни активності антиокиснювальних ферментів, вмісту природних антиоксидантів, накопичення продуктів пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ). Встановлено, що патологічні наслідки виникають через оксидативний стрес, тобто надмірне накопичення активних форм кисню, пероксидів та їх вторинних продуктів. Дисбаланс між концентрацією активних форм кисню та рівнем антиоксидантного захисту розглядається як одна з основних причин пошкодження клітин на молекулярному рівні. Антиоксидантна система здійснює контроль над активними кисневими метаболітами, вільними радикалами, продуктами ліпопероксидації, субстратами та каталізаторами пероксидних реакцій, регулює збалансованість про- та антиоксидантної рівноваги, і забезпечує активацію фізіологічних та біохімічних механізмів, які попереджають надмірну продукцію активних форм кисню. Активні продукти, які утворюються внаслідок опромінення прискорюють у тканинах вільнорадикальні реакції ПОЛ.

Експериментальні моделі опромінення тварин ^{131}I розроблені сумісно зі співробітниками відділу радіобіології та радіоекології Інституту ядерних досліджень НАН України (Липська А. І., Дрозд І. П.). Статевозрілим щурам віком 4 місяці вводили одноразово перорально через зонд розчин Na^{131}I з активністю радіонукліда 27,35 кБк, що формувало дозу на щитоподібну залозу у самок – 5,8 Гр, у самців – 3,75 Гр. Через добу після введення радіонукліду дослідним тваринам (дистильованої води – контрольним), щури були розсажені для спаровування з метою отримання першого покоління. Через 1 місяць після народження та грудного вигодовування нащадків було розподілено по групах у відповідності до умов експерименту (самці та самки, народжені від обох опромінених батьків; від опромінених самок та інтактних самців; від опромінених самців та інтактних самок). Для створення моделі опромінення *in utero* внаслідок введення ^{131}I на 14-ту добу гестації було залучено 12 вагітних самок щурів Wistar, яким вводили одноразово *per os* розчин Na^{131}I з активністю радіонукліда 27,35 кБк, що формувало дозу на щитоподібну залозу вагітної самки 5,0 Гр, плоду – $1,44 \pm 0,10$ Гр.

Встановлювали порушення про- та антиоксидантної рівноваги за допомогою визначення вмісту ТБК-активних продуктів та активності найбільш ефективних ферментів антиоксидантного захисту – супероксиддисмутази (СОД) та каталази.

Рівень пероксидації ліпідів у сироватці крові вимірювали шляхом визначення активних продуктів тіобарбітурової кислоти, концентрацію яких підраховували за використанням коефіцієнту молярної екстинції малонового діальдегіду. Активність СОД визначали згідно методу, що базується на здатності СОД конкурувати з барвником нітросинім тетразолієм (НСТ) за супероксидні аніон-радикали. Активність каталази визначали згідно методу, що базується на визначенні кількості гідрогену пероксиду, перетвореного ферментом за певний проміжок часу. Гідроген пероксиду розкладається каталазою, а його надлишок відтитровують за присутності сульфатної кислоти.

За результатами досліджень можна дійти висновку щодо порушення про- та антиоксидантної рівноваги у щурів першого покоління за рахунок підвищення вмісту продуктів пероксидації (ТБК-активних продуктів) у самців – $(5,24 \pm 0,21)$, $(5,67 \pm 0,19)$ та $(5,98 \pm 0,22)$ проти $(4,10 \pm 0,19)$ мкМ/дм³ у контролі та у самок – $(7,68 \pm 0,48)$, $(6,57 \pm 0,17)$ та $(6,78 \pm 0,19)$ проти $(5,00 \pm 0,25)$ мкМ/дм³ у контролі ($p \leq 0,05$). Також спостерігалось зниження активності СОД у самців та самок, народжених від обох опромієних батьків: $(45,51 \pm 1,04)$ проти $(52,66 \pm 2,48)$ у.о. у контролі та $(46,17 \pm 2,47)$ проти $(56,84 \pm 1,96)$ у.о. відповідно ($p \leq 0,05$). У групах тварин, народжених від опромієних самок та інтактних самців та від опромієних самців та інтактних самок навпаки спостерігалось достовірне підвищення цього показника: у групах самців $(67,67 \pm 2,88)$, $(69,70 \pm 1,56)$ проти $(52,66 \pm 2,48)$ у.о. у контролі та у групах самок $(63,96 \pm 1,14)$, $(63,10 \pm 1,18)$ проти $(56,84 \pm 1,96)$ у.о. відповідно ($p \leq 0,05$).

Активність каталази була достовірно знижена у самців, народжених від опромієних самок та опромієних самців: $(305,4 \pm 56,4)$, $(278,4 \pm 61,2)$ проти $(376,9 \pm 46,5)$ мк/дм³ у контролі та достовірно підвищена у самок усіх дослідних груп: $(446,2 \pm 44,6)$, $(402,2 \pm 50,2)$, $(425,5 \pm 59,4)$ проти $(342,3 \pm 48,1)$ мк/дм³ у контролі ($p \leq 0,05$).

У віддаленому періоді після опромієння показники концентрації ТБК–АП та СОД відповідали величинам контролю. Зміни стану про- та антиоксидантної системи у тварин, що зазнали опромієння *in utero* характеризувалися підвищеною активністю каталази – фермента антиоксидантного захисту – $(464,6 \pm 38,2)$ мк/дм³ проти $(376,9 \pm 46,5)$ мк/дм³ у контролі ($p \leq 0,05$).

Масюк С.В., Іванова О.М., Бойко З.Н., Будерацька В.Б., Жадан Н.С., Чепурний М.І.

ДУ "Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України", м. Київ, Україна

РЕТРОСПЕКТИВНА РЕКОНСТРУКЦІЯ ІНДИВІДУАЛІЗОВАНИХ ДОЗ ОПРОМІНЕННЯ МЕШКАНЦІВ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТО- РІЙ УКРАЇНИ

Внаслідок безпрецедентної по масштабам Чорнобильської катастрофи 1986 р. тільки в Україні постраждало близько 3 мільйонів осіб. Найбільшого забруднення зазнали північні райони Житомирської, Київської, Рівненської та Чернігівської областей України. Наслідками дії аварійного іонізуючого випромінювання стало зростання захворюваності та смертності осіб, які мешкають на радіоактивно забруднених територіях. Радіоепідеміологічні дослідження, які проводяться серед таких осіб, потребують якісних оцінок доз опромінення.

Протягом 25 років на територіях, постраждалих від аварії на ЧАЕС, проводився широкомасштабний еколого-дозиметричний моніторинг об'єктів довкілля. Під час цього моніторингу виконувались дослідження просторового розподілу як самого джерела опромінення (радіонуклідний склад, потужність, умови аварійного викиду), так і поведінки радіонуклідів у місцевостях з різними ґрунтово-географічними характеристиками. Вивчались закономірності формування рівнів індивідуальних та середньогрупових (територіальних, професійно-вікових) доз опромінення населення залежно від радіоекологічних факторів і умов проживання, а також від контрзаходів, що проводились. Всі ці дані накопичувалися, верифікувалися та узагальнювалися в рамках Центрального еколого-дозиметричного реєстру (ЦЕДР), який функціонує з 1986 р. у лабораторії радіологічного захисту Державної установи «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України» [1].

Фахівцями лабораторії розроблено еколого-дозиметричні моделі оцінки індивідуалізованих доз опромінення мешканців радіоактивно забруднених територій. При

цьому враховується як індивідуальна поведінка особи, що опромінюється, так і специфіка радіоактивного забруднення об'єктів навколишнього середовища у населеному пункті (НП), де вона проживає. Індивідуалізована доза опромінення особи збігається з середньою дозою, яку в НП її проживання отримують представники тієї ж статеві-вікової та соціально-професійної групи, до якої вона належить [2].

Реконструкція доз опромінення відбувається у три етапи. На першому етапі досліджується динаміка радіоактивного забруднення об'єктів довкілля, вмісту радіонуклідів у продуктах харчування та організмі людини на визначених радіоактивно забруднених територіях. На другому етапі створюються еколого-дозиметричні моделі реконструкції доз зовнішнього та внутрішнього опромінення. Їх параметри базуються на узагальненні результатів радіоекологічного (вимірювання концентрації радіонуклідів у ґрунті та продуктах харчування місцевого виробництва) і дозиметричного (ЛВЛ-вимірювання) моніторингів, що проводились на даних територіях впродовж усього післяаварійного періоду. Враховуючи, що величина радіоактивного забруднення, частота та об'єм моніторингів суттєво відрізнялися як для різних населених пунктів, так і для різних адміністративних районів, загальна структура еколого-дозиметричних моделей є виражено район-специфічною. Дозиметричні розрахунки проводяться на третьому етапі реконструкції. Формується трьохвимірна «матриця доз мешканців НП», структурними елементами якої є множина середніх річних ефективних доз зовнішнього і внутрішнього опромінення, які могли б отримати мешканці РЗТ залежно від: (а) віку та статі особи; (б) НП проживання; (в) року після аварії з 1986 по 2018 роки включно. На основі цієї матриці розраховуються індивідуалізовані дози опромінення залежно від віку, статі, соціального статусу особи, НП її проживання.

Реконструкція індивідуалізованих доз виконана для 341 436 осіб, які мешкають у 841 НП десяти адміністративних районів північної частини Житомирської, Київської, Рівненської та Чернігівської областей України та зареєстровані у Державному реєстрі України осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи (ДРУ). Створено базу даних індивідуалізованих доз опромінення за період 1986–2018 рр., яка містить: річні та накопичені ефективні дози, річні та накопичені поглинуті дози на червоний

кістковий мозок від радіонуклідів стронцію та поглинуті дози на щитоподібну залозу внаслідок її опромінення радіоїодом у 1986 р. [3, 4].

У середньому доза опромінення 1986 року, залежно від екологічної характеристики району, перевищує дозу 1987 року в 2–5 разів, а доза за перші 5 років складає ~ 62 % від дози, накопиченої за 33 роки після аварії. Середня сумарна ефективна доза, накопичена за весь післяаварійний період дорослими на момент аварії жителями, коливається від 7,0 мЗв (Козелецький район Чернігівської області) до 54 мЗв (Народицький район Житомирської області). Середня накопичена за 33 роки доза на червоний кістковий мозок знаходиться в інтервалі від 0,6 мГр (Сарненський район Рівненської області) до 8,5 мГр (Іванківський район Київської області). Більшість мешканців десяти районів отримали дозу на щитоподібну залозу в межах 100–1000 мГр. Ефективна доза внутрішнього опромінення для дітей у середньому перевищує дозу дорослих осіб у 1,5–1,8 разів, поглинена доза на червоний кістковий мозок від радіостронцію – у 2–20 разів, а поглинена доза на ЩЗ – у 1,7–3,7 разів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Загальнодозиметрична паспортизація населених пунктів України та реконструкція індивідуалізованих доз суб'єктів Державного реєстру України осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи (досвід, результати та перспективи) / І. Ліхтарьов, Л. Ковган, О. Іванова та ін // Журнал Націон. академії медичних наук України. 2016. Т. 22, № 2. С. 208–221.

2. Іванова О. М., Ковган Л. М., Масюк С. В. Методика реконструкції індивідуалізованих доз опромінення осіб, що мешкають на радіоактивно забруднених територіях України. Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2018. Вип. 23. С. 167–187.

3. Узагальнені результати реконструкції індивідуалізованих доз суб'єктів Державного Реєстру України осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи / І. А. Ліхтарьов, Л. М. Ковган, С. В. Масюк та ін. // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2015. Вип. 20. С. 104–126.

4. Thyroid cancer study among Ukrainian children exposed to radiation after the Chornobyl accident: improved estimates of the thyroid doses to the cohort members / I. Likhtarov, L. Kovgan, S. Masiuk, et al // Health Phys. 2014. Vol. 106, No 3. P. 370–396

УДК 616.127-001.28-018-092.9:612.08

СТАН МІТОХОНДРІЙ В КАРДІОМІОЦИТАХ ПРИ ЗАГАЛЬНОМУ ОПРОМІНЕННІ ЩУРІВ НА РІЗНИХ ТЕРМІНАХ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

На статевозрілих білих щурах самцях досліджували стан міокарда лівого шлуночка щурів при загальному гамма-опроміненні в дозі 2,5 Гр. Шматочки міокарда піддавали традиційній обробці для виготовлення ультратонких зрізів, які вивчали на електронному мікроскопі. В даному фрагменті дослідження надається характеристика стану мітохондрій, як органел, здійснюючих кисневий етап енергетичного обміну речовин і відповідальних за енергозабезпечення високо диференційованих м'язових клітин міокарда на 7-му, 14-у і 21-у доби експериментальних спостережень.

На 7-му добу після опромінення спостерігався цілий спектр змін з суттєвими варіаціями як в межах однієї клітини, так і в різних клітинах. Ці зміни стосувалися і мітохондрій, що зазнавали пошкоджень тією чи іншою мірою. На цьому терміні спостереження вони були гетерогенними за ультраструктурою. В деяких клітинах мали круглу або витягнуту форму. Їх зовнішні мембрани, як правило, були чітко структуровані, підвищеної електронної щільності. Кристи внутрішніх мембран мітохондрій в кардіоміоцитах з низькою функціональною активністю дезорієнтовані, дещо зменшені в кількості, в інших клітинах розташовувалися переважно паралельно або концентрично. Спостерігалася багато кардіоміоцитів з мітохондріями в стані деструкції. Цьому сприяли явища набряку що були розповсюджені і в саркоплазмі: навколядерно, підсарколемально, міжфібрилярно, тобто в кардіоміоцитах була суттєво порушена проникність саркоплазматичної мембрани.

За 14 діб після опромінення в серці зберігалася гетерогенність ультраструктурної організації компонентів міокарда, але ступінь деструктивних змін, що були розповсюджені у попередній термін спостережень, значно зменшений. Повсюдно спостерігалися кардіоміоцити з мітохондріями, що варіювали за розмірами: від гіпертрофованих до маленьких округлих, що представляють собою новоутворені, юні форми. Досить часто мітохондрії формували скупчення як підсарколемально, так і міжфібрилярно. Вони мали чітко структуровані зовнішні та внутрішні мембрани.

За 21 добу після опромінення в усіх компонентах міокарда лівого шлуночка відмічалися ультраструктурні ознаки деструктивних змін. Зазнавали значних змін в кардіоміоцитах і мітохондрії, ступінь ураження яких в різних клітинах варіювала. Слід відмітити, що на цьому терміні спостереження в мітохондріях в першу чергу страждали кристи внутрішніх мембран та матрикс, тоді як зовнішні мембрани зазнавали електронного ущільнення і чітко розрізнялися на препаратах. Матрикс мітохондрій був електронно прозорий, кристи фрагментовані, дезорієнтовані, міжкристний простір локально розширений. Серед мітохондрій переважали збільшені у розмірах форми. Спостерігалися органели витягнутої форми, довжина яких досягала довжини 3-4 саркомерів, їх кристи були паралельно орієнтовані, частково фрагментовані. Такі мітохондрії відображали компенсаторні процеси, спрямовані на підвищення енергоутворення в клітинах, де значна кількість цих органел зазнавала змін. Слід відмітити поширення гігантських мітохондрій, які набували кулястої вакуолоподібної форми з залишками крист та матриксу або навіть без них. Інші гіпертрофовані мітохондрії перетворювалися у мієліноподібні структури. Все це є проявом деструктивно-дистрофічних процесів в кардіоміоцитах. Про недостатність мітохондріального шляху утворення енергії свідчить і відсутність в кардіоміоцитах глікогену, який, скоріш за все, був залучений до гліколізу.

Таким чином, проведений електронно-мікроскопічний аналіз показав, що за 7 діб після опромінення у дозі 2,5 Гр в міокарді були розповсюджені деструктивні процеси, які в першу чергу стосувалися скоротливого апарату, судин і енергозабезпечуючих органел. Через 14 діб після опромінення на перший план виходили компенсаторні та регенераторні процеси, що проявлялися покращенням стану мітохондрій, активізацією біосинтетичних процесів. Через 21 добу після опромінення в усіх структурних компонентах міокарда поширювалися дистрофічно-деструктивні процеси, лише в окремих кардіоміоцитах спостерігаються ознаки компенсації у вигляді гіпертрофованих мітохондрій. Дослідження структурної організації міокарда визначило достовірну динаміку змін мітохондрій у кардіоміоцитах як в порівнянні з контролем, так і зі збільшенням термінів спостережень.

Пілінська М. А., Шеметун О. В., Талан О. О., Дибська О. Б.

ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України», вул. Юрія Іллєнка, 53, м. Київ, 04050, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ХРОМОСОМ В ЛІМФОЦИТАХ ПЕРИФЕРИЧНОЇ КРОВІ ЛЮДИНИ ВНАСЛІДОК СУМІСНОГО ГЕНОТОКСИЧНОГО ВПЛИВУ ПРИ РОЗВИТКУ РАДІАЦІЙНО ІНДУКОВАНОГО ТА ПУХЛИНО ІНДУКОВАНОГО ЕФЕКТІВ СВІДКА

До проявів універсального феномену bystander response як відповіді нормальних клітин-реципієнтів на взаємодію з ушкодженими клітинами-донорами належать радіаційно-індукований та пухлино-індукований ефекти свідка (radiation-induced та tumor-induced bystander effects – RIBE та TIBE відповідно), які відіграють суттєву роль в розвитку онкологічної патології людини. Вважають, що RIBE збільшує ризик її виникнення, TIBE сприяє реалізації вторинних злоякісних новоутворень у онкологічних хворих, а сумісний генотоксичний вплив при реалізації обох ефектів може істотно обтяжувати прогноз для стану здоров'я і подальшого виживання таких пацієнтів, особливо, дитячих контингентів онкохворих.

Оскільки характерною ознакою RIBE та TIBE є зростання рівня хромосомної нестабільності в клітинах-свідках, нами досліджено наслідки взаємодії між злоякісними (неопроміненими і опроміненими) та нормальними соматичними клітинами людини за цитогенетичними показниками пошкодження геному.

Як індуктор bystander сигналу використано інтактні та опромінені *in vitro* на G₀ стадії клітинного циклу γ-квантами ¹³⁷Cs в дозі 0,5 Гр малігнізовані клітини крові хворих з первинним діагнозом В-клітинна хронічна лімфоцитарна лейкемія (ХЛЛ) до початку специфічного лікування. Клітинами-реципієнтами (свідками) слугували інтактні нормальні лімфоцити периферичної крові (ЛПК) умовно здорових осіб. Застосовано окреме та спільне культивування цих клітин. Для спільного культивування використано власну модельну систему ко-культивування ЛПК різностатевих осіб, в якій

клітини-індуктори та клітини-свідки розрізняються за наявністю чи відсутністю статевих чоловічих хромосом Y.

Встановлено, що при окремому культивуванні неопромінених клітин крові хворих на ХЛЛ середньо-групова частота аберацій хромосом ($2,89 \pm 0,59$ на 100 метафаз) перевищувала таку в групі умовно здорових осіб ($1,52 \pm 0,30$ на 100 метафаз, $p < 0,05$), що свідчить про підвищену хромосомну нестабільність в ЛПК хворих на ХЛЛ. Сумісне культивування неопромінених клітин крові хворих на ХЛЛ з ЛПК умовно здорових осіб призвело до зростання середньо-групового рівня хромосомної нестабільності в клітинах-свідках ($3,31 \pm 0,50$ на 100 метафаз, $p < 0,01$) порівняно з таким при окремому культивуванні цих клітин, що є проявом прямого феномену TIBE.

При окремому культивуванні опромінених *in vitro* клітин крові хворих на ХЛЛ сумарна частота аберацій хромосом зросла до $13,46 \pm 1,30$ на 100 метафаз по групі в середньому завдяки статистично значущому ($p < 0,01$) перевищенню спонтанної частоти не тільки дицентричних і кільцевих хромосом (до $1,57 \pm 0,43$ та $0,48 \pm 0,24$ на 100 метафаз відповідно), які є класичними маркерами дії іонізуючої радіації в культурі ЛПК людини на G₀ стадії клітинного циклу, але й частоти одиночних та парних фрагментів (до $5,66 \pm 0,80$ та $4,09 \pm 0,69$ на 100 метафаз відповідно), які вважаються маркерами хромосомної нестабільності.

При сумісному культивуванні опромінених *in vitro* клітин крові хворих на ХЛЛ з інтактними нормальними ЛПК умовно здорових осіб середньо-групова частота аберацій хромосом в клітинах-свідках перевищила як їх фоновий рівень, так і їх частоту при реалізації феномену TIBE ($5,18 \pm 0,51$; $1,52 \pm 0,30$; $3,31 \pm 0,50$ на 100 метафаз відповідно, $p < 0,01$). В спектрі хромосомних порушень, зафіксованих в клітинах-свідках, як і при окремому культивуванні цих клітин, переважали прості аберації хроматидного і хромосомного типів (одиначні та парні ацентричні фрагменти – $3,17 \pm 0,40$ та $1,85 \pm 0,31$ на 100 метафаз відповідно), але рівні їх були статистично значуще вищі саме в змішаних культурах ($p < 0,01$), що свідчить про розвиток в клітинах-свідках хромосомної нестабільності.

Таким чином, сумісне культивування опромінених *in vitro* клітин крові хворих на В-клітинну ХЛЛ (клітин-індукторів) з інтактними нормальними ЛПК умовно здорових осіб (клітин-свідків) призводить до підвищення рівня хромосомної нестабільності в клітинах-свідках внаслідок синергізму між пухлино- та радіаційно-індукованими ефектами свідка.

УДК 159.922.8:616-053.7:614.876

Позниш В.А., Леонович О.С., Гриценко Т.В., Шевелева В.І.

ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України» м. Київ, Україна

СИМПТОМОКОМПЛЕКС АГРЕСИВНОСТІ У ПСИХОЕМОЦІЙНОМУ СТАНІ ДІТЕЙ ПІДЛІТКОВОГО ВІКУ, ЯКІ МЕШКАЮТЬ НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ У ВІДДАЛЕНИЙ ПЕРІОД ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ

Деструктивні тенденції в усіх сферах життєдіяльності, що виникли після аварії на Чорнобильській АЕС, призвели до соціально-психологічної дезадаптації у широких верствах населення, постраждалого внаслідок Чорнобильської катастрофи. Для великої групи людей, які мешкають на радіоактивно забруднених територіях, дотепер залишається актуальним ризик заподіяння шкоди здоров'ю. Водночас зміни у житті сучасного українського суспільства характеризуються наявністю труднощів не тільки у соціально-економічній та політичній сферах, але й у етико-психологічній. Дестабілізація економіки, спад виробництва, руйнування старої системи цінностей, зниження життєвого рівня значної частини населення країни відбивається на психологічному самопочутті людей, породжуючи внутрішні конфлікти, напругу, агресію, а іноді й жорстокість. При цьому особливої актуальності, набуває необхідність дослідження агресивності та її проявів у підлітковому віці, який є найбільш сенситивним періодом у плані прояву агресії.

Метою даного дослідження є визначення частоти та особливостей проявів симптомокомплексу агресивності у дітей підліткового віку, які постійно мешкають на радіоактивно забруднених територіях.

Матеріали та методи дослідження. Психологічне обстеження проведено у 96 підлітків (46 хлопців та 50 дівчат) віком від 10 до 17 років, які постійно мешкають на радіоактивно забруднених територіях (РЗТ) Народицького, Овруцького, Олевського та Коростенського районів Житомирської області зі щільністю забруднення ґрунтів ^{137}Cs понад 185 кБк/м².

Оцінка психоемоційної сфери дітей проводилась за тестом "неіснуюча тварина", який відноситься до проєктивних методик, що відповідає віковим особливостям дітей, та дозволяє отримати якісний матеріал для інтерпретації. На підставі матеріалу, отриманого за допомогою малюнку, симптомокомплекс агресивності оцінювався шляхом нарахування балів за принципом наявності ознаки ("1"), її відсутності ("0"), а в деяких випадках її надмірності ("2"). Кількісний аналіз доповнювався якісним.

Для вивчення стану агресії та диференціювання проявів агресивних та ворожих реакцій у підлітків використовували опитувальник А. Баса та А. Даркі який дозволяє за 8 шкалами (фізична агресія, непряма агресія, роздратування, негативізм, образа, підозрілість, вербальна агресія, почуття провини) визначити ступінь виразності тієї, чи іншої форми агресивної поведінки, а також розрахувати індекс агресивності (ІА) та індекс ворожості (ІВ).

З метою квантифікованої оцінки емоційно-поведінкового стану підлітків та визначення показники внутрішніх та зовнішніх проблем підлітка застосовували опитувальник Т.М. Ахенбаха для батьків.

Результати. Психологічне обстеження 62 підлітків 10 – 14 річного віку показало, що найважливішим питанням для них є незалежність та самоусвідомлення. При цьому вони виявляють інтерес до власного тіла, інтерес до однолітків, їхніх цінностей і моделей поведінки, інтерес до світу дорослих навпаки зменшується, а власні цінності протиставляються цінностям родини. У переважній більшості з них 87,10 % спостерігалася зануреність у себе та зростання конфліктності приводами до якої ставали школа, відносини друзів, домашні справи. 69,35 % підлітків відмічали прагнення

бути в групі, 96,77 % мали своїх «героїв», 59,68 % центрувалися на сьогоднішні, 8,06 % були егоцентриками. 74,19 % підлітків були замкнутими або сором'язливими, у 9,68 % спостерігалася демонстративна розв'язність у поведінці, а 3,23 % вихвалялися власною невразливістю, прагненням до ризику та «перевірки себе». 85,48 % підлітків страждали від того, що їх ніхто не розуміє. Група підлітки 15 – 17 річного віку складала 34 особи основною загальною рисою їх психологічного портрету була незрілість суджень, імпульсивність та велике бажання приймати власні рішення або наполягати на своєму. У 82,35 % підлітків відмічалася значна заклопотаність своєю фізичною привабливістю для протилежної статі.

Результати оцінки психоемоційного стану за тестом "неіснуюча тварина", показали, що симптомокомплекс агресивності реєструвався у 62,90 % підлітків (від загальної вибірки), його прояви за бальною оцінкою становили $(3,28 \pm 0,41)$ балів. При цьому високий рівень агресивності з середнім значенням $(5,22 \pm 0,38)$ балів встановлено у 33,87 % підлітків.

У 19,35 % підлітків (серед яких було 8,06 % дівчат та 12,90 % хлопців) відмічалося поєднання високих показників двох симптомокомплексів – агресивності та тривожності, що призводило до постійного високого рівня емоційної напруги, почуття провини та негативного сприйняття оточення. У 14,52 % превалював симптомокомплекс агресивності з почуттями відчуження, ізолюваності, ворожого ставлення до оточення та проявами фізичної агресії. Серед них було 4,84 % дівчат та 9,68 % хлопців. Загалом кількість дівчат з високим показником симптомокомплексу агресивності - 19,35 % була суттєво меншою ніж відповідна кількість хлопців – 32,26 %

Результати тесту «неіснуюча тварина» підтвердились результатами двох інших методик: опитувальника з вивчення стану агресії А. Баса А. Даркі та опитувальника Т.М. Ахенбаха для батьків. У дітей з високими показниками симптомокомплексу агресивності відмічалися схильність до недовіри, вирішення проблем за допомогою фізичної та вербальної агресії, постійна готовність до прояву негативних почуттів, запальність та опозиційна манера в поведінці. За результатами опитувальника А. Баса А. Даркі виявлено статистично значимі гендерні відмінності: надмірні показники

фізичної агресії вдвічі частіше зустрічаються у хлопців, аніж у дівчат, що співвідноситься з показниками симптомокомплексу агресивності за результатами тесту «неіснуюча тварина».

Висновки: У підлітків, які мешкають на радіоактивно забруднених територіях виявляється широкий спектр психологічних проблем, провідною складовою яких є агресивність. За результатами тесту «неіснуюча тварина» 33,87 % підлітків демонструвала високі показники симптомокомплексу агресивності. У більшості з них високі показники агресивності поєднувались з високими показниками тривожності. Виявлено також суттєві гендерні відмінності: надмірні показники симптомокомплексу агресивності значно частіше зустрічаються у хлопців, аніж у дівчат. Результати вивчення стану агресії за опитувальником А. Баса А. Даркі та опитувальника Т.М. Ахенбаха для батьків підтвердили результати отримані за допомогою тесту «неіснуюча тварина» .

Прикащикова К. Є., Ярошенко Ж.С., Капустинська О. А., Костюк Г. В.

ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України», м. Київ, Україна,
проспект Перемоги 119/121, тел. (044) 450-81-92

ЕПІДЕМІОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ НЕПУХЛИННОЇ ЗАХВОРЮВАНOSTІ НА ХВОРОБИ ОРГАНІВ ТРАВЛЕННЯ Ц ЖІНОК, ЕВАКУЙОВАНИХ ІЗ 30-КІ- ЛОМЕТРОВОЇ ЗОНИ ЧАЕС, ЯКІ У ПІСЛЯАВАРІЙНОМУ ПЕРІОДІ (1992– 2016) БУЛИ ВІКОМ ВІД 18 РОКІВ І СТАРШЕ

ВСТУП За понад тридцять років після техногенної аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС) епідеміологічні, демографічні, дозиметричні і клінічні дослідження, засвідчили негативні зміни в стані здоров'я евакуйованого населення. На розвиток непухлинної захворюваності серед евакуйованих вплинули короткочасна дія іонізуючого випромінювання на весь організм, стать і вік постраждалих. Небагато даних висвітлено у науковій літературі, щодо розвитку непухлинної захворюваності на хвороби органів травлення у осіб, евакуйованих із 30-кілометрової зони ЧАЕС. Водночас потрібно зазначити, що шлунково-кишковий тракт є одним із основних мішеней, на

який діють пошкоджуючі фактори променевої і непроменевої природи в умовах Чорнобильської аварії.

Мета дослідження. Епідеміологічний аналіз непухлинної захворюваності на хвороби органів травлення у жінок, евакуйованих із 30-кілометрової зони ЧАЕС, які у післяаварійному періоді (1992–2016) були віком від 18 років і старше

Матеріал і методи дослідження. Епідеміологічний аналіз захворюваності на непухлинні хвороби органів травлення проведено у 4945 жінок, евакуйованих із 30 – кілометрової зони ЧАЕС, впродовж 1992–2016 роки за п'ятирічними періодами спостереження: 1992–1996, 1997–2011, 2012–2016 рр. Вік постраждалих на час клініко-епідеміологічного обстеження в поліклініці радіаційного реєстру (ПРР) ННЦРМ становив 18 років і старше. Реконструйована доза іонізуючого випромінювання, отримана досліджуваними в зоні відчуження, складає 0,33–36,93 сЗв. Для оцінювання захворюваності використовували основні епідеміологічні показники: структури (С – %) та рівня захворюваності (incidence density ID, кількість нових випадків на 10^3 люд.-років).

Результати дослідження. За результатами епідеміологічного дослідження 7143 евакуйованих осіб (2198 чоловіків та 4945 жінок) за 1992–2016 роки в ПРР ННЦРМ уперше було виявлено 13532 випадків ($617,73 \pm 3,28$ на 10^3 люд.-років) хвороб органів травлення. Із загальної чисельності хвороб органів травлення виявлено 12321 випадків непухлинних захворювань (91,05 %, $562,45 \pm 3,35$ випадків на 10^3 люд.-років).

За весь досліджуваний період, у жінок уперше виявлено 10234 випадків (75,63 % від загальної кількості, $466,90 \pm 3,37$ на 10^3 люд.-років) всіх хвороб органів травлення за класами МКХ-10: "Деякі інфекційні та паразитарні хвороби (A00–B99)"; "Новоутворення (C00–D48)"; "Хвороби органів травлення (K00–K99)"; "Вроджені аномалії, (вади розвитку) деформації та хромосомні порушення (Q00–Q99)". За класом "Хвороби органів травлення (K00–K99)" у жінок вперше виявлено 9336 випадків непухлинних захворювань, які становлять 91,23 % від усіх зареєстрованих хвороб органів травлення в структурі і $426,19 \pm 3,34$ випадків на 10^3 люд.-років – за рівнем. Основний внесок у розвиток захворюваності жінок на непухлинні хвороби органів травлення був за групою „хвороби порожнини рота, слинних залоз та щелеп (K00–K14)", (48,14 %, $232,90 \pm 3,34$ на 10^3 люд.-років).

205,15±2,73 випадків на 1000 люд.-років). З цієї групи хвороб найбільш розповсюдженими були: карієс (21,55 %, 91,85 ± 1,95), хвороби пульпи та періапикальних тканин (10,26 %, 43,73 ± 1,38). Значною за величинами показника була група „хвороби стравоходу, шлунка та дванадцятипалої кишки (K20-K31)” (31,56 %, 134,48±2,31), з неї: гастрити і дуодиніти (15,29 %, 65,19 ± 1,67), виразка шлунка (6,03 %, 25,70 ± 17,71), виразка дванадцятипалої кишки (4,16 %, 17,71 ± 0,89), хвороби стравоходу (9,55 %, 11,96± 0,73), які разом займали 79,70 % (339,50± 3,20 випадків на 10³ люд.-років). На інші захворювання припадало 20,30 % хвороб: „хвороби печінки (K70-K77)” (5,23 %, 22,32±1,01), а саме фіброз та цироз (3,79 %, 16,94±0,87); „хвороби жовчного міхура, жовчовивідних шляхів та підшлункової залози (K80-K87)” (13,43% , 57,24±1,57), а саме жовчного міхура (K81–K82) (6,36 %, 27,12±1,10), жовчовивідних шляхів (K83) (2,02 %, 8,63±0,62); „неінфекційний ентерит та коліт)” ; „інші хвороби кишечника)” (1,08 %, 4,61±0,46); „хвороби підшлункової залози (K85 –K87)” (2,16%, 9,22±0,65).

На підставі епідеміологічного аналізу динаміки розвитку непухлинних хвороб за класом ”Хвороби органів травлення” у жінок, евакуйованих із 30-кілометрової зони ЧАЕС віком 18 років і старше, за післяаварійний період спостереження (1992–2016) виявлена зміна рівнів захворювань за три п’ятирічні періоди 1992–1996, 1997–2011, 2012–2016 рр. У першому періоді (1992–1996) зареєстровано 4314 випадків непухлинної захворюваності (1031,56±0,49 випадків на 10³ люд.-років), у другому – 4730 випадків, (335,41±3,98), у третьому – 292 випадків (80,39±4,51). Із наведених вище показників динаміки розвитку непухлинної захворюваності, спостерігається значне зниження рівнів у кожному наступному п’ятирічному періоді. Так, порівняно з першим періодом, у другому періоді відбулося зниження рівнів у три рази, у третьому – в тринадцять разів. У третьому періоді порівняно з другим зниження рівнів у чотири рази.

Встановлена особливість динаміки розвитку непухлинної захворюваності хвороб органів травлення у жінок, евакуйованих із 30-кілометрової відчуження, віком 18 років та старше, можна пояснити скринінг-ефектом виявлених захворювань у перші роки спостереження та реалізацією захворювань упродовж усього періоду після аварії на ЧАЕС.

Прикащикова К. Є., Ярошенко Ж. С., Капустинська О. А., Костюк Г. В.

ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України», м. Київ, Україна, проспект Перемоги 119/121, тел. (044) 450-81-92

ЕПІДЕМІОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ НЕПУХЛИННОЇ ЗАХВОРЮВАНOSTІ НА ХВОРОБИ ОРГАНІВ ТРАВЛЕННЯ У ЖІНОК, ЕВАКУЙОВАНИХ ІЗ 30-КІЛОМЕТРОВОЇ ЗОНИ ЧАЕС ВІКОМ ВІД 18 РОКІВ І СТАРШЕ, У ПІСЛЯАВАРІЙНОМУ ПЕРІОДІ (1992–2016)

Вступ. За понад тридцять років після техногенної аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС) епідеміологічні, демографічні, дозиметричні і клінічні дослідження засвідчили негативні зміни в стані здоров'я евакуйованого населення. На розвиток непухлинної захворюваності серед евакуйованих вплинула короткочасна дія іонізуючого випромінювання на весь організм залежно від статі і віку постраждалих. Небагато даних висвітлено у науковій літературі, щодо розвитку непухлинної захворюваності на хвороби органів травлення в осіб, евакуйованих із 30-кілометрової зони ЧАЕС. Водночас потрібно зазначити, що шлунково-кишковий тракт є однією з основних мішеней, на яку діють пошкоджуючі фактори променевої і непроменевої природи в умовах Чорнобильської аварії.

Мета дослідження. Епідеміологічний аналіз непухлинної захворюваності на хвороби органів травлення у жінок, евакуйованих із 30-кілометрової зони ЧАЕС віком від 18 років і старше, у післяаварійному періоді (1992–2016).

Матеріал і методи дослідження. Епідеміологічний аналіз захворюваності на непухлинні хвороби органів травлення проведено у 4945 жінок, евакуйованих із 30-кілометрової зони ЧАЕС, за п'ятирічними періодами спостереження: 1992–1996, 1997–2011, 2012–2016 рр. Вік постраждалих на час клініко-епідеміологічного обстеження в поліклініці радіаційного реєстру (ПРР) ННЦРМ становив 18 років і старше. Реконструйована доза іонізуючого випромінювання, отримана досліджуваними в зоні відчуження, становить 0,33–36,93 сЗв. Для оцінювання захворюваності використовували

основні епідеміологічні показники: структуру (С, %) та рівень захворюваності (incidence density ID, кількість нових випадків на 10^3 люд.-років).

Результати дослідження. За результатами епідеміологічного дослідження у 7143 евакуйованих осіб (2198 чоловіків та 4945 жінок) за 1992–2016 р. у ПРР ННЦРМ уперше було виявлено 13532 випадки ($617,73 \pm 3,28$ на 10^3 люд.-років) хвороб органів травлення. Із загальної чисельності хвороб органів травлення виявлено 12321 випадки непухлинних захворювань ($91,05$ %, $562,45 \pm 3,35$ випадків на 10^3 люд.-років).

За весь досліджуваний період, у жінок уперше виявлено 10234 випадки ($75,63$ % від загальної кількості, $466,90 \pm 3,37$ випадків на 10^3 люд.-років) усіх хвороб органів травлення за класами МКХ–10: Деякі інфекційні та паразитарні хвороби (A00 – B99); Новоутворення (C00–D48); Хвороби органів травлення (K00–K99); Вроджені аномалії, (вади розвитку) деформації та хромосомні порушення (Q00–Q99). За класом Хвороби органів травлення (K00–K99) у жінок уперше виявлено 9336 випадків непухлинних захворювань, які становлять $91,23$ % від усіх зареєстрованих хвороб органів травлення в структурі і $426,19 \pm 3,34$ випадків на 10^3 люд.-років за рівнем. Серед захворюваності жінок на непухлинні хвороби органів травлення найбільшою була група хвороби порожнини рота, слинних залоз та щелеп (K00-K14) ($48,14$ %, $205,15 \pm 2,73$ випадків на 1000 люд.-років). З цієї групи хвороб найрозповсюдженішими були: карієс ($21,55$ %, $91,85 \pm 1,95$), хвороби пульпи та періапикальних тканин ($10,26$ %, $43,73 \pm 1,38$). Значні величини показників зафіксовано за групою „хвороби стравоходу, шлунка та дванадцятипалої кишки (K20-K31)” ($31,56$ %, $134,48 \pm 2,31$): гастрити і дуоденіти ($15,29$ %, $65,19 \pm 1,67$), виразка шлунка ($6,03$ %, $25,70 \pm 17,71$); виразка дванадцятипалої кишки ($4,16$ %, $17,71 \pm 0,89$); хвороби стравоходу ($9,55$ %, $11,96 \pm 0,73$), які разом становили $79,70$ % ($339,50 \pm 3,20$ випадків на 10^3 люд.-років). На інші захворювання припадало $20,30$ % :

„хвороби печінки (K70-K77)” ($5,23$ %, $22,32 \pm 1,01$), а саме фіброз та цироз ($3,79$ %, $16,94 \pm 0,87$); „хвороби жовчного міхура, жовчовивідних шляхів та підшлункової залози (K80–K87)” ($13,43$ %, $57,24 \pm 1,57$), а саме жовчного міхура (K81–K82) ($6,36$ %, $27,12 \pm 1,10$), жовчовивідних шляхів (K83) ($2,02$ %, $8,63 \pm 0,62$);

„неінфекційний ентерит та коліт)” („інші хвороби кишечника”) ($1,08$ %, $4,61 \pm 0,46$);

„хвороби підщлункової залози (K85 –K87)” (2,16%, $9,22 \pm 0,65$).

На підставі епідеміологічного аналізу динаміки розвитку непухлинних хвороб за класом ”Хвороби органів травлення” у жінок, евакуйованих із 30-кілометрової зони ЧАЕС, віком 18 років і старше за післяаварійний період спостереження (1992–2016) виявлена зміна рівнів захворювань за три п’ятирічні періоди. У першому періоді (1992–1996) зареєстровано 4314 випадків непухлинної захворюваності ($1031,56 \pm 0,49$ випадків на 10^3 люд.-років), у другому (1997–2001)– 4730 випадки, ($335,41 \pm 3,98$), у третьому (2012–2016) – 292 випадки ($80,39 \pm 4,51$). Динаміка розвитку непухлинної захворюваності показує значне зниження рівнів у кожному наступному п’ятирічному періоді. Так, порівняно з першим періодом, у другому періоді відбулося зниження рівнів у три рази, у третьому – у тринадцять разів. У третьому періоді порівняно з другим спостерігається зниження рівнів у чотири рази.

Встановлену особливість динаміки розвитку непухлинної захворюваності хвороб органів травлення у жінок віком 18 років та старше, евакуйованих із 30-кілометрової відчуження, можна пояснити скринінг-ефектом виявлених захворювань у перші роки спостереження та реалізацією захворювань упродовж усього періоду після аварії на ЧАЕС.

**Присяжнюк А.Є.¹, Бази́ка Д.А.¹, Гудзенко Н.А.¹, Фузі́к М.М.¹, Троцюк Н.К.¹,
Федоренко З.П.², Гулак Л.О.², Рижов А. Ю.³, Бабкі́на Н.Г.¹, Хухрянська О.М.¹,
Горох Є.Л.², Даневич С.А.¹**

¹ДУ «Національний Науковий центр радіаційної медицини НАМНУ», 53, вул. Ілленка, Київ 04050, Україна; ²Національний інститут раку МОЗ України, 33/43 вул. Ломоносова, Київ, 03022, Україна; ³Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 60, вул. Володимирська, м. Київ, 01033, Україна

ВИВЧЕННЯ ЗАХВОРЮВАНOSTI НА ЗЛОЯКІСНІ НОВОУТВОРЕННЯ ПОСТРАЖДАЛИХ ВНАСЛІДОК ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ, ЯК СКЛАДОВОГО ЕЛЕМЕНТА ПОКРАЩЕННЯ РАДІОЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗ- ПЕКИ

Актуальність роботи. Довгостроковий моніторинг злоякісних новоутворень (ЗН) у групах населення, яке постраждало внаслідок Чорнобильської катастрофи, було започатковано в ДУ «ННЦРМ НАМН України» вже в перші після аварії роки і продовжується дотепер. Мета цього моніторингу полягає у пошуку свідчень можливих радіаційних стохастичних онкологічних ефектів опромінення у зв'язку із аварією на ЧАЕС. Інформація, накопичена на сьогодні, свідчить про роль радіаційного фактору у формуванні надлишку злоякісних новоутворень в цілому та їхніх окремих нозологічних форм в опромінених популяціях. Дані досліджень контингентів осіб, які були опромінені у зв'язку з Чорнобильською катастрофою, узгоджуються з основними висновками щодо осіб, які пережили атомне бомбардування японських міст, і осіб, опромінених з медико-діагностичною або терапевтичною метою. Перш за все, йдеться про окремі нозологічні форми новоутворень: лейкемії, рак щитоподібної залози (РЩЗ) та рак молочної залози (РМЗ). Поряд із доведеними ефектами такого впливу, на сьогодні все ще існують неоднозначні дані, що потребують подальшого дослідження. Особливо це стосується РЩЗ серед осіб, опромінених у дорослому віці. Крім того, важливими і соціально затребуваними є дані щодо РМЗ серед жінок – учасниць ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС (УЛНА) та інших постраждалих жіночої статі. Соціально важливими і нау-

ково очікуваними є також висновки щодо можливого виникнення надлишкових випадків інших нозологічних форм ЗН, включаючи множинну мієлому внаслідок впливу іонізуючого випромінювання після аварії на ЧАЕС.

Питання щодо можливого виникнення надлишкових радіаційно-асоційованих випадків злоякісних новоутворень впливає з того факту, що середні сумарні ефективні дози опромінення всього тіла за рахунок радіоцезію впродовж тривалого часу (1986–2005 рр.) у мешканців районів (7,6–45,8 мЗв), перевищують рівні середніх по Житомирській (5,9 мЗв), Київській (4,9 мЗв) областям і України в цілому (2,48 мЗв) та інших районів північних областей України.

Середні поглинуті щитоподібною залозою дози внутрішнього опромінення (161–1559 мГр) найбільш вразливої групи дітей та підлітків (0–18 років) цих районів, отримані за короткий після аварійний період, суттєво перевищують показники Житомирської (87 мГр), Київської (81 мГр) областей, а також по Україні в цілому (19 мГр). Показники опромінення дорослих мешканців цих територій були нижчими, але значно перевищували середні дози, отримані населенням України та великих територіальних одиниць.

Серед трьох груп постраждалих найбільші дози опромінення, згідно із Національними доповідями 2006, 2011, 2016 рр. відмічено в УЛНА – 50–200 мЗв. Разом з тим інформація про середні дози опромінення щитоподібної залози у них відсутня.

У евакуйованих середня ефективна доза зовнішнього опромінення оцінюється 10–30 мЗв, а середня доза на щитоподібну залозу 184,4–857,5 мЗв.

Мета роботи. Визначити рівень та динаміку захворюваності на злоякісні новоутворення контингентів осіб, постраждалих протягом після аварійного періоду до 2017 року включно.

Об'єкт дослідження: учасники ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС (УЛНА) 1986–1987 рр. участі (78 117 осіб); евакуйовані (66 252 осіб); мешканці найбільш забруднених радіонуклідами районів Житомирської і Київської областей (175 110 осіб).

Методи дослідження: епідеміологічні, статистичні, програмно-математичні.

Отримані результати. Рівень захворюваності на усі форми раку перевищує національний рівень тільки в групі УЛНА 1986–1987 рр. участі, SIR (стандартизоване співвідношення захворюваності) = 106,7 % (95 % довірчий інтервал (ДІ): 104,9–108,5). В останні роки (2011–2017 рр.) цей показник практично не відрізняється від національного рівня SIR = 102,6 % (95 % ДІ: 99,8–106,3). Має місце істотне перевищення очікуваного рівня захворюваності на рак щитоподібної залози серед УЛНА – у 4,4 рази, евакуйованих – у 4,0 рази, мешканців забруднених територій – у 1,3 рази.

Рівень захворюваності на лімфоми та лейкозії в УЛНА перевищує національний рівень в 1,5 рази та евакуйованих – в 1,4 рази. Захворюваність жінок - УЛНА на рак молочної залози у 1,6 рази вищий за очікуваний рівень.

Мешканці забруднених територій є єдиною з цих трьох груп постраждалих, котра й дотепер продовжує зазнавати впливу підвищеного рівня іонізуючого випромінювання. Захворюваність на усі форми злоякісних новоутворень населення цих районів (Лугинського, Народицького, Овруцького районів Житомирської області та Бородянського, Іванківського, Поліського – Київської) до і після аварії в була нижчою національного рівня та показників Київської області, а також істотно не відрізнялась від показників Житомирської області. Разом з тим, частота раку щитоподібної залози істотно перевищила показники доаварійного періоду та Житомирської області. Щодо захворюваності мешканців зазначених районів на лімфоми та лейкозії, то, за винятком помітного «сплеску» показників у перші після аварійні роки (1986-1990), вона не перевищує національний рівень і не має тенденції до зростання. Аналіз показників захворюваності мешканок радіоактивно забруднених територій на рак молочної залози свідчить про те, що, незважаючи на її зростання, показники тривалий час залишались нижчими за національний рівень. При цьому слід зважати на ту обставину, що рівень захворюваності на цю патологію на цих територіях і до аварії на ЧАЕС був одним з найнижчих в Україні.

Висновки. Отримані результати свідчать про достовірне перевищення за національний рівень захворюваності на всі форми ЗН тільки в УЛНА, на рак щитовидної залози в усіх трьох групах постраждалих, на лімфоми та лейкозії серед УЛНА та еваку-

йованих а також на рак молочної залози у жінок – в УЛНА. Отримані результати свідчать про необхідність продовження подальшого моніторингу злоякісних новоутворень у зазначених групах населення України, постраждалого внаслідок аварії на ЧАЕС, враховуючи ймовірність подальшої реалізації ризиків виникнення випадків радіаційно-асоційованих захворювань у віддалений після аварійний період.

УДК 579.253.2:614.876:616-008.841.5:678.048

**Талько В.В.¹, Логановський К.М.¹, Тукаленко Є.В.^{1,2}, Логановська Т.К.¹,
Масюк С.В.¹**

¹ Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України» вул. Юрія Іл'єнка, 53, м. Київ, 04050, Україна; ² Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології»

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА МОДЕЛЬ КЛІНІЧНИХ НЕЙРОРАДІОЕМБРІО- ЛОГІЧНИХ ЕФЕКТІВ ПРЕНАТАЛЬНОГО ОПРОМІНЕННЯ ¹³¹I

Актуальність роботи: головний мозок людини у пренатальний період є найбільш радіовразливою структурою. На відміну від атомних бомбардувань та радіологічних медичних процедур, які призводять до переважно зовнішнього опромінення, при аваріях на атомних реакторах відбувається значний викид радіоактивного ¹³¹I, який зумовлює значне внутрішнє опромінення. Це може призводити до особливих радіонейроембріологічних ефектів.

Мета роботи: створити експериментальну модель ефектів пренатального опромінення ¹³¹I головного мозку людини і визначити експериментальні та клінічні нейрорадіоембріологічні ефекти.

Об'єкт дослідження: нейрорадіоембріологічні ефекти в організмі пренатально опромінених ¹³¹I щурів Вістар. Стан нервової системи та психіки 104 опромінених внутрішньоутробно внаслідок аварії на ЧАЕС і 78 неекспонованих *in utero* осіб.

Методи: експериментальні – поведінкові, імуноферментні, біохімічні, морфологічні; клінічні – нейропсихіатричні, нейро- і психометричні, нейропсихологічні, нейрофізіологічні, дозиметричні, статистичні.

Результати: Створено інноваційну модель внутрішньоутробного опромінення щурів Вістар ¹³¹I шляхом одноразового перорального введення на 12-14-ту добу гестації 27,5 кБк радіонукліду 27,5 кБк (доза на щитоподібну залозу плоду $0,72 \pm 0,14$ Гр), яка забезпечує екстраполяцію певних радіонейроембріологічних ефектів у щурів на внутрішньоутробно опромінених осіб внаслідок Чорнобильської катастрофи. В експерименті на щурах віком 3-5 міс виявлено підвищення локомоторної розгальмованості, зниження рівня дослідницької активності, зміни у динаміці вироблення умовних гальмівних рефлексів, порушення збереження сліду пам'яті, підвищення рівня судомної готовності. Підтверджена аутоімунна гіпотеза розвитку променевих ушкоджень головного мозку (визначена підвищена концентрація у сироватці крові аутоантитіл до S-100 фракції основного білку мієліна). Визначено порушення проантиоксидантної рівноваги, розкоординованість у функціонуванні гіпоталамус-гіпофіз-тиреоїдної системи. У внутрішньоутробно опромінених осіб зберігається характерний когнітивний дефіцит, який полягає у дисгармонії інтелектуального розвитку за рахунок відносного зниження вербального інтелекту у порівнянні з відносним зростанням невербального інтелекту, що може свідчити про дисфункцію кортико-лімбічної системи, особливо, гіпокампу домінантної гемісфери. Зниження спектральної потужності тета-діапазону (4–7 Гц) біоелектричної активності головного мозку у лівій лобно-скроневої ділянці у внутрішньоутробно опромінених осіб свідчить про гіпокампальну дисфункцію, переважно у домінантній гемісфері. Біологічним базисом цього ефекту може бути порушення гіпокампального нейрогенезу внаслідок пренатального опромінення радіоактивним йодом. Інноваційні підходи до соціальної адаптації, психопрофілактики та психореабілітації полягають, зокрема, у принципі максимально ефективного залучення і розвитку найбільш розвинутих психологічних та когнітивних здібностей постраждалих.

Татаренко О.М., Сушко В.О., Колосинська О.О., Гапєєнко Д.Д.

ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України», м. Київ, Україна

ЗНАЧЕННЯ ЦЕРЕБРОВАСКУЛЯРНИХ УСКЛАДНЕНЬ ГІПЕРТОНІЧНОЇ ХВОРОБИ ПРИ ВСТАНОВЛЕННІ ЗВ'ЯЗКУ ЗАХВОРЮВАННЯ З РОБОТАМИ З ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС

Метою дослідження було оцінити терміни виникнення гострого порушення мозкового кровообігу (ГПМК) серед учасників ліквідації наслідків аварії (УЛНА) на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС) з гіпертонічною хворобою (ГХ), а також встановити роль цереброваскулярних катастроф в якості клінічного експертного критерію зв'язку ГХ з впливом наслідків аварії на ЧАЕС.

Матеріали та методи. В аналіз включили результати обстеження 131 УЛНА на ЧАЕС чоловічої статі з ГХ, у яких було зафіксовано ГПМК у виписці з амбулаторної карточки або стаціонарного лікування, що містилася в справі, поданій на розгляд до Центральної міжвідомчої експертної комісії (ЦМЕК). Вік учасників дослідження на момент участі в роботах з ліквідації наслідків аварії (ЛНА) на ЧАЕС складав ($34,2 \pm 7,8$) років, вік на момент виникнення ГПМК – ($58,3 \pm 8,8$) років. Середня доза опромінення УЛНА на ЧАЕС становила ($0,131 \pm 0,11$) Зв. В середньому ГПМК було діагностовано через ($14,3 \pm 6,4$) років після виникнення ГХ. У 110 чоловіків ГХ захворювання/смерть були пов'язані з роботами з ЛНА на ЧАЕС (основна група), тоді як у 21 зв'язок не підтверджено (група порівняння). Групи УЛНА на ЧАЕС з ГПМК, справи яких згодом були розглянуті на рахунок визначення зв'язку ГХ з роботами з ЛНА на ЧАЕС, були співставні за віком на момент участі у роботах з ЛНА на ЧАЕС ($p=0,431$) та дозою зовнішнього опромінення (ДЗО) ($p=0,467$).

В групі УЛНА з ГПМК, яким було встановлено зв'язок ГХ з роботами з ЛНА, середня тривалість робіт на ЧАЕС склала ($30,6 \pm 22,1$) днів порівняно з ($15,6 \pm 13,2$) днів в групі без встановленого зв'язку захворювання/смерті з наслідками роботи на ЧАЕС ($p=0,003$). В основній групі дослідження померло 31,8 % осіб, тоді як в групі порівняння – 14,3 % ($p=0,105$), при цьому середній вік померлих становив ($67,2 \pm 7,4$)

років та $(69,3 \pm 5,0)$ відповідно ($p=0,637$). Група інвалідності була встановлена у 70,9 % УЛНА з встановленим зв'язком ГХ з роботами з ЛНА на ЧАЕС і 57,1 % чоловіків без установленого зв'язку захворювання з роботами з ЛНА ($p=0,212$). Відзначено, що УЛНА в групі із встановленим зв'язком ГХ та смерті в результаті ГХ з роботами з ЛНА, на 3,9 років раніше отримували групу інвалідності (в середньому через $(25,0 \pm 5,2)$ років після початку робіт з ЛНА) порівняно з групою порівняння ($(28,9 \pm 0,3)$ років, $p=0,032$).

Вегето-судинна дистонія (ВСД) в групі осіб з ГПМК, яким було встановлено зв'язок ГХ з наслідками аварії на ЧАЕС, була задокументована у 44,5 % УЛНА, тоді як в групі осіб, у яких ГХ не пов'язана з наслідками аварії на ЧАЕС – у 33,3 % ($p=0,341$). При цьому у достовірно більшої частини УЛНА першої групи був раніше встановлений зв'язок ВСД з наслідками аварії на ЧАЕС – 35,5 % проти 4,8 % відповідно ($p=0,005$). Також отримані статистично достовірні відмінності між основною та групою порівняння:

- термін, через який було встановлено діагноз ГПМК після участі в роботах з ЛНА на ЧАЕС ($(23,8 \pm 5,1)$ проти $(26,9 \pm 2,3)$ років; $p=0,007$);
- вік, в якому був встановлений діагноз ГПМК ($(57,2 \pm 9,0)$ проти $(61,9 \pm 7,2)$ років; $p=0,025$);
- термін, через який було документовано ГПМК після встановлення діагнозу ГХ ($(11,2 \pm 6,6)$ проти $(15,4 \pm 5,4)$ років; $p=0,007$).

За результатами оцінки відносних ризиків встановлено, що у осіб основної групи за наявності ГПМК достовірно зростає вірогідність виявлення церебрального атеросклерозу ($OR=3,05$; $p=0,049$), за іншими захворюваннями прогностична оцінка не була статистично значущою, хоча зберігалася тенденція до підвищеної ймовірності виявлення інфаркту міокарда, серцевої недостатності, дисциркуляторної енцефалопатії, появи інвалідності і розвитку смерті порівняно з групою порівняння (рис.).

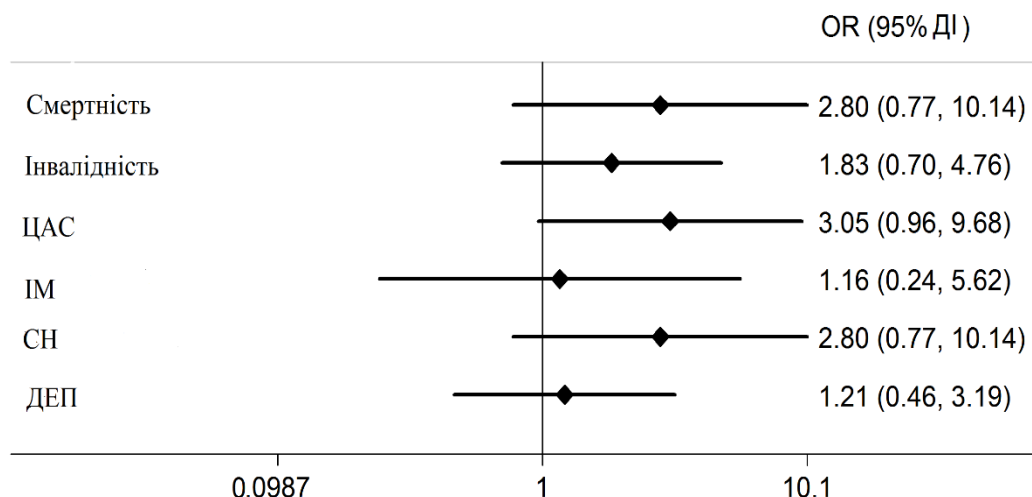


Рис. Прогностична оцінка відносного ризику виявлення патологічних станів за наявності гострого порушення мозкового кровообігу в групах дослідження (OR і 95 % ДІ).

Висновок. Таким чином, в групі УЛНА на ЧАЕС з ГХ, яким встановлено зв'язок захворювання та смерті з роботами з ЛНА на ЧАЕС, ГПМК виникало в більш молодому віці, що свідчить про швидке прогресування ГХ з прискореними строками втрати працездатності.

УДК 617.7: 614.876: 616-08

Федірко П.А.¹, Бабенко Т. Ф.¹, Гарькава Н. А.²

¹ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України», м. Київ, Україна; ²ДУ «Український центр інформаційних технологій та Національного реєстру» МОЗ України, м. Київ, Україна Державний заклад «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», м. Дніпро, Україна

ХРОНІЧНА ПАТОЛОГІЯ ПОВІК В ОСОБЛИВИХ РАДІОЕКОЛОГІЧНИХ УМОВАХ: ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМБІНОВАНОГО МЕТОДУ ЛІКУВАННЯ

Після Чорнобильської катастрофи на території східної Європи сформувалась нова штучна радіоекологічна провінція, зміни довкілля сприяють масштабній алергізації населення і розвитку хвороб травного тракту. Хімічне забруднення, викиди

теплоелектростанцій також значно впливають на обмін речовин в організмі людини. Тому в структурі офтальмопатології зростає частка хронічних захворювань повік, які часто супроводжують розлади обміну речовин і хвороби травного тракту. Нині вони зустрічаються у більшості пацієнтів, що звертаються до офтальмолога. Захворювання повік, які спричиняють стійкі скарги і значно знижують працездатність, потребують тривалого і складного лікування. Нормалізація стану повік або досягнення тривалої ремісії значно поліпшують якість життя пацієнта.

Нами було вивчено віддалені результати комбінованого методу лікування хронічних запальних захворювань повік із використанням гіпоалергенних препаратів для щоденної гігієни повік в радіоекологічних умовах Київщини і місті Дніпро, де наявний значний рівень хімічного забруднення довкілля.

У проспективному відкритому дослідженні взяли участь 79 пацієнтів, які страждають на хронічні захворювання повік (хронічний передній блефарит; мейбоміїт). У пацієнтів відмічались характерні скарги на печіння, свербіж, відчуття стороннього тіла, сухість, розмитість зору тощо. Комплекс лікування включав інстиляції антиалергічних препаратів і щоденну дворазову обробку країв повік з використанням серветок Блефаклін у першій фазі (10 днів), в другій фазі (впродовж усього періоду лікування) використання препарату Теагель зі збільшенням інтервалів між процедурами. Після досягнення ремісії (через 2–3 місяці після початку лікування) призначався постійний режим профілактики для запобігання рецидиву – обробка країв повік з використанням препарату Теагель раз на 7 днів. Результати оцінювали через 8–12 місяців після початку лікування, обстежено 54 пацієнти.

Встановлено, що у 75,9 % оглянутих осіб у віддаленому періоді спостерігалась нормалізація стану повік та мейбомієвих залоз (клінічне одужання) або стійка ремісія при відсутності скарг, у інших пацієнтів – значне клінічне поліпшення. У 3 випадках виникла потреба у проведенні повторного активного лікування. Аналіз результатів показав, що дотримання призначеного режиму профілактичної обробки повік мало вирішальне значення для результату у віддаленому періоді.

Висновки. Дослідження, проведене в місцевостях, де спостерігається високий рівень радіаційного або хімічного забруднення довкілля, засвідчили, що через 8–12 місяців після початку лікування з використанням антиалергічних препаратів і обробки країв повік (серветки Блефаклин у першій фазі і препарату Теагель у другій фазі) у 75,9 % пацієнтів, які страждали на хронічні захворювання повік (хронічний передній блефарит; мейбоміїт) спостерігалась нормалізація стану повік та мейбомієвих залоз (клінічне одужання), або стійка ремісія при відсутності характерних скарг. Використання нашої методики лікування хронічної патології повік дозволяє значно підвищити зорову працездатність і якість життя пацієнтів.

УДК 616.523+616.9□:616-002:6161/.4:616-001.28

Чумак А.А., Овсяннікова Л. М., Саркісова Е. О., Носач О. В., Альохіна С. М., Плєскач О. Я., Кадюк О. М., Шийко Т. О.

ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України», м. Київ, Україна

МЕТАБОЛІЧНІ ТА ІМУННІ ПРОЦЕСИ, ЗАДІЯНІ В ФОРМУВАННІ КОМОРБІДНОЇ ПАТОЛОГІЇ В ОСІБ, ЯКІ ПОСТРАЖДАЛИ ВНАСЛІДОК ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ

Понад три десятиліття, що минули з часу аварії на Чорнобильській АЕС, не змінили актуальності її медичних наслідків. В осіб, що зазнали радіаційного впливу, патоморфоз соматичних захворювань накладається на вікові зміни в стані здоров'я, зумовлюючи хронічні запальні реакції, порушення прооксидантно-антиоксидантної рівноваги і значну коморбідність.

Мета роботи – оцінити зміни окремих біохімічних та імунологічних показників при коморбідному перебігу хронічних захворювань гепатобіліарної зони, серцево-судинної системи та/або дисциркуляторної патології головного мозку в осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи.

Методи дослідження – загальноклінічне обстеження, інструментальні дослідження (ультразвукова діагностика органів черевної порожнини, езофагогастродуоденоскопія), біохімічні, імунологічні, статистичні, інформаційно-аналітичні.

Проведений аналіз змін окремих біохімічних та імунологічних показників для визначення доцільності їх застосування при оцінці внеску системного запалення, оксидативних процесів та найбільш поширених персистуючих інфекцій у розвиток коморбідних станів осіб, які зазнали впливу факторів Чорнобильської аварії, зокрема при одночасному перебігу хронічних захворювань гепатобіліарної зони, серцево-судинної системи та/або дисциркуляторної патології головного мозку.

Діагностовано прояви запальної реакції, порушення ліпідного та вуглеводного обмінів, ознаки цитолітичного та холестатичного синдромів. Наявність ризику розвитку ускладненої серцево-судинної патології встановлена у більшості хворих. Активізація процесів ліпопероксидації з накопиченням вторинних ТБК активних продуктів спостерігається у більшості хворих в кожній з груп ризику розвитку тяжких серцево-судинних ускладнень, що супроводжувалося накопичення продуктів окислювальної модифікації білків.

Встановлено, що у більшості серопозитивних хворих спостерігалася мікст-інфекція вірусів простого герпесу 1 та 2 типів (anti-HSV-1 / 2 IgG) та/або цитомегаловірусу (anti-CMV IgG) та/або вірусу Епштейна-Барр (anti-EBV IgG). Найвищі титри антитіл до вірусів простого герпесу 1 та 2 типів та ядерного антигену вірусу Епштейна-Барр зареєстровані у серопозитивних хворих групи низького ризику.

УДК 616.155.392;616.155.392:547.979.8+57.086.83:612.112:616-001.28

Шеметун О. В., Талан О. О., Дибська О. Б., Пілінська М. А.

ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України», м. Київ, Україна

**ВПЛИВ СУМІСНОГО КУЛЬТИВУВАННЯ ІНТАКТНИХ ЛІМФОЦИТІВ
УМОВНО ЗДОРОВИХ ОСІБ ТА ОПРОМІНЕНИХ IN VITRO КЛІТИН КРОВІ
ХВОРИХ НА ХЛЛ НА СТАБІЛЬНІСТЬ ГЕНЕТИЧНОГО АПАРАТУ
ОПРОМІНЕНИХ КЛІТИН**

Досліджено вплив сумісного культивування інтактних лімфоцитів крові умовно здорових осіб та опромінених *in vitro* ^{137}Cs в дозі 0,50 Гр клітин крові хворих на хронічну лімфоцитарну лейкемію (ХЛЛ) на рівень цитогенетичних показників в популяції опромінених клітин. Враховуючи, що ХЛЛ вважається радіаційно-асоційованою патологією, захворюваність на яку підвищилась внаслідок аварії на ЧАЕС, вивчення впливу неопромінених клітин на опромінені малігнізовані клітини є важливим для стабілізації геному в організмі, який зазнав дії іонізуючого випромінювання та профілактики виникнення вторинного канцерогенезу. Останнє має суттєве значення при променевій терапії онкологічної патології, коли непухлинні тканини, розташовані на межі поля опромінення, зазнають впливу іонізуючого випромінювання в малих дозах, внаслідок чого в них розвивається радіаційно-індукований ефект свідка, що підвищує частоту виникнення вторинних радіаційно-індукованих пухлин.

При виконанні роботи було визначено частоту всіх типів аберацій хромосом в опромінених *in vitro* (випромінювач IBL-237C, потужність 2,34 Гр/хв., доза 0,50 Гр) клітинах крові хворих на В-клітинну ХЛЛ до початку лікування при сумісному культивуванні з лімфоцитами крові умовно здорових осіб порівняно з культивуванням в окремій культурі. Дослідження виконано із застосуванням групового каріотипування та рівномірного забарвлення препаратів метафазних хромосом. Популяції неопромінених та опромінених клітин з сумісної культури розрізняли за наявністю чи відсутністю статевої чоловічої хромосоми Y.

В результаті досліджень встановлено, що в опромінених лімфоцитах крові хворих на ХЛЛ частота аберацій хромосом перевищувала популяційну і складала 12,88 на 100 метафаз. Зростання рівня пошкоджень було спричинено індукцією аберацій як хромосомного типу (парних ацентричних фрагментів, дицентричних і кільцевих хромосом, аномальних моноцентриків), що притаманно для дії іонізуючого випромінювання, так і хроматидного типу (одиначних фрагментів), які є маркерами хромосомної нестабільності. Останнє, на нашу думку, зумовлено тим, що опромінені T лімфоцити, в яких визначали цитогенетичні показники, в свою чергу, є клітинами-свідками при розвитку В-клітинної ХЛЛ.

Сумісне культивування опроміненої *in vitro* крові осіб з ХЛЛ з кров'ю умовно здорових осіб призвело до статистично значущого зниження загальної частоти аберацій, що склала 9,56 на 100 метафаз. Вказане відбулось за рахунок зменшення частоти одиночних фрагментів, рівень яких становив 2,83 на 100 метафаз порівняно з 5,66 на 100 клітин при окремому культивуванні опромінених лімфоцитів.

Таким чином, проведеними дослідженнями зареєстровано зниження загальної частоти аберацій хромосом та рівня пошкоджень хроматидного типу в опромінених *in vitro* в дозі 0,50 Гр клітинах крові хворих на ХЛЛ при їх сумісному культивуванні з неопроміненими лімфоцитами умовно здорових осіб, що свідчить про їх «позитивний» вплив на стабілізацію геному в опромінених клітинах і може бути віднесений до зворотного ефекту свідка.

Секція 3. ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

Модератор: **Григор'єва Л.І.**, проф., д-р біол. наук., завідувач кафедри екології, Чорноморський національний університет імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна.

Секретар: **Макарова О.В.**, ст. викладач кафедри екології, Чорноморський національний університет імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна.

Гулько Н.В.¹, Федірко П.А.¹, Терещенко С.О.², Короткова Н.В.¹

¹ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України», м. Київ, Україна; ²ДУ «Український центр інформаційних технологій та Національного реєстру» МОЗ України, м. Київ, Україна

ДЕРЖАВНИЙ РЕЄСТР УКРАЇНИ ОСІБ, ЯКІ ПОСТРАЖДАЛИ ВНАСЛІДОК ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КААСТРОФИ: СТАН, ШЛЯХИ ТА ЗАХОДИ ПОКРАЩЕННЯ

В країні після аварії на Чорнобильській АЕС з метою вирішення завдань медико-соціального забезпечення осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, створено єдину інформаційну систему - Державний реєстр України осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи (далі ДРУ). Наповнення його баз даних здійснюється за результатами щорічної диспансеризації постраждалих, яку проводять територіальні органи охорони здоров'я. До його складу входять медичний, дозиметричний та соціологічний підреєстри, що дозволяє здійснювати персональний облік осіб, які зазнали впливу радіації внаслідок Чорнобильської катастрофи, їх дітей і наступних поколінь й оцінювати стан їх здоров'я та його зміни у часі.

Станом на початок 2020 р. на обліку у ДРУ зареєстровано понад 2,5 млн. осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, у тому числі: учасники ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС (13,3 %), особи, що проживають на забруднених територіях (64,2 %), евакуйовані або ті, що залишили зону відселення (3,4 %), особи, що народилися від батьків 1-3 груп первинного обліку (3,4 %).

Всебічний аналіз науковцями ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України» даних ДРУ щодо стану здоров'я осіб, постраждалих внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, сприяв коригуванню завдань державної політики у сфері збереження їх здоров'я, створенню умов для зниження рівнів захворюваності та для попередження передчасної інвалідності та смертності, пошуку резервів для економії фінансових ресурсів, які витрачаються на медичний та соціальний захист постраждалого населення.

Однак, тривалий час стан фінансування ДРУ не сприяв оновленню матеріально-технічного забезпечення та зміцнення кадрового потенціалу, що обмежувало можливості його функціонування. Про необхідність виправлення ситуації мова йшла неодноразово. Зокрема, ще до 30-х роковин Чорнобильської катастрофи пропонувалося розпочати здійснення заходів, передбачених рішеннями Комітету Верховної Ради України з питань екологічної політики, природокористування та ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи від 05.03.2008 р. «Про стан функціонування та аналізу даних Державного реєстру України осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи», а саме: передбачити додаткові кошти на функціонування ДРУ, для забезпечення мінімально необхідним обладнанням Українського центру інформаційних технологій та Національного реєстру МОЗ України; проведення експертизи (верифікації) даних, які надходять з районно-обласного рівня ДРУ (пілотний проект з цільовим фінансуванням).

Проте до цього часу позитивних змін не відбулося. В умовах, коли висока частка потенційно вразливих осіб означає необхідність заходів, які вкрай небажані для економіки, пріоритетність екологічних і соціальних завдань та тісно пов'язаних з ними медико-демографічних завдань повинна бути вищою, ніж дотепер. Охорона здоров'я населення, що зазнало радіаційного впливу, та моніторинг за станом їх здоров'я має також відповідати міжнародним стандартам ядерної безпеки, тому є нагальна потреба осучаснити існуючу модель ДРУ. Для цього пропонуємо спільними зусиллями:

- розробити оновлену програму моніторингу та оцінювання стану здоров'я постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи та їх нащадків;
- привести у відповідність до сучасних потреб нормативно-правову базу щодо функціонування ДРУ в системі МОЗ України;
- вивчити можливості взаємодії ДРУ з іншими міністерствами, зокрема доступу ДРУ до блоку інформації Міністерства юстиції щодо померлих осіб із числа постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи, та народжених від постраждалих, при забезпеченні надійного рівня захисту інформації ДРУ;
- для підвищення достовірності інформації необхідно реалізувати, можливо, у взаємодії з міжнародними партнерами, проекти, спрямовані на ліквідж інформації щодо

демографічних подій (народження та смерті) та стану здоров'я постраждалих осіб, яких згідно чинного законодавства включено до груп спостереження у ДРУ (період спостереження 1986–2020 рр.).

UDK 614.8

Ivashchenko M.Y.

O.M.Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv, Ukraine

INFLUENCE OF PRODUCTION FACTORS ON WORKPLACES IN A LOCOMOTIVE DEPOT

The main direction of the state policy in the field of labor protection is to ensure the priority of preserving the life and health of employees. No production indicators should be put higher than ensuring human safety.

Getting into the area of railway transport operation, a person is exposed to an increased risk of mechanical injuries, electrical injuries, harmful effects of noise, vibration, electromagnetic fields, and polluted atmospheric air.

The employee's safety in any modern production environment is ensured by legal, socio-economic, organizational and technical, sanitary and hygienic, medical and preventive protection. Human protection is the basis of labor protection. The main thing is what and how the future specialist was taught in the field of labor protection at school, College, and Institute. Professional literacy, as well as a culture of strict compliance with the rules and regulations regulated by legal and regulatory documents, will significantly reduce the likelihood of injury or the occurrence of occupational diseases in the employee.

The specificity of railway transport operating conditions, the specifics of production processes in this industry, the complexity, novelty and variety of technologies, their frequent change, the speed of modern machines and mechanisms, the complexity and certain danger of their maintenance processes make it necessary to pay a significant place to the ideology of safety, determine the professional tasks and focus of labor protection in this industry.

Railway transport is one of the industries where the specificity of labor and its increased danger are acutely felt. The workplaces and work areas of railway workers of many professions are located in close proximity to the rolling stock moving ready to move. To perform a number of technological operations, employees are forced to face rolling stock. Working conditions are complicated by the fact that Railways operate around the clock at any time, time of year, in any weather.

Employees of a locomotive depot may face exposure to such dangerous and harmful production factors as:

- an increased level of voltage in an electrical circuit, which can be shorted through the human body;
- an increased level of static electricity;
- electrical networks, including the contact network of electrified Railways;
- electrical installations, transformers, distributors, machines and mechanisms with electric drive, including rolling stock operating on an electric drive;
- lack or lack of natural lighting in the working area;
- physical overload;
- working at height;
- moving machines and mechanisms (rolling stock, machines, mechanisms, cranes, in-store transport);
- unprotected mobile elements of production equipment;
- pressure vessels;
- increased dust and gas content of the working area air;
- increased noise and vibration;
- increased level of electromagnetic field;
- slippery surfaces increase the risk of falling of a person falling on them;
- increased or reduced temperature of equipment, materials, air in the working area, as well as humidity.

Based on the analysis of industrial injuries and the identified causes of accidents, measures are developed to prevent injuries at work, which can be divided into: organizational, technical, sanitary, socio-economic, legal, and therapeutic and preventive.

The presence of dangerous and harmful production factors requires further easing of working conditions. The development of necessary measures for labor protection is based on an objective assessment of the impact of production factors on the human body, a systematic analysis of the main causes of violations of the rules of work, labor protection requirements, electrical safety, fire safety and industrial sanitation.

УДК 005.336.3-049.5

Суха Н., Григор'єва Л.І.

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

ІНДИКАТИВНІ ВИМІРЮВАННЯ В ЄВРОПЕЙСЬКІЙ ПОЛІТИЦІ ОБМЕ- ЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Актуальність. Тенденції викидів парникових газів вказують на підвищення частки дорожнього транспорту у викидах парникових газів в масштабах усієї економіки країн ЄС. До 2007 року (коли пропозиції щодо регулювання викидів CO₂ автомобілями були вперше запропоновані) рівні викидів в сфері транспорту в ЄС підвищувалися, у порівнянні зі зниженням їх абсолютних показників у інших секторах. Наразі на транспорт припадає ~25 % усіх викидів в ЄС (~19 % без врахування міжнародного авіатранспорту та авіаперевезень).

Інструментами європейської екологічної політики зі скорочення викидів небезпечних речовин від автомобільного транспорту є: економічні інструменти: паливні податки, податки на придбання автомобілів та володіння ними, збори за кілометраж та плата за користування дорогами, плата за паркування, податкові пільги і субсидії; регуляторні інструменти: питомі норми викидів транспортними засобами забруднюючих речовин, у тому числі – парникових газів, норми витрат енергоносіїв – традиційно використовуються для управління попитом, впливають на структуру та діяльність транспортній галузі через використання відповідних нормативно-правових актів; інструменти, що забезпечують удосконалення транспортної інфраструктури; освітні та інформаційно-роз'яснювальні інструменти; інструменти з заохочення інновацій і розвитку.

Перераховані групи заходів реалізуються незалежно один від одного і дозволяють досягти певних результатів. Але комплексне їх застосування забезпечить максимальний ефект. Ми у своїй роботі досліджували заходи організаційно-адміністративного характеру, які можна впровадити не лише на державному рівні, а й на муніципальному – на рівні одного міста. Для цього у послідуючих дослідженнях планується дослідити можливість механізм реалізації індикативного моніторингу атмосферного повітря у м. Миколаєві.

Постановка завдання. Метою даної статті є аналіз можливості і необхідності громадського моніторингу якості атмосферного повітря. Для цього розглянуто і проаналізовано поняття «індикативний моніторинг» якості атмосферного повітря та досліджували технічне рішення встановлення сенсорних датчиків індикативного моніторингу якості атмосферного повітря.

Матеріали дослідження. Директива 2003/87/ЄС; прилади і сенсорні датчики для індикативного моніторингу.

Результати дослідження.

За даними Національного кадастру антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів в Україні за 1990-2019 роки [3] на транспорт припадає 33,2 млн. т або близько 18 % викидів парникових газів в Україні від спалювання палива). При цьому на дорожній транспорт приходить 73,5% з усіх транспортних викидів.

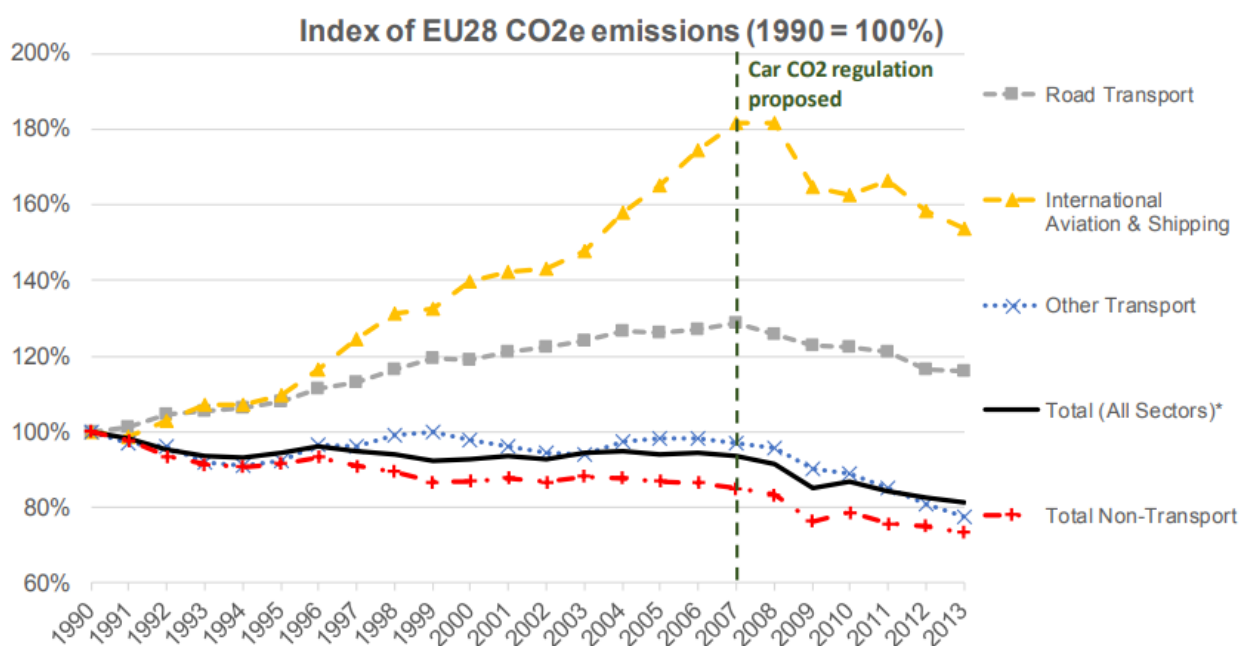


Рис. 1. Частка викидів CO₂ дорожнім транспортом в Україні

Згідно з положеннями Угоди про асоціацію, укладеної між Україною та Європейським Союзом, Україна зобов'язалась удосконалювати та розвивати державну політику у сфері регулювання викидів вуглекислого газу (CO₂) та споживання енергії у сфері автомобільного транспорту.

14 серпня 2019 року прийнято Постанову КМУ «Деякі питання здійснення державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря» № 827 (далі — Постанова № 827). Цей документ є підтвердженням зобов'язань імплементації законодавства у галузі навколишнього середовища відповідно до Угоди про асоціацію України з ЄС. А саме — імплементація Директиви 2008/50/ЄС та Директиви 107/2004/ЄС. В рамках імплементації положень цієї Директиви у національне законодавство України пропонується запровадження громадського екологічного моніторингу якості атмосферного повітря на підставі індикативного вимірювання показників якості повітря через сенсорні датчики.

Запровадження системи публічного інформування громадськості передбачено Директивою 2008/50/ЄС про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи, яка лягла в основу постанови Кабміну України від 14.08.2019 № 827 “Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря”.

Громадський моніторинг — це унікальне явище, оскільки він повністю відповідає місії концепції смарт-сіті: формувати міжсекторальне співробітництво і підтримувати його життєдіяльність. Фундаментом цієї екосистеми є об'єднання можливостей та ресурсів різних стейкхолдерів:

- влади,
- екоактивістів,
- бізнес-партнерів,
- наукових установ.

Саме науковців, експертів профільних інститутів з вузькою спеціалізацією, можна виділити в окрему четверту сторону взаємодії розумного міста. Це стовп, який підсилює активності інших учасників розумного міста, забезпечує науковою незалежною експертизою проекти. Саме це дає змогу говорити дійсно про повноцінне втілення ідеї

публічного та автономного моніторингу якості повітря на основі зусиль різних груп впливу міста.

Відповідно до п. 26 ст. 2 Директиви 2008/50/ЄС від 21 травня 2008 року про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи «індикативні вимірювання – це вимірювання, які відповідають вимогам щодо якості даних, які є менш суворими, ніж вимоги до фіксованих вимірювань».

Індикативні вимірювання здійснюються за допомогою компактних станцій, призначених для здійснення індикативних вимірювань якості повітря. Основною метою такого засобу вимірювання є інформування користувачів про стан повітря. Згідно з Директивою 2008/50/ЄС про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи (позиція 14) використання додаткових методів оцінки також надасть можливість зменшити необхідну мінімальну кількість фіксованих пунктів відбору проб. Фіксовані пункти, тобто ті пости спостереження, які мають державну сертифікацію вимірювальних можливостей, є джерелами офіційної інформації. Офіційна інформація забезпечує можливість її використання на рівні державних контролюючих органів та ведення позовної діяльності щодо забруднювачів.

Режим роботи та діапазони вимірювань застосованих сенсорів у станції мають відповідати завданням даного засобу оцінки якості повітря. Пункт 2 ст. 6 вищезазначеної Директиви також зазначає, що фіксовані вимірювання (здійснювані стаціонарними постами спостереження, наприклад, державної мережі центральної геофізичної обсерваторії) можуть бути доповнені методами моделювання або індикативними вимірюваннями, щоб забезпечити отримання адекватної інформації про територіальне розподілення якості атмосферного повітря. Водночас метод індикативних вимірювань є більш достовірним, ніж моделювання. Тобто ті методи оцінки, які базуються на масивах даних за останні роки, усереднюються та обчислюються методами комп'ютерної обробки інформації.

Враховуючи момент, що Постанова № 827 ґрунтується на умовах Директиви 2008/50/ЄС та Директиви 107/2004/ЄС, а також загального євроінтеграційного руху України, доцільно оцінювати якість повітря за такими показниками: тверді частки пилу ($PM_{2.5}$ та PM_{10}), приземний озон (O_3), діоксин азоту (NO_2) та діоксид сірки (SO_2). Саме

ці показники моніторяться як європейський індекс якості повітря, визначений Європейською агенцією довкілля з 2017 року. Такий індекс дозволяє європейським країнам та дозволить нам слідкувати за якістю повітря в режимі *real time* завдяки протоколам передавання даних в режимі реального часу. Також важливим елементом моніторингу має бути оновлення даних кожні 6 годин (за потреби й частіше) та спроможність перегляду тренду речовин за останні 48 годин.

Станції індикативного характеру доцільно використовувати у поєднанні з пересувними сертифікованими лабораторіями для реагування на систематичні перевищення фонових концентрацій та встановлення джерела забруднення. Статус пересувної сертифікованої лабораторії дає змогу продукувати офіційні результати вимірювань та підтверджувати інформацію, що надходить від індикативних станцій.

Відносно бюджетна ціна станцій дозволяє їх застосовувати у значно більшій кількості, ніж стаціонарні пости спостереження і, таким чином, отримати додаткове джерело інформації з великим покриттям. Це зменшить фінансове та ресурсне навантаження на суб'єктів моніторингу — органів місцевого самоврядування.

У м. Миколаєві, як нами показано раніше [7], характерним є наявність інтенсивного транспортного потоку вантажного автотранспорту через автомагістралі міста. Також встановлено, що у м. Миколаєві за показником Індекс забруднення атмосфери (ІЗА) найбільший внесок, серед 7 поллютантів, за якими ведеться моніторинг, вносять: формальдегід (ІЗА H_2CO близько 5); фтороводень (ІЗА HF близько 5); діоксид азоту (ІЗА NO_2 близько 1); вуглекислий газ (ІЗА CO більше 1); пил (ІЗА пилу близько 1. Тому бажано, щоб за індикативним моніторингом повітря в м. Миколаєві велися спостереження за цими поллютантами.

Нами досліджено різноманітні станції для вимірювання вмісту вищенаведених поллютантів у повітрі. Сьогодні вже впроваджено системи такого моніторингу у м. Києві, Івано-Франківську, Львові. Дослідили станцію моніторингу якості повітря Air Fresh Max (рис. 2.). Станція моніторингу якості повітря Air Fresh Max мультигаз – це пристрій, який дозволяє здійснювати контроль і реєстрацію стану повітря, а саме показники температури, вологості, концентрації пилу $\text{PM}_{2.5}$ і PM_{10} , CO , NO_2 , NH_3 , а також

рівень формальдегіду в режимі реального часу. Модуль є економічно ефективним інструментом, задовольняє потреби всіх зацікавлених у підтримці належного рівня навколишнього середовища. Показник $PM_{2.5}$ відображає концентрацію твердих частинок діаметром до 2.5 мікрметра. Показник PM_{10} відображає концентрацію твердих частинок діаметром до 10 мікрметрів.

Функціональні можливості пристрою дозволять не тільки отримувати оперативні дані про якість атмосферного повітря, а й накопичувати великі дані для оцінки і прогнозування індексів забруднення і ризиків для здоров'я населення, використовуючи для цього персональний кабінет на сайті eco-city.org.ua.



Рис. 2. Станція моніторингу повітря Air Fresh Max

Функціональним аналогом цієї станції, який до того ж дозволяє здійснювати вимірювання на відкритій місцевості, є Oxygen з CH_2O – це універсальна станція моніторингу якості повітря (рис. 3.). Для даної станції вже попередньо встановлено підігрів для якісного використання в холодну пору року.



Рис. 3. Станція моніторингу повітря Air Fresh Max

В результаті маємо, що коли оновлена державна система моніторингу стане онлайн та зможе інтегруватись вже з існуючими агрегаторами громадських мереж вимірювань, трендовий моніторинг можна бути виконувати дійсно якісно та масштабно для більшості території України.

Окрема фрагментарна інформація із обмеженої серії одиничних проб повітря для лабораторного контролю не замінює покрокової процедури отримання результатів у кількісному та якісному вираженні. Ідеальну картину маємо у випадку об'єднання та аналізу великої ретроспективної бази даних з усіх стаціонарних постів, постів спостережень (зокрема Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського, ДСНС, промислових підприємств та органів місцевого самоврядування). Такі матеріали можуть забезпечити розумінням трендів у забрудненні повітряного басейну, певних територій протягом тривалого часового проміжку. Проведена інвентаризація дає змогу оцінити розподіл джерел забруднення та визначити оптимальні локації для розміщення постів спостереження (станцій моніторингу). Далі у гру вступає вже згадана Директива 2008/50/ЄС, яка фактично має технічні умови по розміщенню обладнання у привязці до будівель, тротуарів, доріг. Наприклад, чітко вказано, що монтувати станцію треба на висоті до 4 метрів над рівнем поверхні, тобто у зоні дихання людини, і лише в деяких випадках - до 8 метрів. Тому питання встановлених сенсорів на балконах 16 поверху залишається дискусійним. Точніше так: така станція буде слугувати для власних потреб виключно і не увійде до бази інструментальних вимірювань, на основі яких складатимуть відповідний план управління якістю повітря.

Отже, такі сенсорні датчики дозволяють вирішувати питання індикативної системи моніторингу якості атмосферного повітря.

Якщо до цього додати правильну проведену інвентаризацію джерел викидів, то це дозволяє грамотно спланувати та організувати систему моніторингу стану атмосферного повітря у вигляді постійних (з допустимими та передбаченими похибками) інструментальних вимірювань, як фіксованих, так і індикативних, з опцією оперативного лабораторного контролю за такої потреби. В свою чергу накопичені за певний період дані моніторингу (приймаємо термін у 5 років, притримуючись Директиви 2008/50/ЄС) стають підґрунтям для перегляду плану інвентаризації викидів та джерел забруднення. Як вимірювання, так і методи моделювання допоможуть краще визначати джерела забруднення повітря, та “вклад” кожного окремо взятого джерела. Ця вся інформація стане у нагоді у разі проведення чергової комплексної інвентаризації забруднення. У будь-

якому сценарії ключове значення для прийняття управлінських рішень мають довгострокові вимірювання. Екстраполяція даних попередніх періодів та множинність вимірювальних станцій дозволить максимально коректно прогнозувати стан повітря і тим самим ми нарешті отримаємо інструмент управління якістю повітря, а не констатацію фактів.

Висновки:

1. Індикативні вимірювання – це вимірювання, які відповідають вимогам щодо якості даних, які є менш суворими, ніж вимоги до фіксованих вимірювань. Індикативні вимірювання здійснюються за допомогою компактних станцій, призначених для здійснення індикативних вимірювань якості повітря. Основною метою такого засобу вимірювання є інформування користувачів про стан повітря.
2. Станція моніторингу якості повітря Air Fresh Max мультигаз – це пристрій, який дозволяє здійснювати контроль і реєстрацію стану повітря, а саме показники температури, вологості, концентрації пилу $PM_{2.5}$ і PM_{10} , CO , NO_2 , NH_3 , а також рівень формальдегіду в режимі реального часу. Модуль є економічно ефективним інструментом, задовольняє потреби всіх зацікавлених у підтримці належного рівня навколишнього середовища. Сенсорні датчики дозволяють вирішувати питання індикативної системи моніторингу якості атмосферного повітря.

Перелік посилань:

1. Air quality plan for nitrogen dioxide (NO_2) in UK (2017) // Department for Environment, Food & Rural Affairs and Department for Transport. — 2017 Air Quality Zones // European Commission. — 2017.
2. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe.
3. Eco-management and Audit Scheme. Toolkit for Local Authorities// Prepared for the European Commission by Global to Local Ltd., 2004. – P.17-25. 5. Writing an Environmental Policy [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://euronet.uwe.ac.uk/emas/library/policy.htm>.
4. Громадський моніторинг якості повітря: переваги та процедура інтеграції в існуючу моніторингову систему. Режим доступу: <https://ecolog-ua.com/news/gromadskyu-monitoryng-yakosti-povitrya-perevagy-ta-procedura-integraciyi-v-isnuyuchu>
5. Режим доступу: https://greenpost.press/blogs/koly-pochynaty-krychaty-alarm-i7267?fbclid=IwAR1H5TuP4CHhJ0DHeAad2zkYi3Ci1_6HNDJOKWjBlv0wbCcDMQSI SHN_1w
6. Режим доступу: <https://beegreen.com.ua/universalna-stanciya-yakosti-povitrya-oksidzen-formaldehid-16719>

АДРЕСА ОРГКОМІТЕТУ:

**XVI Міжнародна науково-практична конференція
4–7 червня 2020 р., м. Миколаїв**

**«РАДІАЦІЙНА І ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНА
БЕЗПЕКА ЛЮДИНИ ТА ДОВКІЛЛЯ:
СТАН, ШЛЯХИ І ЗАХОДИ ПОКРАЩЕННЯ»**

**в рамках: «ОЛЬВІЙСЬКИЙ ФОРУМ – 2020:
стратегії країн Причорноморського регіону
в геополітичному просторі»**

Чорноморський національний університет імені
Петра Могили,
Науковий інститут радіаційної та техногенно-екологічної безпеки

вул. 68 Десантників, 10,
м. Миколаїв, 54003, Україна

Тел.: (+38 0512) 46 54 95