

**ДОСЛІДЖЕННЯ РАДІОІНДУКОВАНИХ МЕДИЧНИХ НАСЛІДКІВ
АВАРІЇ НА ЧАЕС МЕТОДОМ РЕТРОСПЕКТИВНОГО
ЕПІДЕМІОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ**

С.Б. Коваль

Українська військово-медична академія

Резюме. *В статті представлені дослідження радіоіндукованих медичних наслідків Чорнобильської катастрофи за допомогою ретроспективного епідеміологічного аналізу.*

Ключові слова: *ретроспективний епідеміологічний аналіз, радіоіндуковані медичні наслідки, ЧАЕС.*

Вступ. На сьогодні існує багато наукових праць, які стосуються проблеми подолання наслідків аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС). Зусилля, що докладаються для вирішення Чорнобильської проблеми, мають практичну спрямованість і велике значення для всього світу і, зокрема, для України. Ці питання стосуються не лише безпеки населення, яке проживає на забруднених радіонуклідами територіях, але й довготривалих наслідків впливу радіації на стан здоров'я нинішніх та майбутніх поколінь [1-5]. Вивчаючи досвід подолання наслідків найбільшої техногенної катастрофи, необхідно з'ясувати та вирішити завдання управління процесом здійснення післяаварійних заходів.

Аварія на ЧАЕС була найбільш масштабною за розмірами і наслідками серед тих, що зазнало людство впродовж свого існування [3, 6-8].

Ядерний реактор 4-го блоку ЧАЕС був запущений у грудні 1983 р. Він містив 190,2 т урану та до аварії пропрацював 865 діб. Варто зазначити, що аварії на ЧАЕС мали місце й до 1986 р. За два роки, з 1983 по 1985 рр., сталося 5 аварій та 63 випадки порушення функціонування основного оснащення, за допомогою якого відбувалося керування ланцюговою реакцією [6, 8].

26 квітня 1986 року на 4-му блоці ЧАЕС відбулася ядерна аварія під час зупинки роботи 4-го блоку для запланованого ремонту. На цей час було вирішено провести випробування механічної енергії ротора одного із турбогенераторів для енергозабезпечення власних потреб реактора в умовах його знеструмлення. При цьому були допущені грубі порушення правил радіаційної безпеки, що призвело до надмірного розігрівання ядерного палива, різкого підвищення тиску, теплового вибуху і пожежі.

Рання (гостра) фаза аварії тривала 10 діб, до 6 травня 1986 р. Радіоактивні речовини – продукти ділення ядерного палива, а також ядерне паливо, що не встигло поділитися – з гарячим струменем повітря піднялися на висоту до 1 км, а пізніше на сотні метрів. Фактично після вибуху витік пішов на зменшення

але 1 і 2 травня він раптово збільшився, далі знову почав зменшуватися і на 10-ту добу повністю завершився. Під час аварії температура в реакторі піднялася до 7000°C. Впродовж цього часу відбувався інтенсивний викид радіонуклідів у навколишнє середовище, що зумовило розповсюдження радіоактивних речовин на значні території не тільки України, але і сусідніх держав: Російської Федерації (РФ), Республіки Білорусь, республік Балтії та інших [8, 9].

Матеріали та методи дослідження. В якості методів дослідження були застосовані історичний, бібліографічний методи та системного і інформаційного підходу. Інформаційною основою дослідження слугувала медична документація лікувально-профілактичних закладів регіонів, найбільш постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС.

Результати дослідження та їх обговорення. Під час аварії ядерного реактора ЧАЕС викид становив 3,5-5 % ядерного палива, яке на той час було в реакторі, що за масою відповідає 6,66-11,4 т. Відтак, до атмосфери потрапило (1,85-3,1) ЕБк (50-83 млн. Кі) радіоактивних речовин [6-8].

Під час аварії із реактора потрапило у повітря більше 200 видів різноманітних радіонуклідів, що мали певне значення для дозоутворення. Науковий комітет по дії атомної радіації Організації об'єднаних націй (НКДАР ООН) вважає, що найбільше значення в отриманні доз опромінення мають 20 радіонуклідів 14 хімічних елементів, а саме: ^3H , ^{14}C , ^{54}Mg , ^{55}Fe , ^{85}Kr , ^{89}Sr , ^{90}Sr , ^{95}Zr , ^{103}Ru , ^{106}Ru , ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{140}Ba , ^{141}Ce , ^{144}Ce , ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{241}Pu , ^{241}Am) [8].

В перші дні основна частина припадала на йод-131 і складала 80-90 %, що стало основною небезпекою для людини. Він надходив до організму інгаляційним шляхом та з харчовими продуктами, особливо з молоком [9]. Через 8 діб концентрація радіойоду в довкіллі зменшилася вдвічі, а через 3 місяці ^{131}I практично розпався і перестав бути дозоутворюючим фактором [6, 7].

Крім йоду-131 на момент аварії в реакторі накопичилося багато біологічно значущих високотоксичних уламкових ізотопів трансуранових елементів, а саме: плутонію-238 (викинута кількість складала 875 Кі), плутонію-239 (910 Кі), плутонію-240 (1400 Кі), плутонію-241 ($1,75\text{E}+5$ Кі), цезію-137 ($1,76\text{E}+6$ Кі), стронцію-90 ($1,1\text{E}+6$ Кі). Шкоду здоров'ю спричиняли також інші радіонукліди – цезій-134, цирконій-95, ніобій-95, рутеній-103-106, лантан-140, барій-140, церій-141, 143, 144. Серйозна задача, що потребувала негайного розв'язання, виникла із радіоактивним паливом, що мало високу питому вагу – 10 г/см^3 . Воно могло пропалити ґрунт і потрапити до водоносних шарів. Було прокладено тунель під реактором, де встановили пустотілу плиту, куди закачували рідкий азот для охолодження зруйнованої активної зони реактора [10].

З метою обмеження радіоактивних викидів в навколишнє середовище було споруджено об'єкт «Укриття», розрахований на строк 30-40 років, однак на теперішній час він поступово руйнується й не виключено, що радіоактивні

речовини з активної зони реактора можуть потрапити в ґрунт і забруднити ґрунтові води. Не виключена також можливість повного руйнування стін об'єкту «Укриття». Це може призвести до величезної катастрофи, тому, що в зруйнованому реакторі окрім урану міститься велика кількість продуктів його ділення. Об'єкт «Укриття» у багатьох місцях має тріщини, по яких, у значній кількості, всередину надходить атмосферна волога. Хаотичне розташування залишків ядерного пального може викликати виникнення ланцюгової реакції, різкого підйому температури та виходу потужних потоків нейтронів.

Крім того, в об'єкті «Укриття» щорічно утворюється велика кількість радіоактивного пилу, який через негерметичність стін об'єкту обумовлює радіоактивне забруднення промайданчику ЧАЕС і навколишнього середовища. При більш значному руйнуванні радіоактивний пил може виходити за межі будови та значною мірою забруднити атмосферу і навколишню територію радіоактивними речовинами [10].

За своїми радіоекологічними і дозиметричними наслідками аварія на ЧАЕС має ряд специфічних характеристик, що роблять її унікальною порівняно з такими, що відбулися раніше. Перш за все, це пролонгований викид радіонуклідів у великій кількості протягом 2-х тижнів, що відбувався в мінливих аерометеорологічних умовах. Крім того, масштаби забруднення були значними і викликали надмірне опромінення різних контингентів населення.

Викиди до навколишнього середовища радіонуклідів широкого спектру призвели до радіаційного забруднення Cs^{137} зі щільністю більше 37 КБк/м^2 (1 Кі/км^2) близько 36 тис га території України у 77 районах 12 областей [10]. На цих територіях основним дозоутворюючим радіонуклідом став Cs^{137} , що упродовж наступних 24 років сформував до 90% сумарної дози додаткового опромінення населення, яке там проживає [9, 10]. Загальна площа територій зі щільністю забруднення Cs^{137} більше 37 КБк/м^2 скоротилася з 1986 р. практично на 5 тис. км^2 [6-8]. Разом з тим, на 1 січня 2003 р. чисельність населення, яке проживало в зонах радіоактивного забруднення Житомирської області, склала 361,9 тис. осіб. В зонах обов'язкового відселення проживало 4,4 тис. осіб, що склало 1,2% загальної чисельності населення забрудненої території області. В цій зоні частково знаходяться деякі населені пункти Коростенського, Малинського, Лугінського, Народицького, Овруцького та Олевського районів. На території зони гарантованого добровільного відселення проживає 196 тис. осіб, в зоні посиленого радіологічного контролю проживає 161,5 тис. осіб. Ці дані є підставою для вивчення здоров'я певних груп населення саме Житомирської області.

Основними радіонуклідами, що спричинили зовнішнє і внутрішнє опромінення людей, були йод-131, цезій-134 та цезій-137, стронцій-90. Два останніх продовжують відігравати головну роль в дозоутворенні майже через

25 років після аварії, хоча роль зовнішнього опромінення в теперішній час практично не має значення для мешканців населених пунктів, віднесених навіть до третьої зони.

Опромінення щитоподібної залози є одним із найважливіших наслідків Чорнобильської аварії. В травні-червні 1986 р. на території України було проведено біля 150 тис. прямих вимірів активності ^{131}I , накопиченого в щитоподібній залозі. Поряд з іншими областями вимірювання було проведено в деяких найбільш забруднених районах Житомирської області: Народицькому, Овруцькому, Коростенському, Олевському районах. Отримані дані підтверджують вікову залежність рівнів опромінення, що полягає в зменшенні доз опромінення щитоподібної залози із збільшенням віку. Дози опромінення щитоподібної залози молодших вікових груп в 2-8 рази вищі, ніж у дорослих.

Реконструкція доз опромінення щитоподібної залози у населення залишається до цього часу актуальною і до кінця не вирішеною проблемою. Навіть при наявності даних прямих вимірювань активності щитоподібної залози, оцінка індивідуальної дози залежить від динаміки надходження радіойоду до організму протягом ранньої фази аварії. Тим більше сказане стосується реконструкції тиреоїдних доз для осіб, у яких вимірювання активності щитоподібної залози не проводилось.

Згідно з даними тиреодозиметричної паспортизації населених пунктів Житомирської області поглинені щитоподібною залозою дітей наймолодшої вікової групи (1986 р. народження) дози дорівнювали в найбільш забруднених районах 96-460 сГр на орган. В окремих випадках рівні опромінення були вищими в кілька разів. В менш забруднених районах аналогічні показники були на порядок меншими.

Ізотопи цезію мають відносно більш тривалі періоди напіврозпаду: для цезію-134 він наближається до 2 років, а у цезію-137 він складає біля 30 років. Ці радіонукліди надходять до організму людини з їжею, обумовлюючи внутрішнє опромінення та є джерелом зовнішнього опромінення за рахунок осідання на поверхню ґрунту та інших об'єктів довкілля. Найбільше накопичення радіоцезію має місце в м'язах людини, що зумовлює певний вид віддалених наслідків внутрішнього опромінення – міосаркоми. Ефективний період напіввиведення з усього тіла ^{137}Cs складає 70 діб, такий, досить значний, термін перебування радіоцезію в організмі обумовлює значне променеве навантаження. Дози внутрішнього опромінення населення зумовлені на 95% інкорпорованими радіоізотопами ^{137}Cs і ^{90}Sr , а також в перші після аварії 5-10 років – ^{134}Cs при вживанні молока, м'яса, овочів. При цьому головна роль в дозоутворенні належить молочним продуктам – до 80-85%, друге місце посідають м'ясні продукти.

Радіоактивне забруднення виявилось далеко не єдиним фактором, який міг негативно вплинути на здоров'я населення. Необхідно взяти до уваги, що території поблизу ЧАЕС, а також близько розташовані території РФ та Республіки Білорусь відносяться до Полісся і є ендемічними місцевостями (біогеохімічні провінції), що характеризуються зниженим вмістом у воді та продуктах харчування місцевого виробництва життєво необхідних мікроелементів – йоду, броду, селену та ін. В результаті недостатнього надходження йоду до організму у місцевого населення, і перш за все у дітей, може розвинути гіпотиреоз, що, в свою чергу, підвищує їх чутливість до впливу радіоактивного йоду та різноманітних несприятливих чинників, у тому числі до сумісного впливу радіації, стресу, хімічного забруднення. Разом з тим щитоподібна залоза в таких умовах більш активно поглинає радіоактивні ізотопи йоду.

На теперішній час на забрудненій радіонуклідами території проживає 2 млн. 330 тис. осіб, у тому числі 580 тис. дітей. Офіційно зареєстровано хворих внаслідок Чорнобильської катастрофи 1 млн. 110 тис. осіб. Більш як 90% дітей України мають по 2-3 хронічних захворювання, нараховується 153 тис дітей-інвалідів. Більше 2200 дітей прооперовано з приводу раку щитоподібної залози. За попереднім прогнозом МОЗ України до групи ризику за щитоподібною залозою можна віднести 1,5 млн. дітей. Кількість дітей-інвалідів серед постраждалих у 4 рази перевищує середньопопуляційне по Україні. Найбільш несприятливі зміни відмічаються у дітей з великими дозами опромінення щитоподібної залози (більше 200 сГр) та у дітей, що були опромінені внутрішньоутробно і в постнатальному періоді онтогенезу.

Зростання захворюваності на рак щитовидної залози серед дітей і підлітків віком від 0 до 18 років, які були опромінені внаслідок Чорнобильської катастрофи, на сьогодні є доведеним фактом. В попередні роки увага більшості дослідників була зосереджена на аналізі випадків тиреоїдного раку, виявлених у дітей, оперованих у віці до 15 років, тому що подібного не було раніше у світовій практиці. З часом популяція опромінених ставала дорослішою, що вимагало спостереження старших за віком груп.

Аналіз даних клініко-морфологічного реєстру, створеного в Інституті ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України, встановив, що в Україні впродовж післячорнобильського періоду прооперовано 3394 пацієнти 1968-1986 років народження (0-18 років на час аварії) серед яких 2410 перебували на час аварії у дитячому віці (0-14 років) і 984 – у підлітковому (15-18 років).

Звідси випливає, що незважаючи на зростання віку обстежуваної когорти з часом, що минув після аварії, найбільш суттєво зростає саме частка дітей, яким у 1986 році було не більш як 4 роки і щитоподібна залоза яких була

найбільш вразлива до дії радіойоду. Це підтвердилось дослідженнями, які встановили, що після мінімального латентного періоду без ознак збільшення захворюваності на тиреоїдний рак (1986-1989 роки), починаючи з 1990 року, саме у дітей 0-4 років на час аварії зареєстровано постійне зростання додаткової захворюваності практично в усіх дозових зонах. Найбільш виражене зростання виявлено при найбільш високому середньому рівні поглиненої дози щитоподібною залозою – 1 Гр і вище.

За віком на час операції пацієнти означених вікових груп розподілялися таким чином: 448 були дітьми до 15 років; 516 були підлітками, оперованими у віці 15-18 років, і 2430 були молоддю віком 19-34 роки. Якщо додати 110 випадків серед дітей і підлітків, народжених після Чорнобильської катастрофи у 1987 році і пізніше, то кількість випадків тиреоїдного раку, занесених до реєстру, складає 3504.

Значне зростання захворюваності у групі дітей, народжених до аварії, які були оперовані у віці до 15 років, спостерігалось, головним чином, за рахунок найбільш забруднених радіоізотопами йоду регіонів України згідно з даними по 6 регіонах захворюваність у 1986-1989 рр. дорівнювала 0,10 на 1000 населення і практично не відрізнялася від такої у інших регіонах (0,08). В 1990-1995 рр. цей показник захворюваності у найбільш постраждалих регіонах збільшився до 2,24; і у 7,7 рази перевищував такий на решті території України (0,29). В 1996-2000 рр. захворюваність у 6 регіонах становила 4,91 і також в 7 разів перевищувала показник по решті регіонів (0,7). У неопромінених у гострій фазі дітей, народжених у 1987 р. і пізніше, такої різниці в означені роки не спостерігалось. В 1995-2001 рр. середня захворюваність в найбільш забруднених регіонах складала 0,10; а в решті регіонів – 0,08; а в 2009-2012 рр. – 0,31 і 0,15 на 1000 дітей відповідно. Безумовно, потребує подальшого спостереження і аналізу захворюваність в найбільш забруднених регіонах, в останні роки вона в 2,1 рази перевищила таку на решті території.

Найбільший відносний внесок у колективну дозу відбувся за рахунок дітей молодшого віку через більш високі середні дози опромінення щитоподібною залозою. У той час як абсолютна частка дітей у віці 0-7 років у популяції опромінених у дитячому віці складає 40%, їх внесок у колективну дозу складає 65%.

Висновки

При кількісній оцінці ризику виникнення радіоіндукованого раку щитоподібною залозою важлива точність визначення усіх необхідних для цього складових: реєстрація випадків раку, що спостерігаються, облік вікової спонтанної захворюваності, що не пов'язана з опроміненням, а також чисельності досліджуваної популяції. Особливе значення має оцінка доз,

причому, найбільші труднощі пов'язані з ретроспективним відновленням дозової компоненти.

Так, на нашу думку, до групи найбільш високого ризику слід віднести тих, хто був опромінений внаслідок аварії на ЧАЕС ізотопами йоду, а саме: дітей, опромінених в період внутрішньоутробного розвитку; дітей у віці на момент аварії 6 років і менше; дітей, що проживають на забруднених територіях, в умовах дефіциту йоду; дітей, доза опромінення яких перевищувала 5 сГр.

Таким чином, усе це свідчить про наявність чітко виражених несприятливих змін у динаміці захворюваності дітей, які проживають на територіях, що характеризуються найбільш складною радіоекологічною ситуацією.

Література

1. Боровой А.А., Гагаринский А.Ю. Выброс радионуклидов из разрушенного блока Чернобыльской АЭС // Атомная энергия. - 2001.- Т. 90, Вып. 2.- С. 137-145.
2. Двадцять років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє.: Національна доповідь України. - К.: Атіка, 2006. – 224 с.
3. Боярська О.А. Вивчення ризику виникнення патології ендокринної системи серед дітей, що проживають в екологічно несприятливих умовах Рівненської області // Проблемы военного здравоохранения и пути его реформирования. Зб. науч. трудов. – К.: Логос, 1998. – С. 331-335.
4. Боярська О.Я. Особливості тиреоїдної системи дітей, що зазнали впливу комплексу несприятливих факторів аварії на ЧАЕС // Проблеми військової охорони здоров'я: Збірник наукових праць УВМА. – К., 1999. – С. 181-186.
5. Бугайов В.М., Лагутин А.Ю., Рогожин О.Г., Козак С.С. Зміни здоров'я населення України внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. – К., 1996. – 168 с.
6. Бузунов В.А., Пирогова Е.А., Красникова Л.И., Терещенко В.М., Войчулене Ю.С. Эпидемиология неопухолевых эффектов ионизирующего облучения // Журнал Академії медичних наук України. “ 2006. – Т.12, №1. –С. 174-184.
7. Вплив радіаційного чинника на стан здоров'я та фізичний розвиток дітей, які зазнали внутрішнє утробного опромінення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС / Є.І. Степанова, І.Є. Колпаков, В.Г. Кондрашова та ін. // Медичні наслідки аварії на чорнобильській атомній електростанції / Під ред. О.Ф. Возіанова, В.Г. Бебешка, Д.А. Базики. “ Київ: «ДІА», 2007. - С. 517 -522.
8. Голивец Т.П. Рак щитовидной железы у детей и взрослых Белгородской области в постчернобыльский период // Современная онкология.- 2002.- Т.

04, №4, адрес: http://www.consilium-medicum.com/media/onkology/02_04/194.shtml

9. Клінічний та морфо-функціональний стан тиреоїдної системи у дитячого населення, яке постраждало внаслідок Чорнобильської катастрофи / О.М.Коваленко, Д.Є.Афанасьєв, О.В. Копилов та ін. // Медичні наслідки аварії на чорнобильській атомній електростанції / Під ред. О.Ф. Возіанова, В.Г. Бебешка, Д.А. Базики .- Київ: «ДІА», 2007; с.247-260.

10. Пушкар Л.О. Злоякісні новоутворення у дітей: динаміка захворюваності та особливості статистичного обліку в Україні // Україна. Здоров'я нації. - № 1, 2007. – С. 50-54.

УДК 613.67

ОРГАНІЗАЦІЯ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ ТЕРАКТІВ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ РАДІОЛОГІЧНОЇ І ЯДЕРНОЇ ЗБРОЇ

Л.В. Рушак¹, В.О. Мурашко², М.В. Соколовська², І.М. Пельо³

¹Українська військово-медична академія

²НМАПО імені П.Л.Шупика

³Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця

Резюме. В статті проаналізовано систему організації медичної допомоги у випадках терористичних актів на радіологічних об'єктах.

Ключові слова: радіологічні об'єкти, організація медичної допомоги.

У контексті цієї статті під радіологічним об'єктом слід розуміти промислові, медичні, енергетичні, транспортні та інші об'єкти, що мають радіонуклідні джерела випромінювання.

Наявність в Україні промислових підприємств, науково-дослідних і медичних закладів, які володіють різними джерелами іонізуючого випромінювання, висока їх концентрація в окремих регіонах, велика кількість енергетичних об'єктів, використання у виробництві радіонуклідних джерел високої активності збільшує вірогідність виникнення техногенних надзвичайних ситуацій, які несуть у собі загрозу для людини, економіки та природного середовища.

При виникненні критичної події, пов'язаної з руйнуванням, розгерметизацією джерела випромінювання, певна кількість людей може отримати променеві навантаження за рахунок зовнішнього, внутрішнього і контактного опромінення. Якщо руйнування об'єкту здійснюється навмисно, ми вважаємо це терактом. Особливо небезпечним є руйнування радіологічних об'єктів у ході АТО, що може призвести до утворення складної радіаційної обстановки навіть без застосування ядерної або радіологічної зброї.