



# УРЖ *Український Радіологічний Журнал*

Додаток 2 2016

## МАТЕРІАЛИ

науково-практичної конференції  
з міжнародною участю

**«30 років з дня катастрофи на ЧАЕС:  
унікальний досвід та досягнення  
Харківського інституту медичної радіології  
у аварійному медичному реагуванні»**

(28-29 квітня 2016 р., Харків)



## ЗМІСТ

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ТКАНИ И ОРГАНЫ ПОЛОСТИ РТА В БЛИЖАЙШИЕ И ОТДАЛЕННЫЕ СРОКИ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС**

Куцевляк В.И., Волков И.Е., Велигоря И.Е., Любченко О.В. ....4

### **ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА О НАУЧНОЙ И ОРГАНИЗАЦИОННОЙ РАБОТЕ ЛАБОРАТОРИИ ПАТОФИЗИОЛОГИИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ТЕРАПИИ РАДИАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ И ОТДЕЛА РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ ПО ОКАЗАНИЮ ПОМОЩИ ПОСТРАДАВШИМ ОТ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ**

Симонова Л.И., Кулинич Г.В. ....9

### **РАДІАЦІЙНА АВАРІЯ ЯК ОКРЕМИЙ ВИПАДОК НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ**

Костенецький М.І., Лемешко Л.Т. ....13

### **СТАН ПСИХІЧНОГО ЗДОРОВ'Я ЛІКВІДАТОРІВ АВАРІЇ НА ЧОРНОБІЛЬСЬКІЙ АЕС ЧЕРЕЗ 30 РОКІВ ПІСЛЯ КАТАСТРОФИ**

Матвієнко Ж.І., Вовк В.І. ....15

### **АВАРИЯ НА ЧАЭС: ТРИДЦАТЬ ЛЕТ ЭВОЛЮЦИИ ВЗГЛЯДОВ И ПРЕДСТАВЛЕНИЙ**

Амиразян С.А. ....17

### **РОЗРОБКА І ВПРОВАДЖЕННЯ У ВИРОБНИЦТВО ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ, ЯКІ ПІДВИЩУЮТЬ АДАПТАЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ ОРГАНІЗМУ**

Почерняєва В.Ф., Дубинська Г. М., Васько Л.М., Жукова Т.О., Лимар Л.О., Айкян А.З. ....20

### **ОСОБЛИВОСТІ ВІЛЬНОРАДІКАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ І ГЕНОТОКСИЧНА ДІЯ МАЛИХ ДОЗ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА ЕКЗОГЕННИХ ОКСИДІВ АЗОТУ У МИШЕЙ З КАРЦИНОМОЮ ЛЕГЕНІ ЛЬОЇС**

Михайленко В.М., Главін О.А., Маковецька Л.І., Музальов І.І. ....25

### **КІРОВОГРАДСЬКА ОБЛАСТЬ ЯК МАРКЕР «РАДОНОВОЇ» ПРОБЛЕМИ В УКРАЇНІ**

Брюм Ю.М., Вечеровський В.Г., Оперчук А.П. ....35

### **ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ДОЗИМЕТРІЇ ПЕРСОНАЛУ УРАНОВИХ ШАХТ УКРАЇНИ.**

#### **Огляд**

Оперчук А.П. ....47

**СУЧАСНІ АСПЕКТИ ПРИ ВИВЧЕННІ РАДІАЦІЙНОЇ МЕДИЦИНИ  
У ЗВ'ЯЗКУ З 30-РІЧЧЯМ**

**АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС**

М.М. Ткаченко, Г.М. Поперека, В.М. Містриюков .....55

**СУЧАСНА ТАКТИКА МЕДИЧНОГО РЕАГУВАННЯ  
ПРИ РАДІАЦІЙНИХ АВАРІЯХ  
ТА ЯДЕРНОМУ ТЕРОРИЗМІ**

Мечев Д.С., Мурашко В.О., Руцак Л.В., Щербіна О.В. ....58

**ОСОБЕННОСТИ ТОКСИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ  
ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ У ЛИЦ,  
ПОДВЕРГШИХСЯ ХРОНИЧЕСКОМУ  
АВАРИЙНОМУ ОБЛУЧЕНИЮ**

Мозерова Е.Я. ....65

**АНАЛІЗ ІНФОРМАТИВНОСТІ  
МІЖНАРОДНИХ БАЗ ДАНИХ  
ЩОДО ПИТАНЬ МЕДИЧНИХ НАСЛІДКІВ  
АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС**

Артамонова Н.О., Павліченко Ю.В. ....67

**ЗАХВОРЮВАНІСТЬ НА РАК ТІЛА МАТКИ  
НА ТЕРИТОРІЯХ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ,  
ПОСТРАЖДАЛИХ ВНАСЛІДОК АВАРІЇ  
НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АТОМНІЙ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ**

Кривокульський Б.Д., Шкробот Л.В., Кривокульський Д.Б. ....70

**ЗАГАЛЬНА ОЦІНКА  
СТАНУ РЕПРОДУКТИВНОГО ЗДОРОВ'Я ЧОЛОВІКІВ  
З РІЗНИХ ОБЛАСТЕЙ УКРАЇНИ**

Канюк С.М., Горбань Л.В., Мотрина О.А.,  
Гавриш І.Т., Клепко А.В., Ватліцова О.С.,  
Чернишов А.В., Андрейченко С.В. ....72

**ПСИХОКОРРЕКЦИЯ В СТРУКТУРЕ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ  
МЕРОПРИЯТИЙ ЛИЦ, ПОСТРАДАВШИХ  
В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧАЭС**

Яковцов И.З., Загуровский В.М., Яцына Г.С. ....74

**СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ  
И ПСИХОНЕВРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
ПСИХОСОМАТИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ У ЛИКВИДАТОРОВ  
АВАРИИ НА ЧАЭС В ОТДАЛЕННЫЙ ПЕРИОД  
И МЕТОДЫ ИХ РЕАБИЛИТАЦИИ**

Воронько П.А., Зиновьев Е.В., Таций Н.П., Романова И.В.,  
Селюкова Т.В. ....76

<b>СВОЄЧАСНІСТЬ ТА АКТУАЛЬНІСТЬ ПОШУКУ НОВИХ РАДІОЗАХИСНИХ ЗАСОБІВ, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ У НАДЗВИЧАЙНИХ РАДІАЦІЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b> Н.Є. Узленкова .....	82
<b>РЕЗУЛЬТАТИ БАГАТОРІЧНОГО МЕДИЧНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ДІТЬМИ, ПОСТРАЖДАЛИМИ ВНАСЛІДОК ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ, В УМОВАХ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ЦЕНТРУ РЕАБІЛІТАЦІЇ</b> Коренев М.М., Кашіна-Ярмак В.Л., Плехова О.І., Бориско Г.О. ....	86
<b>ВКЛАД ИНСТИТУТА МЕДИЦИНСКОЙ РАДИОЛОГИИ В ОКАЗАНИЕ ПЕРВИЧНОЙ ПОМОЩИ НАСЕЛЕНИЮ ЭВАКУИРОВАННОМУ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧАЭС И ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК НАСЕЛЕНИЯ И ЛИКВИДАТОРОВ</b> Стадник Л.Л. ....	88

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ  
ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ТКАНИ И ОРГАНЫ  
ПОЛОСТИ РТА В БЛИЖАЙШИЕ И ОТДАЛЕННЫЕ СРОКИ  
ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС**

**Куцевляк В.И., Волков И.Е., Велигоря И.Е.,  
Любченко О.В.**

*Харьковская медицинская академия последипломного  
образования, кафедра стоматологии, терапевтической  
стоматологии*

В современных условиях в результате научно-технического прогресса биосфера подвергается разнообразным воздействиям, которые изменяют параметры среды обитания. Авария на Чернобыльской АЭС является наибольшей техногенной катастрофой XX века по своим масштабам и особенностям действия повреждающих факторов на людей, в том числе на органы и ткани полости рта.

В течение 15 лет (1987–2002 гг.) на кафедре терапевтической стоматологии ХМАПО совместно с Харьковским институтом медицинской радиологии и Харьковским диспансером радиационной защиты населения проводилось наблюдение за участниками ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. За это время собрана база данных, которая содержит информацию об изменениях в организме пострадавших, как непосредственно после аварии — острой формы реакции на повреждающие факторы Чернобыльской аварии, так и в течение последующих лет, которые проявляются в выраженных нарушениях физиологических связей комплекса структур: эмаль–дентин–пульпа зуба–пародонт–слюна–кровь.

Начальной целью нашего исследования было изучить отдельные звенья патогенеза лучевых повреждений в полости рта у участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС и у переселенцев из 30-км зоны в ближайшие и отдаленные сроки.

Острые реакции на действие повреждающих факторов, которые отмечались в первые дни после катастрофы — гипосаливация, вязкая слюна, кровоточивость десневого края — через 6–10 месяцев проявились в активизации ка-

риозного процесса на протяжении последующих 2-3 лет. Разрушение зубов отмечалось большой степенью и активностью деструкции твердых тканей. Степень поражения твердых тканей зуба и особенности динамики их течения зависели от радиационного фона во время пребывания ликвидаторов в зоне последствий катастрофы на ЧАЭС.

Клиническим проявлением поражения твердых тканей являются послерадиационные нарушения регуляторно-метаболических систем минерализованных тканей, которые выявляются сразу же после выхода ликвидаторов из аварийной зоны.

Послерадиационные эффекты в системе гормональной регуляции кальциевого обмена проявляются в снижении уровня кальцитонина и повышении концентрации паратгормона в крови за счет высокой дозы общего облучения и инкорпорации щитовидной железой изотопа I-131, что создало зону переоблученного органа.

В системе метаболизма органического матрикса соединительной ткани возникает риск повышения деструкции коллагена и гликозамингликанов, степень и характер которого определяет глубокое послерадиационное угнетение компенсаторных систем минерализации у ликвидаторов аварии на ЧАЭС, о чем свидетельствуют высокие показатели экскреции оксипролина и гексуроновой кислоты, стойкая гиперкальциемия и значительное содержание хондроитинсульфата в крови.

Наибольшая активность и стойкость процессов деминерализации в твердых тканях зубов отмечена у больных, которые работали в зоне аварии в 1986 году, в период воздействия комплекса факторов поражения — радионуклидов, продуктов химических реакций и ионизирующего излучения.

Безболезненное разрушение зубов связано с постлучевыми нарушениями во всех этапах минерализации твердых тканей зубов.

Начатые на кафедре исследования были продолжены изучением состояния тканей пародонта, минерализирующей функции слюны и крови у лиц, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС, и проведен сравнительный анализ дейст-

вия ионизирующей радиации в малых дозах на зубоальвеолярный комплекс.

У лиц, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС, имеет место множественная патология органов и систем, где ведущее место принадлежит заболеваниям нервной системы, щитовидной железы, органов пищеварения, снижению защитных сил организма и поражениям органов полости рта.

Нами установлено, что в отдаленные сроки для лиц, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС, характерно снижение минерализирующей функции слюны, наличие множественного кариеса, который часто переходит в осложненные формы, и тяжелых форм генерализованного пародонтита.

Наблюдения показали, что для лиц, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС, характерен высокий уровень активности кариозного процесса. Клиническое обследование данной группы больных выявило в полости рта условия, способствующие снижению кариесрезистентности твердых тканей зуба. Это высокие показатели индекса гигиены (ИГ), низкий уровень показателей теста эмалевой резистентности (ТЭР), низкие показатели иммунитета в полости рта. Результаты изучения микрокристаллизации слюны у чернобыльцев выявили наличие II (44,2 %) и III (46,5 %) типа микрокристаллизации.

У лиц, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС, неуклонно нарастают воспалительно-деструктивные процессы в тканях пародонта, приводящие к быстрой потере зубов, в 80-90 % случаев обнаруживаются заболевания пародонта и превалирует пародонтит средней и тяжелой степени.

Поражение твердых тканей зубов и пародонта сочетается с нарушением кальций-фосфорного обмена во всем организме.

Установлено, что кариесогенная ситуация у данной группы больных в слюне создается высоким содержанием кальция (149 %) и низкой концентрацией неорганического фосфата (80 %) на фоне снижения активности щелочной (40 %) и кислой (63 %) фосфатаз — основных ферментов, участвующих в процессе минерализации.



У лиц, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС, выявлены деформации минерального обмена, связанного с метаболизмом костной ткани, о чем свидетельствует гиперкальциемия (138 %) и гипофосфатемия (77,5 %), а также гиперкальцеурия (151 %), гиперфосфатурия (136,4 %) и повышенная экскреция оксипролина (127,5 %) с мочой.

Показатели радиовизиографии, индекса КПУ (кариес, пломба, удаленный), Са – Р обмена, указывают на два пути развития нарушений минерального обмена и изменений костной ткани: остеопоротического и остеосклеротического.

Анализ состояния зубоальвеолярного комплекса челюстей показал, что со временем у них развиваются дистрофические изменения в пульпе, происходит блокирование процессов реминерализации в твердых тканях зуба и костной ткани, которое ведет к разрушению зубов и резорбции костной ткани.

За 15 лет проведено сравнение полученных результатов (результаты 1989 и 2000 гг.). За прошедшее время происходит повышение показателей у больных в 2000 г. относительно 1989 г. (ИГ в 2,3 раза; КПУ до 181,5 %, утяжеление показателей ТЭР-теста, 100 % гиперкальциемия, частота гиперэкскреции оксипролина до 35,3 %), все это указывает на продолжение и усугубление процессов деминерализации в последующие годы у лиц, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС.

Таким образом, полученные нами результаты показали, что острые реакции на воздействие повреждающих факторов характеризуются активным разрушением костной ткани, в том числе и твердых тканей зуба, которые обусловлены пострадиационными нарушениями в системе гормональной регуляции кальциевого обмена. Наибольшая активность и стойкость процессов деминерализации отмечены у больных, которые находились в зоне аварии в период активного воздействия комплекса повреждающих факторов: радионуклидов, продуктов химических реакций и ионизирующего излучения. Последствия аварии на ЧАЭС продолжают оставаться актуальными и на сегодняшний день, так как у лиц, пострадавших в ее результате и подвергшихся воздействию комплекса поражающих факторов, выявлено нарушение каль-

ций-фосфорного обмену в крові і слюні, тяжкість якого прогресує в часі. І, в частині, викликає значительні патологічні процеси в порожнині рота: високу активність каріозного процесу і превалювання пародонтиту середньої і важкої ступені.

Отримані нами дані ще раз переконують в необхідності суворо індивідуального підходу до лікування осіб, постраждалих в результаті аварії на ЧАЕС. Таке лікування повинно включати в себе комплекс стоматологічних заходів разом з призначеннями лікарів загальної практики.

Аналіз проведених клінічних, біохімічних, рентгеноструктурних і електронно-мікроскопічних досліджень дозволив стоматологам разом з радіобіологами і радіологами розробити ефективні цільові лікувальні комплекси, які знижують післярадіаційні ураження в мінералізованих тканинах зубів і пародонта.

**ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА  
О НАУЧНОЙ И ОРГАНИЗАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЛАБОРАТОРИИ ПАТОФИЗИОЛОГИИ  
И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ТЕРАПИИ РАДИАЦИОННЫХ  
ПОРАЖЕНИЙ И ОТДЕЛА РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ  
ПО ОКАЗАНИЮ ПОМОЩИ ПОСТРАДАВШИМ  
ОТ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ**

**Симонова Л.И., Кулинич Г.В.**

*ГУ «Институт медицинской радиологии  
им. С.П. Григорьева НАМН Украины», Харьков*

Для оказания специализированной медицинской помощи участникам ликвидации аварии на ЧАЭС и жителям контролируемых территорий приказом по Институту медицинской радиологии № 123 от 04.07.90 г. был организован отдел радиационной медицины, возглавляемый профессором Л.И. Симоновой. На базе данного отдела проводилось детальное обследование и лечение больных указанного контингента. Основные направления научных исследований отдела были связаны с изучением общего состояния здоровья, функциональных и органических изменений в органах и системах обследуемого контингента, изучаемых по основным физиологическим, биохимическим, цитогенетическим показателям.

Начиная с 1989–1991 гг. отделом радиационной медицины проводились исследования в рамках научно-исследовательских работ.

1. Эти исследования были связаны с изучением уровня инкорпорации радиоактивных веществ и эпидемиологического анализа состояния здоровья у лиц, находившихся в зоне повышенной радиации в связи с аварией на ЧАЭС для разработки рекомендаций по их диспансеризации и комплекса мероприятий по охране их здоровья.

Проведены изучение и анализ состояния здоровья 2500 ликвидаторов и более 200 эвакуированных жителей из 30-км зоны. Углубленная оценка состояния нервной, сердечно-сосудистой, пищеварительной, эндокринной и иммунной систем, биохимических, гематологических и цитогенети-

ческих показателей проведена у 200 чернобыльских пациентов в стационарных условиях.

Ведущими патологиями являлись патология нервной системы и начальные признаки нарушений мозгового кровотока с поэтапным возрастанием частоты ВСД и астенического синдрома. Такие проявления рассматривались как следствие выявленного напряжения нейроэндокринной регуляции, в основном гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы (руководитель фрагмента — доктор биол. наук Н.А. Митряева).

В эти годы второй по вкладу в структуру заболеваемости была патология органов ЖКТ и сердечно-сосудистой системы. Нарушения последней зависели от возраста пациента и степени изменений в соотношении и истощении вазоактивных веществ в крови (ренин-ангиотензиновая и калликреин-кининовая системы, уровень альдостерона), главным образом, в виде истощения гипотензивной калликреин-кининовой системы.

Для изучаемого контингента больных был рассчитан теоретический риск канцерогенных и генетических эффектов на 50 лет последующей жизни. Установлена на 2500 пациентах структура заболеваемости в изучаемый период.

Начиная с первых дней после аварии на ЧАЭС, были начаты и последовательно продолжались уникальные для того времени цитогенетические исследования. В течение первых трех лет после аварии (1987–1990 гг.) не было выявлено взаимосвязи между величинами накопленной дозы облучения и степенью цитогенетических изменений (руководитель фрагмента — доктор биологических наук Н.А. Мазник).

2. Особое внимание было уделено изучению функционального состояния гуморальной регуляции в сопоставлении с особенностями клинического течения нейроциркуляторной дистонии у лиц Чернобыльского контингента для разработки комплекса профилактических, лечебных и реабилитационных мероприятий (1988–1990 гг.). По результатам исследований разработаны методические рекомендации «Диспансеризация лиц, работавших по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС» (1987–1990 гг.).

3. Проводилась постоянная разработка комплекса профилактических и терапевтических мероприятий для реабилитации больных с местными лучевыми повреждениями (1989–1992 гг.).

4. Разрабатывались проблемы применения продуктов питания направленного лечебно-профилактического действия для контингентов лиц, связанных с ионизирующей радиацией (1989–1992 гг.).

5. Активно изучались темпы и механизмы старения у лиц, принимавших участие в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, с целью разработки новых лечебно-реабилитационных технологий с учетом биологического возраста (1993–1995 гг.).

6. Продолжалось изучение мониторинга состояния тракта гастродуоденальной зоны с использованием морфофункциональных методов исследования с определением их информативности (1993–1995 гг.).

7. Разрабатывался лечебный комплекс совместного применения импульсной лазеротерапии и аппликационной сорбции для оптимизации лечения осложнений послеоперационных ран у лиц чернобыльского контингента (1995–1997 гг.).

8. Утверждалось научное обоснование методов лазеротерапии язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки у лиц чернобыльского контингента (1998–2000 гг.).

9. Усилилось изучение роли ионизирующей радиации в развитии гормональных нарушений в отдаленные сроки после аварии на ЧАЭС у женщин репродуктивного возраста, облученных в препубертатном и пубертатном периодах (2003–2006 гг.).

На основе клинико-экспериментальных данных, полученных при обследовании и лечении лиц чернобыльского контингента, защищено 5 диссертаций на соискание ученой степени кандидата медицинских наук.

Начиная с 1987 г. под руководством проф. Л.И. Симоновой сотрудники лаборатории патофизиологии и отдела радиационной медицины проводили семинары для врачей г. Харькова и других регионов СССР. Ведущими радиобиологами Института медицинской радиологии были проведены семинары для врачей поликлиники МВД, медсанчасти

Харьковского аэропорта, диспансера противорадиационной защиты, Харьковской областной больницы, Института терапии им. Л.Т. Малой. Тематика семинаров была направлена на ознакомление врачей общей практики с основами радиобиологии и радиологии, с особенностями изменений сосудистых реакций и течения ВСД и НЦД, патологии ЖКТ, развития кардиологических и церебральных нарушений; с особенностями нарушений гуморальной регуляции в развитии гипертензивных реакций, с ролью и развитием эндотоксемии, нарушениями липидного обмена и свободно-радикальных реакций у лиц чернобыльского контингента. Особое внимание уделялось состоянию их психоэмоционального статуса.

По инициативе и под руководством проф. Л.И. Симоновой в 1991 г. была создана бригада специалистов из сотрудников Института медицинской радиологии и Института охраны здоровья детей и подростков для медицинского обследования и радиологического контроля детей, проживавших на территориях, загрязненных радионуклидами (Белоруссия, г. Гомель).

По приглашению Краснодарского краевого отдела охраны здоровья в мае-июне 1991 г. под руководством проф. Л.И. Симоновой бригада ведущих специалистов Института медицинской радиологии провела семинар и цикл лекций по радиобиологии, радиологии и радиационной медицине о воздействии на организм малых доз ионизирующей радиации.

## РАДІАЦІЙНА АВАРІЯ ЯК ОКРЕМИЙ ВИПАДОК НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ

Костенецький М.І., Лемешко Л.Т.

*ДУ «Запорізький обласний лабораторний Центр ДСЕС  
України», Запоріжжя*

**Мета роботи.** Визначення місця радіаційної аварії у надзвичайній ситуації техногенного характеру.

**Методи дослідження.** Медико-статистичний, аналітичний.

**Результати.** Широке застосування джерел іонізуючого випромінювання (ДІВ) в різних галузях промисловості, науки та медицини може призвести до виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних з опроміненням людей та радіаційним забрудненням навколишнього середовища, так званої «радіаційної аварії».

За даними Заїченко А.І. та співавт. (1989) надзвичайні ситуації, пов'язані з радіаційними аваріями, у більшості випадків виникають при порушенні радіаційної безпеки під час зберігання та транспортування ДІВ (56,5 %), порушенні технологічних правил проведення робіт із джерелами (33 %), відмові переміщення джерела (8 %), з інших причин (2 %).

В Україні, за даними Тарасюк О.Е. (2010), протягом 1989–2008 років зареєстровано 365 аварій, при цьому 52,6% сталося через порушення радіаційного контролю, 30,7 % — через крадіжку джерел, 5,5% — внаслідок втрати джерела, 4,9 % — через технологічні причини, 3,6 % — в результаті незаконного обігу.

Без сумніву, радіаційна аварія є окремим випадком надзвичайної ситуації, суть якої визначена Законодавством України наступним чином: надзвичайна ситуація технологічного чи природного характеру — це порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній, спричинене аварією, катастрофою, стихійним лихом або небезпечною подією, яка призвела (може призвести) до неможливості проживання населення на території, ведення там господарської діяльності, загибелі людей та/або значних матеріальних втрат.

В той же час радіаційна аварія різними нормативними документами трактується по-різному. При цьому слід розуміти до яких наслідків призведе та чи інша ситуація, яка розглядається як радіаційна аварія.

Розглядаючи наслідки радіаційної аварії, дуже важливо також розуміти, який комплекс організаційних та практичних заходів необхідно здійснити для ліквідації її наслідків, тому що не всі радіаційні аварії призводять до переопромінення персоналу чи населення та забруднення навколишнього середовища.

**Висновки.** У зв'язку з цим усі надзвичайні ситуації, пов'язані з радіаційно-ядерними технологіями доцільно поділити на 3 види (класи).

1. Радіаційна аварія — подія, внаслідок якої втрачено контроль над джерелом іонізуючого випромінювання, ядерною установкою і яка призводить або може призвести до радіаційного впливу на людей та навколишнє природне середовище, що перевищує межі, встановлені нормами, правилами та стандартами безпеки.

2. Радіаційний інцидент — подія, внаслідок якої втрачено контроль над ядерною установкою, джерелом іонізуючого випромінювання і яка призвела, або може призвести до радіаційного впливу на людей та навколишнє природне середовище, що не перевищує межі, встановлені нормами, правилами та стандартами безпеки, але перевищує контрольні рівні опромінення.

3. Радіаційна подія — подія, внаслідок якої втрачено контроль над ядерною установкою, джерелом іонізуючого випромінювання і яка призводить або може призвести до радіаційного впливу на людей та навколишнє природне середовище в межах контрольних рівнів опромінення.

На наш погляд, така класифікація дасть можливість чіткіше вибудовувати комплекс організаційних заходів, спрямованих на захист від радіаційного впливу.



## СТАН ПСИХІЧНОГО ЗДОРОВ'Я ЛІКВІДАТОРІВ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС ЧЕРЕЗ 30 РОКІВ ПІСЛЯ КАТАСТРОФИ

Матвієнко Ж.І.<sup>1</sup>, Вовк В.І.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Броварська ЦРЛ, м. Бровари Київської обл.

<sup>2</sup>ХНУ ім. В.Н. Каразіна, кафедра психіатрії, наркології,  
неврології та медичної психології медичного факультету,  
Харків

Тридцять років тому сталася аварія на Чорнобильській АЕС, внаслідок якої величезна кількість людей піддалися впливу іонізуючого випромінювання. Особливо постраждали ліквідатори наслідків аварії на ЧАЕС, організм яких особливо зазнав впливу складного комплексу негативних факторів. Наймолодшим з них у 1986 р. було 18 років, отже тепер найменший вік ліквідаторів аварії на ЧАЕС становить 48 років.

Ще 20 років тому загально визнаним вважалося, що майже в усіх ліквідаторів аварії на ЧАЕС формувалися різноманітні зміни особистості та соціальної адаптації. Основними етіологічними факторами були значні пошкодження головного мозку та глибокі несвідомі механізми психологічного захисту, які в свою чергу призводили до порушень у міжперсональному, соціальному та професійному функціонуванні.

**Мета роботи.** Проаналізувати психопатологічні особливості чоловіків-учасників ліквідації аварії на Чорнобильській АЕС.

**Результати та їх обговорення.** Нами був проведений аналіз даних 81 ліквідатора аварії на ЧАЕС. Ці особи зверталися до лікаря-психіатра Броварської ЦРЛ за останні 18 місяців. За віком пацієнти склали дві групи: 49–64 роки — 19 (23,46 %) та 65–79 років — 62 (76,54 %). Усі пацієнти були чоловічої статі. У чоловіків першої групи переважали явища алкоголізації та порушення у зв'язку з цим соціальної реалізації (15 чоловік, 78,95 %). Такі ж явища спостерігалися у 31 особи (50 %) старшої вікової групи. У всіх чоловіків обох вікових груп спостерігалися особистісні зміни, тривож-

но-депресивні явища, астеничний симптомокомплекс, головні болі тощо. Комплекс психотерапевтичних заходів у комбінуванні з фармакотерапією дав позитивні результати у 74,07 % пацієнтів.

**Висновки.** Результати проведеного дослідження показали, що вивчення стану психопатологічних особливостей у ліквідаторів аварії на Чорнобильській АЕС та психіатрична і психотерапевтична робота з зазначеною групою пацієнтів є актуальним напрямком сучасних нейропсихіатричних наук.

**АВАРИЯ НА ЧАЭС:  
ТРИДЦАТЬ ЛЕТ ЭВОЛЮЦИИ ВЗГЛЯДОВ  
И ПРЕДСТАВЛЕНИЙ**

**Амиразян С.А.**

*Харьковский национальный медицинский университет*

На конференции «25 лет Чернобыльской катастрофы. Безопасность будущего» (20–22 апреля 2011 года), посвященной результатам изучения последствий аварии на ЧАЭС, было отмечено: «...существенно расширились наши знания о радиационно-индуцированных эффектах облучения для здоровья, а также о радиационных рисках малых доз облучения. По-прежнему существуют противоречия в оценке многих последствий аварии для здоровья людей, существуют также разногласия в оценке последствий в будущем, все это требует внимательного, хорошо спланированного изучения различных последствий аварии для здоровья».

На самом деле, то, что корректно названо «противоречиями» является кардинальным расхождением взглядов и на последствия аварии. От безоговорочного признания любых выявленных изменений как следствия воздействия ионизирующей радиации до отрицания влияния низких доз радиации на состояние здоровья.

Были опубликованы данные о значимом (в разы!) росте выявляемости патологии практически во всех группах заболеваний у ликвидаторов аварии на ЧАЭС, эвакуированного населения и, в меньшей степени, у тех, кто остался проживать на загрязненных территориях. Несмотря на то что эксперты из многих стран, комментируя подобные результаты, говорили о влиянии комплекса факторов, точка зрения о крайне негативном влиянии низких доз радиации на состояние здоровья оставалась преобладающей в отечественной медицинской периодике.

В связи с сохраняющимися противоречиями в трактовке полученных данных, имеет смысл еще раз остановиться на систематических ошибках (СО), и так называемых мешающих факторах, которые приводят к получению далеких от реальности результатов исследований. Под СО понимают

всякое отклонение выводов от истины или процесс, приводящий к подобному отклонению. В специальной литературе так же обозначают любое нарушение в сборе данных, их анализе, интерпретации, что приводит к выводам, которые систематически отличаются от реального положения вещей.

Среди самых распространенных ошибок вариант СО отбора, неполного выявлением случаев патологии в одной из групп исследования, толковании полученных данных, так называемая ошибка опережения, ошибка публикации.

Кроме систематических ошибок, на получение адекватного результата исследования влияют так называемые, мешающие факторы (МФ), под которыми понимают любую ситуацию, в которой помимо изучаемого фактора на исход действует один или более других, и влияние этих факторов не разделяется. Основным механизмом возникновения ошибки в результате действия МФ является его связь как с действующим фактором, так и с изучаемым исходом.

Само появление межрегиональных экспертных советов по связи болезней, инвалидности и смерти с действием ионизирующей радиации при ликвидации последствий аварии, а также приказов, которые регламентировали их деятельность, стало мощнейшим мешающим фактором, который оказал разрушительное влияние на медицинскую статистику.

Вместо того, чтобы признать сам факт «призыва» на работы, которые могли оказать отрицательное влияние на состояние здоровья людей, достаточным для получения льгот, было принято абсурдное решение связывать не только возможность получения льгот, но и их объем с заболеваемостью, а затем и выходом на инвалидность.

Огромное влияние на медицинскую статистику оказали факторы психологические, которые в наших реалиях также оказались мешающими. Ситуация, когда невозможно разделить вклады отдельных причинных факторов, также называется мешающей. Внешний фактор — это не звено в цепи причинной связи возникновения/диагностики патологии и исхода, а отдельно действующий фактор, связанный как с экспозицией, так и с исходом.

Все вышеизложенное не позволяет с оптимизмом смотреть на возможность получения новых знаний о влиянии низких доз ионизирующей радиации на контингенты пострадавших, которые сформировались вследствие аварии на Чернобыльской АЭС и ликвидации ее последствий. Однозначно будет получен массив данных о влиянии всей суммы отрицательных влияний на когорту обследованных в условиях коммунальной катастрофы.

Ключевые слова: последствия аварии на ЧАЭС, систематические ошибки, мешающие факторы.

**РОЗРОБКА І ВПРОВАДЖЕННЯ У ВИРОБНИЦТВО  
ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ, ЯКІ ПІДВИЩУЮТЬ  
АДАПТАЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ ОРГАНІЗМУ**

**Почерняєва В.Ф.<sup>1</sup>, Дубинська Г. М.<sup>1</sup>, Васько Л.М.<sup>1</sup>,  
Жукова Т.О.<sup>1</sup>, Лимар Л.О.<sup>2</sup>, Айкян А.З.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>ВДНЗУ «Українська медична стоматологічна академія»,  
Полтава*

*<sup>2</sup>Полтавський обласний клінічний онкологічний диспансер*

Останнім часом в Україні склалася ситуація, яку можна визначити як «екологічно небезпечну». Зростання кількості нових хімічних сполук, нейроемоційна напруга, зовнішнє і внутрішнє радіаційне опромінення, рафінованість харчування сучасної людини призводять до активації реакцій вільнорадикального окиснення та виснаження системи антиоксидантного захисту. Надлишкове накопичення продуктів вільнорадикального окиснення призводить до розвитку вторинного імунодефіциту, передчасного старіння організму, зростання онкологічних, алергічних, аутоімунних, інфекційних захворювань.

Зниження резистентності організму до дії несприятливих факторів зовнішнього середовища у багатьох випадках зумовлено дефіцитом природних біорегуляторів, що може бути пов'язано з їх підвищеним витрачанням, падінням синтезу в організмі, або зниженням надходження.

Усунення дефіциту біорегуляторів можливе двома шляхами: стимуляція їх синтезу в організмі та поповнення дефіциту аліментарним шляхом. Другий шлях має ряд переваг, оскільки надходження відбувається природним шляхом, у фізіологічному співвідношенні і концентрації з іншими компонентами їжі. Останнім часом суттєва увага вчених спрямована на біологічно активні речовини (БАР) ехінацеї пурпурової. Фітосклад цієї рослини унікальний, оскільки містить комплекси полісахаридів, біофлавоноїдів, вітамінів, мікроелементів.

У США, Швеції, Швейцарії та Німеччині на основі БАР ехінацеї розроблені препарати, які широко представлені у фармакопях цих країн і використовуються як імуномодулюючі

засоби для лікування і профілактики вірусних та бактеріальних інфекцій, мають протизапальну дію. Вони знайшли застосування при лейкопенії, викликаній опроміненням, явищах психічної і фізичної перевтоми.

Вченими Української медичної стоматологічної академії розроблено перший вітчизняний препарат ехінацеї — «Екстракт ехінацеї водно-спиртовий». Промисловий випуск даного препарату відбувається на виробничих потужностях фірм «Євразія» і «Лубнифарм».

Доклінічні дослідження показали, що екстракт ехінацеї пурпурової має максимально виражену біологічну активність у комбінації з аскорбіновою кислотою, бета-каротином і біофлавоноїдами. Отримані дані стали підставою для розробки фізіологічно збалансованої комбінації екстракту ехінацеї пурпурової із зазначеними компонентами у вигляді плодово-ягідних соків. Розроблена рецептура і нормативно-технічна документація на лікувально-профілактичні соки для дітей і дорослих. Проведена клінічна оцінка соків як засобів профілактики станів, пов'язаних з активацією реакцій вільнорадикального окиснення.

Зміну психоемоційного статусу під впливом використання соків з екстрактом ехінацеї було досліджено у студентів під час екзаменаційної сесії, тобто в умовах посиленої нервової напруги.

Споживання соків з екстрактом ехінацеї сприяло підвищенню працездатності, зосередженню уваги, поліпшенню пам'яті, енергійності, зменшенню втомлюваності та зміцненню сну. Такий результат свідчить про стреспротекторну дію апробованих соків. Лікувальний ефект напоїв був випробуваний на добровольцях ліквідаторах наслідків аварії на Чорнобильській атомній електростанції. Споживання соків з екстрактом ехінацеї ліквідаторами привело до покращення функціонального стану імунної системи, що підтверджувалось збільшенням кількості Т-активних лімфоцитів і концентрації сироваткових імуноглобулінів. Крім того, знизився вміст холестерину крові, загальних ліпідів, підвищилась активність системи антиоксидантного захисту. Протягом трьох місяців спостереження вірогідно рідше реєструвалися гострі та загострення хронічних інфекцій, а також шкірні прояви алергічних реакцій.

Таким чином, проведені дослідження показали, що плодово-ягідні напої з включенням екстракту ехінацеї пурпурової доцільно використовувати з метою профілактики для підвищення опірності організму та його адаптаційних можливостей.

Ситуація, яка склалася після аварії на ЧАЕС, призвела до збільшення вживання алкогольних напоїв населенням, що передусім зумовлено розповсюдженою у побуті думкою про радіозахисну дію алкоголю. Відзначається пряма залежність ушкодження органів від величини дози етанолу та тривалості його використання. Частіше і найшвидше при вживанні алкогольних напоїв ушкоджується тканина мозку, система травлення, передусім печінка і підшлункова залоза. При цьому, мінімальна щоденна доза чистого етилового спирту, при якій значно зростає ризик розвитку цирозу печінки та панкреатиту складає для жінок — 20 г, а для чоловіків — 40 г (тобто 63 і 125 мл 40 % горілки або 250 і 500 мл вина).

Викладене зумовлює актуальність створення алкогольних напоїв, які мають поряд з високими органолептичними показниками захисні властивості у відношенні клітин печінки, мозку і підшлункової залози. Ушкоджувальна дія алкогольних напоїв зумовлена наявністю в них етанолу, який здатен ушкоджувати тканини, викликати гіпоксію, сладж-синдром і мікротромбози, порушувати тканинний і клітинний метаболізм, пригнічувати імунітет, впливати на згортання крові і фібриноліз, надавати стресорну дію через нейрогуморальні механізми. В основі ушкоджувальної дії етанолу, за даними деяких авторів, лежить активація неферментативного вільнорадикального окиснення ліпідів і біополімерів. Це стало підставою для розробки композиції для алкогольних напоїв, яка має одночасно антиоксидантні, імуномодулюючі і радіопротекторні властивості і не має побічних ефектів навіть при тривалому використанні. Пошук проводився серед природних сполук рослинного походження як найбільш фізіологічних і таких, що не викликають алергізації організму при тривалому використанні.

Вивчення фармакологічної активності екстракту ехінацеї пурпурової показало, що препарат має антиоксидантну дію, що проявилось стабілізацією мембран і підвищенням загаль-



ної антиоксидантної активності тканин, нормалізацією інших біохімічних параметрів в умовах посилення процесів вільнорадикального окиснення. Аналіз протекторних ефектів екстракту ехінацеї в умовах дії іонізуючого опромінення показав його нормалізуючий вплив на більшість показників, які досліджувались, що свідчить про наявність радіопротекторних властивостей. Отримані результати стали підставою для включення екстракту ехінацеї пурпурової до складу харчових композицій. Зокрема, була розроблена композиція інгредієнтів для гіркої настоянки «Еней». Морфофункціональний стан мозку, печінки, підшлункової залози і сім'яників при вживанні даних композицій вивчено авторами в експерименті на щурах та на добровольцях. Експериментальні дослідження показали, що етанол має виражену ушкоджувальну дію на клітини печінки у вигляді цитолізу гепатоцитів, про що свідчило різке підвищення активності АлТ, АсТ. Морфологічні дослідження підтверджують явища цитолізу гепатоцитів. Гістоморфологічне дослідження мікропрепаратів печінки тварин, які отримували композицію з екстрактом ехінацеї показало, що деструктивні зміни гепатоцитів були виражені значно менше, не відмічали також суттєвого підвищення активності аланін- і аспартатамінотрансферази у сироватці крові.

На підставі експериментальних досліджень різних проб була підібрана концентрація сухого залишку ехінацеї пурпурової, яка дозволила досягнути не тільки гепатозахисного ефекту, але й надала напою оригінальний, округлений, злегка жагучо-прохолодний аромат. Розроблена композиція настоянки «Еней» була апробована на 19 добровольцях (1 група). Контрольну групу склали 10 осіб, які вживали гірку настоянку без екстракту ехінацеї. Добровольці обох груп були рівноцінними за статтю, віком, психосоматичним статусом і приймали алкогольні напої протягом 5 днів у дозі 1,5 мл на 1 кг маси тіла на добу. На 6-ту добу всі учасники пройшли контрольний огляд, який включав клінічне обстеження, біохімічний аналіз крові. Для оцінки психоемоційного статусу був використаний тест самооцінки. Ступінь вираженості симптомів оцінювали в балах.

При клінічному обстеженні в об'єктивному статусі пацієнтів обох груп не виявили вірогідних відмінностей.

Проведені біохімічні дослідження показали, що активність ферментів і рівень білірубину, які характеризують функціональний стан печінки були вірогідно нижчими у групі людей, які пили настоянку «Еней». Отримані результати підтверджують наведені вище дані експериментальних досліджень про гепатозахисну дію екстракту ехінацеї пурпурової. Результати самооцінки психоемоційного статусу обстежених обох груп показали, що при споживанні настоянки «Еней» не реєструвалися симптоми, які характеризують синдром похмілля або абстинентний синдром. Більше того, порівняння показників з даними, отриманими при тестуванні людей, які не вживали алкогольних напоїв, показало, що вживання невеликих доз гіркої настоянки «Еней» мало впливає на такі показники як пам'ять, увага, працездатність, відмічена також тенденція до посилення еротичного почуття.

Таким чином, використання в композиції екстракту ехінацеї пурпурової забезпечує підвищення фізіологічної цінності алкогольного напою за рахунок його захисних властивостей у відношенні клітин печінки і мозку.

Слід підкреслити, що вживання навіть надмірної кількості настоянки «Еней», яка містить екстракт ехінацеї пурпурової, не викликає передозування останньої, оскільки пропонувана концентрація рослинної добавки є гомеопатичною ( $LD_{50}$  складає 2,5 г екстракту ехінацеї на кг маси тіла).

Таким чином, використання продуктів харчування, які включають екстракт ехінацеї пурпурової, приводить до м'якої фармакологічної корекції при дії виробничих шкідливостей та опромінення і дозволяє скорегувати основні морфологічні й функціональні порушення у період розвитку передхвороби.

Реалізація такого підходу повинна підвищити адаптаційні можливості організму, його резистентність до дії несприятливих факторів, що має суттєве значення, особливо для осіб, які постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС і врешті-решт буде сприяти підвищенню їх працездатності.

## **ОСОБЛИВОСТІ ВІЛЬНОРАДИКАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ І ГЕНОТОКСИЧНА ДІЯ МАЛИХ ДОЗ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА ЕКЗОГЕННИХ ОКСИДІВ АЗОТУ У МИШЕЙ З КАРЦИНОМОЮ ЛЕГЕНІ ЛЬЮЇС**

**Михайленко В.М., Главін О.А., Маковецька Л.І.,  
Музальов І.І.**

*Інститут експериментальної патології,  
онкології і радіобіології ім. Р.Є. Кавецького НАН України  
(ІЕПОР НАНУ)*

*Резюме.* Забруднення навколишнього середовища суттєво впливає на функціонування живих організмів, зокрема на виникнення онкологічних захворювань у людини. Метою було вивчити вплив екзогенних оксидів азоту та малих доз опромінення на стан вільнорадикальних процесів та генотоксичні ефекти у мишей з карциномою легені Льюїс.

Досліджували пероксидне окиснення ліпідів, прооксидантно-антиоксидантне співвідношення, вміст реактивних форм кисню, активність ксантиноксидоредуктази, одно- та двониткові розриви ДНК.

Показано, що дія малих доз опромінення і оксидів азоту на фоні росту пухлин викликала ряд порушень вільнорадикального гомеостазу, які супроводжувалися значним підвищенням рівнів одно- та двониткових пошкоджень ДНК, що свідчить про розвиток генетичної нестабільності та посилення канцерогенного ризику при тривалому впливі факторів навколишнього середовища, особливо на розвиток в організмі пухлинного процесу.

*Ключові слова:* іонізуюче випромінювання, екзогенні оксиди азоту, реактивні форми кисню, пероксидне окиснення ліпідів, одно- та двониткові розриви ДНК, карцинома легені Льюїс.

*Резюме.* Загрязнение окружающей среды существенно влияет на функционирование живых организмов, в том числе на возникновение онкологических заболеваний у человека. Целью было изучить влияние экзогенных оксидов азота и малых доз ионизирующего излучения на состояние свободнорадикальных процессов и генотоксические эффекты у мышей с карциномой легких Льюис.

Исследовали перекисное окисление липидов, прооксидантно-антиоксидантное соотношение, содержание реактивных форм кислорода, активность ксантиноксидоредуктазы, одно- и двунитевые разрывы ДНК.

Показано, что действие малых доз облучения и оксидов азота на фоне роста опухолей вызывало ряд нарушений свободнорадикального гомеостаза, которые сопровождались значительным повышением уровней одно- и двунитевых повреждений ДНК, что свидетельствует о развитии генетической нестабильности и усилении канцерогенного риска при длительном влиянии факторов окружающей среды, особенно при развитии в организме опухолевого процесса.

*Ключевые слова:* ионизирующее излучение, экзогенные оксиды азота, реактивные формы кислорода, перекисное окисление липидов, одно- и двунитевые разрывы ДНК, карцинома легких Льюиса.

#### **Peculiarities of free radical processes and genotoxic effect of low doses of ionizing radiation and exogenous nitric oxide in mice with Lewis lung carcinoma**

Environmental pollution significantly affects the functioning of living organisms, particularly the occurrence of cancer in humans. The aim was to study the effect of exogenous nitrogen oxides and low doses of ionizing radiation on the state of free-radical processes and genotoxic effects in mice with Lewis lung carcinoma.

We investigated lipid peroxidation, oxidant-antioxidant ratio, content of reactive oxygen species, activity of Xanthine oxidoreductase, DNA single and double-strand breaks.

It is shown that the effect of low doses of radiation and nitrogen oxides on the background of the tumor growth caused a violation of free radical homeostasis, which were accompanied by a significant increase in single and double-strand DNA damage, indicating the development of genetic instability and increased cancer risk caused by long-term impact of environmental factors, especially during development of cancer in the organism.

*Key words:* ionizing radiation, exogenous nitrogen oxides, reactive oxygen species, lipid peroxidation, DNA single double-strand breaks, Lewis lung carcinoma.

Забруднення навколишнього середовища в результаті техногенної діяльності людини суттєво впливає на функціонування живих організмів. До поширених забруднювачів навколишнього середовища відносяться малі дози іонізуючого випромінювання (ІВ) та екзогенні оксиди азоту (ОА). Їх вплив на здоров'я людини може бути небезпечним з огляду на ризик розвитку ряду патологічних станів, зокрема виникнення онкологічних захворювань. Результати наявних досліджень є неоднозначними і значною мірою залежать як від обраних у них моделей, так і особливостей режимів впливу радіації та ОА [15, 10, 4].

Реалізація більшості ефектів цих шкідливих забруднювачів докільця пов'язана із вільнорадикальними механізмами. Значний інтерес до комбінованого впливу ОА та ІВ зумовлений радіосенсибілізуючою дією NO. Деякі автори вважають NO одним із факторів, що визначає чутливість до радіаційного опромінення [9]. Однак в більшості досліджень комбінованої дії ІВ та ОА використовували або донори NO, або активатори NO-синтаз, що не є адекватним відображенням інгаляційного надходження в організм ОА з повітрям.

Показано, що опромінення радіочутливих клітин V79 та CHO при підвищеній концентрації NO призводило до збільшення рівнів одно- (OP) та двониткових розривів (ДР) ДНК та подовження часу їх репарації [16]. Відмічено високу кореляцію між рівнем NO і малонового діальдегіду (МДА) та прогностичними показниками раку простати [7].

Важливою ланкою, що може впливати на утворення реактивних форм кисню (РФК) і азоту, а також на генотоксичні ефекти ІВ та ОА, є фермент ксантиноксидоредуктаза (KcOP). Використання оксидазною ізоформою (KcO) ферменту молекулярного кисню супроводжується утворенням супероксидних аніон-радикалів та пероксиду водню [12]. Показано, що ІВ викликає конверсію дегідрогеназної (KcD) ізоформи KcOP в KcO [14]. Також фермент має нітрат- та нітритредуктазну активність, бере участь в утворенні NO та пероксинітриту і може відігравати значну роль у катаболізмі екзогенних ОА [11, 13].

Метою дослідження було вивчити вплив екзогенних ОА та фракційного іонізуючого опромінення в малих дозах на по-

казники, що характеризують стан вільнорадикальних процесів у крові та генотоксичні ефекти у лімфоцитах периферичної крові (ЛПК) експериментальних тварин з карциномою легені Льюїс (КЛЛ).

У дослідах використовували самців мишей лінії  $C_{57}Bl_6$ , середньою вагою 22 г, віком 6 тижнів, розведення віварію ІЕПОР НАНУ. Процедури з експериментальними тваринами здійснювали згідно з вимогами Державного комітету з етики. Для трансплантації пухлинних клітин використовували клітини КЛЛ із клітинного банку ліній з тканин людини та тварин ІЕПОР НАНУ. Перещеплення здійснювали внутрішньом'язово в праву задню лапу по 0,2 мл ( $3,0 \times 10^5$  клітин). В дослідження брали 4 групи мишей: 1 — тварини, яким перещеплювали КЛЛ (позитивний контроль); 2 — КЛЛ+ІВ; 3 — КЛЛ+ОА; 4 — КЛЛ+ІВ+ОА. Забій тварин та відбір зразків проводили на 0-ву добу (перед перещепленням КЛЛ) та на 7, 15 і 23-тю добу росту пухлин.

Тварини зазнавали інгаляційного впливу ОА протягом 8 годин на добу — п'ять діб до перещеплення їм КЛЛ та 23 доби з моменту перещеплення пухлини до 22 доби її росту (всього 28 діб). У камеру об'ємом 100 л при інтенсивному перемішуванні подавали суміш NO з азотом (1:6) та повітря (500 л/год). Середня концентрація ОА (у перерахунку на NO) складала 25 мг/м<sup>3</sup> повітря, частка NO в повітрі складала 65-75 %. Опромінення тварин проводили фракціоновано (0,1 Гр  $\times$  10) на апараті РУМ-17, починаючи з 4-ї доби до перещеплення КЛЛ — 0,2 Гр до перещеплення пухлини та 0,8 Гр за 22 доби її росту. Сумарна доза складала 1,0 Гр.

Тварин декапітували під ефірним наркозом. Зразки крові збирали у пробірки із гепарином (5000 од./мл). Плазму крові отримували центрифугуванням (10 хв, 5000 г, 3°C). Гемолізат готували розведенням цільної крові у 400 разів дистильованою водою. Інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) оцінювали за вмістом МДА у плазмі крові [3]. Прооксидантно-антиоксидантне співвідношення у крові досліджували методом індукованої перексидом водню хемілюмінесценції (ХЛ) на хемілюмінометрі ХЛМ1Ц-01 [2]. Вміст РФК у плазмі крові визначали за реакцією із *N,N*-діетил-парафенілендіаміном із калібрувальної кривої за  $H_2O_2$  (мг/л/хв) [8].

Сумарну активність КсОР та її ізоформ КсД (ЕС 1.1.1.204) і КсО (ЕС 1.1.3.22) визначали у плазмі крові за утворенням сечової кислоти (нМ/мл/год) із використанням оксонової кислоти для інгібування уреаз [5].

Одно- та двониткові розриви ДНК визначали у ЛПК мишей методом горизонтального гел-електрофорезу ізольованих клітин у лужному та нейтральному середовищі [6]. Мікроскопічні дослідження проводили при збільшенні у 300–400 разів із використанням акридинового оранжевого. Фотографування здійснювали за допомогою цифрової відеокамери DCM510 (100–150 клітин із кожного слайду). Аналіз та обрахунок зображень проводили за допомогою програмного забезпечення "CometScore™, TriTek Corp".

Експериментальні дані аналізували за допомогою загальноприйнятих методів варіаційної статистики з використанням t-критерію Стюдента. Статистично достовірними вважали дані з  $p \leq 0,05$ . Наявність впливу ОА та/або ІВ оцінювали методом двофакторного дисперсійного аналізу з використанням програми "OriginPro 2015 Beta3 b9.2196".

Незначне підвищення вмісту РФК у плазмі крові тварин спостерігали протягом перших 7 діб розвитку КЛЛ, однак із початком експоненційної фази росту пухлини їх рівень достовірно знижувався в 1,8 та 1,4 разу на 15-ту та 23-тю добу, відповідно. За дії ІВ та/або ОА також спостерігали зниження інтенсивності продукції РФК (рис.1А), яке було достовірним у групі КЛЛ+ОА на 23-тю добу (в 1,6 разу) та групі КЛЛ+ОА+ІВ (в 1,7 разу на 15-ту добу та в 1,9 разу на 23-тю добу).

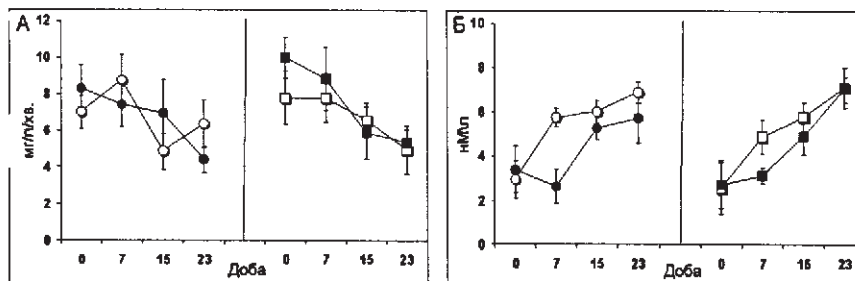


Рис. 1. Інтенсивність утворення РФК (А) та накопичення МДА (Б) у плазмі крові мишей за дії ІВ та/або ОА; о — КЛЛ, ● — КЛЛ + ІВ, □ — КЛЛ + ОА, ■ — КЛЛ + ІВ + ОА

Паралельно в крові мишей з КЛЛ спостерігали поступове підвищення вмісту МДА в 1,9 — 2,3 рази починаючи з 7-ї доби росту пухлин, що свідчить про значну активацію процесів ПОЛ. Подібну картину відмічали і в інших експериментальних групах. Слід зазначити, що при опроміненні тварин спостерігали загальну тенденцію до зниження вмісту МДА в крові порівняно з групами КЛЛ або КЛЛ+ОА, але достовірна різниця була лише між групою КЛЛ та групою КЛЛ+ІВ, де вміст МДА на 7-му добу був в 2,2 рази нижчим. Вплив ОА не призводив до значних змін у накопиченні МДА з ростом КЛЛ (рис. 1Б).

Значні зміни в утворення та кругообіг реактивних форм кисню та азоту може вносити фермент КсОР. У плазмі крові тварин КсОР більшою частиною була представлена КсО ізоформою, що має більш вагомий внесок в утворення вільнорадикальних сполук, а середня частка КсД у групах не перевищувала 15 %. Перещеплення мишам КЛЛ мало впливало на активність ферменту, однак на термінальній стадії росту КЛЛ активність достовірно зростала в 1,6 рази (рис. 2). Опромінення тварин призводило до поступової активації КсОР (в 1,7 рази на 23-тю добу), яка достовірно перевищувала контрольні значення на етапі експоненційного росту пухлин. Інгаляційна дія екзогенних ОА достовірно не впливала на активність КсОР у групах КЛЛ+ОА та КЛЛ+ІВ+ОА (рис. 2А).

Дослідження загального рівня про- та антиоксидантних процесів методом ХЛ виявило його стабільність при рості КЛЛ. У той же час опромінення інтактних тварин у дозі 0,2 Гр призводило до достовірного підвищення рівня ХЛ в 1,2 рази. Ріст пухлин супроводжувався поступовим зменшенням ХЛ у крові опромінених мишей, що на 15-ту та 24-ту добу практично не відрізнялася від значень у контрольній групі. Інгаляційна дія ОА призводила до підвищення ХЛ у крові в 1,2 рази на початку росту КЛЛ (7-ма доба). За поєднаної дії ОА з ІВ не спостерігали значних порушень рівня про- та антиоксидантних процесів у крові мишей (рис. 2Б). Генотоксичні ефекти в крові тварин оцінювали за виникненням ОР і ДР ДНК у ЛПК (рис. 3). Їх фоновий рівень в інтактних мишей складав  $5,07 \pm 1,27$  % та  $1,03 \pm 0,12$  %, відповідно.



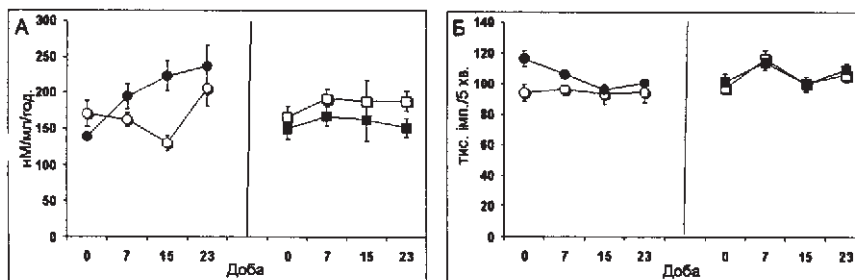


Рис. 2. Активність КсОР (А) в плазмі крові та рівень ХЛ (Б) у гемолізаті у мишей за впливу ІВ та/або ОА; ○ — КЛЛ, ● — КЛЛ + ІВ, □ — КЛЛ + ОА, ■ — КЛЛ + ІВ + ОА

Короткотривалий вплив ІВ (0,2 Гр) та ОА (5 діб) призводив до значного підвищення ОР ДНК у ЛПК від 2,4 до 3,0 разу та ДР ДНК від 1,6 до 3,6 разу. Після перещеплення тваринам КЛЛ ріст та метастазування пухлин супроводжувались накопиченням ОР та ДР ДНК і їх рівень у ЛПК до 23-ї доби значно зростав в 1,9 та 3,8 разу, відповідно. Вплив ІВ та ОА на тварин з пухлинами додатково підвищував рівень пошкоджень ДНК у ЛПК порівняно із позитивним контролем у відповідний термін досліджень (рис. 3 А, Б). Так, дія ОА викликала більше пошкоджень, ніж опромінення тварин, а максимальний ефект спостерігали за поєднаній дії чинників. Дія ІВ підвищувала рівень ОР та ДР ДНК у ЛПК на 23-тю добу росту КЛЛ в 1,8 ( $p < 0,05$ ) та 1,2 разу порівняно з контролем. У випадку окремого впливу ОА перевищення ОР та ДР ДНК складало 2,9 та 2,0 разу, а за поєднаній дії ОА та ІВ — 3,4 та 3,0 разу (достовірна різниця відносно групи КЛЛ).

Таким чином, як окрема, так і поєднана дія екзогенних ОА та малих доз ІВ на розвиток в організмі пухлинного процесу призводили до посилення генетичної нестабільності у ЛПК. При цьому дія ОА призводила до більш вираженого підвищення рівня пошкодження ДНК, порівняно з опроміненням тварин. Відмічено потенціювання генотоксичної дії ОА у поєднанні з ІВ.

Підсумовуючи отримані результати, можна відзначити, що окрема та поєднана дія малих доз ІВ і екзогенних ОА на фоні росту пухлин призводили до різнонаправлених порушень

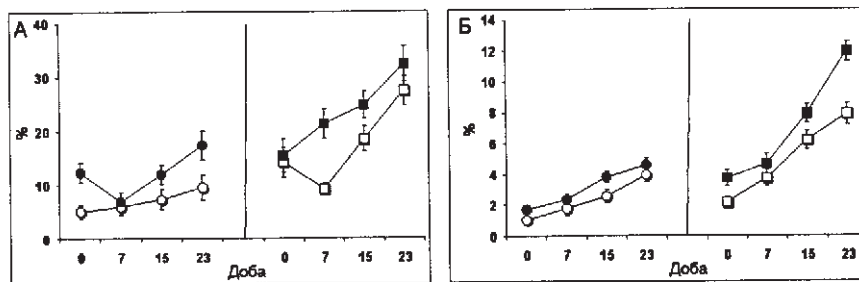


Рис. 3. Рівень ОР (А) та ДР (Б) ДНК у ЛПК мишей за впливу на тварин ІВ та/або ОА;

○ — КЛЛ, ● — КЛЛ + ІВ, □ — КЛЛ + ОА, ■ — КЛЛ + ІВ + ОА

вільнорадикального гомеостазу, які супроводжувалися значним підвищенням рівнів ОР та ДР ДНК, що свідчить про розвиток генетичної нестабільності у ЛПК мишей. Найменш вираженими ці зміни були за опромінення тварин, де достовірно зростав лише рівень ОР ДНК, а максимальний ефект спостерігали при поєднаній дії цих чинників на організм.

Генотоксичний ефект корелював із рівнем ПОЛ у плазмі крові, який достовірно збільшувався як при рості пухлин, так і при дії факторів, за винятком групи КЛЛ + ІВ, де опромінення тварин призводило до достовірного зниження вмісту МДА на початку росту КЛЛ (7-ма доба). Ці зміни відбувались на фоні значної активації КсОР в опроміненіх мишей у процесі росту пухлини. Однак продукція РФК у плазмі крові мишей мала тенденцію до зниження як за росту КЛЛ, так і за окремої дії ОА або ІВ. При поєднаному впливі факторів зниження продукції РФК на 15-ту та 23-тю добу росту КЛЛ було достовірним. Різностямованість вільнорадикальних процесів у ліпідах та плазмі крові проявлялась в порушенні проантиоксидантного балансу, визначеного за рівнем ХЛ. Так, за початкового опромінення інтактних тварин у дозі 0,2 Гр спостерігали достовірне підвищення ХЛ, що свідчило про переважання в крові прооксидантних процесів над антиоксидантними, чого не відбувалось за поєднаного впливу на мишей ІВ з ОА. В подальшому у тварин з КЛЛ цей ефект був відсутнім, але відмічали достовірне підвищення ХЛ на початку росту пухлин (7-ма доба) у групах тварин, що

зазнали впливу ОА. Можна припустити, що генотоксичні зміни в ЛПК за дії ОА були пов'язані не стільки із порушенням вільнорадикального дисбалансу, як із порушенням процесів репарації ДНК. Важливо, що процеси порушення вільнорадикального гомеостазу, пошкодження ДНК та розвитку генетичної нестабільності, ініційовані впливом факторів навколишнього середовища, супроводжувались посиленням пухлинного росту та метастазування [1].

Зареєстровані порушення вільнорадикального балансу і посилення генотоксичного ефекту за тривалої дії малих доз ІВ та інгаляційного впливу екзогенних ОА свідчать про розвиток в організмі тварин генетичної нестабільності та посилення канцерогенного ризику в умовах тривалого впливу канцерогеннонебезпечних факторів навколишнього середовища, особливо за розвитку в організмі пухлинного процесу.

*\*Автори декларують відсутність конфлікту інтересів та спонсорської допомоги.*

### Література

1. Главін О.А. Вплив екзогенних оксидів азоту та фракціонованого іонізуючого випромінювання на ріст і метастазування карциноми легені Льюїс/ О.А.Главін, Л.І. Маковецька, В.М. Михайленко // Онкологія. – 2016. – Т. 5. – №1. – С. 27–33.
2. Хемилюминесценция крови при радиационном воздействии / Я.И. Серкиз, Н.А. Дружина, А.П. Хриенко и др. – К.: Наукова думка, 1989. – 176 с.
3. Стальная И.Д. Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты / И. Д. Стальная, Т. Г. Гаришвили // Современные методы в биохимии / Под ред. В. Н. Ореховича. – М.: Медицина, 1977. – С. 66–68.
4. Different roles of inducible nitric oxide synthase and cyclooxygenase-2 in carcinogenesis and metastasis of intrahepatic cholangiocarcinoma / S. Aishima, Y. Mano, Y. Kubo [et al.] // Hum Pathol. – 2013. – Vol. 44, № 6. – P. 1031–1037.
5. Battelli M. Effects of hypoxia and ethanol on xanthine oxidase / M. Battelli, A. Abboudaza, F. Stirpe // Chem. Biol. Interact. – 1992. – Vol. 283, № 1. – P. 73–84.
6. Controlling variation in the comet assay / A. Collins, N. Yamani, Y. Lorenzo [et al.] // Front Genet. – 2014. – Vol. 5. – P. 359.

7. Blood and tissue nitric oxide and malondialdehyde are prognostic indicators of localized prostate cancer / M.O. Dilliogluligil, H. Mekək, B. Muezzinoglu [et al.] // *Int. Urol. Nephrol.* – 2012. – Vol. 44, № 6. – P. 1691–1696.

8. High-throughput spectrophotometric assay of reactive oxygen species in serum / I. Hayashi, Y. Morishita, K. Imai [et al.] // *Mutat. Res.* – 2007. – Vol. 631. – P. 55–61.

9. Nitric oxide as a radiosensitizer: evidence for an intrinsic role in addition to its effect on oxygen delivery and consumption / B.F. Jordan, P. Sonveaux, O. Feron [et al.] // *Int. J. Cancer.* – 2004. – Vol. 109, № 5. – P. 768–773.

10. Nitrosothiol Signaling in Anoikis Resistance and Cancer Metastasis / S. Luanpitpong, A.K. Iyer, N. Azad, L. Wang [et al.] // *For Immunopathol Dis Therap.* – 2012. – Vol. 3, № 2. – P. 141–154.

11. Xanthine oxidoreductase catalyses the reduction of nitrates and nitrite to nitric oxide under hypoxic conditions / T.M. Millar, C.R. Stevens, N. Benjamin [et al.] // *FEBS Lett.* – 1998. – Vol. 472, № 2. – P. 225–228.

12. Xanthine oxidase- and iron-dependent lipid peroxidation / D.M. Miller, T.A. Grover, N. Nayini [et al.] // *Arch Biochem Biophys.* – 1993. – Vol. 301, № 1. – P. 1–7.

13. Peroxynitrite: a two-faced metabolite of nitric oxide / R.B. Muijsers, G. Folkerts, P.A. Henricks [et al.] // *Life Sci.* – 1997. – Vol. 60, № 21. – P. 1833–1845.

14. Single exposure gamma-irradiation amplifies xanthine oxidase activity and induces endothelial dysfunction in rat aorta / K.G. Soucy, H.K. Lim, A. Benjo [et al.] // *Radiat Environ Biophys.* – 2007. – Vol. 46, № 2. – P. 179–186.

15. The *in vivo* study on the radiobiologic effect of prolonged delivery time to tumor control in C57BL mice implanted with Lewis lung cancer / X. Wang, X.P. Xiong, J. Lu [et al.] // *Radiat Oncol.* – 2011. – Vol. 6, № 4. – 6 p.

16. Radiosensitization by nitric oxide at low radiation doses / P. Wardman, K. Rothkamm, L.K. Folkes [et al.] // *Radiat Res.* – 2007. – Vol. 167, № 4. – P. 475–484.

## **КІРОВОГРАДСЬКА ОБЛАСТЬ ЯК МАРКЕР «РАДОНОВОЇ» ПРОБЛЕМИ В УКРАЇНІ**

**Брюм Ю.М., Вечеровський В.Г., Оперчук А.П.**

*Держсанепідслужба України у Кіровоградській області,  
Кіровоград*

Кіровоградська область є дуже специфічним регіоном щодо виявлення та визначення шляхів формування радіаційних ризиків для населення, особливо дитячої когорти.

Існує кілька відправних радіаційних факторів, які характеризують цей регіон як особливий. Територія області розташована на Українському кристалічному щиті — масиві гірських порід з підвищеним та високим вмістом радіоактивних елементів урано-торієвого ряду.

Регіон має сировинну базу атомної енергетики — урано-видобувну промисловість, підприємства ДП «Східний гірничо-збагачувальний комбінат», які експлуатуються починаючи з 60-х років минулого століття.

Видобування уранової руди відрізняється тим, що майже усі відходи: відвали шахтних порід, скиди шахтних вод, викиди в атмосферу шахтного повітря, проведення технологічних вибухових робіт, використання технологій з вилуговання, є потенційними джерелами радіаційного забруднення навколишнього природного середовища.

Соціальна та медична проблематика області вважається складною. Відповідно до канцер-реєстру України, м. Кіровоград та Кіровоградська область займають перші рядки у загальній кількості онкозахворювань серед населення України, показник раку легенів майже наполовину більший за середню величину у країні [5].

З року в рік погіршується демографічна ситуація, зростає захворюваність і смертність населення, зменшується народжуваність. Захворюваність жителів області на злоякісні новоутворення має сталу тенденцію до зростання [6].

З урахуванням зазначеної проблематики з 2009 року реалізується Комплексна програма захисту населення Кіровоградської області від впливу іонізуючого випромінювання.

У Комплексній програмі враховано вимоги законодавчо-нормативних актів України та Євросоюзу, рекомендації

міжнародних установ з радіаційного захисту, специфіку природно-географічного, геолого-гідрологічного розташування області, наявність підприємств ядерно-паливного циклу та велику кількість кар'єрів, показники рівня онкозахворюваності населення області, загальну стурбованість населення, громадських організацій та ЗМІ щодо радіаційних ризиків, занепокоєння державних гілок влади та органів самоврядування щодо радіаційно-екологічної та онкологічної ситуації в регіоні.

До реалізації заходів програми залучалися провідні наукові установи, єдина в Україні унікальна мобільна лабораторія Ranid SONNI ДП «Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки» (ДНТЦ ЯРБ) ДІЯРУ, фахівці компанії «Bjerking AB», корпорації «Vattenfall AB», «Mark & Miljokontroll AB», Служби геологічних досліджень (SGU), Агентство з радіаційної безпеки (SSM), Швеція. Наукову підтримку здійснює ДУ «ІГЗ НАМНУ».

Було виконано ряд наукових досліджень: геолого-екологічних, еколого-гігієнічних, санітарно-епідеміологічних і медико-статистичних.

Встановлено, що у формуванні екологічних ризиків для населення провідна роль належить радіаційним факторам природного походження. За результатами виконаного моніторингу та розрахунками авторів визначено, що радон є основним (до 75 %) дозоутворювальним фактором для населення регіону і перевищує в декілька разів дозу опромінення населення за рахунок Чорнобильської компоненти.

Радіаційна небезпека щодо дії радону на організм людини пов'язана з його дочірніми продуктами розпаду (ДПР), короткоіснуючими альфа-випромінюючими ізотопами: полонієм-218, вісмутом-214 і свинцем-214 [7].

Зв'язок між наявністю радону в повітрі будівель і розвитком онкозахворювань у людини вивчається в багатьох епідеміологічних дослідженнях, які проводяться в різних країнах світу. Поєднана дія на організм радону, його ДПР і ряду факторів нерадіаційної природи (пил, вихлопні гази двигунів, продукти згорання тютюну) посилює несприятливі ефекти. Доведено факт зростання кількості хромосомних порушень, які викликані довготривалим впливом радону та його ДПР [8].

З аналізу міжнародних епідеміологічних досліджень зроблено висновок, що на кожні додаткові 100 Бк·м<sup>3</sup> під час хро-

нічного опромінення протягом 30 років ризик реалізації (ймовірність виникнення) раку легенів збільшується в середньому на 10 % і безпосередньо залежить від рівня середньорічної еквівалентної рівноважної об'ємної активності радону (ЕРОА) в повітрі приміщень [9].

Однак відносний ризик розвитку раку легенів, зумовлений опроміненням ДПР радону, для дітей віком 10–14 років вищий, ніж у дорослих у 1,5–3 рази [9]. Тому діти є найбільш уразливою когортою населення щодо опромінення радоном. Діти опромінюються радоном в житлових будинках та навчальних закладах (НЗ), де опромінення від радону-222 при перевищенні його гігієнічного нормативу у  $50 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$  [7] створює істотне дозове навантаження на організм дітей.

За показниками виконаних досліджень на території України Кіровоградську область можна визначити як найбільш радоннебезпечний регіон. Тільки від опромінення дітей радоном у НЗ області прями збитки держави можуть скласти більше 27 млн. грн [10].

Таким чином, у НЗ, де існує перевищення гігієнічного нормативу щодо радону, необхідно здійснити відповідні контрзаходи — виконати комплекс робіт щодо зниження дозового навантаження від цього джерела.

Одними з критеріїв для кількісної порівняльної оцінки ефективності різних технічних рішень щодо протирадонового захисту будівель є рівень ЕРОА радону-222 після реалізації певного комплексу робіт і вартість виконаних робіт. Якщо рівні вмісту радону-222 не перевищують гігієнічних нормативів і вартість контрзаходів є прийнятною, то такі заходи вважаються ефективними.

Ефективне проведення контрзаходів дозволить знизити дозове навантаження, а отже і радіаційні ризики від опромінення радоном дитячої когорти населення, а також сумарні збитки держави від даного джерела. Усі зазначені обставини підкреслюють необхідність і **актуальність** таких досліджень та робіт.

### **Деякі аспекти практики радіологічного захисту в Україні**

У «Доповіді Наукового комітету Організації Об'єднаних Націй з дії атомної радіації» (2012) визначено важливість та складність вирішення питання впливу малих доз опромінен-

ня, у першу чергу, на дітей і запропоновано органам охорони здоров'я заохочувати та підтримувати дослідницькі проекти та програми у даному напрямку. Також зазначено, що будь-які незначні дози іонізуючого випромінювання, які можна порівняти із фоновими, можуть викликати стохастичні (випадкові) ефекти впливу на організм дитини [12].

У Рекомендаціях-2003 Європейського Комітету з Радіаційного Ризику щодо виявлення наслідків опромінення іонізуючим випромінюванням у малих дозах запропоновано до оцінок цього ризику залучати лікарів, які пов'язані із громадським здоров'ям, професійною онкологією, педіатрією, епідеміологією та біохімією [8].

Аналіз літературних джерел щодо величини та наслідків опромінення людини встановив, що необхідно значною мірою переосмислили окремі положення практики радіологічного захисту та привести їх у відповідність до вимог сучасності. Якщо акцентуватися на захисті здоров'я людини, то система радіологічного захисту має керувати і контролювати опромінення таким чином, щоб попереджувати детерміністичні ефекти та мінімізувати стохастичні ефекти, тобто ризику реалізації раку та спадкових ефектів [1–3].

Важливим кроком у цьому напрямку є гармонізація нормативно-правових актів України згідно з вимогами Євратому. План заходів з імплементації Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії та їхніми державами-членами було затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17 вересня 2014 року № 847-р. У першу чергу, це виконання Директив Ради 2013/59/Євратом від 05 грудня 2013 року, 2006/117/Євратом від 20 листопада 2006 року, 2014/87/Євратом від 08 липня 2014 року та розробка нових «Норм радіаційної безпеки», до яких буде включено нові правила радіаційної безпеки щодо обмеження медичного опромінення та опромінення радоном у житлових будинках і на робочих місцях [13].

Найбільш важливими аспектами цих документів є детально визначена стратегія захисту від опромінення природними джерелами, а саме [14]:

- обов'язкове надання населенню об'єктивної інформації



про рівні та наслідки опромінення, відомостей про прості та ефективні заходи захисту від джерела небезпеки;

- застосування широкомасштабних досліджень основних джерел опромінення населення, у першу чергу дітей;

- обов'язковість проведення процедур оптимізації при обґрунтуванні захисних заходів;

- застосування більш низьких рівнів дії для будинків, які проектується, тому що профілактичні дії в таких випадках є більш рентабельними.

Відповідно до законодавства України, за радіаційний захист населення відповідають місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування. Проблематика реалізації функцій щодо радіаційного захисту полягає у тому, що на рівні структурних підрозділів облдержадміністрації, районів та міст відсутні фахівці з питань радіаційного захисту та ядерної безпеки.

Держсанепідслужба у Кіровоградській області пропонує райдержадміністраціям та міськвиконкомам залучати фахівців з питань радіаційного захисту Держсанепідслужби для допомоги у розробці та реалізації місцевих програм, плануванні та якісному виконанні протирадонових заходів, організації та проведенні контрольних вимірювань рівня радону.

На сайті Головного управління Держсанепідслужби у Кіровоградській області започатковано роботу інтерактивної карти із показниками ЕРОА радону-222 в повітрі приміщень навчальних закладів області: <https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=zWSDY3kKnjvw.k4rSAydMcXR8>.

Метою даної роботи є визначення якості організації та виконання пробних протирадонових заходів, які було реалізовано у приміщеннях НЗ Кіровоградської області, за аналізом їх ефективності. Дані дослідження в Україні виконано вперше, тому новизна такої роботи є безсумнівною.

#### Методи дослідження

Під час виконання робіт використовувались такі методи: радіометричний (пасивної трекової радонометрії), математичні, статистичні.

Вимірювання ЕРОА радону-222 повторно виконувались у будівлях НЗ Кіровоградської області, де рівні радону-222 у повітрі приміщень перевищували  $250 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$  і де були реалізовані протирадонові заходи.

Дослідження рівнів активності радону-222 у повітрі приміщень проводились відповідно до вимог Державних гігієнічних регламентів «Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)» [7]. Вимірювання ЕРОА радону-222 виконувались методом пасивної трекової радонометрії з використанням приладів «Track 20102» за методикою, затвердженою Постановою головного державного санітарного лікаря України від 08.08.2000 р. № 63 [15]. Як детектор використовувалась нітратцелюлозна плівка типу LP-115 (Кодак, Франція).

Гарантії якості вимірювань забезпечувались калібруванням детекторів у «радоновій атмосфері» з відомою об'ємною активністю, яка має в системі Держстандарту України статус робочого еталону одиниці об'ємної активності радону-222 (свідоцтво № 9660 від 29.12.2012).

Радонові накопичувачі встановлювались у приміщеннях, де були реалізовані прості протирадонові заходи. Термін експонування складав не менше 30 діб в опалювальний сезон.

#### Результати та їх обговорення

*Особливості проведення протирадонових заходів.* Існуючий світовий досвід щодо застосування захисних заходів визначає, що завдання протирадонового захисту в абсолютній більшості випадків можна практично якісно реалізувати. У різних країнах світу існують значні відмінності щодо об'ємно-планувальних рішень будинків та споруд, джерел та шляхів надходження радону в повітря приміщень. Тому види контрзаходів, які використовують різні держави, і/або їх вартість дуже відрізняються [11, 16].

В умовах України при відносній дешевизні матеріалів виконання деяких протирадонових заходів може викликати значні труднощі або взагалі бути недоцільними з точки зору їх ефективності.

Наприклад найпростішими і дешевими є герметизація щілин в підлозі і місцях підведення комунікацій, улаштування додаткових перепускних клапанів та вентиляційних отворів і т.ін. Але існує формула: 2 % залишених щілин у підлозі дозволять потрапити 98 % радону у приміщення [11, 16].

Більш складним і вартісним методом є герметизація перекриттів у підлозі та ізоляція підведення комунікацій, монтаж та налаштування реверсних вентиляційних систем тощо. Улаштування систем для відведення радону з-під фундаменту

будинку («радонових відсмоктувачів») або «радонових колодязів» через необхідність порушення фундаменту будинку, вартість основних матеріалів, обладнання і будівельно-монтажних робіт робить кошторис таких заходів дуже значним, що може бути «не по кишені» регіональним бюджетам [11, 16].

За кілька останніх років вперше в Україні на території Кіровоградської області було виконано безпрецедентну кількість досліджень ЕРОА радону-222 у повітрі приміщень навчальних та спортивних закладів, бібліотек, інтернатів, коледжів, університетів та закладів охорони здоров'я. Було обстежено понад 1700 будівель (90 % від наявних). З аналізу результатів вимірювань, який виконано колективом авторів, було встановлено, що гігієнічний норматив за даним радіаційним джерелом для навчальних та лікувальних закладів  $50 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$  перевищено у 65 % досліджених будівель. У кожному районі та місті області зафіксовано будівлі зі значними (більше  $300 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ ) показниками активності радону.

У 349 будівлях навчальних закладів зафіксовано показники від  $250 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ , що у 5 разів вище за рівень дій. Дані приміщення визначені як ризиковані, там щорічно проводяться контрольні обстеження.

У Компаніївському та Гайворонському районах зафіксовано показники активності радону у повітрі приміщень навчальних закладів більше  $1000 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$  та  $2300 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ , які є **критичними** (у 20–46 разів вище за нормовані граничні показники).

З рівнями радону  $300\text{--}2300 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$  річна доза для дітей даних навчальних закладів може становити  $4\text{--}16 \text{ мЗв}\cdot\text{рік}^{-1}$  при нормованому показнику  $1 \text{ мЗв}\cdot\text{рік}^{-1}$ . У типових сільських будинках Кіровоградщини фіксуються показники радону  $150\text{--}500 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ , річна доза складає  $2\text{--}6 \text{ мЗв}$ .

У сумі (час перебування у навчальному закладі і вдома) маємо орієнтовно  $20 \text{ мЗв}\cdot\text{рік}^{-1}$ , що є граничною річною дозою для персоналу категорії А (працівників, які працюють безпосередньо з джерелами іонізуючого випромінювання) радіаційних об'єктів. Вплив такої дози на організм дитини через 5–12 років з великою часткою ймовірності може привести до появи раку легенів і онкологічних захворювань крові.

З аналізу результатів вимірювань на даний час визначено 26 будівель навчальних закладів області, які потребують **негайного** якісного виконання протирадонових заходів.

У зв'язку з виконанням робіт щодо збереження тепла та заміни вікон у більшій частині будівель навчальних закладів (понад 50 % із повторно обстежених) значно зросли показники середньорічної ЕРОА радону.

Якщо рівні радону-222 складають понад 100 Бк·м<sup>-3</sup>, необхідно здійснювати певні контрзаходи, які визнаються величиною ЕРОА на конкретному об'єкті, об'ємно-планувальним рішенням, особливостями геолого-гідрологічних показників та характером експлуатації об'єкта тощо.

Вперше в Україні було обґрунтовано застосування відповідних протирадонових заходів з точки зору їх вартості на визначених об'єктах, тобто за економічним критерієм. Доведено, що вартість реалізації запропонованих контрзаходів має окупитися за 2–3 роки, що відображено у роботі [17].

У рамках зазначеної обласної програми на деяких об'єктах з перевищенням рівнів активності радону-222 було реалізовано ряд пробних протирадонових заходів. Відповідно до проекту шведсько-українського співробітництва «Reduction of Risks Caused by Exposure to Radon Gas and Natural Radiation», який фінансувало Шведське агентство міжнародного розвитку (SIDA), фахівцями Шведського агентства з радіаційної безпеки (SSM) та лабораторії природних джерел випромінювання ДУ «ІГЗ НАМНУ» було проведено 5 курсів-тренінгів для спеціалістів Кіровоградської області. Курси-тренінги, а саме: «Радон — базовий», «Природні радіонукліди у воді», «Радон — вимірювання», «Радон — протирадонові заходи», «Картування радонових ризиків» містять як теоретичні, так і практичні завдання, які дозволяють у стислі терміни засвоїти основні поняття та одиниці вимірювань, фізичні та біологічні властивості радону, методичні підходи до його вимірювання, закономірності формування рівнів радону, тощо. Проведено практичне навчання з представниками проектних організацій та органів державної влади щодо обстеження будівель, виконано маловартісні роботи з герметизації щілин, тріщин, зазорів, монтажу додаткових вентиляційних отворів.

Аналіз результатів повторних вимірювань. У рамках даного дослідження було проведено повторні вимірювання ЕРОА радону-222 в повітрі приміщень 96 НЗ у 80 населених пунктах Кіровоградської області, де було виявлено перевищен-

ня нормативу за радоном та проведено захисні заходи. Всього здійснено 289 вимірювань.

Оцінку ефективності протирадонових заходів було здійснено колективом авторів.

Аналіз ефективності захисних заходів встановив, що після їх виконання в приміщеннях НЗ ЕРОА радону-222 перевищує гігієнічний норматив  $50 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$  (для дитячих закладів) у 90 % випадків, а норматив для житлових приміщень  $100 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$  — у 65 % випадків [10].

В цілому після реалізації протирадонових заходів в НЗ рівні ЕРОА радону-222 зросли — у 12 % випадків; не знизилися зовсім — в 10 % випадків, знизилися в 2 рази — в 33 % випадків, в 5 разів — в 31 % випадків, в 10 разів — в 10 % випадків, більш ніж в 10 разів — в 3 % випадків [10].

Однак незважаючи на те, що після реалізації контрзаходів в 60 % випадків рівні вмісту радону-222 знизились більш ніж у 2 рази, гігієнічного нормативу для НЗ  $50 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$  і навіть нормативу для житлових будівель  $100 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$  не вдалось досягти [10].

Слід зазначити, що значну похибку в отриманих показниках ЕРОА радону при повторних вимірюваннях могло дати стороннє втручання у роботу детектора під час експонування, переміщення детектора, вилучення його з місця проведення вимірювань тощо. Як з'ясувалось, у деяких районах області частину датчиків не встановлювали взагалі.

Досвід організації значної кількості вимірювань одночасно у великій кількості НЗ доводить важливість підготовчих навчально-організаційних заходів, координації та контролю.

Як наслідок, пробні протирадонові заходи в цілому по Кіровоградській області можна визначити як неефективні.

Для вибору оптимальних рішень та ефективної реалізації контрзаходів необхідно залучати фахівців з радіаційного захисту, проектні організації, проаналізувати конструкторські особливості кожної окремої будівлі, геологічні характеристики ґрунтів та джерела і шляхи потрапляння у даний будинок радону.

Таким чином у досліджених НЗ, в яких не досягнуто гігієнічного нормативу ЕРОА радону-222 у повітрі приміщень для такої категорії, необхідно за допомогою оптимізації про-

тирадонових заходів реалізувати більш складні і ефективні захисні заходи з метою зниження понаднормованого дозового навантаження від даного джерела на дитячу когорту населення.

### **Висновки**

1. Відсутність досконалої законодавчої бази, фахівців та механізмів щодо реалізації органами державної влади та органами місцевого самоврядування заходів з радіаційного захисту населення.

2. Після реалізації протирадонових заходів за результатами контрольних вимірювань встановлено, що після виконання захисних робіт в приміщеннях НЗ Кіровоградської області ЕРОА радону-222 перевищує гігієнічний норматив  $50 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$  (для дитячих закладів) у 90 % випадків, а норматив для житлових приміщень  $100 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$  — у 65 % випадків.

3. У зв'язку з виконанням робіт щодо збереження тепла та заміни вікон у більшій частині будівель навчальних закладів (понад 50 % із повторно обстежених) значно зросли показники середньорічної ЕРОА радону. До підготовки та виконання зазначених робіт не залучались фахівці з радіаційного захисту.

4. У переважній більшості НЗ рівні ЕРОА радону-222 не вдалося знизити до гігієнічного нормативу для дитячих НЗ  $50 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ , в цілому пробні контрзаходи можна вважати не ефективними.

5. Ймовірність стороннього втручання у роботу детектора під час експонування, переміщення детектора, вилучення із місця проведення вимірювань, може дати значну похибку в отриманих показниках ЕРОА. Досвід організації значної кількості вимірювань одночасно у великій кількості НЗ доводить важливість підготовчих навчально-організаційних заходів, координації та контролю.

6. НЗ, у яких не досягнуто гігієнічного нормативу за рівнями ЕРОА радону-222 у повітрі приміщень, потребують оптимізації контрзаходів для їх ефективності.

### **Література**

1. Лось И.П. Ограничение облучения техногенно-усиленными источниками природного происхождения / И. П. Лось, Т. А. Павленко // Довкілля та здоров'я. — 2003. — № 1 (24). — С. 49–54.

2. Павленко Т.О. Рівні радону в повітрі будинків України / Т.О. Павленко // Довкілля та здоров'я. — 2007. — № 2 (41). — С. 22–25.
3. Павленко Т.О. Дози опромінення населення, зумовлені техногенно-підсиленними джерелами природного походження / Т.О. Павленко // Довкілля та здоров'я. — 2008. — № 2 (45). — С. 36–38.
4. Павленко Т.А. Существующие дозы облучения населения Украины / Т.А. Павленко, И.П. Лось // Ядерна та радіаційна безпека. — 2009. — № 1. — С. 18–22.
5. Національний Канцер-реєстр України [Електронний ресурс] — Режим доступу: [http://www.ncru.inf.ua/publications/BULL\\_16/PDF/03\\_06\\_vstup%202015.pdf](http://www.ncru.inf.ua/publications/BULL_16/PDF/03_06_vstup%202015.pdf)
6. Вивчення проблематики іонізуючого випромінювання як фактора впливу на онкологічну ситуацію в Кіровоградській області : Мат. міжнар. конф. (22–23 грудня 2011 р., м. Кіровоград). — 85 с.
7. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97): Державні гігієнічні нормативи. ДГН 6.6.1.-6.5.001-98. — Київ, 1998. — 135 с.
8. Рекомендации Европейского Комитета по радиационному риску-2003. Выявление последствий для здоровья облучения ионизирующей радиацией в малых дозах для целей радиационной защиты / под ред. К. Басби с участием Р. Бертелл, И. Шмитц-Фурнаке, М. Скотт Като, А. Яблокова ; рус. изд. под ред. и с предисловием А. В. Яблокова. — М. : Зеленый Аудит, 2004. — 15 с.
9. ICRP Publication 115. Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon / ed. С.Н. Clement // Annals of the ICRP. — 2010. — Vol. 40 (1). — 64 p.
10. Фризюк М.А. Оценка эффективности противорадиационных мер, реализованных в детских заведениях Кировоградской области / М.А. Фризюк // Довкілля та здоров'я. — 2015. — № 1 (72). — С. 16–20.
11. Clavensjo B. Radon book. Measures against radon / B. Clavensjo, G. Akerblom. — Stockholm: Formas, 2007. — 140 p.
12. Доклад Научного комитета Организации Объединенных наций по действию атомной радиации : Официальные отчеты. Шестьдесят седьмая сессия. Дополнение № 46 / НКДАР ООН. — Нью-Йорк, 2012. — 32 с.
13. Про імплементацію Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони: розпорядження КМУ від 17 вересня 2014 року № 847-р.
14. Лось І.П. Огляд протирадиационних програм різних країн / І.П. Лось, Т.О. Павленко, О.М. Осадча // Гигиена населенных мест : сб. науч. трудов. — 2000. — Вып. 36, ч. 1. — С. 173–180.
15. Вимірювання активностей радону-222 у повітрі будинків методом пасивної трекової радонометрії : методичні вказівки з методів контролю МБК 6.6.2.-063-2000 / МОЗ України. — К., 2000. — 21 с.
16. Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies / S. Darby, D. Hill, A. Auvinen et al. // BMJ. — 2005. — Vol. 330 (7485). — P. 223–227.

17. Фризюк М. А. Наукове обґрунтування оптимізації протирадонових заходів для громадських будівель (на прикладі дитячих навчальних закладів Кіровоградської області) : Автореф. дис. ... канд. біол. наук / ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О. М. Марзєєва НАМН України». — К., 2013, 20 с.

### **Резюме**

Реалізація Комплексної програми захисту населення Кіровоградської області від впливу іонізуючого випромінювання дозволила обстежити понад 1700 будівель навчальних та лікувальних закладів, з них у 349 зафіксовано перевищення нормативів ЕРОА радону-222 у 5 і більше разів. Вперше в Україні застосовано обґрунтування протирадонових заходів за економічним критерієм.

**Ключові слова:** радон, опромінення дітей, протирадонові заходи, навчальні заклади.

### **Резюме**

Реализация Комплексной программы защиты населения Кировоградской области от влияния ионизирующего излучения позволила обследовать более 1700 зданий учебных и лечебных заведений, из них в 349 зафиксировано превышение нормативов ЭРОА радона-222 в 5 и более раз. Впервые в Украине применено обоснование противорадоновых мероприятий по экономическому критерию.

**Ключевые слова:** радон, облучение детей, противорадоновые мероприятия, учебные заведения.



## ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ДОЗИМЕТРІЇ ПЕРСОНАЛУ УРАНОВИХ ШАХТ УКРАЇНИ.

### ОГЛЯД

Оперчук А.П.

*Державна санітарно-епідеміологічна служба,  
м. Кіровоград*

Видобуток і первинне збагачення уранових руд є однією із самих небезпечних, а за деякими даними, самою небезпечною стадією ядерного паливно-енергетичного комплексу як для персоналу уранових шахт, так і для населення, яке проживає в районі розташування цих підприємств.

Гірські породи, з яких видобувають уран, окрім самого урану, завжди містять такі елементи як радій і радон. Хоча сам по собі уран слабо радіоактивний, руда, що видобувається, потенційно небезпечна, особливо якщо це високоякісна руда.

Видобуток урану призводить до впливу різних видів іонізуючого випромінення як на персонал, задіяний безпосередньо в видобутку, так і на населення, яке проживає в зоні дії урановидобувних підприємств, а також на навколишнє природне середовище.

Загальновідомо, що природний уран в основному складається з трьох ізотопів, що випромінюють альфа-частинки: U-238, U-235 і U-234. Крім того, ці ізотопи є і гамма-випромінювачами.

Розпад природного урану, який є не що інше як суміш урану-238, 235 та 234, причому уран-238 — основний радіонуклід (близько 99,3 %) призводить до появи багатьох радіоактивних продуктів поділу, основними з яких є торій-234 і торій-230; радій-226; радон-222, радон-220 (торон) і радон-218 (актинон), а також продукти їхнього розпаду, так звані ДПР, ДПТ, ДПА.

Ці продукти ділення урану завжди присутні в урановій руді разом з природним ураном і є основними дозоутворюючими радіонуклідами.

Уран, як хімічний елемент, радіоактивний і хімічно токсичний. Перебуваючи поза організмом, природний уран становить лише незначну загрозу через своє слабе гамма-випромінювання, за винятком тих випадків, коли його вплив носить досить тривалий характер.

Проте ситуація кардинально змінюється при вдиханні або попаданні урану всередину організму механічним шляхом (у шлунково-кишковий тракт шляхом заковтування, або через пошкоджені шкірні покриви безпосередньо в кровоносне русло). Уран, як альфа-випромінювач, потрапивши до організму людини, здійснює потужний енергетичний вплив на розташовані поблизу клітини, іонізує навколо себе тканини і рідини, спонукає виникнення вільних радикалів, тим самим запускаючи механізм виникнення хромосомних аберацій, і, як результат, підвищує ризик онкологічних захворювань у легенях, органах травлення, сечовивідної системи або кісткових тканинах.

Усі продукти розпаду урану мають різні органи-мішені і відповідно біологічні впливи на організм людини.

Наприклад, Th-234 розпадається на місці, в той час як Th-230 має тенденцію до накопичення в кісткових тканинах.

Полоній-210, як один з продуктів розпаду радону, накопичується в м'яких тканинах, а також в кістках.

Радій, як і кальцій, накопичується на поверхні кісток і, пізніше, в кісткових тканинах. Радій є відомим збудником раку кісток.

Окрім цього, уран є доволі токсичним хімічним елементом. Токсична дія урану на організм схожа з токсичною дією свинцю. В даному огляді ми не будемо розглядати токсичну дію урану, а зупинимось на радіаційних аспектах цього радіонукліда, які приводять до формування ефективної дози.

Газ радон-222, основний дозоутворюючий фактор як для персоналу уранових шахт, так і населення взагалі, є продуктом розпаду Ra-226 (продукт розпаду урану) і його період напіврозпаду дорівнює 3,82 дня. В результаті розпаду радону утворюється ланцюг інших радіонуклідів, серед яких уже є не тільки альфа-, а і бета-випромінювачі.

Аналогічним є радон-220 (торон), який є продуктом розпаду торію.

Ще одним радіоактивним газом, присутність якого можлива в повітрі робочої зони підземних гірничих виробок — це актинон, як продукт розпаду урану-235. Зважаючи на невелику кількість в природному урані ізотопу урану-235, співвідношення складає приблизно 0,7 до 93,5, актинон як радіонуклід не є значним дозоутворюючим фактором.

Багатьма дослідниками доведено, що радон (торон) і продукти їх розпаду призводять до зростання захворюваності на рак серед персоналу підземних шахт, а тим більш працівників уранових рудників.

У світовій науці, що займається радіаційно-епідеміологічними дослідженнями, основні питання, які і нині ще залишаються без відповіді в радіаційному канцерогенезі, обертаються навколо встановлення еквівалентних доз опромінення окремих органів і систем, ефективних доз опромінення всього організму і відповідно рівня ризику, коли вплив радіації діє поступово з плином часу.

Численними дослідниками, які працюють у цьому напрямку, були надані кількісні оцінки впливу опромінення на організм людини протягом понад 100 років спостережень.

Незважаючи на велику кількість досліджень, переконливі і послідовні докази виникнення стохастичних ефектів визначаються лише при відносно високих дозах, більше ніж 100-200 мЗв на рік, внаслідок коротких впливів, таких, які отримали жителі Японії після атомного бомбардування, аварійний персонал Чорнобильської атомної електростанції, пацієнти при лікуванні доброякісних або злоякісних пухлин, а також працівники, які мали дуже високі надходження радіонуклідів, наприклад радію серед набору для художників або плутонію серед працівників заводу «Маяк».

Та чи не було б важливіше робити висновки, що ґрунтуються на більш репрезентативних дослідженнях тих осіб, які піддаються впливу «низьких» рівнів іонізуючого випромінювання протягом багатьох років, а не за досить короткий проміжок часу як у 1945 чи 1986 році?

Такі питання, які дозволять краще зрозуміти вплив іонізуючого випромінювання на організм, ще раз вказують на важливість проведення радіаційно-епідеміологічних досліджень, що ґрунтуються на високоякісній дозиметрії та інтерпретації отриманих доз, детальних спостереженнях за когортами працюючих і населення, а також епідеміологічною методологією високої якості.

Основним висновком світових досліджень є те, що незважаючи на складність визначення, подальші дослідження необхідно проводити в напрямку встановлення еквівалент-

них доз внутрішнього опромінення органів, удосконалюючи систему дозиметрії внутрішнього опромінення, особливо від альфа-випромінювачів.

Дослідження радіаційно-гігієнічних чинників, що впливають на виникнення стохастичних ефектів у працівників уранових шахт України, за час незалежності України практично не виконувались, якщо не враховувати дослідження, які проводили самі підприємства. Втім, ці роботи мали несистемний характер, інтерпретація результатів (враховуючи складність проведення відбору проб зразків сечі) доволі сумнівна і тому зробити певний аналіз, а тим більше висновки, було неможливо.

Останнє ґрунтовне дослідження в даній галузі на Україні, що становить інтерес для науки, було проведено колективом авторів Інституту біофізики СРСР ще за часів Радянського Союзу.

Підходи до оцінки «доза-ефект» є фундаментальними і широко застосовуються в світі для оцінки ризиків. Практично всі дослідницькі групи в світі використовують дані методи в своїй практиці. Але суттєвим недоліком проведення таких досліджень є достовірність обрахованих еквівалентних і ефективних доз, особливо тих, що стосуються внутрішнього опромінення.

Справа в тому, що встановити дозу зовнішнього опромінення не є надскладним завданням, враховуючи стан дозиметрії від зовнішнього опромінення. Для вирішення цієї задачі світовою наукою і практикою розроблено багато різних типів дозиметрів гамма- і рентгенівського опромінення, які максимально достовірно встановлюють ефективну дозу.

Що ж стосується доз внутрішнього опромінення від радіонуклідів природного походження (які в основному є альфа-випромінювачами), то тут задача набагато складніша, враховуючи специфіку самого виду альфа-випромінення.

Існуючі нині методи визначення внутрішнього опромінення є занадто складними і специфічними. Основним методом, який використовує більшість дослідників у світі, є визначення того чи іншого радіонукліда в продуктах виведення із організму (в сечі).

Що стосується досліджень і визначення дози внутрішнього опромінення шахтарів уранових рудників, то, на перший

погляд, проведення даного виду вимірювань є найбільш достовірною методикою, яка дозволяє максимально вірогідно встановити дозу внутрішнього опромінення. Але це тільки на перший погляд. При проведенні лабораторних досліджень 80 % успіху в правильності визначення тієї чи іншої речовини (в нашому випадку — урану) в досліджуваному зразку, залежить від умов і правильності відбору проби, її доставки, тощо.

Зважаючи на те, що при дослідженні проб зразків сечі, досліднику приходиться мати справу з дуже малими активностями (концентраціями) урану у зразках і навіть саме незначне порушення правил відбору і доставки проб призводить до значних викривлень результатів, що і стало причиною неможливості інтерпретації результатів досліджень, які були проведені серед шахтарів ДП «СхідГЗК» в якості експерименту. До цього також слід додати високу вартість і обмеженість за кількістю проведення даного виду робіт.

Виникає питання пошуку іншого методу максимально достовірного встановлення дози внутрішнього опромінення шахтарів, який би був, по-перше, максимально достовірний, а по-друге, дешевшим і більш масовим. Крім цього, бажано, щоб метод встановлення дози внутрішнього опромінення включав в себе можливість оперативного прогнозування можливої дози і відповідно прийняття заходів до її зниження.

На наш погляд, рішенням цієї надскладної задачі є проведення індивідуального моніторингу виробничого середовища, в якому знаходиться робітник. Індивідуальний моніторинг робочого середовища дозволить максимально достовірно визначати не тільки еквівалентні дози внутрішнього опромінення і ефективну дозу організму взагалі, а й оперативно приймати адміністративні рішення щодо її зниження (недопущення).

В даний час для персоналу уранових шахт французькою фірмою «Algade» розроблені індивідуальні пробовідбірники для встановлення ефективної дози радіонуклідів природного походження. Існують також російські і канадські аналоги. Дані пробовідбірники методом прокачування повітря робочої зони вимірюють альфа-активні довгоживучі радіонукліди уранового і торієвого рядів (ДЖАУ), а також продукти розпаду радону (ДПР) за рівнями «прихованої» енергії.

Крім цього, дані індивідуальні пробовідбірники мають датчики для реєстрації потужності зовнішнього гамма-опромінення. Практично дані пробовідбірники враховують всі значимі показники радіаційної обстановки на робочому місці і дозволяють обрахувати (оцінити) індивідуальну ефективну дозу конкретного працівника.

На жаль, в урановидобувній галузі України індивідуальні дозиметри такого типу не застосовуються і обрахунок індивідуальних ефективних доз опромінення проводиться розрахунковим методом на основі даних загального періодичного радіаційного моніторингу робочих місць.

Без сумніву, використання індивідуальних пробовідбірників даного виду дозволяє максимально достовірно проводити індивідуальний радіаційний моніторинг робочого середовища, і при правильній інтерпретації результатів максимально точно встановити величину ефективної дози працюючого.

Застосування індивідуальних пробовідбірників дає нам можливість максимально точно обрахувати ефективну дозу внутрішнього опромінення за даними більш достовірного моніторингу виробничого середовища, при врахуванні й інших суттєвих факторів які впливають на формування ефективної дози. До цих факторів належать:

- застосування засобів індивідуального захисту органів дихання;
- розмір пилових частинок або інших аерозолів (АМАД);
- розчинність мінералів (до складу яких входить уран) у біологічних рідинах організму, що впливає на швидкість виведення урану з організму;
- забруднення радіоактивними елементами спецодягу;
- характер і вид виконуваних робіт.

Для того, щоб коректно аргументувати наші припущення, необхідно зупинитись на кожному із факторів окремо.

1. Застосування засобів індивідуального захисту органів дихання дозволяє суттєво (залежно від типу і виду засобу) зменшити надходження в організм радіоактивного пилу і знизити дозу від довгоживучих радіонуклідів (ДЖАУ) на верхні дихальні шляхи і легені в рази, в залежності від типу і виду самого респіратора. Проте ефективність респіраторів щодо обмеження надходження радону і його ДПР — близька до нуля.

2. Розмір частинок радіоактивних аерозолів, або середній аеродинамічний діаметр активності AMAD (Activity median aerodynamic diameter), ще один важливий показник надходження радіонуклідів у організм.

Загальновідомо, що частинки діаметром менше 5–10 мкм проникають найглибше в легені і там депонуються до їх виведення з організму. Частинки таких розмірів не затримуються відомими типами респіраторів.

Частинки більшого розміру осідають у верхніх дихальних шляхах, і більша їх частина виводиться з організму безпосередньо після закінчення робіт шляхом відкашлювання або відхаркування. Крім цього, більшість таких частинок затримуються засобами індивідуального захисту працюючого. Тому вивчення розміру пилових (аерозольних) частинок важливе у визначенні дозових навантажень.

3. Розчинність мінералів у біологічних рідинах організму ще один важливий фрагмент у формуванні дози внутрішнього опромінення. В залежності від цього показника є час перебування радіонукліда в певному органі і організмі в цілому, і відповідно у формуванні дози опромінення.

4. Забрудненість спецодягу радіонуклідами має важливе значення для формування еквівалентної дози на шкіру, а також на можливість надходження радіонукліда в організм через пошкоджені ділянки шкіри.

5. Характер і вид виконуваних робіт впливають на загальний фізіологічний стан організму працюючого. Нерадіаційні фактори виробничого середовища, зокрема важкість робіт, шум, вібраційні навантаження, мають велике значення для формування дози, оскільки виконання робіт підвищеної важкості та напруженості, шумових та вібраційних навантажень приводить до посилення обмінних процесів в організмі, що в свою чергу викликає підвищення частоти і глибини дихання, тим самим збільшуючи об'єм споживання повітря і відповідно надходження радіонуклідів до організму.

Зважаючи на викладені аргументи, маючи достовірні дані індивідуального моніторингу, ми з максимально можливою достовірністю можемо розрахувати індивідуальну дозу внутрішнього опромінення зокрема, і ефективну дозу взагалі.

Для цього необхідно при розрахунку доз для шахтарів уранових шахт розрахувати і встановити відповідні коефіцієнти у формульному підході.

На даний час, в «Керівництві з розрахунку індивідуальних доз опромінення персоналу ДП «СхідГЗК» та населення», яке розроблено фахівцями підприємства та погоджене з Міністерством охорони здоров'я, наведені вище показники не враховані.

Необхідно також зазначити, що на сьогодні періодичний моніторинг виробничого середовища за радіаційними факторами проводиться відповідно до «Методических указаний по контролю радиационной обстановки на урановых рудниках» і «Методических указаний по индивидуальному дозиметрическому контролю внешнего и внутреннего облучения персонала урановых рудников», які були видані ще 1987 року і дотепер не переглядались.

**Все це призводить до викривлення результатів індивідуальної дозиметрії шахтарів, можливого заниження показників ефективної дози для певних когорт працюючих і відповідно збільшення ризиків виникнення стохастичних ефектів.**



**СУЧАСНІ АСПЕКТИ ПРИ ВИВЧЕННІ РАДІАЦІЙНОЇ МЕДИЦИНИ  
У ЗВ'ЯЗКУ З 30-РІЧЧЯМ  
АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС**

**Ткаченко М.М., Поперека Г.М., Містряков В.М.**

*Національний медичний університет  
ім. О.О. Богомольця, Київ*

Тридцять років після Чорнобильської катастрофи продемонстрували, що заходи з ліквідації її наслідків вимагали і будуть вимагати мобілізації не тільки великих промислових та економічних ресурсів, але й залучення значних засобів охорони здоров'я і медичної науки. Медична політика, пов'язана з Чорнобильською аварією, зазнала змін підчас накопичення інформації про масштаби катастрофи, переоцінки радіаційного ризику і надання лікувальної допомоги постраждалому населенню (учасникам ліквідації наслідків аварії, евакуйованому населенню, та особам, які проживають на радіаційно забруднених територіях). Здоров'я потерпілого населення повинно розглядатися не лише як медико-фізична, але і як соціальна та економічна категорія, від стану і тенденцій розвитку якої залежать майбутні добробут і безпека всього суспільства.

Сучасні вимоги щодо радіаційної безпеки в країні, які можуть виникнути внаслідок надзвичайних ситуацій (терористичні акти, військові конфлікти, аварії тощо), геополітична нестабільність та значні коливання цін на органічне паливо призводять до неможливості існування світової економіки без розвитку атомної енергетики. Отже поглиблене вивчення радіаційної медицини сьогодні є конче необхідним.

Набуті знання з радіаційної медицини допомагали і можуть допомогти майбутньому лікарю більш ефективно зберігати життя, здоров'я і працездатність людей після дії іонізуючого опромінення.

Усвідомлення важливості радіаційної медицини, її значення для розв'язання важливих проблем охорони здоров'я людини, запобігання негативним соматичним, генетичним і канцерогенним наслідкам в організмі людини має важливе значення. Тому є своєчасною теоретична і практична підготовка з радіаційної медицини студентів вищих медичних нав-

чальних закладів відповідно до вимог Болонського процесу, за Європейською кредитною трансферно-накопичувальною системою (ЄКТС). Радіаційна медицина викладається на 5-му курсі навчання, має 1,5 кредиту (45 годин) і складається з 6 годин лекцій, 14 годин практичних занять та 25 годин самостійної роботи студента.

Державні стандарти вищої медичної освіти (ОКХ і ОПП) вимагають від випускника навчального закладу знань етіології, патогенезу та клінічних проявів гострого радіаційного ураження, уміння надавати допомогу хворим, визначати тактику ведення постраждалих від впливу іонізуючого випромінювання. Тому при вивченні предмета завжди особливу увагу приділяють вивченню етіології, патогенезу, діагностики, клініки і лікуванню гострої променевої хвороби, викликані зовнішнім і внутрішнім опроміненням, променевих опіків, а також комбінованих променевих уражень.

У курсі розглядаються питання впливу малих доз іонізуючого опромінення на організм людини, принципи диспансеризації персоналу, що працює у сфері дії іонізуючого випромінювання, учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС і населення, яке проживає на територіях, забруднених радіонуклідами. Висвітлюються положення та принципи надання медичної допомоги, проведення профілактичних і лікувальних заходів названим особам.

Мультидисциплінарність радіаційної медицини зумовлює широту її методологічної основи. Лекції та практичні заняття будуються на сучасних вітчизняних і зарубіжних даних у галузі радіобіології і радіаційної медицини, радіоекології, ядерної фізики з урахуванням досвіду, здобутого при ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС та інших ядерних аваріях.

Заняття проводяться на кафедрі радіології та радіаційної медицини Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця і на клінічній базі — в підрозділах Інституту клінічної радіології Національного наукового центру радіаційної медицини НАМН України. Засвоєння студентом знань з дисципліни контролюється із застосуванням комп'ютерних тестів формату А, розв'язуванням ситуаційних задач, аналізу і оцінки результатів діагностичних досліджень та лікувальних засобів, написання історії хвороби та володіння практичними навичками.

Актуальність дисципліни змінила відношення студентів до предмета. Вивчення радіаційної медицини викликає зацікавленість, про що говорить велика відвідуваність занять, цікаві доповіді і презентації, жваві дискусії та обговорення, багаточисленні запитання. Наша мета навчити аналізувати і синтезувати отримані знання, оцінювати радіаційні ризики, вивчати набутий досвід подолання медичних наслідків аварії на ЧАЕС і Фукусімі, трансформувати знання та навички в залежності від обставин.

На жаль, з кожним новим навчальним планом зменшується кількість як лекційних, так і практичних годин з вивчення студентами радіаційної медицини, а з 2012 року радіаційна медицина як дисципліна не викладається студентам стоматологічного факультету. В країні, яка постраждала від найбільшої у світі радіаційної аварії, з існуючою військовою та терористичною загрозою, лікар-стоматолог, випускник вищого медичного навчального закладу, не буде знати медичних, психологічних, радіобіологічних та радіоекологічних наслідків дії радіації.

Переоцінки радіаційного ризику змінюють світогляд студентів, спеціально сформовані знання, освіта з елементами радіаційної безпеки є фундаментом професійної культури та світогляду майбутнього лікаря.

## СУЧАСНА ТАКТИКА МЕДИЧНОГО РЕАГУВАННЯ ПРИ РАДІАЦІЙНИХ АВАРІЯХ ТА ЯДЕРНОМУ ТЕРОРИЗМІ

**Мечев Д.С., Мурашко В.О., Рушак Л.В., Щербіна О.В.**

*Національна медична академія післядипломної освіти  
ім. П.Л.Шупика, Київ*

Як відомо, наслідки від дії радіаційних факторів, які неодмінно супроводжують радіаційні аварії (РА), а також у разі застосування радіаційної зброї у випадках терористичних актів, можуть негативно впливати на здоров'я населення. Від своєчасно і кваліфіковано наданої медичної допомоги, тобто від тактики медичного реагування відповідних закладів охорони здоров'я, значною мірою залежить здоров'я населення і прогноз кожного ураженого. Країна повинна забезпечити медичну готовність допомогти постраждалим при радіаційних надзвичайних ситуаціях, включаючи можливі соматичні і психологічні розлади.

Міжнародним агентством з атомної енергії (МАГАТЕ) фізичний захист (охорона) в рамках ядерної безпеки розглядається як один із заходів щодо захисту від ядерного тероризму та розповсюдження ядерної зброї. На території України розташована значна кількість об'єктів, де використовуються радіоактивні речовини. Одним із основних напрямків діяльності щодо попередження ядерного тероризму та розповсюдження ядерної зброї можна віднести протидію незаконному обігу ядерних та інших радіоактивних матеріалів. Це повинно знизити вірогідність терористичних актів з використанням джерел іонізуючого випромінювання (ДІВ).

У сучасних умовах з найбільшою вірогідністю можуть мати місце такі радіаційні інциденти:

- руйнування радіологічних об'єктів, в тому числі і ядерних реакторів;
- використання ядерної зброї або шантаж загрозою її застосування;
- несанкціоноване потрапляння ДІВ у навколишнє середовище, що вважається радіаційною аварією;
- використання радіаційної зброї — «брудної бомби» — ядерний тероризм.

Найбільш небезпечними вважаються РА на атомних електростанціях, науково-дослідних ядерних установках або на спецкомбінатах, де зберігають радіоактивні відходи, що утворюються від експлуатації ядерного реактора та інших джерел випромінювання. Часто радіаційні аварії трапляються при використанні ДІВ у промисловості, медицині, при наукових дослідженнях. Погано організований фізичний захист сприяє можливості викрадення ДІВ, унаслідок чого вони потрапляють в умови, де грубо порушуються правила радіаційної безпеки.

Актуальним фактором сучасних політичних обставин є міжнародний тероризм. Об'єктами тероризму можуть стати недостатньо захищені АЕС, пункти поховання радіоактивних відходів, а також застосування радіаційної зброї (брудної бомби) у місцях скупчення населення. «Брудна бомба» — радіоактивне джерело або пакунки з території РА, які можуть використовуватись разом з вибуховим (диспергуючим) пристроєм для радіоактивного забруднення зовнішнього середовища.

Джерелами радіоактивних речовин для створення «брудної бомби» є відпрацьоване ядерне паливо (ВЯП), радіоактивні ізотопи різних хімічних елементів, утворені за допомогою прискорюючих систем, радіофармацевтичні препарати, що використовуються в практиці променевої терапії і радіонуклідної діагностики, у промисловості і наукових дослідженнях, а також зібрані в контейнери радіоактивні відходи. Все це може розпилюватися оператором з літаків, гелікоптерів, а також безпосередньо на землі. Пристрої, що розсіюють радіоактивність («брудні бомби»), мало небезпечні за своєю фізичною дією, але становлять велику загрозу у психологічному і економічному плані.

Головний чинник «брудної бомби» — психологічний — страх піддатися дії радіації і отримати внаслідок цього рак чи інші захворювання. Це спонукає багато людей бігти, і як наслідок — травми, серцеві напади, психічні розлади та інші порушення здоров'я. Руйнування ядерних і радіологічних об'єктів може бути причиною радіоактивного забруднення великих територій, що зумовлює дію радіаційних факторів на населення.

Під час бойових дій кинуті без нагляду ДІВ потрапляють у навколишнє середовище, в результаті цього з ними контактують військовослужбовці і населення, не підозрюючи про небезпеку.

Таким чином, при радіаційних аваріях, а також застосуванні радіаційної зброї в тій чи іншій формі можуть мати місце негативні біологічні (соматичні) та психологічні ефекти у населення.

Тактика медичного реагування і організація медичної допомоги в умовах ведення бойових дій, ліквідації наслідків радіаційних аварій і терористичних актів на радіологічних об'єктах має певні особливості. Медична служба країни разом із відповідними формуваннями цивільного захисту перш за все має виконати чотири основні завдання:

1. Здійснити сортування постраждалих залежно від необхідності медичної допомоги за життєвими ознаками.

2. Організувати надання першої медичної допомоги особам, які беруть участь у ліквідації РА, а також окремим особам із населення, які її потребують, у першу чергу — дітям і жінкам.

3. Організувати і провести дозиметричний контроль, у разі потреби — санітарну обробку осіб (часткову або повну), які прибули з радіаційно забрудненого об'єкту та забруднених територій, а також забезпечити чистим одягом та взуттям або здійснити їх дезактивацію.

4. Визначити відповідні контингенти, за якими слід проводити медичний нагляд в теперішній час і в майбутньому.

Аналіз досвіду ліквідації наслідків радіаційних аварій, катастроф і стихійних лих свідчить, що, незалежно від походження надзвичайної ситуації та її масштабу, організація і надання невідкладної медичної допомоги повинні здійснюватися в першу чергу силами лікувально-профілактичних закладів, максимально наближених до місць локалізації радіаційно небезпечних об'єктів або місць виникнення надзвичайних ситуацій. Основою системи лікувально-евакуаційного забезпечення залишається принцип «етапного лікування з евакуацією за призначенням».

При виникненні будь-якої локальної РА надання невідкладної медичної долікарської і лікарської допомоги здійснюється

ся силами підприємства, на якому сталася РА. Для цього використовуються аптечки і засоби для ліквідації аварій, які повинні бути на кожному радіологічному об'єкті.

Після цього постраждалого направляють у медичний заклад, який територіально обслуговує даний район. Слід звертати особливу увагу на забезпечення безперервної медичної допомоги під час евакуації постраждалого до наступного медичного закладу.

У разі великої кількості потерпілих для надання медичної допомоги залучаються медичні заклади Державної служби медицини катастроф (ДСМК), яка створена в системі МОЗ України на двох рівнях — центральному і територіальному.

До медичних закладів центрального рівня належить Український науково-практичний центр екстреної медичної допомоги та медицини катастроф. Він є особливим видом державної аварійно-рятувальної служби, що функціонально об'єднує медичні формування: на дошпитальному етапі — бригади швидкої медичної допомоги, а також спеціалізовані бригади постійної готовності для надання медичної допомоги і лікування постраждалих у надзвичайних ситуаціях, зокрема, у разі радіаційних та радіаційно-ядерних аварій або терористичних актів.

Постраждалим надається кваліфікована медична допомога, при необхідності хворого госпіталізують до спеціалізованого медичного закладу, де є умови для надання медичної допомоги в повному обсязі з урахуванням дози і локалізації опромінення. Надання кваліфікованої медичної допомоги в перші години після ураження дає можливість забезпечити постраждалому найкращий прогноз.

Важливим завданням є також попередження переопромінення військовослужбовців, які залучаються до ліквідації наслідків аварії, включаючи санітарно-епідеміологічну обробку з дезактивацією обмундирування, спецодягу, техніки та озброєння як у районах дії військ, так і в місцях проживання населення. При недотриманні правил радіаційної безпеки ставиться під загрозу здоров'я медичного персоналу.

На територіальному рівні надання медичної допомоги при невеликій кількості потерпілих здійснюється персоналом медико-санітарних частин об'єктів, де сталася аварія, а та-

кож заздалегідь визначених спеціалізованих лікувально-профілактичних закладів радіологічного профілю. Для надання спеціальної медичної допомоги можуть залучатися фахівці різних спеціальностей інших медичних закладів.

Згідно з розробленою програмою під час ліквідації наслідків Чорнобильської аварії ці завдання вирішувались одночасно і в зонах відчуження, і на територіях військових округів, куди скеровували частини протихімічного захисту, які готувались для відправки в район ЧАЕС.

Щоб запобігти переопроміненню, реалізували розроблену комплексну систему контролю за станом здоров'я ліквідаторів, включаючи медичне свідоцтво, що видавалося військово-лікарськими комісіями особам, які направлялись в район ЧАЕС, здійснювався періодичний лікарський контроль у процесі роботи в зоні, стаціонарне обстеження осіб, які отримали дозу вище 250 мЗв (25 бер) з наступним динамічним спостереженням після закінчення відповідних робіт.

Усім ліквідаторам аварії один раз на тиждень, а також відразу після опромінення в дозах 50 мЗв (5 бер) і більше, проводився аналіз крові.

В подальшому планували інші напрямки в роботі медиків, такі як диспансерне медичне спостереження за станом здоров'я особового складу, який здійснював радіаційно-небезпечні заходи, а також членів сімей військовослужбовців, які тимчасово проживали на радіаційно-забруднених територіях.

З огляду на розповсюдженість евакуйованого населення і необхідність виконання великого обсягу робіт у короткий термін, слід розгортати мобільні медичні бригади для проведення медичних оглядів, здійснення гематологічних і дозиметричних досліджень.

Таким чином, найважливішим завданням медичної служби у випадку надзвичайних ситуацій з наявністю радіаційного забруднення є організація та проведення системи заходів з надання потерпілим медичної допомоги, збереження їх життя та швидкого відновлення бое- та працездатності, запобігання розповсюдженню радіоактивних речовин. Ефективність виконання цього завдання досягається чітким засвоєнням знань та своєчасним виконанням медичною служ-



бою вимог сучасної системи лікувально-евакуаційного забезпечення при радіаційних аваріях на радіологічних та ядерних об'єктах, а також у випадках радіаційного тероризму.

Радіаційні аварії і застосування радіаційної зброї у випадках терористичних актів можуть негативно впливати на здоров'я населення — викликати біологічні і психологічні ефекти у населення. Тактика медичного реагування і організація медичної допомоги в умовах ведення бойових дій, ліквідації наслідків радіаційних аварій і терористичних актів має певні особливості.

**Ключові слова:** радіаційні аварії, терористичні акти, радіаційна зброя, джерела іонізуючого випромінювання, медична допомога.

Радиационные аварии и применение радиационного оружия в случае террористических актов могут оказывать отрицательное влияние на здоровье населения — вызывать соматические и психологические эффекты у населения. Тактика медицинского реагирования и организация медицинской помощи в условиях ведения боевых действий, ликвидации последствий радиационных аварий и террористических актов имеет определенные особенности.

**Ключевые слова:** радиационные аварии, террористические акты, радиационное оружие, источники ионизирующего излучения, медицинская помощь.

**Annotation.** Radiation failures and applications of radiation weapon in the cases of assassinations can negatively influence on a health population — to cause biological and psychological effects in a population. Tactic of the medical reacting and organization of medicare in the conditions of conduct of battle actions, liquidation of consequences of radiation failures and assassinations, has certain features.

**Keywords:** radiation failures, assassinations, radiation weapon, sources of ionizing radiation, medicare.

#### Література

1. Ядерні аварії (медичні аспекти). Навчальний посібник / В.Ф. Торбін, В.В. Вороненко, О.С. Левченко, Ю.М. Скалецький. — Київ, 2013. — 255 с.

2. Логановський К.М., Рушак Л.В. Науково-практичне обґрунтування медичного й психолого-психіатричного реагування при радіаційних аваріях, ядерному тероризмі і застосування тактичної та стратегічної ядерної зброї // Радіологічний вісник. — № 3–4 (56–57). — 2015. — С. 19–22.

3. Организация санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий при радиационных авариях: [руководство]. — М.: ФГУ ВЦМК «Защита» Росздрав, 2005. — 356 с.

4. Організація медичної допомоги при здійсненні терактів шляхом застосування радіологічної та ядерної зброї / Л.В.Рушак, В.О. Мурашко, М.В. Соколовська, І.М. Пельо // Проблеми військової охорони здоров'я : Зб. наук. пр. УВМА. — Вип. 42, т. 1. — 2014. — С. 441–448.

## **ОСОБЕННОСТИ ТОКСИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ У ЛИЦ, ПОДВЕРГШИХСЯ ХРОНИЧЕСКОМУ АВАРИЙНОМУ ОБЛУЧЕНИЮ**

**Мозерова Е.Я.**

*Государственное бюджетное учреждение  
здравоохранения «Челябинский областной клинический  
онкологический диспансер», Челябинск, Россия*

**Цель исследования.** Выявление особенностей токсических эффектов лучевой терапии у больных злокачественными новообразованиями, ранее подвергшихся хроническому облучению, обусловленному деятельностью комбината «Маяк».

**Материалы и методы исследования.** Выполнен ретроспективный анализ данных медицинской документации. Критерии включения в исследование: 1) установленный диагноз злокачественной опухоли солидного характера; 2) локализованный или местнораспространенный характер опухоли; 3) проведение дистанционной лучевой терапии в качестве самостоятельного метода лечения, либо в составе комплексного и комбинированного методов; 4) указание на хроническое радиационное воздействие в анамнезе для пациентов основной группы.

Основная группа исследования составила 89 пациентов. Для анализа дозовой зависимости исследуемых эффектов у пациентов с хроническим радиационным воздействием (ХРВ) в анамнезе использовались поглощенные дозы на красный костный мозг (ККМ) и дозы на мягкие ткани (МТ). В основной группе средняя поглощенная доза на ККМ, обусловленная ХРВ, составила 0,360 Гр. Средняя поглощенная доза на МТ составила 0,048 Гр. Контрольная группа была сформирована из 182 пациентов, не подвергавшихся предшествующему радиационному воздействию. Пациенты основной и контрольной группы были сопоставимы по основным клиническим и терапевтическим параметрам.

### **Результаты исследования**

Результаты проведенной работы демонстрируют отсутствие значимых различий в частоте токсических эффектов лучевой терапии (ЛТ) в здоровых тканях ( $p = 0,958$ ). Не от-

мечено значимых различий по степени тяжести реакций ( $p = 0,216$ ). При оценке гематологических показателей до начала лучевой терапии и в среднем через 2 недели после начала облучения отмечены значимые различия в относительном количестве моноцитов в процессе лучевой терапии ( $p = 0,017$ ). Снижение относительного количества лимфоцитов в периферической крови пациентов основной группы составило 40 %, в контрольной — 16% ( $p < 0,001$ ). Снижение медианы относительного содержания моноцитов в основной группе составило 20 %, в контрольной группе относительное количество моноцитов не изменилось ( $p < 0,001$ ). В подгруппе больных раком головы и шеи отмечено снижение содержания абсолютного количества лимфоцитов ( $p = 0,026$ ) и моноцитов ( $p = 0,042$ ) в процессе ЛТ у пациентов основной группы по сравнению с контрольной. Выявлено значимое различие в исходном содержании эритроцитов ( $p = 0,006$ ) и гемоглобина ( $p = 0,006$ ) в показателях крови больных раком легкого. При анализе факторов радиационной и нерадиационной природы с помощью критерия  $\chi^2$ , установлено, что на частоту токсических эффектов лучевой терапии в здоровых тканях значимо влияли: локализация опухоли ( $p < 0,001$ ), стадия заболевания ( $p = 0,002$ ), режим фракционирования ( $p = 0,022$  для основной группы и  $p=0,015$  в контрольной). Для пациентов основной группы также значимым оказалось влияние возраста ( $p = 0,011$ ). Не было установлено влияния параметров предшествующего хронического радиационного воздействия на частоту и тяжесть явлений лучевой токсичности, количество перерывов в процессе лечения.

### **Выводы**

При оценке частоты и тяжести токсических эффектов лучевой терапии у онкологических больных с хроническим радиационным воздействием в анамнезе, по сравнению с ранее не облучавшимися больными, не установлено статистически значимых различий. Факторы, влияющие на частоту и тяжесть реакций тканей на ЛТ соответствовали современным радиобиологическим представлениям о развитии ее токсических эффектов ЛТ. Результаты сравнительного анализа гематологических показателей у онкологических больных с ХРВ и пациентов, ранее не облучавшихся, подтверждают ранее полученные *in vitro* данные.

**АНАЛІЗ ІНФОРМАТИВНОСТІ  
МІЖНАРОДНИХ БАЗ ДАНИХ  
ЩОДО ПИТАНЬ МЕДИЧНИХ НАСЛІДКІВ  
АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС**

**Артамонова Н.О., Павліченко Ю.В.**

*ДУ «Інститут медичної радіології ім. С.П. Григор'єва  
НАМН України», Харків*

За тридцять років накопичено великий обсяг знань, видано сотні тисяч статей, книг, методичних документів і різних оглядових матеріалів. Для їх аналізу, систематизації та виявлення перспективних напрямків проводилися наукометричні дослідження, де з різних поглядів надано кількісну оцінку тенденцій розвитку проблем, що виникли після аварії на ЧАЕС [1–6]. Незважаючи на це актуальність наукометричного опрацювання публікацій не втрачає своєї значущості.

**Метою роботи** є оцінка інформативності та пошукових можливостей міжнародних баз даних щодо питань медичних наслідків Чорнобильської аварії.

Проведено аналіз відображення наукових публікацій щодо медичних наслідків Чорнобильської аварії в базах даних INIS (МАГАТЕ), Medline (на PubMed) та Science Direct. За результатами було знайдено 11473 документи, в тому числі 6445 – БД INIS, 3397 – БД Medline і 1631 – Science Direct.

Аналіз динаміки публікацій свідчить про їх найбільшу кількість у 1991, 1996, 2001, 2006 та 2011 роках, що, на нашу думку, пов'язано з появою в цей період підсумовуючих та оглядових публікацій.

Для забезпечення достовірності результатів пошуку, з урахуванням можливостей окремого інформаційного ресурсу, було досліджено покриття контенту з використанням ключових слів та словосполучень, які відображені у MeSH-словнику БД Medline, за кожним ресурсом.

Порівняльний аналіз свідчить про те, що з трьох інформаційних ресурсів Medline безумовно покриває найбільший спектр контенту щодо медичних наслідків аварії на ЧАЕС (chernobyl effects — 23,0 %, chernobyl cancer — 16 %, chernobyl children — 14 %, chernobyl health — 12 % та chernobyl thyroid cancer — 11 %). В INIS та Science Direct

переважну кількість публікацій склали питання щодо «chernobyl effects» та «chernobyl health» — 35 %, 33 % та 23 %, 21 % відповідно, що можна пояснити більш широким спектром покриття публікацій щодо питань екологічних, епідеміологічних, фізичних та інших ефектів.

Подальший аналіз проведено з урахуванням специфіки та можливостей кожного ресурсу надавати кількісні показники за результатами кожного пошуку.

За допомогою Science Direct можливо отримати перелік журналів, знайдених за результатами пошуку, розподіл за роками, ключовими словами.

Розподіл публікацій по країнах надає БД INIS. Так, за тематикою медичних наслідків після аварії на ЧАЕС отримано перелік країн — МАГАТЕ (29 % публікацій), США (16 %), України (15 %), Франції (14 %), Білорусії (13 %), Російської Федерації (5 %) Великої Британії та Японії по 4 % відповідно. INIS надає також розподіл публікацій за роками, мовами. На жаль, Medline пропонує тільки кількісний розподіл публікацій.

Таким чином, проведений аналіз пошукових можливостей інформаційних ресурсів свідчить про те, що безперечним лідером для отримання релевантної інформації слід вважати INIS як спеціалізованого ресурсу з ядерної енергетики. Більш зручним для пошуку є Medline, що покриває найбільший спектр контенту щодо медичних наслідків аварії на ЧАЕС (chernobyl cancer — 16 %, chernobyl children — 14 % та chernobyl thyroid cancer — 11 %).

## Література

1. Наукометричний аналіз засобів наукової комунікації з проблем медичних наслідків Чорнобильської аварії / Н. О. Артамонова, А. Є. Горбань, Г. В. Кулініч та ін. // Укр. радіол. журн. — 2014. — Т. XXII, вип. 3. — С. 48–52.
2. Негери Б. INIS: разработка пакета информационных ресурсов по Чернобыльской катастрофе и ее последствиям / Б. Негери, А. Толстенков, С. Ридер // Информация и инновации. — 2007. — № 1. — С. 27–33.
3. Приоритетные направления научных исследований по радиационной медицине в отдаленный период после Чернобыльской катастрофы: науковедческий анализ информационных потоков / В. Г. Бебешко, Д. А. Базыка, А. А. Чумак, А. З. Запесочный и др. // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. — 2009. — Вип. 14. — С. 250–258.

4. Вернер А. И. Наукометрический анализ радиационной кардиологии / А. И. Вернер // Междунар. конф., посвященная 100-летию со дня рождения Н. В. Тимофеева-Ресовского: Минск, Беларусь, 17–18 октября 2000 г. — С. 192–194.
5. Мриглод О. І. Реакція наукової спільноти на чорнобильську аварію: аналіз розвитку тематики публікацій / О. І. Мриглод, Ю. В. Головач // Вісн. НАН України. — 2012. — № 7. — С. 59–69.
6. Евдокимов В. И. Наукометрический анализ информационных материалов по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС (1987–2010 гг.): [библиографический указатель: учебное пособие по программам дополнительного профессионального образования в учреждениях МЧС России] / В. И. Евдокимов, Т. В. Ермоленко. — Санкт-Петербург : Политехника-сервис, 2012. — 163 с.

**ЗАХВОРЮВАНІСТЬ НА РАК ТІЛА МАТКИ  
НА ТЕРИТОРІЯХ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ,  
ПОСТРАЖДАЛИХ ВНАСЛІДОК АВАРІЇ  
НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АТОМНІЙ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ**

**Кривокульський Б.Д., Шкробот Л.В.,  
Кривокульський Д.Б.**

*Комунальна установа Тернопільської обласної ради  
«Тернопільський обласний клінічний онкологічний  
диспансер», Тернопіль*

Унаслідок аварії на ЧАЕС забруднення від радіації отримали більше 2 тис. населених пунктів з 12 областей України.

**Мета дослідження** — проаналізувати захворюваність на рак тіла матки (РТМ) у двох районах Тернопільської області, що постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС за останні 30 років.

Як свідчать статистичні дані Тернопільського обласного клінічного онкологічного диспансеру, найменший рівень захворюваності по Тернопільській області був у 1986 році і склав 6,8 на 100 тис. жіночого населення, а найвищий у 2010 році — 36,8 на 100 тис. жіночого населення, приріст захворюваності склав у середньому +1,33 щорічно. У Чортківському районі найнижчий рівень захворюваності спостерігався у 1987 р. і становив 5,6 на 100 тис. жіночого населення, найвищий у 2012 р. — 45,9 на 100 тис. У Заліщицькому районі найнижчий рівень захворюваності спостерігався у період 1986–1988 роки і становив 3,6 на 100 тис. жіночого населення, найвищий у 2015 році становив 67,8 на 100 тис.

У процесі дослідження наслідків аварії на ЧАЕС виникли дві суперечливі точки зору: перша — Чорнобильська катастрофа не призвела до приросту захворюваності та смертності від злоякісних патологій; друга — віддаленим наслідком є збільшення онкозахворюваності в опромінених осіб після аварії на ЧАЕС. На думку авторів (К. Kamiya et al.), деякі злоякісні новоутвори, включаючи і РТМ, не відносяться до радіогенних злоякісних новоутворень. Проте достовірних наукових даних про вплив іонізуючого випромінювання на зростання рівня захворюваності на РТМ у жінок, які проживають на території, що постраждала внаслідок аварії на ЧАЕС, ми не знайшли.



Зауважимо, що протягом останнього 10-річчя спостерігається поширення захворюваності на РТМ у Тернопільській області, зокрема на територіях, постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС.

**ЗАГАЛЬНА ОЦІНКА  
СТАНУ РЕПРОДУКТИВНОГО ЗДОРОВ'Я  
ЧОЛОВІКІВ З РІЗНИХ ОБЛАСТЕЙ УКРАЇНИ**

**Канюк С.М., Горбань Л.В., Мотрина О.А.,  
Гавриш І.Т., Клепко А.В., Ватліцова О.С.,  
Чернишов А.В., Андрейченко С.В.**

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

На території України розташовано чимало атомних електро-станцій (АЕС). Оскільки експлуатація АЕС не є цілком безпечною, інколи можуть траплятись непередбачені викиди радіоактивності у навколишнє середовище. Незважаючи на те що короткоіснуючі радіоізотопи йоду активні лише декілька місяців, довгоіснуючі радіоізотопи стронцію, цезію, плутонію та інші можуть проникати у ґрунт, воду, рослини та тварини, а згодом трофічними ланцюгами та шляхом міграції розповсюджуються на широкі території далеко поза межі від зони аварії. У зв'язку з тим, що в Україні виявлено чимало регіонів з радіоактивним забрудненням територій, проведення досліджень, спрямованих на оцінку ризику виникнення чоловічого безпліддя у населення таких регіонів, є, безумовно, вкрай важливим і актуальним.

**Метою дослідження** було оцінити якість сперми та визначити фертилізаційний потенціал сперматозоїдів у зразках сперми, отриманих від чоловіків-добровольців, які проживають у радіоактивно забрудненій місцевості з різним рівнем радіаційного фону в межах України. Крім того, було проаналізовано внесок радіаційного компонента в загальний прояв пошкоджень на рівні сперматозоїдів.

Чоловіки, учасники дослідження, здавали сперму шляхом мастурбації у стерильну пробірку після 3–4 днів статевого утримання. Отримані еякуляти витримували протягом 30 хв при 37 °С, щоб відбулось розрідження сперми. Згодом параметри сперми оцінювали за допомогою світлової мікроскопії відповідно до протоколу, запропонованого Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ). До уваги брали такі показники: об'єм еякуляту, розрідженість, колір, запах, рН, концентрацію, присутність округлих клітин, концентрацію

сперматозоїдів, прямолінійну рухливість, типовість морфологічних ознак, появу супутніх клітин (лейкоцитів та епітеліальних клітин). Визначення концентрації життєздатних, апоптичних та некротичних сперматозоїдів, а також мітохондріального потенціалу та рівня реактивних форм кисню проводили за допомогою проточної цитофлуорометрії.

Рандомізовані дослідження якості сперми були проведені в групах добровольців-спермодонорів з різних регіонів України, а саме Житомирської, Київської, Івано-Франківської та Полтавської областей, що характеризуються різним ступенем радіаційного забруднення територій, від високого до помірного, низького і нульового, відповідно. В результаті були встановлені статистично достовірні регіональні відмінності ( $p < 0,05$ ) за такими параметрами, як об'єм еякуляту, концентрація і рухливість сперматозоїдів, кількість нерухомих та дегенеративних клітин у спермі. Показано, що низька рухливість сперматозоїдів була характерною для спермодонорів з Житомирської області, причому в їх зразках сперми, як правило, у великій кількості виявлялись апоптичні клітини. Підвищена продукція реактивних форм кисню у спермі та зниження мітохондріального потенціалу в сперматозоїдах були відмічені у мешканців як Житомирської, так і Київської областей.

Таким чином, донори сперми, які проживають на досить забруднених радіацією територіях, схильні продукувати значні кількості сперматозоїдів, що наперед уже містять приховані молекулярні та субклітинні пошкодження. Останній факт у більшості випадків стає вирішальним у розвитку підвищеної схильності в мешканців радіоактивно забруднених регіонів до прояву такої статевої вади, як чоловіче безпліддя. Враховуючи ту велику загрозу, яку становить собою чоловіча інфертильність для майбутнього української нації та всього населення України, актуальною в цьому зв'язку стає термінова розробка ефективних засобів профілактики та лікування чоловічого безпліддя.

**ПСИХОКОРРЕКЦІЯ В СТРУКТУРЕ  
РЕАБИЛІТАЦІЙНИХ МЕРОПРИЯТІЙ ЛІЦ,  
ПОСТРАДАВШИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИЇ НА ЧАЭС**

**Яковцов И.З., Загуровский В.М., Яцына Г.С.**

*Харьковская медицинская академия последипломного образования, кафедра медицины неотложных состояний и медицины катастроф*

**Цель исследования.** На основании анализа данных литературы определить перспективу, принципы, цели и задачи применения психокоррекции лиц, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС в отдаленном периоде реабилитации.

**Материалы и методы.** Исследование научной литературы по теме анализируемой проблемы проведено с позиций диалектического материализма, трех его основных законов развития и движения. Акцент сделан на применение закона перехода количественных изменений в качественные при анализе причинно-следственных связей феноменологии и механизмов нарушений. Большое внимание уделялось влиянию критерия "условия", представляющего внутренние связи предмета и внешние факторы развития явлений и связей.

**Результаты исследования.** Спустя 30 лет после аварии на ЧАЭС нозологическая структура патологии основной массы пострадавших претерпела значительные изменения. На первые места вышла органическая патология, как связанная с повреждающим действием радиационного излучения, так и возрастная патология, которая соответствует возрастной категории 50–65 лет и более. Ранние, представлявшие основную массу, психосоматические нарушения полисистемного или моносистемного уровня, в настоящее время характеризуются развитием поражений органов-мишеней. В структуре превалирует органическая патология сердечно-сосудистой, нервной, эндокринной систем, желудочно-кишечного тракта. Этот процесс проходит на фоне сохраняющей свою актуальность дисфункции всех уровней системы вегетативной регуляции. Это и различные по клинической структуре вегетативные кризы и явления полинейропатий. Данный процесс можно характеризовать как соматизацию нарушений, бывших когда-то психосоматическими.

Параллельно процессу соматизации, наблюдается кристаллизация существовавших ранее в виде включений психоэмоциональных нарушений в нозологические структуры или невротические синдромы. На них так же наслаиваются возрастные или входящие в структуру интеркуррентной патологии психические нарушения.

Психиатрическая статистика неумолимо констатирует ежегодный рост психических и поведенческих расстройств у пострадавших. Спустя 10 лет психическое состояние у 68,95 % ликвидаторов соответствовало посттравматическому стрессовому расстройству (ПТСР), у 42,5 % имели место интеллектуально-мнестические нарушения. Психические расстройства носят затяжной, хронический характер, отмечалась значительная резистентность к терапии.

В настоящее время ведущее место в психологическом статусе ликвидаторов занимают депрессивные, тревожные, ипохондрические, невротические расстройства, различной степени выраженности проявления психоорганического синдрома. Это сопровождается интеллектуально-мнестическими, когнитивными, аффективными нарушениями. Терапия психических нарушений, как самостоятельных, так и в структуре психосоматической и соматической патологии, должна проводиться как психотерапевтическими методами, так и с применением психофармакологической поддержки. Для последней используются широко антидепрессанты, транквилизаторы, ноотропы, нейролептики. Особое место в этом перечне занимают антидепрессанты, позволяющие проводить коррекцию не только аффективных, но и вегетативных нарушений.

Мишенями для психотерапевтического воздействия являются: 1) нарушения невротического ранга; 2) пароксизмальные и перманентные вегетативные нарушения; 3) нарушения образа жизни — режим дня, отдых, диета и т.д.; 4) повышение качества жизни, адаптация к имеющейся органической патологии. В зависимости от психологического профиля личности, характера патологических нарушений, развившихся возрастных особенностей может использоваться суггестивная психотерапия (гипнотерапия, нейро-лингвистическое программирование), рациональная психотерапия, аутотренинг, групповая терапия.

**СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ  
И ПСИХОНЕВРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
ПСИХОСОМАТИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ  
У ЛИКВИДАТОРОВ АВАРИИ НА ЧАЭС  
В ОТДАЛЕННЫЙ ПЕРИОД  
И МЕТОДЫ ИХ РЕАБИЛИТАЦИИ**

**Воронько П.А.<sup>1</sup>, Зиновьев Е.В.<sup>1</sup>, Таций Н.П.<sup>1</sup>,  
Романова И.В.<sup>2</sup>, Селюкова Т.В.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Областной клинический специализированный диспансер  
радиационной защиты населения, Харьков*

*<sup>2</sup>Харьковская медицинская академия последипломного  
образования*

**Актуальность проблемы.** Непосредственный шок от самой большой техногенной катастрофы XX века давно миновал, но «постчернобыльский» синдром продолжает беспокоить население Украины. Необходимо постоянное внимание государства и общественности, поскольку уже отдаленные последствия такого пренебрежительного отношения к этой проблеме роковым образом сказываются на жизни нашего общества. Проблема последствий длительного воздействия малых доз ионизирующего излучения (ИИ) на организм человека становится все актуальнее (П.В. Волошин). По статистическим данным, у лиц, подвергшихся длительному воздействию малых доз ИИ в период ликвидации последствий аварии, в клинической семиологии поражений нервной системы значительный удельный вес занимают полинейропатический синдром (Е.Г. Дубенко, И.А. Мешков) и диссоциативно органические расстройства (К.Н. Логановский). На сегодняшний день проблемы лечения и реабилитации участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции (далее — ликвидаторов), необходимость поиска новых методологических подходов и выбора адекватного метода лечения остаются по-прежнему острыми. В настоящее время усугубляется новая проблема — это дети ликвидаторов, переселенцев. Реабилитация, лечение, медико-социальные вопросы и даже юридические, поскольку многие из них социально не защищены и дезориентированы в подобных условиях жизни.

Далеко не все дети наблюдались в Институте охраны здоровья детей и подростков НАМН Украины. А если и наблюдались, то выход во взрослую жизнь лишил их автоматически группы инвалидности в связи с заболеванием. У большинства ликвидаторов-родителей или переселенцев из зон отчуждения, которые сами болеют, нет ни времени, ни материальных, ни физических возможностей добиться восстановления группы инвалидности, социальной справедливости и социальной защищенности своих детей. Здесь играют еще большую роль уровень интеллекта, дальновидность и юридическая грамотность, а также территориальная отдаленность от областного центра, в данном случае — Харькова.

**Цель.** Освещение современных особенностей клинических проявлений не только у ликвидаторов, но и у переселенцев из зон отчуждения и их детей. Подбор индивидуальных и эффективных, простых и доступных методов лечения. Принцип подбора психотерапевтических методов эклектический.

**Объект и методы исследования.** Сами ликвидаторы и переселенцы перенесли тяжелый психозкологический стресс, характерной чертой которого, в отличие от войн и стихийных бедствий, являлась проекция опасений за здоровье в будущем. Возможность возникновения отдаленных и генетических последствий облучения стала мощным хронифицированным психотравмирующим фактором, который привел к формированию синдрома «негарантированного» или безнадежного будущего, что стало характерной приметой текущего момента (С.И. Табачников, С.В. Титиевский). На настоящий момент общепризнанным считается мнение, что спустя 30 лет после ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС практически у всех ликвидаторов формируются многообразные изменения личности и социальной адаптации. В частности пограничные психические и соматогенные расстройства на отдаленном этапе заболевания. Наблюдается прогрессирующая социальная дезадаптация, обусловленная присутствием у больных комплекса социальной уязвимости и бесполезности для общества. Эффект «виктимизации», развитие которого связано в первую очередь с изменением общественного мнения в отношении

бывших «чернобыльцев» (как и воинов-афганцев: смещение из плоскости героизма и мужества в область жертвенности (П.Т. Петрюк, И.А. Якущенко).

Особую озабоченность вызывает тот факт, что у детей ликвидаторов и переселенцев из зон отчуждения, а теперь и их внуков, наблюдается врожденная аномалия развития мочеполовой системы, соединительной ткани, нарушение репродуктивной функции, депрессивное развитие личности, формирование комплекса неполноценности. Внутренняя картина болезни разнообразна и характеризуется анозогнозией. Наблюдается снижение уровня притязания и страх перед будущим, нарушение коммуникативных умений, что приводит к нарушению межличностных отношений, к проявлению агрессии. Формируется почва для затяжных депрессий, пограничных состояний, невротозов, навязчивых мыслей (суицидальных) и их реализации (потеря смысла жизни). Авторы отмечают медико-социальные причины: у детей — трудности с учебой, проблемы с трудоустройством, созданием семьи, отсутствием социальной защищенности и перспективы на будущее (Н.И. Дашинская).

Следует отметить полиморфный характер выявленных психопатологических расстройств, пограничных расстройств аффективного и личностного регистра в сочетании с не грубым психоорганическим синдромом. У большинства ликвидаторов отмечается формирование хронических изменений личности, характеризующихся «рентным» или установочным поведением.

Среди ликвидаторов наиболее распространены тревожные расстройства (ТР) — паническое расстройство, обсессивно-компульсивное расстройство, паническое, депрессивное, ипохондрическое, агорофобия, социофобия и посттравматические стрессовые расстройства (ПТСР).

Отмечаются следующие особенности в клинике:

- тревожно-депрессивные нарушения на фоне дисциркуляторной энцефалопатии у 90 % больных.
- ТР встречаются у 75–80 % ликвидаторов.

У 90 % обследованных больных выявлены разнообразные вегетососудистые пароксизмы, чаще всего симпатoadrenalового или смешанного типа.



Исследование проводилось среди 80 больных ликвидаторов в возрасте 45–60 лет, имеющих в анамнезе психоневрологическую патологию и психосоматику. Использовались шкала самооценки, шкала самооценки депрессии, шкала самооценки тревоги (О.С. Чабан, Е.А. Хаустова). Клинический опросник уровня субъективного контроля, опросник НИИ им. Бехтерева для выявления типа отношений к болезни (ТОБОЛ). Это давало возможность рационально использовать информацию для подбора методов психотерапии.

У ликвидаторов внутренняя картина болезни характеризуется мозаичностью типов эмоционального реагирования на болезнь — истерическая, фобическая, депрессивная, ипохондрическая, эйфорично-анозогностическая.

#### **Лечение и реабилитация тревожных состояний у ликвидаторов**

В Областном клиническом специализированном диспансере радиационной защиты населения (ОКСДРЗН) г. Харькова проводятся комплексные мероприятия на фоне базисного лечения, которое включает специфическую психофармакологию, антиоксиданты, вазоактивные препараты, антидепрессанты, анксиолитики и, конечно же, психотерапию (ПТ).

Мы применяем, кроме краткосрочной психотерапии, целый психотерапевтический комплекс, который включает в себя когнитивно-поведенческую ПТ в различных модификациях (реактивная экспозиция и когнитивная интервенция), телесно-ориентированную (ТО) ПТ и ее разновидности. Важно отметить эклектический принцип подбора методов ПТ. Практически у всех ликвидаторов присутствует синдром мышечной напряженности и снижение тонуса гладкой и скелетной мускулатуры. Поэтому применение различных вариантов ТО ПТ и игольчатых аппликаторов Ляпко логически обосновано. Мы широко применяем аппликаторы в качестве активаторов обменных процессов в тканях, которые обладают достаточно эффективным спазмолитическим, обезболивающим, противовоспалительным и релаксирующим эффектом. Кроме этого, способствуют снятию хронической боли, мышечных блоков и зажимов, усталости. Аппликаторы Ляпко уже применяются в течение 7–8 лет. Эффект об-

надеживающий и с их применением в домашних условиях.

Нами разработан и апробирован вариант ТО ПТ. В комплекс метода включаются 3 варианта тренинга по Фенденк-райсу, прогрессирующая мышечная релаксация Э. Джекобсона. Мышечная релаксация является антифобическим фактором. Эффективны релаксирующая постизометрическая гимнастика, элементы гимнастики Кай-мен, Ниши (Япония), щеточный и подошвенный массаж.

**Выводы.** Как показывают результаты анализа клинической симптоматики у ликвидаторов аварии на ЧАЭС в нашем диспансере, обращают на себя внимание полиморфизм и однотипность жалоб больных; однообразие психосоматической симптоматики; системность и полиморфизм сопутствующих психосоматических заболеваний; развитие синдрома преждевременного старения (универсальный атеросклероз, дистрофические изменения в позвоночнике и др.).

Следует отметить также характерную динамику личностных изменений в плане нарастания когнитивных расстройств и эмоционально-волевого регресса психической деятельности.

По сравнению с данными материалов Второй Международной конференции, посвященной отдаленным последствиям аварии на ЧАЭС в г. Киеве (1998 г.), и данными нашего диспансера, значительно увеличилось процентное отношение психоорганического, депрессивного и тревожно-депрессивных синдромов, панических расстройств. Со стороны неврологии отмечается прогрессирование цереброваскулярной патологии.

Сегодня мы получили больше возможностей для проведения инструментальных обследований — МРТ головного мозга. При этом отмечается увеличение числа больных с множественными сосудистыми очагами в структурах головного мозга, что трактуется как лейкоареоз или мультиинфарктная болезнь мозга. У чернобыльцев — участников АТО отмечается рост ПТСР (за 2015 год психотерапевтическую реабилитацию в диспансере прошли 40 человек) и у всех обнаружено наличие хронической церебральной сосудистой недостаточности и изменение со стороны центральной нервной системы. Применение разработанной нами систе-

мы ТО ПТ дает возможность добиться максимальной результативности лечения. Комплексная терапия ликвидаторов и переселенцев позволяет значительно уменьшить степень вегетативной дисфункции и тревожных расстройств, повысить адаптационные и резервные возможности организма и укрепить психологическую защиту. Важен феномен присутствия рационального взаимодействия больного и врача (комплаенс). Особо следует отметить хорошую переносимость лечения, простоту и отсутствие побочных эффектов.

Эффективность подобной реабилитации ликвидаторов подтверждается не только в условиях стационара (наш диспансер и студенческая больница № 20), но и в условиях санаторно-курортного лечения (клинический санаторий «Березовские минеральные воды»).

**СВОЄЧАСНІСТЬ ТА АКТУАЛЬНІСТЬ ПОШУКУ  
НОВИХ РАДІОЗАХИСНИХ ЗАСОБІВ,  
ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ  
У НАДЗВИЧАЙНИХ РАДІАЦІЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

**Узленкова Н.Є.**

*ДУ «Інститут медичної радіології  
ім. С.П. Григор'єва НАМН України», Харків*

У сучасних умовах складної військово-політичної ситуації в Україні залишається високим ризик виникнення надзвичайних обставин радіаційної природи (радіаційні аварії на АЕС та промислових об'єктах, терористичні й кримінальні акти із застосуванням пристроїв типу «брудної бомби» у зоні АТО та ін.), що диктує необхідність розробки ефективних радіопротекторів і медичних засобів радіаційного захисту (МЗРЗ), призначених для застосування широкими масами населення з метою попередження несприятливих наслідків зовнішнього впливу радіаційного фактора. За таких умов, при високому ризику формування гострих радіаційних ефектів із клінічною картиною, що швидко розвивається у короткий термін та характеризується формуванням масових санітарних утрат, першочерговим завданням стає своєчасна профілактика та надання ефективної медичної допомоги постраждалим. За минулі 10 років у багатьох країнах світу, в тому числі у США і РФ, однією з важливих задач у галузі радіаційного захисту є активний пошук нових радіопротекторів та МЗРЗ, що проводився на підставі сучасних наукових уявлень про молекулярні і клітинні механізми радіаційного захисту та виявлення нових аспектів їхнього клінічного застосування. У США такі дослідження проводили у різних закладах Департаменту здоров'я США (U.S. Department of Health and Human Services (DHHS)), на базі Національного інституту з алергічних та інфекційних захворювань (the National Institute for Allergies and Infectious Diseases — NIAID's Medical Countermeasure Development Program) та центру передових біомедичних досліджень (Biomedical Advanced Research and Development Authority (BARDA)) за державної фінансової підтримки. У РФ на базі ФДУП НПЦ «Фармзахист» нині проводяться роботи щодо відновлення виробництва ефектив-

них антидотів і радіопротекторів, що випускалися раніше. Слід зазначити, що в Україні не існує Державних цільових програм у галузі радіаційного захисту і радіаційної безпеки, які б забезпечували дієву фінансову підтримку наукових і практичних розробок щодо радіаційного захисту. Основною перешкодою на шляху вивчення й ефективного впровадження у практику нових потенційних радіопротекторів та МЗРЗ є, з одного боку, велика вартість, трудомісткість і багатоступінчастість доклінічних досліджень та, з іншого боку, труднощі проведення у повному обсязі клінічних випробувань (особливо, другої і третьої фаз). Практично неможливо, за зрозумілих причин, провести мультицентрові рандомізовані дослідження ефективності потенційних МЗРЗ на пацієнтах. Через обмежену можливість клінічних досліджень великого значення для реєстрації фармацевтичних субстанцій і готових лікарських форм, оцінки профілю безпеки та ефективності впроваджуваного препарату набувають експериментальні дані, отримані на адекватних моделях на лабораторних тваринах.

За таких обставин, при надзвичайних ситуаціях, коли потрібне оперативне використання нових засобів медичного захисту у випадку радіаційних аварій або терористичних актів, регулювальні органи ряду країн можуть дозволити їхню прискорену реєстрацію та впровадження на підставі експериментальних доклінічних досліджень на тваринах. При цьому використовується «правило ефективності на тваринах» (Animal Efficacy Rule), що дозволяє застосування ліків на підставі оцінки їхньої ефективності і безпеки на експериментальних моделях у тих випадках, якщо воно внаслідок певних причин не може бути випробуване на людях. Так, відомі приклади, коли Управління з контролю за якістю харчових продуктів і медикаментів у США (U.S. Food and Drug Administration, FDA) дозволило у прискореному порядку на підставі досліджень на тваринах завершити впровадження трьох препаратів: берлінської лазури (Prussian blue, 2003), кальцієвої і цинкової солей дитилентриаміну пентаацетату (Ca-DTPA, Zn-DTPA, 2004) і гідроксикобаламіну (CyanoKit, 2006). Зокрема, берлінська лазур і солі DTPA призначалися для використання як засоби радіонуклідної деконтамінації у

випадку терористичного застосування пристроїв типу «брудної бомби» (dirty bomb), Суапokit — як антидот ціанідів. Для подолання методичних та фінансових проблем при розробці нових МЗРЗ у США на базі Національного Інституту Раку (NCI) у рамках Національної програми радіаційних досліджень (Radiation Research Program — RRP) був заснований Центр розвитку малого бізнесу інноваційних досліджень (Small Business Innovation Research — SBIR), де окремо від державної фінансової підтримки, були створені умови фінансування із залученням зовнішнього приватного капіталу для прискорення проведення інноваційних розробок у галузі радіаційного захисту. Так, починаючи з 2011 року це привело до суттєвого збільшення взаємовигідного співробітництва між науковими закладами, суб'єктами малого бізнесу, фармацевтичними компаніями і клініками. У результаті цих всебічних зусиль у межах проекту RRP–SBIR була запропонована удосконалена процедура проведення доклінічної апробації та схема офіційного допуску нових радіопротекторів та МЗРЗ, незалежно від їхнього призначення. Ця процедура включає: 1) базові доклінічні дослідження (усі етапи вивчення радіопротекторної активності сполуки-кандидату на експериментальних моделях); 2) обмежені клінічні дослідження; 3) проведення окремих цілеспрямованих «таргетних» досліджень з вивчення радіопротекторної ефективності потенційного препарату залежно від соціального запиту, тобто оцінки «подвійної корисності» («dual utility») за різних умов радіаційного впливу (гостре та терапевтичне опромінення). Завдяки такій процедурі, по-перше, на етапах експериментальної доклінічної апробації значно підвищується загальний обсяг необхідних досліджень, і, таким чином, знижується ризик можливих невдач на пізніх етапах проведення розробок нових МЗРЗ та полегшуються умови впровадження їх у практику; по-друге, зменшуються загальні кошти для державного забезпечення та фінансовий ризик для малого бізнесу при проведенні цих розробок й одночасно підвищується ймовірність комерційного успіху при їх впровадженні у практику.

На сьогодні в Україні проблема пошуку, удосконалення та впровадження у практику нових засобів радіаційного захисту залишається важливою актуальною задачею. Розробка

науково-методичних підходів та науково-обґрунтованих критеріїв їхньої доклінічної та клінічної оцінки є важливою складовою частиною національної системи радіаційної безпеки. Необхідно також укласти регламентований порядок, який має передбачати необхідний обсяг і зміст експериментальних доклінічних досліджень, що потрібні для різноманітного вивчення радіопротекторної ефективності потенційних МЗРЗ, їхньої токсичності відносно нормальних тканин, оптимальних доз, режимів і способів введення за умов максимальної тривалості ефекту та відтворюваності результатів досліджень. При цьому необхідно враховувати специфіку їхнього застосування як МЗРЗ, що визначається обмеженням часу введення за життєвими показаннями. Програма клінічних досліджень (в обмеженому обсязі) розробляється на базі результатів, отриманих на експериментальних моделях на доклінічному етапі.

На основі державної політики у галузі забезпечення радіаційного захисту необхідно створити регламентуючу систему правил і вимог, що дозволяло б здійснювати контроль на всіх етапах розробки МЗРЗ, починаючи від синтезу молекули-сполуки та встановлення механізмів реалізації радіопротекторної і біологічної активності при проведенні доклінічних досліджень, до державної реєстрації субстанції і лікарської форми нового препарату з прийняттям його на постачання медичними службами різних відомств.

**Ключові слова:** радіозахисні засоби, експериментальні дослідження, надзвичайні радіаційні ситуації.

**РЕЗУЛЬТАТИ БАГАТОРІЧНОГО МЕДИЧНОГО  
СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ДІТЬМИ,  
ПОСТРАЖДАЛИМИ ВНАСЛІДОК  
ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ,  
В УМОВАХ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ЦЕНТРУ РЕАБІЛІТАЦІЇ**

**Коренів М.М.<sup>1,2</sup>, Кашіна-Ярмак В.Л.<sup>1,2</sup>, Плехова О.І.<sup>1</sup>,  
Бориско Г.О.<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>ДУ «Інститут охорони здоров'я дітей та підлітків  
НАМН України», Харків*

*<sup>2</sup>Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна*

У сучасних умовах у комплексі екопатологічних і мікросоціальних факторів, які мають несприятливий вплив на організм людини, певне місце належить радіаційним ефектам, що обумовлено наслідками широкого застосування радіації в повсякденному житті. Ситуація, яка склалася після аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС), створила умови для вивчення особливостей впливу радіаційного навантаження в межі малих доз низько інтенсивного опромінення, що дало природну можливість щодо вирішення питань радіаційної безпеки населення, в тому числі дитячого. Протягом перших років після аварії до Харківської області потрапила значна кількість дитячого населення із постраждалих регіонів, у зв'язку з чим на базі Інституту було створено спеціалізовану багатопрофільну структуру — Центр реабілітації дітей та підлітків, постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС. Метою досліджень, які проводилися протягом 25 років, було забезпечення наукового супроводу медичного спостереження за цими дітьми. У перші п'ять років спостерігалось 300 пацієнтів 3–18 років, евакуйованих або відселених із I–II зон контролю. У 1996–2008 роках дослідження присвячувалися моніторингу здоров'я, починаючи з дошкільного віку до завершальних етапів дитинства, більше 1000 дітей, народжених у сім'ях ліквідаторів наслідків аварії (ЛНА). Наукові дослідження останніх років зосереджувалися на визначенні особливостей розвитку 200 пацієнтів, батьки яких зазнали впливу радіаційного фактора в дитячому віці.

Аналіз стану здоров'я постраждалого дитячого населення, що зазнало безпосереднього впливу радіаційного фактора, встановив високі рівні захворюваності на вегетативні



дисфункції та запальні захворювання системи травлення. Розвиток цих станів у дітей відбувався на фоні ознак психо-емоційного стресу, що потребувало проведення реабілітації у поєднанні із психотерапевтичною корекцією. Результати досліджень щодо вивчення стану здоров'я нащадків опроміненних батьків свідчать, що діти із сімей ЛНА на всіх етапах дитинства мають більш низький рівень психічного та соматичного здоров'я порівняно з однолітками із сімей без радіаційного анамнезу. Рівень захворюваності пацієнтів різниться залежно від року перебування батька в зоні аварії та вищий у дітей із сімей ЛНА 1986 року. Серед механізмів формування здоров'я таких дітей вагомий внесок належить генетичній нестабільності (висока частота хромосомних аберацій і підвищена чутливість до мутагенного навантаження), порушенням нейрогормонального гомеостазу (продовжена мелатонінова недостатність, дистироз у хлопців; пригнічення гонадотропної функції гіпофіза, дисбаланс статевих стероїдів — у дівчат), довготривалому зниженню імунореактивності за рахунок порушень Т-клітинної та фагоцитарної ланок у осіб обох статей, змінам ліпідного спектра крові атерогенного характеру у хлопців, процесів пероксидації і стану антиоксидантного захисту. Визначення цих факторів дозволило оптимізувати технологію диспансерного нагляду за нащадками ЛНА в умовах педіатричного спостереження та переходу до лікувально-терапевтичної мережі. При вивченні особливостей розвитку дітей, народжених від батьків, що зазнали впливу радіаційного чинника в дитячому віці, також встановлено високу патологічну враженість за основними класами захворювань. Найістотніші відхилення у стані здоров'я зареєстровано в дітей, чиїм батькам на час аварії не виповнилося сім років або батьки були відселені з контрольованих територій в 1986–1989 роках.

Таким чином, результати проведених наукових досліджень, присвячених вивченню особливостей розвитку дітей із сімей із радіаційним анамнезом, підтверджують значущість радіаційного фактора в формуванні їх здоров'я, що проявляється високим рівнем патологічної враженості, порушеннями імунних і нейроендокринних взаємозв'язків. Організація всебічного спостереження за такими пацієнтами на етапах дитинства дозволяє мінімізувати частоту патологічних станів і сприяє збереженню здоров'я підростаючого покоління.

**ВКЛАД ИНСТИТУТА МЕДИЦИНСКОЙ РАДИОЛОГИИ  
В ОКАЗАНИЕ ПЕРВИЧНОЙ ПОМОЩИ НАСЕЛЕНИЮ  
ЭВАКУИРОВАННОМУ В РЕЗУЛЬТАТЕ  
АВАРИИ НА ЧАЭС  
И ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ПО ИЗУЧЕНИЮ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК  
НАСЕЛЕНИЯ И ЛИКВИДАТОРОВ**

**Стадник Л.Л.**

*ГУ «Институт медицинской радиологии  
им. С.П. Григорьева НАМН Украины», Харьков*

Институт медицинской радиологии МОЗ Украины включился в работу по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС практически на второй день после аварии – 28 апреля 1986 г. В этот день в институт обратились за помощью в оценке состояния здоровья первые пострадавшие из города-спутника Чернобыльской АЭС – Припяти. С 6 мая 1986 г. прием пострадавших был переведен на территорию банно-прачечного комбината № 5 Харькова, но проведение радиометрических измерений по-прежнему проводилось назначенными бригадами сотрудников института, в состав которых входили врач-радиолог, врач-клиницист, регистратор, инженер-физик, техник-дозиметрист, лаборант, санитарки. Всего за период с 28 апреля по 5 мая 1986 г. непосредственно в институт обратилось 330 человек, прибывших из зоны аварии на ЧАЭС.

Каждый пострадавший проходил через ряд обязательных процедур: первичная радиометрия уровней радиоактивной загрязненности одежды и внешних кожных покровов, первичная санобработка поверхности тела, повторные радиометрические измерения и многократная дезактивация до уровней фиксированной (несмываемой) радиоактивной загрязненности поверхности тела.

Измерения радиоактивного загрязнения верхней одежды, нательного белья и обуви пострадавших, а также поверхности тела, волосистой части головы, ладоней и стоп проводились по гамма- и бета-излучению. Отдельно проводились измерения уровней внешнего гамма-излучения в области щитовидной железы. Для измерения мощности дозы

гамма-излучения использовались дозиметры ДРГЗ-02, а для оценки уровня загрязненности по бета-излучению – радиометры РУП-1.

Все действия по приему пострадавших, их дезактивации осуществлялись в соответствии с временной «Инструкцией по приему, радиометрии, санобработке, дезактивации поступивших пациентов из очага аварийного облучения», которая была разработана службой радиационной безопасности института. В инструкции были приведены численные значения допустимых уровней фиксированной радиоактивной загрязненности кожных покровов пострадавших после санобработки и дезактивации:

- по гамма-излучению – более 0,03 мкР/с (100 мкР/час);
- по бета-излучению – более 100 β-част./( $\text{см}^2 \cdot \text{мин.}$ );
- по альфа-излучению – более 4,0–5,0 α-част./ $\text{см}^2 \cdot \text{мин.}$

При превышении установленных уровней радиоактивной загрязненности пострадавшие подлежали госпитализации в клинику института.

Оценка инкорпорации радиоактивных веществ, в том числе радиоактивного йода-131, определялась по данным наружной радиометрии области щитовидной железы. Были разработаны временные допустимые уровни регистрируемой активности по результатам радиометрии для детей (до 16 лет) и взрослых.

Персонал института, который был задействован в дозиметрических и радиометрических измерениях лиц, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС, был приравнен к персоналу категории А. На период выполнения указанных работ в институте были приняты «временные допустимые уровни для облучения персонала категории А» в условиях ликвидации аварийных ситуаций. Допустимая доза для персонала категории А при проведении работ по радиометрии и дезактивации пострадавших была принята равной 10 бэр (100 мЗв), что соответствовало дозе планируемого аварийного облучения для персонала категории А согласно действующим Нормам радиационной безопасности на территории СССР – НРБ-76/ОСП-82. На время проведения работ по радиометрии и дезактивации пострадавших весь персонал категории А был обеспечен необходимыми средствами

индивидуальной защиты (пластиковая спецодежда, спецобувь, перчатки, респираторы) и индивидуальными дозиметрами типа КИД-2 и ИФКУ-1.

По результатам радиометрических измерений в первые дни после аварии на ЧАЭС установлено, что радиоактивная загрязненность одежды и кожных покровов пострадавших колебалась в следующих пределах:

**а) личная одежда пострадавших**

- по бета-излучению – от 100 до 30000  $\beta$ -част./( $\text{см}^2 \cdot \text{мин.}$ ), у большинства – в пределах 2000–5000  $\beta$ -част./( $\text{см}^2 \cdot \text{мин.}$ );  
- по гамма-излучению – от 0,02 до 7,0 мкР/с, у большинства – в пределах 0,03–5,0 мкР/с (0,1–18 мР/ч).

**б) кожные покровы и волосистая часть головы**

- по бета-излучению – от 200 до 40000  $\beta$ -част./( $\text{см}^2 \cdot \text{мин.}$ ), у большинства в пределах 500–1000  $\beta$ -част./( $\text{см}^2 \cdot \text{мин.}$ );  
- по гамма-излучению – от 0,02 до 0,8 мкР/с, у большинства – свыше 0,03 мкР/с (0,1 мР/ч);

**в) ладони**

- по бета-излучению – от 100 до 16000  $\beta$ -част./( $\text{см}^2 \cdot \text{мин.}$ ), у большинства – менее 500  $\beta$ -част./( $\text{см}^2 \cdot \text{мин.}$ );  
- по гамма-излучению – от 0,02 до 1,3 мкР/с, у большинства – свыше 0,03 мкР/с (0,1 мР/ч).

После санитарной обработки уровни загрязненности поверхностей тела пострадавших снижались в 2–20 раз; а после стрижки – в 40–100 раз.

Данные радиометрии были использованы для оценки дозы внешнего и внутреннего облучения пострадавших. При оценке доз внешнего облучения руководствовались «Временными методическими указаниями для разработки мероприятий по защите населения в случае аварии ядерных реакторов», Москва, 1971. В соответствии с этим документом, при радиоактивном загрязнении кожи пострадавших не более 100000  $\beta$ -част./( $\text{см}^2 \cdot \text{мин.}$ ), доза внешнего облучения не должна превысить 25 бэр.

По результатам проведенных радиометрических измерений было установлено, что максимальный уровень радиоактивного загрязнения по бета-излучению среди пострадавших, прошедших санобработку и дезактивацию в институте, не превысил 40000  $\beta$ -част./( $\text{см}^2 \cdot \text{мин.}$ ), поэтому ожидаемые

дозы внешнего облучения не должны были превысить 25 бэр.

**Выполнение научных исследований**

Во исполнение приказа № 1349-ДСП МЗ СССР от 10.10.1986 г., приказа № 626-ДСП МЗ УССР от 12.11.1986 г. и Постановления № 272 Президиума АН УССР и Коллегии МЗ УССР от 09.07.1986 г., Харьковский НИИ медицинской радиологии МОЗ Украины активно включился в выполнение ряда научно-исследовательских работ, в которых осуществлялись исследования по изучению дозовых нагрузок на пострадавших из числа населения 30-км зоны Чернобыльской АЭС и ликвидаторов (ответственный исполнитель, заведующий лабораторией экспериментально-клинической дозиметрии Калмыков Л.З.):

– «Провести углубленную клинико-лабораторную оценку и определить ближайший прогноз здоровья лиц, находившихся в зоне повышенной радиации в связи с аварией на ЧАЭС, для разработки рекомендаций для диспансеризации указанного контингента» (1987–1990 гг.);

– «Определить количество инкорпорированных радионуклидов в органах тела человека» (1986–1988 гг.);

– «Исследовать внешнее и внутреннее облучение человека и распределение инкорпорированных источников ионизирующих излучений у лиц, связанных с ликвидацией аварии на ЧАЭС» (1986–1990 гг.);

– «Разработать ядерно-физические критерии для выявления групп риска дальнейшей диспансеризации» (1986–1988 гг.).

Для изучения радионуклидного состава инкорпорированных в организме людей радиоактивных веществ были проведены радиометрические измерения от поверхности тела пострадавших лиц, а также спектрометрические измерения экскретов людей на амплитудном анализаторе УНО-1024 (детектор гамма-излучения ДГДК-50А1) и на приборе «АМУР-1» (контроль альфа-излучения).

Спектрометрический анализ радионуклидов на амплитудном анализаторе УНО-1024 позволил констатировать наличие в организме пострадавших следующих радионуклидов: цирконий-95, ниобий-95, рутений-103, цезий-134, цезий-137, барий-140, церий-141 и др.

При изучении дозовых нагрузок населения 30-км зоны ЧАЭС и ликвидаторов было установлено, что основными дозоформирующими радионуклидами являлись I-131, Cs-137 и Sr-90, так как процентный вклад этих радионуклидов в суммарную активность всего спектра выпавших радионуклидов был наибольшим.

### **Оценка поступления радиоактивного йода I-131**

Оценка активности радиоактивного I-131 в щитовидной железе пациентов проводилась путем проведения радиометрии области щитовидной железы на радиоизотопном хроноскопе РИХ-5М. Хроноскоп был предварительно откалиброван по известной активности радиойод-гиппуран, I-131, который размещался в фантоме щитовидной железы. Ожидаемая доза облучения щитовидной железы по бета-излучению оценивалась по расчетной активности I-131 в ткани щитовидной железы и ее массе, по формуле

$$D_p = 73,8 E_\beta C_0 T_{\text{eff}},$$

где  $D_p$  – поглощенная доза в щитовидной железе за счет бета-излучения за период до полного распада I-131;

$E_\beta$  – средняя энергия бета-излучения I-131, равная  $E_\beta = 0,187$  МэВ;

$C_0$  – начальная концентрация I-131 в щитовидной железе, мкКи/г;

$T_{\text{eff}}$  – эффективный период полувыведения I-131 из организма.

Было установлено, что содержание радиоактивного йода-131 в щитовидной железе у различных лиц из числа пострадавших в перерасчете на первые дни его поступления в организм составляло от  $1,5 \cdot 10^9$  до  $1,5 \cdot 10^7$  Бк (0,04–400 мкКи).

Дозы облучения щитовидной железы у обследованных (134 чел.) из числа взрослого населения, эвакуированного из 30-км зоны аварии на ЧАЭС, составили:

- менее 0,3 Гр (30 бэр) – у 68 % обследованных взрослых,
- от 0,3 до 1,0 Гр – у 22 %;
- от 1,0 до 4,0 Гр – у 7 %;
- свыше 4,0 Гр – у 3 % людей;

Дозы облучения щитовидной железы обследованных детей (55 чел.), эвакуированных из 30-км зоны, составили:

- менее 0,3 Гр (30 бэр) – у 29 % детей в возрасте до 1 года
- и 58 % в возрасте от 1 года до 16 лет;

от 0,3 до 2,0 Гр – у 28 % детей в возрасте до 1 года и 27 % в возрасте от 1 года до 16 лет;

свыше 2,0 Гр – у 43 % детей в возрасте до 1 года и 15 % в возрасте 1 года до 16 лет.

При этом у 11 % детей дозы на щитовидную железу составили от 10 до 37 Гр.

### **Оценка поступления радиоактивного цезия Cs-137**

Для определения активности Cs-137 в организме пострадавших проводили радиометрические измерения на гамма-камерах ОН-110 (США) и МВ-9100 (Венгрия). Калибровка гамма-камеры проводилась при использовании водного фантома (объем 40 л), содержащего известную активность Cs-137. Для учета экранирующего действия тела пациента измерения также проводили на «чистом» пациенте – фоновые измерения. Минимально измеряемая активность Cs-137 составила 0,05 мКи (1800 Бк).

Оценка содержания Cs-137 в экскретатах пострадавших осуществлялась радиохимическим методом, для чего проводилась их минерализация с использованием азотной кислоты и перекиси водорода. Измерение гамма-активности осадка Cs-137 определяли на радиометре НК-350 с колодезным кристаллом NaI в спектрометрическом режиме. Минимально измеряемая активность данным методом составила 5,5 Бк на образец при погрешности измерений  $\pm 50$  %. Было установлено, что активность Cs-137 в суточной моче пациентов из загрязненных территорий находилась в диапазоне от 37 до 3700 Бк.

Оценка накопленной дозы за 50 лет жизни за счет инкорпорации Cs-137 проводилась по модели однократного поступления радионуклида в организм пострадавших. Было установлено, что для этой модели (с учетом сроков сбора мочи) активность Cs-137 в организме пострадавших соответствовала данным о начальном поступлении радионуклида в организм и составляла не более 1,0·МБк (30 мКи).

Проведенные радиометрические измерения (2280 чел.) и радиохимические исследования (77 чел.) для населения 30-км зоны показали, что ожидаемые накопленные дозы внутреннего облучения у большинства обследованных (97 %) за счет инкорпорации Cs-137 в первые дни после ава-

рии на ЧАЭС не превысят 5 мЗв, то есть ниже годового предела для категории Б облучаемых лиц согласно НРБ-76. Только в 3% случаев ожидаемые дозы могут достигнуть 10–20 мЗв за 50 лет жизни.

### ***Оценка поступления радиоактивного стронция Sr-90***

Определение активности Sr-90 в организме пострадавших проводили радиохимическим (оксалатным) методом с измерением бета-радиоактивности  $Y_2O_3$  на установке с малым фоном УМФ-1500М. Минимально детектируемая активность Sr-90 составила  $7,4 \cdot 10^{-2}$  Бк на образец при погрешности измерений  $\pm 50$  %. По результатам проведенных измерений рассчитывалась начальная активность Sr-90, поступившая в первые дни после аварии на ЧАЭС. На основании данных об активности Sr-90 оценивалась ожидаемая доза облучения на костную ткань пострадавших за 50 лет жизни.

Установлено, что у 42 % обследованных активность Sr-90 в моче была ниже 0,37 Бк, у 50 % – от 0,37 до 3,7 Бк и у 8 % – свыше 3,7 Бк.

Накопленная доза от Sr-90 также проводилась по модели однократного поступления радионуклида в организм пострадавших. Содержание Sr-90 в организме пострадавших колебалось в пределах 4,0–170,0 Бк.

Ожидаемые накопленные дозы на костную ткань у 93 % обследованных лиц (77 чел.) не должны были превысить 5 мЗв за 50 лет жизни, при этом максимальное расчетное значение накопленной дозы составило 13 мЗв.

### ***Оценка поступления альфа-активных радионуклидов***

Анализ альфа-спектров на приборе «АМУР-1» позволил предположить присутствие в организме пострадавших следующих радионуклидов: плутоний-238, плутоний-239, плутоний-242, кюрий-242 и др.

Измерение альфа-активности плутония было проведено у 51 пострадавшего на установках типа БДСА. Установлено, что у большинства обследованных (80 %) активность плутония в суточной моче находилась в диапазоне от 0,037 до 0,37 Бк. Максимальная альфа-активность, оцененная в моче обследованной группы, составила 1 Бк/сутки. Оценка ожидаемых накопленных доз не проводилась.



**Оценка суммарных доз у ликвидаторов и населения, эвакуированного из 30-км зоны аварии на ЧАЭС, за первые два года и 50 лет жизни**

Анализ расчетных доз внешнего и внутреннего облучения был проведен на основе проведенных измерений для группы «ликвидаторов» 1317 чел. и для группы «население» – для лиц из числа населения, эвакуированного из 30-км зоны аварии на ЧАЭС – 537 чел.

Установлено, что годовые дозы ликвидаторов за период 1986–1987 гг. колебались в пределах 0,03–10,2 мЗв и в среднем составили 0,16 мЗв. Ожидаемые накопленные дозы за 50 лет жизни могут составить 0,03–11,5 мЗв, в среднем – 0,2 мЗв. Годовые дозы населения за счет облучения в первые дни аварии на ЧАЭС составили 0,03–32,5 мЗв, в среднем 1,0 мЗв. Ожидаемые дозы за 50 лет жизни могут составить 0,03–37,0 мЗв, в среднем 1,2 мЗв.

В период с 1991-го по 1994 год в институте проводилась НИР, посвященная изучению дозовых нагрузок населения, проживающих на загрязненных территориях после аварии на ЧАЭС: «Разработать систему расчета эффективных эквивалентных доз внешнего и внутреннего излучения у лиц различного возраста, проживающих в зоне гарантированного добровольного отселения ЧАЭС, по данным динамического наблюдения за состоянием радиоактивности окружающей среды и организма человека».

Целью работы являлась разработка системы расчета и определение эффективных доз облучения лиц различного возраста, проживающих в зоне гарантированного добровольного отселения ЧАЭС, по результатам динамических дозиметрических и радиометрических измерений окружающей среды и человека.

В результате исследований были рассчитаны дозы внутреннего облучения от цезия-137 и стронция-90. Установлено, что в зоне гарантированного добровольного отселения в Черниговской области в 1992–1994 гг. эффективная доза внешнего и внутреннего облучения взрослого сельского населения достигла 0,7 мЗв/год над дочернобыльским уровнем; при этом вклад внутреннего облучения за счет Cs-137 достиг 30 %.

В зоне усиленного радиоэкологического контроля Черниговской области в 1992–1994 гг. эффективная доза внешнего и внутреннего облучения составила 0,08 мЗв/год над дочернобыльским уровнем, а эффективная доза за счет инкорпорации Cs-137 и Sr-90 составила около 8 % и 2 % соответственно.

Таким образом, проведенные научные исследования позволили провести прогнозные оценки ожидаемых доз населения из числа пострадавших в результате аварии на ЧАЭС и ликвидаторов, которые в дальнейшем были подтверждены другими международными исследованиями на территории Украины и легли в основу дальнейших лечебных и профилактических мероприятий в отношении пострадавшего населения.