

**Вибрані питання
радіаційної медицини в педіатрії**

Полтава 2023

УДК 615.84-053.2

П81

«Рекомендовано Вченою радою Полтавського державного медичного університету як навчальний посібник для здобувачів вищих навчальних закладів МОЗ України» (протокол №5 від 08.02.23р.)

Автори:

Дудник Тетяна Анатоліївна – к. мед.н., доцент кафедри онкології та радіології з радіаційною медициною Полтавського державного медичного університету

Васько Лариса Миколаївна – к. мед.н., доцент кафедри онкології та радіології з радіаційною медициною Полтавського державного медичного університету

Почерняєва Вікторія Федорівна - д.мед.н., професор кафедри онкології та радіології з радіаційною медициною Полтавського державного медичного університету

ISBN 978-617-633-000-0

Рецензенти:

Іванкова Валентина Степанівна - д.мед.н., професор, завідувачка науково-дослідного відділення радіаційної онкології інституту раку

Свинаренко А.В. - д.мед.н., доцент кафедри онкології, радіології та радіаційної медицини Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна

Крючко Тетяна Олександрівна – д.мед.н., професор, завідувачка кафедри педіатрії №2 Полтавського державного медичного університету

Зміст

Вступ

1. Медичні та санітарно-гігієнічні аспекти аварії на Чорнобильській АЕС.
 - 1.1. Гострі ефекти опромінення на Чорнобильській АЕС
 - 1.2. Санітарно-гігієнічні аспекти аварії на Чорнобильській АЕС
 - 1.3. Малі дози іонізуючого випромінювання та їх біологічні ефекти
 - 1.4. Віддалені наслідки аварії на атомному виробництві
 - 1.5. Соматичні наслідки радіаційного впливу
2. Особливості реагування організму дітей на дію несприятливих чинників Чорнобильської катастрофи
 - 2.1. Кровотворна система дітей
 - 2.2. Ендокринна система дітей
 - 2.3. Серцево-судинна система дітей
 - 2.4. Система дихання дітей
 - 2.5. Травна система дітей
 - 2.6. Особливості становлення репродуктивної функції у дівчаток, які зазнали радіаційного впливу
3. Стан здоров'я дітей, які зазнали радіаційного впливу.
 - 3.1. Структура захворюваності
 - 3.2. Тератогенні наслідки радіаційного впливу
 - 3.3. Генетичні наслідки радіаційного впливу
 - 3.4. Дія іонізуючого випромінювання на ембріон і плід
4. Захист живого організму від дії іонізуючого опромінення.
 - 4.1. Профілактика зовнішнього опромінення
 - 4.2. Профілактика внутрішнього опромінення
 - 4.3. Захист від радіогенетичних уражень.
5. Радіозахисне харчування.

6. Особливості харчування дітей, які проживають на радіоактивно забруднених територіях.

7. Диспансерний нагляд за дітьми, народженими від батьків, які зазнали радіаційного впливу.

Додаток

1. Регламент щодо проведення йодної профілактики
2. Методичні рекомендації щодо дій у зонах ядерного ураження

Список використаної літератури

Список умовних скорочень

АЕС - атомна електростанція

ВМК - вітамінно-мінеральний комплекс

ЧАЕС - Чорнобильська атомна електростанція

КТ - контрольовані території

МАР - малі аномалії розвитку

Бк – беккерель

бер – біологічний еквівалент рентгена

ВПД – вхідна поверхнева доза

ГПХ – гостра променева хвороба

Гр – грей

ДНК – дезоксирибонуклеїнова кислота

Зв – зіверт

ІВ – іонізувальне випромінення

ІДК – індивідуальний дозиметричний контроль

Кі – кюрі

ЛД – летальна доза

мЗв/рік – мілізіверт/рік

МАГАТЕ – міжнародна агенція з атомної енергії

МПУ – місцеві променеві ураження

ОСПУ – основні санітарні правила протирадіаційного захисту України

Р – рентген

Р/год – рентген/год

СОД – сумарна осередкова доза

Вступ

Серед різних груп населення, які підлягали дії іонізуючого випромінювання контингентом пріоритетного спостереження є діти. Це зумовлено більшою чутливістю організму, що росте до дії радіаційного чинника. Результати широкомасштабних обстежень дитячого населення, яке зазнало дії іонізуючого випромінювання, вказує на наявність несприятливих тенденцій у стані їхнього здоров'я, які сформувалися як наслідок Чорнобильської катастрофи і впливом на організм дитини всього комплексу негативних факторів у поставарійний період.

Різко знизився адаптаційний потенціал дитячого організму. В педіатрії почалося формування нового поняття “чорнобильський синдром” у дітей як стан з характерним комплексом функціональних порушень з майбутньою трансформацією у патологічні процеси. Основний висновок спеціалістів про причини змін у стані здоров'я базується на сполученні впливів на здоров'я, чинників радіаційної і нерадіаційної природи, які включають економічну ситуацію в Україні, несприятливу екологічну дію, тривалий психоемоційний стрес, зміни в структурі харчування дітей, пов'язані з дефіцитом есенціальних нутрієнтів.

Крім того, як відомо, радіація значно більше впливає на дітей, ніж на дорослих. Це пов'язано з тим, що у процесі розвитку клітини енергійно діляться, а іонізуюче опромінення сприяє розвитку мутацій, які вірогідно впливають на його життєдіяльність.

Власне тому, вагітним жінкам необхідно уникати радіаційного опромінення, так як на стадії внутрішньоутробного розвитку клітини особливо чутливі до опромінення, навіть невелика і короткочасна дія радіації може вкрай негативно вплинути на розвиток ембріона.

Тому, постала нагальна необхідність доповнити існуючі підручники з радіаційної медицини питаннями особливості реагування організму дітей на дію іонізуючого опромінення, наголосити на тератогенних та генетичних

наслідках радіаційного впливу, а також дати практичні рекомендації по особливостям харчування дітей, які проживають на радіоактивно забруднених територіях та диспансерному нагляду за дітьми, народженими від батьків, які зазнали радіаційного впливу.

Автори-упорядники, крім багаторічного особистого досвіду праці в галузі радіаційної медицини широко використали останні дані літератури, інструкції і нормативні документи та не претендують на авторство наведених положень і фактів, оскільки більшість із них узято з перерахованих у бібліографічному покажчику робіт.

Пропонований навчальний посібник складений відповідно до програми з навчальної дисципліни «Радіаційна медицина з особливостями дитячого віку» підготовки фахівців другого рівня вищої освіти та відповідає вимогам до навчальних посібників для здобувачів вищих медичних закладів України за спеціальністю 228 Педіатрія. Може бути корисним лікарям-інтернам, клінічним ординаторам та здобувачам університетів при вивченні навчальних дисциплін загально біологічного та екологічного профілю.

РОЗДІЛ 1. МЕДИЧНІ ТА САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНІ АСПЕКТИ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС

1.1. Гострі ефекти опромінення на Чорнобильській АЕС

Унаслідок часткового руйнування 4-го енергоблоку Чорнобильської АЕС 26 квітня 1986 р. персонал і пожежники були опромінені в діапазоні доз від 1 до 16 Гр. У 145 людей розвинулась ГПХ різного ступеня тяжкості, у тому числі I ступеня тяжкості - у 43, II ступеня - у 61, III ступеня - у 21, IV -у 20 осіб. На жаль, не вдалось врятувати життя 28 постраждалим, які брали участь у ліквідації аварії в перші години.

Ведучим етіологічним чинником був вплив загального рівномірного γ - та β -випромінювання, за винятком 2 випадків, коли променевиї вплив поєднувався з термічними опіками. Більш ніж у половини пацієнтів β -випромінювання зумовило поширення променевих уражень шкіри. Воно суттєво обтяжувало клінічний перебіг ГПХ і багато в чому визначало кінець хвороби. Даних про можливий вплив нейтронів не отримали. Основними дозотворчими радіонуклідами були ^{131}I , ^{129}I , ^{135}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs .

Для визначення, ступеня тяжкості променевої хвороби поряд із фізичними методами використовували біодозиметрію - підраховували кількість лімфоцитів і хромосомних аберацій у культурі лімфоцитів. периферичної крові чи кількість аберацій у препаратах кісткового мозку. Залежність типу доза - ефект для згаданих, показників була отримана при аналізі випадків відносного рівномірного аварійного або терапевтичного опромінення людей (точно встановленою дозою) з нормальними вихідними гематологічними показниками.

Особливу увагу в перші доби приділяли виявленню осіб з мієлодепресією дуже тяжкого ступеня, які потребували невідкладної трансплантації кісткового мозку. Лікування ґрунтувалось на принципах підтримуючої терапії (ізоляція, деконтамінація кишечника, антибіотики і замісні трансфузії

клітинних компонентів крові), а при мієлодепресії застосовували трансплантацію алогенного кісткового мозку та клітин людської ембріональної печінки.

Хворих з мієлодепресією II-IV ступеня клали по одному в звичайні палати, пристосовані для забезпечення асептичного ведення хворих (стерилізація повітря ультрафіолетовими лампами, обробка рук персоналу при вході й виході з палати, використання разового стерильного спецодягу, стерилізація взуття, зміна білизни у пацієнтів не рідше 1 разу на добу, миття антисептиками стінок, підлоги палати і предметів особистого користування). Названий режим забезпечував концентрацію мікроорганізмів у повітрі, що не перевищувала 500 колоній у 1 м³. Їжа була звичайною, вилучали лише сирі овочі, фрукти та консервовані продукти.

Профілактику ендогенних інфекцій здійснювали бісептолом та ністатином - всередину по 6 таблеток і 5 000 000 ОД на добу відповідно за 1-3 тиж до розвитку агранулоцитозу. При виникненні гарячки внутрішньовенно призначали 2-3 антибіотики широкого спектру дії - по одному з групи аміноглікозидів (гентаміцин та амікацин), цефалоспоринів (кефзол, цефалізін, цефобін) та напівсинтетичних пеніцилінів, активних щодо синьогнійної палички (карбеніцилін, піпрацил) у максимальних дозах. Якщо гарячка не купірувалась протягом 24-48 год, вводили гамма-глобулін. У разі неефективності внутрішньовенно вводили амфотерицин В (антибіотик стрептоміцинового ряду).

Для боротьби з геморагічним синдромом вводили тромбоцитарну масу - по 300 Г/л тромбоцитів у 200-250 мл плазми через 1-3 доби, по 3-8 трансфузій кожному хворому. Трансфузії, розпочинали при рівні тромбоцитів у крові не нижче 20 Г/л і лише при появі перших ознак кровоточивості. Тромбоцитарну масу, як і інші компоненти крові, опромінювали в дозі 15 Гр з метою інактивації донорських імунокомпетентних клітин (профілактика гострої вторинної хвороби). Лейкоцитарну масу для профілактики і лікування агранулоцитарних інфекцій

не застосовували, проте еритроцитарної маси треба було більше, ніж передбачали.

Трансплантацію кісткового мозку здійснювали пацієнтам, опроміненим у дозі 6 Гр і більше. Трансплантат брали у близьких родичів (рідних братів, сестер, батьків). Участь у операціях брали Р. Гейл, П. Тарасакі, Р. Чемпін (США) та Я. Райзнер (Ізраїль). Кістковий мозок, типований через терміновість за А-, В- та С-локусами HLA-фенотипу, одержували у донорів у об'ємі (1100 ± 200) мл. Це забезпечувало $2 \cdot 10^8$ клітин кісткового мозку на 1 кг маси тіла реципієнта. У разі гаплоідентичного кісткового мозку з метою профілактики гострої вторинної хвороби видаляли Т-лімфоцити з трансплантату. Для цього ж всім хворим призначали метотрексат або циклоспорин А у звичайних дозах.

1.2. САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНІ АСПЕКТИ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС

Гігієнічна наука та санітарна практика ще до аварії на Чорнобильській АЕС накопичили певний досвід у галузі профілактики несприятливого впливу іонізуючого випромінювання і захисту людей від його дії, у тому числі в здійсненні контролю за будівництвом і експлуатацією об'єктів атомної промисловості та енергетики. Розроблений порядок безпечної експлуатації різних радіаційних установок, використовуваних у медицині, науці та техніці. Діюча система санітарно-законодавчих та нормативних актів встановлювала також порядок проведення необхідних заходів щодо радіоактивного захисту населення, в тому числі й при аварійних ситуаціях на об'єктах атомної енергетики, підприємствах і в організаціях, у яких застосовують джерела іонізуючих випромінювань.

Основні зони забруднення земної поверхні після аварії розташовувались на захід, північний захід та північний схід від Чорнобильської АЕС, а з часом меншою мірою - на південь від неї. Рівні радіації поблизу АЕС перевищували 100 мР/год. Через 15 діб після аварії на відстані 50-60 км на захід від АЕС

вони становили 5 мР/год. Такі ж рівні фіксувались і на відстані 35-40 км на північ від АЕС. Рівні радіації в Києві на початку травня 1986 р. досягли 0,5-0,8 мР/год.

Протягом перших діб та тижнів після аварії головним джерелом забруднення харчових продуктів був ^{131}I . У молоці корів, що випасались на луках, він з'явився через 2-3 доби після аварії. Вміст йоду в молоці на був у межах 40 000 Бк/л. його концентрація у молоці корів, яких не випускали на пасовище, була значно нижчою. Такі ж і навіть вищі рівні забруднення (аж до 400 000 Бк/кг) було зареєстровано в зелених овочах. На початку і в середині травня у м'ясі виявляли лише Cs, ^{181}I , а в кінці травня та на початку червня-майже винятково ^{137}Cs , ^{134}Cs (у співвідношенні 2:1). Рівень радіоактивного цезію у м'ясі (яловичина) був високим - від 400 до 4000 Бк/кг.

Експерти розраховували індивідуальні дози опромінення населення різних регіонів країни. Рівень індивідуальних доз від зовнішнього опромінення у 1986 р. становив від 0,03 до 10 мЗв. Очікувані дози від надходження ^{137}Cs з харчовими продуктами, згідно з розрахунками, становили приблизно 30 мЗв для мешканців Полісся. Проте визначення вмісту цезію в організмі людей засвідчили, що 50 % з них можуть одержати дозу приблизно 3 мЗв або менше, а 3 % - дозу 30 мЗв і більше.

Згідно з розрахунками, колективна доза для населення від зовнішнього опромінення протягом найближчих 50 років складе приблизно $2 \cdot 10^5$ людино-Зв. Колективна доза для цієї ж популяції внаслідок надходження ^{137}Cs з їжею протягом 70 років становитиме $2 \cdot 10^6$ людино-Зв. Неординарність аварії і її масштаби вимагали здійснення комплексних міжвідомчих заходів, спрямованих на профілактику опромінення населення. Ними передбачені:

розробка і затвердження, а також організація суворого контролю за дотриманням тимчасово допустимих рівнів зовнішнього і внутрішнього опромінення, концентрацією радіоактивних речовин у воді та харчових продуктах, допустимою щільністю радіоактивного забруднення території,

приміщень, транспортних засобів, одягу, предметів домашнього вжитку і шкіри; організація та проведення масової йодної профілактики населення;

введення суворих регламентів щодо поведінки населення на тій території, де могли формуватися дози опромінення, які перевищують встановлені межі;

організація системи підвищення радіаційно-гігієнічних знань населення.

Профілактичні і санітарно-гігієнічні заходи, зокрема йодну, профілактику, персоналу АЕС почали здійснювати вже в перші години після аварії. Через 12 годин йодною профілактикою було охоплено населення м. Прип'ять. З часом масштаби йодної профілактики розширювались з урахуванням ситуації, яка склалась, характеру розподілу радіоактивності і тривалості надходження радіоактивних речовин у навколишнє середовище. Всього йодною профілактикою було охоплено близько 5 млн 400 тис. людей, у тому числі 1 млн 690 тис. дітей. 30 квітня 1986 р. було прийнято рішення про вилучення з раціону харчування населення, свіжого молока в тих місцевостях, на яких випали радіоактивні речовини.

Для забезпечення радіаційної безпеки людей, які брали безпосередню участь у ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС, Міністерством охорони здоров'я було встановлено допустимий рівень опромінення - 250 мЗв, тобто рівень, який не перевищував рекомендований МКРЗ і діючими в країні нормами радіаційної безпеки (НРБ-76/87) для людей, залучених до аварійних робіт. Згодом зазначений рівень був знижений до 100 мЗв на рік, на третій рік після аварії для особливо небезпечних робіт - до 50 мЗв на рік.

З перших діб після аварії проводились широкомасштабні санітарно-гігієнічні заходи, спрямовані на забезпечення радіаційної безпеки населення на територіях, прилеглих до Чорнобильської АЕС, а також на зниження рівнів зовнішнього і внутрішнього опромінення населення України, Білорусі, Росії. Закладами санітарно-гігієнічної служби було організовано постійний посилений контроль за радіаційною обстановкою на території з підвищеним рівнем радіаційного забруднення, за реалізацією продуктів харчування і

водопостачання. Ця робота проводилась разом з різними міністерствами і відомствами країни.

На підставі наукових даних про вплив доз опромінення на людей і виходячи з реальної радіаційної обстановки було введено тимчасові допустимі рівні загального опромінення для населення у перший рік після аварії - 100 мЗв (50 мЗв для зовнішнього і 50 мЗв для внутрішнього опромінення). З урахуванням реально, досягнутого зниження рівнів опромінення внаслідок проведення великого комплексу заходів нормативні показники загального радіаційного опромінення на 1987-1988 рр. було знижено до 30 мЗв. Виходячи з цих рівнів, а також з того, що в перший період після аварії визначальним чинником внутрішнього опромінення були радіонукліди йоду, насамперед ^{131}I , за рахунок надходження їх у організм з питною водою, молоком та деякими іншими продуктами харчування, було введено в дію «Тимчасові допустимі рівні вмісту радіоактивного йоду для питної води і харчових продуктів».

З часом та урахуванням річного вживання різних видів продуктів харчування, технології їх виробництва, а також кумулятивних особливостей довгоживучих радіонуклідів 30 травня 1986 р. було затверджено тимчасові допустимі рівні практично на всю номенклатуру харчових продуктів, плодоовочеву продукцію, медичні препарати та лікарську сировину.

З метою забезпечення системи контролю за вмістом радіоактивних речовин у продукції, яку виготовляють підприємства харчової промисловості, було розроблено і введено в дію нормативні документи, що регламентують порядок обробки, переробки та підготовки до реалізації продукції тваринництва, птахівництва, звіроводства, кролівництва, лісового господарства, виготовленої на радіоактивно забруднених територіях.

Поряд із цим було визначено особливості ведення сільського, господарства на територіях із підвищеним рівнем радіоактивного забруднення. Заклади санітарно-епідеміологічної служби і контролюючі організації повинні неухильно керуватись вказаними документами при

вирішенні питань, пов'язаних із реалізацією населенню продуктів харчування через торгівельну мережу, підприємства громадського харчування, ринки.

У основу діючої системи радіаційного контролю було покладено одну уніфіковану методику експресного визначення об'ємної і питомої активності β -випромінюючих нуклідів у воді, продуктах харчування, рослинах та тваринах методом прямого вимірювання «товстих» проб.

У зв'язку зі складною радіаційною обстановкою, значними коливаннями вмісту радіоактивних речовин у сільськогосподарській продукції, яка вирощується на територіях з підвищеним рівнем радіоактивного забруднення, а також недостатнім забезпеченням точності вимірювань було введено положення, згідно з яким результати радіоактивного контролю, проведеного відомчими службами та організаціями, не є підставою для прийняття рішень, пов'язаних із реалізацією населенню продуктів харчування. Такі рішення приймалися лише на підставі даних санепідемслужби чи контролюючих органів.

Усі згадані заходи дозволили значно знизити надходження у організм людей з продуктами харчування радіонуклідів і не допустити перевищення основних дозових меж, встановлених для внутрішнього опромінення. Було поставлено перепону на можливих шляхах антропогенного перенесення радіоактивних речовин із зони Чорнобильської АЕС та територій з високим рівнем радіоактивних забруднень. На дозиметричних пунктах, постах санітарної обробки здійснювався контроль за рівнем радіоактивного забруднення транспорту, механізмів, взуття, білизни відповідно до допустимих (контрольних) рівнів. Якщо радіоактивну забрудненість не вдавалось знизити за допомогою дезактивації до допустимих рівнів, предмети підлягали захороненню.

Постійно здійснювався систематичний контроль за радіоактивним забрудненням повітряного басейну і ґрунту. Для здійснення радіометричного та дозиметричного контролю було розгорнуто близько 100 пунктів і лабораторій, залучено додатково 3500 фахівців, задіяно понад 3250

дозиметричних та радіометричних приладів, 16 пересувних лабораторій. Об'єм, масштаби діяльності санітарно-епідеміологічної служби при ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС виявились досить Великими: лише до кінця першого року після аварії було проведено понад 20 млн вимірів γ -фону в населених пунктах, 500 тис. досліджень питної води відкритих водоймищ, 30 млн досліджень різних поверхонь (транспортних засобів, приміщень, територій, одягу та ін.), проаналізовано 700 тис. проб молока й молочних продуктів, 120 тис. проб м'яса та м'ясних продуктів, понад 1 млн проб інших продуктів харчування.

Для забезпечення санітарно-гігієнічного благополуччя було потрібне додаткове технічне й кадрове посилення ряду санітарно - епідемічних станцій, розташованих на територіях, що зазнали радіоактивного забруднення. Так, додатково було організовано 8 міжрайонних радіологічних відділень, 7 радіологічних груп, 13 груп індивідуального дозиметричного контролю. Велика увага приділялась також підготовці фахівців у галузі радіометрії та спектрометрії. Для різних міністерств і відомств на базі санітарно-епідеміологічної служби підготовлено 1 тис. таких фахівців. Це дало можливість різко підвищити надійність ідентифікації радіонуклідів та контролю за вмістом їх у сільськогосподарській продукції на всіх етапах виробництва, заготівлі їх та переробки, а також у об'єктах навколишнього середовища.

Поряд з цим у районах радіаційного впливу посилений контроль за санітарно-епідеміологічним станом найважливіших об'єктів, передусім харчової . промисловості, громадського харчування/ торгівлі, водопостачання населених пунктів. За порушення санітарно-гігієнічного та протиепідеміологічного режиму у 1986-1987 рр. зазнали штрафних санкцій понад 23 тис. посадових осіб, усунуті від роботи близько 5,5 тис. осіб, припинена експлуатація 2648 різних об'єктів. Притягнуті до адміністративної відповідальності понад 2 тис. осіб.

У зв'язку з тривожним настроєм населення, вираженою неадекватною оцінкою ситуації та страхом перед наслідками опромінення територіальні органи охорони здоров'я та вчені, які виїжджали на місця для надання консультативної та практичної допомоги, провели Велику санітарно-освітню роботу, спрямовану на зняття психологічної напруги та радіофобії, розповсюдження знань про заходи з особистої гігієни і гігієни житла в умовах проживання на забрудненій місцевості. Ця робота активно проводиться й зараз.

Відзначаючи велику роботу, виконану санітарно-епідеміологічною службою, не можна не зупинитись на недоліках, які виявились у той період. Не всі заклади санітарно-епідеміологічної служби були цілком готовими до роботи в умовах великомасштабної радіаційної аварії. Нормативні документи, які регламентували порядок здійснення контролю за харчовими продуктами, були загалом орієнтовані на визначення в них фонових рівнів радіоактивних речовин. Радіологічна служба не мала достатнього резерву дозиметричних і радіометричних приладів. На першому етапі не було чіткої координації в діях ланок усіх рівнів санітарно-епідеміологічної служби.

1.3. МАЛІ ДОЗИ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА ЇХ БІОЛОГІЧНІ ЕФЕКТИ

Біологічна дія малих доз іонізуючого випромінювання є однією з найскладніших і найменшою мірою досліджених розділів біології і радіаційної медицини. Опубліковані в останні десятиріччя праці з цього питання не прояснили ситуацію. Складність вивчення ефектів, зумовлених дією малих доз, полягає передусім у труднощах способів оцінки їх уражаючого впливу, особливо з урахуванням тих наслідків, які можуть позначитись *на* загальному стані всього організму.

Питання про небажані, а тим паче трагічні наслідки впливу малих доз залишається дискусійним, оскільки можливість, виникнення віддалених наслідків у вигляді соматичних (злоякісних пухлин, катаракти, уражень

шкіри) або генетичних порушень вірогідно встановлена лише для випадків опромінення у відносно великих дозах (1 Гр і більше).

Багаторічні спостереження, які проводились за великими контингентами людей, опромінених малими дозами внаслідок вибухів у Хіросімі та Нагасакі, аварії на Маршалових островах, показали, що внаслідок дії малих доз радіації популяції в цілому загрожує, розвиток певних груп хвороб, які вимагають спрямованих медичних заходів. Крім того, вивчення впливу малих доз опромінення на організм людини має біологічний смисл, оскільки дозволяє одержати чіткішу уяву про радіочутливість різних тканин і можливості розвитку в них патологічних процесів, про канцерогенні дози опромінення, про зміни, які призводять до порушення функції життєво важливих органів.

Існуючі методи оцінки ризику несприятливих наслідків дії малих рівнів радіації ґрунтуються на екстраполяції ефектів з високих доз на низькі. Правомочність такого підходу активно обговорюється серед фахівців, причому наводяться експериментальні факти як за, так і проти можливості екстраполяційної оцінки. Однією з головних причин вимушеного використання екстраполяційних оцінок малих доз радіації є відсутність у радіобіології чітких кількісних даних про їх біологічну дію. Складність щодо одержання таких даних полягає в тому, що для проведення подібних досліджень треба використовувати дуже радіочутливі тест-системи, які до того ж характеризуються чіткою кількісною залежністю біологічного ефекту від величини дози при якомога нижчих рівнях радіаційного впливу.

На сьогодні є, мабуть, лише єдина тест-система, яка відповідає цим жорстким вимогам. Йдеться про культуру лімфоцитів периферичної крові людини. Невисокий (1-1,5%) спонтанний рівень хромосомних аберацій, у культурі лімфоцитів, приготіваній з периферичної крові клінічно здорових донорів, та висока радіочутливість хромосом дозволяє вірогідно реєструвати індуковані радіацією структурні пошкодження хромосом при досить низьких дозах, у межах, кількох сантигрей. Ще однією не менш важливою властивістю культури лімфоцитів, як модельного радіологічного об'єкту, є

те, Що частота й типи індукованих радіацією хромосомних аберацій однакові при ідентичному опроміненні *in vitro* та *in vivo*. Остання властивість лімфоцитів і використовується при розробці калібрувальних кривих з метою біологічної дозиметрії у випадку гострого неконтрольованого опромінення людини.

Таким чином, найперспективнішим об'єктом дослідження при вивченні дії малих доз радіації, зокрема мутагенної, на сьогодні є культура лімфоцитів людини, яка дозволяє до того ж проводити дослідження безпосередньо на клітинах людини і цим уникнути ще однієї вимушеної екстраполяції ефектів, які спостерігаються при проведенні досліджень на інших модельних об'єктах, що завжди приховує в собі певні неточності.

При оцінці і прогнозуванні збитків від іонізуючого опромінення і для здійснення практичних розробок у галузі радіаційного захисту; найчастіше використовують концепцію безпорогової лінійної залежності доза - ефект.

Відповідні коефіцієнти лінійного зв'язку між дозою опромінення і різноманітними стохастичними ефектами встановлюють на підставі відомих даних про смерть унаслідок виникнення злоякісних пухлин і генетичних дефектів у перших двох поколіннях нащадків опромінених великими дозами людей. Як правило, ці коефіцієнти виражають у вигляді очікуваного числа випадків смерті від злоякісних пухлин і генетичних дефектів, зарахованого до, колективної дози 10^4 людино-Зв.

Крім того, при оцінці дії випромінювання часто використовують параметр ризику r , що дорівнює середній індивідуальній вірогідності смерті внаслідок опромінення, зарахованої до дози 1 Зв. Між параметром ризику r та очікуваним числом випадків смерті n існує простий зв'язок: $r = 10^{-4} \cdot n$.

Таблиця 1. Параметр ризику (r) випадків смерті (n) від злоякісних пухлин і спадкових дефектів унаслідок опромінення

Захворювання	Критичний орган	$r, 10^{-2} \text{Зв}^{-1}$	n , число випадків смерті/ 10^4 людино-Зв

Лейкемія	Все тіло, червоний кістковий мозок	0,2	20
Рак щитоподібної залози	Щитоподібна залоза	6,05	5
Рак молочної залози	Молочна залоза	0,25	25
Пухлина кісткової тканини	Скелет	0,05	5
Пухлина легень	Легені	0,2	20
Пухлини інших органів і тканин	Усі інші органи і тканини	0,5	50
Всі злоякісні пухлини	Усі органи і тканини	1,25	125
Спадкові дефекти	Статеві залози	0,4	40

Отже, при нинішньому рівні знань у галузі радіобіології, не можна, з певністю вказати на найбільш придатний діапазон доз для екстраполяції ефектів у ділянці низьких доз, не можна також однозначно стверджувати, дають ці екстраполяції завищені чи, навпаки, занижені оцінки ризику. Тому для одержання науково мотивованих оцінок і прогнозування несприятливих наслідків впливу на організм малих доз радіації треба розвивати фундаментальні дослідження в цьому напрямку, причому на всіх рівнях біологічної організації - молекулярному, генетичному, органно-тканинному і на рівні цілісного організму.

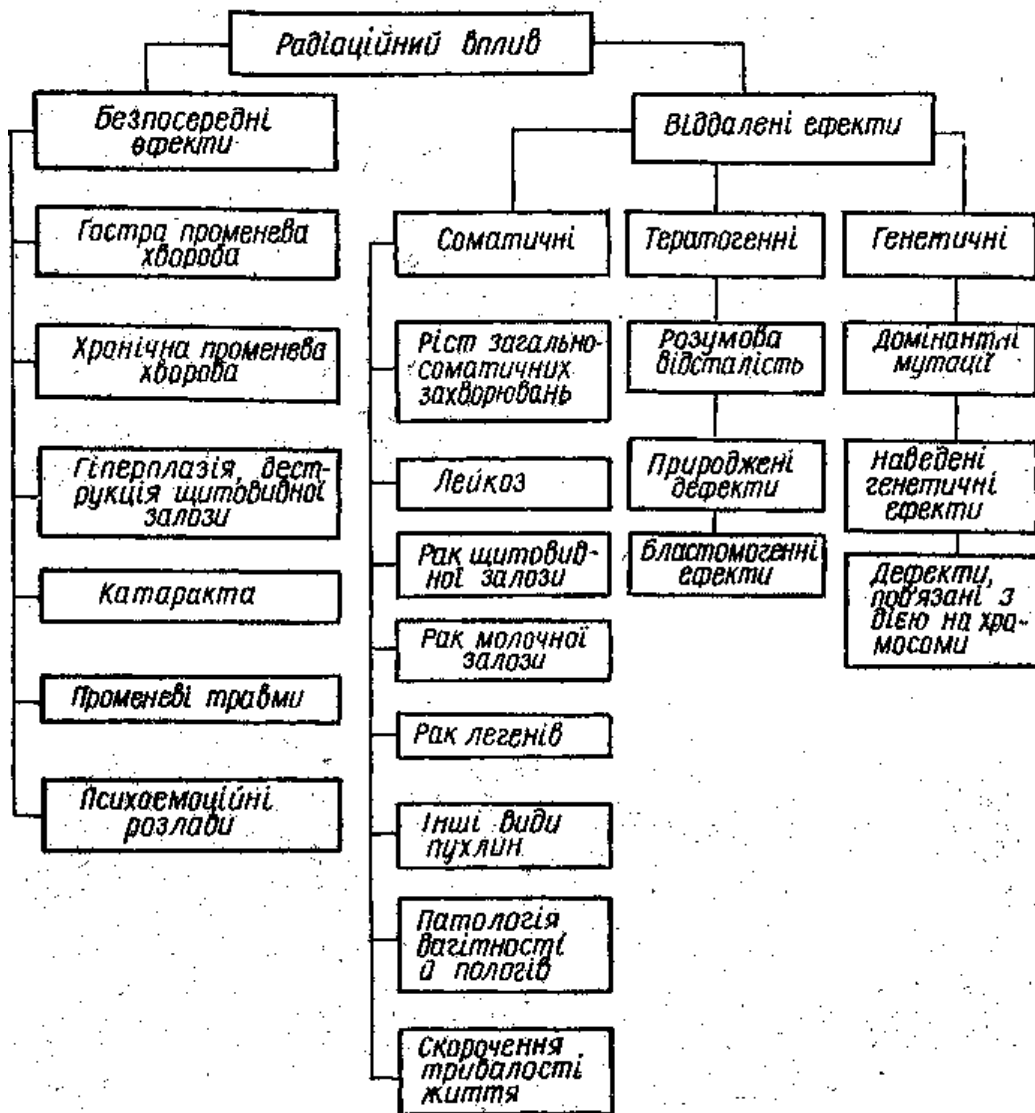
Проблема впливу малих доз радіації стає для нас особливо актуальною і вимагає невідкладного вирішення в плані оцінки і прогнозування несприятливих наслідків для мешканців забруднених територій унаслідок аварії на Чорнобильській АЕС.

1.4. ВІДДАЛЕНІ НАСЛІДКИ АВАРІЇ НА АТОМНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Віддалені наслідки радіаційного впливу внаслідок аварії на атомному виробництві можуть проявитись на системному, організмовому та популяційному рівнях. Нестохастичні і стохастичні наслідки радіаційного впливу. Нестохастичними називають такі ефекти, для яких існує межа опромінення, а імовірність їхнього виникнення і ступінь тяжкості змінюються залежно від дози опромінення.

Структура патологічних порушень

Схема 2. унаслідок радіаційного впливу на організм людини



Стохастичними називають такі ефекти, для яких не існує межі впливу. Дозозалежною є лише імовірність виникнення, а не ступінь їхньої тяжкості. Під граничною дозою розуміють кількість випромінювання, яка потрібна для того, щоб зумовити певний ефект у 1-5 % опромінених індивідів.

На противагу граничній дозі в радіобіології використовують термін «толерантна доза» - максимальна доза опромінення, яка ще не зумовлює розвитку шкідливого нестохастичного ефекту, який проявляється клінічно. Аналогічно термін «толерантність тканини» використовують для позначення здатності тканини переносити опромінення без розвитку такого ефекту.

Основними стохастичними ефектами є генетичні і канцерогенні наслідки променевого впливу. У патогенезі нестохастичних ефектів вирішальну роль

відіграє загибель клітин, тому взаємозв'язок цих ефектів з дозою і часом, що минув після опромінення, великою мірою залежить від виживання клітин в ураженій тканині. Багато які з важливих нестохастичних ефектів проявляються лише після тривалого латентного періоду. У зв'язку з цим розрізняють ранні ефекти, які можуть проявитися протягом кількох тижнів, і віддалену які проявляються через кілька місяців або років після опромінення. Ранні й віддалені нестохастичні ефекти розглядаються нижче, а в табл. 2 наведено результати оцінки граничних доз для клінічно виражених нестохастичних ефектів, одержані при впливі стандартного рентгенівського або γ -випромінювання (20-25-кратний вплив протягом 4-7 тиж).

1.5. СОМАТИЧНІ НАСЛІДКИ РАДІАЦІЙНОГО ВПЛИВУ

Серед нестохастичних ефектів променевого наслідків, крім променевої хвороби, можуть розвиватися й інші соматичні ефекти. За часом розвитку розрізняють ранні й пізні реакції. Для ранніх ефектів найбільш характерний розвиток гіпопластичних і дистрофічних станів, дисфункції залоз внутрішньої секреції, Серед ранніх ефектів найбільш типові функціональні й органічні зміни з боку нервової, серцево-судинної, імунної систем, а також кровотворення.

Серед пізніх соматичних ефектів променевого впливу виділяють непухлинні форми віддалених наслідків. Найбільш важливе епідеміологічне значення мають три групи патологічних процесів: гіпопластичні стани, склеротичні процеси і дисгормональні порушення.

Гіпопластичні стани у вигляді лейкопенії, анемії, гіпо- та анацидного гастриту, пригнічення функції статевих залоз свідчать про зміни в кровотворній системі, слизовій оболонці травного каналу, статевих органах.

Цироз печінки, нефросклероз, пневмосклероз, ураження ЦНС, артеріосклероз, катаракта, невроз - типові прояви склеротичних процесів, що розвинулись унаслідок променевого впливу. Все це призводить до скорочення тривалості життя у зв'язку з підвищенням смертності від різних

хвороб, прямо чи опосередковано обумовлених несприятливим впливом на організм іонізуючих випромінювань.

Непухлинні форми віддалених наслідків мають прихований перебіг (на тлі повного клінічного благополуччя) інколи протягом багатьох років. Тому при проживанні людей на забруднених радіоактивними речовинами територіях надзвичайно важливе значення має проведення ретельної диспансеризації різних контингентів населення з використанням високоінформативних і адекватних Діагностичних тестів та систем.

Серед стохастичних ефектів, які враховуються при нормуванні, іонізуючих випромінювань, основного значення надають злоякісним новоутворенням. Виникнення пухлини не завжди пов'язане із станом як зовнішнього середовища, так і внутрішнього середовища організму людини. Як уже зазначалось, такі процеси належать до стохастичних (імовірних, випадкових).

Дані літератури свідчать про те, що найчастіше внаслідок опромінення розвиваються лейкемія, рак легень, рак молочної та щитоподібної залоз. Радіоіндукований лейкоз звичайно розвивається через 8–13 років, після опромінення. Припинення появи нових випадків лейкозу відзначається приблизно через 30 років після опромінення. Радіоіндукція особливо характерна для всіх гострих форм лейкозу.

Молочна залоза жінок має високу радіочутливість. Латентний період становить приблизно 25 років. «Вихід» пухлин залежить від віку на момент опромінення. За даними НКДАР при ООН, у жінок Хіросіми та Нагасакі, які були опромінені у віці до 10 років, не зареєстровано жодного випадку, захворювання, а у вікових групах 10-19 і старших 20 років за період з 1945 по 1972 р. виявлено відповідно 38 і 192 випадки захворювань. Середня частота раку молочної залози у жінок всіх вікових груп становить близько 30 на 1 млн опромінених у дозі 0,01 Гр (1 рад). Рак легень розвивається переважно у осіб, які були старші 75 років, латентний період тривав 10-15 років.

Крім описаних форм раку у опромінених людей виявляли пухлини, локалізовані в кістках, шлунку, кишечнику, сечовивідних шляхах та інших органах. Епідеміологія ризику виникнення злоякісних новоутворень, при впливі іонізуючого випромінювання і його прогнозування. Варто зазначити, що все населення земної кулі живе в умовах впливу радіоактивного фону, який формується від джерел космічного і земного походження, а також від штучних радіонуклідів, розсіяних у біосфері внаслідок діяльності людини.

Джерела опромінення досить численні і можуть бути згруповані таким чином: 1) природні джерела випромінювання; 2) радіоактивні забруднення внаслідок ядерних випробувань; 3) забруднення підприємствами ядерної енергетики; 4) професійне опромінення людей (працівники АЕС, радіологи, рентгенологи); 5) опромінення при діагностичному і лікувальному використанні іонізуючого випромінювання; 6) використання добрив, які містять радіонукліди; 7) побутові випромінювання від приладів, робота яких супроводжується виникненням іонізуючого випромінювання; 8) аварійне опромінення.

Середньорічна індивідуальна еквівалентна доза від різних джерел іонізуючого неаварійного випромінювання, за даними В. Ф. Кирилова і співавторів (1988), становила в 1981-1985 рр. 5,05 мЗв. Привертає увагу те, що середньорічна індивідуальна доза за рахунок медичних процедур була в 1,4 рази вища, ніж у економічно розвинених країнах. Варто зазначити, що штучні джерела випромінювання все ширше застосовуються в медицині, науці і різних галузях промисловості. Виникає можливість опромінення великих контингентів людей при надзвичайних ситуаціях.

Захворюваність дорослого населення, евакуйованого з 30-кілометрової зони. Аварія на Чорнобильській АЕС, яка сталась у густонаселеному районі, потягла за собою необхідність у негайній евакуації значних контингентів населення. Саме для цього населення, поряд з радіаційним впливом, величезне значення мали чинники, які супроводжували екстремальну, небезпечну для життя ситуацію, насамперед - пролонгована психічна

перенапруга. У період евакуації основним стресовим чинником була загроза життю і здоров'ю у зв'язку з можливістю радіаційного ураження, з часом підключились додаткові стрес-чинники (втрата домівки, майна, зміни життєвого побуту, страх з приводу можливості розвитку в майбутньому наслідків опромінення та ін.). Усі ці чинники могли справити великий вплив на стан здоров'я евакуйованого населення, реалізуючись передусім у вигляді розладів нейросудинної регуляції, змін імунологічної реактивності, Згодом вони могли стати пусковим механізмом для розвитку різних хвороб.

При спостереженні за станом здоров'я евакуйованого населення протягом перших 3 років після аварії проявів захворювань, які були б безпосередньо зв'язані з радіаційним впливом, не виявлено. Разом із тим захворюваність цього контингенту має деякі особливості. Вибіркове обстеження дорослого населення, евакуйованого з м. Прип'ять і яке мешкає зараз у Києві, засвідчило, що поширення хвороб і первинна захворюваність цих людей істотно, не відрізняються від таких у контрольній групі, яку склали мешканці Києва, обслуговувані тією ж територіальною поліклінікою.

Наприклад, у 1988 р. показники первинної захворюваності на 10 тис. населення становили відповідно 7465 та 7198. У той же час помічено різницю щодо структури захворюваності цих контингентів. У евакуйованого населення поряд з гострими ураженнями органів дихання (ГРВІ, ангіна, фарингіт, трахеобронхіт) частіше виявляли психоневрологічну патологію. У 1987 р. питома вага хвороб нервової системи і органів чуття склала 13,2%, а психічні розлади - 12,9%. Останні були зумовлені загалом порушеннями непсихотичного характеру - астеничний стан, невроз, нейроциркуляторна дистонія. У 1988р. спостерігалось істотне зниження рівня психічних розладів (до 7,5%) і збільшення частоти гострих захворювань органів дихання. Це можна пов'язати з епідемією грипу. Віднести ріст гострої патології органів дихання на рахунок різкої зміни опірності організму (імуного статусу) евакуйованого населення не можна, оскільки рівень захворюваності в контрольній групі був також дещо вищим.

При поглибленому дослідженні захворюваності евакуйованого населення з урахуванням віково-статевих особливостей встановлено, що захворюваність жінок у всіх вікових групах була значно вищою, ніж чоловіків, особливо щодо класів ендокринних хвороб, захворювань нервової системи і органів чуття, психічних розладів, хвороб органів травлення, сечостатевої та кістково-м'язової систем. Причому спостерігалось збільшення захворюваності в динаміці (1987-1988 рр.) у жінок віком після 30 років. Найвища захворюваність відзначалась у віковій групі 40-49 років, у якій була найвища частота захворювань органів дихання; травлення, системи кровообігу, а також кістково-м'язової патології та психічних розладів.

Розділ 2. Особливості реагування організму дітей на вплив несприятливих факторів Чорнобильської катастрофи

Внаслідок аварії на ЧАЕС сотні тисяч дітей опинилися в умовах не лише короткострокового, а й довготривалого іонізуючого випромінювання. Оцінка клінічних ефектів у дітей, які зазнали впливу іонізуючого випромінювання, з дозовими навантаженнями на щитову залозу 0,1-28,5 Гр та дозою загального опромінення 0,5-16,2 Гр дозволили виділити основні симптомокомплекси, найбільш характерні для тих чи інших періодів післячорнобильської ситуації. У гострий йодний період із найбільш типовими реакціями організму дітей на вплив несприятливих факторів Чорнобильської катастрофи були респіраторний синдром (31,1%), гіперплазія лімфоїдної тканини (32,2%),

порушення діяльності шлунково-кишкового тракту (9,4%), функціональні зрушення з боку ССС (18,0%), наявність "еутиреоїдної гіпертироксинемії" без клінічної симптоматики гіпертиреозу, кількісні (34,2%) та якісні (92,2) зміни з боку перифічної крові.

Характерно, що у гемопоетичних клітинах спостерігалися як ознаки ушкодження, і компенсації, створені задля відновлення інтрацелюлярних утворень і підтримку цілісності всієї клітини. Ознаками ушкодження були набухання мітохондрій та часткова дезорганізація кристів, розшарування ядерної мембрани та розширення перинуклеарного простору, патологічні зміни клітинної поверхні, зниження концентрації сухих речовин у клітині та збільшення частки води, що свідчить про дестабілізацію клітинних мембран. Реакції компенсації характеризувалися підвищенням активності клітинного ядра, збільшенням площі поверхні біологічних мембран, інтенсифікацією енергоутворення та синтезу нуклеїнових кислот, що сприяє посиленню регенеративних процесів та прискоренню оновлення інтрацелюлярних утворень.

Відзначено тенденцію до підвищення судинного тону та зниження пульсового кровонаповнення, асиметрії пульсового кровонаповнення мозкових судин. У більшості дітей виявлявся прихований бронхоспазм на тлі збільшення швидкості утворення вільних радикалів у легенях та зниження концентрації сурфактанту в конденсатах видихуваного повітря. Виявлено високу частоту порушень з боку гепатобіліарної системи з наявністю дискринії, транзиторної білірубінемії, диспротеїнемії, з підвищенням рівня трансфераз. У 68,3% дітей зміни соматичного статусу поєднувалися з ознаками ВСД, протікали на тлі гормонального дисбалансу, активації метаболізму в мітохондріях та цитозолі клітин крові, помірної супресії Т-клітинної ланки імунітету та дисімуноглобулінемії. Функціональні розлади, сприяючи зниженню резистентності дитячого організму, зумовили більш високі ризики розвитку патології органів дихання, травлення, ендокринної,

гемопоетичної, імунокомпетентної, нервової та серцево-судинної систем. Ці ризики почали реалізуватися з 1989 року.

Виявлено вікові особливості реагування дитячого організму на вплив несприятливих факторів Чорнобильської катастрофи. Так, діти, внутрішньоутробний період розвитку яких протікав в умовах хронічного впливу іонізуючого випромінювання, частіше до терміну народжувалися з малою масою тіла, частіше хворіли на першому році життя, у ранньому та дошкільному віці. У них найчастіше реєструвалися розлади з боку органів дихання, травлення, імунокомпетентної та гемопоетичної систем. У цієї групи дітей виявлено зміна спектру малих аномалій розвитку та підвищення кількості аберацій хроматидного типу. Приблизно в 1/3 їх спостерігалися ті чи інші відхилення у психічному розвитку, представлені переважно недостатністю емоційно-вольової сфери.

Таким чином, багатокомпонентний вплив несприятливих факторів Чорнобильської катастрофи сприяв формуванню своєрідного симптомокомплексу, так званого синдрому Чорнобиля.

2.1. Кровотворна система дітей

Всебічне клінічне та гематологічне обстеження зазнали понад 20 тис. дітей, евакуйованих через 36-40 год після аварії на ЧАЕС з Прип'яті та сіл Чорнобильського району, а також дитяче населення, яке проживає на територіях Київської, Чернігівської та Житомирської областей. Середня доза зовнішнього опромінення для евакуйованих дітей становила близько 0,03 Гр, а індивідуальна – від 0,015 до 0,12 Гр. Додатково на щитовидну залозу за рахунок аерозольної компоненти радіоіоду діти отримали 0,3-2 Гр.

У дітей, евакуйованих з Прип'яті через 72 години після аварії, у всі терміни спостереження не виявлено суттєвих змін з боку параметрів, що характеризують еритроцитарний паросток кровотворення. Кількість лейкоцитів і клітин гранулоцитарного ряду в гемограмах перевищувала вікові показники в першу добу після аварії та у наступні терміни

спостереження їх вміст нормалізувався. Глибоких лейкопеній та лімфоцитопеній не зареєстровано. Не виявлено суттєвих відмінностей у цих параметрах ні в хлопчиків, ні в дівчаток. Аналіз пунктатів кісткового мозку 19 дітей, яким було поставлено попередній діагноз "променева травма", свідчить про деяке зменшення кількості мієлокаріоцитів, підвищення числа стромальних елементів, гістіоцитарних та плазматичних клітин.

У ранні (3 доби - 4 міс) після аварії терміни спостерігалися якісні порушення в клітинах грануло- та лімфоцитарного ряду: збільшувалася кількість нейтрофілів з токсигенною зернистістю, частіше звичайного реєструвалася гіпер- та гіпосегментація ядер гранулоцитів, у 10-15 % клітин спостерігалася дисоціація дозрівання та ядра; у лімфоцитах цитоплазма була гіпербазофільною, її краї мали часом неправильні фестончасті або ворсинчасті контури. У деяких клітинах реєструвалися ознаки порушення структури ядра: аномальне відшнурування його фрагментів, каріолізис.

У 1,5% дітей відзначалися гіпертромбоцитози, підвищення агрегаційних властивостей тромбоцитів та зміна фазового складу ліпідів та ліпопротеїдів плазми, її поверхневого натягу. Перелічені зміни найчастіше виявлялися у евакуйованих з Прип'яті дітей, у клінічній картині яких реєструвалися бронхолегеневі патологічні процеси чи захворювання шлунково-кишкового тракту. Діти першого року життя ці зміни були менш окресленими.

У ці терміни зареєстровано істотне підвищення активності окислювально-відновних ферментів (пероксидази, цитохромоксидази, цитохрома З) у зрілих нейтрофільних лейкоцитах периферичної крові в дітей із бронхіальними процесами. Активність кислої фосфатази у зрілих гранулоцитах периферичної крові знижувалася, вміст глікогену в нейтрофілах значно перевищував показники у здорових дітей. Через 6 місяців основні цитохімічні показники у дітей нормалізувалися.

Виявлено також виражені ультраструктурні зміни тромбоцитів. В окремих дітей зустрічалися сформовані мікротромби. Найчастіше у тромбоцитах реєструвалося збільшення розмірів вакуолей та розширення каналців, що

утворюють систему, пов'язану з поверхнею пластинок. В окремих тромбоцитах порожнини, що утворилися, займали до 1/3 площі зрізу, в них же відзначалося до 7,5 проти 9,9 в незмінених пластинках, змінювався вміст гранул глікогену.

Багато еритроцитів мали ознаки порушення цілісності мембран і формували різні фігури, спостерігалось склеювання двох-трьох клітин. Дослідження клітин крові через рік показало, що ультраструктура більшості елементів гемопоезу наближалася до звичайної.

Кількісні показники периферичної крові дітей різних вікових груп, евакуйованих з Прип'яті, через 3, 6 та 12 місяців після аварії на ЧАЕС, а також через 3 та 7 років не були змінені.

Аналіз кількісних та якісних показників гемограм у дітей, евакуйованих з 30-кілометрової зони, свідчить про розвиток у них своєрідних первинних якісних гематологічних змін, зумовлених, мабуть, високою іонізацією повітря за рахунок підвищення рівня інших короткоживучих радіонуклідів та хімічно активних речовин. Однак ці зміни не призвели до розвитку гематологічного синдрому, характерного для ГПХ, у жодного з дітей як у йодний період, так і в наступні терміни спостереження після катастрофи.

Таким чином, результати гематологічного моніторингу дітей, які проживають на забруднених радіонуклідами територіях, дозволили відзначити низку функціональних порушень у системі гомеостазу, зумовлених комплексом несприятливих факторів як екзогенного, так і ендогенного генезу. Функціональну лабільність показників окремих елементів гемопоезу можна пояснити супутньою соматогенною патологією та негативним впливом різних хімічних речовин, дефіцитом мікроелементів.

2.2 Ендокринна система дітей

Віддалені наслідки радіаційного впливу багато в чому визначаються патологією органу-мішені для радіоїоду – щитоподібної залози. Особливостями її ураження у дітей, евакуйованих з 30-кілометрової зони,

виявилася короткочасна дія радіюду, інгаляційний шлях його надходження, поєднання внутрішнього та зовнішнього гамма-опромінення. Для групи дітей, які проживають на забруднених територіях, характерна пролонгована дія радіонуклідів йоду, переважно аліментарний шлях його надходження, відсутність впливу короткоживучих ізотопів, незначне зовнішнє гама-опромінення.

Відомо, що навіть невеликі дози іонізуючого випромінювання, не впливаючи на структуру щитоподібної залози, можуть спричинити функціональні зміни в ній, що пов'язано з високою чутливістю тиреоцитів до опромінення. Зниження функціональної активності щитоподібної залози призводить не тільки до розвитку гіпотиреозу, а й опосередкованого порушення темпів фізичного та статевого розвитку. Діти та підлітки становлять групи підвищеного ризику гіпотеріозу. Через малі розміри та підвищену функціональну активність поглинання йоду щитоподібною залозою дитини в 2-10 разів більше порівняно з дорослими, внаслідок чого вона більш схильна до розвитку радіоіндукованої патології. Найбільш уразлива щитоподібна залоза плода, новонародженого та дитини перших років життя. В основі багатьох захворювань даного органу лежать аутоімунні процеси.

В даний час у прогнозі радіоіндукованих захворювань щитоподібної залози величезне значення надається її гіперплазій. Однак результати багаторічних спостережень за дитячим контингентом України в доаварійний період показали, що частота гіперплазій щитоподібної залози I та II ступенів варіює від 15,5 до 51,5 %, що залежить від наявності йодної ендемії, віку дитини та інших факторів. Найчастіше цей стан спостерігається 11-14 років, тобто. у період активної пубертації, а співвідношення частоти гіперплазії I та II ступенів у даний віковий період відповідає 1/3-5. Катамнестичне дослідження осіб, які мали 5-20 років тому гіперплазію щитоподібної залози, показало відсутність у них захворювань цього органу. Таким чином, гіперплазію щитоподібної залози I та II ступенів без порушення її структури

слід вважати фізіологічним варіантом за період, що минув після аварії на ЧАЕС.

Природно, період, що минув після аварії, недостатній для остаточної оцінки її медичних наслідків. Проте вже зараз відзначається значне зростання захворювань на щитоподібну залозу у постраждалих дітей. Згідно з даними досліджень, у перші місяці після аварії у значній кількості дітей спостерігалось підвищення рівня загального тироксину крові, що перевищує іноді нормальні показники в 3-4 рази, без клінічних ознак гіпотиреозу, та деяке зниження рівня тиреотропного гормону. Динаміка носила хвилеподібний характер з нормалізацією через 1,0-1,5 року та наступним менш вираженим піком через 1,5-2,0 року.

При дослідженні структури щитоподібної залози у дітей, евакуйованих з Прип'яті та які проживають на контрольованих територіях, були виявлені зміни, що виражалися у підвищенні ехогенності тканини, неоднорідності ехоструктури та наявності лінійних ехопозитивних включень. Ці прояви можуть свідчити про розвиток хронічних процесів у тиреоїдній тканині з результатом фіброзу.

За даними літератури, виникнення гіпотиреозів унаслідок радіаційної дії спостерігається через 7-10 років. На цей час серед дітей, евакуйованих з 30-кілометрової зони та проживаючих на найбільш забруднених радіоїодом територіях, випадків гіпотиреозу під час проведення масових досліджень не виявлено. Офіційна статистика також не вказує на збільшення захворюваності на гіпотиреоз у контрольованих областях. Проведене спільно з групою МАГАТЕ скринінгове обстеження багатьох населених пунктів України також не виявлено жодного випадку гіпотиреозу. Частота про лабораторних гіпотиреозів на контрольованих територіях вбирається у спонтанний рівень.

Найбільш вираженою чутливістю до дії іонізуючого випромінювання, мають клітини в стані поділу. Тому вивчення ендокринних залоз у дітей, які зазнали впливу ІІ у пренатальному періоді, є пріоритетним. Беручи до уваги

той факт, що вагітність супроводжується посиленням функції щитоподібної залози, а накопичення йоду щитоподібною залозою плода відбувається інтенсивніше в 7-10 разів, ніж такої матері, можна прогнозувати розвиток патології цього органу у цієї категорії дітей.

2.3. Серцево-судинна система дітей

Вплив малих доз радіації зумовлює широкий діапазон функціональних реакцій серцево-судинної системи помітною напругою механізмів підтримки гомеостазу. Синдром функціональної нестійкості кровообігу, що розвивається, пов'язаний з підвищеною збудливістю вищих вегетативних відділів нервової системи, що викликають зміни в нейрогуморальних механізмах регуляції гемодинаміки.

У динаміці післяаварійного періоду спостерігали понад 11 тис. дітей із регіонів з неблагополучною радіаційною обстановкою з дозовими навантаженнями на щитоподібну залозу 1,0-28,0 Гр та дозою загального опромінення 1,0-7,0 сГр. Результати досліджень показали, що діти, евакуйовані з 30-кілометрової зони, у перші дні пред'являли скарги на періння у горлі та металевий присмак у роті (55,7%), покашлювання (31,1%), підвищену стомлюваність (50,1%), головний біль (39,3%). У деяких дітей відзначалися гіперемія зіва, гіперплазія лімфоїдної тканини носоглотки, помірне збільшення периферичних лімфатичних вузлів.

Функціональні зміни з боку серця встановлені у 40% дітей. На ЕКГ у 32% обстежених реєструвалися синусова тахіаритмія, у 45-брадіаритмія, у 42,4 – помірні та у 3,8% – виражені метаболічні порушення у м'язі серця. Дані реографічних досліджень регіональної гемодинаміки характеризувалися наявністю венозного стазу, нерідко з міжпівкульною асиметрією кровонаповнення, вираженою тенденцією до підвищення судинного тону, зниженням пульсового кровонаповнення та швидкості артеріального кровотоку судин кінцівок. При оцінці показників центральної гемодинаміки та зовнішнього дихання у стані відносного спокою у дітей не виявлено будь-

яких суттєвих зрушень порівняно з контролем. Однак застосування дозованого фізичного навантаження середньої інтенсивності дозволило встановити у "стійкому стані"

Спостереження дітей із постраждалих районів у поступовій динаміці поставарійного періоду показало, що частота скарг на підвищену стомлюваність (82,7%), слабкість (71,7%), дратівливість (65,9%), біль голови (52,0%), запаморочення (40,3%), порушення сну (29,6%), шлунково-кишковий дискомфорт (52,8%), неприємні відчуття в ділянці серця (26,4%) не тільки не зменшилася, але навіть зростає. При обстеженні у 70,3% дітей у тому чи іншому поєднанні виявлені такі симптоми, як гіпергідроз і акроціаноз долонь і підощв, підвищена пітливість, мармурність шкірних покривів, червоний або білий дермографізм, що підвищується, порушення терморегуляції, лабільність пульсу, що свідчить про високу частоту вегетативної дисфункції.

Дані інструментального обстеження ССС, проведеного 1987-1988 рр., показали, зміни ЕКГ відзначалися в 46,2% дітей. При цьому незначні та помірно виражені метаболічні порушення у серцевому м'язі виявлені у 40,9% дітей, виражені – у 2,6%. Зміни міокарда дистрофічного характеру відзначалися у 13% обстежених. У 32,5% спостерігалася синусова аритмія, у 3,6% – порушення ритму у вигляді поодиноких суправентрикулярних екстрасистол.

При оцінці регіональної гемодинаміки у 2/3 обстежених дітей спостерігалися якісні зміни кривої реографії, що свідчать про веноспазм. Аналіз результатів РЕГ вказує на тенденцію до підвищення тону мозкових судин та зниження кровонаповнення півкуль (23,0%). У більшості дітей було виявлено асиметрію пульсового кровонаповнення судин півкуль головного мозку. Результати реовазографії кінцівок свідчать про певну тенденцію до підвищення судинного тону, зниження пульсового кровонаповнення та швидкості артеріального кровотоку.

2.4 Система дихання дітей

Дихальні шляхи та легені є однією з головних мішеней впливу радіаційного та інших несприятливих факторів навколишнього середовища. Найбільша небезпека інгалаційного шляху надходження радіонуклідів до організму обумовлена інтенсивним всмоктуванням, великою площею контактного опромінення, високою токсичною дією продуктів ядерного поділу. Тому визначення стану респіраторних та нереспіраторних функцій легень, вивчення особливостей перебігу хвороб системи дихання мають велике значення для встановлення найближчих та віддалених ефектів Чорнобильської катастрофи.

У різні терміни післяаварійного періоду обстежено понад 11 тис. дітей, які зазнали впливу ІІ, з дозовими навантаженнями на щитоподібну залозу 1,0 – 28,0 Гр. Встановлено, що у 1986-1987 рр. у 53,6% дітей визначалося зниження бронхіальної прохідності переважно лише на рівні дрібних бронхів, в 69,1% - прихований бронхоспазм також переважно лише на рівні дрібних бронхів.

Спостереження у післяаварійний період свідчать про зростання рівня захворюваності органів дихання у дітей у регіонах з неблагополучною радіаційною обстановкою. Привертає увагу схильність до їх затяжному перебігу, наростання дистрофічних змін слизової оболонки дихального тракту, що у час створює передумови на формування неадекватного фіброзу і хронізації процесу.

З впливом екологічних умов взаємопов'язані інфікованість респіраторними вірусами, напруженість противірусного імунітету. У дітей з неспецифічними захворюваннями легень, які проживають на контрольованих територіях, відзначається придушення продукції альфа- та гамма-інтерферону, високий рівень обсіменіння респіраторними вірусами.

Таким чином, вплив комплексу несприятливих факторів Чорнобильської катастрофи зумовив виникнення у дітей суттєвих функціональних розладів з боку системи дихання, що є однією з передумов

для більш частого виникнення захворювань органів дихання та в ситуації складної взаємодії організму з факторами довкілля створилися умови для їхнього патоморфозу.

2.5. Система травлення дітей

Оскільки слизова оболонка харчового каналу, поряд з респіраторним трактом є основним шляхом надходження радіонуклідів до організму дитини, відмічено суттєве зростання захворювань органів травлення у дітей, які проживають на контрольованих територіях після аварії на ЧАЕС.

Аналіз динаміки клінічних проявів гастроентерологічних захворювань в дітей віком показав, що, незважаючи на типовий симптомокомплекс, характерний для тієї чи іншої нозологічної одиниці, однією з типових особливостей цих хвороб є те, що вони протікають на тлі вираженої дисфункції вегетативної нервової системи. На це крім скарг вказували слабкість, сонливість, швидку стомлюваність, кардіалгії, артралгії, лабільність пульсу та АТ, гіпергідроз, мармурність шкірних покривів, білий або червоний дермографізм та ін. Результати кардіонтервалографії у 85,9% дітей синдромом.

У дітей, які перенесли атаку радіоактивного йоду, у клінічній картині гастроентерологічних захворювань домінують ознаки дисфункції вегетативної нервової системи, наголошує на можливій значущості дисрегуляції вегетативної нервової системи в патогенезі хвороб системи травлення у даного контингенту дітей.

У дітей із груп радіаційного ризику виявлено деякі особливості перебігу хронічних неінфекційних захворювань органів травлення. Характерною особливістю хронічних хвороб органів травлення є відсутність "типових" сезонних загострень, больовий синдром, що тривало зберігається, часті загострення хвороби, що проявляються переважно рецидивуючими неінтенсивними болями в животі.

Структура хвороб харчового каналу, підшлункової залози та гепато-біліарної системи в динаміці поставарійного періоду залишається стабільною, не маючи тенденції до збільшення частоти деструктивних процесів у слизовій оболонці харчового каналу, "специфічних" уражень підшлункової залози та печінки.

Перебіг хронічних неінфекційних захворювань органів травлення у дітей незалежно від регіону проживання супроводжується дисбактеріозом кишечника, частота і ступінь виразності якого найбільш характерні для гострих йодних ударів (переселених з Чорнобиля та Прип'яті). Особливістю перебігу дисбактеріозів кишечника є відсутність таких клінічних проявів, як метеоризм, порушення характеру випорожнень, наявність патологічних домішок у калі, прояв синдрому мальабсорбції у легких формах.

Встановлено зв'язок кишкового дисбактеріозу зі зниженням рівня локального імунітету кишківника. У дітей-переселенців у копрофільтратах відзначені найнижчі показники S IgA та його фракцій, дисімуноглобулінемія за рахунок підвищення вмісту Ig класів G та M, що супроводжувалося різким зменшенням кількості Bifidobacteria, переважанням мікробів класу Escherichia.

Виявлено особливості сонографічного дослідження щитоподібної залози у дітей різних груп. Для дітей, які перенесли навантаження радіоактивного йоду на щитоподібну залозу (діти з Прип'яті та Чорнобиля), поряд з гіперплазією щитоподібної залози переважно II ступеня характерні тиреоїдити, тоді як у дітей із 4-ї зони та "чистої" зони Чернігівської обл. була типова лише гіперплазія щитоподібної залози.

Звідси випливає, що діти з гастроентерологічними захворюваннями, які зазнали як гострого впливу радіоактивного йоду, так і тривалого впливу малих доз радіації, потребують постійного диспансерного спостереження, призначення седативних препаратів, імуномодуляторів, еубіотиків, а також цитопротекторів.

Розділ 3. Стан здоров'я дітей, які зазнали радіаційного впливу

3.1. Структура захворюваності

Серед різних груп населення, що піддалися дії іонізуючого випромінювання, контингентом пріоритетного спостереження є діти. Це зумовлено великою чутливістю організму, що росте і розвивається, до дії радіаційного фактору і найбільшою тривалістю майбутнього життя під ризиком опромінення. Результати широкомасштабних досліджень дитячого населення, що мало вплив під час аварійної ситуації, проведених в 1986-1992 роках вказують на наявність несприятливих тенденцій в стані їх здоров'я, що було сформовано і формується як наслідок Чорнобильської катастрофи. Найважливішою з них є погіршення стану здоров'я дітей, що зумовлено багатоконпонентним, багатогранним впливом на організм дитини всього комплексу негативних факторів у поставарійний період.

Аналіз показав, що рівень загальної захворюваності дитячого населення, як евакуйованого з 30-кілометрової зони, так і того, що проживає на забруднених радіонуклідами територіях, має чітку тенденцію до росту. Отримані дані свідчать про те, що у дітей, евакуйованих з 30-кілометрової зони ЧАЕС, показник загальної захворюваності збільшився в 1,4 рази і в 1987 році склав 1223,9, а в 1992 році - 1664,8. Рівень розповсюдження захворювань за цей період підвищився більш ніж в 2 рази (з 1425,1 до 3045,8). Ті ж тенденції спостерігаються в несприятливих стосовно радіаційного становища регіонах.

Так, порівняно з доаварійним періодом показник загальної захворюваності в Поліському районі Київської області виріс у 2,4 рази, в

Народицькому і Коростенському районах Житомирської області - відповідно 2,0 і 1,8, в Березнівському районі Рівненської області – в 1,6, в Чернігівському районі Чернігівської області – в 1,5 рази. У той же час в загальному в Україні за цей період захворюваність дитячого населення знизилась на 6,0%.

Якщо говорити про окремі класи захворювань, то найбільший ріст спостерігається з боку показників захворюваності органів дихання, травлення, ендокринної, гемопоетичної і нервової систем. У структурі патології 1986-1987 роки, у дітей всіх регіонів відзначалося превалювання хвороб органів дихання, окрема частка яких склала до 70,0%, причому більше половини з них було представлено хронічними захворюваннями мигдаликів і аденоїдів, і близько 30% - гострі респіраторно-вірусними інфекціями, друге і третє місце займали хвороби системи крові (основним чином залізодефіцитні анемії) і органів травлення.

В 1988 р., при збереженому високому рівні патології з боку органів дихання, кровотворення і травлення, відзначено збільшення ендокринних порушень, захворювань нервової системи і органів чуття. В 1991 р, як і попередній період, стабілізація показників захворюваності в більшості несприятливих за радіаційним становищем регіонів не наступило. В структурі лідерське положення продовжує посідати патологія органів дихання. Інші захворювання мають значно менше значення, складаючи близько 5 %. Це захворювання нервової системи і органів чуття (66,2 випадки на 1000 дитячого населення, 5,75% в структурі захворюваності), інфекційні і паразитарні хвороби (60,3 випадки, 3,20% відповідно), хвороби шкіри і підшкірної клітковини (55,8 випадків, 4,85%), травми і отруєння (45,3 випадки, 3,49%), хвороби органів травлення (36,3 випадки, 3,05%), хвороби ендокринної системи, крові й кровотворних органів, кістково-м'язової системи, вроджені аномалії в структурі захворюваності складають по 1% і менше.

Таблиця 3.1.1 Показники і структура захворюваності дитячого населення України із регіонів з несприятливою адаптаційною обстановкою по класам захворювань в 1991р.

Клас захворювань	Показник захворюваності	Структура захворюваності, %
Всі захворювання	1150.7	100.00
Захворювання органів дихання	818.7	71.15
Захворювання нервової системи і органів чуття	66.2	5.75
Інфекційні і паразитарні захворювання	60.3	5.20
Захворювання шкіри і підшкірної клітковини	55.8	4.85
Травми і отруєння	45.3	3.49
Захворювання органів травлення	36.3	3.05
Захворювання ендокринної системи	12.1	1.05
Захворювання кістково-м'язової системи	12.8	1.07
Захворювання сечостатевої системи	9.6	0.83
Захворювання крові та кровотворних органів	8.9	0.77
Психічні розлади	4.8	0.42
Захворювання органів кровообігу	4.0	0.35
Вроджені аномалії	3.5	0.30
Новоутворення	1.1	0.10

Дуже важливе значення для оцінки динаміки стану здоров'я мають результати тривалих спостережень. Такі дослідження проводились в Народицькому районі Житомирської обл. і в Чернігівському районі Чернігівської обл. Вони показали, що серед контингенту дітей, що мають дозу опромінення ЩЗ більше 200 сГр, практично здорових було 2,6%, від 75 до 200 сГр - 11,1%, від 30 до 75 сГр – 28,6%, і менше 30 сГр – 39,0% (таблиця 3.1.2.).

Таблиця 3.1.2. Частота соматичних захворювань у дітей з різним ступенем гіперплазії щитоподібної залози,%

Ступінь гіперплазії	ВСД	Алергічні захворю-	Серцево-судинні	Інфекційно-лабільні	Карієс	Захворювання

		вання	захворю- вання	діти		органів травлення
ЩЗ, 0 стадія Гіперпла-зія ЩЗ	7.2	1.4	3.5	5.0	32.7	20.4
1 стадія	12.4	4.8	4.3	5.8	45.8	29.3
2 стадія	27.8	12.6	9.4	14.7	63.9	35.8

При оцінці параметрів фізичного розвитку як найважливішого критерію стану здоров'я встановлено, що у різних вікових групах у 64,0-71,0% дітей відповідали середньому рівню, у 18,9-21,1% були нижче, у 9,8-14,5% в 1986-1991 рр. перевищували його. У 18,9-19,3% дітей фізичний розвиток був дисгармонійний головним чином через дефіцит або надлишок маси тіла.

Ріст показників захворюваності, розповсюдженості порушення фізичного розвитку у значної частини дітей (до 30,0%) зумовив суттєві зміни в розподілі дітей по групах здоров'я (таблиця 3.1.3.). Встановлено, що відсоток дітей 1-ї групи здоров'я за період з 1986 по 1991 рік зменшився більш ніж в 2 рази (з 56,6% в 1986 році до 19,5% в 1991 році). Поруч з значним зниженням великої частини дітей 1-ї групи здоров'я і помітним зменшенням численності дітей 2-ї групи здоров'я (з 34,2% в 1986 році до 28,0% в 1991 році), збільшився відсоток дітей з хронічними захворюваннями (3-тя група - з 8,4 до 50,5%; 4-та група - з 0,8 до 2,3%).

Таблиця 3.1.3. Розподіл дітей, що зазнали впливу ІО по групах здоров'я в динаміці після аварії на ЧАЕС в 1986-1991р

Група здоров'я	1986	1987	1988	1989	1990	1991
1-а	56.6	50.9	54.9	39.9	25.9	19.5
2-а	34.2	39.1	34.7	41.7	29.3	28.0
3-я	8.4	8.9	9.2	16.8	43.1	50.2
4-а	0.8	1.1	1.2	1.6	1.7	2.3

За цей же період серед дитячого населення «чистих» регіонів зміни в розподілі дітей по групах здоров'я були відносно незначними. Так в 1986 р.

відсоток дітей 1-ї групи здоров'я склав 46,0%, в 1991 р. - 32,5%; 2-ї групи - 42,9% і 54,3%; 3-ї групи - 10,1 і 12,1%; 4-ї - 1,0 і 1,1% відповідно.

Таким чином, багатокomпонентна дія радіаційного і нерадіаційного факторів чорнобильської аварії зумовило погіршення стану здоров'я популяції дітей із зон радіонуклідного зараження. Інтегральними параметрами, що відображають ці несприятливі тенденції, є ріст показників загальної захворюваності, підвищення захворюваності за основними класами хвороб, скорочення в популяції практично здорових дітей, збільшення значної частки дітей з порушеннями фізичного розвитку, функціональними розладами і хронічними патологічними процесами.

3.2. Здоров'я дітей, що опроміненні внутрішньоутробно

У дітей, що опромінені *in utero*, після вибухів атомних бомб в Хіросімі і Нагасакі спостерігались порушення психічного здоров'я в перинатальному і в наступних періодах життя. Виявлена висока чутливість констеляції нервових клітин 8-12-тижневого ембріону і порушення міграції нервових незрілих нейронів після їх опромінення, що в майбутньому визначає патологічний розвиток мозку, атрофічних процесів у ньому. Також дана оцінка і величини дози-ефекту, яка визначена в діапазоні 10-20 сГр. Простежена лінійна залежність між величиною дози опромінення и кількістю дітей з розумовим відставанням у досліджених групах. Ці результати неодноразово підтверджувались в експерименті.

Актуальність оцінки здоров'я дітей, що опромінені *in utero*, важлива з точки погляду взаємодії всіх факторів ядерної катастрофи: психологічний стрес, порушення харчування, здоров'я матерів, залежність соматичного і психічного здоров'я дитини і матері.

Пілотні дослідження, які проведені на когортах дітей, які опромінені *in utero*, після аварії на ЧАЕС, також виявили ризик порушення соматичного і психічного здоров'я, незважаючи на те, що дози гамма-опромінення були низькими. Проаналізовані дані про дітей, народжених від матерів, що

проживали на момент аварії в 30-кілометровій зоні ЧАЕС і евакуйованих в Київ (1-ша група), а також про 101 дитині того ж віку, що проживали в Києві (2-га група, контрольна). Вік дітей на момент дослідження був 5-6 років. Група здоров'я дітей визначалась після спеціального комплексного огляду педіатром, психоневрологом, ендокринологом, гематологом, отоларингологом, психологом, а також інструментального, гормонального й імунологічного обстежень.

Під час психологічного тестування використаний комплекс методик для оцінки рівня психічного розвитку, вербального запам'ятовування, усвідомленості, зрозумілості, контролю уваги, математичного й індуктивного мислення й досвіду сприйняття у дітей даного віку. В обох групах стан соматичного здоров'я визначалось наявністю захворювань ЛОР-органів, ШКТ, нервової системи. Результати комплексного обстеження, що дозволили виявити інтегральний рівень загальносоматичного здоров'я, зображені в таблиці 3.2.1.

Таблиця 3.2.1 Розподіл дітей основної та контрольної груп по групам здоров'я

Група здоров'я	Основна група (n=147)		Контрольна група (n=101)	
	а	б	а	б
1-а	12	8.2	2	2
2-а	68	46.3	67	67
3-я	55	37.4	30	30
4-а	7	4.8	2	2

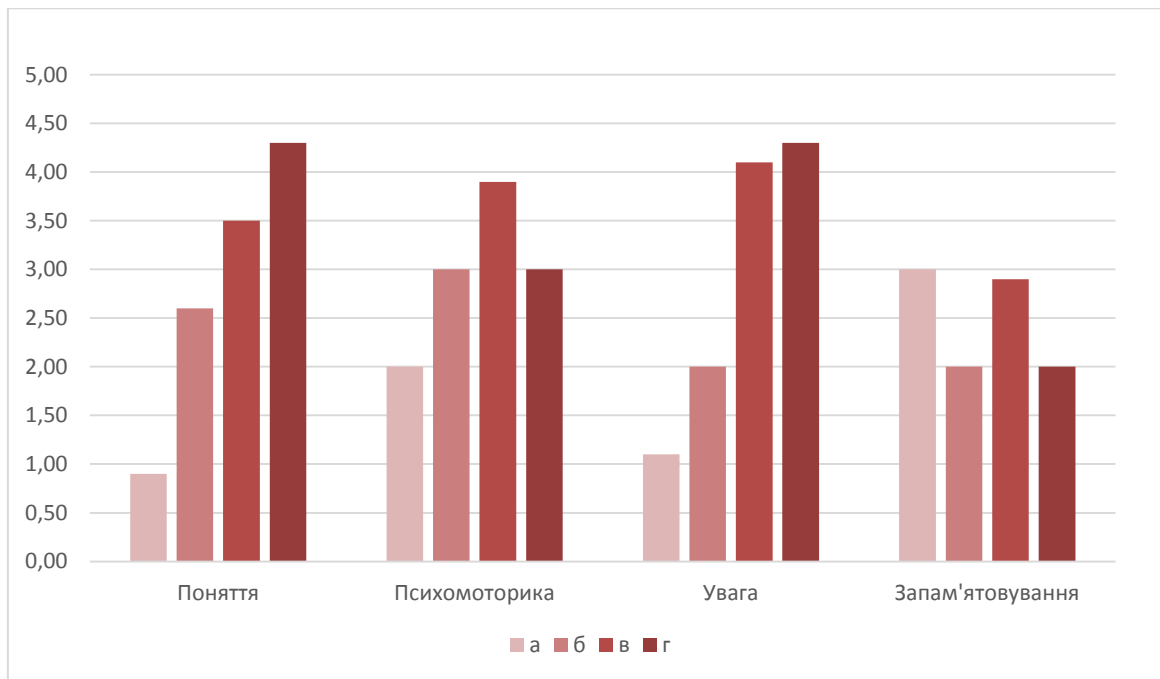
Примітка: а-абсолютна кількість; б-кількість,%. Групи здоров'я: 1-а-здорові; 2-а-функціональні захворювання; 3-я-хронічні рецидиви захворювань; 4-а-хронічні декомпенсовані захворювання, вроджені вади, аномалії.

Результати досліджень порівнювались в залежності від триместру вагітності на момент аварії. Середні дози зовнішнього гамма-опромінення дорівнювали 7 мЗв і не перевищували 13 мЗв. Індивідуальні дози на ЩЗ, опромінених під час II і III триместрах вагітності коливались в межах 10-120 сГр.

Ендокринологічні дослідження у 26 дітей 1-ї групи виявило осередки ущільнення в ЩЗ, гіпотиреоз у однієї і вузловий зоб у однієї дитини. В контрольній групі дітей в однієї дитини визначений гіпотиреоз. Середні показники вмісту в крові вільного тироксину і ТТГ в обох групах не відрізнялись і не виходили за межі норми. При співставленні рівня ТТГ з дозою опромінення ЩЗ відзначена пряmlinійна залежність підвищення його рівня у дітей з дозами опромінення вище 30-40 сЗв на ЩЗ плоду. Але не простежений зв'язок між дозою опромінення ЩЗ і вмістом в крові вільного тироксину, що свідчить про збереження компенсаторних можливостей системи тиреоїдного гомеостазу.

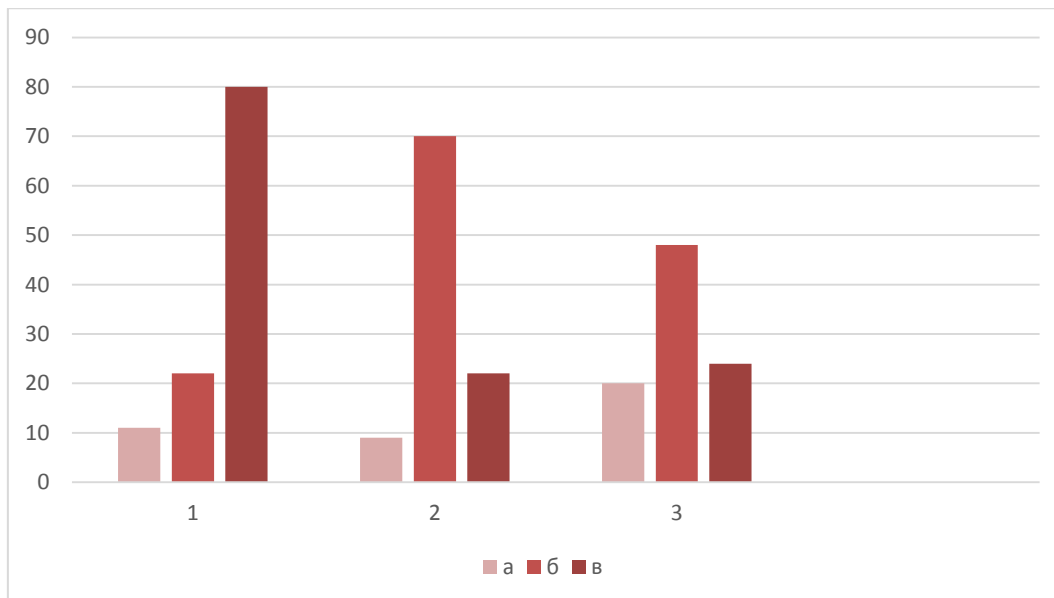
Змінення імунного статусу характеризувались зниженням функції тимусзалежних імунокомпетентних клітин (Т-лімфоцитів і Т-хелперів), гіпоімунoglobulinемією А. Однак зміни не корелювали ні з величиною дози опромінення ЩЗ, ні з термінами внутрішньоутробним опроміненням. Дослідження крові дітей виявили деструктивні процеси в мембранах еритроцитів, а також відмінності в показниках антиоксидантної системи. Останні проявились в зниженні в 2 рази активності глутатіон-редуктази і в збільшенні в 1,3 рази активності глутатіон-пероксидази при нормальному рівні на відновленого глутатіону в дітей 1-ї групи.

Комплексні дослідження нервово-психічної діяльності дозволили виокремити три групи дітей без відхилень, з нормальним відповідно до віку рівнем розвитку, з порушенням емоційно-вольової сфери з астенією і зниженням рівня психічного розвитку, дітей із значною затримкою психічного розвитку. Розподіл показників представлено на малюнку 3.2.1.



Мал.3.2.1. Рівні розвитку окремих психічних функцій: а-in utero 1TP; б-Київ 1TP; в- in utero 3TP; г- Київ 3TP

В загальному найбільша кількість дітей із затримкою психічного розвитку спостерігались в 1-й групі (77%). Серед опромінених in utero під час II і III триместрах вагітності переважали діти із зниженим рівнем психічного розвитку, відповідно 69 і 45%. В контрольній групі був таких же розподіл, однак менша кількість дітей із зниженим рівнем психічного розвитку (відповідно 54 і 38%). За сформованістю уявлень, довільності концентрації уваги, за запам'ятовуванням найбільш низькі показниками мають діти, що народились від матерів, що були евакуйовані із 30-кілометрової зони ЧАЕС (мал. 3.2.2.). таке співвідношення дітей, що опромінені in utero, в більшості пов'язані з фактором опромінення.



Мал.3.2.2. Розподіл порушення рівнів психічного розвитку дітей, опромінених *in utero*, по триместрам(1-3) вагітності: а-норма, б-нижче норми, в-затримка психічного розвитку

Психоневрологічні відхилення різного ступеня вираженості простежені в обох групах, однак в контрольній переважали функціональні соматоневрологічні порушення. Сукупність психосоматичних і соматичних порушень дозволили сформувати стандартні групи здоров'я. В групі, що опромінені *in utero*, спостерігалось зниження кількості дітей 1-ї і 2-ї груп здоров'я (відповідно 54,4 і 68,3%) при загальному зниженні рівня психосоматичного здоров'я дітей обох груп. В контрольній групі переважали соматоневрологічні порушення функціонального типу, в той час як у опромінених дітей частота хронічних і рецидивуючих захворювань була вище, що корелює з патологією нервової, ендокринної й імунної систем.

Діти, що народились від вагітних на момент аварії мешканок Прип'яті й 30-кілометрової зони, виділені в групу особливої уваги. Досліджувана в 1986 і 1992 рр. динаміка рівня розповсюдження захворювань відображає несприятливий зсув в показниках здоров'я дітей цієї групи. Ріст, що можемо спостерігати, відбувається через захворювання органів травлення, кістково-м'язової системи, крові. Динаміка інтегральних показників здоров'я вказує на значні негативні зсуви в розподіленні на групи здоров'я в порівнянні з 1986-1987 рр., а також має відмінні особливості в порівнянні з дітьми, що не отримали такого опромінення.

На першому році життя, протягом 1986-1987 рр., розподіл по групам здоров'я опромінених і неопромінених *in utero* дітей практично ідентично. Разом з тим слід відзначити, що вже на першому році алергічні стани набувають особливого значення в групі, що опромінені внутрішньоутробно: на 29% вона зумовили віднесенні до 3-ї групи здоров'я, а в двох випадках навіть до 4-ї; в той час як у тих, що проживають в Києві дітей такий тяжкий перебіг захворювань алергічного генезу взагалі не був зареєстрований. Із 366 опромінених внутрішньоутробно - 5 дітей віднесено до 5-ї групи здоров'я на першому році життя; у двох з них був вроджений порок серця, у двох – церебральний параліч, і в одного - обширна гемангіома грудей і спини.

За даними 1988 р., відзначено зменшення кількості дітей, що віднесені до 1-ї і 2-ї груп здоров'я, і зростання тих, що входили в 3-ю групу. Така тенденція мала місце у всіх дітей, що спостерігалися, але серед опромінених внутрішньоутробно була виражена більше. Характер патології, що спричинив 3-ю групу здоров'я в цей віковий період однаковий і у киян, і у опромінених внутрішньоутробно: це перш за все пневмонії і бронхіти затяжного і зворотнього перебігу.

На третьому році життя тенденції попереднього року спостерігаються: 3-я група здоров'я поповнюється через зменшення 1-ї і 2-ї; 4-а – через 3-ю. у киян відзначена аналогічна динаміка, але з меншим приростом в 3-й групі; розподіл по групам здоров'я більш стабільно. Як серед опромінених *in utero*, так і серед киян перехід з 2-ї в 3-ю групу в основному зумовлений хронізацією патології з боку ЛОР-органів. Відмінним є те, що в групі опромінених внутрішньоутробно з 3-ї в 4-у групу переходять діти з патологією органів травлення (хронічний холецистит, хронічний холангіт, хронічний панкреатит); у киян немає дітей 4-ї групи здоров'я, що зумовлена хронічними захворюваннями органів травлення. Це відзначено також і у відношенні алергічних станів і анемії. У киян 3-я група залишається стабільною; у опромінених *in utero* - збільшується оперована пухлина задньої черепної ямки, хронічний гепатит із вторинною кардіопатією.

На четвертому році життя відмінності в розподілі стають ще більш чіткими. У киян немає змін, в порівнянні з 1989 р. Серед опромінених *in utero* відбувається різкий ріст 3-ї і 4-ї груп через зменшення 1-ї та 2-ї. Перехід з 1 і 2 в 3-ю групу здоров'я в цьому віці відбувся в основному через хронічні процеси носоглотки і збільшення кількості дітей з хронічними захворюваннями органів травлення, захворюваннями кістково-м'язової системи, появою невротичних розладів.

За даними 1991 і 1992 р. і першого півріччя 1993 р. зберігаються ті ж тенденції: в розподілі на групи здоров'я у киян змін немає, у опромінених внутрішньоутробно відбувається ріст 3-ї та 4-ї груп через 2-у. нозологічна структура приросту така ж: хронічні запальні процеси, холецистити, холангіти, анемія, ортопедична патологія, невротичні розлади. П'ята група збільшилась двома випадками хронічної рецидивуючої пневмонії з імунодефіцитним станом і хронічним панкреатитом з панкреатичним свищем.

Результати проведеного вивчення дозволили зробити наступні висновки:

- негативний зсув рівня розповсюдження захворювань дітей відбувається в основному через хвороби органів травлення, кістково-м'язової системи, крові;
- динаміка інтегральних показників характеризується значними негативними зсувами в розподілі на групи здоров'я. серед опромінених *in utero* кількість дітей-інвалідів в 1992 р. в 4 рази перевищує середній популяційний рівень;
- у дітей, опромінених *in utero*, хвороби органів травлення, особливо хронічні форми, мають пріоритетне значення, що зумовлює необхідність регулярного розширеного гастроентерологічного обстеження навіть при відсутності скарг;
- алергічні стани є другим важливим напрямком спостереження цього контингенту, що зумовлює необхідність спеціального алергологічного обстеження і введення навіть при легких формах.

3.2. Тератогенні наслідки радіаційного впливу

При опроміненні під час внутрішньоутробного Періоду і в дитячому віці пухлини спостерігаються частіше. Так частота лейкемії і раку щитовидної залози у опромінених внутрішньоутробно на одиницю дози в 5 разів вища. Лейкемію, рак щитовидної залози, пухлину головного мозку реєструють переважно у дітей при опроміненні під час внутрішньоутробного розвитку. .

Частим наслідком опромінення вагітних було-народження дітей з природженими вадами розвитку. За даними НКДАР при ООН, мінімальна доза, при дії якої безпосередньо на плід у народжуваного потомства спостерігаються різні, аномалії розвитку (сповільнення фізичного розвитку, розумова відсталість), становить 0,01-0,2 Гр (1-20 рад).

3.3. Генетичні наслідки радіаційного впливу

Генетичні наслідки опромінення проявляються у першому і наступних поколіннях. Під впливом іонізуючих випромінювань у малих дозах найчастіше розвиваються генні мутації, які найбільшою мірою позначаються на спадковості людини. До генетичних ефектів дії радіації належать різні форми спадкових хвороб, зумовлених пошкодженням генетичного апарату ядер статевих клітин. Чинники, що зумовили зміни генетичної інформації, називаються мутагенами, а це явище - мутагенезом.

Встановлено, що носіями спадкової інформації є хромосоми клітинних ядер. Кожен біологічний вид характеризується певним числом і будовою хромосом, так званим каріотипом. Для соматичних клітин людини характерна наявність каріотипів 46 хромосом (23 пари). При ураженні хромосомного апарату соматичних клітин під впливом іонізуючих випромінювань можуть розвинути різні непухлинні хвороби (соматичні, тератогенні ефекти), які виникають у опроміненого і у спадок не передаються - так звана спадкова мінливість.

При дії іонізуючих випромінювань на статеві клітини (гонади) можуть виникати зміни числа, структури хромосомного апарату, які спричиняють спадково обумовлені форми патології:

- зміну внутрішньої структури окремих генів (заміна окремих білкових молекул у ДНК іншими);
- випадіння чи вставки окремих нуклеотидів (або груп). Останнє може спостерігатись у внутрішньоутробний період розвитку і зумовлювати мертвонародження, спонтанний аборт, народження нежиттєздатних дітей;
- мутації, які характеризуються структурною перебудовою однієї або кількох хромосом і зумовлюють тяжкі патологічні синдроми;
- зміну числа хромосом у наборі, яка не супроводжується порушенням їх структури, так звані крайні зміни числа хромосомних наборів (поліплоїдія). При цих видах мутації розвиваються тяжкі форми спадкової патології: Число хромосом у каріотипі часто недостатнє або надмірне. Такі мутації називаються анеуплоїдіями (нулісомія, моносомія, трисомія тощо) і є причиною найпоширеніших хромосомних хвороб.

Генетичні порушення внаслідок радіаційного опромінення статевих залоз батьків можна зарахувати до двох основних типів - хромосомні аберації (зміна числа й структури хромосом) і мутації у власне генах. Генні мутації діляться на домінантні, які проявляються одразу в першому поколінні, і рецесивні, що проявляються лише в тих випадках, коли у батьків мутагенним є один і той же ген. Такі мутації можуть не проявитись протягом багатьох поколінь або не проявитись зовсім.

Ми вже зазначали, що соматостохастичні, тератогенні, генетичні ефекти іонізуючих опромінь у малих дозах мають випадковий характер і проявляються лише при опроміненні великих груп (сотень, тисяч) людей. Вихід цих ефектів визначається колективною дозою і виявлення їх у окремого індивіда непередбачуване. Для оцінки імовірності соматостохастичних ефектів опромінення було використано дані про летальні наслідки захворювань на лейкопенію та інші види раку серед

японців, які зазнали атомного бомбардування, а також дані про наслідки рентгенотерапії тощо.

Встановлено, що «вихід» цих захворювань із смертельним наслідком залежить лише від колективної дози (людино-Зв), а також від віку і статі. Він складає в середньому 1.25 випадків на 104 людино-Зв за рік при рівномірному опроміненні всього тіла. Генетичні ефекти вивчено наближено, у перших двох поколіннях вони становили 40 випадків на 10* людино-Зв за рік. МКРЗ рекомендовано такі коефіцієнти ризику смерті від раку і спадкових дефектів (табл. 3.4.1).

Таблиця 3.4.1 . Встановлені МКРЗ коефіцієнти ризику смерті від раку та спадкових дефектів

Орган, тканини	Ризик на 10*4 людино- Зв/рік
Статеві органи	10*
Молочна залоза	25
Червоний кістковий мозок	20
Легені	20
Щитоподібна залоза	5
Кісткова тканина	5
Всі інші тканини	50

Примітка. *-спадкові дефекти в перших двох поколіннях.

Встановлено, що соматостохастичні ефекти у вигляді збільшення числа загальних соматичних захворювань проявляються у перші роки після опромінення, гіпер- та гіпотиреоз розвиваються в перші 5-10 років, лейкемія - через 4-5 років, рак щитовидної залози через 15 років і більше, інші форми раку - через 20 років і більше, аномалії розвитку - через 6 років, катаракта - через 2-3 роки. Це треба враховувати при плануванні епідеміологічних досліджень.

У патогенезі непухлинних форм віддалених наслідків променевого впливу важливу роль відіграють апластичні та гіпопластичні стани (анемія, атрофічні і гіпопластичні стани органів травлення, стерильність), склеротичні процеси (цироз печінки, нефросклероз, дерматит, атеросклероз, вузликовий періартеріїт, проліферація нейроглії і сполучної тканини ЦНС, катаракта),

дисгормональні стани (естрогенізм, альдостеронізм, паратиреокаринний синдром, гіпо-, гіперфункція щитовидної залози).

Прямий вплив радіації зумовлює мутації соматичних клітин, що призводить до дисгормональних порушень внаслідок виникнення пухлин матки, яєчників, передміхурової залози, залоз внутрішньої секреції. Це збільшує ризик появи таких захворювань, як лейкози, рак молочної залози та інших органів. За даними епідеміологічного обстеження популяцій, які зазнали радіаційного опромінення внаслідок атомного бомбардування Хіросіми та Нагасакі, число випадків дисфункції щитовидної залози (гіпертиреоз) збільшується через 5-10 років, лейкемії - через 4-8 років, раку щитовидної залози - через 15 років і більше, аномалій розвитку - через 6 років, катаракти - через 2-3 роки, інших форм раку - через 20 років і більше.

3.4. Дія випромінювання на ембріон і плід

Внутрішньоутробний розвиток дитини відбувається в 3 періоди - передімплантації, органогенезу та фетогенезу (плодовий період).

1. Передімплантація розпочинається з моменту запліднення яйцеклітини. Зазнаючи швидкого поділу, запліднена яйцеклітина одночасно рухається по яйцеводу від яєчника до матки і тут занурюється (імплантується) в її слизову оболонку. На відміну від наступних періодів внутрішньоутробного розвитку, тривалість перед імплантації у всіх ссавців приблизно однакова. У людини вона становить 8 діб.

Поглинута у цей період досить велика доза радіації виявляється смертельною для крихітного зародка, що складається лише з кількох клітин. Смерть ембріона, певно, й настає через загибель його клітин. При нижчих рівнях опромінення пошкодження виявляється не настільки катастрофічним, зародок зберігає здатність до нормального розвитку.

Ретельні радіоємбріологічні дослідження показали, що в період передімплантації радіочутливість зародка дуже залежить від віку, у якому він зазнає опромінення (діб, годин). Зміни радіочутливості, певно, обумовлені

кількістю клітин, яку він уже має на момент опромінення, і фазою генераційного циклу, в якій ці клітини перебувають.

Найвища радіочутливість відзначається одразу після занурення спермію, в яйцеклітину. В експериментах із опроміненням рентгенівськими і у-променями загибель 50 % зародків спостерігалась при дозі 1,5 Гр на момент занурення сперміїв і лише при дозі 0,3 Гр через 4-6 год. У цей час у заплідненій яйцеклітині розпочинається процес подвоєння хромосом (або ДНК), який передував першому поділу. Другий пік радіочутливості зберігається з часом «прокльовування» зародка із зародкового міхурця безпосередньо перед імплантацією. Треба зазначити, що сполуки, які впливають на репарацію, відновлення вихідної структури ДНК після дії радіаційного пошкодження, різко посилюють радіаційний ефект. До них належать, зокрема, кофеїн, який міститься в зернах кави, чайному листі, іони важких металів, деякі антибіотики.

Про ступінь радіаційного ризику для передімплантаційного зародка дозволяють судити дані обліку поломок та втрат хромосом - носіїв спадкової інформації в клітині. Збільшення частоти хромосомних дефектів спостерігалось уже при дозах опромінення, що не перевищували 0,1 Гр.

2. Органогенез - період, який триває у людини з 9-ї доби по 6-й тиждень життя після зачаття. У цей період розпочинаються диференціювання клітин зародка і утворення його органів, а також - частин тіла. Поруху розвитку зародка в період органогенезу передують ланцюг різноманітних реакцій і подій. Їхній тип і тривалість залежать від величини дози і особливо - від стадії розвитку на момент опромінення. Так, опромінення на початку органогенезу часто зумовлює смерть зародка. Домінуючий тип радіаційних пошкоджень у процесі формування майбутніх органів представлений різноманітними дефектами, каліцтвом, котрі часто називають тератогенними (від імені чудовиська Тереса з грецької міфології).

До найхарактерніших проявів радіаційних тератогенних ефектів належать зміни у скелеті, що формується. Різні його пошкодження у мишей

зафіксовано, наприклад, у діапазоні доз від 0,05 до 0,25 Гр на 7-му добу після зачаття. У цілому стадія індукцій скелетогенезу виявилась чутливішою, ніж наступні фази.

У період органогенезу спеціалізацію клітин часто супроводжує їхня міграція. Особливо складний розвиток має ЦНС, що зумовлює її виняткову чутливість до радіації. Дефекти нервової системи індукуються дозами порядку 0,1 Гр на найчутливіших стадіях розвитку. У переліку наслідків опромінення в період ембріогенезу в експериментальних тварин і людини на 1-му місці структурні й функціональні порушення ЦНС. У всіх дітей Хіросіми та Нагасакі, опромінених внутрішньоутробно, виявлено порушення нервової системи. Відзначено високий відсоток мікроцефалії у поєднанні з розумовою відсталістю. Мінімальна доза, що зумовлювала таку патологію у дітей, які потрапили під дію опромінення атомної бомби, виявилась нижчою від 0,2 Гр. Порушення функції кори головного мозку зафіксовано у них при дозі порядку 0,1 Гр.

РОЗДІЛ 4. Захист живого організму від дії іонізуючого опромінювання

4.1. Профілактика зовнішнього опромінення

Чорнобильська катастрофа призвела до радіоактивного забруднення значної частини території України та додаткового опромінення населення, яке проживає на ній. На ранньому етапі катастрофи (1 – 15-та доба) основним джерелом постійного тривалого опромінення було зовнішнє гамма-випромінювання, викликане випаданням радіонуклідів на ґрунт у момент проходження радіоактивної хмари (радіоактивний слід).

У період з 16-ї доби до року з моменту аварії зовнішнє опромінення обумовлювалося сумішшю короткоживучих (^{144}Ce , ^{106}Ru , ^{134}Cs та ін) і довгоживучих радіонуклідів (^{137}Cs). Особливістю наступного періоду часу (більше року) є майже повний розпад всіх короткоживучих радіонуклідів, отже, джерелом тривалого опромінення населення є випадання ізотопів радіоцезію. Згодом потужність дози зовнішнього опромінення (отже, і зовнішнє опромінення населення) знижується. Це відбувається за рахунок природного розпаду радіонуклідів, вертикальної міграції у ґрунті, агрокультурної діяльності та у ряді випадків цілеспрямованих дезактиваційних заходів.

Залежно від режиму поведінки, виробничої діяльності, щоденних маршрутів пересування територією населеного пункту та поза ним кожної конкретної людини формується його індивідуальна доза зовнішнього опромінення як сума доз, отриманих у конкретній точці за певний час. Звідси випливає, що єдиний шлях визначення індивідуальних доз зовнішнього опромінення населення – застосування індивідуальних дозиметрів-накопичувачів, які є інтегральними дозиметрами і реєструють дозу опромінення людини по всьому маршруту його пересування. За всієї неоднорідності мешканців одного населеного пункту завжди можна виділити кілька груп населення з однотипним режимом поведінки чи виробничої діяльності, усередині кожної з яких спостерігається мінімальний розкид індивідуальних доз. До таких груп слід зарахувати, наприклад: лісників, працівників сільського господарства, школярів, пенсіонерів.

Значення дози зовнішнього опромінення насамперед залежить від щільності забруднення території населеного пункту радіоактивними ізотопами та від захисних властивостей будівель та споруд. Залежність між середньою щільністю забруднення території населеного пункту та дозами зовнішнього опромінення населення має лінійний характер: чим вище щільність забруднення території населеного пункту, то вище значення доз зовнішнього опромінення.

Захисні властивості будівель визначаються в першу чергу видом будівельних матеріалів для стін, що застосовуються, і описуються коефіцієнтом захисту (КЗ) будівель. Під КЗ розуміється відношення потужності експозиційної дози (ПЕД) випромінювання від радіонуклідів, що випали всередині приміщення до ПЕД на відкритій цілинній місцевості з тією ж щільністю забруднення, що і місцевість, де розташована будівля. Для одноповерхових дерев'яних будівель $K3 = 0,13$, а для одноповерхових цегляних $K3 = 0,07$ (найбільш типові житлові приміщення для сільської місцевості України).

Специфіка зовнішнього опромінення така, що його величина практично не керується за нормального ритму життєдіяльності. Захист від зовнішнього опромінення полягає у застосуванні комплексу організаційних та дезактиваційних заходів. Насамперед слід максимально можливо обмежити перебування людей на відкритій місцевості (що з різних причин не завжди можливо). З метою зниження ПЕД доцільно піддати дезактивації місця найімовірнішого перебування людей. Під дезактивацією мається на увазі зняття верхнього шару ґрунту, переорювання ґрунту, асфальтування. Звичайне переорювання знижує ПЕД на 30%, застосування спеціальних методів переорювання (наприклад, повновідвальне орання) зменшує ПЕД у кілька разів. Як показали дослідження, дезактиваційні заходи, такі як зміна дахів, парканів тощо, практично не впливають на величину дози зовнішнього опромінення, що отримується населенням.

4.2. Профілактика внутрішнього опромінення

Чорнобильська катастрофа призвела до значного забруднення території радіонуклідами, які через кореневу систему надходять у рослини і, отже, у корм тварин та їжу людини. Найбільш значущі з них – ^{137}Cs та ^{90}Sr – накопичуються в організмі та створюють дозу внутрішнього опромінення. Для зниження цієї дози застосовується комплекс заходів, що запобігає (або знижує) надходження радіонуклідів до організму людини: евакуація населення з найбільш забруднених територій; контроль за рівнями радіоактивного забруднення та бракераж харчових продуктів, їх переробка та утилізація; заборона чи обмеження виробництва та споживання місцевих сільськогосподарських продуктів, заміна їх на привізні; агрохімічні та агро меліоративні заходи на сільськогосподарських угіддях; зооветеринарні заходи, які знижують рівні радіоактивного забруднення тваринницької продукції; кулінарна та технологічна переробка забруднених продуктів; заходи щодо зниження всмоктування, накопичення та прискорення виведення радіонуклідів з організму.

Евакуація із забруднених територій є найефективнішим заходом, що знижує як зовнішнє, і внутрішнє опромінення. Однак ця крайня міра пов'язана зі значними економічними витратами та величезною психоемоційною напругою (важка соціальна травма), які пов'язані із втратою здоров'я у зв'язку з екстремністю виїзду, необхідністю знову облаштовувати житло та місце роботи. Тому цей захід повинен проводитись лише за неможливості знизити дозу іншими методами.

Контроль за рівнями радіоактивного забруднення та бракераж харчових продуктів, вміст радіонуклідів у яких перевищує допустимі величини, широко застосовувався після аварії на ЧАЕС та значною мірою знизив надходження радіонуклідів до організму людей, які проживають на забрудненій території. В даний час такому контролю повинні піддаватися молоко, м'ясо, гриби та журавлина. Як показують дослідження, концентрація радіонуклідів у інших продуктах, зазвичай, вбирається у вищу допустиму дозу.

Заборона або обмеження виробництва та споживання місцевих сільськогосподарських продуктів здатна вдесятеро знизити дозу внутрішнього опромінення. Однак у цьому випадку необхідно повністю забезпечити населення чистими продуктами, у достатній кількості, високої якості та потрібного асортименту. В іншому випадку відбувається різка деформація раціону харчування, населення страждає від нестачі білків, вітамінів, макро- та мікроелементів.

Агрохімічні заходи (вапнування кислих ґрунтів, внесення гною, калійних, фосфорних добрив, глибока оранка тощо) дозволяють знизити перехід радіонуклідів із ґрунту в рослини в 2 – 4 рази. В умовах Полісся, з його різноманітним типів ґрунтів, ці заходи мають проводитися під контролем агрослужби, особливо щодо вибору мінеральних добрив та кількості їх на гектар. Для зменшення переходу в молоко лактуючих корів рекомендується збагачувати їх раціон концентратами зерна вівса, люцерною, кальцієм (80 - 230 г на добу).

Технологічна переробка передбачає зниження радіоактивного забруднення готового продукту. Так, переробка молока в сметану і сир домашнім способом зменшує на 63-82% надходження в організм ^{90}Sr , ^{131}Y і ^{137}Cs , а переробка такого молока на сир і сир заводським способом знижує вміст ^{90}Sr і ^{137}Cs (на 85 – 90%, а 13 на 70%).

Технологічна переробка м'яса (виготовлення сирокочених ковбас, консервів) та риби (холодне копчення, виготовлення консервів, пресервів) базується на можливості тривалого зберігання готових продуктів з метою розпаду короткоживучих радіонуклідів йоду, рутенію та ін. В даний час такі радіонукліди вже розпалися і такий метод втратив своє значення.

Кулінарна обробка деяких продуктів також знижує рівень забруднення готових страв. Так, очищення риби від луски, видалення плавців, голови та внутрішніх органів, обробка на шматки (50-100 г) та вимочування в 4-6% розчині кухонної солі протягом 20-24 годин з неодноразовою зміною розчину забезпечує зниження вмісту цезію в тушці риби на 87-99%.

Варінням м'яса можна у кілька разів знизити концентрацію радіонуклідів у м'язовій частині завдяки переходу їх у бульйон. Тривале засолювання м'яса зі зміною розсолу також дозволяє в 2-3 рази зменшити концентрацію ^{137}Cs в м'ясі. Однак громіздкість та тривалість такого методу дезактивації не дозволяє широко використовувати його.

Для зниження рівня вмісту цезію у свіжих грибах їх слід ретельно очистити від землі та лісової підстилки, промити в проточній воді (або в ємності з 3-4-кратною зміною води), після чого прокип'ятити протягом 45-60 хв, змінюючи воду кожні 10-15 хвилин. Такий спосіб приготування грибів може у 25-30 разів зменшити їхню радіоактивність. Свіжі гриби необхідно промити, а потім відмочити протягом 10-12 годин у холодній підсоленій воді. Віджавши гриби після вимочування, їх також необхідно прокип'ятити протягом 15-30 хв, двічі змінивши воду. Радіоактивність грибів знизиться не менше ніж у 100 разів.

З метою зменшення радіоцезію в овочах їх необхідно інтенсивно відмити від ґрунту, а потім очистити від шкірки, оскільки концентрація цезію в ній у 2-3 рази вище, ніж у бульбі. При відварюванні овочів у бульйон переходить близько половини радіоцезію, що міститься в бульбах.

Заходи щодо зниження всмоктування, накопичення та прискорення виведення радіонуклідів з організму, що здійснюються на кінцевій ланці біологічного ланцюжка – на ланці «організм людини», є складним, іноді малоефективним, але останнім заходом, що зменшує дозу внутрішнього опромінення. Їх реалізують у двох напрямках: слід забезпечити збалансований склад харчового раціону, тобто. оптимальна кількість харчових речовин, насамперед білків (особливо тваринного походження), вуглеводів (у тому числі грубих волокон та клітковини), мінеральних солей (кальцію, фосфору, магнію, калію, заліза, йоду, кобальту, міді, цинку) та вітамінів. Незважаючи на те, що ці положення відомі давно, багато хто недооцінює їх або просто ігнорує, чим завдає величезної шкоди своєму здоров'ю. Значна частина населення продовжує обмежувати споживання молока та молокопродуктів, овочів, фруктів, ягід, використовують переважно консервовані продукти, надмірну кількість білого хліба, круп'яних, макаронних страв, солодошів, алкогольних напоїв. Все це посилює вади в харчуванні.

Зниження споживання молока, молочних продуктів (простокваші, кефіру, ряжанки, сиру) призводить до збіднення раціону повноцінними білками, багатьма солями, зокрема кальцієм, фосфором, залізом та ін. Як відомо, кальцій – основний структурний елемент кісткової тканини. Він зміцнює стінки кровоносних судин, зменшує їх проникність, підтримує нормальний стан нервової збудливості та тонуусу м'язів, бере участь у процесах згортання крові тощо. При нестачі кальцію в раціоні, крім порушення перерахованих функцій, підвищується всмоктування (з 20-30 до 60-70%) радіоактивного аналога кальцію – ^{90}Sr .

Важлива складова частина раціону – овочі, городна зелень та фрукти, що є джерелами вітамінів, мінеральних речовин (у тому числі калію),

харчових волокон. При нестачі калію в раціоні відбувається підвищене накопичення в організмі аналога – ^{90}Sr радіоактивного цезію. Тому в раціоні людини овочі та фрукти повинні використовуватися у вигляді закусок (капуста, огірки, помідори, городна зелень, буряк, редис тощо), гарнірів других страв, овочевих супів та борщів. Особливо корисна морська капуста, багата на вітаміни, солями кальцію, калію, йоду, заліза та іншими мікроелементами.

Важливим напрямком є розробка та реалізація препаратів, харчових продуктів, що включають біологічні та хімічні речовини, що знижують всмоктування радіонуклідів (сорбенти, блокатори) або прискорюють виведення радіонуклідів (декорпоранти). Розроблено рецептури харчових продуктів із підвищеним вмістом солей кальцію, фосфору, пектинів, харчових волокон, сухого знежиреного молока, морської капусти, солодових екстрактів, фероцину, альгінатів натрію та кальцію. Ефективність таких продуктів у зниженні накопичення радіонуклідів вивчена як у тварин, так і у спостереженнях на людях. Застосування таких «захисних» продуктів (у комплексі з іншими перерахованими заходами) дозволить значною мірою вирішити проблему профілактики внутрішнього опромінення.

4.3. Протийодні заходи на ранньому етапі аварії

Серед безлічі факторів, що впливають на рівень опромінення, можна умовно виділити чотири основні групи:

- пов'язані із віковими особливостями організму;
- пов'язані із рівнями радіоїодного забруднення місцевості;
- адміністративні контрзаходи (бракераж забруднених продуктів, евакуація населення);
- індивідуальні захисні протийодні заходи та пов'язані з ними особливості поведінки.

Три перші групи інтегрально відображаються на величинах по вікових середніх доз опромінення для населеного пункту або за меншої деталізації для однотипних населених пунктів адміністративно-територіальної одиниці.

Остання, четверта група чинників, впливає на варіабельність доз всередині територіально-вікових груп. Значимість факторів, що входять до цієї групи, може бути оцінена шляхом спеціального анкетування населення.

Можливими заходами індивідуального протирадіоїодного захисту в ранній період аварії є:

- прийом препаратів стабільного йоду у терміни та з частотою, що забезпечують високу ефективність цього заходу захисту;
- тимчасові обмеження у споживанні молока та молочних продуктів;
- відмова від споживання свіжої зелені;
- переїзд до «чистих» регіонів у терміни, що забезпечують високу ефективність цього захисту;
- обмеження часу перебування на відкритому повітрі або в приміщенні, що добре вентилується;
- інші запобіжні заходи (часте миття, зміна одягу, вологе прибирання), які самі по собі можуть і не впливати на рівень дози опромінення, але служать індикаторами ступеня стурбованості індивідуума.

Таблиця. Прийом препаратів стабільного йоду дітьми до 15 років (чисельник) та дорослими жителями (знаменник) у квітні – травні 1986 року.

Область, місто	Кількість		Всього	Кількість осіб, які вживали стабільний йод, %		
	Населений пункт	Анкети		2 рази і більше	В період з 26.04 по 10.05	Пізніше 10.05
Житомирська	32/77	82/882	5/1	5/1	4/1	1/0
Київська*	39/48	107/112	22/8	19/7	9/5	13/3
Чернігівська**	128/64	7177/935	5/4	1/0	4/4	1/0
Київ	1/1	651/90	22/12	19/11	13/8	9/4
Чернігів	1/1	1256/62	1/3	1/0	0,5/3	0,5/0

* Крім Чорнобильського р-ну та Києва.

** Крім Чернігова.

Потенційно найефективніші індивідуальні контрзаходи було проаналізовано після вибіркового анкетування населення. Аналіз проводився за анкетами, заповненими особами (дорослими та батьками дітей віком до 15 років), які проживали в йодний період Чорнобильської катастрофи у не

евакуйованих селах Житомирської, Київської, Чернігівської областей, Києві та Чернігові.

У таблиці наведено дані про застосування такого ефективного при своєчасному використанні радіозахисного заходу, як прийом препаратів стабільного йоду. На жаль, використання населенням цього захисного заходу було недостатнім. У таблиці представлені усереднені дані про споживання молока та зелені у перших декадах травня. Аналіз даних про динаміку добового споживання молока та молокопродуктів не виявив значних змін у період з 26 квітня до 20 травня 1986 р., що свідчить про недостатнє використання такого захисного заходу, як тимчасове обмеження споживання молока. Це ж стосується і споживання свіжих листових зелених овочів.

Таблиця. Споживання молока та зелених овочів дітьми (Х) та дорослими (У) до 15 років у травні 1986 р.

Область, місто	Контингент	Кількість респондентів	Середнє споживання			Кількість осіб, які споживали		
			Кінець квітня	Декада травня				
				1-ша	2-га	3-тя		
Житомирська	Х	82	0,44	0,40	0,34	67	68	72
	У	882	0,53	0,52	0,52	93	92	91
Київська	Х	107	0,44	0,38	0,32	61	57	60
	У	112	0,52	0,50	0,49	88	89	89
Чернігівська	Х	7177	0,74	0,75	0,74	89	91	91
	У	935	0,98	0,98	0,96	90	94	94
Київ	Х	651	0,41	0,38	0,32	66	62	62
	У	90	0,40	0,34	0,29	60	53	56
Чернігів	Х	1256	0,56	0,56	0,56	85	84	84
	У	62	0,54	0,55	0,53	98	98	98

Таблиця. Від'їзд у "чисті" регіони дітей до 15 років (чисельник) та дорослого населення (знаменник) у травні 1986 р.

Область, місто	Кількість респондентів	Кількість осіб, які виїхали до "чистих" районів у період, %			
		Кінець квітня	Декада травня		
			1-ша	2-га	3-тя
Житомирська	82/882	0/0	0/0	1/0	7/1
Київська	107/112	1/0	1/0	22/2	15/0

Чернігівська	7177/935	0/0	0/0	0/0	5/4
Київ	651/90	0/0	7/6	41/9	38/4
Чернігів	1256/62	0/0	0/0	0/0	0/0

Найбільш ефективним індивідуальним протийодним заходам належить також ранній від'їзд до "чистих" районів. У таблиці наведено дані, що характеризують використання населенням цього захисту. Хоча від'їзд до "чистих" районів, безсумнівно, є найбільш ефективним заходом, реалізація його дорослими особами не могла набути такого масового характеру за межами 30-кілометрової зони. Це пов'язано насамперед із необхідністю продовження трудової діяльності. Від'їзд дітей, особливо у Києві, мав більш масовий характер.

Таким чином, на основі аналізу даних про застосування населенням індивідуальних протийодних заходів, проведеного за даними вибіркового анкетування, можна зробити висновок, що ці заходи були використані в цілому або недостатньо, або із запізненням у часі.

4.4. Захист від радіогенетичних уражень

Широке застосування іонізуючих випромінювань у різних галузях науки і техніки висуває на рівень фундаментальних задач сучасної радіобіології пошуки шляхів підвищення радіостійкості організму. Один з таких шляхів - використання засобів хімічного захисту (протекторів, які істотно зменшують шкідливу дію опромінення). Під фармакологічним захистом розуміють введення протектора у організм перед опроміненням, завдяки чому підвищується виживаність тварин. Із багатьох тисяч вивчених сполук було відібрано найефективніші, здатні запобігти загибелі тварин, що зазнали опромінення в смертельних дозах. Найефективнішими протекторами вивченими в експерименті на тваринах, є: ціанід натрію, цистеїн, меркаптопропіламін, серотонін, мексамін, аміноетил - ізотіуроній, параамінопропіофенол, аміноалкілтіофосфат, резерпін, гістамін, меланін, пектин та ін. Найефективніші радіопротектори двох основних класів - ті, що

містять сірку (амінотіоли, меркапто-алкіламіни), а також індолілалкіламіни, біогенні аміни, що не містять сірки.

Циклічні аналоги цистоліну - тiazоліни і тiazолідини - діють довше. Це, певно, можна пояснити тим, що у організмі вони повільно розщеплюються, переходячи в активну форму. Ці препарати можна вводити через рот.

Глутатіон - дуже важливий природний радіопротектор, що містить сірку. В нормальних умовах він міститься в клітинах крові у великих кількостях і забезпечує стійкість організму проти радіації на досить високому рівні.

Індолілалкіламіни — клас сполук, що належать до групи похідних індолу. Модельною сполукою, що володіє протипроменевою активністю, є триптамін. Значно ефективнішим радіопротектором є його 5-оксипохідний - серотонін. Ця сполука служить разом із глутаміном важливим природним радіопротектором, що постійно міститься в організмі. Якщо водень у гідроксильній групі серотоніну (5-окситриптаміну) замінити вуглеводними радикалами, протипроменева дія посилиться. Найбільш відоме похідне серотоніну - 5-метокситриптамін, або мексамін.

Серед різноманітних сполук, що володіють протипроменевою активністю, виділяють групу речовин природного походження. До них належать багато які продукти нормального обміну речовин: вітаміни і їх біологічно активні форми - коферменти, нуклеїнові кислоти та їх похідні, багато які рослинні фенольні сполуки, амінокислоти, деякі вуглеводи та ліпіди. Досить активний радіопротектор мелітин - поліпептид з бджолоїної отрути, який складається з 25 амінокислотних залишків.

У наш час велику увагу привертають біологічні протектори, або адаптогени, які підвищують стійкість організму проти не лише радіаційних, а й інших екстремальних дій (хімічні речовини, холод, кисневе голодування, психоемоційний стрес тощо). До адаптогенів належать препарати женьшеню, китайського лимонника, левзеї, елеутерококу, деревію та інших лікарських рослин, отрути змій, деяких видів жаб, екстракти та гідролізати молюсків

(мідій), мумійо- подібні речовини та ін. У інституті експериментальної радіології УНЦРМ АМН України розроблено препарати сукцинат натрію і малат натрію, які мають адаптогенні властивості. Вони пом'якшують біологічні ефекти радіаційного впливу і зменшують вміст радіоцезію в організмі.

Адаптогени діють неспецифічно, вони підвищують стійкість організму проти різних впливів, у тому числі й радіаційного. Вони ефективні, як при гострому, так і при пролонгованому типу фракцій його опромінення, хоча й при дозах радіації, що нижчі від абсолютно смертельних. Проте, променевий ефект адаптогенів, як і вітамінів проявляється при тривалому їх уведенні в організм, за багато діб або й тижнів до опромінення. При цьому дія вітамінів полягає у забезпеченні оптимальної життєдіяльності організму, підвищенні його радіостійкості до деякого оптимального рівня.

При надходженні радіонуклідів усередину організму застосовують фармакологічні препарати, які пришвидшують їхнє виведення або блокують їхнє надходження в організм. Блокатори надходження радіонуклідів у організм потрібні при застосуванні забруднених радіонуклідами харчових продуктів і води, а також при потраплянні радіонуклідів на шкіру, слизові оболонки та ранові поверхні. До цієї групи препаратів належать адсорбар (сульфат барію), який зв'язує стронцій і радій; іонообмінні препарати (монтморилоніти, цеоліти та ін.), які зв'язують трансуранові елементи, лантаніди, ітрій, ентеросорбенти, котрі фіксують на себе багато які радіонукліди, ферициднід (ферацин), антидот талію, що добре фіксує стронцій; пектини, котрі зв'язують велику кількість радіонуклідів. Для обмеження надходження ізотопів йоду використовують калію йодид, завдяки чому щитовидна залоза блокується стабільним йодом. Для прискорення виведення радіонуклідів з організму застосовують пеніциламін та унітіол, який виводить ізотопи полонію, кобальту, міді і ртуті, а також ферацин, котрий прискорює виведення цезію, калію йодид, що виводить йод. Велика кількість рідини сприяє виведенню тритію.

Що ж стосується захисту живих істот від мутагенної дії іонізуючої радіації, то це дуже складно. При дослідженні ефективних радіопротекторів з метою зменшення генетичної дії опромінення було доведено, що вони або зовсім нездатні захистити спадкові структури, або ж менш ефективні, ніж при захисті від променевої загибелі.

У останні роки увагу вчених привернули антимутагенні властивості інденових сполук меланіну. За своєю хімічною структурою індени можна розглядати як вуглецеві аналоги пуринів. Вони мають конденсовані шести- і п'ятивалентні цикли та азотні групи, що володіють (як і нативні гетероцикли ДНК) донорською і одночасно акцепторною здатністю утворювати міжмолекулярні водневі та іонні зв'язки. Інденові сполуки (FII, F-37, АО-Г та ін.) мають легшу «збудливість» порівняно з нуклеотидами ДНК та електронною активністю. Це сприяє переходу енергії з опроміненої ДНК на молекули індену (сприймають енергію з опроміненого субстрата). У експерименті доведено, що інденові сполуки в 5-6 разів зменшують мутагенну дію пролонгованого опромінення популяцій.

Меланін належить до конденсованих фенольних сполук. Він є у тканинах рослин і тварин. У організмі людини цей пігмент надає забарвлення волоссю, райдужній оболонці, шкірі. Меланін шкіри захищає людину і тварин від дії ультрафіолетового та іонізуючого випромінювань. Захисну дію меланіну пов'язують з адсорбцією вторинних електронів, що утворились у клітині. При цьому створюється буферна система для надмірної енергії клітин, яка розподіляється малими дозами.

Квант енергії, потрапляючи на молекулу мішені, мігрує по ній, а потім утилізується молекулою, меланіну. Проміжні метаболіти обміну можуть окислюватися і відновлюватися, а молекули меланіну, що утворились, спрацьовують як електронно-обмінний полімер, який, прийнявши на себе радіаційний удар, розпоршує його по всій молекулі, перерозподілюючи її електронний заряд. Меланін також може легко окислюватися, віддаючи

електрони і ядра водню, і виступає в ролі відновника, тобто антиоксиданта (синтез меланіну стимулюється цАМФ-аденілатциклазною системою).

Меланін сорбує іони Pb^{2+} , Tn^{4+} , La^{2+} , Zn^{2+} , Cr^{6+} , Hg^{2+} , Cu^{2+} , є сильним антиоксидантом, винятково стабільний *in vivo* та *in vitro* і в природних умовах лізису практично не підлягає. У опромінюваних популяціях меланін завдяки антиоксидатним властивостям сприяв настанню генетичної адаптації до аутогенної дії іонізуючої радіації. Це проявляється різким зниженням частоти всіх типів мутації. Тому профілактикою біологічних ефектів малих доз іонізуючої радіації є введення антиоксидантів у організм людей, що мешкають на забруднених територіях. Уводять антиоксиданти, у тому числі й меланін, разом із харчовими продуктами, які мають виражене антиоксидантне спрямування.

Розділ 5. РАДІОЗАХИСНЕ ХАРЧУВАННЯ

Надходження штучних радіоактивних речовин у зовнішнє середовище супроводжується включенням деякої кількості їх у процеси міграції, накопиченням у харчових продуктах і потім безпосередньо в організмі людини. Особливої актуальності і гостроти ця проблема набула після аварії на Чорнобильській АЕС. У тій соціально-економічній обстановці, яка склалась, на здоров'я людини впливає не лише структура харчового раціону, а й вміст у ньому контамінатів - чужорідних речовин.

Недостатнє вживання основних харчових речовин (білків, вітамінів, поліненасичених жирних кислот, мінеральних речовин) сприяє виникненню так званих хвороб дефіциту, зниженню опірності організму. В умовах підвищеного радіаційного впливу величезне значення має оптимальне забезпечення людини повноцінними білками - джерелами незамінних амінокислот. Останні регулюють знезаражувальну функцію печінки, беруть

участь у кровотворенні, підвищують імунітет, сприяють повноцінному засвоєнню вітамінів, а також інших речовин,

Білки є носіями сульфгідрильних груп - ефективних інактиваторів (конкурентів), які легше окислюються активними радикалами, ніж біологічні молекули. Достатнє вживання білка сприяє зниженню кількості радіонуклідів у організмі. Джерелами повноцінного білка є яловичина, свинина, птиця, м'ясо кроля, яйця, риба, молоко та молочні продукти. Чимале значення мають рослинні білки, які містяться у великих кількостях у квасолі, горосі, сої, зеленому горошку, гречаній і вівсяній крупах, хлібопродуктах з борошна грубого помелу. Питома вага білків рослинного походження повинна становити 60% для дітей і підлітків і 50% - для дорослого населення від загальної їхньої кількості в раціоні. Питома вага жирів повинна становити у дітей і людей похилого віку не більше 30%, у дорослих - 33% від загальної енергетичної цінності раціону.

Поліненасичені жирні кислоти в комплексі з іншими ліпотропними речовинами (сірковмісні амінокислоти, вітаміни, фосфоліпиди) істотним чином впливають на основний обмін. Недостатній їхній вміст при підвищеному променевому навантаженні знижує антиоксидантну функцію печінки і сприяє накопиченню метаболітів у тканинах організму.

Важливе значення має забезпечення організму вуглеводами, насамперед харчовими волокнами і пектиновими речовинами. Тривала недостатність у їжі клітковини (рослинних харчових волокон) призводить до порушення діяльності травної системи, а також є фактором ризику розвитку ожиріння, жовчнокам'яної хвороби, цукрового діабету, склерозу та ряду інших недуг. Наявність у пектинових речовинах вільних карбоксильних груп галактуронової кислоти зумовлює їх властивість зв'язувати у травному каналі іони металів.

Незамінними для організму харчовими речовинами є вітаміни. Вони беруть участь у регулюванні обміну речовин, підвищують стійкість організму до несприятливих чинників зовнішнього середовища. Без вітамінів

порушуються засвоєння ряду харчових речовин, процеси кровотворення, знезаражувальна функція печінки. Вітаміни, які мають високу біологічну активність (ретинол, кальциферол, токоферол та ін.), потрібні організму в невеликих кількостях - від мікрограмів до кількох міліграмів на добу. Вітаміни не синтезуються в організмі або синтезуються в недостатній кількості і тому повинні надходити з їжею або у вигляді полівітамінних препаратів типу «Ундевіт», «Ревіт», «Пентавіт» тощо. Проте їх не слід приймати в необмеженій кількості, оскільки це може призвести до гіпервітамінозу.

Вітамін С (аскорбінова кислота) надходить у організм переважно з продуктами рослинного походження (шипшина, смородина, овочі, зелень). Цей вітамін бере участь у окислювально-відновних реакціях, тісно пов'язаний із обміном білка у організмі.

Вітамін В₁ (тіамін) міститься в значних кількостях у бобових, крупах, хлібі, сирі, яйцях, печінці, м'ясі. Багаті на нього пекарські дріжджі. Тіамін бере участь у обміні вуглеводів. При його дефіциті в раціоні порушується функція ряду систем, насамперед нервової, серцево-судинної, травної.

Вітамін В₂ (рибофлавін) надходить у організм з крупами, сиром, сметаною, молоком. Велика його кількість у печінці тварин. Рибофлавін бере участь у білковому, вуглеводному, ліпідному обміні. Потреба в цьому вітаміні зростає при надмірній кількості в їжі вуглеводів і жирів. При дефіциті рибофлавіну порушується функція органів травлення, особливо печінки, сповільнюються процеси росту.

Вітаміни РР (нікотинова кислота) та В₆ (піридоксин) містяться в крупах, хлібі, бобових, м'ясі, печінці і беруть активну участь у обмінних процесах. При недостатньому надходженні їх у організм порушуються функція нервової системи, процеси кровотворення, знижується опірність організму.

Вітамін А (ретинол) міститься в печінці тварин і риб, у вершковому маслі, яєчному жовтку, вершках. Провітамін А (каротин) міститься у багатьох рослинних продуктах, що мають червоне, жовте, оранжеве та зелене

забарвлення. У організмі людини в присутності жирів з каротину синтезується вітамін А. Каротин бере участь у процесах росту і оновлення всіх тканин організму, має антиканцерогенні та радіопротекторні властивості.

Вітамін Р (біофлавоноїд) один із перших застосовувався як радіопротектор. Його біологічна дія в умовах іонізуючої радіації зумовлена захистом стінки судин, насамперед капілярів. У основі мембранозміцнювальної дії біофлавоноїдів лежить їхній вплив як антиоксидантних «пасток» вільних радикалів. Певну роль у механізмі позитивної дії біофлавоноїдів відіграє їхня здатність пом'якшувати порушення енергетичного обміну, пов'язане з участю окислювального фосфорилування у опроміненому організмі. Біофлавоноїди особливо активні в поєднанні з вітаміном С, який потенціює їхню антиоксидантну властивість. Велика кількість біофлавоноїдів міститься в чаї, перці, свіжих овочах та фруктах.

В умовах впливу іонізуючого випромінювання корисно приймати галаскорбін (комплексний препарат галової і аскорбінової кислот). Достатній вміст у раціоні харчування солей магнію і фосфору, калію і кальцію сприяє зниженню накопичення в організмі радіоактивних цезію і стронцію. Важливе значення має збагачення організму оптимальною кількістю селену, який володіє антиоксидантними властивостями, а також легкозасвоюваним залізом, що бере участь у процесах кровотворення.

Названі елементи містяться в харчових продуктах як тваринного, так і рослинного походження. Тому для забезпечення організму достатньою кількістю харчових речовин, що потрібні для запобігання накопиченню радіонуклідів і зміцнення захисних сил організму, треба використовувати різноманітні продукти харчування, які доповнюють один одного за вмістом енергетичних, пластичних і біологічно активних харчових інгредієнтів.

У раціоні харчування дорослої людини повинно бути не менше 400 г овочів, 500 г картоплі, 300-400 г фруктів та ягід, 500 г молока і

молочнокислих продуктів, 50-70 г сиру, 200-350 г м'яса й риби, 30 г олії, 60 г круп і бобових, 25-30 г вершкового масла, 1 яйце, 70 г цукру, 300-400 г хліба.

Діти повинні одержувати в середньому на добу 300-400 г овочів, 150-500 г фруктів і ягід, у тому числі соки з м'якушем (110-150 г), 100-200 г м'яса та м'ясопродуктів, 40-50 г риби й рибопродуктів, 10-25 г олії, 30-60 г круп, 1-0,5 яйця, 90-350 г хліба. Періодично дітям рекомендують давати сало шпиг (15-25 г), у якому міститься біологічно активна арахідонова кислота. Половину хліба, вживаного дітьми, повинен становити житній.

Таблиця 1. Вплив способу кулінарної й технологічної обробки харчової сировини на вміст радіонуклідів

Продукт	Вид переробки	Зниження радіоактивності продукту, %	
		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Si
Картопля в шкірці	Відварювання в прісній воді	На 3	На 3
Картопля очищена	Очистка від шкірки	30-40	30-40
	Відварювання в прісній воді	30-45	21
	Відварювання в підсоленій воді	50	30
Буряк	Очистка від шкірки	30-40	30-40
Буряк очищений	Відварювання	60	20
Листя капусти	Те саме	60	20
Капуста шинкована	Те саме	80	40
Горох	Те саме	45	20
Щавель	Те саме	50	40-50
Свинина	Те саме	45-50	53
Баранина	Те саме	45-50	53
Яловичина	Те саме	70	50
	Вимочування в прісній воді і відварювання	80-90	-
М'ясо	Вимочування в прісній воді, витримування у 25% росолі протягом 3 міс. і наступне відварювання	90	-
	Смаження	45	-
Риба	Відварювання	60	-
Риба - тушка з головою	Приготування юшки	15-28	-
Риба	Приготування бульйону ¹	60	До 100
Кістки риби	Приготування бульйону	24-37	-
Молоко	Приготування сиру	79	73
	Приготування сметани	81	-
	Приготування сичужного сиру	90	55
	Приготування вершків		

	Приготування масла	98	100
	Приготування топленого масла	98,5	95
		100	100
Молочні відвійки	Сироватка	-	60-70
	Приготування сиру	64	-
Гриби	Промивання в прісній текучій воді	18-32	-
	Одноразове відварювання 10 хв	85	20
	Дворазове відварювання по 10 хв із зливом відвару після кожного етапу	97	-
Гриби польські сухі	Промивання в воді протягом 2 год	81	-
Зерно	Одержання 70% борошна	60	90

Примітка.¹ - для харчування рекомендують використовувати вторинні бульйони: м'ясо й кістки заливають холодною водою, варять 10 хв; цей бульйон зливають, потім м'ясо й кістки знову заливають водою і варять до готовності. Аналогічно чинять з рибою.

Треба пам'ятати, що вміст радіоактивних речовин значно зменшується при різних способах кулінарної обробки продуктів (табл. 1).

У пресі іноді з'являються поради вживати алкоголь як радіопротектор. Населення прохає медиків назвати профілактичну дозу алкоголю для дітей і дорослих, оскільки вірить у його цілющі властивості. Проте з усією переконаністю можна сказати, що алкоголь не володіє специфічними радіозахисними властивостями.

Як і деякі інші токсичні речовини, він може зумовити погіршення постачання тканин мозку киснем, спричинюючи більшою чи меншою мірою виражену їхню гіпоксію, що інколи хибно пояснюється як спосіб підвищення їхньої радіостійкості. Тому треба однозначно відповісти, що алкоголь - це отрута, оскільки в організмі людини в процесі окислення спирту в печінці утворюється оцтовий альдегід, який у 300 разів токсичніший від чистого етилового спирту. Оцтовий альдегід потім окислюється в організмі з участю вітамінів, білків, знижує знезаражувальну функцію печінки, активність ряду ферментних систем, що в свою чергу призводить до зниження захисних сил організму і накопичення шлаків у крові.

Під дією алкоголю відбуваються незворотні зміни в ЦНС, яка регулює всі процеси в організмі. Чутливість дітей до алкоголю в 4-5 разів вища, ніж

дорослих. Дитячий організм через розвиток і диференціювання нервової системи більш вразливий до дії алкогольних напоїв будь-якої міцності. У дітей легко розвивається пристрасть до алкоголю, яка переходить у алкоголізм. Приймання навіть невеликих доз алкоголю під час вагітності часто стає причиною токсикозу, викидня, передчасних пологів, оскільки людський зародок чутливий до дії алкоголю, особливо в перші дні й тижні розвитку. Етиловий спирт проникає через кровоносну систему до плода, пошкоджуючи його життєві системи, насамперед нервову. Тому використання алкоголю як засобу протирадіаційного захисту не має серйозних наукових обґрунтувань.

Розділ 6. ОСОБЛИВОСТІ ХАРЧУВАННЯ ДІТЕЙ, ЯКІ ПРОЖИВАЮТЬ НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ

На сьогоднішній день в центрі уваги профілактичної медицини знаходиться проблема есенціальних нутрієнтних дефіцитів та засобів їх профілактики. Особлива зацікавленість фахівців викликана йодною ендемією, що властива в тій чи іншій мірі для всіх регіонів України, а також успіхами експериментальної медицини, яка довела значимість йодного дефіциту для здоров'я населення. Йододефіцитні захворювання (ЙДЗ) можна попередити, якщо своєчасно і регулярно забезпечувати населення аліментарним йодом. Найбільш доступним засобом профілактики і лікування ЙДЗ є масове вживання йодованої кухонної солі. Проте, необхідно брати до уваги те, що йодна забезпеченість організму залежить не лише від надходження йоду з раціоном харчування, але й від можливостей організму його засвоювати. Сприяють засвоєнню йоду вітаміни, достатнє білкове забезпечення, полісахариди, залізо тощо.

В організмі людини вітаміни і мінеральні речовини не синтезуються. Здатність до депонування есенціальних нутрієнтів в організмі людини відсутня, тому їх потрібно вживати регулярно і у кількостях, відповідних до фізіологічних потреб. Як видно із таблиці 1, мінеральні речовини відіграють у метаболізмі не менш важливу роль, аніж інші інгредієнти їжі. Іони металів виконують функцію кофакторів ензимів подібно до вітамінів, що здійснюють аналогічну роль у вигляді коферментів.

Вивчення вітамінно-мінерального статусу дітей від 1 до 6 років, які постійно проживають на РЗТ, показали дефіцит ряду есенціальних нутрієнтів, що впливають на пластичні, енергетичні та каталітичні процеси. Оптимізація каталітичного компоненту їжі можлива шляхом додаткового введення в раціон у вигляді вітамінно-мінеральних сполук.

Таблиця 1 - Дефіцитні стани в харчуванні обстежених дітей вітаміни, джерела їх надходження в організм людини

Роль в організмі	Джерело надходження
Вітамін С (аскорбінова кислота)	
Підвищує стійкість організму проти несприятливих чинників, бере участь у процесі кровотворення, сприяє засвоєнню інших вітамінів, білків, заліза, поліпшує роботу печінки, функцію нервової та ендокринної систем. Оптимальна потреба для дітей дошкільного віку 45-50 мг на добу	Нестача вітаміну С спостерігається взимку та ранньою весною. Основним джерелом в цей час можуть бути сира та квашена капуста, фрукти. Добову потребу можуть задовольнити 200 г свіжих фруктів та ягід, 150-200 г салату із свіжих овочів, зелені, 150-200 мл соку із свіжих овочів та фруктів
Вітамін А (ретинол)	
Забезпечує процеси обміну речовин у шкірі, слизових оболонках очей, дихальних, травних і сечовивідних шляхах. Особливо ретинол є необхідним для забезпечення нормального росту, функції зору. Виконує функцію протиокисника у разі радіаційного опромінення. Потреба для дітей дошкільного віку у ретинолі 600 мкг на	Ретинол надходить до організму з продуктами тваринного походження, а з рослинною їжею - у вигляді каротину, який у печінці перетворюється на вітамін А. Багатим на цей вітамін є жовток яєць, печінка, нирки, вершкове масло, риба, жир, ікра осетрових риб, а на каротин - морква, томати, абрикоси, перець, гарбуз

добу	тощо
Вітаміни групи В (тіамін (В ₁), рибофлавін (В ₂), пантотенова кислота (В ₅), піридоксин (В ₆), фолієва кислота (В ₉), кобаламін (В ₁₂))	
Регулюють обмін речовин, функцію багатьох органів і систем. Потреба в них підвищується у разі м'язових навантажень, нервово-психічного напруження. За нестачі їх в організмі порушуються функції нервової, травної, серцево-судинної систем, уповільнюються процеси росту, кровотворення, знижується стійкість організму проти різних хвороб. Добова потреба для дітей дошкільного віку 0,7-1 мкг	М'ясо (особливо багатою є свинина), печінка, житній хліб, гречана, вівсяна та перлова крупи, зелений горошок. Добову потребу в цих вітамінах можуть забезпечити такі продукти: 500 мл молока, 100 г сиру, 200 г м'яса, ковбаси, 100 г риби, 200 г хліба, 25 г круп
Ніацин (нікотинова кислота (РР))	
Нестача цього вітаміну призводить до дерматитів, деменції, діареї, а також сприйшливості до захворювання, як пелагра. Добова норма для дорослої людини 15-20 мг для дітей дошкільного віку - 10-12 мг	Вітамін у значних кількостях знаходиться у житньому хлібі, гречці, квасолі, м'ясі, печінці, нирках
Вітамін D (кальциферол)	
Виконує важливу роль в обміні кальцію та фосфору в організмі, сприяє їх відкладенню в кістках. За нестачі його у організмі дітей виникає рахіт. Добова потреба для дітей дошкільного віку 10 мкг	Продукти тваринного походження (риба, яйця, молочні продукти)
Вітамін Е (токоферол)	
Сприяє засвоєнню жирів, вітамінів А, В, бере участь в обміні білків, вуглеводів, впливає на функцію статевих та ендокринних залоз. Протиокисна властивість токоферолів особливо цінна в радіаційно-небезпечних умовах проживання. Вони захищають корисні	Жирні молочні продукти, зернові та овочі, яйця, олія соняшникова та кукурудзяна, горох, квасоля, гречана крупа, м'ясо, риба, шпинат, абрикоси

ненасичені ліпіди від окиснення. Добова потреба для дітей дошкільного віку 6-7 мг	
--------------------------------------------------------------------------------------	--

Результати проведених епідеміологічних досліджень серед населення ендемічних за йодом та постраждалих внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС територіях, свідчать про суттєві порушення у структурі харчування. Встановлено, що вміст загального заліза у фактичних раціонах харчування дітей від 1 до 3 років становить $12,2 \pm 0,6$ г/д, від 4 до 6 років - $11,8 \pm 2,1$ г/д відповідно. При цьому раціони харчування дефіцитні за вмістом гемового заліза, що викликано недостатнім вживанням м'яса та м'ясопродуктів високої якості. Важлива роль у засвоєнні заліза належить вітаміну та фолієвій кислоті. При недостатності останніх в організмі, виникає фолієводефіцитна та B_{12} -дефіцитна анемії. Тому надзвичайно важлива їх достатність у раціоні харчування людей різного віку та статі.

Було виявлено, що переважна більшість обстежених дітей дошкільного віку, які мешкають на РЗТ були недостатньо забезпечені йодом. Спостерігався йодний дефіцит легкого, середнього і важкого ступеню. У міських дітей, майже 45%, спостерігався йодний дефіцит легкого і середнього ступеню.

Всі форми йоду (неорганічний йод, гормональний йод, йод присутній у плазмі крові і клітинах щитовидної залози та інших секреторних органах) беруть участь в обміні речовин. Біологічна функція йоду полягає у його участі в синтезі гормонів щитовидної залози, внаслідок чого його присутність впливає на інтенсивність основного обміну речовин, кисневий метаболізм, синтез білків.

Окрім того, присутність йоду в необхідних кількостях сприяє нормальному розвитку репродуктивної системи, системи кровотворення, кістково-м'язового апарату. Від кількості йоду в крові залежить функція серцево-судинної і ендокринної систем. Дефіцит йоду викликає ендемічне зростання розмірів щитовидної залози (зоб). При цьому окислювальні

процеси в організмі уповільнюються, знижується температура тіла, накопичується жир і білок в клітинах, розвивається брадикардія. У дітей уповільнюється розвиток усіх систем в організмі, виникають психічні розлади. При цьому, фізіологічні потреби дітей в аліментарному йоді не залежить від регіону.

Іншими, надзвичайно важливим для організму людини, мікроелементами, є цинк та залізо. Так, іони цинку потрібні для здійснення ферментативної активності ряду ензимів, особливо карбоангідрази, карбоксипептидази. Всі ці ферменти, забезпечують перебіг життєвоважливих біохімічних процесів. Цинк входить до складу металоферментів, які беруть участь у енергетичному, ліпідному та білковому обміні. Також Цинк необхідний для процесів стабілізації структури ДНК, РНК та рибосом, що обумовлює його роль у процесах трансляції.

Таким чином, Цинк впливає на функціонування генетичного апарату, ріст і поділ клітин, тератогенез, остеогенез, репродуктивну функцію, бере участь в імунній відповіді та впливає на процес загоєння ран. Цинк також впливає на поведінкові рефлексії, розвиток мозку і здійснює сприймання смаку, є складовою частиною сполук, що входять до слизової оболонки кишечника, нирок, а також лейкоцитів.

Цинк входить до складу ферментів, присутніх у шлунковому та панкреатичному соках. Ендогенний дефіцит зазначеного мікроелементу за умов вроджених і генетичних захворювань викликає ентеропатичний акродерматит (ураження шкіри), пошкодження клубочкової фільтрації і каналцевої реабсорбції, серповидно-клітинної анемії, що супроводжується гемолізом та зростанням кількості Цинку в сечі. За умов екзогенного дефіциту Цинку аліментарного походження та при порушенні його всмоктування виникає хвороба Прасада (важка залізодефіцитна анемія, карликовість, гепатоспленомегалія, статева недорозвинутість, атрофія яєчок, порушення загоєння ран, зниження відчуття смаку).

Іони заліза зв'язують кисень у складі гемоглобіну крові і віддають його тканинам, що підвищує їх оксигенацію. Мікроелемент у складі цитохромів бере безпосередню участь у транспорті електронів по дихальному ланцюжку мітохондрій до молекули кисню, забезпечуючи тканинне дихання. Залізо є одним із найважливіших мікроелементів, як для всієї живої природи, так і для організму людини. Його відносять до металів життя. Унікальність цього елемента зумовлена властивістю легко переходити з окисленої форми (Fe^{3+}) у відновлену (Fe^{2+}) та навпаки, а тому, і здатністю до транспорту електронів і утворення тимчасових хімічних зв'язків, руйнування яких різко змінює хімічні та біологічні властивості залізовмісних сполук. Виснаження запасів заліза в організмі може призвести до пригнічення росту і навіть загибелі клітин. Залізо в організмі розподіляється приблизно таким чином: входить до складу еритрокаріоцитів кісткового мозку та циркулюючих еритроцитів 65%; тканинне залізо (залізовмісні ферменти, міоглобін) - 15%; залізо депоноване (зв'язане із феритином та гемосидерином) - 20%; транспортне залізо (залізо, зв'язане із трансферинном) - 0,1-0,2%.

Однією з причин розвитку залізодефіцитної анемії (ЗДА) є тривалі порушення харчування. ЗДА є достатньо поширеним захворюванням. У світі приблизно 20% населення страждає на явну або приховану нестачу заліза. Ця патологія найбільше розповсюджена серед дітей, підлітків та жінок фертильного віку. Серед дітей, що мешкають у регіонах забруднених радіонуклідами внаслідок аварії на ЧАЕС, ЗДА діагностується у 20,8%.

Дефіцит заліза викликає розвиток гіпоксичних станів, які у свою чергу модифікують метаболічні процеси, що призводить до розвитку дегенеративних змін у тканинах і органах. Від ступеню та тривалості залізодефіцитного стану формується патологічний відгук з боку гемопоезу, швидкість реагування адаптаційних систем, вірогідність виникнення ЗДА та важкість перебігу супутніх захворювань.

При оптимальному харчуванні розподіл заліза не залежить від статі. Добова фізіологічна потреба у залізі для дітей віком від 1 до 3 та від 4 до 6

років, у відповідності із діючими "Нормами фізіологічних потреб в основних харчових речовинах та енергії" складає 10 мг за добу. Кровотворення та інші біохімічні процеси, що відбуваються в організмі, потребують постійної підтримки балансу заліза на рівні 3-5 г.

Важливим джерелом заліза є м'ясні продукти, печінка, нирки, а також фрукти, ягоди, овочі. Однак, з рослинних продуктів засвоюється його 2-7%.

Для корекції недоліків у харчуванні дітей молодшого віку, які мешкають на РТЗ українськими вченими на основі даних епідеміологічних досліджень та встановлених есенціальних нутрієнтних дефіцитів розроблено вітамінно-мінеральний комплекс (ВМК), який рекомендовано вживати дітям від 4 до 6 років життя, які постійно проживають в ендемічних за йодом та постраждалих внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС територіях.

Таблиця 2 - Хімічний склад вітамінно-мінерального комплексу

Інгредієнт	Вміст у сухій суміші
Вітаміни:	
ретинол (вітамін А)	0,4 мг
кальциферол (вітамін D)	0,0048 мг
токоферол (вітамін Е)	4 мг
аскорбінова кислота (вітамін С)	40 мг
тіамін (вітамін В ₁)	0,4 мг
рибофлавін (вітамін В ₂)	0,3 мг
піридоксин (вітамін В ₆)	0,4 мг
кобаламін (вітамін В ₁₂)	0,5 мг
фолієва кислота (фолати) (вітамін В ₉)	0,1 мг
ніацин (вітамін РР)	7 мг
пантотенова кислота (вітамін В ₅)	0,02 мг
Мінеральні речовини:	
цинк (Zn)	5 мг
залізо (Fe)	5 мг
йод (I)	0,05 мг

При створенні ВМК були затримані погляди фахівців в галузі гігієни харчування, згідно з якими приймати вітаміни необхідно разом з мінеральними речовинами - вони взаємно підсилюють дію одне одного. Даний ВМК може бути рекомендований для оптимізації харчування дітей та

захисту від несприятливих фізичних та хімічних чинників оточуючого середовища.

Значної розбіжності між фізіологічною потребою у вітамінах та мінеральних речовинах між дітьми 1-3 та 4-6 років немає. Тому склад ВМК є ідентичним для обох вікових груп. Запропоновані профілактичні заходи враховують встановлені мікро- та макронутрієнтні дефіцити, а також підвищують біологічну цінність та збалансованість харчування за вмістом білків, жирів, вуглеводів, есенціальних нутрієнтів, що дасть змогу покращити не лише харчовий статус дітей дошкільного віку, але й дієво вплинути на їх фізичний та інтелектуальний розвиток.

Розділ 7 Диспансерний нагляд за дітьми, народженими від батьків, які зазнали радіаційного впливу

1. ФІЗИЧНИЙ ТА СТАТЕВИЙ РОЗВИТОК ДІТЕЙ, ЩО НАРОДИЛИСЯ В СІМ'ЯХ ОПРОМІНЕНИХ БАТЬКІВ

Стан фізичного і статевого розвитку дитини є інформативним показником благополуччя дитячого організму. Фізичний розвиток підлітків оцінюється за показниками довжини тіла, маси тіла з розрахуванням індексу маси тіла відносно нормативів, що представлені в Протоколах надання медичної допомоги дітям за спеціальністю „Дитяча ендокринологія”.

Рівень статевого дозрівання оцінюється за часом, послідовністю появи та ступенем розвитку вторинних статевих ознак у осіб обох , статей, молочних залоз, часу появи першої менструації, характеру становлення менструальної функції на першому році після менархе у дівчат.

Аналіз показників фізичного розвитку дітей із сімей опромінених батьків показує, що більшість обстежених дітей у всіх вікових групах є

гармонійно розвинутими. Частка дисгармонійно розвинутих дітей, в 3,-13-річному віці практично відповідає популяційному рівню, а в більш старшому віці перевищує її, в основному, за рахунок різноспрямованих коливань маси тіла.

Гендерні розходження стосуються дітей молодшого віку (до 9 років) та підлітків. Так, якщо у дівчат молодшого віку вагому частку дисгармонійних складають діти з дефіцитом маси, то у хлопчиків цього віку - збиткової маси тіла. Навпаки, у дівчат старше 14 років в структурі дисгармонійності превалюють дівчата із збитковою масою, а у хлопців 16-18 років - дефіциту маси тіла.

При аналізі статевого дозрівання обстежених дітей звертає на себе увагу висока розповсюдженість затримки темпів статевого розвитку у 14-18-річних хлопців (вдвічі вище за популяційний рівень), у дівчат розповсюдженість затримки статевого розвитку складає 1,8 %, що співпадає з популяційними показниками.

2. СТАН СОМАТИЧНОГО ТА НЕРВОВО-ПСИХІЧНОГО ЗДОРОВ'Я НАЩАДКІВ БАТЬКІВ, ЯКІ ЗАЗНАЛИ РАДІАЦІЙНОГО ВПЛИВУ В ДИТЯЧОМУ ВІЦІ

Аналіз розповсюдженості захворювань у нащадків батьків, опромінених в дитячому та підлітковому віці, показує, що патологічна враженість у них складає в різні вікові періоди від 560 до 650 випадків на 100 пацієнтів, тобто кожна дитина має в середньому більше п'яти захворювань. Звертає на себе увагу практично стабільний високий рівень патологічної враженості, вже починаючи з дошкільного віку, як і в нащадків батьків-ліквідаторів аварії на ЧАЕС, на відміну від дітей із сімей без радіаційного анамнезу, у котрих відзначається вагомий приріст захворюваності в 14—15 років.

У всіх вікових періодах першу рангову позицію займають хвороби органів травлення, частота яких вже з дошкільного віку є значною (153,3 випадки на 100 обстежених) за рахунок функціональних розладів шлунку,

гепато-біліарної системи та карієсу. Починаючи з 10-13-річного віку у структурі цього класу збільшується відсоток хронічних запальних захворювань гастродуоденальної зони та жовчного міхура, він складає 21,7 %. Ця тенденція спостерігається також і в 14-15-річному віці, коли відсоток хронічних запальних захворювань досягає 45,7 %.

Високою та стабільною частотою характеризуються хвороби класу психічних розладів, які у всі вікові періоди займають другу рангову позицію (від 120,0 до 150,0 випадків на 100 обстежених). Вони представлені у більшості випадків вегето-судинними дисфункціями та різними проявами невротичних розладів.

Частота хвороб нервової системи є найбільш високою у групі молодших дітей (66,7 випадків на 100 обстежених) за рахунок резидуальної патології центральної нервової системи. У дітей, що знаходяться в періоді статевого дозрівання, її рівень нижче майже у три рази, а у 16-18-річних підлітків зареєстровано достатньо високу частоту лікворно-гіпертензивного синдрому.

Звертає на себе увагу характер поширеності ендокринопатій, рівень яких у дітей, що знаходяться на етапі статевого дозрівання, у два рази перевищує рівень у молодших дітей. Найбільшим він реєструється у підлітків 14-15 років (105,6 випадків на 100 обстежених) за рахунок виявлення збільшення щитоподібної залози I-II ступеня та ожиріння I-II ступеня.

Частота хвороб ока та додаткового апарату, органів дихання, кістково-м'язової системи та сполучної тканини, вроджених вад і аномалій розвитку є однаковою у дітей різних вікових груп. У структурі класу вроджених аномалій і вад розвитку звертає на себе увагу значна вага (15,3 %) вад розвитку внутрішніх органів (сечовидільної системи, шлунково-кишкового тракту та серця), які супроводжуються порушенням їх функції та в частині випадків потребують оперативного втручання в ранньому віці.

При дослідженні клінічного фенотипу з використанням методики, розробленої співробітниками Харківського медико-генетичного центру,

встановлено, що нащадки батьків, які зазнали радіаційного впливу в дитячому віці, частіше мають численні зовнішні малі аномалії розвитку (МАР). У $88,00 \pm 3,25$ % таких дітей реєструється понад 6 МАР, досить часто зустрічається наявність в одного хворого 8-11 МАР. Звертає на себе увагу майже рівномірне їх розташування: в черепно-лицьовій зоні $50,54 \pm 1,65$ %, в області тулуба та кінцівок - $47,70 \pm 1,65$ % МАР. При цьому у більшості випадків наявність фенотипових МАР поєднується з аномаліями розвитку внутрішніх органів.

Спектр мікроаномалій, визначений у цих дітей, відповідає морфогенетичним ознакам, характерним для недиференційованої форми дисплазії сполучної тканини, що свідчить про порушення пренатального генезу сполучної тканини. Частота хвороб крові, кровотворних органів та порушення імунітету очікувано найвища у дітей молодшої групи за рахунок поширеності імунодефіцитних станів, а хвороб сечостатевої системи - менша в підлітків за рахунок лікування в більш ранньому віці вульвовагінітів у дівчат.

3. ОСОБЛИВОСТІ ІМУНОРЕАКТИВНОСТІ ДІТЕЙ ІЗ СІМЕЙ ОПРОМІНЕНИХ БАТЬКІВ

Зміни в імунному статусі спостерігаються у половини дітей, народжених в сім'ях батьків, що зазнали радіаційного впливу в дитячому віці. Головним чином вони стосуються Т-клітинної та фагоцитарної ланок, практично у всіх випадках відповідають I-II ступеню імунних порушень, що може вказувати на наявність компенсованої та некомпенсованої вторинної імунної недостатності.

Дисбаланс у Т-системі імунітету проявляється зниженням кількості (відносно показників однолітків харківської популяції) CD3+-лімфоцитів у 45,7 % дітей, SP4+-лімфоцитів - у 29,0 %, SP8+-лімфоцитів - у 12,9 % пацієнтів (рф < 0,001; рф < 0,01; рф < 0,05 порівняно з частотою серед дітей із сімей без радіаційного анамнезу).

Зміни в фагоцитарній ланці імунітету стосуються зниження фагоцитарної активності лейкоцитів (у 30,3 % обстежених, $p < 0,05$) і фагоцитарного числа у 67,2 % пацієнтів ($p < 0,001$). У дітей всіх вікових категорій спостерігається зменшення в 1,5-1,8 рази поглинальної здатності фагоцитарних клітин при збереженні кисень-залежного метаболізму фагоцитів.

Відхилення показників В-клітинної ланки реєструються рідше (у 35,8 % обстежених) у вигляді підвищення відносної кількості $C022+$ -лімфоцитів та імуноглобуліну М, в основному, в наймолодшій групі дітей.

Аналіз імунних відхилень з урахуванням статі свідчить про однакову направленість імунологічних змін як у хлопчиків, так і у дівчат, але дівчата мають більшу частоту змін показників Т-клітинної та фагоцитарної ланок. При порівнянні імунологічних показників у нащадків опромінених батьків різного віку встановлено, що найчастіше відхилення Т-системи і фагоцитарної ланки імунітету зустрічаються у дітей наймолодшої групи (56,4 % та 71,8 % відповідно). У дітей старшого віку частота змін нижче, складає в 16-18-річних підлітків 42,8 % і 35,7 % відповідно.

4. КЛІНІКО-ГЕНЕТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СІМЕЙ

Клініко-генеалогічний аналіз, проведений в родинях дітей, народжених від мешканців радіаційно забруднених територій, дозволив встановити, що 96,2 % обстежених дітей мають схильність до основних неінфекційних захворювань.

При обчисленні фенотипової кореляції батьки-діти встановлено розходження у величині показника спадковості. Найвищим цей показник є для патології репродуктивної системи і складає 56,9 %, дещо меншим для гінекологічних захворювань - 49,9 %. Значення показника спадковості для захворювань опорно-рухового апарату дорівнює 41,1 %, ендокринної системи - 29,8 %, нервово-психічної сфери - 20,6 %, серцево-судинної - 15,7 % та травної систем - 11,7 %.

При аналізі перинатального анамнезу досліджуваних дітей звертала на себе увагу значна частка патологічного перебігу вагітності в їх матерів за рахунок гестозів вагітності (35,2 випадки на 100 вагітностей), загрози викиду (31,0) та наявності анемії (15,5). Патологічний перебіг пологів у більшості випадків представлений слабкістю пологової діяльності, що потребувало призначення медикаментозної стимуляції пологової діяльності (16,4 випадки на 100 пологів), та сприяло виникненню у немовлят порушень гемоліквородинаміки в ранньому неонатальному періоді.

При народженні дитини від другої або наступних вагітностей в двох третин попередніх вагітностей у матерів основної групи мало місце народження дитини, в 22,7 % випадків - викиди на різних строках вагітності, в 13,6 % було проведено переривання вагітності.

5. ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ДІТЕЙ ІЗ СІМЕЙ ОПРОМІНЕНИХ БАТЬКІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ДАНИХ РАДІАЦІЙНОГО АНАМНЕЗУ

Термін перебування батьків на контрольованих територіях (КТ) впливає на показники перинатального анамнезу їхніх нащадків. Тривале перебування батьків на КТ (більше трьох років) має значення щодо перебігу всіх вагітностей і пологів у матерів обстежених дітей, характеру вигодовування дітей в першому півріччі життя. При аналізі розвитку нащадків опроміненних батьків на наступних етапах онтогенезу встановлено, що найістотніші зміни в фізичному розвитку, захворюваності та показниках імунітету відзначаються в дітей, чії батьки перебували на КТ в 1986-1989 рр., тобто в той час, коли спостерігався вищий радіаційний фон за рахунок ізотопів з малими строками розпаду.

Оцінюючи показники стану здоров'я нащадків опроміненних батьків залежно від їх віку на час аварії, можна відзначити, що вік батьків має вплив на перебіг ранніх етапів онтогенезу та на захворюваність дітей, що знаходяться в періоді статевого дозрівання.

У групі дітей, чії батьки на час аварії мали вік до 6 років,

спостерігається найвищий відсоток патологічного перебігу перинатального періоду (загрози викиду, анемії, пієлонефриту вагітних, поєднаної патології в періоді вагітності; медикаментозної стимуляції пологів). Аналіз фізичного розвитку цих дітей показав, що лише половина з них мають гармонійний фізичний розвиток, а в структурі дисгармонійності превалюють випадки надлишкової маси тіла. Показники захворюваності досягають найвищого рівня у дітей цієї групи в віці 10-13 років. Це зумовлюється високою частотою психічних розладів, в меншій мірі хвороб крові та захворювань системи травлення. У цей віковий період реєструється найвищий рівень відхилень показників Т-клітинної та фагоцитарної ланок імунітету.

Найвищі рівні захворюваності визначаються в підлітків із сімей батьків, яким на час аварії було більше 12 років, тобто самі батьки знаходилися в періоді інтенсивних нейро-гормональних змін. Вони стосуються як в цілому рівня загальної патологічної враженості, так і частоти окремих класів хвороб, особливо захворювань системи травлення, ендокринної системи та психічних розладів.

Аналізуючи структуру класу вроджених вад та аномалій розвитку звертає на себе увагу той факт, що в нащадків батьків, що були переселені в молодшому віці, не було зареєстровано жодного випадку вроджених вад внутрішніх органів. У дітей, чиїм батькам на час аварії було більше 6 років, мають місце вроджені вади серця, кишечника, нирок та опорно-рухового апарату з порушенням їх функціональної здібності, частота котрих не відрізняється по групах і складає 9,5 % й 11,6 % відповідно.

6. ОРГАНІЗАЦІЯ ДИСПАНСЕРНОГО НАГЛЯДУ ЗА НАЩАДКАМИ БАТЬКІВ, ЩО БУЛИ ОПРОМІНЕНІ ВНАСЛІДОК АВАРІЇ НА ЧАЕС В ДИТЯЧОМУ ВІЦІ

Диспансерний нагляд за дітьми із сімей опромінених батьків базується на загальноприйнятій системі диспансеризації в педіатричній практиці (Наказ МОЗ України №,434 від 29.11.2002 р.).

Заходи диспансерного нагляду здійснює лікар-педіатр, який відповідає за спостереження за контингентом, постраждалим внаслідок Чорнобильської катастрофи, та спеціалісти наступного профілю: отоларинголог, невролог, психіатр, ендокринолог, офтальмолог, ортопед, гінеколог, гастроентеролог.

Основні принципи диспансерного нагляду:

Систематичність - обов'язковий щорічний огляд лікаря-педіатра та спеціалістів. При первинному огляді визначаються групи дітей, що потребують додаткового лабораторного та інструментального обстеження. У зв'язку з високою частотою захворювань різних органів і систем діти диспансерної групи віком від трьох до 18 років повинні оглядатися усіма спеціалістами щорічно, а не тільки в декретовані вікові періоди (5-6 років, 10-11 років, 15-17 років).

Етапність за традиційною схемою (поліклініка - стаціонар - санаторій - поліклініка). Проведення щорічної цільової диспансеризації в амбулаторних умовах дозволяє в кожному індивідуальному випадку встановити обсяг реабілітаційних заходів та необхідність їх проведення в стаціонарі або амбулаторно за місцем проживання. Після амбулаторного огляду або стаціонарного лікування кожна дитина отримує рекомендації для санаторно-курортної реабілітації.

Індивідуальний підхід з урахуванням даних радіаційного анамнезу батьків, особливостей розвитку дитини на різних етапах дитинства, динамічного клінічного спостереження.

Оздоровлення в лікувальних та реабілітаційних закладах. Кратність та профіль закладу визначається залежно від особливостей стану здоров'я дитини, функціональних можливостей основних органів і систем.

Санітарно-просвітня робота проводиться з дітьми, постраждалими внаслідок Чорнобильської катастрофи, та їхніми батьками з метою профілактики розвитку або прогресування захворювань, на які страждає дитина.

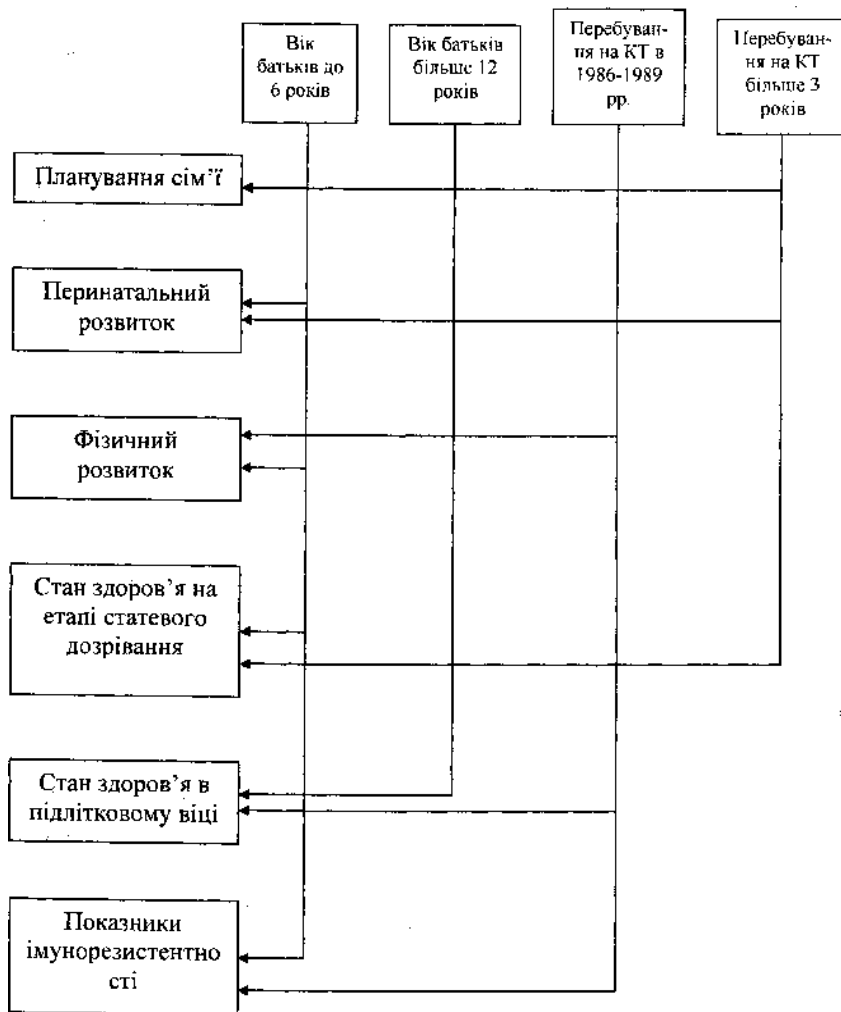
Враховуючи особливості пренатального анамнезу дітей, народжених від батьків, постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи,

профілактична робота повинна починатися серед майбутніх батьків ще на етапі планування народження дитини. Сім'ї, де один або обидва майбутні батьки були евакуйовані або відселені з КТ, підлягають обов'язковому медико-генетичному консультуванню. Для профілактики патологічного перебігу вагітності та пологів поглибленої уваги потребують майбутні матері, що перебували на КТ більше 6 років або мали на час аварії вік до 6 років.

У зв'язку з високою можливістю обтяженого перинатального анамнезу потребують додаткової уваги новонароджені із сімей, де батьки були евакуйовані із м. Прип'ять та відселені з КТ, якщо їм на час аварії не виповнилося 6 років.

У подальшому, при первинному оформленні в групу диспансерного спостереження, всі діти із сімей опромінених батьків повинні бути оглянуті спеціалістами, їм необхідно провести антропометричні виміри, оцінку статевого розвитку, клінічне, лабораторне та інструментальне дослідження. Серед лабораторних методів обов'язковими є клінічний аналіз крові та сечі, інші лабораторні дослідження призначаються за загально прийнятими показаннями залежно від наявності патології.

Таблиця
ВПЛИВ ФАКТОРІВ РАДІАЦІЙНОГО АНАМНЕЗУ БАТЬКІВ НА ЕТАПІ
РОЗВИТКУ ЇХ НАЩАДКІВ



У зв'язку з розповсюдженістю вроджених вад та аномалій розвитку проведення ультразвукового дослідження органів черевної порожнини та серця рекомендується включати як обов'язкове для кожної дитини вже при первинному огляді як скринінгове дослідження.

За результатами консультацій основних спеціалістів (педіатра, отоларинголога, невролога, психіатра, ендокринолога, офтальмолога) визначаються групи дітей, що потребують додаткового обстеження та визначається місце його проведення (амбулаторно чи в стаціонарі).

Відповідно до системи цільової диспансеризації подальші етапи спостереження включають обов'язковий щорічний огляд лікаря-педіатра та спеціалістів, лабораторне (клінічні аналізи крові та сечі) та інструментальне обстеження (електрокардіографія, ультразвукове дослідження органів черевної порожнини та щитовидної залози).

З метою ранньої діагностики функціональних розладів і хронічних

захворювань та встановлення обсягів реабілітаційних заходів (у зв'язку з високою частотою захворювань окремих систем - органів травлення, ендокринопатій, психічних розладів тощо) кратність оглядів спеціалістами в певні вікові періоди повинна бути збільшена (психіатром, ендокринологом, гастроентерологом на початку статевого дозрівання, неврологом в періоді дошкільного дитинства).

Нащадкам опромінених батьків, що мають обтяжений алергологічний анамнез або входять до групи часто та тривало хворюючих дітей, а також народженим в сім'ях переселених з КТ в 1986-1989 рр., в обсяг додаткових досліджень необхідно включати імунологічне дослідження показників Т-клітинної, В-клітинної і фагоцитарної ланок.

Медико-генетичного консультування потребують діти, чії батьки перебували на забруднених територіях в дитячому віці, з обтяженим перинатальним анамнезом, розладами нервово-психічного розвитку, підвищеним рівнем стигматизації. Воно повинно включати клініко-генеалогічний аналіз (з урахуванням показника спадковості), антропометричне дослідження з аналізом фенотипу 2 рази на рік, молекулярно-генетичний аналіз, додаткове лабораторне та інструментальне дослідження (оксипролін сечі, глюкозаміноглікани крові та сечі, коагулограма 1 раз на рік, аналіз біосинтезу колагенів різних типів, електрокардіографія 1 раз в 3 міс., електроенцефалографія, реоенцефалографія, реовазографія 2 рази на рік, рентгендослідження, ультразвукове дослідження внутрішніх органів 2 рази на рік), консультацію кардіолога, стоматолога, хірурга, ортопеда, психолога.

Таблиця
ОБСЯГИ ЗАХОДІВ ДИСПАНСЕРНОГО НАГЛЯДУ ЗА ХЛОПЧИКАМИ,
ЩО НАРОДИЛИСЯ В СІМ'ЯХ ОПРОМІНЕНИХ БАТЬКІВ

Фахівці	Кількість оглядів на рік				
	Вікові групи	3-6 років	7-9 років	10-13 років	14-18 років

Педіатр	два	два	два	один
Отоларинголог	один	один	один	один
Невролог	два	один	один	два
Психіатр	один	один	два	два
Ендокринолог	один	один	два	два
Офтальмолог	один	один	один	один
Гастроентеролог	один	один	два	два
Ортопед	один	один	один	один
Генетик	один (при первинному огляді)			
Кратність інструментальних досліджень на рік				
Ехосонографія	один	один	один	один
ЕКГ	один	один	один	один
Ультразвукове дослідження серця	один	один	один	за показаннями
Ультразвукове дослідження щитовидної залози	один	один	один	один

Таблиця

ОБСЯГИ ЗАХОДІВ ДИСПАНСЕРНОГО НАГЛЯДУ ЗА ДІВЧАТАМИ, ЩО НАРОДИЛИСЯ В СІМ'ЯХ ОПРОМІНЕНИХ БАТЬКІВ

Вікові групи	Кількість оглядів на рік			
	3-6 років	7-9 років	10-13 років	14-18 років
Педіатр	два	два	два	один
Отоларинголог	один	один	один	один
Невролог	два	один	один	один
Психіатр	один	один	два	два
Ендокринолог	один	один	один	два
Гінеколог	один	один	один	один
Офтальмолог	один	один	один	один
Гастроентеролог	один	один	два	два
Ортопед	один	один	один	один

Генетик	один (при первинному огляді)			
Кратність інструментальних досліджень на рік				
Ехосонографія	один	один	один	один
ЕКГ	один	один	один	один
Ультразвукове дослідження серця	один	один	один	за показаннями
Ультразвукове дослідження щитовидної залози	один	один	один	один

Додатки

Регламент щодо проведення йодної профілактики у разі виникнення радіаційної аварії

І. Загальна частина

1. Цей Регламент щодо проведення йодної профілактики у разі виникнення радіаційних аварій (далі - Регламент) регламентує особливості проведення йодної профілактики населення при виникненні надзвичайних ситуацій на атомних електростанціях (далі - АЕС) та інших ядерних установках із викидом радіоактивних речовин, а також містить короткі відомості про біологічні ефекти дії радіоактивних ізотопів йоду (далі - РІЙ), особливості захисту щитоподібної залози від поглинання РІЙ та дозування препаратів калій йодиду (далі - КІ) при проведенні йодної профілактики.

Цей Регламент розроблений з метою захисту життя та здоров'я людини, як втручання, яке зменшує шкоду від радіаційних аварій, шляхом зниження негативного впливу іонізуючого опромінення на організм людини.

Цей Регламент обмежується плануванням і проведенням йодної профілактики (йодним блокуванням щитоподібної залози) (далі - ЙП) до і під час радіаційної аварії та не зачіпає основи радіаційного захисту, встановлені для планування і здійснення ЙП.

2. Регламент поширюється на інтервал часу від моменту офіційного оповіщення експлуатуючої організації ядерних установок або органів управління Єдиної державної системи цивільного захисту про загрозу або виникнення радіаційної аварії із викидом РІЙ.

ІІ. Біологічні ефекти дії РІЙ

1. При радіаційній аварії на ядерних установках може відбуватись викид радіоактивних речовин у навколишнє природне середовище та, у тому числі, значних кількостей РІЙ (131-135I).

При виділенні, в результаті аварії на ядерній установці, РІЙ та потраплянні в організм людини, щитоподібна залоза поглинає його і зазнає опромінення. Якщо препарат КІ вводиться в організм до початку або під час надходження радіоактивного йоду - відбувається блокування надходження РІЙ, що зменшує або відвертає радіаційне опромінення щитоподібної залози та знижує ризик негативних наслідків для здоров'я людини. Препарати КІ не захищають організм від біологічної дії інших радіонуклідів, що можуть міститись у складі радіаційного викиду.

2. Рівні накопичення РІЙ в щитоподібній залозі залежать від віку людини та функціонального стану щитоподібної залози. При нормальній функції щитоподібної залози дорослої людини в ній накопичується близько 30 % від загальної кількості РІЙ, що надійшли до організму людини. У дітей, у зв'язку з більш високою функціональною

активністю та меншими розмірами щитоподібній залозі, ніж у дорослої людини, накопичення РІЙ в щитоподібній залозі відбувається в більших кількостях, швидше, що сприяє формуванню вищої поглиненої дози опромінення. Так, у дітей віком до одного року максимальні поглинені дози на одиницю активності ^{131}I формуються приблизно в 10 разів вище, ніж у дорослої людини. Зі збільшенням віку дитини рівні накопичення радіоактивного йоду в щитоподібній залозі знижуються й до 14 років відповідають рівням накопичення його в дорослої людини.

У вагітних жінок, у зв'язку з підвищеною функцією щитоподібної залози, рівні накопичення й формування поглинених доз у ній приблизно в 1,5 рази більше, ніж у інших дорослих осіб. У жінок, які годують груддю, у грудне молоко протягом доби потрапляє до 30 % РІЙ від загальної кількості, що надійшла в організм.

При порушеній функції щитоподібної залози рівні накопичення РІЙ значно змінюються: при гіперфункції накопичення збільшується до 50 %, при гіпофункції знижується до 15-25 %. В умовах йодного дефіциту рівні накопичення РІЙ в щитоподібній залозі зростають.

3. Ступінь ураження щитоподібної залози залежить від поглиненої дози, віку людини й функціонального стану щитоподібної залози. Значні дози опромінення можуть викликати гостре ураження щитоподібної залози (особливо у дітей), які можуть проявитися порушенням функції та структури щитоподібної залози (гострий гіпотиреоз, гострий тиреоїдит, гострий тиреотоксикоз). Рівні безумовно виправданого термінового втручання при гострому опроміненні щитоподібної залози визначаються відповідно до постанови Головного державного санітарного лікаря України від 01 грудня 1997 року № 62 «Про введення в дію Державних гігієнічних нормативів «Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)» (далі - НРБУ-97).

При менших дозах опромінення у щитоподібній залозі можливий розвиток доброякісних і злоякісних новоутворень (вузли, рак). Збільшення частоти раку щитоподібної залози у осіб, що під час аварії на Чорнобильській атомній електростанції (далі - ЧАЕС) були дітьми, за даним наукових публікацій, спостерігалось при поглинених дозах понад 0,1 Гр (100 мГр). Збільшення випадків раку щитоподібній залозі у осіб, що під час аварії на ЧАЕС були дорослими, статистичними даними не підтверджується.

III. Йодна профілактика, як засіб захисту щитоподібної залози від накопичення РІЙ

1. Йодна профілактика (йодне блокування щитоподібної залози) - невідкладний захисний захід запобігання або зменшення поглинання РІЙ щитоподібною залозою, за допомогою препаратів стабільного йоду, що спрямований, насамперед, на захист щитоподібної залози від накопичення РІЙ (^{131}I - ^{135}I), що надходять на початковому етапі

радіаційної аварії інгаляційним шляхом. ЙП належить до термінових (невідкладних) заходів, спрямованих на запобігання негативного впливу ранньої фази радіаційної аварії.

Ризик радіаційного ураження щитоподібної залози може бути знижений або навіть відвернутий при своєчасному призначенні ЙП як такої або в комплексі з іншими заходами радіаційного захисту: обмеження перебування на відкритому повітрі, укриття, евакуація, радіаційний контроль харчових продуктів, у тому числі води питної, тощо.

ЙП полягає у введенні в організм людини препаратів стабільного йоду в разі радіаційної аварії та за умови впливу на людину радіоактивних ізотопів йоду (РІЙ). ЙП застосовується до моменту впливу РІЙ або протягом перших 6 годин після поглинання РІЙ щитоподібною залозою.

2. Під час радіаційних аварій на ядерних установках, РІЙ може виділятися шлейфом або «хмарою» і згодом забруднювати ґрунт, поверхні, їжу та воду, а також осідати на шкірі та одязі людини, що призводить до зовнішнього опромінення.

РІЙ, що осідає під час зовнішнього опромінення, може бути видалений миючими засобами. Інший тип впливу з більшим ризиком для здоров'я людини виникає при внутрішньому опроміненні, коли РІЙ потрапляє в організм людини інгаляційним чи оральним (споживання забруднених харчових продуктів, води питної) шляхом і накопичується в щитоподібній залозі.

Щитоподібна залоза має особливий ризик опромінення РІЙ, оскільки використовує йод для вироблення гормонів, які регулюють обмін речовин в організмі.

3. Ефективність ЙП значно знижується, якщо прийом КІ затримано навіть на декілька годин після початку надходження РІЙ в організм. Різниця в 2,5-4,0 рази між рівнями невідкладного втручання для цього заходу стосовно дитячої та дорослої частин населення пов'язана з тим, що, по-перше, дози на одиницю надходження у дітей в декілька разів вищі, ніж у дорослих, а, по-друге, ризик радіаційно обумовлених раків щитоподібної залози у дітей на одиницю дози приблизно у два рази вищий, ніж у дорослих.

4. Метод фармакологічного захисту полягає в гальмуванні або тимчасовому припиненні функції утворення гормонів щитоподібної залози (тиреоїдних гормонів), що визначають активність перебігу метаболічних процесів в організмі людини. У хімічну структуру цих гормонів входить йод. Після прийому препарату стабільного йоду здійснюється блокада щитоподібної залози, що перешкоджає накопиченню в ній РІЙ та подальшій участі їх в синтезі тиреоїдних гормонів.

5. Для захисту щитоподібної залози від накопичення РІЙ застосовуються препарати стабільного йоду - КІ.

Оптимальний ефект ЙП досягається при завчасному (превентивному) прийомі препарату за 6 і менше годин до надходження РІЙ. Прийом препарату одночасно з надходженням «хмари» залишається ефективним та через 6 годин після інгаляційного надходження приводить до 2-х кратного зниження дози, а через 24 години - практичній відсутності захисного ефекту.

5. В цілому застосування КІ (разом з контролем харчових продуктів і води питної) є відповідною стратегією зниження радіаційного ризику несприятливих наслідків для здоров'я людей, які зазнали впливу від викиду РІЙ внаслідок радіаційної аварії.

IV. Планування йодної профілактики

1. Планування ЙП необхідно здійснювати в рамках загальної системи захисних заходів відповідно до [Закону України](#) «Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання» та [Кодексу цивільного захисту України](#) й закріплювати в планах заходів щодо радіаційного захисту населення у разі загрози та виникнення радіаційної аварії відповідно до наказу Міністерства охорони здоров'я України від 02 лютого 2005 року [№ 54](#) «Про затвердження державних санітарних правил «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України», зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 20 травня 2005 року за № 552/10832 та відповідно до наказу Державної інспекції ядерного регулювання України від 08 листопада 2011 року [№ 154](#) «Про затвердження Порядку здійснення невідкладних заходів йодної профілактики серед населення України у разі виникнення радіаційної аварії», зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 25 листопада 2011 року за № 1353/20091.

2. Планування проведення ЙП здійснюється відповідно до [НРБУ-97](#), цього Регламенту та в рамках заходів цивільного захисту у разі радіаційної аварії, що здійснюються в режимі функціонування Єдиної державної системи цивільного захисту.

Для планування ЙП згідно з НРБУ-97, встановлені такі нижні межі виправданості проведення ЙП для дітей - 50 мГр, для дорослих - 200 мГр. Рівні безумовної виправданості ЙП встановлено для дітей - 200 мГр, для дорослих - 500 мГр. Показники меж та рівнів зазначені з урахуванням очікуваної дози при внутрішньому опроміненні РІЙ, що надходять до організму протягом перших двох тижнів після початку аварії.

3. Основною метою планування та ефективного проведення ЙП є забезпечення доступності (у найкоротший термін) препаратів КІ для всіх груп населення і, особливо, дитячого населення.

При плануванні створення запасів і резервів препаратів КІ необхідно віддавати перевагу таблетованим формам, диференційованим для дорослого населення й дітей. Повинне бути здійснене кількісне обґрунтування необхідних запасів КІ, щонайменше для

одноразового застосування, з урахуванням термінів придатності, умов зберігання та з урахуванням постійного оновлення.

4. У випадку радіаційної аварії, у першу чергу, потреба в проведенні ЙП виникає відносно населення, яке проживає у містах-супутниках АЕС, а також населених пунктах, що розташовані в зонах спостереження ядерних установок.

5. Населення, у відношенні якого передбачається проведення захисних заходів, повинне бути негайно проінформовано. При цьому характер інформації повинен бути завчасно відпрацьований в рамках тренувальних і навчальних протиаварійних тренувань різного рівня із залученням відповідних фахівців - медичних працівників та психологів, таким чином, щоб одночасно з необхідними конкретними інструкціями з профілактичного застосування препаратів стабільного йоду уникнути стресу, соціальної паніки та надмірного й неконтрольованого вживання альтернативних препаратів йоду.

6. Рекомендовано проводити періодичні навчальні тренування та просвітницькі заходи.

V. Йодна профілактика

1. Однократне дозування для дорослої людини КІ становить 125 мг (100 мг йоду). У разі виникнення радіаційної аварії на об'єктах, призначених для поводження з радіоактивними та ядерними матеріалами, та загрози забруднення довкілля РІЙ персонал повинен прийняти негайно 125 мг КІ.

2. Населення, яке проживає на території де є загроза забруднення РІЙ, приймає профілактичну дозу препарату КІ тільки після офіційного оповіщення про загрозу викиду та необхідність проведення ЙП.

Оповіщення здійснюється відповідно до вимог [пункту 10](#) Порядку здійснення невідкладних заходів йодної профілактики серед населення України у разі виникнення радіаційної аварії, затвердженого наказом Державної інспекції ядерного регулювання України від 08 листопада 2011 року № 154, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 25 листопада 2011 року за № 1353/20091.

3. Регламентом встановлено наступні вікові групи та дозування препарату стабільного йоду (калій йодид): діти до 1 місяця (немовлята й діти, які перебувають на грудному вигодовуванні) - 16 мг, діти від 1 місяця до 3 років - 32 мг, діти від 3 до 12 років - 62,5 мг, підлітки від 13 до 18 років, дорослі до 40 років, матері, які годують груддю - 125 мг (таблиця 1).

Таблиця 1

Дозування одноразового прийому КІ* дорослим і дітям для захисту щитоподібної залози від накопичення РІЙ

Група населення, вік	Дозування* в міліграмах КІ
Немовлята (від народження до 1 місяця)	~16
Діти від 1 місяця до 3 років	~32
Діти 3-12 років	62,5
Діти старше 12 років та дорослі до 40 років	125
Вагітні	125

Примітки: * КІ приймається після їжі. Для отримання необхідних дозувань калію йодиду лікарські засоби, що на сьогодні зареєстровані в Україні мають бути застосовані відповідно інструкції виробника.

4. Достатньо одноразового прийому препаратів КІ. Однак, за умови довготривалого чи повторного негативного впливу, неunikненого споживання забруднених харчових продуктів і води питної, можливий повторний прийом препаратів стабільного йоду здійснюється лише після офіційних оповіщень відповідно до пункту 3 цього розділу.

Оптимальний ефект ЙП можливий за умови завчасного (превентивного) прийому препарату за 6 і менше годин до надходження РІЙ.

Допустимий період для прийому стабільного йоду становить 24 години до і протягом шести годин після очікуваного початку впливу РІЙ. Також обґрунтовано приймати КІ для блокування щитоподібної залози протягом восьми годин після початку впливу РІЙ. Початок ЙП пізніше ніж через 14 годин після впливу РІЙ може завдавати більше шкоди, ніж очікувана користь, бо сприятиме продовженню біологічного періоду піврозпаду РІЙ, який вже накопичився в щитоподібній залозі.

Одноразове застосування КІ забезпечує захист щитоподібній залозі приблизно на 24 години. Як правило, евакуація населення (при наявності показань) є більш ефективним заходом щодо радіаційного захисту, ніж повторний прийом препарату КІ. Якщо евакуація, з якихось причин, затримується або неможлива, то багаторазове (повторне) застосування КІ слід проводити не раніше 24 годин після першого прийому препарату й тільки в умовах або при можливості пролонгованого надходження радіоактивності в зовнішнє середовище.

5. Ризик серйозних побічних ефектів у дітей від одноразового прийому КІ у дозуванні зазначеному в таблиці 1, оцінюється величиною 1 випадок на 10 млн. дітей (досвід проведення ЙП в Польщі після аварії на ЧАЕС).

Міжнародний досвід свідчить, що ризик побічних ефектів від застосування більших доз КІ неспівставно менший, ніж ризик раку щитоподібної залози дітей від впливу РІЙ.

6. Протипоказання до прийому препаратів стабільного йоду:
наявність (у том числі і в анамнезі) захворювань щитоподібної залози, зокрема гіпертиреозу різної природи;
фурункульоз;

токсична аденома;
підвищена чутливість до йоду;
герпетиформний дерматит Дюринга;
гіпокомплементемічний васкуліт;
геморагічний діатез;
кропив'янка, туберкульоз легень, нефрит, нефроз, піодермія.

Лікарський засіб необхідно зберігати відповідно до умов та термінів зберігання зазначених в інструкції виробника.

7. Тимчасова блокада функції щитоподібної залози та одноразове введення йодовмісних препаратів практично не позначається на стані здоров'я дітей та дорослих.

Тривала блокада функції щитоподібної залози після багаторазового прийому великих дозувань йодовмісних препаратів збільшує ризик гіпотиреозу (зниження функції щитоподібної залози). Для осіб різного віку ризик гіпотиреозу та його наслідків для стану окремих органів і систем організму або організму в цілому можуть бути різними.

При призначенні великих доз йодовмісних препаратів крім негативних ефектів, пов'язаних з блокадою функції щитоподібної залози, можлива побічна токсична дія йоду.

Генеральний директор
Директорату
громадського здоров'я та
профілактики захворюваності

І. Руденко

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства охорони здоров'я України

від 06 квітня 2022 року № 585

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ДІЙ У ЗОНАХ ЯДЕРНОГО УРАЖЕННЯ

. Загальна частина

1. Ці Методичні рекомендації використовуються у випадку застосування тактичної та/або стратегічної ядерної зброї й призначені для функціональних груп радіаційного спостереження і дозиметричного контролю у санітарно-профілактичних закладах МОЗ, утворених відповідно Положення про функціональну підсистему медичного захисту населення, затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я України від 25 березня 2019 року № 667, зареєстрованим в Міністерстві юстиції України 22 квітня 2019 року за № 423/33394.

2. Цими Методичними рекомендаціями визначено організацію і впровадження

заходів профілактики серед населення, направлених на зменшення наслідків застосування ядерної зброї.

3. У цих Методичних рекомендаціях терміни вживаються у таких значеннях:

дезактивація – заходи спрямовані на видалення радіоактивних речовин з поверхні тіла, якої-небудь поверхні чи з якого-небудь середовища або зниження рівня забруднення фізичними чи хімічними засобами;

контамінація – наявність радіаційного забруднення на поверхні тіла постраждалого та/або його одягу, продуктів харчування, предметів побуту, транспортних засобів;

радіаційна обстановка – вирішення завдань, що визначають вплив радіоактивного зараження місцевості на життєдіяльність населення, боєздатність формувань, функціонування об'єктів, встановлення зон за ступенем зараження;

радіоактивне джерело – це продукти розпаду урану-235 і плутонію-239, які є основою ядерної заряду;

радіоактивне забруднення місцевості – характеристики зони по сліду радіоактивної хмари;

режим радіаційного захисту – порядок дії людей, а також застосування засобів та способів захисту в зонах радіоактивного забруднення з метою максимального зменшення доз опромінення.

Інші терміни вживаються у значеннях, наведених в статті 2 Кодексу цивільного захисту України.

4. Метою цих Методичних рекомендацій є оцінка радіаційної ситуації в зоні ядерного вибуху та його сліду, проведення адекватних захисних заходів, обмеження наслідків застосування ядерної зброї і проведення заходів щодо захисту населення та реабілітації уражених територій.

Заходи захисту щодо первинних вражаючих факторів застосування ядерної зброї, таких як ударна хвиля, світлове випромінювання, електромагнітний імпульс та проникаюча радіація, в даних методичних рекомендаціях не розглядаються.

II. Характеристика зон радіоактивного забруднення

1. При застосуванні ядерної зброї утворюється радіоактивне забруднення місцевості, як один із вражаючих факторів.

2. Радіоактивне забруднення місцевості залежить від виду вибуху. Найбільш небезпечним є наземний. При наземному вибуху ядерного заряду виникає сильна наведена активність, внаслідок впливу потоку нейтронів на хімічні елементи, що є в ґрунті, перетворюючи останні із нейтральних в радіоактивні (натрій, кремній, магній та

ін.).

Наведена активність збільшується за рахунок залучення частинок ґрунту в хмару вибуху, і разом з уламками поділу вони викликають радіоактивне забруднення місцевості за межами району вибуху. Фактори ураження при застосуванні ядерної зброї наведені у додатку 1 до цих Методичних рекомендацій.

Масштаби та ступінь забруднення місцевості залежать від потужності та виду ядерного вибуху, метеорологічних умов та від швидкості та напрямку вітрів межах висоти підйому радіоактивної хмари.

3. Орієнтовні дозові характеристики розподілу зон радіоактивного забруднення та дозові характеристики розподілу поглинених і експозиційних доз опромінення відповідно до зон наведені в додатку 1 та додатку 2 до цих Методичних рекомендацій.

При наземному застосуванні ядерної зброї в місці безпосереднього вибуху сотні тон ґрунту миттєво випаровуються.

Потоки розжареного повітря піднімають за вогненною кулею значну кількість пилу. Наприклад, при вибуху потужністю 1 мільйон тон випаровується і залучається в вогненну кулю близько 20 тисяч тон ґрунту. Утворюється величезна хмара, що складається з великої кількості радіоактивних елементів. Розмір радіоактивних частинок коливається від кількох мікронів до кількох міліметрів.

4. Радіоактивна хмара під впливом повітряних потоків переміщується, і по мірі руху відбувається випадання радіоактивного пилу, що призводить до зараження місцевості. Утворюється так званий радіоактивний слід (далі – слід).

Цей процес триває протягом 10-24 годин після вибуху. Випадання самогорадіоактивного пилу у тій чи іншій точці триває від кількох хвилин до 2 годин.

Більш високий рівень радіоактивного забруднення спостерігається наближніх ділянках сліду і на його осі, а найменша – на зовнішніх межах.

5. Залежно від ступеня забруднення та небезпеки ураження людей, слід ділитися на чотири зони: А – помірною, Б – сильною, В – небезпечною та Г – надзвичайно небезпечною зараження. Окрім того ще можна виділити зону відносної радіаційної небезпеки М.

Зони використовують щоб:

визначити кількість ураженого населення;

захистити і відслідкувати громади і служби з надзвичайних ситуацій; охороняти територію ураження;

запобігти несанкціонованому втручанням або проникненням на територію; полегшити

роботу всіх агентств/служб.

6. Дози випромінювання за час повного розпаду такі: на зовнішній межі зони А – 40 Рентген, на внутрішній – 400 Рентген, на зовнішній межі зони Б – 400 Рентген, на внутрішній – 1200 Рентген; на зовнішній межі зони В - 1200 Рентген, на внутрішній - 4000 Рентген; на зовнішній межі зони - 4000 Рентген, усередині зони - 10 000 Рентген і більше.

Небезпека ураження людей на відкритій місцевості по сліду з часом зменшується. Це відбувається внаслідок розпаду радіоактивних речовин.

7. Спад потужності дози в часі йде приблизно так: кожне семикратне збільшення часу після вибуху призводить до зниження потужності дози в 10 разів, тобто через 7 годин вона зменшиться у 10 разів, через 49 год – у 100, через два тижні – у 1000, тобто найбільш різкий спад потужності дози відбувається в перші години після ядерного вибуху.

8. Пояснюється це тим, що більшість радіоактивних ізотопів, які випали на місцевість, має дуже малий період напіврозпаду - від декількох хвилин до декількох годин. За перші 30 діб перебування в зоні сліду людина може отримати дозу близько 75% від загальної дози за час повного розпаду. Тому дуже важливо спочатку, особливо першу добу після зараження місцевості перебувати в сховищах, протирадіаційних укриттях або в підвалах.

III. Режим радіаційного захисту

1. Режим радіаційного захисту визначає цілий ряд факторів, яких необхідно дотримуватись:

послідовність та тривалість використання захисних споруд (сховищ, протирадіаційних укриттів);

час перебування у житлових та виробничих приміщеннях, на відкритій місцевості;

порядок застосування засобів індивідуального захисту, протирадіаційних препаратів.

2. Режим радіаційного захисту залежить від:

часу випадання радіоактивних речовин; потужності дози на місцевості;

захисних властивостей сховищ, протирадіаційних укриттів, виробничих та житлових будівель.

Режим радіаційного захисту має єдину мету – виключити/обмежити радіаційні ураження та переопромінення людей при знаходженні на радіоактивно забрудненій місцевості.

3. Коефіцієнт ослаблення радіації будинками та спорудами залежить від будівельного матеріалу, конструкції та поверховості:

дерев'яні будинки послаблюють радіацію у 2-3 рази а підвали цихбудинків - у 7-10;

одноповерхові кам'яні - 10, їх підвали - 40-50;

багатоповерхові кам'яні будинки - у 400-500, а їхні підвали (сховища) - у1000 разів.

4. Режими радіаційного захисту розраховуються і враховують - особливості забудови в населених пунктах (дерев'яні будинки, переважання - кам'яних одноповерхових або багатоповерхових), а також коефіцієнти - ослаблення сховищ, протирадіаційних укриттів та підвалів.

5. Приклад розрахунку. Населений пункт, в якому переважають одноповерхові кам'яні (цегляні) будівлі. Як протирадіаційне укриття використовується підвал будинку з коефіцієнтом ослаблення 40-50. Якщо це селище опинилося в зоні А (найбільше за площею) і потужність дози через годину після вибуху дорівнює 80 Рентген на годину, то загальна тривалість дотримання режиму радіаційного захисту становить 4 доби.

Перші 12 годин необхідно перебувати у підвалі, та через 3,5 діб можна перейти у будинок. Виходити на вулицю дозволяється не більше як на 1-2 години протягом кожної доби, обов'язково у засобах захисту органів дихання та при максимальному дотриманні інших запобіжних заходів.

Припустимо, що цей же населений пункт опинився у зоні Б (а зони А та Б за площею займають понад 75% від усієї території зараження по сліду радіоактивної хмари). Той самий будинок і підвал. Тільки потужність дози за годину після вибуху вже становить 240 Рентген на годину. В цьому випадку режим треба дотримуватися вже не 4 доби, а 15 діб. З них 2 доби обов'язково перебувати у підвалі.

Наприкінці першої доби можна на одну годину вийти. Наступні 3 доби поперемінно: 10 годин у протирадіаційне укриття/підвалі, 12 годин – у будинку, 2 – на вулиці. І лише останні 10 діб можна остаточно перейти до будинку, виходячи на вулицю на 1-2 години на добу.

б. У виняткових випадках, коли дуже високі потужності доз випромінювання, а протирадіаційне укриття та підвали мають низький коефіцієнт ослаблення, здійснюється евакуація.

Наведені приклади режимів радіаційного захисту не придатні для використання при радіоактивному забрудненні місцевості у разі аварії на атомній електростанції та

інших ядерних установках.

Крім того, на мирний і воєнний час встановлені різні межі дозових навантажень для населення, оскільки характер радіоактивного забруднення неоднаковий.

Під час війни, за умов потужного радіоактивного забруднення місцевості, захист населення організується єдиною державною системою цивільного захисту за місцем проживання.

IV. Дії населення у зонах радіоактивного забруднення

1. Оповіщення

1. Оповіщення здійснюється відповідно до Порядку здійснення невідкладних заходів йодної профілактики серед населення України у разі виникнення радіаційної аварії, затвердженого наказом Державної інспекції ядерного регулювання України від 08 листопада 2011 року № 154, зареєстрованим в Міністерстві юстиції України 25 листопада 2011 року за № 1353/20091.

2. Як тільки офіційно повідомили (оповістили) про небезпеку радіоактивного забруднення внаслідок застосування ядерної зброї, необхідно негайно надіти протигаз на себе, на дітей, а маленьких (до 1,5 років) при можливості помістити в дитячу захисну камеру (КЗД), можна надіти респіратор, протипилову тканинну маску або ватно-марлеву пов'язку та слідувати у захисну споруду (сховище, протирадіаційне укриття, підвал).

3. Якщо захисна споруда знаходиться надто далеко та відсутні засоби захисту органів дихання, необхідно залишатись вдома. Увімкнути всі можливі засоби масової інформації та слідувати за повідомленнями та розпорядженнями штабу цивільного захисту та/або місцевих органів влади. Тим часом закрити вікна, двері, зашторти їх щільною тканиною або ковдрою. Закрити вентиляційні канали, віддушини, заклеїти щілини у віконних рамах.

4. Забрати продукти в холодильник або інші надійні для захисту місця, максимально ізолюйте їх від зовнішнього впливу (харчова плівка, контейнери, тощо). Створити запас води. Проінформувати сусідів про почуте повідомлення.

5. Головна небезпека на забрудненій місцевості - це потрапляння радіоактивних речовин усередину організму з повітрям, що вдихається, при прийомі їжі і води.

Попадання великої кількості радіоактивних речовин на відкриті ділянки шкіри може спричинити опіки шкіри.

2. Застосування протирадіаційних препаратів

1. З метою зниження тяжкості наслідків іонізуючих випромінювань на організм людини, застосовуються спеціальні хімічні речовини(радіопротектори).

Вони підвищують захисні властивості організму, роблять його стійкішим до іонізуючих випромінювань. У випадках, коли відбулося переопромінення, знижують тяжкість променевої хвороби, полегшують умови для одужання. Радіопротектори послаблюють симптоми, що викликають нудоту та блювання.

2. Радіопротектори поширені під назвами: цистеїн, цистамін, цистофос та інші похідні препарати. Дані препарати у своєму складі мають сульфгідрильні групи, які й мають протирадіаційні властивості.

3. У цивільному захисті застосовується цистамін, який входить до складу військової аптечки індивідуальної. Якщо відкрити аптечку, то в гнізді №4 наявні два пенали рожевого кольору, у кожному з них по 6 таблеток цієї речовини. Приймати їх треба необхідно на початку радіоактивного зараження. Тоді ефективність опромінення буде знижено приблизно в 1,5 рази. Якщо прийняти препарат після опромінення, захисної дії не відбудеться.

4. В разі оповіщення щодо необхідності проведення йодної профілактики вона здійснюється відповідно Регламенту щодо проведення йодної профілактики у разі виникнення радіаційної аварії, затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я України від 09 березня 2021 року № 408, зареєстрованим в Міністерстві юстиції України 16 квітня 2021 року за № 526/36148.

3. Засоби індивідуального захисту

1. Застосування протигазів, респіраторів, протипилових тканинних масок та ватно-марлевих пов'язок значною мірою знизить (виключить) попадання радіоактивних речовин усередину організму через органи дихання.

2. Для дорослих можливо використовувати протигази типу: ГП-9, ГП-7, для дітей дошкільного віку - ПДФ-Д, ПДФ-2Д, школярам - ПДФ-Ш, ПДФ-2Ш, до півтора року - КЗД-4, КЗД-6. З респіраторів найкраще використовувати «Пелюсток», Р-2, Р-2Д, «Кама», можна РПГ-67.

3. Протипилова тканинна маска і ватно-марлева пов'язка володіють дещо меншими захисними властивостями, але все ж таки значною мірою захищають органи дихання людини.

4. З метою уникнення ураження шкірних покривів, необхідно використовувати плащі з капюшонами, накидки, комбінезони, гумове взуття, рукавички.

4. Правила безпеки та особистої гігієни

1. Головне – максимально послабити вплив радіації на людину, а ще краще – не допустити. Для цього треба дотримуватися низки заходів та застережень. Наприклад, намагатися якнайменше перебувати на відкритій місцевості, а якщо вже вийшли, то обов'язково з одягненими засобами індивідуального захисту (респіратор, плащ, чоботи, рукавички).

2. Якщо людина на вулиці, у дворі, не сідати на землю, лавки, не курити, не роздягатись.

При поверненні з вулиці додому обмити або обтерти мокрою ганчіркою взуття. Верхній одяг витрусити та почистити вологою щіткою, віником.

Лице, руки, шию ретельно обмити, рот прополоскати 0,5%-м розчином питної соди.

У всіх приміщеннях, де знаходяться люди, щодня проводити вологе - прибирання, бажано із застосуванням миючих засобів.

3. Їжу приймати лише у закритих приміщеннях. Не зайвим ще раз помити руки з милом та прополоскати рот.

Воду вживати лише з перевірених джерел. Найбезпечніша вона з водопроводу з артезіанських джерел або інших закритих джерел.

До відкритих колодязів (каптажів, тощо) треба підходити з особливою обережністю. Продукти харчування вживати тільки ті, які зберігалися в холодильниках, закритих ящиках, скриньках, підвалах, льохах або були куплені в торговій мережі. Однак у всіх випадках не завадить перевірка на забрудненість за допомогою побутових дозиметрів.

5. Правила приймання їжі

1. Складною проблемою при діях у зонах радіоактивного забруднення є організація харчування. Готувати та приймати їжу треба в закритих приміщеннях на дезактивованій прилеглий території, а ще краще на незараженій місцевості.

2. Тільки у виняткових випадках можна готувати їжу на відкритій місцевості при рівнях (потужності дози) радіації не більше 1 Рентген на годину. При рівнях до 5 Рентген на годину допускається готувати в наметах, але знову за крайніх обставин. Продукти та вода для приготування доставляються тільки в герметичному закупорюванні та посуді.

V. Радіаційна розвідка

1. Радіаційна розвідка проводиться з метою виявлення забруднення навколишнього середовища радіоактивними речовинами, пошуку шляхів та напрямків із мінімальними рівнями радіації.

Радіаційна розвідка території ведеться із застосуванням наземних та повітряних транспортних засобів, а у випадках неможливості їх застосування – пішим порядком.

2. Дані розвідки необхідні для прийняття рішень:

По оцінці можливого рівня опромінення персоналу об'єкта, рятувальників, населення; для ухвалення рішення про евакуацію населення.

3. Завдання радіаційної розвідки:

виявлення забруднення навколишнього середовища; подача сигналів оповіщення;

визначення характеру, ступеня та масштабу радіоактивного забруднення навколишнього середовища, об'єктів, техніки та людей у зоні ураження;

встановлення та позначення меж зон (районів, ділянок) забруднення; визначення напрямків, шляхів та районів з найменшими потужностями доз;

відбір проб води, ґрунту, рослинності, продовольства, тощо; метеорологічне спостереження;

встановлення режимів роботи аварійно-рятувальних формувань.

4. Способи та методи ведення радіаційної розвідки:

об'єктовий спосіб ведення радіаційної розвідки за напрямками методом ведення розвідки за маршрутами;

плоский спосіб - методом безперервного ведення радіаційної розвідки; виявлення обстановки методом ведення розвідки по опорних точках; виявлення радіаційної обстановки методом реперної мережі.

5. Виявлення та оцінка радіаційної обстановки методом прогнозування дає тільки наближені характеристики радіаційних полів, проте даний метод має надзвичайно велике значення.

Прогнозування дозволяє завчасно, до випадання радіоактивних речовин по сліду хмари, вжити заходів із захисту населення, сформувати завдання розвідувальним групам.

6. Виявлення та оцінка радіаційної обстановки полягає у вирішенні формалізованих завдань, що поділяються на дві великі групи:

інженерно-профілактичні – комплекс завдань з обґрунтування ступенів зараження території, застосування засобів захисту;

оперативні – комплекс завдань для оперативного забезпечення життєдіяльності населення та взаємодії сил цивільного захисту, розрахунок доз опромінення та можливих наслідків опромінення, багатофакторна оптимізація режимів дій сил ліквідації надзвичайної ситуації в зоні забруднення.

7. Продовольство і питна вода, яка знаходиться в контейнерах, у тій або іншій

мірі захищені від прямого попадання в них радіоактивних речовин. Продовольство, яке знаходилось на відкритій місцевості без тари, а також вода відкритих водоймищ, не захищені від попадання радіоактивних речовин.

8. Продукти харчування заражаються радіоактивними речовинами залежно від їх консистенції. Тверді (сипучі) продукти заражаються з поверхні, рідкі – в залежності від розчинності радіоактивних речовин в них та співвідношення їх щільності.

Крім цього, м'ясо і молоко заражаються при вживанні тваринами радіоактивних речовин з кормом, а риба, яка виловлена з водоймищ, через воду, заражену продуктами ядерного вибуху, донних відкладень.

Вода відкритих водоймищ заражається при прямому випаданні радіоактивних речовин із радіоактивної хмари та навколишньої місцевості (дощові й талі води).

9. Для радіометричного контролю відбирають проби у місцях найбільшого забруднення, які виявляють за допомогою дозиметричних приладів. Об'єм проб рідких, сипучих продуктів та готової їжі складає 1,5 літра.

Проби рідких продуктів відбирають після перемішування. Проби муки, крупи, цукру, солі та інше, які знаходяться в мішках, відбирають металевим щупом у шарі, який прилягає до тари, завтовшки 1-2 сантиметрів (1 кілограм). Проби макаронних виробів і сухофруктів відбирають з верхнього шару, який прилягає до тари. Проби хліба, свіжих овочів та фруктів беруть поштучно з верхнього ряду чи з поверхневого шару. Проби кладуть у поліетиленові мішки, які мітять етикетками (хліб - одна паляниця, батон; фрукти і овочі - 1 кілограм). Зараження радіоактивними речовинами м'яса, внаслідок радіаційного ураження, здійснюється на всій поверхні туші.

10. Проби води з водоймищ чи джерел водозабезпечення беруть водозабірником із поверхневого і донного шарів разом із скаламученим донним ґрунтом (1,5 літра чи відро 10 літрів).

11. На відібрані проби складають супровідний документ, в якому зазначається вид проби, місце відбирання проби, дата і час забруднення, дата і час взяття проби, прізвище того, хто взяв пробу, кому відправляється проба, підпис.

В. о. Генерального директора
Директорату громадського здоров'я
та профілактики захворюваності

Олексій ДАНИЛЕНКО

Література

1. Бандажевский Ю. И., Дубовая Н. Ф., Бандажевская Г. С. Состояние сердечно-сосудистой системы детей, проживающих на территории, пострадавшей от аварии на Чернобыльской атомной электростанции. *Международный журнал педиатрии, акушерства и гинекологии*. 2015. Т. 8, № 1. С. 9–10.
2. Васько Л. М., Почерняєва В. Ф., Баштан В. П. Засоби захисту організму від дії іонізуючого випромінювання : навч. посіб. Полтава, 2019. 130 с.
3. Галстян И., Надежина Н., Баранов А. Острые лучевые поражения у детей вследствие случайного контакта с источниками ионизирующего излучения. *Врач*. 2012. № 8. С. 10–14.
4. Диспансерний нагляд за населенням, яке постраждало внаслідок аварії на ЧАЕС. *Актуальні питання радіаційної медицини у практиці сімейного лікаря* : посібник / Ю. В. Вороненко, О. Г. Шекера, Д. С. Мечев та ін. Київ : Заславський, 2017. С. 125–135.
5. Експертиза причинного зв'язку розвитку артеріальної гіпертензії з участю в роботах по ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС у віддаленому післяаварійному періоді / В. О. Сушко, О. М. Татаренко, О. О. Колосинська, Д. Д. Гапеєнко. *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології = Problems of Radiation Medicine and Radiobiology* : зб. наук. пр. Держ. установи «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України». 2020. Вип. 25. С. 543–557.
6. Землянська О. В., Порушення процесів життєдіяльності організму при біологічному впливі радіації. URL: <http://op.iee.kpi.ua/1/%D1%80.15-18.pdf>
7. Іщенко В. Після ЧАЕС. Чи можуть малі дози радіації вбивати. *Українська правда*. URL: <https://life.pravda.com.ua/society/2016/04/25/211398/>.
8. Кашина-Ярмак В. Л. Особливості розвитку нащадків батьків, що були опромінені в дитячому віці внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, залежно від терміну перебування батьків на контрольованих територіях. *Современная*

педиатрія. 2011. № 6. С. 45–48.

9. Килимник Т. М., Чабан О. П. Захворюваність дітей першого року життя у Житомирській області у післячорнобильський період. *Неонатологія, хірургія та перинатальна медицина*. 2018. № 8 (2(28)). С. 10–18.

10. Ковальський О. В., Мечев Д. С., Данилевич В. П. Радіологія. Променева терапія. Променева діагностика : підручник для студ. вищ. мед. навч. заклад. IV р. акред. 2 - ге вид. Вінниця : Нова Книга, 2017. 512 с.

11. Кучер О. В., Видиборець С. В. Віддалені генетичні та епігенетичні порушення у опромінених осіб та їхніх нащадків (огляд). *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології = Problems of Radiation Medicine and Radiobiology*. 2021. Вип. 26. С. 36–56.

12. Лісуха Л. М., Колпаков І. Є. Стан когнітивних функцій у дітей з патологією органів травлення, які проживають на радіоактивно забруднених територіях України. *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології = Problems of Radiation Medicine and Radiobiology* : зб. наук. пр. Держ. установи «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України». 2019. Вип. 24. С. 395–410.

13. Мішаріна Ж. А. Соматичні та генетичні ефекти в дітей у віддалені строки після внутрішньоутробного опромінення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС : автореф. дис.... канд. мед. наук : 03.00.15. Київ, 2006. 19 с.

14. Молекулярно генетичні аспекти бронхіальної гіперреактивності у дітей мешканців радіоактивно забруднених територій / Є. І. Степанова, І. Є. Колпаков, В. Ю. Вдовенко. *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології = Problems of Radiation Medicine and Radiobiology*. 2020. Вип. 25. С. 531–542.

15. Молекулярно-генетичні механізми в реалізації віддалених наслідків іонізуючого випромінювання / А. А. Чумак, Д. А. Базика, І. В. Абраменко та ін. *Журн. АМН України*. 2006. Т. 12, № 1. С. 161–167.

16. Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії : державний гігієнічний норматив затв. МОЗ України

18.11.1999. № 272. 11 с.

17. Отдаленные последствия внешнего γ -облучения по результатам наблюдения за персоналом первого в стране предприятия атомной промышленности / Н. Д. Окладникова, М. В. Сумина, В. С. Пестерникова и др. *Клиническая медицина*. 2007. Т. 85, № 10. С. 21–26.

18. Оцінка впливу наслідків аварії на ЧАЕС на захворюваність та поширеність хвороб сечостатевої системи у дітей України / О. П. Волосовець, Д. Д. Иванов, С. П. Кривопустов та ін. *Нирки*. 2020. Т. 9, № 3. С. 144–151. DOI: 10.22141/2307-1257.9.3.2020.211460

19. Оцінка якісних змін в елементах периферичної крові у дітей – мешканців радіоактивно забруднених територій у віддалений період після аварії на ЧАЕС / В. Г. Бебешко, К. М. Брусова, Л. О. Ляшенко та ін. *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології = Problems of Radiation Medicine and Radiobiology* : зб. наук. пр. Держ. установи «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України». 2021. Вип. 26. С. 297–308.

20. Патология полового развития девочек и девушек / под ред. Ю. А. Крупко-Большовой, А. И. Корниловой. Київ : Здоров'я, 1990. 232 с.

21. Перебіг вагітності, пологів, стану плода та новонародженого у жінок, евакуйованих з зони аварії на Чорнобильській АЕС / Ю. В. Давидова, В. О. Бітаєва, Н. Ю. Бондаренко та ін. *Педіатрія, акушерство та гінекологія*. 2008. № 1. С. 74–76.

22. Порівняльний аналіз стану про-та антиоксидантної систем у дітей за дії стресових чинників радіаційного та психогенного походження / Є. І. Степанова, І. Є. Колпаков, В. А. Позниш та ін. *Довкілля та здоров'я*. 2019. № 4 (93). С. 38–43.

23. Почерняєва В. Ф., Васько Л. М., Жукова Т. О. Prevention of free radical-induced pathology in the staff dealing with sources of ionizing radiation. *Вісник проблем біології та медицини*. 2019. № 3 (152). С. 63–66.

24. Почерняєва В. Ф., Васько Л. М., Жукова Т. О. Вплив іонізуючого опромінення на розвиток вільнорадикальної патології. *Сучасні аспекти вільнорадикальної патології в експериментальній та клінічній медицині* : матеріали наук.-практ. конф. з міжнародною участю, присвяченої 70-річчю з дня народження професора В. М. Бобирьова, м. Полтава, 7-8 трав. 2020 р. Полтава, 2020. С. 68-69.
25. Почерняєва В. Ф., Васько Л. М., Жукова Т. О., Корнєєв О. В. Розробка і втілення у виробництво продуктів харчування, які захищають організм від дії несприятливих екологічних чинників. *Біологічні, медичні та науково-педагогічні аспекти здоров'я людини* : Міжнародна наук.-практ. конф., м. Полтава, 4-5 жовт. 2018 р. Полтава, 2018. С. 187–188.
26. Про проведення диспансеризації населення, що зазнало впливу радіаційного фактора внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС : наказ МОЗ України № 21 від 7.02.94 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0021282-94#Text>
27. Про удосконалення амбулаторно-поліклінічної допомоги дітям в Україні : наказ МОЗ України № 434 від 29.11.2002 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0434282-02#Text>
28. Протоколи надання медичної допомоги дітям за спеціальністю „Дитяча ендокринологія”. Київ, 2006. 94 с.
29. Радіаційна медицина : підручник / В. Ф. Почерняєва, Л. М. Васько, Т. О. Жукова та ін. Львів : Магнолія 20006, 2021. 176 с.
30. Радіація і її біологічна дія. *Охорона праці і пожежна безпека*. URL: <https://oppb.com.ua/articles/radiaciya-i-yiyi-biologichna-diya>.
31. Радіологія (променева діагностика та променева терапія) : підручник для студ. стомат. факульт. вищ. навч. заклад. освіти IV р. акред. / за заг. ред. М. М. Ткаченка. Київ : Книга-плюс, 2016. 424 с.
32. Стан гігієни порожнини рота у дітей з порушеннями формування зубів, постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС / С. Ф. Любарець, О. В. Камінський, Т. Ф. Любарець та ін. *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології* =

Problems of Radiation Medicine and Radiobiology : зб. наук. пр. Держ. установи «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України». 2020. Вип. 25. С. 478–489.

33. Степанова Е. И., Литвинец О. М. Ультраструктура лимфоцитов периферической крови у детей при длительном поступлении в организм радиоактивного цезия. *Лікарська справа. Врачебное дело*. 2013. № 5. С. 3–8.

34. Толкач С. І. Фізичний розвиток, стан кісткової системи та шляхи корекції їх порушень у першого покоління дітей, які народилися у жінок, опромінених у дитячому і підлітковому віці внаслідок аварії на ЧАЕС : автореф. дис.... канд. мед. наук : 14.01.10. Київ, 2005. 20 с.

35. Харчування постраждалих контингентів / І. Т. Матасар, Л. М. Петрищенко, Т. В. Матасар. *Медичні наслідки Чорнобильської катастрофи : 1986-2011* : монографія / А. М. Сердюк, В. Г. Бебешко, Д. А. Базика та ін. Тернопіль : Укрмедкнига, 2011. С. 716–725.

36. Хвороби щитоподібної залози після хіміо- та променевої терапії у дітей, які перенесли гостру лімфобластну лейкемію, у віддаленому періоді спостереження / В. Г. Бебешко, К. М. Бруслова, Л. О. Ляшенко та ін. *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології = Problems of Radiation Medicine and Radiobiology* : зб. наук. пр. Держ. установи «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України». 2021. Вип. 26. С. 309–318.

37. Чернобыль и здоровье будущих поколений / В. И. Кулаков, Т. Н. Сокур, И. С. Цыбульская, И. С. Долженко и др. *Чернобыль: долг и мужество* : сб. тр. в 2 т. Москва, 2006. Т. 1. С. 75–90.

38. Association between exposure to radioactive iodine after the chernobyl accident and thyroid volume in belarus 10-15 years later / E. Chirikova, R. J. McConnell, P. O’Kane et al. *Environmental Health: A Global Access Science Source*. 2022. Vol. 21(1). doi:10.1186/s12940-021-00820-0.

39. Chen J., Xie L. Domestic radon exposure and childhood leukaemia and lymphoma: A population-based study in Canada. *Radiation Protection Dosimetry*. 2019. Vol. 184(3-4). P. 486–492. doi:10.1093/rpd/ncz068.
40. Childhood leukemia near nuclear sites in Belgium: An ecological study at small geographical level / C. Demoury, C. Faes, H. De Schutter et al. *Cancer Epidemiology*. 2021. Vol. 72 doi:10.1016/j.canep.2021.101910.
41. Clinicopathological implications of the BRAFV600E mutation in papillary thyroid carcinoma of Ukrainian patients exposed to the Chernobyl radiation in childhood: A study for 30 years after the accident / L. Zurnadzy, T. Bogdanova, T. I. Rogounovitch et al. *Frontiers in Medicine*. 2022. Vol. 9. doi:10.3389/fmed.2022.882727.
42. Computational dose evaluation on children exposed to natural radioactivity from granitic rocks used as architectural materials / W. S. Santos, L. Pereira Neves, W. Belinato et al. *Journal of Radiological Protection*. 2022. Vol. 42(1) doi:10.1088/1361-6498/ac36bc.
43. Cytological examination of the thyroid in children and adolescents after the Fukushima nuclear power plant accident: The Fukushima health management survey / A. Sakamoto, T. Matsuzuka, Y. Yamaya et al. *Endocrine Journal*. 2020. Vol. 67(12). P. 1233–1238. doi:10.1507/endocrj.EJ20-0235.
44. Kojo K., Kurttio P. Indoor radon measurements in Finnish daycare centers and schools-enforcement of the radiation act. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. Vol. 17(8). doi:10.3390/ijerph17082877.
45. Müllerová M., Holý K., Smetanová I., Kureková P. Variation of radon activity concentration in selected kindergartens in Slovakia. *Radiation Protection Dosimetry*. 2019. Vol. 186(2-3). P. 401–405. doi:10.1093/rpd/ncz240.
46. Radiation medicine : textbook for students of higher educational institutions of the Ministry of Health of Ukraine / V. Pocherniayeva, L. Vasko, T. Zhukova et al. Lviv : Magnolia 2006, 2021. 167 p.

47. Radon survey in the kindergartens of three visegrad countries (hungary, poland and slovakia) / M. Müllerová, J. Mazur, A. Csordás et al. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 2019. Vol. 319(3). P. 1045–1050. doi:10.1007/s10967-018-6374-3.
48. Reassessment of internal thyroid doses to 1,080 children examined in a screening survey after the 2011 fukushima nuclear disaster / E. Kim, K. Yajima, S. Hashimoto et al. *Health Physics*. 2020. Vol. 118(1). P. 36–52. doi:10.1097/HP.0000000000001125.
49. Scherb H., Hayashi K. Spatiotemporal association of low birth weight with cs-137 deposition at the prefecture level in japan after the fukushima nuclear power plant accidents: An analytical-ecologic epidemiological study. *Environmental Health: A Global Access Science Source*. 2020. Vol. 19(1). doi:10.1186/s12940-020-00630-w.
50. Suzuki G. Communicating with residents about 10 years of scientific progress in understanding thyroid cancer risk in children after the fukushima dai-ichi nuclear power station accident. *Journal of Radiation Research*, 2021. Vol. 62(1). P. 17–114. doi:10.1093/jrr/rraa097.
51. Thyroid cancer after exposure to radioiodine in childhood and adolescence: 131i-related risk and the role of selected host and environmental factors / L. Zupunski, E. Ostroumova, V. Drozdovitch et al. *Cancers*. 2019. Vol. 11(10). doi:10.3390/cancers11101481.
52. Thyroid cancer and benign nodules after exposure in utero to fallout from Chernobyl / M. Hatch, A. V. Brenner, E. K. Cahoon et al. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 2019. Vol. 104(1). P. 41–48. doi:10.1210/jc.2018-00847.
53. Uncertainties in radiation doses for a case-control study of thyroid cancer among persons exposed in childhood to 131i from chernobyl fallout / V. Drozdovitch, A. Kesminiene, M. Moissonnier et al. *Health Physics*. 2020. Vol. 119(2). P. 222–235. doi:10.1097/HP.0000000000001206.