

## ОБ'ЄДНАНА СИСТЕМА ЛІКУВАННЯ ТРАВМ НАСТАНОВИ З КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ



### Хімічні, біологічні, радіологічні та ядерні (ХБРЯ) ураження. Частина 3: Лікування постраждалих від радіаційних та ядерних уражень

Ці настанови слід використовувати разом з настановами з Допомоги пораненим в умовах бойових дій (ТССС) у рамках організованого підходу до надання допомоги постраждалим від хімічної, біологічної, радіологічної та ядерної (ХБРЯ) зброї в умовах розгортання бойових дій.

#### АВТОРИ

COL (Ret.) Melissa Givens, USA  
COL George Barbee, MC, USA  
LCDR Sarah Brown, USN USMCII MEF  
Col (Ret.) Mark Byers  
Dr. David Burmeister  
COL Andrew Cap, MC, USA  
Mr. Cullen Case Jr  
Dr. Mark Ervin  
Mr. Gerald Faló  
LTC Melissa Galazin, USA  
Mr. Erik Glassman  
MAJ Jonathan Haller, MC, USA  
SFC David Hodge  
LTC John Houk, MC, USA  
Dr. Ann Jakubowski  
LTC Darrell Jones, MC, USA  
MSG Robert Marshalek

COL Mohammad Naeem, USA  
MAJ Rodney Saunders, USA  
LTC Lien Senchak, USA  
COL (Ret.) William Skinner, USA  
Dr. Andrea Stahl  
LT Aure Stewart  
CPO Lucien Vienot, USN  
Mr. Charles Woodruff  
Mr. Delaney Watkins  
MAJ Nicholas Studer, MC, USA  
COL Brian Sonka, MC, USA  
CDR Shane Jensen, MC, USN  
CDR Darshan S. Thota, MC, USN  
CAPT Matthew D. Tadlock, MC, USN  
Lt Col Remealle How, USAF, MC  
LCDR J. Michael Van Gent, MC, USN  
COL Jennifer Gurney, MC, USA

Дата першої публікації: 20 серпня 2024 р.

## ЗМІСТ

<b>КЛІНІЧНИЙ СЦЕНАРІЙ</b> .....	4
<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>ПРИКЛАД ІСТОРИЧНОГО ВИПАДКУ: КОНТЕКСТ</b> .....	5
<b>ОСНОВИ РАДІОЛОГІЇ</b> .....	6
<b>РАДІОЛОГІЧНІ ОДИНИЦІ ВИМІРЮВАННЯ</b> .....	8
<b>КЛІНІЧНИЙ ІНДЕКС ПІДОЗРИ</b> .....	9
<b>ОСОБЛИВОСТІ ДЕКОНТАМІНАЦІЇ</b> .....	10
<b>СОРТУВАННЯ</b> .....	12
<b>ТССС У ВИПАДКАХ РАДІОЛОГІЧНИХ/ЯДЕРНИХ УРАЖЕНЬ (MARCHE)<sup>2</sup></b> .....	12

ДОПОМОГА ПІД ВОГНЕМ/НАДЗВИЧАЙНО ГАРЯЧА ЗОНА .....	13
ДОПОМОГА В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ / ТЕПЛА ЗОНА .....	15
Початкова оцінка .....	15
ДОПОМОГА НА ЕТАПІ ТАКТИЧНОЇ ЕВАКУАЦІЇ .....	17
ТРИВАЛА ДОПОМОГА В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ/ДОПОМОГА НА ЕТАПАХ 1-3/ХОЛОДНА ЗОНА .....	17
ГОСТРИЙ РАДІАЦІЙНИЙ СИНДРОМ .....	18
КОМБІНОВАНЕ УРАЖЕННЯ .....	22
ПЕРВИННА МЕДИЧНА ДОПОМОГА .....	23
ВАГІТНІСТЬ .....	23
РАННЄ ХІРУРГІЧНЕ ВТРУЧАННЯ .....	24
ВНУТРІШНЯ КОНТАМІНАЦІЯ .....	24
ЗАХИСТ ВІД РАДІОАКТИВНОГО ЙОДУ .....	25
ПРОМЕНЕВЕ УРАЖЕННЯ ШКІРИ .....	26
МОНІТОРИНГ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ (ПЕ) .....	28
ЛІТЕРАТУРА .....	30
ДОДАТОК А: ЗАСОБИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ .....	32
ДОДАТОК В: СТАНДАРТИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВІЯВЛЕННЯ РАДІАЦІЇ .....	37
ДОДАТОК С: БІОДОЗИМЕТРІЯ .....	39
ДОДАТОК D: АЛГОРИТМИ НАДАННЯ ДОПОМОГИ ПОСТРАЖДАЛОМУ ВІД РАДІАЦІЙНОГО УРАЖЕННЯ .....	41
ДОДАТОК Е: ФОРМА ДЛЯ ДОПОМІЖНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ХБРЯ-УРАЖЕННІ .....	42
ДОДАТОК F: ТЕЛЕМЕДИЧНА КОНСУЛЬТАЦІЯ .....	43
ДОДАТОК G: ІНФОРМАЦІЯ ЩОДО НЕ ПЕРЕДБАЧЕНОГО ІНСТРУКЦІЄЮ ЗАСТОСУВАННЯ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ У НАСТАНОВАХ З КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ .....	44

## ТАБЛИЦІ/МАЛЮНКИ

Таблиця 1. Властивості та клінічні ефекти іонізуючого випромінювання <sup>8</sup> .....	7
Таблиця 2. Радіологічні та ядерні пристрої .....	8
Таблиця 3. Одиниці виміру радіації .....	9
Малюнок 1. Принципи деконтамінації при радіаційному та ядерному ураженні .....	11
Таблиця 4. Вплив дози радіаційного ураження на механічну травму та опіки.....	12
Таблиця 5. Радіологічна загроза в зонах надання допомоги.....	13
Таблиця 6. Місце отримання ураження (Надзвичайно гаряча зона / Допомога в Гарячій зоні - (MAR) <sup>2</sup> 14	
Таблиця 7. Оцінювання в пункті збору «брудних» (контамінованих) поранених (Тепла зона)– (M A R C H E) <sup>2</sup> .....	16
Малюнок 2. Час до виникнення блювання.....	18
Таблиця 8. Гострі радіаційні синдроми.....	19
Малюнок 3. Дія радіації на систему крові .....	20
Малюнок 4. Оцінка дози з використанням динаміки рівня лімфоцитів крові .....	20
Малюнок 5. Ядерна детонація в умовах бойових дій .....	21
Таблиця 9. Терапія гострого радіаційного синдрому .....	22
Таблиця 10. Комбіновані ефекти опромінення всього тіла та опіків на різних моделях тварин .....	23
Малюнок 6. Часові рамки виконання хірургічних втручань в межах 36-48 годин .....	24
Таблиця 11. Варіанти лікування при ураженні окремими радіонуклідами <sup>28</sup> .....	25
Малюнок 7. Актуальні протирадіаційні засоби USFDA та препарати у процесі розробки .....	26
Малюнок 8. Часові рамки при променевому ураженні шкіри .....	27
Малюнок 9. Пошкодження шкіри при рентгеноскопії.....	27
Таблиця 12. Лікування променевих уражень шкіри (ПУШ) <sup>37-39</sup> .....	28

## КЛІНІЧНИЙ СЦЕНАРІЙ

Ви виконуєте гуманітарну місію, працюючи в лікарні, побудованій у 1960-х роках. Крадіжки – поширена проблема в цій лікарні. Тиждень тому лікарня пережила велике пограбування. З аптеки, рентгенкабінету, стаціонару і лабораторії було викрадено багато речей.

Сім'я з чотирьох осіб звертається до лікарні. Батько працює одним із охоронців лікарні. Він має повношаровий опік кисті.

Сім'я також скаржиться на:

- Нудоту/блювання протягом 1 тижня
- Діарею з кров'ю
- Запаморочення
- Втому

Лабораторні дані: панцитопенія

## Що це за речовина?

- a. Хлор
- b. Радіаційне ураження
- c. Зарин
- d. Іприт

## ВСТУП

Цей документ є третьою частиною настанов з клінічної практики щодо ХБРЯ-уражень. У ньому містяться рекомендації щодо розпізнавання, деконтамінації, лікування та сортування підозрюваних або підтверджених випадків опромінення та/або контамінації пацієнтів.

Оскільки не існує доказів 1 рівня щодо ведення таких постраждалих, галузеві експерти, які розробили ці настанови, використовували довідкові матеріали, найкращі медичні практики та історичні прецеденти. Дані настанови з клінічної практики можна використовувати в поєднанні з Посібником з медичної допомоги постраждалим від радіаційних уражень ([Medical Management of Radiological Casualties Handbook](#)). Звернутися до Інституту радіобіологічних досліджень збройних сил США (англ., Armed Forces Radiobiology Research Institute, AFRRRI) та отримати консультацію можна в режимі 24/7/365 за номером 301-295-0530; звертатись слід до Консультативної групи з медичної радіобіології (англ., Medical Radiobiology Advisory Team).

**Якщо ви підозрюєте радіаційне опромінення, або ядерне ураження під час війни, або ядерний інцидент, що може вплинути на навколишнє середовище:<sup>1</sup>**

1. негайно повідомте своє командування.
2. Створіть окремі зони для сортування та лікування таких поранених.
3. Запишіть якомога більше клінічних даних у медичну карту:
  - a. Час, коли було отримане ураження
  - b. Тривалість експозиції
  - c. % від загальної площі поверхні тіла, якщо є опік
  - d. ЗІЗ, які були на постраждалому
  - e. Перші симптоми та час, коли вони почалися
4. Зателефонуйте в AFRRRI (301-295-0530) і попросіть допомоги у веденні постраждалих у Консультативної групи з медичної радіобіології або Консультативно-тренувального центру з допомоги при надзвичайних радіологічних ситуаціях (англ., Radiation Emergency Assistance Center/Training Site, REAC/TS), 865-576-1005.
5. Надішліть усі клінічні записи до Об'єднаної системи лікування травм (англ., Joint Trauma System, JTS) з метою оперативного покращення ефективності (ПЕ) надання допомоги та розробки настанов з клінічної практики на основі доказів.

## ПРИКЛАД ІСТОРИЧНОГО ВИПАДКУ: КОНТЕКСТ

**Місце дії: 13 вересня 1987 року, Гояс, Бразилія.**

- Джерело променевої терапії викрадене з покинутої лікарні
- Контаміновано 249 осіб / 4 померли
- 112 тис. обстежено на радіоактивність
- Одна з найгірших ядерних катастроф у світі

**КЛІНІЧНІ ПОБОЮВАННЯ ЩОДО ОПРОМІНЕННЯ**

- Джерело променевої терапії викрадене з покинутої лікарні
- Контаміновано 249 осіб / 4 померли
- 112 тис. обстежено на радіоактивність
- Одна з найгірших ядерних катастроф у світі

- Розташування пацієнта по відношенню до пристрою або епіцентру
- Тривалість часу, впродовж якого пацієнт піддавався опроміненню
- Екранування між пацієнтом і джерелом радіації
- Тип радіації, яку отримав пацієнт

- ✓ Альфа-частинки
- ✓ Бета-частинки
- ✓ Гамма-промені

**ВИДИ ВИПРОМІНЮВАННЯ**

Альфа-частинки/промені - нездатні проникнути в шкіру; ЗІЗ ефективні

- 2 протони і 2 нейтрони - найважчі іонізуючі частинки
- Уран, радій, радон
- Шкідливі при проковтуванні, вдиханні - іонізуюче пошкодження клітин

Бета-частинки -- можуть проникати на невелику глибину, але ЗІЗ ефективні

- Частинки можуть подолати кілька метрів у повітрі
- Електрони викидаються з радіоактивного атома
- Гідроген-3 (тритій), карбон-14, сульфур-35

Шкідливий зовнішній та внутрішній вплив

Промені -- електромагнітне випромінювання може поширюватись на кілька метрів

- Потрібен щільний матеріал (свинець) для захисту
- Велика кількість енергії, яка випромінюється при радіоактивному розпаді
- Шкідливим є зовнішній та внутрішній вплив



СИНДРОМИ		
<b>Гемопоеетичний синдром (ураження кісткового мозку)</b>		
○	Симптоми, вторинні щодо панцитопенії	
○	Втома, кровотеча, інфекція	
<b>Шлунково-кишковий синдром</b>		
○	Анорексія, нудота, блювання, діарея	
○	Сильне зневоднення, електролітний дисбаланс	
○	Шлунково-кишкова кровотеча	
<b>Цереброваскулярний синдром (ураження серцево-судинної системи та ЦНС)</b>		
○	Сильне нервово збудження, сплутаність чи втрата свідомості	
○	Відчуття печіння шкіри	
○	Водяниста діарея, судоми, кома	

ЛІКУВАННЯ
○ Майте підвищений рівень підозри
○ Лікуйте всі травми та опіки
○ Загальний аналіз крові з підрахунком формули
○ Перед переливанням крові перевірте тип HLA -> Трансплантація стовбурових клітин/Гемотрансфузія
○ Підтримуюче лікування
○ Профілактика вірусних хвороб
○ Отримайте консультацію спеціалістів - гематолога та радіолога!

## ОСНОВИ РАДІОЛОГІЇ

*Занепокоєння та страх, пов'язані з надзвичайними радіологічними ситуаціями, часто не пропорційні ступеню спричинених радіацією наслідків для здоров'я.*

Радіація і радіаційне ураження є складними; зрозуміти їх допоможуть два важливі поняття - радіоізотопи та іонізація.

По-перше, радіоізотопи (також звані ізотопами, або радіонуклідами — це фізичні речовини, які виділяють енергію у вигляді іонізуючого випромінювання під час свого розпаду. Такі радіоізотопи можуть бути токсичними самі по собі, незалежно від їхньої радіоактивності (тобто здатності виділяти іонізуюче випромінювання). Радіоізотопи можуть знаходитись у будь-якому фізичному стані (твердий стан, порошок, рідина, пара, газ, солі або інші сполуки).

Друге поняття - іонізуюче випромінювання. Це «променева» частина радіоізотопів. Іонізуюче випромінювання - невидима доза енергії, яка спричиняє пошкодження на біологічному рівні. Таке пошкодження виникає лише під час впливу радіоізотопу.<sup>2</sup>

Чотири потенційних джерела радіаційного ураження:

1. Опромінення (без контамінації, подібно до впливу рентген-променів).
2. Зовнішня контамінація (радіоізотоп фізично присутній на пацієнті і може його опромінювати).
3. Внутрішня контамінація (пацієнт вдихнув або проковтнув радіоізотоп, або його ввели у вигляді ін'єкції: цей радіоізотоп також може опромінювати пацієнта зсередини).
4. Інкорпорація (поглинання радіоізотопів клітинами або тканинами: окрім потенційного отруєння важкими металами, радіоізотопи опромінюють пацієнта зсередини).

Іонізуюче випромінювання - це випромінювання, яке має достатню енергію, щоб «відривати» електрони від атомів, створюючи іони. Іони - це атоми, які мають позитивний або негативний заряд. Існує п'ять типів іонізуючого випромінювання (ІВ): альфа-, бета-, гамма-, нейтронне та рентгенівське.<sup>3,4</sup> Детальну інформацію про джерела та властивості ІВ можна знайти в Таблиці 1. Усі ці типи випромінювання можуть спричинити клінічно значущий вплив на постраждалого. Клінічні ефекти визначаються видом ізотопів, шляхом впливу, тривалістю та інтенсивністю опромінення, а також відстанню до джерела радіації.<sup>5</sup>

Зазнавати впливу іонізуючого випромінювання можна внаслідок контакту з природними і штучними джерелами. **Найбільше занепокоєння медичних працівників викликає ІВ від штучних джерел.** До них належать промислові радіологічні пристрої, діагностичні та терапевтичні клінічні джерела, а також незаконне використання радіоактивних речовин як частин пристрою радіологічного опромінення (ПРО, англ., radiological exposure device, RED) чи радіологічного розсіювання (ППР, англ.,



radiological dispersal device, RDD) або під час детонації ядерної зброї. У Таблиці 2 наведена потенційна радіологічна та ядерна зброя, яка може бути використана для ураження населення іонізуючим випромінюванням.<sup>6,7</sup>

Ізотопи — це дві або більше форм одного елемента, які містять різну кількість нейтронів. Широко використовувані ізотопи поділяють на чотири категорії, що викликають занепокоєння:

1. «Університетська п'ятірка» (C14, P32, I125, I131 і Cf252) - використовуються в лабораторіях і для медичного обслуговування.
2. «Промислова трійка» (Ir192, Cs137 і Co60) - зустрічається в промислових радіологічних джерелах; ці речовини найчастіше використовуються в терористичних цілях через легкий доступ і високу випромінювану енергію.
3. «Військова п'ятірка» (H3, U235, U238, Pu239 і Am241) - використовуються для створення ядерної зброї.
4. Продукти поділу - це продукти радіоактивного розпаду, що виділяються після ядерної детонації або аварії на атомній електростанції.

**Таблиця 1. Властивості та клінічні ефекти іонізуючого випромінювання<sup>8</sup>**

Властивості та клінічні ефекти іонізуючого випромінювання			
Тип	Джерело	Властивості	Клінічний вплив
Альфа-частинки ( $\alpha$ )	Заряджені частинки, утворені внаслідок радіоактивного розпаду важких ядер	Подорожують на короткі відстані, не проходять фізичні бар'єри (від них захищає навіть аркуш паперу)	Найбільший ризик становить внутрішня контамінація внаслідок проковтування, потрапляння через відкриті рани або вдихання
Бета-частинки ( $\beta$ )	Електрони, вивільнені внаслідок розпаду певних радіонуклідів, у тому числі у вигляді радіоактивних опадів після ядерних детонацій	Подорожують на короткі відстані крізь тканини, більшість не проходять крізь одяг	Можуть викликати променеві опіки та внутрішнє опромінення
Гамма-промені ( $\gamma$ )	Фотони, що утворюються внаслідок ядерної детонації або розпаду радіонуклідів. Основна небезпека - радіоактивні опади після ядерних вибухів. Гамма-промені утворюються всередині ядра	Високоенергетичні, легко проходять крізь тканини	Чинять вплив на весь організм - як внаслідок зовнішнього, так і внутрішнього опромінення, якщо гамма-випромінюючі радіонукліди потрапляють всередину організму
Рентгєнівські промені	Фотони, утворені в результаті процесів, які відбуваються поза ядром; часто джерелами є прилади промислового чи медичного використання	Високоенергетичні, з короткою довжиною хвилі	Те саме, що гамма-промені
Нейтрони	Незаряджені частинки, випущені в результаті поділу (тобто детонації саморобного ядерного пристрою, англ., improvised nuclear device, IND)	Надзвичайно високоенергетичні; можуть легко проходити через будь-які тканини та матеріали	Ті ж самі ефекти, що й гамма-промені, але завдають більшої шкоди

Таблиця 2. Радіологічні та ядерні пристрої

Радіологічні та ядерні пристрої				
Пристрій	Опис	Розповсюдження	Ефекти	Приклад
Пристрій радіологічного опромінення (або радіологічний опромінювальний пристрій, RED)	Радіоактивне джерело, що використовується з метою опромінення людей, що знаходяться поблизу, високими дозами радіації	Контейнер або закрите джерело	Радіаційний вплив без травми	Захований у громадському транспорті контейнер із викраденим промисловим джерелом радіації
Пристрій радіологічного розсіювання (або радіологічний розсіювальний пристрій, RDD). Також відомий як «брудна бомба»	Навмисно створений для розсіювання радіоактивного матеріалу, але без реакцій поділу або синтезу.	Саморобний вибуховий пристрій	Основна шкода - вплив вибуху. Опромінення зазнають тільки ті, хто знаходиться поблизу вибуху. Радіоактивний пил і дим можуть мати деякі наслідки для здоров'я	Вибухові речовини, змішані з радіоактивними матеріалами; розміщення радіоактивних матеріалів у землі, воді чи повітрі
Детонація ядерного пристрою	Потрібен ядерний поділ або синтез. Призначений для здійснення ядерного вибуху з повною або частковою потужністю.	Ядерний вибух	Високий рівень зовнішнього радіаційного опромінення, вибухові/термічні ураження з наступною радіаційною контамінацією через опади	Бомба, скинута на Хіросіму, або IND

## РАДІОЛОГІЧНІ ОДИНИЦІ ВИМІРЮВАННЯ

Експозиційна доза випромінювання, кількість енергії, яка накопичується в тканинах внаслідок опромінення, і біологічні ефекти від опромінення описуються трьома різними одиницями вимірювання. Широко використовуються як позасистемні, так і одиниці вимірювання за системою SI. Експозиційна доза вимірюється в Рентгенах (R) або Кулонах на кілограм (Кл/кг). Детерміновані клінічні ефекти від поглинутої дози вимірюються в Радах (рад) або Греях (Гр). Еквівалентна, або біологічна, доза внаслідок різних типів випромінювання вимірюється в Берах (бер) або Зівертах (Зв).<sup>9,10</sup> Визначення еквівалентної дози стосується стохастичних ефектів і залежить від типу іонізуючого випромінювання.

Відразу після інциденту медицині зможуть оцінити експозиційну дозу в Рентгенах (R) за допомогою детектора та говоритимуть про гострий радіаційний синдром (ГРС) і шкірний радіаційний синдром (ШРС) на основі дози, отриманої в Радах (рад) і Греях (Гр). Ця інформація підсумована в Таблиці 3. Надзвичайно важливо уточнити одиниці вимірювання, які використовує детектор, особливо їх префікси, оскільки мілі (м, m) і мікро (мк, µ) часто плутають або навіть пропускають під час оцінки дози та/або її потужності.



Таблиця 3. Одиниці виміру радіації

Одиниці виміру радіації				
Кількість	Опис	Позасистемна одиниця	Одиниця в системі СИ	Співвідношення
Поглинута доза	Кількість поглинутої енергії на одиницю маси	Поглинута доза випромінювання (рад)	Грей (Гр)	100 рад = 1 Гр 1 рад = 1 сГр 1 Гр = 1 Дж/кг
Еквівалентна доза	Вимірювання біологічних ефектів від різних типів випромінювання	Біологічний еквівалент рентгена (бер) (англ., Roentgen equivalent man, rem)	Зіверт (Зв)	100 бер = 1 Зв 1 бер = 1сЗв

Деякі детектори відобразатимуть Р/год (рентген/годину) або мР/год. Для гамма- та рентгенівського опромінення біологічної тканини можна вважати, що 1 Р ≈ 1 рад ≈ 1 бер.

### КЛІНІЧНИЙ ІНДЕКС ПІДОЗРИ

Хоча у Реєстрі травм Міністерства оборони США (DoDTR) відсутні випадки радіаційного ураження, військові повинні мати клінічний індекс підозри щодо використання радіологічної зброї на полі бою в майбутньому. Першим кроком допомоги буде визначення та розпізнавання ризику застосування радіологічної зброї та радіаційного ураження в зоні проведення операцій. У деяких постраждалих, якщо вони перебували поблизу джерела радіації, одразу з'явиться опік, який не був спричинений полум'ям чи очевидним ушкодженням. Основними факторами, які призводять до клінічних проявів, є час опромінення, відстань від джерела та будь-яке екранування (нааявність бар'єрів). Інші симптоми є відносно неспецифічними. Тяжкість і початок симптомів залежить від отриманої дози. Клінічні синдроми детальніше описані далі в цих настановах, але клініцисти можуть бути першими, хто визначить факт застосування радіологічної зброї вже на основі неспецифічних ознак, виявлених у постраждалих.

Основні симптоми гострого радіаційного синдрому (ГРС), відомого також як «гостра променева хвороба»

- Продромальний період настає в межах кількох хвилин або днів після опромінення.
  - Нудота і блювання
  - Діарея
  - Втома і слабкість
  - Анорексія (втрата апетиту)
  - Головний біль
- Латентний період настає в межах годин або тижнів після опромінення
  - Тимчасове поліпшення або стабілізація симптомів
  - Пацієнти можуть почуватися відносно добре
- Маніфестний період (фаза явного захворювання) виникає в межах кількох тижнів до місяців після опромінення
  - Гемопоетичний синдром:** зниження кількості лейкоцитів, підвищений ризик інфекцій, кровотечі та анемія
  - Шлунково-кишковий синдром:** сильна нудота, блювання, діарея, зневоднення та електролітний дисбаланс
  - Цереброваскулярний синдром:** сплутаність свідомості, запаморочення, артеріальна гіпотензія та можливі судоми або кома (при дуже високих дозах)
  - Пошкодження шкіри:** почервоніння, пухирі, виразки та випадіння волосся (епіляція)

Медики в розгорнутих військово-медичних закладах повинні мати можливість ідентифікувати таких пацієнтів, якщо не спочатку - через ризик/загрозу пошкоджень, то принаймні шляхом моніторингу покращення ефективності та за допомогою переглядів (рецензування) клінічних випадків. Враховуючи неспецифічний характер проявів, медики повинні мати індекс підозри щодо клінічних проявів променевої хвороби.

## ОСОБЛИВОСТІ ДЕКОНТАМІНАЦІЇ

*Рятувальні втручання мають пріоритет над зусиллями з радіологічної деконтамінації.*

*Меттлер, 2002*

У разі надання допомоги постраждалим у відомій радіаційно гарячій зоні: немає жодного задокументованого випадку отримання медичним персоналом клінічно значущої дози під час проведення рятувальних втручань контамінованому постраждалому. Надзвичайно мало ймовірно, що медичний персонал отримує значущу з медичної точки зору гостру дозу опромінення під час надання допомоги постраждалим із радіоактивними уламками в ранах від RDD (радіологічного розсіювального пристрою).<sup>4,11</sup> З огляду на це, постачальники повинні захищати себе та носити відповідні ЗІЗ.

Фізичний стан радіоізоотопу визначить найкращий метод деконтамінації. Якщо пацієнт лише піддався впливу іонізуючого випромінювання, ДЕКОНТАМІНАЦІЯ НЕ ПОТРІБНА.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) слід вибирати таким чином, щоб були закриті очі, ніс, рот, волосся та вся відкрита шкіра.

Захист органів дихання повинен складатися з маски N95 або P100. Подвійні рукавички та одноразовий фартух або верхній одяг з довгими рукавами є достатнім покриттям шкіри для персоналу, який виконує деконтамінацію.<sup>5,12</sup> Під час роботи в тактичних або польових умовах орієнтоване на бойове завдання захисне спорядження 4 рівня (англ., Mission Oriented Protective Posture, MOPP), може бути обмежене до маски та рукавичок, щоб забезпечити захист органів дихання та шкіри (див. [Додаток А](#) для опису рівнів ЗІЗ). Хоча повна заміна ЗІЗ може бути неможливою під час переходу від пораненого до пораненого, рекомендується принаймні часта зміна рукавичок. Під час деконтамінації поранений повинен носити маску N95 або P100 (або залишатися в тактичному респіраторі), щоб звести до мінімуму вдихання будь-яких аерозольних радіоактивних частинок. Відкриті рани слід вважати контамінованими та промити чистою або стерильною водою, а потім накрити, щоб запобігти повторній контамінації. Якщо потрібне хірургічне видалення радіоактивних осколків, розгляньте використання рентгенівських (свинцевих) фартухів як ЗІЗ для хірургічної команди або накривайте пацієнта в періодах між активними оперативними втручаннями. Це зменшить дозу, отриману медиками.

Суха деконтамінація полягає у знятті з пораненого всього одягу, обладнання та особистих речей, і лише цей крок усуває близько 90% зовнішнього забруднення внаслідок впливу твердих радіоактивних речовин або рідин. Подальша суха деконтамінація передбачає очищення шкіри щіткою з метою видалення поверхневих клітин епітелію та/або використання валиків для ворсу чи малярської стрічки.<sup>6,13</sup> Використання дитячих або вологих серветок, що не містять етанолу, буде достатнім для видалення забруднень зі шкіри; їх слід використовувати змінюючими рухами, щоб витерти частинки з обличчя та відкритих ран.

При вологій деконтамінації для видалення забруднення зі шкіри пацієнта використовують воду та м'яке мило. За умови великої кількості постраждалих ті з них, які можуть ходити, можуть самостійно прийняти душ. Уникайте подразнення шкіри через занадто активне тертя та уникайте потрапляння контамінованої рідини в рот/ніс або рани. При температурі навколишнього середовища нижче 18 градусів, якщо є можливість, для проведення вологої деконтамінації використовуйте приміщення всередині будівлі. Якщо вони недоступні, рекомендовано проводити суху деконтамінацію, щоб запобігти гіпотермії.

Деконтамінація повинна бути підтверджена навченим персоналом за допомогою відповідного обладнання для радіологічного моніторингу (див. [Додаток В](#)). Мета деконтамінації полягає в тому, щоб зменшити зовнішнє забруднення вдвічі від початково виміряного рівня, однак рівень контамінації може залишатися вищим від бажаного значення (яке є вдвічі менше базового рівня) без значного ризику для здоров'я інших.

Радіаційні детектори та дозиметри дають показники в різних одиницях вимірювання. Під час деконтамінації пацієнта детектор має відображати одиниці вимірювання за хвилину (англ., counts per

minute, cpm) або за секунду (англ., counts per second, cps). Це дає інформацію про кількість присутнього радіоактивного матеріалу, але не дає інформації про поглинуту дозу, що накопичується в тканинах. Записані cpm до та після деконтамінації вказують на ефективність методу та визначають, чи потрібно ще раз провести деконтамінацію.

### Малюнок 1. Принципи деконтамінації при радіаційному та ядерному ураженні

#### Принципи деконтамінації при радіаційному та ядерному ураженні

- Не відкладайте втручання для порятунку життя. Принципи ТССС мають пріоритет.
- Запобігайте перехресному забрудненню, одягнувши відповідні ЗІЗ ([Додаток А](#)).
- Початкове обстеження має включати:
  - Підтвердження радіоактивного забруднення та потужність дози, якщо це можливо.
  - Визначення ізотопу, якщо доступний відповідний детектор. ([Додаток В](#))
  - Оцінку сухого зовнішнього забруднення (гранули, порошок, пісок).
  - Ідентифікацію радіоактивного джерела (шрапнелі) у ранах.
- Метою швидкої вологої або сухої зовнішньої деконтамінації є зменшення ризику поширення забруднення та недопускання внутрішньої контамінації через вдихання, проковтування або поглинання (уникаючи обличчя/ран).
- Зніміть весь одяг та спорядження.
- Розріжте одяг, якщо потрібно. Не розривайте одяг, оскільки це може призвести до утворення аерозолу або поширення частинок. Заберіть одяг та обладнання подалі від обличчя та ран пацієнта. Розгляньте використання бар'єрного пристрою (тобто маски), щоб захистити пацієнта від вдихання та ковтання контамінованих частинок.
- Черговість у процесі деконтамінації:
  - Природні отвори
    - Під час зрошення ран захищайте отвори тіла та навколишні ділянки від рідини, якою зрошуєте.
    - Попросіть пацієнта висякати носа, щоб видалити забруднення (після отримання зразків слизу з обох носових ходів за допомогою вологого ватного тампона для ідентифікації ізотопів і оцінки рівня опромінення легень; \*зауважте, що результати мазків, взятих більше, ніж через 1 годину після контамінації, можуть бути ненадійними, а також те, що забір мазків може бути неможливим при масовому випадку). Промивання носа та порожнини рота не рекомендоване, оскільки це може збільшити ризик проковтування забрудненого матеріалу. Додаткову інформацію про мазки з носа можна знайти на вебсторінці <https://remm.hhs.gov/nasalswabwarning.htm>
  - Відкриті рани та опіки
    - Захистіть ділянки, прилеглі до рани, від зрошення, обережно витираючи рідину в напрямку від рани.
    - Використовуйте покриття або інший вид бар'єрів на ранах під час зрошення.
    - Лікуйте опіки відповідно до Настанов з клінічної практики JTS «Лікування опіків».
    - Уражені опіком тканини можуть також бути контамінованими
    - Радіоактивні частинки, ідентифіковані за допомогою детекторів, слід видалити з ран і після цього рясно промити ці рани.
    - Помістіть тверді частинки в захисні контейнери та заберіть із зони догляду за пацієнтом.
  - Неушкоджена шкіра і волосся
    - Витріть дитячими серветками та/або вимийте водою з милом.
    - Обережно витріть ділянки в напрямку ззовні всередину, щоб запобігти поширенню.
    - Не тріть занадто агресивно, щоб не спричинити пошкодження шкіри.

Тривала та агресивна хірургічна обробка рани для видалення частинок не показана в польових або розгорнутих умовах. Здатність переконатися у відсутності вбудованих радіоактивних джерел (що є малоімовірним - можливо, лише у випадку знешкодження вибухонебезпечних предметів/боєприпасів, напр. RDD) може допомогти впевнитись щодо обмеженого ризику для пацієнта та персоналу. Здатність визначати потужність дози та вид ізотопу може надати додаткові дані для оцінки ризиків для здоров'я.

## СОРТУВАННЯ

У масовому випадку сортуйте постраждалих за категоріями на основі «стандартних» травм. Після стабілізації травматичних ушкоджень, і якщо будуть доступні ресурси для оцінки дози, необхідно провести вторинне сортування постраждалих з урахування радіаційного ураження. Додаткові відомості щодо початкової оцінки дози (біодозиметрія) наведені в [Додатку С](#). Ті, у кого є підозра на комбіноване ураження, мають бути переміщені до наступної вищої категорії сортування. Якщо є пацієнт з підозрою на отримання дози понад 6 Гр, його сортують до категорії «очікувальних», доки не буде доступно більше ресурсів.<sup>14</sup> Таблиця 4 коротко описує, як оновити категорії сортування постраждалих з променевим ураженням. Більш комплексні інструменти сортування можна знайти на вебсторінці <https://remm.hhs.gov/triagetool5.htm>.

У міру розвитку подій та появи додаткових ресурсів має відбуватися повторне сортування всіх постраждалих у всіх категоріях сортування, включаючи очікувальних.

При ізольованому опроміненні найбільш надійними ранніми клінічними показниками променевого ураження всього тіла є час до виникнення блювання та/або підвищення температури тіла, які можна побачити в перші години після опромінення. На 2 або 3 етапах медичної допомоги (де буде з'являтися можливість лабораторних досліджень) найнадійнішим раннім лабораторним індикатором є швидкість зниження лімфоцитів; таке дослідження може бути недоступним в межах перших 24-48 годин залежно від масштабів масового випадку та ступеня пошкодження інфраструктури. Хоча час до виникнення блювання є швидким і незатратним методом для оцінки дози опромінення, його слід використовувати з обережністю, оскільки він є неточним і може призвести до дуже високої частоти хибнопозитивних результатів.<sup>15</sup>

**Таблиця 4. Вплив дози радіаційного ураження на механічну травму та опіки.**

Вплив дози радіаційного ураження на механічну травму та опіки			
Традиційне сортування постраждалих із травмою		Сортування постраждалих із комбінованою травмою	
Традиційна сортувальна категорія (травми/опіки без опромінення)	Травма та опіки, комбіновані з опроміненням <2 Гр (можливе блювання через 4 години і більше)	Травми та опіки, комбіновані з опроміненням 2-6 Гр (імовірно блювання в межах перших 1-4 годин)	Травма та опіки, комбіновані з опроміненням >6 Гр (дуже ймовірно блювання в межах першої години)
Термінові (Т)	Т	Т або В	О
Відтерміновані (В)	В	В або Т	О
Легкі (Л)	Л	В	В або О
Очікувальні (О)	О	О	О
<i>Джерела: адаптовано з Керівництва міжвідомчої політики внутрішньої безпеки щодо планування реагування на ядерний вибух (англ., Homeland Security Interagency Policy Planning Guidance for Response to a Nuclear Detonation). Вашингтон, округ Колумбія, Управління науково-технологічної політики</i>			

## ТССС У ВИПАДКАХ РАДІОЛОГІЧНИХ/ЯДЕРНИХ УРАЖЕНЬ (MARCHE)<sup>2</sup>

Допомога постраждалим внаслідок радіологічної/ядерної події має надаватися відповідно до основних принципів, викладених у вигляді алгоритму (MARCHE)<sup>2</sup>, як описано в 1 частині CPG JTS «ХБРЯ-ураження». Однак існують деякі нюанси щодо застосування (MARCHE)<sup>2</sup> у випадку радіологічної/ядерної події; вони зазначені у кожній фазі надання допомоги пораненим та наведені у наступних розділах (виділені синім). Важливо відзначити, що опромінення або контамінація плюс травма, що також описується як комбіноване ушкодження, ускладнює надання допомоги пораненим.

Послідовність (MARCHE)<sup>2</sup> об'єднує оцінку та відповідну дію як у випадку травмованого постраждалого, так і постраждалого внаслідок радіологічної/ядерної події.

### ДОПОМОГА ПІД ВОГНЕМ/НАДЗВИЧАЙНО ГАРЯЧА ЗОНА

Важливо шукати укриття при перших ознаках радіологічної або ядерної події. Навіть шар тканини може захистити від великих частинок, тому слід докладати всіх зусиль, щоб повністю закрити відкриті ділянки, включаючи очі та рот.

Постраждалий не потребує специфічного протирадіологічного лікування на місці отримання ураження; всі зусилля повинні бути спрямовані на лікування кровотечі, що загрожує життю, і переміщення в безпечну зону. Медики повинні пам'ятати про важливість мінімізації часу особистого опромінення та максимізації відстані від джерела під час допомоги постраждалим. Якщо тактична ситуація вимагає надання певної допомоги пораненим у Надзвичайно гарячій зоні або Гарячій зоні, використання екранування знизить потужність дози, але збільшить час опромінення. Перетягування пораненого на кілька метрів від джерела випромінювання може принести користь, одночасно зменшивши ризик для рятувальників.

*При ізолюваному опроміненні найбільш надійними ранніми клінічними показниками ураження внаслідок опромінення всього тіла є час до появи блювання та/або підвищення температури тіла, яке можна побачити в перші години після впливу.*

**Таблиця 5. Радіологічна загроза в зонах надання допомоги**

Радіологічна загроза в зонах надання допомоги			
ЗІЗ не забезпечує захисту від гамма-, нейтронного та рентгенівського випромінювання.		Рекомендовані ЗІЗ. Якщо немає ЗІЗ: флок/кевлар та будь-який інший одяг чи спорядження, які ви можете мати на собі. Рукави відкочені. Якщо немає протигаза - або маска N95, або тканина для покриття природних отворів.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Фактори, що сприяють зниженню дози радіації від опромінення.</li> <li>• Зведення до мінімуму часу перебування поблизу джерела випромінювання.</li> <li>• Максимізація відстані до джерела випромінювання.</li> <li>• Покращення фізичного екранування.</li> </ul>			
Допомога під вогнем Надзвичайно гаряча зона	>10Р/год	Перемістіть постраждалого негайно, однак потенційно можна знаходитись під впливом більше 10 год до отримання дози 1 Гр	Повнолицевий повітроочисний респіратор з фільтром Р-100 або НЕРА. ЗІЗ рівня С або МОРР рівня 4.
Гаряча зона	>1Р/год	Медична допомога; допомога пожежників; переміщення постраждалого. Більше 100 годин можливого опромінення до отримання дози 1 Гр	Тільки для радіаційного середовища та при відсутності інших небезпек (наприклад, хімічних)
Допомога в польових умовах Тепла зона	100 мР/год	Проміжна зона між Холодною зоною та Гарячою зоною. Понад 1000 годин опромінення до отримання 1 Гр	Визначається рівнем ризику/МОРР 2
Допомога на етапі тактичної евакуації Холодна зона	<10 мР/год	Початкова деконтамінація першого рятувальника	Стандартні ЗІЗ (халат, рукавички, маска)

Ці дози - модифіковані величини з 3-го видання Настанов із планування щодо реагування на саморобний ядерний пристрій (IND) Федерального агентства з управління надзвичайними ситуаціями (FEMA). Командири можуть адаптовувати дози відповідно до вимог бойового завдання.



Таблиця 6. Місце отримання ураження (Надзвичайно гаряча зона / Допомога в Гарячій зоні - (MAR)<sup>2</sup>

Місце отримання ураження (Надзвичайно гаряча зона / Допомога в Гарячій зоні - (MAR) <sup>2</sup>	
ТССС	ХБРЯ
<b>Масивна кровотеча</b>	<b>Протигаз</b>
<p>Зупиніть небезпечну для життя зовнішню кровотечу, якщо це тактично можливо:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Накажіть пораненому, щоб він зупинив кровотечу шляхом самодопомоги, якщо це можливо.</li> <li>• Використовуйте рекомендований Комітетом ТССС турнікет для кінцівок у випадку кровотечі в анатомічно придатній для цього ділянці.</li> <li>• Накладіть турнікет на кінцівку поверх уніформи, чітко проксимальніше від місця кровотечі. Якщо місце небезпечної для життя кровотечі не видно, накладіть турнікет «високо і туго» (якомога ближче до тулуба) на поранену кінцівку та перемістіть пораненого в укриття.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Одягніть протигаз</li> <li>• Допоможіть пораненому одягнути протигаз або переконайтеся, що протигаз прилягає герметично, якщо він вже одягнутий.</li> <li>• У разі використання моторизованого респіратора для очищення повітря (англ., powered air purifying respirator, PAPR) або автономного дихального апарата (англ., Self Contained Breathing Apparatus, SCBA) переконайтеся, що вони справні.</li> <li>• Хірургічна маска або шар тканини можуть забезпечити захист і запобігти вдиханню або ковтанню великих радіоактивних частинок, якщо недоступні респіраторні ЗІЗ вищого рівня.</li> </ul>
<b>Дихальні шляхи</b>	<b>Антидоти</b>
Забезпечення прохідності дихальних шляхів, зазвичай, найкраще відкласти	У випадку радіологічних/ядерних подій, в Гарячій зоні не показані жодні антидоти
<b>Дихання</b>	<b>Швидка деконтамінація на місці</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Оцініть: нормальне, поверхневе, з підвищеними дихальними зусиллями, відсутнє?</li> <li>• Завершіть оцінку CRESS (CRESS: Consciousness, Respirations, Eyes, Secretions, Skin - Свідомість, Дихання, Очі (зіниці), Секреція, Шкіра) і визначте, чи такий стан спричинений травмою, яка загрожує життю.</li> <li>• Втручання щодо порушень дихання, як правило, краще відкласти</li> </ul>	<p>На місці отримання ураження показане фізичне видалення радіоактивної шрапнелі/швидка деконтамінація на місці, якщо це можна зробити швидко; в іншому випадку - відкладіть. (Швидка деконтамінація радіоактивних матеріалів на місці передбачає чищення щіткою або витирання частинок. Лосьйон для деконтамінації ураженої шкіри при радіоактивному забрудненні не показаний)</p> <p>Якщо в кінцівці виявлено осколок, використовуйте доступний інструмент, щоб негайно видалити його та відкинути якомога далі. Обмежте спроби видалення до &lt;10 секунд. Вище рани необхідно накласти турнікет, якщо видалення осколка призвело до масивної кровотечі. Якщо осколок неможливо видалити, подумайте про екранування. (Екранування обговорюється в розділі про особливості евакуації)</p>
<b>Вивільнення</b>	
Відхід подалі від загрози	

Джерело: JTS CPG «ХБРЯ-ураження. Частина 1: Первинне реагування при ХБРЯ-ураженні»



## ДОПОМОГА В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ / ТЕПЛА ЗОНА

Допомога в цій фазі повинна надаватися з обережністю, враховуючи принцип «настільки низько, наскільки це розумно і можливо», щоб мінімізувати подальший вплив або контамінацію після виведення з Гарячої зони. Ідеальним прикладом буде переміщення у підвал будівлі.

Переконайтеся, що медичне обладнання та матеріали накриті. В ідеалі, всі втручання, крім тих, що рятують життя, потрібно відкласти, доки пацієнт не досягне Холодної зони, де ризик подальшої контамінації мінімальний. У випадку, якщо радіаційне поле настільки велике або евакуація обмежена, ці обставини можуть вимагати переходу до надання тривалої допомоги в польових умовах, все ще знаходячись в Теплій зоні.

### Початкова оцінка

- Оцінити наявність КОМБІНОВАНИХ пошкоджень, що призведуть до негайної втрати життя (наприклад, знекровлення)
- Деконтамінація ПІСЛЯ стабілізації
- Травматичні пошкодження несуть більшу загрозу життю, ніж радіаційні
- Ефективність зняття одягу та миття пацієнта становлять >90%.
- Вимоги до роботи деяких медичних працівників у «радіаційному середовищі»
- Ризик для медиків дуже низький

\*\*\*Не відкладайте реанімацію для проведення деконтамінації\*\*\*

### СОРТУВАННЯ ПРИ МАСОВОМУ ВИПАДКУ

#### Термінові

- Стани, що загрожують життю
- Комбіновані пошкодження
- Внутрішня контамінація

#### Відтерміновані

- Ознаки променевого ураження (2-10 Гр)
- Блювання, що виникло в межах перших 4 годин
- Зниження рівня лімфоцитів більше 50% в межах перших 48 годин

#### Легкі

- Вплив випромінювання без ознак ураження
- «Стривожені ходячі»

#### Очікувальні

- Високі дози опромінення (більше 20 Гр)

Таблиця 7. Оцінювання в пункті збору «брудних» (контамінованих) поранених (Тепла зона)– (M A R C H E)<sup>2</sup>

Оцінювання в пункті збору «брудних» (контамінованих) поранених (Тепла зона)– (M A R C H E) <sup>2</sup>	
ТССС	ХБРЯ
Повторна оцінка: чи проведені рятувальні втручання? Лікування травм та опіків має пріоритет над радіологічною деконтамінацією та лікуванням.	
<p>Переоцінка за M.A.R. (масивна кровотеча, дихальні шляхи, дихання)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Зупинити всі зовнішні кровотечі.</li> <li>• Розширені методи забезпечення прохідності дихальних шляхів (за показаннями).</li> <li>• Лікування напруженого пневмотораксу.</li> <li>• Підтримувальна ШВЛ (з позитивним тиском наприкінці видиху та моніторингом тиску)</li> </ul>	<p>Переоцінка за M.A.R. (протигаз, антидот, швидка деконтамінація на місці)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Одягніть або герметично закріпіть протигаз, щоб запобігти вдиханню або проковтуванню частинок (рівень C, якщо доступний, якщо немає хірургічної маски)</li> <li>• Повторно оцініть CRESS (свідомість, дихання, очі, секреція та шкіра).</li> <li>• Повторно оцініть необхідність швидкої деконтамінації на місці.</li> <li>• Використовуйте детектори, якщо вони є.</li> </ul>
<b>Кровообіг</b>	<b>Заходи протидії</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Перевірка пульсу</li> <li>• Перевірка шкіри</li> <li>• Оцінка щодо наявності шоку</li> <li>• Рідинна ресусцитація згідно з Настановами ТССС лише за відсутності пульсу на променевої артерії</li> <li>• За потреби - негайний ВВ/ВК доступ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лікуйте ЛИШЕ загрозові для життя стани.</li> <li>• Проведіть зрошення ран стерильним фізіологічним розчином або чистою водою, промивайте ззовні водою з милом, доки показники детектора не зареєструють показники, менші вдвічі від початкових (якщо детектори доступні).</li> <li>• Дайте протиблювотні засоби після документування часу виникнення блювання.</li> <li>• Інші заходи протидії рідко показані в Теплій зоні, за винятком сценарію тривалої допомоги в польових умовах (Див. обговорення заходів протидії.)</li> </ul>
<b>Гіпертермія</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Закутайте пораненого.</li> <li>• Захистіть від «тріади смерті»: гіпотермії, ацидозу та коагулопатії.</li> </ul>	
<b>Рани голови (змінений психічний стан)</b>	
Визначте, чи зміни психічного стану пораненого сталися через шок чи травму.	
<b>Евакуація</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Визначте пріоритет евакуації. Зауважте, що хірургічне втручання постраждалому від опромінення слід виконати в межах перших 48 годин після травми, до того, як відбудеться зниження гемопоезу.</li> <li>• Заповніть Картку пораненого.</li> <li>• Задokumentуйте час експозиції, якщо він відомий.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Задokumentуйте час виникнення блювання (для оцінки отриманої дози).</li> <li>• Перемістіть поранених для подальшої деконтамінації або на засіб для евакуації.</li> <li>• Може знадобитися використання екрану (укриття).</li> <li>• Пункти збору «брудних» (контамінованих) поранених можуть бути далеко від місця отримання ураження, що потребуватиме виснажливих переміщень поранених і створює ризик отримання рятувальниками теплової травми внаслідок одягнених ЗІЗ.</li> </ul>	
***Час є основним компонентом біодозиметричних оцінок. Ретельне документування часу експозиції та часу до появи симптомів є важливим для подальшого прийняття медичних рішень. Крім того, існує потреба в постійній переоцінці симптомів з метою визначення категорій сортування та введення їх в контекст оперативних можливостей.	

Джерело: JTS CPG «ХБРЯ-ураження. Частина 1: Первинне реагування при ХБРЯ-ураженні»

## ДОПОМОГА НА ЕТАПІ ТАКТИЧНОЇ ЕВАКУАЦІЇ

У цих Настановах ми ще раз наголошуємо на важливості належного сортування з метою ефективного використання ресурсів CASEVAC і MEDEVAC. Пріоритет евакуації поранених із комбінованими пошкодженнями з 1 етапу медичної допомоги на 3 етап має ґрунтуватися на присутніх травмах.

**Повторне сортування з метою визначення пріоритетності евакуації має вирішальне значення.** Якщо у постраждалого з'являються ознаки та симптоми значного променевого ураження, медик може змінити категорію сортування залежно від можливостей евакуації, часу до отримання хірургічної допомоги та інших «неклінічних» ризиків. Евакуацію з поля бою тих, хто скоріше за все отримав опромінення, яке спричинить гострий радіаційний синдром, описано нижче. Додаткові вказівки щодо операцій з евакуації в контамінованих середовищах можна знайти в Публікації JP3-11. Рішення про використання наземних і повітряних транспортних засобів для перевезення контамінованих постраждалих приймається командирами після розрахунку прийнятного ризику та інформування медичним персоналом, який має досвід у цій галузі. Ризики включають, але не обмежуються наступним:

- контамінований постраждалий або залишений радіоактивний матеріал.
- кумулятивний вплив на транспорт і медичний персонал під час транзиту через контаміноване середовище.
- перехресне забруднення транспортного засобу.

Незважаючи на те, що літаки можуть безпечно літати під час радіоактивних опадів (Публікація АТР 3-05.11), а ризик проковтування та вдихання є невеликим при наявності ЗІЗ, промивання роторів вертольотів може збурити/поширити осілі частинки радіоактивного пилу, рідини та тверді речовини, що може збільшити ризик. Наземний персонал і екіпажі літаків, які виконують операції CASEVAC/MEDEVAC, повинні використовувати вказівки щодо ЗІЗ, подані в цих настановах з клінічної практики, якщо літак забирає пацієнтів у Теплій зоні. Використання захисних протигазів (військових або рівня С) може спочатку забезпечити певний захист, але слід пам'ятати, що каністра або фільтр протигаза може накопичувати радіоактивні частинки за умови тривалого використання.

Готуючись до проведення CASEVAC/MEDEVAC для постраждалого від опромінення, медичні працівники повинні врахувати проведення деконтамінації, ізоляцію пацієнтів з ослабленим імунітетом та доступ до відповідного медичного закладу. Тим, хто все ще має в тілі осколки, може знадобитися захист екраном/бар'єром. Портативні екрануючі пристрої, такі як свинцеві рулони, наразі не випускаються як поширене обладнання та й навряд чи знадобляться. Екранування потребують не всі пацієнти, а лише ті, що мають радіоактивні осколки, що буває рідко. Екрануючий пристрій має бути такого розміру, щоб покрити радіоактивно небезпечну ділянку, а не всього пацієнта.

## ТРИВАЛА ДОПОМОГА В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ/ДОПОМОГА НА ЕТАПАХ 1-3/ХОЛОДНА ЗОНА

Лікування пацієнтів у цій фазі має впливати як на контамінацію, так і на експозиційний вплив. Пацієнти з внутрішнім забрудненням потребують спеціальних заходів протидії залежно від типу радіонукліда, що обговорюється нижче та наведено в Таблиці 10. Пацієнти з опроміненням потребують оцінки дози (див. [Додаток С](#) для детальної інформації про біодозиметрію), щоб визначити належний рівень моніторингу та лікування. Оцінювання дози або використання якісних факторів для класифікації пацієнтів відповідно до ризику є необхідним процесом вторинного сортування для належного визначення та розподілу ресурсів.

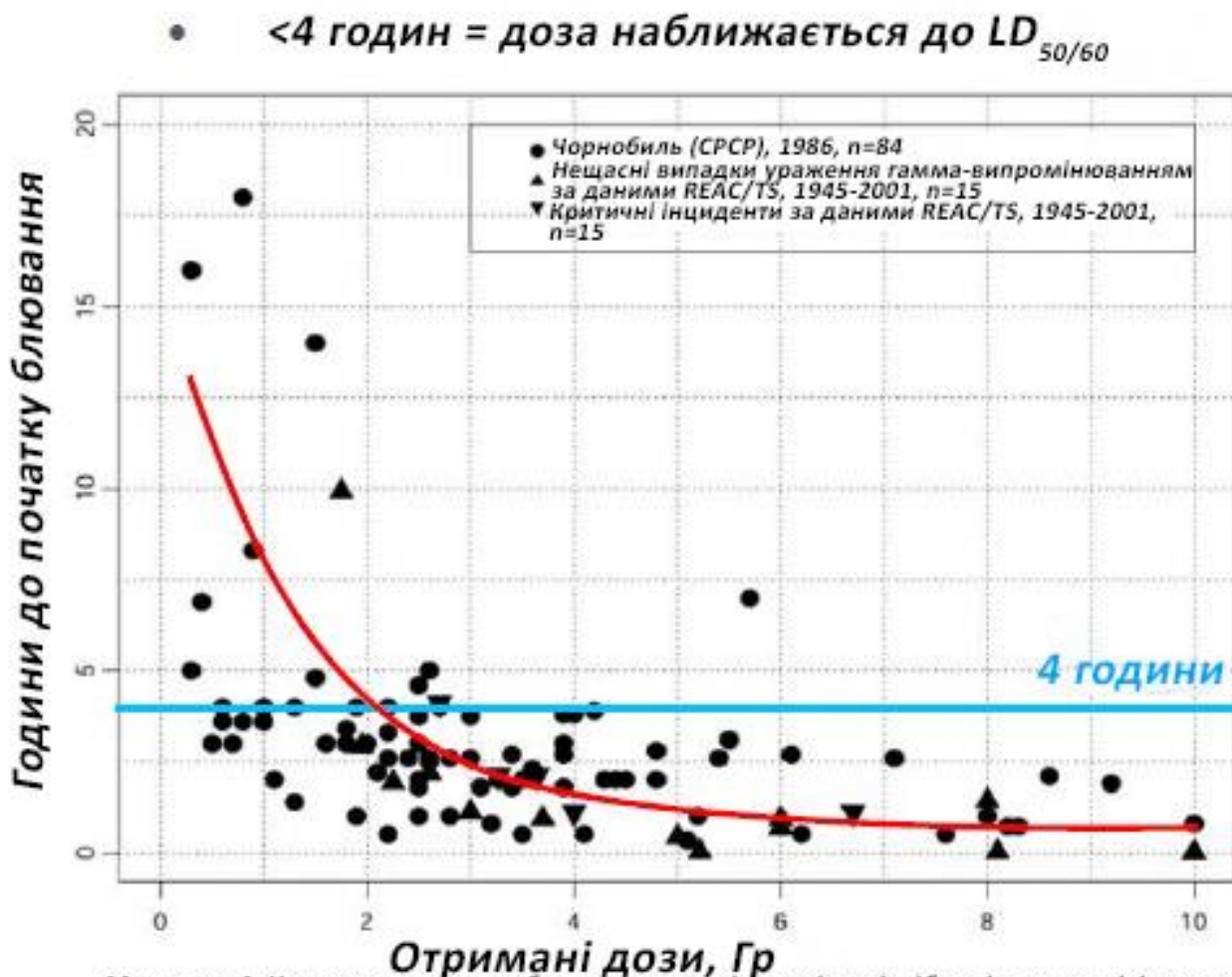
Клінічні впливи поділяються на детерміновані та стохастичні. Детерміновані ефекти залежать від дози і складаються з субсиндромів гострого радіаційного синдрому (ГРС) і синдрому вивільнення цитокінів (СВЦ). Ці два синдроми обговорюються нижче. Стохастичні ефекти залежать від ймовірностей та найбільше зосереджені на довгостроковому ризику розвитку раку.

.

## ГОСТРИЙ РАДІАЦІЙНИЙ СИНДРОМ

Гострий променевиий синдром – це поєднання клінічних ознак і симптомів, що виникають поетапно протягом періоду від годин до тижнів через значне опромінення частини (70%) або **всього тіла дозою понад 1 Гр** (100 сГр іонізуючого випромінювання) у вигляді пошкодження різних тканин і органів. ГРС спричинений іонізуючим опроміненням всього тіла дозами >1 Гр/100 рад. ГРС має передбачуваний клінічний перебіг, який включає чотири періоди: 1) продромальний, 2) латентний, 3) явне захворювання, 4) одужання або смерть. Час переходу між фазами залежить від поглинутої дози. Чим вища доза для всього тіла, тим коротша кожна з фаз. У Таблиці 8 нижче показано час до появи продромальних симптомів залежно від дози.<sup>16</sup>

## Малюнок 2. Час до виникнення блювання



Малюнок 4. Час до виникнення блювання, оригінальні дані, зібрані при аналізі трьох типів інцидентів зі значними дозами опромінення (загальна кількість випадків = 108)

Нудота, блювання, діарея, гарячка та транзиторна еритема шкіри характеризують продромальний період, який може тривати від хвилин до днів. Потім пацієнт може виглядати добре протягом кількох годин або навіть кількох тижнів під час латентного періоду, який характеризується тихим руйнуванням клітин і тканин. Пізніше ця деструкція проявляється клінічно як один або більше з трьох синдромів: 1) гемопоетичний (Г-ГРС), 2) шлунково-кишковий (ШКТ-ГРС), 3) цереброваскулярний (Ц-ГРС). Смерть може настати протягом кількох днів у випадку шлунково-кишкових і цереброваскулярних синдромів, але може бути відстрочена на тижні у випадку гемопоетичного синдрому.<sup>14,17-18</sup>

Без втручання летальна доза ( $LD_{50/60}$ ) у випадку іонізуючого випромінювання становить близько 4 Гр. При належному втручанні та лікуванні доза зростає приблизно до 6 Гр. Досвід тих, хто отримав навіть вищі дози, показує, що за умови агресивної ресусцитації та інтенсивної терапії виживання можна

продовжити до місяців. Цей фактор може привести до кінцевої необхідності евакуації цих постраждалих.<sup>14</sup>

**Таблиця 8. Гострі радіаційні синдроми**

Гострі радіаційні синдроми									
	Шлунково-кишковий		Гемопоетичний		Цереброваскулярний		Лікування	Прогноз	
Доза	Блювання (час до виникнення,%постраждалих)	Діарея	Лімфоцитопенія	Температура тіла	Головний біль	Свідомість	Клінічна допомога	Початок появи симптомів	Смертність
<1Гр	Рідко	Відсутня	Відсутня	Звичайна	Відсутній	Не порушена	Не потребують	>30 днів	Не виникає
1-2 Гр	>2 год, 10-50%	Відсутня	48 год, легка-помірна	Звичайна	Легкий	Не порушена	Амбулаторне спостереження	>30 днів	Не характерна
2-4 Гр	1-2 год, 70-90%	Легка	48 год, помірна-тяжка	↑ в межах 1-3 год	Легкий	Не порушена	Спостереження в умовах стаціонару	18-28 днів	Рідко при 2 Гр, ~50
4-6 Гр	<1 год, 100%	Легка, в межах 3-8 год	48 год, тяжка	↑ в межах 1-2 год	Помірний, 2-24 год	Не порушена	Стаціонарні умови	8-18 днів	20-70% на 4-8 тижнів
6-8 Гр	<30 хв, 100%	Тяжка, в межах 1-3 годин	24 год, тяжка	↑ < 1 год	Сильний, 3-4 год	Може бути порушена	Стаціонарні умови	<7 днів	> 70% на 1-2 тижнів
>8 Гр	<10 хв, 100%	Тяжка < 10 хв	<24 год, тяжка	↑ <1 год	Сильний, 1-2 год	Втрата свідомості за сек-хв	Паліативна допомога	Негайні прояви	Скоріше за все в межах 1-2 тижнів

Джерело: Створено COL (Ret.) Melissa Givens, USA

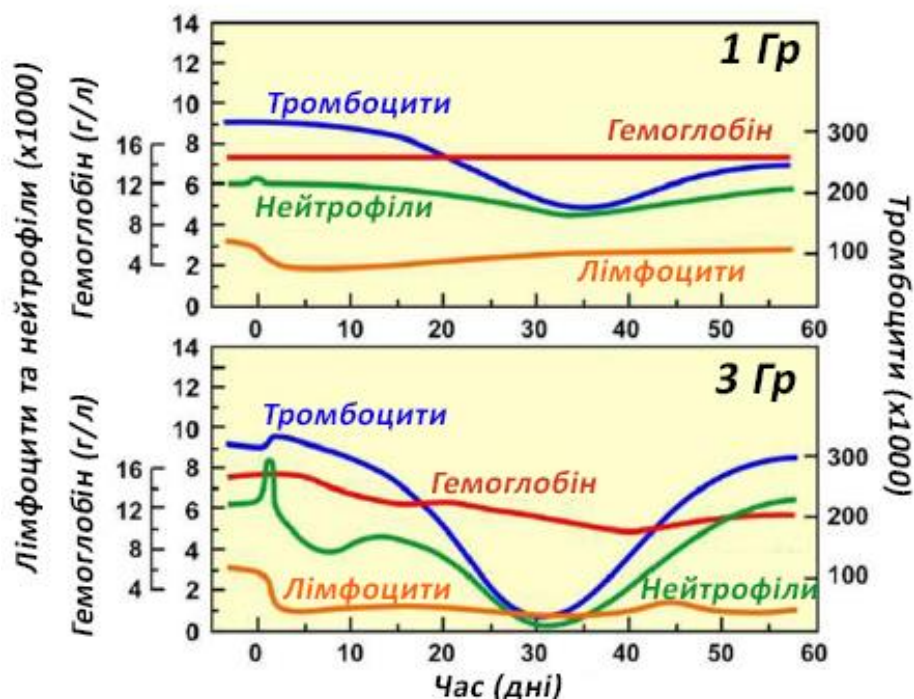
До початку прояву наслідків від отриманої дози менше 1-2 Гр може минути більше двох тижнів. У масових випадках, тих, хто отримав легкі дози (1-2 Гр) без травми, можна спостерігати амбулаторно та евакуювати за допомогою немедичних транспортних засобів. За цими постраждалими необхідно постійно спостерігати та регулярно переоцінювати їх стан здоров'я на предмет погіршення.

Постраждалих, які зазнали опромінення у помірних та великих дозах (>2 Гр), слід госпіталізувати та визначити пріоритет для евакуації, щоб отримати спеціалізовану допомогу до початку явного періоду захворювання. Основою лікування пацієнтів у продромальному періоді ГРС є підтримувальна терапія. Її можна забезпечити на 1-3 етапах медичної допомоги або на етапі тривалої допомоги в польових умовах під час очікування евакуації.

Лікування, яке може бути потрібне в очікуванні транспортування до місця остаточного лікування, описана в Таблиці 9. Подумайте про ранню консультацію з гематологом/онкологом та/або використання консультативної лінії ADVISOR щодо лікування симптомів та гострого радіаційного синдрому.



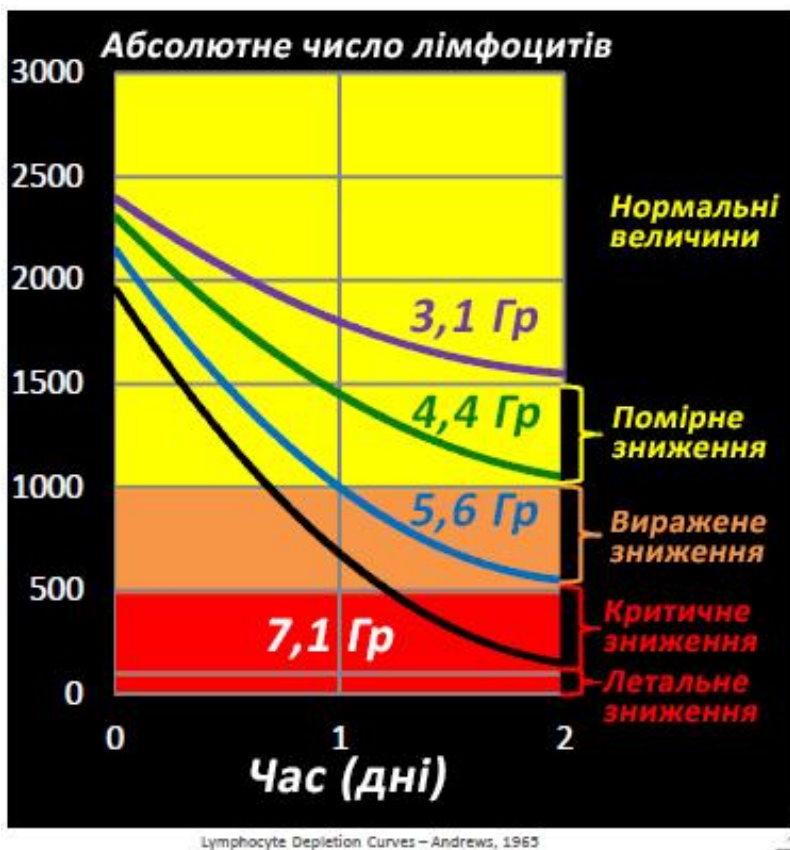
Малюнок 3. Дія радіації на систему крові



- Лімфоцити мають високу радіочутливість
- Підрахунок лімфоцитів можна використовувати для ранньої діагностики ГРС
- Зниження рівня лімфоцитів на 50% через 48 годин властиве для дози >/+3 Гр

Джерело: Курс «Медичні ефекти іонізуючого випромінювання» (англ., *Medical Effects of Ionizing Radiation (MEIR) Course*)

Малюнок 4. Оцінка дози з використанням динаміки рівня лімфоцитів крові



- Реакція лімфоцитів залежить від дози – значне зниження вказує на більші дози.
- Можна використовувати для оцінки доз від 3 до 7 Гр – якісна відповідь
- Зниження рівня лімфоцитів на 50% в межах 48 годин вказує на поганий прогноз (> 4 Гр).

Джерело: Криві зниження рівня лімфоцитів - Andrews, 1965, Курс «Медичні ефекти іонізуючого випромінювання» (англ., *Medical Effects of Ionizing Radiation (MEIR) Course*)



Малюнок 5. Ядерна детонація в умовах бойових дій



Джерело: Курс «Медичні ефекти іонізуючого випромінювання» (англ., *Medical Effects of Ionizing Radiation (MEIR) Course*)

Таблиця 9. Терапія гострого радіаційного синдрому

Терапія гострого радіаційного синдрому		
Показання	Втручання	Особливості
Нудота/блювання	Ондансетрон: ВВ: 0,15 мг/кг або 8 мг, з наступним введенням 1 мг/год протягом наступних 24 годин Перорально (ПО): 8 мг у вигляді оральних розчинних таблеток/ПО, кожні 4 години	Переконайтеся, що час початку блювання задокументовано перед тим, як застосувати протиблювотні засоби
Заміщення рідини при блюванні/діареї	Інфузійна терапія кристалоїдами та ентеральна ресусцитація при переносимості	Для заміщення об'єму рідини необхідно враховувати також і опіки
Профілактика інфекцій Показана, якщо абсолютна нейтропенія <1000 мкл	<ul style="list-style-type: none"> <li>Зворотна ізоляція та запобіжні заходи щодо нейтропенії</li> <li>Деконтамінація кишечника антибіотиками</li> <li>Підтримка ентерального харчування</li> <li>Використання повідон-йоду/хлоргексидину для дезінфекції шкіри або використання м'якого мила та води</li> <li>Заохочення якісної гігієни порожнини рота<sup>19,20</sup></li> </ul>	Уникайте антацидів і H2-блокаторів через ризик надмірного росту бактерій.
Інфекція	Для лікування інфекцій слід використовувати антибіотики (фторхінолони), противірусні (ацикловір) та протигрибкові (флуконазол) препарати.	Може розглядатися як профілактика у пацієнтів зі стійкою низькою АКН. Зверніться до рекомендацій Товариства інфекційних хвороб Америки (IDSA) щодо ведення нейтропенічної гарячки.
Цитопенія	Препарати крові (опромінені та збіднені лейкоцитами)	Час до виснаження клітинних ростків крові залежить від дози
Профілактика при впливі >2 Гр Або Г-ГРС	<ul style="list-style-type: none"> <li>Філграстим: 10 мкг/кг/день (округлено до найближчого розміру флакона 300 мкг/0,5 мл або 480 мкг/0,8 мл) підшкірно. Продовжуйте щоденне введення до тих пір, поки абсолютна кількість нейтрофілів (АКН) не стане &gt; 1000 у 3 послідовних щоденних аналізах або більше 10 000 після радіаційно індукованого найнижчого рівня АБО</li> <li>Пегфілграстим: 6 мг/0,6 мл підшкірно. Друга доза вводиться через тиждень після початкової дози АБО</li> <li>Сарграмостим: 7 мкг/кг підшкірно для дорослих і дітей ПЛЮС</li> <li>Роміпlostим: 10 мкг/кг підшкірно одноразово.<sup>19-23</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Введіть якомога швидше після підозрюваної або підтверженої дози опромінення &gt; 2 Гр, не відкладайте, якщо загальний аналіз крові недоступний.</li> <li>Застосування в межах 24 годин асоціювалося зі збільшенням виживаності в дослідженнях на тваринах. Користь може бути ймовірною, якщо приймати його пізніше 24 годин</li> </ul>

## КОМБІНОВАНЕ УРАЖЕННЯ

Детонація ядерної зброї та RDD може призвести до радіаційного ураження, зовнішньої та внутрішньої контамінації та супутньої травми. Комбіновані ураження мають синергічний ефект, що призводить до погіршення прогнозу.<sup>24,25</sup>

Пацієнти з гемопоетичним субсиндромом ГРС матимуть підвищений ризик інфікування та кровотечі. Терапію мієлоїдними цитокинами та роміпlostимом слід розпочати якомога швидше.<sup>24,26,27</sup> Хірургічні процедури слід завершити якомога швидше до появи лімфопенії та тромбоцитопенії. Використання цитокінів може подовжити хірургічне «вікно» до настання виснаження формених елементів. Переливання крові слід здійснювати, використовуючи опромінені продукти крові, коли це можливо.

**Таблиця 10. Комбіновані ефекти опромінення всього тіла та опіків на різних моделях тварин**

Комбіновані ефекти опромінення всього тіла та опіків на різних моделях тварин		
Модель	Ураження	Летальність
СОБАКА	20% опіків	12%
	100 сГр	0
	Комбіноване	73%
СВИНЯ	10-15% опіків	0
	400 сГр	20%
	Комбіноване	90%
ЩУР	31-35% опіків	50%
	250 сГр	0
	Комбіноване	95%
МОРСЬКА СВИНКА	1.5% опіків	9%
	250 сГр	11%
	Комбіноване	38%

- Підвищений ризик смертності
- Гірший прогноз
- Множник смертності
- Синергічний ефект

Джерело: Курс «Медичні ефекти іонізуючого випромінювання» (англ., *Medical Effects of Ionizing Radiation (MEIR) Course*)

### ПЕРВИННА МЕДИЧНА ДОПОМОГА

- Стандартні рятувальні втручання при комбінованих ураженнях.
- Дії за алгоритмом ХАВС (англ., (Exsanguination risks, Airway, Breathing, Circulation - ризики знекровлення, дихальні шляхи, дихання, кровообіг).
- Оцінка ризиків розвитку гострого радіаційного синдрому ПІСЛЯ проведення рятувальних втручань.
- Блювання, що виникло в межах перших 4 годин → Можна припустити, що пацієнт отримав променеове ураження.
- Початок серійних розгорнутих аналізів крові кожні 6-8 годин, щоб оцінити гемопоетичний субсиндром у всіх пацієнтів групи ризику.
- Динаміка рівня лімфоцитів: зниження рівня лімфоцитів на 50% через 48 годин корелює з дозою 3-4 Грей.
- Розгляд спеціалізованих методів біодозиметрії, такі як дицентричні хромосомні аналізи (ДХА, англ., Dicentric Chromosome Assays, DCA).

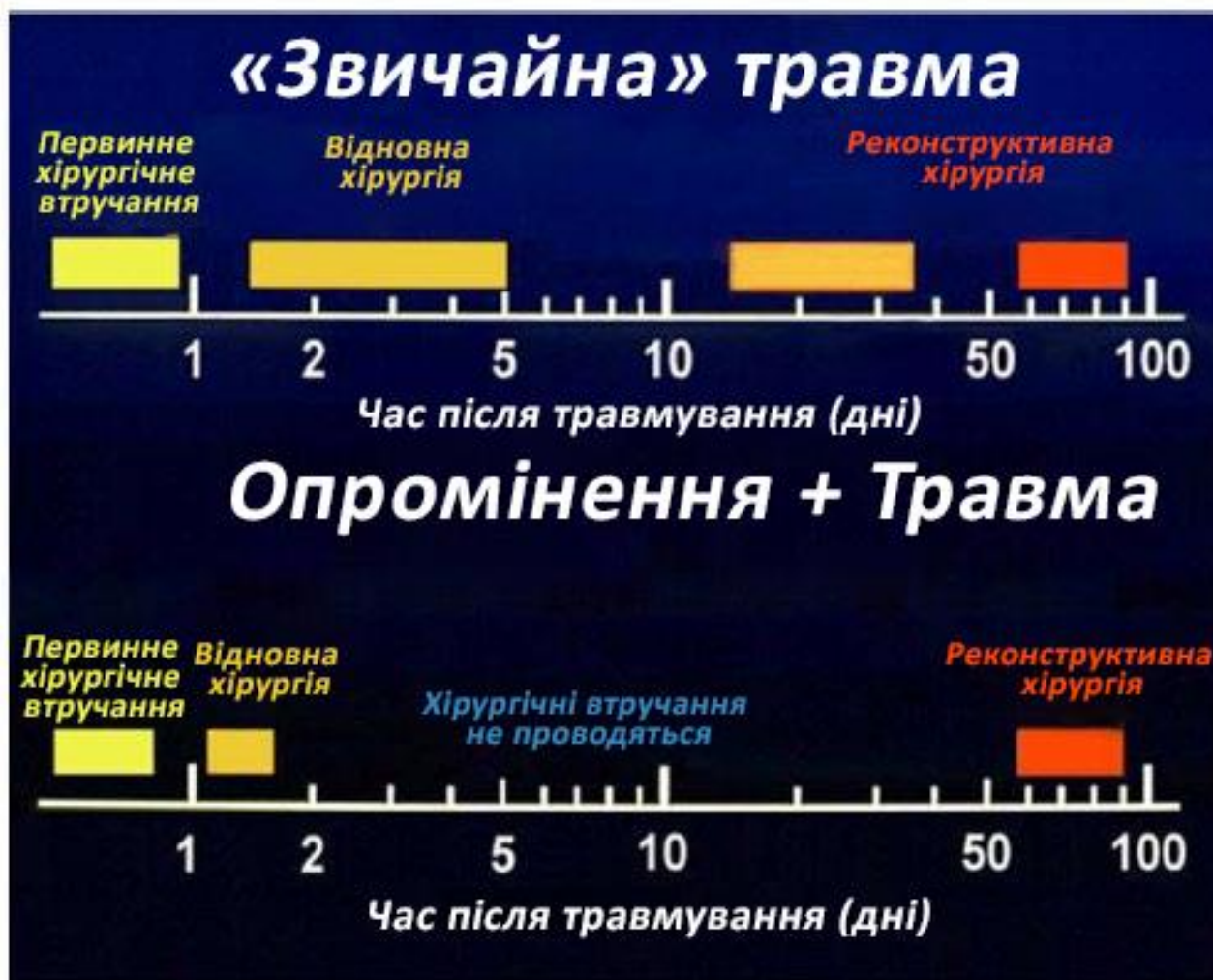
### ВАГТНІСТЬ

- Плід дуже чутливий до радіації.
- Плід, зазвичай, отримує дозу меншу, ніж мати, за винятком наступного:
  - Є внутрішня контамінація – близькість сечового міхура до матки
  - При опроміненні радіоактивним йодом – щитоподібна залоза плода дуже активно поглинає йод після 12 тижнів гестації
- Потрібна окрема оцінка дози для даної категорії пацієнток.
- Препарати категорії С (спостерігались побічні ефекти на тваринах, але не було досліджень на людях)
- Усі колонієстимулюючі фактори
- Більшість протимікробних засобів
- Багато протиблювотних засобів
- Вода є чудовим засобом захисту від радіації.

## РАННЕ ХІРУРГІЧНЕ ВТРУЧАННЯ

- Не відноситься до втручань для порятунку життя (які слід виконувати негайно), а до процедур, які слід виконати в межах 1-2 тижнів для «нормального» пацієнта, який не зазнавав опромінення (наприклад, пацієнт з переломами кісток обличчя).
- **Хірургічне втручання слід проводити до того, як почне знижуватись рівень нейтрофілів і тромбоцитів**
- У межах перших 36–48 годин
- Використання цитокінів гранулоцитарного колонієстимулюючого фактора може розширити це часове «вікно»

Малюнок 6. Часові рамки виконання хірургічних втручань в межах 36-48 годин



## ВНУТРІШНЯ КОНТАМІНАЦІЯ

Внутрішня контамінація є результатом проковтування, вдихання або забруднення відкритих ран радіоактивним матеріалом. Ведіть таких пацієнтів як тих, що мають інтоксикацію невідомою речовиною з виконанням повного об'єму токсикологічних досліджень. Ідентифікація ізотопів, яка визначається згідно з анамнезом опромінення або використовуючи спеціальні детектори, має вирішальне значення для визначення медичного лікування. До догляду за цими пацієнтами застосовуються деякі загальні принципи, які базуються на зниженні триваючого впливу та інкорпорації. Доступні методи зменшення внутрішнього забруднення включають блокування, розведення, хелатування та зміну хімічного складу для інтенсифікації виведення ізотопу з організму. Промивання або використання проносних засобів може зменшити всмоктування в шлунково-кишковому тракті; контамінацію в легенях можна зменшити за допомогою бронхоальвеолярного

лаважу; контаміновані тканини в ранах можна висікти або ретельно промити. Подальше лікування скеровують на декорпорацію ізотопів.

Існує обмежена кількість засобів протидії, які схвалені для використання у випадках, пов'язаних із радіоактивним цезієм, стронцієм, йодом і плутонієм. Медична розвідка, моделювання та використання радіонуклідних детекторів допомагають створити повну картину для діагностики та лікування внутрішнього забруднення. Лікування пацієнта із внутрішньою контамінацією, як описано в Таблиці 10, починається в межах 24 годин після події. Якщо цього не було розпочато в початкове 24-годинне вікно, лікування має спиратися на вказівки та рекомендації експертів. Йодид калію має обмежене застосування за межами аварій на атомних електростанціях, а також у вагітних/годуєчих жінок і дітей. Вплив на деякі найбільш поширені ізотопи наведена в Таблиці 11.

### ЗАХИСТ ВІД РАДІОАКТИВНОГО ЙОДУ

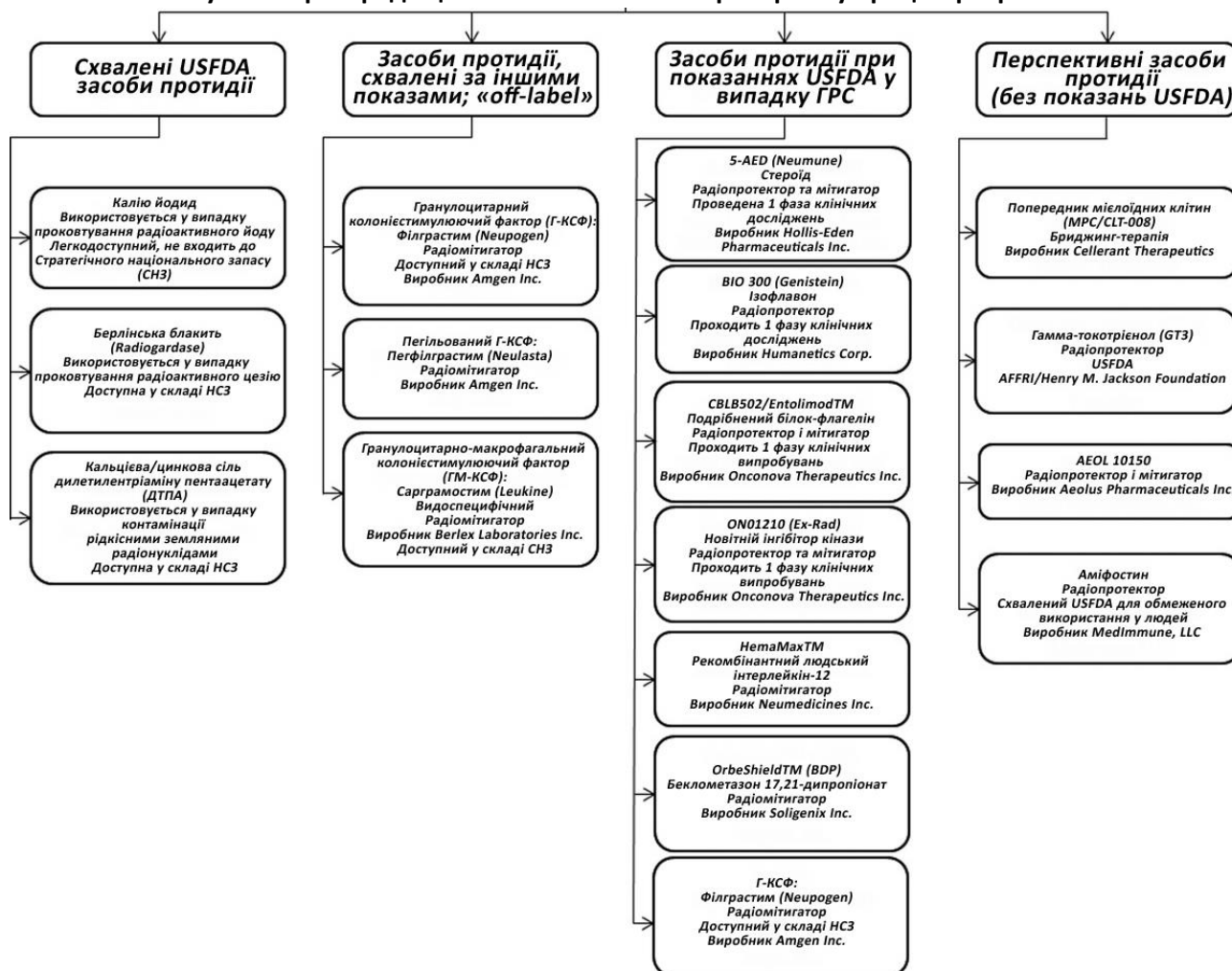
- Використовуйте йодид калію для захисту щитоподібної залози
- Призначайте цей препарат рано
- В ідеалі - в межах 24 годин перед експозицією
- Бажано - в межах 4 годин після впливу
- Захист діє 24 години
- Препарат слід приймати щодня, поки існує ризик
- Пріоритет для укриття має бути в тих, хто не переносить KI, а також вагітних і годуєчих жінок (FDA.gov)

**Таблиця 11. Варіанти лікування при ураженні окремими радіонуклідами<sup>28</sup>**

Варіанти лікування при ураженні окремими радіонуклідами		
Радіонукліди:	Лікування	Дозування
Плутоній Америцій Курій	Са-DTPA або Zn-DTPA Показано, що Са-DTPA в 10 разів ефективніший, ніж Zn-DTPA, якщо застосовувати його в межах 24 годин після впливу. <sup>27,28</sup>	1,0 г 1 раз на добу 5 мл - повільно ВВ болюсно або розвести в 250 мл 5% глюкози, лактаті Рінгера або фізрозчині та вводити протягом 30 хв. Якщо мало місце лише вдихання радіоактивних частинок, то тоді слід проводити інгаляції за допомогою небулайзера у вигляді розчину 1:1 Перейдіть на Zn-DTPA для підтримуючого лікування
Уран	Гідрокарбонат натрію	Титруйте дозу до показника рН сечі 8-9 Почніть з 1-2 мекв/кг ВВ (повільна інфузія)
Цезій	Берлінська блакить	3,0 г 3 рази на добу (орально)
Стронцій	Фосфат кальцію або гідроксид алюмінію <sup>27</sup>	Фосфат кальцію/ гідроксид алюмінію 1200 мг перорально в межах 24 годин або перед прийомом радіоактивних речовин
Радіоактивний йод	Йодид калію. Затримка лікування більш, ніж на 4 години призводить до більшого поглинання радіоактивного йоду щитоподібною залозою	Для постраждалих віком 18-40 років - 130 мг перорально. Для поранених старше 40 років KI показаний лише у випадку опромінення >5 Гр



Малюнок 7. Актуальні протирадіаційні засоби USFDA та препарати у процесі розробки



Джерело: Singh VK; Romaine PLP, Seed TM. Medical countermeasures for radiation exposure and related injuries: characterization of Medicines, FDA-approval status and inclusion into the strategic national stockpile. *Health Physics* 108(6):p 607-630, June 2015 (Медицинські засоби проти радіаційного опромінення та пов'язаних з ним уражень: характеристика ліків, статус схвалення FDA та включення до стратегічного національного запасу)

## ПРОМЕНЕВЕ УРАЖЕННЯ ШКІРИ

Променеве ураження шкіри (ПУШ, англ., cutaneous radiation injury, CRI), також відоме як місцеве променеве ураження, є наслідком опромінення шкіри великими дозами радіації. Порогова доза, що викликає ПУШ, сильно варіюється через індивідуальні фактори пацієнта та властивості випромінювання (доза, потужність дози та якість випромінювання). ПУШ може виникати за відсутності ГРС. Коли це відбувається разом з ГРС, це відомо як шкірний радіаційний синдром (ШРС, англ., cutaneous radiation syndrome, CRS). Ступінь пошкодження шкіри є важливим фактором, що визначає виживання. Негайна поява еритеми зазвичай свідчить про термічний або хімічний опік. Еритема, яка виникає протягом 2 годин після гамма-випромінювання, свідчить про дуже сильне місцеве опромінення. Більшість змін шкіри відбуваються більше, ніж через тиждень після опромінення.<sup>29,30</sup>

Якщо є підозра на гостре опромінення шкіри, прохолодна вода може зменшити запалення. Можуть бути корисними консервативні методи лікування, адаптовані з протоколів для непроменевих ушкоджень шкіри, такі як місцеві стероїди, антигістамінні препарати та антибіотики.<sup>20,31</sup> Системна антибіотикотерапія не рекомендована. Знеболення та відновлення водного балансу є важливою частиною терапії. Потреба у відновленні рідини є меншою, ніж при термічних опіках, але інфузійна терапія повинна бути адаптована до клінічного стану пацієнта.<sup>30</sup>

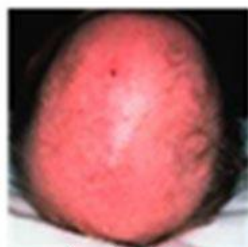


Для пацієнтів, які зазнали сильного опромінення, може бути необхідним спеціалізоване лікування, таке як, наприклад, пересадка шкіри або навіть ампутація для зупинки некротизування тканин.<sup>30,31</sup> Інші методи лікування (імовірно, доступні лише на вищих рівнях надання медичної допомоги), такі як пентоксифілін,  $\alpha$ -токоферол, трансформуючий фактор росту- $\beta$ , фактор росту фібробластів, інтерферон- $\gamma$  та естрадіол можуть бути розглянуті після консультації з радіологом, комбустіологом чи дерматологом.<sup>32-35</sup>

### Малюнок 8. Часові рамки при променевому ураженні шкіри



Два тижні після інциденту



Шість тижнів після інциденту



0 днів після інциденту



24 дні після інциденту



33 дні після інциденту



45 днів після інциденту, після дебридменту (REACTS)

- 3 Гр: Епіляція зазвичай починається через 2-4 тижні після інциденту
- 6 Гр: Еритема може виникнути протягом годин після інциденту, а потім зникнути, з наступною появою вторинної еритеми через 2-4 тижні після інциденту
- 10-15 Гр: Суха десквамація з'являється через 2-4 тижні після інциденту
- 15-25 Гр: Волога десквамація спостерігається через 2-4 тижні після інциденту

### Малюнок 9. Пошкодження шкіри при рентгеноскопії



<http://www.fda.gov/cdrh/rsnaai.html>

Таблиця 12. Лікування променевих уражень шкіри (ПУШ)<sup>37-39</sup>

Лікування променевих уражень шкіри		
<p>Гранулоцитарний колонієстимулюючий фактор (Г-КСФ/G-CSF) та гранулоцитарно-макрофагальний колонієстимулюючий фактор (ГМ-КСФ/GM-CSF) індукують проліферацію та диференціацію гемопоетичних стовбурових клітин. FDA схвалила філграстим (Г-КСФ), пегфілграстим (пегільований Г-КСФ) і сарграмостим (ГМ-КСФ) для лікування гемопоетичного субсиндрому ГРС, спричиненого радіологічними або ядерними інцидентами.<sup>25</sup> Пегфілграстим — це пегільована форма філграстиму, яка має сповільнене виведення, тому його потрібно вводити лише кожні 1-2 тижні. Така його відмінна характеристика дозволяє ввести даний препарат один раз на полі бою, що буде достатнім на період часу до евакуації пораненого для надання остаточної допомоги. Роміпlostим можна комбінувати з Г-КСФ або ГМ-КСФ для стимуляції проліферації мегакаріоцитів кісткового мозку та відповідного збільшення кількості тромбоцитів; препарат схвалено FDA для експозиції &gt;2 Гр.</p>		
<p>Рішення про призначення препарату:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Введіть якнайшвидше після підозрюваної або підтвердженої дози опромінення &gt; 2 Гр, не відкладайте, якщо загальний аналіз крові недоступний.</li> <li>• Застосування в межах 24 годин асоціювалося зі збільшенням виживаності в дослідженнях на тваринах. Користь може бути ймовірною, якщо приймати його пізніше 24 годин.</li> </ul>		
Філграстим	10 мкг/кг/день (округлено до найближчого розмір флакона 300 мкг/0,5 мл або 480 мкг/0,8 мл) підшкірно	Г-КСФ та пегільований Г-КСФ доступні у вигляді однодозових флаконів або однодозових попередньо наповнених шприців, призначених для підшкірної ін'єкції. Обидва продукти потребують охолодження (2С-8С) для зберігання.
Пегфілграстим	6 мг/0,6 мл підшкірно Друга доза вводиться через тиждень після початкової дози	Виробник попередньо наповнених шприців з філграстимом стверджує, що продукт можна використовувати протягом 24 годин після того, як його вийняли з холодильника, а виробник Пегфілграстиму стверджує, що продукт можна використовувати протягом 48 годин, після того, як його вийняли з холодильника.
Сарграмостим	7 мкг/кг підшкірно для дорослих	Сарграмостим
Роміпlostим	10 мкг/кг підшкірно одноразово	Роміпlostим
<p>Ускладнення та побічні ефекти:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Найбільш поширеними є біль у кістках і головний біль.</li> <li>• Висип, медикаментозна гарячка, шлунково-кишкові симптоми, тромбоемболічні події, легеневий синдром (задишка та гіпоксія)</li> <li>• Рідко - збільшення селезінки, що призводить до розриву, застосовувати з обережністю при серпоподібно-клітинній анемії</li> </ul>		

### МОНІТОРИНГ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ (ПЕ)

#### ДОСЛІДЖУВАНІ ГРУПИ

1. Усі пацієнти, які зазнали впливу опромінення
2. Усі пацієнти, які зазнали впливу опромінення та мають супутні травми (тяжкість за шкалою ISS >16 і >2 ділянок тіла з оцінкою за AIS >= 2, CAT <100, ЧСС > 100 в межах 3 годин після травми
3. Усі пацієнти, які зазнали впливу опромінення, мають задокументовані оцінки отриманої дози на основі прямої дозиметрії або клінічних критеріїв.

#### МЕТА (ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ)

1. Біодозиметрія оцінюється у всіх пацієнтів із використанням часу експозиції, часу до початку блювання, +/- АКН.
2. Радіонукліди ідентифікуються якомога раніше, а засоби протидії призначаються згідно з Таблицею 10.

3. Розгорнутий аналіз крові проводиться якомога раніше і повторюється кожні 8 годин для пацієнтів із експозицією >1 Гр.
4. Пацієнти з експозицією >1 Гр, які потребують хірургічного втручання, скеровуються на операцію якнайшвидше.
5. Пацієнти з експозицією >2 Гр отримують засоби протидії згідно з Таблицею 11.
6. Пацієнтам з АКН <1000 проводиться деконтамінація ШКТ.
7. Пацієнти з >1 Гр, які потребують препаратів крові, отримують опромінену кров зі зниженим вмістом лейкоцитів.

#### ПОКАЗНИКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ/ДОТРИМАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ

- Кількість і відсоток пацієнтів, які зазнали впливу опромінення та мають задокументовані оцінки отриманого опромінення.
- Кількість і відсоток пацієнтів із комбінованими ураженнями (опромінення плюс травма/опік).
- Якщо є опік – задокументуйте % обпеченої ділянки від ЗППТ
- Задокументуйте **початок** та **тривалість експозиції**
- Задокументуйте використовувані ЗІЗ
- Задокументуйте джерело та тип випромінювання, якщо це відомо
- Задокументуйте час до початку блювання
- Документуйте температуру щогодини протягом перших 4 годин, а потім - кожні 2 години протягом перших 24 годин

#### ДЖЕРЕЛА ДАНИХ

- Медична картка пацієнта
- Реєстр травм Міністерства оборони США
- TMDS

#### СИСТЕМНА ЗВІТНІСТЬ ТА ЇЇ ЧАСТОТА

Згідно з даними настановами, вказане вище становить мінімальні критерії моніторингу ПЕ. Системна звітність проводитиметься щороку; додатковий моніторинг ПЕ та системну звітність можна проводити залежно від потреб.

Системний огляд та аналіз даних виконуватиме керівник JTS та відділ ПЕ JTS.

#### ОБОВ'ЯЗКИ

Керівник команди з надання допомоги при травмах відповідає за ознайомлення з даними Настановами з клінічної практики, належне дотримання вказаних у ній вимог та моніторинг ПЕ на місцевому рівні.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Chairman Joint Chiefs of Staff. JP 3-11, Operations in Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear (CBRN) Environments, 29 Oct 2018. Validated: 28 Oct 2020
2. National Council on Radiation Protection and Measurements. NCRP Report No. 161, Management of persons contaminated with radionuclides, 2009.
3. Christensen DM, Jenkins MS, Sugarman SL, Glassman ES. Management of ionizing radiation injuries and illnesses, part 1: physics, radiation protection, and radiation instrumentation. J Am Osteopath Assoc. 2014 Mar;114(3):189-99.
4. Christensen DM, Iddins CJ, Parrillo SJ, Glassman ES, Goans RE. Management of ionizing radiation injuries and illnesses, part 4: acute radiation syndrome. J Am Osteopath Assoc. 2014 Sep;114(9):702-11.
5. Gusev I, Guskova A, Mettler F, eds. Medical management of radiation accidents, 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press; 2001.
6. Mettler F, Upton A. Medical effects of ionizing radiation, 3rd ed. Philadelphia: Saunders; 2008.
7. Mickelson AB. Medical consequences of radiological and nuclear weapons. Falls Church, VA: Office of the Surgeon General United States Army and Fort Detrick, MD: Borden Institute; 2012.
8. Canadian Nuclear Safety Commission. Types and sources of radiation. <https://nuclearsafety.gc.ca/eng/resources/radiation/introduction-to-radiation/types-and-sources-of-radiation.cfm>
9. Mettler FA, Voelz GL. Major radiation exposures—what to expect and how to respond. N Engl J Med 346:1554–1561; 2002.
10. Environmental Protection Agency. Radiation Basics. Sources and Doses.
11. Medical Aspects of Radiation Incidents, 4th Edition p.13, July 2017
12. Hick JL, Hanfling D, Burstein JL, Markham J, Macintyre AG, Barbera JA. Protective equipment for health care facility decontamination personnel: regulations, risks, and recommendations. Ann Emerg Med. 2003 Sep;42(3):370-80.
13. Thomas RG. Evaluating and caring for contaminated patients. In advanced hazmat life support for radiologic incidents and terrorism 4th Edition. Ed. Kazzi Z, Nemhauser JB, and Walter FG. University of Arizona. 2016.
14. Flynn DF, Goans RE. Triage and treatment of radiation and combined-injury mass casualties. medical consequences of radiological and nuclear weapons, US Army Office of the Surgeon General, Borden Institute, 2012.
15. Demidenko E, Williams BB, Swartz HM. Radiation dose prediction using data on time to emesis in the case of nuclear terrorism. Radiat Res. 2009 Mar;171(3):310-9.
16. U.S. Department of Health and Human Services. Radiation Emergency Medical Management. Diagnosis and Treatment.
17. Kiang JG, Olabisi AO. Radiation: a poly-traumatic hit leading to multi-organ injury. Cell Biosci 2019; 9:25.
18. Waselenko JK, MacVittie TJ, Blakely WF, et al. Strategic National Stockpile Radiation Working Group. Medical management of the acute radiation syndrome: recommendations of the Strategic National Stockpile Radiation Working Group. Ann Intern Med. 2004;140(12):1037–1051.
19. Dainiak N, Gent RN, Carr Z, et al. First global consensus for evidence-based management of the hematopoietic syndrome resulting from exposure to ionizing radiation. Disaster Med Public Health Prep. 2011;5(3):202-12.
20. Dainiak N. Medical management of acute radiation syndrome and associated infections in a high-casualty incident. J Radiat Res. 2018 Apr 1;59(suppl\_2):ii54-ii64.
21. Singh VK, Romaine PL, Newman VL, Seed TM. Medical countermeasures for unwanted CBRN exposures: part II radiological and nuclear threats with review of recent countermeasure patents. Expert Opin Ther Pat. 2016 Dec;26(12):1399-1408
22. Singh VK, Seed TM. Radiation countermeasures for hematopoietic acute radiation syndrome: growth factors, cytokines and beyond. Int J Radiat Biol. 2021;97(11):1526-1547.

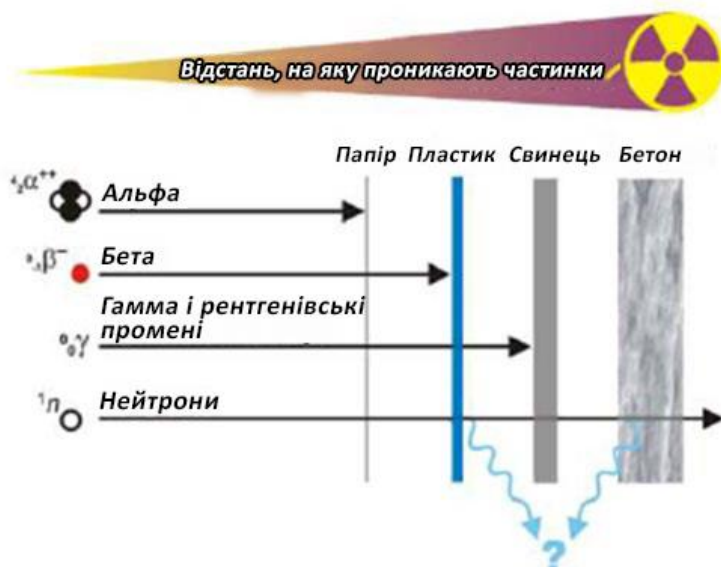
23. Bunin DI, Javitz HS, Gahagen J, et al. Survival and Hematologic Benefits of Romiplostim After Acute Radiation Exposure Supported FDA Approval Under the Animal Rule. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2023 Nov 1;117(3):705-717.
24. DiCarlo AL, Hatchett RJ, Kaminski JM, et al. Medical countermeasures for radiation combined injury: radiation with burn, blast, trauma and/or sepsis. report of an NIAID Workshop, March 26–27 2007. *Radiat Res.* 2008;169(6):712–721.
25. Kiang JG, Garrison BR, Burns TM, Zhai M, Dews IC, Ney PH, Cary LH, Fukumoto R, Elliott TB, Ledney GD. Wound trauma alters ionizing radiation dose assessment. *Cell Biosci* 2012; 2:20
26. Assistant Secretary of Defense. Policy for Department of Defense stockpile of pentetate calcium trisodium injection and pentetate zinc trisodium injection. February 2009.
27. Kazzi ZN, Heyl A, Ruprecht J. Calcium and Zinc DTPA Administration for internal contamination with plutonium-238 and americium-241. *Curr Pharm Biotechnol.* 2012;13(10):1957-63.
28. National Council on Radiation Protection and Measurements. Management of persons contaminated with radionuclides: scientific and technical bases report no. 161, Vol. II, 2008.
29. Iddins CJ, Christensen DM, Parrillo SJ, Glassman ES, Goans RE. Management of ionizing radiation injuries and illnesses, part 5: local radiation injury. *J Am Osteopath Assoc.* 2014 Nov;114(11):840-8.
30. Müller K, Meineke V. Advances in the management of localized radiation injuries. *Health Phys.* 2010;98(6):843-850.
31. Ashcroft GS, Greenwell-Wild T, Horan MA, Wahl SM, Ferguson MW. Topical estrogen accelerates cutaneous wound healing in aged humans associated with an altered inflammatory response. *Am J Pathol.* 1999;155(4):1137–1146.
32. Benderitter M, Gourmelon P, Bey E, Chapel A, Clairand I, Prat M, Lataillade JJ. New emerging concepts in the medical management of local radiation injury. *Health Phys.* 2010 Jun;98(6):851-7.
33. Kagan RJ, Peck MD, Ahrenholz DH et al. Surgical management of the burn wound and use of skin substitutes: an expert panel white paper. *J Burn Care Res* 2013;34(2):60-79.
34. Peter RU, Gottlober P. Management of cutaneous radiation injuries: diagnostic and therapeutic principles of the cutaneous radiation syndrome. *Mil Med.* 2002;167(2) Suppl:110–112.
35. Tattini C, Manchio J, Zaporozhan V, et al. Role of TGF-beta and FGF in the treatment of radiation-impaired wounds using a novel drug delivery system. *Plast Reconstr Surg.* 2008;122(4):1036–1045.
36. Neupogen (filgrastim) Healthcare Provider Site by Amgen.
37. Nuelasta (pegfilgrastim) Official Patient Website.
38. Nplate (romisplatin) Official Patient Website.



## ДОДАТОК А: ЗАСОБИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ





Рівень ризику для персоналу, який реагує на подію, базується на потенційному впливі іонізуючого випромінювання та контамінації. У той час як ЗІЗ легко забезпечують захист від альфа- та бета-частинок, вони не можуть захистити від зовнішнього впливу іонізуючого випромінювання високої енергії та високої проникаючої здатності, наприклад гамма-променів (див. Малюнок 1). Особливості щодо різних ЗІЗ можуть включати широкий спектр варіантів для цивільних, військових, урядових чи польових умов. Такі ЗІЗ можуть або не можуть бути доступними під час початкового реагування. У Таблиці 1 описано рівні ЗІЗ, а в Таблиці 2 наведено рекомендовані рівні ЗІЗ у разі надзвичайної радіологічної ситуації. Детальніше військові ЗІЗ (орієнтоване на бойове завдання захисне спорядження, англ., Mission Oriented Protective Posture, МОРР) і цивільні ЗІЗ описані в Таблицях 3 і 4.

**Малюнок 1. Види іонізуючого випромінювання**



Джерело: Курс MEIR

Таблиця 1. Рівні ЗІЗ

	Рівень А	Рівень В	Рівень С	JSLIST (Joint Service Lightweight Integrated Suit Technology / Технологія полегшеного інтегрованого костюма)
				
<b>Подача повітря</b>	Автономний дихальний апарат або респіратор з подачею повітря; комерційне виробництво; схвалений Національним інститутом безпеки та гігієни праці (NIOSH) як ХБРЯ-ЗІЗ	Автономний дихальний апарат або респіратор з подачею повітря; комерційне виробництво; схвалений NIOSH як ХБРЯ-ЗІЗ.	Щільно прилягаючий повнолицевий повітроочисний респіратор з фільтром Р-100; картридж/каністра для органічних парів і кислого газу	Противітря М-40 або М-50 з повітроочисними картриджами/каністрою
<b>Костюм</b>	Повністю герметизуючий хімічно стійкий костюм і клейка стрічка для герметизації швів	Костюм без газонепроникних властивостей	Одяг з тайвеку або еквівалентного матеріалу і клейка стрічка для заклеювання швів	МOPP 4 JSLIST
<b>Рукавички/черевики</b>	Стійкі до хімікатів рукавиці і бахіли	Стійкі до хімікатів рукавиці і бахіли	Подвійні рукавички та бахіли	Подвійні рукавички і чоботи
<b>Ситуації для використання</b>	Середовище, яке є безпосередньо небезпечним для життя та здоров'я; робота з речовинами, які можуть поглинатися шкірою або є небезпечними для неї	Середовища, які безпосередньо небезпечні для життя і здоров'я; тільки якщо речовини не можуть поглинатися шкірою або не є небезпечні для неї	Перші рятувальники, пошуково-рятувальні роботи та деконтамінація	Перші рятувальники, пошуково-рятувальні роботи та деконтамінація

Таблиця 2. ЗІЗ при надзвичайній радіологічній ситуації

Перші рятувальники: рекомендовані ЗІЗ та дії в умовах надзвичайної радіологічної ситуації	
Тип надзвичайної ситуації	Рекомендовані ЗІЗ
Радіаційна плюс хімічна та/або біологічна небезпека: «комбінована небезпека».	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Перед тим, як комбінована небезпека буде добре охарактеризована: особи, які першими реагують, повинні бути проінструктовані носити комплекти ЗІЗ, які захищають від очікуваних (потенційно кількох) небезпек.</li> <li>• Після підтвердження комбінованої небезпеки: слід проінструктувати перші служби реагування щодо одягання комплектів ЗІЗ, які захищають від визначених небезпек.</li> </ul>
Лише радіаційна подія з високим ризиком зараження (нерадіаційні небезпеки були виключені): наприклад, RDD)	Рівень С зазвичай забезпечує достатній захист органів дихання та шкіри.
Лише радіаційна подія з високим ризиком опромінення (нерадіаційні небезпеки були виключені): наприклад, RED	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ЗІЗ не забезпечує захисту від іонізуючого випромінювання високої енергії із глибоким проникненням у тканини.</li> <li>• Фактори, що сприяють зниженню дози радіації від опромінення. <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Мінімізація часу перебування поблизу джерела радіації.</li> <li>▪ Максимальна відстань від джерела випромінювання.</li> <li>▪ Підвищення фізичного екранування між людиною та джерелом радіації.</li> </ul> </li> </ul>

Джерело: Медичний менеджмент надзвичайної радіологічної ситуації (hhs.gov)

Таблиця 3. Військові ЗІЗ – Спорядження МОПР

Спорядження МОПР	МОПР 4	МОПР 3	МОПР 2	МОПР 1	МОПР 0	Готовність МОПР
<b>Показання</b>	Атака з ХБРЯ-речовинами є неминучою або вже відбулася. АБО ХБРЯ-небезпека повністю не охарактеризована.	Атака з ХБРЯ-речовинами ймовірна або вже відбулася.	Перед атакою. Атака з ХБРЯ-речовинами ймовірна.	Перед атакою. Можлива атака з ХБРЯ-речовинами. Час досягнення МОПР 4 від МОПР 1: ≤4 хвилини	Перед атакою. Період підвищеної готовності. Час досягнення МОПР 4 від МОПР 0: ≤8 хвилин	Перед атакою.
<b>Ступінь захисту</b>	Найвищий ступінь захисту шкіри, очей, органів дихання.	Використовується в місцях, де контакт шкіри з рідинами або парами не є небезпечним. Найвищий ступінь захисту органів дихання	Високий ступінь захисту шкіри.	Високий ступінь захисту шкіри від стійкого впливу хімічних агентів.	Жодного. Негайно. Обладнання має бути доступним і готовим до одягання в межах 5 хвилин.	Жодного
<b>Захист органів дихання</b>	Одягається	Одягається	Носиться як частина спорядження	Носиться як частина спорядження	Носиться як частина спорядження	Носиться як частина спорядження
<b>Захисний костюм</b>	Одягається	Одягається	Одягається	Одягається	Легко доступний	Може бути виданий в межах 2 годин.
<b>Чоботи</b>	Одягається	Одягається	Одягається	Легко доступні	Легко доступні	Можуть бути видані в межах 2 годин.
<b>Захисний шолом/кап юшон</b>	Одягається	Одягається	Одягається	Легко доступні	Легко доступні	Може бути виданий в межах 2 годин
<b>Рукавички</b>	Одягається	Легко доступні	Легко доступні	Легко доступні	Легко доступні	Можуть бути видані в межах 2 годин.

Джерело: ЗІЗ в умовах надзвичайної радіологічної ситуації - Медичний менеджмент надзвичайної радіологічної ситуації (hhs.gov)

**Таблиця 4: Цивільні ЗІЗ в умовах надзвичайної радіологічної ситуації - Медичний менеджмент надзвичайної радіологічної ситуації**

Класифікація OSHA/EPA*	Рівень А	Рівень В	Рівень С	Рівень D
Ступінь захисту	Найвищий ступінь захисту шкіри, очей, органів дихання	Найвищий ступінь захисту шкіри, очей, органів дихання; низький ступінь захисту шкіри.	Нижчий ступінь захисту органів дихання та шкіри. Підходить для реагування на радіаційну подію, коли було визначено, що інші небезпеки відсутні.	Найнижчий рівень захисту органів дихання та шкіри.
Показання	Виявлені або передбачувані небезпеки, що вимагають максимального захисту шкіри, очей і органів дихання. Робота в закритих приміщеннях, де небезпека не була повністю охарактеризована.	Виявлені або підозрювані небезпеки, що вимагають максимального захисту органів дихання. Робота в середовищах, що містять менше 19,5% кисню. Може бути небезпека для шкіри нижчого рівня.	Небезпеки були виявлені. Небезпечна речовина не поглинається відкритою шкірою та не матиме негативного впливу на неї. Дотримані всі критерії для використання повітроочисного респиратора (тобто, концентрація всіх забруднювачів у повітрі відома та відповідна, фільтри доступні, рівень кисню достатній).	У повітрі немає відомих небезпек. Відсутня або дуже низька можливість неочікуваного контакту дихальних шляхів або шкіри з небезпечним агентом.
Хто повинен носити ЗІЗ	Служби реагування (перші рятувальники) Якщо виявлений вплив або існує потенційний ризик впливу біологічних чи хімічних (рідких або пароподібних) речовин	Служби реагування (перші рятувальники) При входженні в зони найбільшого радіаційного забруднення для порятунку постраждалих або захисту цінного майна, необхідного для суспільного добробуту.	Служби реагування (перші рятувальники) та ті, хто першими приймає постраждалих від них. Під час надання допомоги пацієнтам/постраждалим, які можуть бути заражені радіологічним матеріалом.	Ті, хто першими приймає постраждалих від перших рятувальників. Під час роботи в постдеконтамінаційних зонах слід носити стандартні ЗІЗ (відповідно до протоколу) з метою інфекційного контролю

\*Occupational Safety and Health Administration (OSHA) - Управління з охорони праці / Environmental Protection Agency (EPA) - Агентство з охорони навколишнього середовища

1. Інформація EPA щодо ЗІЗ
2. Інформація OSHA щодо ЗІЗ
3. Стандартні ЗІЗ та процедури, що використовуються для запобігання передачі інфекцій у медичних закладах, забезпечують належний захист проти низьких рівнів радіологічного забруднення, які можуть бути виявлені в постдеконтамінаційних зонах лікарні (наприклад, відділення екстреної/ невідкладної допомоги та операційні). Під час надання допомоги особам із високими дозами радіаційного опромінення не вимагається одягання стандартних ЗІЗ, хоча необхідно буде дотримуватися процедур зворотної ізоляції у процесі розвитку нейтропенії.



## ДОДАТОК В: СТАНДАРТИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИЯВЛЕННЯ РАДІАЦІЇ

У додатку міститься інформація про різні технології, які можуть виявляти радіацію та підтверджувати наявність забруднення персоналу чи навколишнього середовища. Більше інформації можна знайти на сайті <https://jacks.jreosbd.army.mil/> Жоден окремий пристрій не може виявити всі форми радіації, і жоден пристрій не може бути корисним у всіх ситуаціях. Прилади виявлення радіації виявляють і вимірюють наступне: 1) конкретні типи випромінювання (наприклад, альфа, бета, гамма, нейтрони), 2) конкретні рівні (або діапазони) енергії випромінювання (у кеВ, МеВ) 3) «Підрахунок» за одиницю часу (хвилина або секунда) 4) рентгени (R) за одиницю часу (наприклад, мілірентген за годину [мР/год]) 5) кумулятивну дозу (в Грей або рад) 6) потужність дози (в Грей або рад за одиницю часу).

## Індивідуальні дозиметри

Індивідуальні дозиметри бувають різних типів і розмірів і залежать від виробника та технічних характеристик, необхідних кінцевому користувачеві.

AN/UDR-13 Radiac Set.  
НСН: 6665-01-407-1237



AN/UDR-13 — це компактний ручний або кишеньковий тактичний дозиметр, здатний вимірювати дозу гамма-випромінювання та потужність дози ядерних опадів.

\*\*Елементи виявлення AN/UDR-13 можуть давати хибнопозитивні та хибнонегативні результати та не є точними для вимірювання радіації відразу після ядерного вибуху.

Пошкодження пристрою нейтронами може призвести до подальших помилкових показників дози з підвищенням температури.

Якщо AN/UDR-13 знаходиться поблизу місця ядерної детонації (в межах 2 км) під час детонації, тоді цей AN/UDR-13 слід використовувати лише для вимірювання потужності дози, а не самої дози.

Персональний дозиметр AN/PDR 75A



Прилад Radiac Set AN/PDR-75 має можливість контролювати та реєструвати опромінення окремих працівників гамма- та нейтронним випромінюванням. Кожній особі слід видати дозиметр PDR-75. Цей пристрій, який носять на зап'ясті, містить нейтронний діод і гамма-детектор із фосфатного скла. При необхідності визначення експозиційної дози дозиметр вставляється в зчитувач CP-696/PDR-75, який потім відображає кумулятивні нейтронні та гамма-дозы.

Детектори	
<p>Пристрої для виявлення радіації бувають різних форм і розмірів, із різними можливостями; вони є легко доступними для підрозділів.</p>	
<p>AN/VDR-2 Radiac Set/Monitor. NSN: 6665-01-222-1425</p> 	<p>AN/VDR-2 є тактичним бета/гамма-дозиметром. Його можна використовувати для проведення наземних радіологічних досліджень з транспортних засобів або використовувати як ручний інструмент для солдатів. Пристрій можна використовувати для визначення рівня забруднення персоналу та ефективності деконтамінації.</p>
<p>FLIR (icx) IdentiFINDER LaBr3</p> 	<p>IdentiFINDER LaBr3 — це комерційний продукт, який видається підрозділам спеціального призначення з ліквідації наслідків ХБРЯ-ураження. Прилад IdentiFINDER є частиною сімейства ручних цифрових гамма-спектрометрів. IdentiFINDER CdZnTe (модель № idF-UL-LGH) містить детектор гамма-випромінювання LaBr3, трубку <math>^3\text{He}</math> пропорційного лічильника нейтронів та детектор високопотужного гамма-випромінювання, поєднаних у портативному приладі для польових умов.</p>
<p>FLIR IdentiFINDER R400</p> 	<p>Підходить для різних видів моніторингу, включаючи універсальне дослідження, реагування на надзвичайні ситуації та моніторинг навколишнього середовища. Виявлення гамма-променів та нейтронів за допомогою детектора NaI дозволяє швидко ідентифікувати ізотоп (бібліотека ANSI N42.34) для визначення загрози; детектор визначає потужність дози та загальну дозу.</p>
<p>AN/PDR-77 Radiac Set. NSN: 6665-01-347-6100</p> 	<p>AN/PDR-77 використовується при реагуванні на інциденти з ядерною зброєю, вимірюванні рівня радіоактивних матеріалів у навколишньому середовищі та моніторингу робочої зони. Система включає альфа-зонд, бета-гамма-зонд і рентгенівський зонд.</p>
<p>RadEye B20-ER (комерційний)</p> 	<p>Безперервний режим детекції потужності дози для швидкої роботи.  Діапазон доз: Потужність дози гамма-випромінювання: від 0 до 100 мЗв/год (від 0 до 10 бер/год);  Контамінація: від 0 до 500 кК/с  Керований за допомогою меню інтерфейс не потребує тривалого навчання та забезпечує швидке опанування роботи з пристроєм</p>

## ДОДАТОК С: БІОДОЗИМЕТРІЯ

Клінічні ознаки та симптоми залежать від дози. Тому знання ранніх маркерів для оцінки дози радіації у пацієнтів, які зазнали радіологічного опромінення, може бути дуже корисним. Дозу радіації можна оцінити, використовуючи час до виникнення блювання, анамнез хвороби та серійні аналізи крові з підрахунком формули. Анамнез хвороби повинен включати обставини підозрюваного опромінення, місцезнаходження відносно до інциденту, укриття та інші цінні деталі щодо опромінення, такі як запах або смак пилу/димув та наявність пилу/сміття на шкірі, на додаток до клінічних симптомів. Якщо доступна лабораторна підтримка, серійні розгорнуті аналізи крові є одним із найбільш доступних і корисних методів для характеристики отриманої дози. Початковий загальний аналіз крові з формулою, а потім серійні вимірювання тричі на день протягом 2-3 днів полегшать визначення швидкості виснаження лімфоцитів. Зменшення кількості лімфоцитів більш, ніж на 50% протягом перших 48 годин вказує на потенційно летальний вплив. Якщо мав місце лише вплив іонізуючого випромінювання, за відсутності лабораторної підтримки або як доповнення до підрахунку лімфоцитів можна використовувати час до виникнення блювання. Блювання **протягом 1-2 годин** після контакту має поганий прогноз.

## Ознаки та симптоми ранньої фази

Симптом	Тяжкий ГРС	Помірний ГРС	Легкий ГРС
Початок блювання	У межах першої години	1-4 години	>4 годин
Блювання за день	>6, погіршується	3-6	1-2, покращується
Діарея	>6	<6	Немає
Головний біль	Сильний	Легкий	Немає
Гарячка	Висока	<39о, нормалізується	Немає

## Оцінка дози за допомогою цитогенетичної біодозиметрії лімфоцитів крові

## Оцінка дози за допомогою цитогенетичної біодозиметрії лімфоцитів крові

**«Золотий стандарт» біодозиметрії**

- Пошкодження ДНК може мати форму подвійного розриву ланцюга, внаслідок чого хромосома «розривається»
- Пошкоджені кінці дуже реактивні та сприяють відновленню або утворенню нових зв'язків поверх пошкоджених

2 різні хромосоми у стані перед реплікацією

1 розрив у кожній хромосомі

Патологічний зв'язок

Реплікація (S)

Дицентричні хромосоми плюс ацентричні фрагменти

- Пошкоджені хромосоми можуть мінятися частинами, що призводить до різних аберантних комбінацій
- Дицентричні хромосоми видно під мікроскопом; таке рідко формується спонтанно



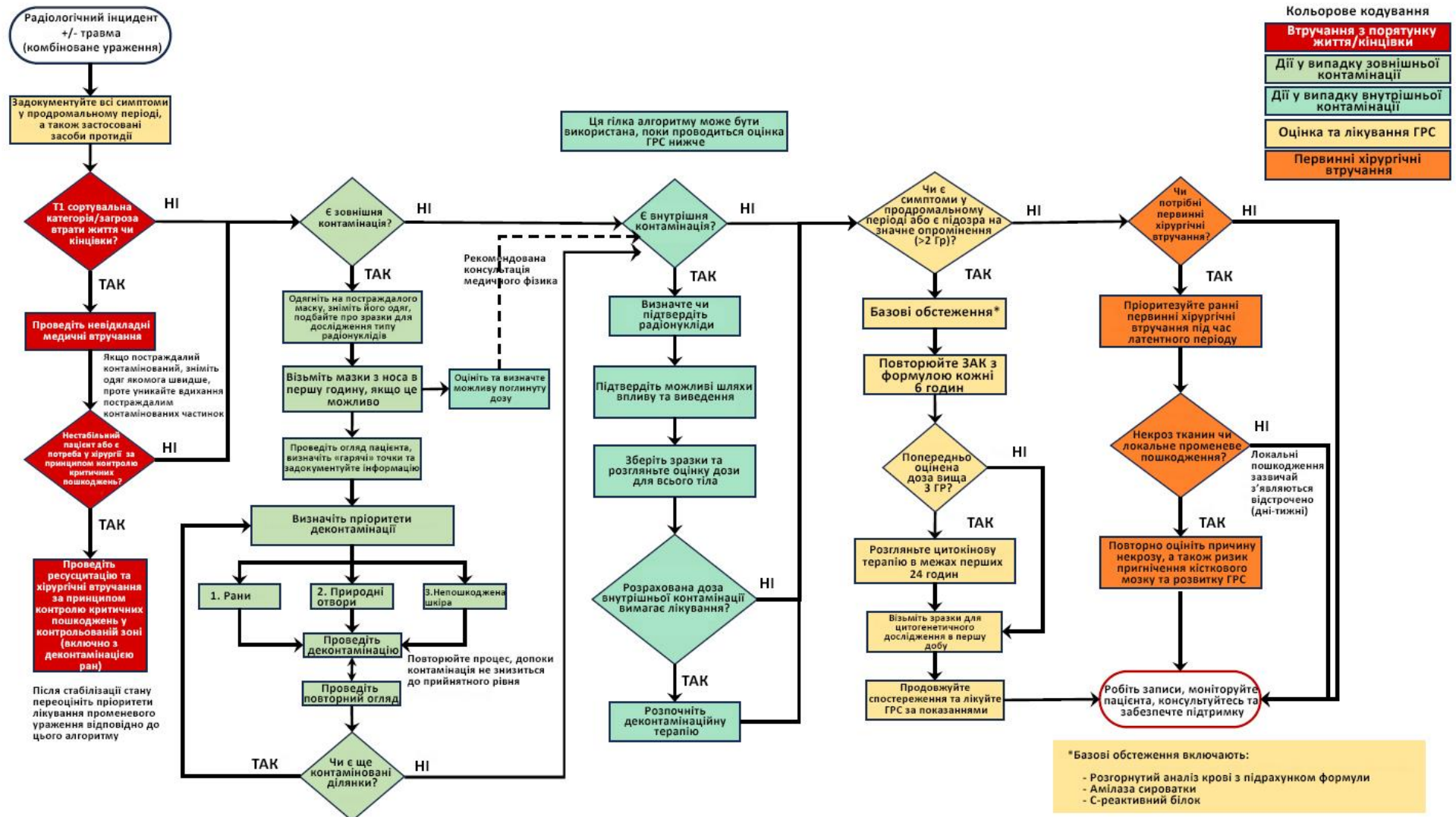
UNCLASSIFIED

AFRRI  
Uniformed  
Services  
University

Цитогенетичний біоаналіз хромосомних аберацій (зокрема дицентрики лімфоцитів) вважається «золотим стандартом» оцінки отриманої дози. Однак зразки повинні бути отримані через 24 години після впливу, а результати можуть бути недоступними протягом 2-3 днів, тому час до появи блювання та кількість лімфоцитів залишаються найкориснішими інструментами в період початкової оцінки. Корисно пам'ятати, що якщо людина не блювала протягом 8–10 годин після опромінення, мало ймовірно, що він чи вона зазнали впливу дози, що перевищує 1 Гр. Інструмент біодозиметричної оцінки Інституту радіобіологічних досліджень збройних сил США (англ., Armed Forces Radiobiology Research Institute Biodosimetry Assessment Tool) — це програмний пакет, який може допомогти постачальникам оцінити опромінення та вибрати лікування. Інструмент має безкоштовний пакет для перших реагувальників під назвою «Сортування відповідно до радіологічної оцінки для перших

рятувальників» (англ., First Responders Radiological Assessment Triage). Ці корисні інструменти можуть сприяти оптимізації стандартизованої системи реагування на ядерний або радіологічний інцидент. На веб-сторінці Департаменту охорони здоров'я та соціального захисту населення від надзвичайних радіологічних ситуацій США розміщені інтерактивні інструменти для допомоги в біодозиметрії. Ці інструменти можна знайти за адресою: [https://remm.hhs.gov/ars\\_wbd.htm](https://remm.hhs.gov/ars_wbd.htm)

## ДОДАТОК D: АЛГОРИТМИ НАДАННЯ ДОПОМОГИ ПОСТРАЖДАЛОМУ ВІД РАДІАЦІЙНОГО УРАЖЕННЯ



Адаптовано з Алгоритму лікування REACT/TS



## ДОДАТОК Е: ФОРМА ДЛЯ ДОПОМІЖНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ХБРЯ-УРАЖЕННІ

Форма JTS для допоміжної клінічної інформації при ХБРЯ-ураженні					
<b>ВИПАДОК ОПРОМІНЕННЯ</b>					
Час виникнення опромінення	<input type="text"/>	Тривалість впливу	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Позначить, якщо дані невідомі	
Тип радіації/речовина (якщо відомо)		<input type="text"/>			
Чи були одягнуті ЗІЗ?		<input type="radio"/> ТАК <input type="radio"/> НІ			
Тип ЗІЗ, якщо вони були		<input type="text"/>			
Чи блював пацієнт після опромінення? <input type="radio"/> ТАК <input type="radio"/> НІ					
Якщо так, через скільки часу після опромінення це сталося? _____ хв					
<b>ТЕМПЕРАТУРА ТІЛА</b>					
Запишіть щогодинні показники температури тіла за перші 4 години					
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Запишіть показники температури, які вимірювались щодві години наступні 16 годин					
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>Коментарі</b>					
<input type="text"/>					
<b>ІНФОРМАЦІЯ ЛІКУВАЛЬНОЇ КОМАНДИ</b>					
Заклад/ Місцезнаходження		<input type="text"/>			
Тип команди		Команда розділялась? <input type="radio"/> ТАК <input type="radio"/> НІ			
ПІБ медсестри/ медпрацівника		Поле для підпису		Дата	
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	
ПІБ лікаря		Поле для підпису		Дата	
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	
<b>ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПАЦІЄНТА</b>					
Прізвище пацієнта		Ім'я пацієнта		Серед- не ім'я	Дата народ- ження
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>
Стать <input type="radio"/> Ч <input type="radio"/> Ж		Сухолутні/ВПС/ВМС		Підрозділ пацієнта	
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	

20 серпня 2024, в.1.0

## ДОДАТОК F: ТЕЛЕМЕДИЧНА КОНСУЛЬТАЦІЯ



Ілюстрація Raymond Samonte

Глобальний портал для телеконсультацій: <https://GTP.health.mil>

---

## ДОДАТОК G: ІНФОРМАЦІЯ ЩОДО НЕ ПЕРЕДБАЧЕНОГО ІНСТРУКЦІЄЮ ЗАСТОСУВАННЯ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ У НАСТАНОВАХ З КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ

---

### МЕТА

Мета цього Додатка — надати роз'яснення політики та практики Міністерства оборони США щодо включення в Настанови з клінічної практики «незатверджених» показань для продуктів, які були схвалені Управлінням з контролю якості продуктів харчування і лікарських засобів США (FDA). Це стосується використання препаратів не за призначенням для пацієнтів, які належать до Збройних сил США.

### ВИХІДНА ІНФОРМАЦІЯ

Незатверджене (тобто «не за призначенням» - “off-label”) використання продуктів, схвалених FDA, надзвичайно поширене в медицині США і зазвичай не регулюється окремими нормативними актами. Проте, згідно з Федеральним законодавством, за деяких обставин застосування схвалених лікарських засобів за незатвердженими показаннями регулюється положеннями FDA про «досліджувані нові ліки». До цих обставин належить використання в рамках клінічних досліджень, а також, у військовому контексті, використання за незатвердженими показаннями згідно з вимогами командування. Деякі види використання за незатвердженими показаннями також можуть підлягати окремим нормативним актам.

Включення до Настанов з клінічної практики використання медикаментів за незатвердженими показаннями не належить до клінічних випробувань і не є вимогою командування. Більше того, таке включення не передбачає, що Військова система охорони здоров'я вимагає від медичних працівників, які працюють в структурах Міноборони США, застосовувати відповідні продукти за незатвердженими показаннями або вважає це «стандартом медичної допомоги». Швидше, включення до CPGs використання засобів «не за призначенням» має поглиблювати клінічне судження відповідального медичного працівника шляхом надання інформації щодо потенційних ризиків та переваг альтернативного лікування. Рішення приймається на основі клінічного судження відповідальним медичним працівником у контексті відносин між лікарем і пацієнтом.

### ДОДАТКОВІ ПРОЦЕДУРИ

#### Виважений розгляд

Відповідно до цієї мети, в обговореннях використання медикаментів «не за призначенням» в CPG конкретно зазначено, що це використання, яке не схвалено FDA. Крім того, такі обговорення є збалансованими у представленні даних клінічних досліджень, включаючи будь-які дані, які свідчать про обережність у використанні продукту, і, зокрема, включаючи усі попередження, видані FDA.

#### Моніторинг забезпечення якості

Що стосується використання «не за призначенням», діяльність Міністерства оборони США полягає у підтримці регулярної системи моніторингу забезпечення якості результатів і відомих потенційних побічних ефектів. З цієї причини підкреслюється важливість ведення точних клінічних записів.

#### Інформація для пацієнтів

Належна клінічна практика передбачає надання відповідної інформації пацієнтам. У кожних Настановах з клінічної практики, де йдеться про використання засобу «не за призначенням», розглядається питання інформування пацієнтів. За умови практичної доцільності, слід розглянути можливість включення додатка з інформаційним листком для пацієнтів, що видаватиметься до або після застосування продукту. Інформаційний листок має в доступній для пацієнтів формі повідомляти наступне: а) що дане застосування не схвалене FDA; б) причини, чому медичний працівник Міністерства оборони США може прийняти рішення використати продукт з цією метою; с) потенційні ризики, пов'язані з таким застосуванням.