РАДІАЦІЙНА МЕДИЦИНА

ПОЛТАВА

УДК 615.84

П81

«Рекомендовано вченою радою Української медичної стоматологічної академії як підручник для студентів вищих навчальних закладів МОЗ України» (протокол № від .21р.)

Автори:

Почерняєва Вікторія Федорівна - д.мед.н., професор кафедри онкології та радіології з радіаційною медициною Української медичної стоматологічної академії

Васько Лариса Миколаївна – к. мед.н., доцент кафедри онкології та радіології з радіаційною медициною Української медичної стоматологічної академії

Жукова Тетяна Олександрівна - к. мед.н., доцент кафедри онкології та радіології з радіаційною медициною Української медичної стоматологічної академії

Югов Валерій Коннстантинович - к. мед.н., доцент кафедри онкології та радіології з радіаційною медициною Української медичної стоматологічної академії

Шаталін Борис Олегович - к. мед.н., асистент кафедри онкології та радіології з радіаційною медициною Української медичної стоматологічної академії

Рецензенти:

Сухіна Олена Миколаївна – д.мед.н., професор, лікар-променевий терапевт відділенні променевої терапії ДУ «Інститут медичної радіології»

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

Катрушов Олександр Васильович – д.мед.н., професор, завідувач кафедри гігієни, екології та охорони праці в галузі Української медичної стоматологічної академії

У підручнику вміщено базові відомості з усіх розділів радіаційної медицини: основи фізики іонізуючих випромінень, дозиметрії, радіометрії, радіаційної безепеки, відомості про радіаційну ситуацію, що склалася після аварії на ЧАЕС. Розглянуто питання впливу іонізуючих випромінювань на організм людини, надано відомості про променеву хворобу, дію малих доз та віддалених наслідків дії іонізуючого випромінюваня. Висвітлено питання диспансерізації населення та ведення державного реєстру. Особлива увага звертається на сучасну концепцію протирадіаційного харчування та засоби, які сприяють виведенню радіонуклідів з організму.

Підручник написано відповідно до програми з навчальної дисципліни «Радіаційна медицина» підготовки фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти та відповідає вимогам до підручників для студентів вищих медичних закладів України III – IV рівня акредитації. Може бути корисним лікарям-інтернам, клінічним ординаторам та студентам університетів при вивченні навчальних дисциплін загально біологічного та екологічного профілю.

ISBN

Список умовних скорочень

Бк – беккерель

бер – біологічний еквівалент рентгена

ВПД – вхідна поверхнева доза

ГПХ – гостра променева хвороба

Гр – грей

ДНК – дезоксирибонуклеїнова кислота

Зв – зіверт

ІВ – іонізувальне випромінення

ІДК – індивідуальний дозиметричний контроль

ІХС – ішемічна хвороба серця

Кі – кюрі

ЛД – летальна доза

МеВ – мегаелектрон-вольт

мЗв/рік – мілізіверт/рік

МАГАТЕ – міжнародна агенція з атомної енергії

МПУ – місцеві променеві ураження

НРБУ-97 – Норми раціаційної безпеки України (1997)

ОСПУ – основні санітарні правила протирадіаційного захисту України

ПЕД – потужність експозиційної дози

Р – рентген

Р/год – рентген/год

Р/с – рентген/секунду

Р/хв – рентген/хв

СОД – сумарна осередкова доза

ХПХ – хронічна променева хвороба

ЗМІСТ

Список умовних скрочень

Вступ

Розділ I Загальні питання ядерної фізики

Розділ II Доза. Дозиметрія іонізуючого випромінювання

Розділ III Організація роботи, оснащення радіологічного відділення та лабораторії для проведення радіометричних і дозиметричних досліджень.

Розділ IV Біологічна дія іонізуючого випромінювання. Радіочутливість

Розділ V Типи радіаційних уражень

1.Гострі променеві ураження

2.Хронічна променева хвороба

3.Променеві реакції і ушкодження

Розділ VI Радіаційна ситуація після аварії на ЧАЕС

Розділ VII Дія малих доз іонізуючого випромінювання

Розділ VIII Віддаленні наслідки аварій на атомних підприємствах

Розділ IX Диспансеризація осіб, що контактують з джерелами іонізуючого випромінювання

Розділ X Методи дослідження патологічних змін в організмі при дії іонізуючого випромінювання.

Розділ XI Сучасна концепція радіозахисного харчування

Список літератури

Тлумачний словник

Додаток:

1.Основні радіопротектори

2. Основні лікарські засоби та харчові добавки

«Радіація - це пломінь
зірок, то ж ставимося
до нього з благоговінням,
щоб він грів людей,
а не спопеляв»
М.І.Пилипенко

Вступ

Нині людство живе у період стрімкого розвитку атомної енергетики, масштабного використання радіонуклідів та інших джерел іонізуючого випромінювання в промисловості, сільському господарстві, інших галузях народного господарства, у тому числі і в медицині.

Проте поряд із позитивними аспектами використання ядерної енергії є й негативні. Насамперед це погіршення екологічних умов за рахунок збільшення антропогенного радіаційного фону, забруднення навколишнього середовища відходами атомного виробництва. Саме у зв'язку із застосуванням у промисловості ядерних технологій, при яких неухильно зберігається ризик виникнення аварійних ситуацій, особливої актуальності набуває питання про небезпечність іонізуючої радіації та ефективність існуючих засобів захисту. В Україні проблема біологічної дії іонізуючої радіації, особливо у малих дозах, та захист від неї продовжує залишатися однією із фундаментальних проблем у комплексі медико-біологічних наук.

Нині ця проблема надзвичайно актуальна у зв'язку з катастрофою на Чорнобильській АЕС, яка визнана самою значущою, по своїй техногенній дії, катастрофою у світі. Чимало людей, у тому числі й учасники ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС, отримали різні дози іонізуючого опромінення, що несприятливо позначилось на організмі, передусім на нервовій, ендокринній, імунній системах та на генетичному апараті.

Тому, оволодіння основами радіаційної медицини вкрай потрібне не лише медикам, біологам, а й представникам інших професій.

Радіаційна медицина – наука, яка вивчає особливості впливу іонізуючого випромінювання на організм людини, принципи лікування променевих уражень і запобігання можливих наслідків опромінення населення. Радіаційна медицина включає в себе широке коло проблем і тісно пов'язана з такими науками, як ядерна фізика, біологія та інші галузі природознавства.

Пропонований підручник складений відповідно до програми з навчальної дисципліни «Радіаційна медицина» підготовки фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти та відповідає вимогам до підручників для студентів вищих медичних закладів України III – IV рівня акредитації. Може бути корисним лікарям-інтернам, клінічним ординаторам та студентам університетів при вивченні навчальних дисциплін загально біологічного та екологічного профілю.

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

Розділ І: ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ЯДЕРНОЇ ФІЗИКИ

Теорії будови ядра атома

1. Планетарна модель будови атома Розерфорда-Бора. Модель атома за Резерфордом припускає наступне:

1) весь позитивний заряд атома і майже вся його маса зосереджені в атомному ядрі – області, яка займає дуже малий об'єм, порівняно з усім об'ємом атома (лінійні розміри ядра приблизно дорівнюють 10^{-15} – 10^{-14}*м,* а лінійні розміри атома 10^{-10}*м*)

Пізніше було встановлено, що ядро атома завжди містить ціле число позитивних елементарних зарядів, тобто заряд ядра виражається формулою q=Ze, де е – елементарний заряд; Z-номер хімічного елемента в таблиці Менделєєва.

2) навколо ядра з великою швидкістю коловими орбітами рухаються електрони,подібно до планет навколо Сонця. Радіус клової орбіти самого далекого від ядра електрона і є радіус атома.

3) сумарний негативний заряд електронів дорівнює позитивному заряду ядра-атом в цілому нейтральний.

4) електрон утримується на орбіті Кулонівською силою притягання до ядра, яка надає електрону доцентрового прискорення.

2.Крапельна модель. Ядро подібно до краплі, в якій функцію міжмолекулярних сил зчеплення виконують ядерні сили. При збільшенні кількості протонів зменшується енергія зв'язку частин в ядрі через збільшення кулонівських сил. За крапельною моделлю для того, щоб ядро було стабільним, співвідношення між числом протонів і атомною вагою повинно бути строго визначеним і дорівнює**:**

$$N = \frac{A}{1{,}98 + 0{,}015 \times A^{2\backslash 3}}.$$

N – число протонів.

A – атомна вага

При зміні співвідношення між нейтронами і протонами ядро стає нестабільним або через збільшення кількості нейтронів, або через зменшення їх кількості.

Як і в краплі, поверхня ядра може коливатися і при збільшенні амплітуди коливань ядро, може ділитися з виходом частин, що аналогічно випаровуванню молекул.

3. Оболонкова модель. Спостерігали, що збуджені атоми, як і ядра, виділяють електромагнітне випромінювання у вигляді гамма-квантів. Крім того, було визначено, що аналогічно хімічній стабільності при збільшенні атомної маси періодично повторюється підвищена стійкість ядер. Особливо стійкі і поширенні в природі атоми, де протонів 2, 8, 20, 50, 82 і нейтронів 2, 8, 20, 50, 82, 126. Це - He, O, Ca, Pв.

Згідно оболонкової моделі:

1. Нуклони знаходяться на енергетичних рівнях, де може бути не більше одного протона і одного нейтрона.
2. Групи близьких рівнів утворюють оболонку.
3. Оболонки заповнюються за принципом мінімальної енергії.
4. При збудженні ядра нуклони можуть переходити на вищий енергетичний рівень, повернення їх на попередній рівень супроводжується виділенням енергії у вигляді гамма-кванта. Коли квантовий перехід утруднений, ядро може більш чи менш довго залишатися збудженим - метастабільний ізомер.

Види випромінювання: електромагнітне і корпускулярне.

Властивості випромінювань:

1. Проникаюча властивість;
2. Іонізуюча;
3. Фотохімічна дія;
4. Світлозбуджуюча дія;
5. Властивість змінювати електропровідність напівпровідників;
6. Біологічна дія.

Радіоактивність - це властивість самовільного перетворення ядер одного елемента до ядра іншого з випромінюванням енергії у вигляді променів, в тому числі і іонізуючих. Виділяють природну і штучну радіоактивність. Ядро стабільне (за крапельною теорією) тому, що нейтрони і протони тримаються один біля одного ядерними силами.

Властивості ядерних сил:

1. Це найсильніші в природі з відомих, бо нічим не можна порушити стабільне ядро.
2. Вони зарядово незалежні (об'єднують протони і нейтрони).
3. Діють лише на дуже коротких відстанях, так як природа цих сил квантова і пов'язана з обміном нуклонів π±-мезонами, які утворюють тонку хмару навколо протонів і нейтронів. Обмін π±-мезонами можливий лише на відстані не більше 10-15м, тому вони діють тільки в ядрі.
4. Ядерні сили можуть насичуватися, так як кожен нуклон може взаємодіяти тільки з обмеженим числом найближчих до нього нуклонів.

Розпад ядер супроводжується випромінюванням енергії у вигляді альфа-, бета-, гамма-випромінювання та інших. Існує три радіоактивних сімейства: 238_{92}U урану, 238_{90}Th торію, 235_{92}Ua ураноактинію, 222_{89}Ac актинію. Всі вони розпадаються до різних ізотопів свинцю.

Види розпадів:

1.Альфа-розпад $a_zX \rightarrow 4+2\alpha + a-4z-2y + Y$ при надлишку протонів і нейтронів.

2.Бета-розпад $a_zX \rightarrow 0-1e + aZ+1y + Y$ при надлишку нейтронів він перетворюється в протон. Це супроводжується випромінюванням електрона.

3.Позитронний розпад $a_zX \rightarrow 0+1e + az-1y + \nu$ мало нейтронів, протон, перетворюється в нейтрон, випромінюючи позитрон.

4.Електронний захват $a_zX + 0-1e \rightarrow az-1+ Y$ мало нейтронів.

При бета і альфа розпаді утворене нове ядро знаходиться в збудженому стані, що супроводжується (за оболонкової моделі) випромінюванням Y-променів, це найчастіше відбувається миттєво, але іноді збуджений рівень живе навіть довше годиник, це метастабільний стан ядра. Такі ядра випромінюють

тільки Y - кванти. Це явище використовують у генераторах, які застосовуються для мічення різних сполук у радіоізотопної діагностики.

11350Sn + 01B → 133m49 In→ hv → 11349In , T 1\2 = 100 хв.

9942Mo + 0-1B →99m43 Tc → hv →9943 Tc, T 1\2 = 6 годин.

Це приклади ізомерного переходу. Після розпаду ядра якийсь нуклон в ньому переходить на вищий енергетичний рівень. Повертаючись назад він випромінює гамма-квант. Якщо він по дорозі вибиває електрон, то це приклад ще одного виду розпаду, який називається внутрішньої конверсією.

Розпад ядер радіоактивних елементів.

23592U + 10 n → 23692U→ 9036Kr + 14156Ba + 5 10n

9036Kr → 9037Rb →9038Sr → 9039I → Zr 9040

Синтез ядер :

21H + 31H →42He + 10n + E (~ 17 МЕВ)

63Li + 21H → 42He + 42He + E (26 МЕВ)

Штучна радіоактивність

У 1934 році Ірен Жоліо Кюрі і Фредерік Жоліо Кюрі вперше отримали радіоактивний елемент.

42He + 2713Al → 10n + 3015 P → 0 + 1p + 3014Si + Y

T 1 \ 2 = 2,5хв

Одночасно вони відкрили позитронний розпад, але не змогли розпізнати нейтрон. Його відкрив англійський фізик Чедвік, а італійський фізик Фермі використав нейтрони для створення штучних радіоактивних елементів:

1. З швидкими нейтронами *(20 -0,5 МЕВ). AZX \ n. a \ = A-3Z-2 Y.*
2. З проміжними нейтронами *(500 -0,5 КЕВ) AZX \ n. p \ = AZ-1 Y*
3. З повільними нейтронами *(до 0,5 ЕВ) AZX \ n \ = A + 1ZX.*

Закон радіоактивного розпаду - за однаковий проміжок часу розпадаються однакові частини нестійких атомів.

A = A0 ел t

де е – основа натурального логарифму

Л, – постійна розпаду, яка визначається кількістю атомів, які розпадаються за одиницю часу

t - час розпаду.

$$Л = \frac{0,693}{T_{1\backslash 2}}$$

де 0,693= ln 2

T1\2 – час, за період якого розпадається половина початкової кількості атомів.

T1\2 і $T_б$ визначають Теф (ефективне) - ефективний період напіввиведення.

$$T_{еф} = \frac{Тб \times T_{1\backslash 2}}{Тб + T_{1\backslash 2}}$$

де $T_б$ – біологічний період напіввиведення

Активність - міра, кількість розпадів за одиницю часу. Її вимірюють в Бк і Кюрі.1Бк = 1 розпад за 1сек.

1Кюрі = $3,7 x 10^{10}$ розпадів за 1сек. одного граму радія.

Розділ II: ДОЗА. ДОЗИМЕТРІЯ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Доза - енергія, передана іонізуючим випромінюванням елементарному об'єму або масі речовини, що опромінюється.

Для кількісної характеристики квантового випромінювання введена величина, названа експозиційною дозою - Х - доза, поглинена в повітрі. В одиницях СІ вимірюється в кулонах\кг. 1 кулон\кг дорівнює експозиційній дозі рентгенівського або гама-випромінювання, при якому з'єднана корпускулярна емісія в 1кг сухого атмосферного повітря виробляє іони, які несуть електричний заряд кожного знака рівний 1кл. Позасистемна одиниця - 1 рентген дорівнює дозі випромінювання, при якій з’єднана з рентгенівським або гамма-віпромінюванням корпускулярна емісія утворює на 0,001293г (1см^3) повітря іони, які несуть заряд в одну електростатичну одиницю кількості електричності кожного знака

$$Д = f x,$$

де коефіцієнт пропорційності для рентгенівського f = 0,873.

Д – доза поглинання, х - доза експозиційна.

Поглинена доза. Дія іонізуючої радіації на речовину проявляється в порушенні і іонізації молекул, які входять до його складу. Показником цього впливу служить "поглинена доза".

Поглинена доза - величина енергії поглинута в одиниці маси речовини, що опромінюється. В одиницях СІ вимірюється в Греях 1Гр = 1Дж\кг, тобто дорівнює дозі іонізуючого випромінювання при, якому речовині масою 1кг передається енергія в 1Дж. У позасистемних одиницях РАД (Radiation Absorbed Dose). 1рад = 100 ерг\г і дорівнює дозі, коли масі 1кг передається 0,01Дж енергії. Потужність дози Гр\с для поглиненої дози, а А\кг для експозиційної.

Еквівалентна доза. Різні види іонізуючих випромінювань діють на тканини по-різному, так як пошкодження тканини іонізуючим випромінюванням пов'язано не тільки з кількістю поглиненої енергії, але і з просторовим розподіленням дози. Останнє характеризується лінійної щільністю іонізації. Установлено, що чим вище ця щільність, тим більше

ступінь біологічного пошкодження. Для обліку цього чинника введено поняття "еквівалентна доза".

Еквівалентна доза випромінювання - це така поглинена доза будь-якого випромінювання, яка при опроміненні створює такий же біологічний ефект, як і 1Гр поглиненої дози рентгенівського або гама-випромінювання. Еквівалентна доза визначається рівністю

$$H=D\times G,$$

де D - поглинена доза, а G - безрозмірний коефіцієнт якості, призначений тільки для використання в сфері радіаційного захисту, що і характеризує біологічну ефективність іонізуючого випромінювання даного виду.

Коефіцієнт якості показує, в скільки разів даний вид опромінення має більш сильну біодію, ніж квантове при однаковій поглиненої дози енергії в одиницях маси речовини. Вимірюється в системі СІ в Зивертах:

$$1Зв = \frac{1Гр}{К} = \frac{1Дж\backslash кг}{К}$$

у позасистемних одиницях в Берах

$$1Бер = \frac{1РАД}{К} = \frac{0{,}01Дж\backslash кг}{К}$$

Відносна біологічна ефективність (ВБЕ) різних видів іонізуючих випромінювань

ВБЕ	Вид випромінювання
1	Рентгенівське і гальмівне випромінювання
1	Гамма-випромінювання
1	Бета-частинки, електрони
10	Альфа-частинки
3	Повільні нейтрони
10	Швидкі нейтрони
10	Важкі іони, ядра віддачі

У зв'язку з тим, що опромінення тіла людини відбувається нерівномірно, в інтересах радіаційної безпеки потрібно оцінити можливий збиток здоров'ю

людини від опромінення різних органів. І з цією метою вводиться поняття "ефективна еквівалентна доза" (НЕ), величина якої визначається як:

$$H_E = \Sigma_m \omega_m H_m$$

де Hm - середнє значення еквівалентної дози в органі чи тканині;

ωm - коефіцієнт, який відображає ставлення шкоди опромінення органу або тканини "m" до збитку від опромінення всього тіла при однакових еквівалентіх дозах.

Ефективна еквівалентна доза - це доза, рівномірно поглинена всім тілом, що і створює такий же ризик виникнення збитку для здоров'я від окремих стохастичних ефектів, як і фактичні дози, поглинені в окремих органах або тканинах. При переході від реально поглинених доз в органах і тканинах до ефективної дозі використовуються спеціальні коефіцієнти, які зважують.

Значення тканинних вагових факторів для різних органів і тканин людини

(М.П. Мащенко, 1999)

Органи і тканини	ω_m
Статеві залози	0,20
Молочна залоза	0,05
Червоний кістковий мозок	0,12
Легені	0,12
Щитоподібна залоза	0,05
Кості (поверхня)	0,01
Ободова кишка	0,12
Шлунок	0,12
Сечовий міхур	0,05
Печінка	0,05
Стравохід	0,05
Шкіра	0,01
Інші органі (тканини)	0,025

Обов'язковою умовою дотримання правил радіаційної безпеки є реєстрація і точний кількісний облік величин, що характеризують взаємодію іонізуючих випромінювань з речовиною, в тому числі і біологічною.

Дозиметрія - це визначення кількості та якості іонізуючих випромінювань. За допомогою дозиметрії вирішують два принципові питання:

* пошук джерела випромінювання, визначення його виду, кількості та енергії.
* визначення ступеню впливу випромінювання на об'єкт, що опромінюється.

В основі будь-якого методу реєстрації лежить кількісна оцінка процесів, що відбуваються в опроміненій речовині. Першим приладом для реєстрації випромінювань була камера Вільсона, яку він заповнював повітрям або водяною парою. Якщо крізь таку камеру пропускати альфа промені радіоактивної речовини, то альфа частки будуть вибивати з зовнішніх оболонок атомів газу електрони, перетворюючи молекули газу на іони. Якщо охолодити газ, який знаходиться у камері і зменшити тиск, то відбудеться конденсація пару і шлях альфа-часток буде виглядати як тоненькі смужки туману, які можна сфотографувати.

У радіаційно-гігієнічній практиці і медичній радіології набули широкого застосування лічильники заряджених частинок. У залежності від принципу дії існують лічильники іонізаційні, напівпровідникові (кристалічні), сцинтиляційні, черенковські. Принцип роботи лічильника Черенкова — сцинтиляційний, але замість люмінофору використовується речовина, в якій під впливом випромінювання вибиваються швидкі електрони (видиме черенківське випромінювання). Зупинимося на кожному з них окремо.

Іонізаційний принцип реєстрації лежить в основі роботи іонізаційних лічильників. До них відносяться пропорційні лічильники і лічильники з самостійним розрядом — лічильники Гейгера-Мюллера. Це газонаповнені торцеві або циліндричні конденсатори-лічильники, які реєструють кожну заряджену частинку, що потрапила в лічильник.

Напівпровідникові (кристалічні) лічильники — це теж іонізаційні лічильники, в яких частинка, що пролітає, породжує електрони провідності та «дірки» у напівпровіднику. Невеликих розмірів пластинки, зроблені із сірчаного кадмію (CdS), сірчаного цинку (ZnS), алмазу, хлористого срібла (AgCl), германію, кремнію та інших, включаються у спеціальну радіотехнічну схему. На пластинку спрямовується потік частинок, який слід виміряти. Частинка, яка проникає у напівпровідник, породжує в ньому велику кількість

носіїв струму: електронів провідності та «дірок». Напівпровідник стримує провідність, яка миттєво вплине на зростання електричного струму. Вимірювальний прилад проградуйований так, що він покаже не силу струму, а кількість частинок, які потрапили на пластинку. За кількістю зареєстрованих імпульсів роблять висновок про кількість частинок, що потрапили на пластинку.

Простота пристрою та експлуатації, малі розміри, висока чутливість, швидке зростання імпульсу струму є перевагою кристалічних лічильників.

Лічильники газорозрядні мають зовнішній циліндр і тонку металеву натягнуту по осі циліндра та ізольований від нього проволку. На лічильник подається напруга порядку 1000-1400 В. Лічильник на 90% заповнений парами ізопентанового спирту(10%). Тиск-50-100мм.рт.ст. Заряджена частинка, що потрапила у лічильник, утворює велику кількість пар іонів. Первинні іони (електрони) у сильному електричному полі набувають такої енергії, що починають іонізувати газ у лічильнику і створювати в ньому велику кількість вторинних іонів — газовий розряд, який в електричному ланцюгу дає імпульс струму. Кількість газових розрядів пропорційна кількості частинок, що потрапили в лічильник. Існує важливий показник лічильника — розрізнювальна спроможність — це кількість імпульсів, яку здатний зареєструвати лічильник за 1 сек. Вона залежить від конструкції та робочої напруги. Звичайно лічильники працюють у режимі, який знаходиться усередині «плато» (зона Гейгера), коли кількість імпульсів залежить лише від кількості іонізуючих часток або гамма квантів, що попали на детектор і мало залежить від зміни напруги

Сцинтиляційний метод реєстрації базується на реєстрації спалахів світла, які виникають у сцинтиляторі (люмінофорі) під дією іонізуючих випромінювань. Для виготовлення люмінофорів використовують багато неорганічних і органічних сполук (CsI(Tl), NaI(Tl), CdS, антрацен, трасстільбен, нафталін, тканиноеквівалентні пластмаси із додаванням сірчаного цинку.

Існують також рідкі і газоподібні сцинтилятори, які використовуються для реєстрації альфа-, бета-часток, а також низькоенергетичного фотонного випромінювання за допомогою фотоелектронного помножувача (ФЕП). Там сцинтиляції перетворюються на електричний струм, величина якого і швидкість лічення пропорційні рівню радіації. ФЕП являє собою вакуумний прилад, який має фотокатод, декілька дінодів, розміщених у скляній трубці під певним кутом один до другого і до аноду.

Найчастіше фотокатодом служить сурм'яно-цезієва пластинка. На фотокатод К, діоди і анод А подається певна позитивна напруга, величина якої на кожній наступній парі дінодів зростає у порівнянні з напругою на попередній парі. Під впливом падаючих світлових квантів із фотокатоду вириваються електрони, які прискорюються напругою між фотокатодом і першим дінодом.

Таким чином, потік електронів від діода зростає і на останньому електроді (аноді) з'являється у мільйони разів більше електронів, ніж їх вилетіло із фотокатоду. Ці електрони створюють у ланцюгу ФЕП імпульс струму, який потрапляє в лічильний пристрій. У сцинтиляційному лічильнику розміщують сцинтиляційний кристал безпосередньо біля вікна ФЕП. При проходженні іонізуючих частинок крізь кристал виникають сцинтиляції навіть при слабких імпульсах.

Люмінофор та ФЕП поміщають у світлонепроникний кожух, і єдине джерело світла — сцинтиляції люмінофора. Іонізаційний метод грунтується на вимірювані іонізації активного об'єму детектора (іонізаційної камери) шляхом виміру електричного струму або газових розрядів, що відбуваються в детекторі під впливом іонізуючого випромінювання.

Найпростіша іонізаційна камера являє собою наповнену повітрям колбу з двома електродами, яка живиться від джерела постійного струму. Струм вимірюється чутливим гальванометром. Іонізаційні камери являють собою складову частину багатьох дозиметрів та радіометрів, що використовуються для реєстрації дози, потужності дози, щільності потоку часток.

Електродами можуть бути стінки камери та стержень, закріплений на ізоляторі. Іонізаційні камери бувають плоскими, сферичними, циліндричними та торцевими. Стінки камери роблять з повітряно- еквівалентних матеріалів, тобто 1г такого матеріалу повинен поглинати стільки ж енергії, як і 1г повітря. При звичайних умовах газ між електродами є діелектриком і електричний струм не проводить. Якщо заряджена частина проходить між електродами, газ іонізується, створюються вільні електрони і позитивні іони. Під впливом електричного поля іони рухаються між електродами і в ланцюгу виникає іонізаційний струм. Його величина пропорційна кількості іонізуючих випромінювань, що потрапили в іонізаційну камеру. При цьому значення напруги має бути таким, що включає можливість рекомбінації іонів (струм насичення). Струм вимірюється чутливим гальванометром.

Іонізаційні камери являють собою складову частину багатьох дозиметрів, що використовуються для реєстрації доз, потужності дози. Радіолюмінесцентний (фотолюмінесцентний і термолюмінес-центний) методвимірювання іонізуючих випромінювань полягає у поглинанні і накопиченні енергії іонізуючого випромінювання спеціальними люмінесцентними детекторами з подальшим перетворенням її на люмінесцентну, інтенсивність якої пропорційна дозі іонізуючого випромінювання і зареєструвати яку можна при термостимуляції (нагріванні), чи фотостимуляції (опроміненні ультрафіолетовим промінням) спеціальним реєструючим приладом. Ця властивість люмінофору пов'язана із зсувом у структурних ґратках кристалу люмінофору.

До термолюмінофорів відносяться: LiF, CaF_2, Al_2O_3, $Mg_2B_4O_7$ та ін. Як фотолюмінофор використовується, наприклад, алюмофосфатне скло. Люмінофори у вигляді порошку, таблеток, гранул тощо використовуються для визначення накопиченої дози. Наприклад, для індивідуальної дозиметрії термолюмінесцентний детектор (ТЛД) вставляють у футляр і носять із собою, коли знаходяться в полі іонізуючих випромінювань. Після певного часу накопичення дози детектор розміщують у вимірювальному пристрої,

нагріваючи до певної температури (200-230С0) і на табло або шкалі зі стрілкою визначають накопичену дозу. Детектори заздалегідь калібрують. Термолюмінесцентні детектори мають широкий енергетичний та дозовий діапазон. Такі детектори багаторазового використання і після відповідної термообробки знову придатні для вимірювання доз.

Визначають декілька методів дозиметрії. Один з найстаріших - фотохімічний метод, що базується на здатності випромінювань викликати фотоліз галоїдного броміду срібла (AgBr). При проявленні експонованої фотоплівки срібло відновлюється до металічного і обумовлює її почорніння, інтенсивність якого пропорційна поглинутій енергії випромінювання, тобто дозі. Цей метод використовується, головним чином, для реєстрації індивідуальних доз і є досить чутливим, але потребує уніфікації проявлення плівки і певної її марки.

Хімічний метод базується на вимірюванні виходу незворотних радіаційно-хімічних реакцій, що відбуваються під впливом іонізуючих випромінювань у рідких чи твердих системах, які змінюють своє забарвлення внаслідок радіаційно-хімічних реакцій. До таких реакцій відноситься радіохімічна реакція окислення двовалентного заліза у тривалентне. Деякі органічні та неорганічні сполуки теж можуть змінювати свій колір. Зміна забарвлення пропорційна поглинутій у речовині детектора енергії. Метод використовується для реєстрації значних рівнів радіації.

Нейтронно-активаційний метод пов'язаний з вимірюванням наведеної радіоактивності. Застосовується для вимірювання слабких потоків нейтронів або при короткочасній дії великих потоків нейтронів, також має застосування в аварійних ситуаціях. Особливо широке розповсюдження активаційний метод знаходить у геології, коли необхідно по гамма-випромінюванню, що є результатом наведеної активності, виявити наявність металічних включень на певній глибині буріння. При потраплянні людини у потік нейтронів в її організмі відбувається захоплення ядрами атомів біологічної тканини повільних нейтронів. Тканина стає радіоактивною, що можна визначити за

допомогою гамма-лічильників. Під дією нейтронів активуються натрій, калій, фосфор, хлор, сірка, вуглець, кальцій та інші елементи, які містяться в організмі людини. Перші три відіграють найбільшу роль у визначенні доз від дії нейтронів, тому що інші мають короткі періоди напіврозпаду.

Біологічні методи дозиметрії засновані на оцінці реакції, яка виникає у деяких тканинах при опроміненні їх певною дозою, наприклад, виникнення еритеми, кількість хромосомних аберацій, рівень летальності експериментальних тварин, ступінь лейкопені та інші. Ці методи не досить чутливі і точні, тому найбільшого поширення набули фізичні і хімічні.

Калориметричний метод базується на вимірюванні кількості тепла, що виділяється в детекторі при поглинанні енергії іонізуючого випромінювання і є пропорційним енергії.

Розрахунковий (математичний) метод використовують у клінічній практиці (наприклад при проведенні променевої терапії і інших випадках).

Основні фізичні величини, що застосовуються в радіаційній біології та їх одиниці.

Фізична величина	Одиниця, її назва, призначення (міжнародне та українське)		Співвідношення між одиницями	
	Несистемна	СІ	Несистемна і SI	SI і Несистемна
Активність нукліду урадіоактивного джерела	Кюрі (Си, Ки)	Беккерель(Бк,Bg)	1Ки=3,7×10^{-11}Бк	1Бк=2,7×10^{-11} Бк
Експозиційна доза випромінювання	Рентген (Р, R)	Кулон/кг (Кл/кг, C/Kg)	1Р=2,58×10^{-4} Кл/кг	1Кл/кг=3876Р
Потужність експозиційної дози випромінювання	Рентген за секунду (Р/с, R/c)	Ампер на кг (А/кг, A/kg)	1Р/с=2,58×10^{-4} А/кг	1А/кг=3876Р/с
Поглинена доза випромінювання	РАД (рад, rad)	Грей (Гр, Gy)	1рад=0,01Гр	1Гр=100рад

Потужність поглиненої дози радіації	Рад за секунду (рад/сек, rad/c)	Грей за секунду (Гр/сек, Gy/c)	1рад/сек=0,01Гр/сек	1Гр/сек=100рад/сек
Інтегральне радіаційне дозування	Рад-грам (рад-г)	Джоуль (Дж)	1Рад-г= 10^{-5}Дж	1Дж= 10^{5}РАД-г
Еквівалентна доза радіації	Бер (бер, rem)	Зіверт (Зв, Sv)	1Бер= 0,01Зв	1Зв = 100Бер
Потужність еквівалентної дози радіації	Бер за сек (бер/с, rem/c)	Зіверт за секунду (Зв/с, Sv/c)	1Бер за сек = 0,01Зв/с	1Зв за с= 100 бэр/с

Класифікація приладів для вимірювання радіації за їх призначенням:

- дозиметри;
- радіометри;
- спектрометри

Дозиметри.

Прилади для вимірювання дози або потужності дози іонізуючого випромінювання називаються дозиметрами або рентгенометрами. Вони застосовуються для вимірювання дози або потужності дози, оцінки ефективності захисних пристосувань контролюючих об'єктів або зон, для вимірювання індивідуальних доз опромінення персоналу або населення.

Відомості про величину дози можуть бути отримані шляхом:

- індивідуальної дозиметрії поверхні тіла;
- вимірювання дози в групі людей, які знаходяться в однакових умовах (військова дозиметрія);
- вимірювання дози в повітрі;
- розрахунків за даними про тривалість перебування людей в зоні радіоактивного випромінювання;
- біологічна дозиметрія (наприклад кількість лімфоцитів на третю добу після опромінення).

Радіометри.

Радіометрами називаються прилади для вимірювання:

- сумарної активності і питомої активності об'єктів зовнішнього середовища;

- вимірювання рівнів радіоактивного забруднення поверхонь;

- індикації радіоактивного забруднення;

- вимірювання рівнів радіоактивності біооб'єктів, частин тіла або всього тіла, - медичні радіометри.

Медичні радіометри поділяються на:

Радіометри лабораторні	радіометр лабораторний	реєстрація активності окремих проб або зразків різних органічних і неорганічних речовин (імпульси).
	дозкалібратор	вимір абсолютної радіоактивності речовин, коли відомий обсяг.
Клінічні радіометри	радіометр медичний	для визначення питомої активності (імпульси) вимірювання радіоактивниминості всього тіла або окремого органу, інформація в кількості імпульсів (імпульси)
	радіограф	реєстрація динаміки переміщенийних радіонуклідів в органах, інформація у вигляді кривих на папері.
	сканер	реєстрація розташування радіонуклідів в органах або тілі хворого, інформація у вигляді площинного зображення, яке складається з штрихів на папері.
	сканер профільний	реєстрація накопичення радіонуклідів в тілі при підозрі на метастази. Реєстрація у вигляді кривих на папері.
	сцинтилляційна гамма-камера	реєстрація динаміки переміщення радіонуклідів, розташування, в тілі і органах. Інформація у вигляді кривих і площинного зображення на екрані телевізора.
	радіонуклідний емісійний томограф, однофотонний	реєстрація розташування радіонуклідів в окремих шарах органу з оцінкою функціонального стану. Інформація у вигляді зображень на екрані телевізору.
	радіонуклідний емісійний томограф (електронно-позитронний)	реєстрація кровообігу в тканинах, транспорт різноманітних речовин, метаболізм цукрів, білків, жирів, молекулярного транспорту проникності мембрани, стану рецепторів, розподіл медичних препаратів і фармокінетику.

Спектрометри.

Джерела ядерного випромінювання, як правило, генерують моноенергетичні частки або кванти. Розподіл випромінювання по енергіях називається енергетичним спектром ядерного випромінювання. Прилади, які вимірюють спектри випромінювання, називаються спектрометрами. За допомогою спектрометрів визначають енергію гамма-квантів і на підставі цього елемент, який цей гамма-квант випромінює. Випромінювання енергетичних спектрів різних джерел гамма-віпромінювань за допомогою станціляційніх лічильників проводиться наступним чином: гамма-кванти взаємодіють з матеріалами станціллятора, утворюючи світлові спалахи, величина яких пропорційна енергії гамма-кванта. За допомогою фотопрімножувача вони перетворюються в електричні імпульси, за величиною яких судять про енергію падаючого гамма-випромінювання, - амплітуду. Основою спектрометра (одноканального аналізатора імпульсів) є диференціальний дискримінатор (обмежувач). Послідовно зрушуючи пороги дискримінації, можна заміряти весь діапазон амплітуд і отримати енергетичний спектр випромінювання радіоактивного препарату.

Існують одноканальні і багатоканальні спектрометри; чутливість останніх вища. Такі спектрометри можна застосовувати і для вивчення кількості радіонуклідів в біологічних субстанціях: сечі, крові, слині, мокротинні, тощо. При інкорпорації радіонуклідів, які в своєму спектрі випромінювань мають гамма-кванти, його можна зареєструвати і обчислити на приладі, який має назву спектрометр випромінювань людини.

Розділ III: ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ, ОСНАЩЕННЯ РАДІОЛОГІЧНОГО ВІДДІЛЕННЯ ТА ЛАБОРАТОРІЇ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РАДІОМЕТРИЧНИХ І ДОЗИМЕТРИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Виходячи із завдань медичної радіології та специфіки роботи з джерелом розрізняють шість типів радіологічних відділень:

I – рентгено-діагностичне;

II – дистанційної променевої терапії;

III- лікувального застосування закритих радіоактивних речовин;

IV – променевої терапії відкритими радіоактивними речовинами;

V – діагностичного використання відкритих радіоактивних речовин;

VI – змішані або комплексні відділення.

Згідно ОСП – 2007 працювати з радіоактивними речовинами та іншими джерелами іонізуючих випромінювань необхідно, виконуючи захисні заходи, знижуючи сумарну дозу від усіх джерел внутрішнього і зовнішнього опромінення до рівня гранично допустимої дози для відповідної категорії і групи критичних органів.

Згідно вимог будівельних норм і правил СНІП – II - 69 – 78" для закладу, призначеного для роботи із застосуванням радіоактивних речовин та інших джерел іонізуючого випромінювання, встановлюють санітарно-захисну зону. У ній заборонено розташовувати житлові і промислові споруди, дитячі заклади, лікарні, санаторії та інші оздоровчі заклади, які не належать до тих, для яких встановлюється санітарно-захисна зона. Розміри зони повинні бути такими, щоб запобігти надходження радіоактивних речовин через органи дихання і зовнішнє опромінення до допустимих меж.

Потужність еквівалентної дози, яка використовується при проектуванні та від навколишнього випромінювання (мбер/год)

Категорія опромінюваних осіб	Призначення приміщень і категорія	Проектна потужність дози /Р/ мбер
Категорія А / Т = 36 год а сов	Приміщення для постійного знаходження персоналу для А.	1,4
	Приміщення, в яких персонал знаходиться максимум	2,8

	половини робочого часу	
Категорія Б / Т = 41 годин на тиждень, 52 тижні на рік	Будь-які приміщення і території, де можуть перебувати люди категорії Б.	0,12
Т = 168 годин в тиждень, 52 тижні на рік.	Будь-які приміщення (в тому числі і житлові) територія в межах зони нагляду.	0,08

Прилади для променевої терапії розміщуються в окремому приміщенні або окремому крилі будівлі. Пульт управління апаратом розміщується в суміжному приміщенні. Вхідні двері в приміщення, де знаходиться апарат, повинні блокуватися з механізмами пересування апарату або виключенням високої напруги, щоб виключати випадкове опромінення персоналу, обов'язкова сигналізація про положення джерела випромінювання і перевищення граничної дози випромінювання.

Для роботи II класу з відкритими радіоізотопами мають бути передбачені такі приміщення:

1) приміщення для зберігання радіоактивних ізотопів
2) фасувальна
3) процедурна
4) приміщення для миття інвентарю
5) санітарно-душовий блок
6) кабінети для радіометрії та біологічних проб
7) кабінет для обслуговуючого персоналу.

При використанні радіоактивних ізотопів з діагностичною та лікувальною метою у радіологічному відділенні додатково планується обладнання спеціальним захистом палати на 1-2 місця з усім комплексом, необхідним для обслуговування хворих у звичайному стаціонарі (їдальня, ванна, санітарний вузол). Крім того, у відділенні повинні бути два санпропускника (окремо для хворих і персоналу), з душем і дозиметричним контролем, окремо для персоналу і хворих два санвузли; санітарна кімната для обробки суден, приміщення тимчасового зберігання біологічного матеріалу,

хворих для радіологічних досліджень, матеріальна для зберігання спецодягу, білизни, інструменту, кімната для зберігання забрудненої радіонуклідами білизни, а також приміщення для зберігання захисних контейнерів з радіоактивними відходами. Захисне устаткування двомісної палати складається з товстих стін, бетонної перегородки на зріст людини і захисної ширми, яка дає можливість запобігти прямолінійний виходу випромінювання через отвір дверей.

Радіологічне відділення для закритих радіоактивних препаратів повинно мати: приміщення для зберігання радіонуклідів, муляжну, маніпуляційну, операційну, стерилізаційну та радіологічні палати.

У рентгенологічному відділенні кожен з рентгенівських кабінетів повинен мати процедурну, пультову, фотолабораторію і кабінет лікаря.

Відділення дистанційної променевої терапії складається з кабінетів радіотерапій, де джерелами випромінювання є рентгенівські промені, лінійні і циклічні прискорювачі частинок, які мають заряд. У кожному кабінеті повинні бути: процедурна, пультова, кімната для лікаря.

Відділення для роботи з відкритими радіоізотопними джерелами повинно знаходитися в окремому відділі, ближче до блоку радіологічного відділення для закритих джерел. В радіологічній лабораторії приймають, обліковують, зберігають, видають або вводять хворим радіоактивні ізотопи, призначають локалізацію або розподілу радіоактивних речовин у всьому організмі по окремим органам і тканинам, їх вміст у біологічних матеріалах (тканинах, крові, сечі, та ін), виконують дозиметричний контроль за виконанням умов безпеки робіт з радіоізотопами. Видають хворим радіоактивні речовини для прийому всередину, внутрішньовенно або внутрішньом'язово в пухлини з лікувальною метою у відділеннях IV типу.

У блоці відкритих радіоактивних ізотопів можуть бути передбачені «активні» палати для хворих, яким з лікувальною метою введені (короткоживучі) радіоактивні ізотопи. Їх відокремлюють від радіологічної лабораторії тамбуром, а в блоці передбачають операційну для введення в

патологічні тканини колоїдних розчинів, радіоактивних речовин. Більш доцільно ці маніпуляції здійснювати в операційних для закритих джерел і госпіталізувати хворих в палати цього відділення.

У радіологічних відділеннях IV типу і V типу повинно бути центральне опалення. Меблі повинні бути простої конструкції, пофарбовані олійною фарбою з робочою поверхнею з непористих матеріалів. У приміщеннях для робіт I і II класу підлогу і стіни покривають стійкими фарбами, які не змиваються, край покриття підлоги повинен бути піднятим. При наявності каналізації підлогу повинен мати схили і трапи. Кути приміщень мають закруглену форму, а двері і вікна – прості профілі конструкцій. Сховище площею 8-10м^2, підлога його покрита спеціальним пластиком, а стіни олійною фарбою. Радіоактивні речовини зберігаються в спеціальних одно - і багатосекційних товстостінних металевих сейфах. У сховищі не відкривають ампули з радіоактивними речовинами, тому вентиляція необхідна тільки на випадок аварії.

Фасовочна площа 13 – 20м^2 обладнується типовими захисними камерами чи витяжними шафами з захисними екранами зі швидкістю руху повітря в робочих прийомах 1,5 м/сек. Повітря видаляється над дахом не нижче 4 метрів. Захисні камери мають дистанційні прилади для маніпуляцій з радіоактивними ізотопами, деякі з них герметизовані дверима по типу шлюзу. До шаф підведені вода, газ, миючі розчини, є обладнання для збору радіоактивних відходів або вони підключені к системі спеціальної каналізації. У фасувальній відкривають ампули з радіоактивними речовинами, готують робочі розчини, заповнюють дозатори, розфасовують ізотопи на окремі порції. Дозаторами можуть бути шприци, дистанційні піпетки, автоматичні мікробюретки і більш складні радіоактивні прилади.

Площа процедурної повинна мати не менше 10-12м^2, тут хворі приймають радіоактивні речовини з діагностичною та лікувальною метою. Під витяжною вентиляцією розташовуються столи для кип'ятіння шприців в спеціальних захисних стерилізаторах і столик для прийому радіоізотопів

всередину. Вентиляція повинна забезпечувати шестиразовий обмін повітря через годину. Обробка біологічних середовищ і приготування препаратів проводиться в препараційній, а визначення рівня їх активності – в кімнаті радіометрії радіоактивних середовищ, де розміщено стаціонарне радіометричне обладнання.

В радіологічній лабораторії обов'язково повинен бути санпропусник з душем, санвузли, індивідуальні шафи для чистого одягу та спеціальної пластикової одягу. В лабораторіях встановлюють два душі біля стіни, один для миття в спецодязі, другий для миття тіла. Тут же обладнають дозиметричний пост.

Гігієнічні умови для організації робіт, пов'язаних з джерелами ІВ сформульовані в основних санітарних правилах роботи з РР і іншими джерелами ІВ (ОПС – 72/87). Згідно ОПВ 72/87 всі радіоактивні речовини (РР) як потенційні джерела внутрішнього опромінення за ступенем радіаційної небезпеки поділяють на чотири групи:

Група А – радіонукліди з дуже високою токсичнічстю (не використовують в діагностиці)

Група Б - радіонукліди з високою радіотоксичністю I_{125}, I_{129}, Sr_{90}, Sr_{203}, Hg.

Група В – радіонукліди з середньою радіотоксичністю – Na_{24}, P_{32}, Ce_{57}, As_{74}, Sr_{85}, Xe_{98}, Au_{32}.

Група Г - радіонукліди з малою радіо токсичністю - Sr_{51}, Ga_{67}, Cu_{64}.

Велику увагу приділяють в ОСП 72/87 проектування захисту від зовнішнього випромінювання. Радіаційний контроль поділяють на: радіаційний, медичний, санітарно-дозиметричний, загально-гігієнічний.

Радіаційний контроль проводять для визначення променевих навантажень на медичний персонал. Дози опромінення, які отримує кожен працівник, визначають з допомогою хронометражу проведених операцій, а також індивідуального дозиметричного контролю. Дані заносять до журналу, який підлягає зберіганню протягом 30 років.

Медичний контроль – комплекс лікувально-профілактичних заходів, що направленіна відбір при прийомі на роботу з джерелами ІВ осіб, які мають протипоказання, а також на ранню діагностику променевих ушкоджень у працюючих. Особи, які належать до категорії А, повинні проходити ретельний медичний огляд 1 раз на рік (працюючи за ІІ класом робіт) та й раз на півріччя, яке працює за і класом.

Санітарно-дозиметричний контроль – це контроль за виконанням НРБ і ОСП, і отримання об'єктивної інформації про умови праці медичного персоналу.

Загально-гігієнічний огляд. Контроль за умовами праці та побуту.

Інструктаж та навчання персоналу правилами праці з РФП.

Розділ IV: БІОЛОГІЧНА ДІЯ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ. РАДІОЧУТЛИВІСТЬ

Етапи біологічної дії іонізуючих випромінювань

Час ходу процесу	Процес під час опромінення і після нього	Етап
10^{-12} сек.	I - поглинання енергії випромінювання атомами і молекулами середовища, іонізації і збудження молекул.	Первинна взаємодія
10^{-9} сек.	II - утворення радикалів з молекул, з яких побудовані клітини. Взаємодія їх між собою і з молекулами інших речовин.	радіохімічних реакцій
Секунди, години	III - пошкодження ДНК в хромосомах, пошкодження в інших органелах і мембранах клітини , які забезпечують функцію спадковості. IV - зміни функції клітини. V - зміни морфології клітини.	ушкодження біохімічний морфологічний
Хвилини, місяці	VI - порушення функції органу . VII - морфологічні зміни в органах і системах. Безпосередні соматичні нестохастичні ефекти (гостра променева хвороба, променеві реакції і пошкодження, опіки).	ушкодженя органу
Роки	Віддалені нестохастичні соматичні ефекти (хронічна променева хвороба, катаракта, гіпотиреоз, нефросклероз і інші), існує поріг дози. Стохастичні ефекти (рак) - без порогові ефекти.	ушкодження організму
не визначено довгий час	Віддалені генетичні ефекти (стохастичні), хромосомні аберрації, генні мутації, тератогенні ефекти (стохастичні). Прискорення старіння. Загибель організму.	зміна популяції

Теорії біологічної дії ІВ:

1.Теорія мішеней – пряма дія на клітину, в першу чергу, на ядро і мембрану.

2.Теорія непрямої дії-теорія гідроксильних радикалів.

3.Стохастична теорія.

4.Імовірнісна теорія.

5.Структурно-метаболічна теорія.

Дія іонізуючої радіації на ліпіди:

$ROOH - R^{\bullet}$

$ROOH \rightarrow ROO^{\bullet}$ } початкове утворення радикалів

$R^{\bullet} + O_2 \rightarrow RO_2^{\bullet}$

$ROO + RH \rightarrow ROOH + R^{\bullet}$ ланцюгові реакції

Дія іонізуючої радіації на воду:

H_2Про $\rightarrow H_2$Про $^{+} + e_{-1}$

$H_2O + e_{-1} \rightarrow H_2$Про $^{-}$

H_2Про $^{+} \rightarrow H^{+} + OH$

H_2Про $^{-} \rightarrow H + OH^{-}$

$H + OH \rightarrow H_2$Про

ВІН + ОН → H_2Про $_2$

H_2Про $_2$ + ОН → H_2O + АЛЕ $_2$

H_2Про $_2$ + АЛЕ $_2$ → H_2O + ОН + Про $_2$

АЛЕ $_2$ + ОН → $H_2O + O_2$

Радіочутливість - це чутливість біологічних об'єктів до дії іонізуючих випромінювань.

Види радіочутливості до ІВ

видова радіочутливість		Людина (найвища) Бактерії (найнижча)
індивідуальна радіочутливість		Статева (менш чутливі жінки). Стерильність самок виникає при великих дозах. Вікова (більш чутливі діти і старі люди). Менш чутливі новонароджені і дорослі.
Клітинна радіочутливість:	висока:	Клітини лімфоїдної тканини. Клітини кісткового мозку. Статеві клітини . Ембріональні. Епітелій крипт тонкої кишки.
	середня:	Ендотелій, епітелій, клітини шкіри.
	низька:	Клітини печінки, легенів, залоз, нервові, кісткові, хрящові, жирові.

Фактори, які зумовлюють чутливість клітини до іонізуючого випромінюванняє

фактори	Гістологічне будова. Проліферація і тривалість окремих стадій клітинного циклу. Мітотична активність клітин. Диференціація. Вміст кисню. Деякі фактори обміну.

Основні типи пошкодження клітини:

1.Однониткові пошкодження молекул ДНК – затримка поділу, порушення функції клітини, а при опроміненні статевих клітин – генетичні зміни. При опроміненні плода – тератогенні зміни.

2.Двониткові розриви молекул ДНК-загибель і причина аберацій.

3.Порушення зв'язку з білком-блокування процесів проліферації і регенерації.

4.Зміна эпигеномної спадковості (не пов'язаної з ядерним матеріалаом), носієм якої є різні цитоплазматичні органели – порушення метаболізму, нуклеїнового обміну, окисного фосфорилювання, злипання хромосом.

5.Зміна в'язкості і гідрофільності цитоплазми.

6.Порушення мембран.

Зміни в ядрі: розриви хромосом, хромосомні аберації, точкові мутації, порушення структури ДНК мембрани. В результаті цих змін клітина або уповільнює поділ, або можливо повне пригнічення поділу. В наслідок цього, клітина живе, але не може ділитися – гігантська двоядерна клітина.

Загибель клітини:

1.Інтерфазна загибель клітини до поділу (при високій чутливості клітини або високій дозі).

2.Мітотична – загибель клітини після поділу – репродуктивна.

Сублетальні руйнування клітини при наступному опроміненні і поділі клітини перетворюються в летальні (кумулятивний ефект). Потенційно летальні порушення клітини виправляються, або проявляють себе при дії інших факторів (температура, гіперглікемія та інші). Клітини мають різну будову і виконують різні функції (наприклад, нервові клітини, м'язові, кісткові і т.д.). Групи клітин утворюють тканини , з яких складаються органи і системи людини (наприклад, травна, нервова, кровоносна системи, залози внутрішньої секреції і т.д.).

Встановлено, що, по - перше, тканини, клітини яких активно діляться, більш піддаються дії радіації, ніж тканини з клітинами, що не діляться. Тому м’язи, мозок, сполучні тканини у дорослих організмів досить стійкі до впливу

радіації. Клітини ж кісткового мозку, зародкові клітини, клітини слизової оболонки кишечника є найбільш уразливими. Так як найбільше поділ клітин відбувається в організмі, що росте, вплив радіації на дитячий організм особливо небезпечний. Вплив опромінення на плід може привести до народження неповноцінного потомства, причому найнебезпечніший період 8 - 15 тижнів вагітності, коли відбувається закладка органів майбутньої людини.

По-друге, встановлено, що радіочутливість тканини зворотньо пропорційна ступеню спеціалізації клітин, з яких вона складається. Слід мати на увазі, що не типи клітин є більш-менш радіочутливими, а клітинні процеси. Наприклад, щодо структурних пошкоджень нервова тканина належить до досить стійких, так як нервові клітини слабо схильні до впливу радіаційних випромінювань. Але в функціональному відношенні нервова тканина найбільш радіочутлива.

У дорослого організму найбільш вразливим є червоний кістковий мозок, виробока клітини крові, які самі не діляться і швидко зношуються. Тому організм потребує постійного їх оновлення. Виробляються червоним кістковим мозком лейкоцити (білі кров'яні тільця) виконують функцію захисту організму від потрапивших в нього збудників інфекційних захворювань (імунний захист). В результаті порушення кровотворення кістковим мозком різко знижується вміст лейкоцитів в крові, що призводить до зниження опірності організма різних інфекцій.

Яєчники дорослих жінок містять велику кількість незмінених яйцеклітин, які знаходяться на різних стадіях розвитку. Тому випромінювання, що призводять до фактичної або репродуктивної загибелі яйцеклітин, може викликати стійке безпліддя (доза більше 3Гр).

Опромінення чоловіків дозою 2,5 Гр викликає стерильність протягом 2-3 років, а після опромінення дозою понад 4-6 Гр настає постійна стерильність. У жінок високою радіаційною чутливістю володіють також молочні залози.

Найбільш чутливим органом грудної клітини є легені. В системі органів травлення при одноразовому рівномірному опроміненні найбільш

радіочутливою є печінка, потім йдуть в порядку узменшення радіочутливості - підшлункова залоза, кишечник, шлунок, стравохід, слинні залози, язик, порожнина рота.

Високу радіочутливость мають також клітини волосяних фолікулів. Після опромінення дозою 3-4 Гр волосся починає рідшати і випадати протягом 1-3 тижнів. Потім ріст волосся може поновитися. Однак при опроміненні дозою порядку 7Гр відбувається повна втрата волосся.

У дітей одним з найбільш чутливих органів до впливу радіації являється щитоподібна залоза. Тому біотканини цього органу найбільш вразливі в плані розвитку раку.

Для виявлення прихованих радіаційних уражень повільно обновлюваних тканин (кісткова, м'язова, нервова) вчені порівнюють опромінення з подальшим нанесенням механічної травми. Вдавалося виявити консерватизм променевого ураження, який проявляється у втраті або пригніченні здатності опроміненої тканини до післятравматичної регенерації. Досліди дозволили встановити, що іонізуюче випромінювання діє і на повільно оновлювані тканини, тому вони є потенційно неповноцінними в функціональному відношенні.

Важливою причиною, яка визначає ступінь і ймовірність розвитку віддалених наслідків в цих тканинах, є величина разових доз і загальна тривалість опромінення. З цим пов'язано прояв репарації, характерний для цих тканин. Наслідком прихованих ушкоджень, що виникають в клітинах цих тканин, є різні ускладнення променевої терапії: мієліти, цистити, захворювання серця, нирок, печінки, можливе виникнення злоякісних новоутворень. Під дією еквівалентних доз кількість хромосомних аберації в клітинах печінки і кісткового мозку будуть однакові. Тому поняття радіочутливості може бути застосовано до різних органів і тканин цілком відносно.

За морфологічними ознаками пострадіаційні зміни поділяють на три групи:

1. органи, чутливі до радіації;
2. органи, помірно чутливі до опромінення;
3. органи, резистентні до дії радіації.

Захворювання крові. При загальному опроміненні в межах напівлетальних і летальних доз розвивається типовий кровотворний синдром, який характеризується панцитопенією - зменшення числа формених елементів в крові в результаті аплазії кровотворної тканини. Одночасно з кількісними спостерігаються морфологічні і біохімічні зміни в клітинах. Відновлення картини крові відбувається повільно, протягом декількох місяців.

Кровотворні органи є найбільш радіочутливим серед інших систем, зміна картини периферичної крові є наслідком ураження гемопоетичної тканини. Порушення процесів кровотворення настає дуже рано і надалі розвивається пофазно.

Легені. Легені є найбільш чутливим органом грудної клітини. Радіаційні пневмоніти супроводжуються втратою епітеліальних клітин, які вистилають дихальні шляхи і легеневі альвеоли, запаленням дихальних шляхів, легеневих альвеол і кровоносних судин, що призводить до фіброзу. Ці ефекти можуть викликати легеневу недостатність, і навіть загибель протягом декількох місяців після опромінення грудної клітки. Дані, отримані при променевої терапії, показують, що порогові дози, що викликають гостру легеневу загибель, - близько 25 Гр рентгенівського або гамма-випромінювання, а після опромінення легенів дозою 50 Гр загибель становить 100%.

Гонади (статеві залози). Внаслідок вкрай високої радіочутливості статевих клітин на ранніх стадіях розвитку вже при дозах 0,05-0,1 Гр у більшості тварин і людини відбувається масова загибель клітин, а після 2-4 Гр - стерильність.

Зрілі клітини - сперматозоїди, навпаки, вкрай резистентні. Тому розмноження зберігається до тих пір, поки не скінчиться запас життєздатних зрілих, статевих клітин. Але і після цього стерильність носить тимчасовий характер, так як поступово відбувається відновлення сперматогенезу із збережених сперматогоній.

Фізіологічна регенерація в статевих органах самок ссавців проявляється в основному не в зміні окремих клітин, а в циклічно повторюваних процесах

розвитку, регульованих ендокринним апаратом і охоплюють цілі клітинні комплекси. Найбільш чутливий елемент яєчника - яйцеклітина. Під дією одноразових гострих доз 1-2 Гр на обидва яєчника виникає тимчасове безпліддя і припинення менструацій на 1-3 роки. Гострі дози близько 4 Гр приводять до безпліддя. Стерильність самок виникає при менших дозах, ніж у самців, але, як правило, незворотня. Це пов'язують з тим, що поява жіночих статевих клітин закінчується ще до народження і в дорослому стані яєчники не здатні до активної регенерації. Тому, якщо опромінення викликало загибель всіх потенційних яйцеклітин, то плодючість втрачається безповоротно. Як результат ураження яєчників змінюються і вторинні статеві ознаки.

Вплив радіації на зір. Відомі два типи ураження очей - запальні процеси в кон'юнктиві і склерах в дозах, близьких до ураження шкіри, і катаракта при дозах 3-8 Гр і катаракта при дозах 3-10 Гр, причому величина дози залежить від виду тварин. У людини катаракта з'являється при опроміненні дозою 6Гр. Найбільш небезпечні в цьому випадку нейтрони, при опроміненні якими частота захворювань в 3-9 разів вище, ніж при гамма-опроміненні. Причини утворення катаракти повністю не з'ясовані. Вважається, що провідну роль при цьому відіграє первинне ураження клітин ростової зони кришталика, і відносно менший вплив на порушення його харчування.

Органи травлення. Всі органи травлення за ступенем радіочутливості розподіляються наступним чином: тонкий кишечник, слинні залози, шлунок, пряма і ободова кишка, підшлункова залоза і печінка. При дії великих доз радіації на весь організм або тільки на ділянку живота настають швидкі розлади кишечника, в результаті чого розвивається шлунково-кишковий синдром. Середньолетальні і більш високі дози викликають виражені зміни в кишковій стінці. Велику роль також відіграють порушення бар'єрно-імунної функції кишечника, в результаті чого мікрофлора потрапляє всередину організму і викликає токсикоз і сепсис. Середні строки настання смерті 7-10 днів. Слинні залози відповідають на дію радіації зрушеннями секреції. Секреція шлункових залоз при загальному опроміненні змінюється в залежності від

вихідного стану. Функції кишечника змінюються хвилеподібно: в перші дні настає покращення, потім зниження, яке триває до розвитку відновних процесів або до загибелі організму. Зміни функції підшлункової залози залежать від дози: малі дози стимулюють, а великі - пригнічують. В печінці змінюються метаболічні процеси, пригнічується жовчоутворення, виникають крововиливи і некрози.

Серцево-судинна система. В експериментах на мишах було виявлено, що найбільш радіочутливий зовнішній шар судинної стінки через високий вміст в ньому схильного до переродження колагену-білка сполучної тканини, який забезпечує виконання стабілізуючої і опорної функцій. Показово, що через 4-5 місяців після опромінення деякі судини виявилися повністю позбавленими зовнішньої оболонки. Причому в шкірі мишей вже при дозах 4-15 Гр було виявлено зменшення відновлення судин. При дослідженні серця виявлені безпосередні та віддалені зміни в міокарді після локального опромінення дозами 5-10 Гр. Отримано також дані про значну радиочутливість клітинного шару, що вистилає внутрішню оболонку серця і стулки клапанів, що сприяло утворенню внутрішньошлуночкових тромбів через півроку після локального опромінення області серця мишей дозами близько 20 Гр.

Ендокринні залози. Клітини ендокринних залоз високоспеціалізовано та повільно діляться. Чутливість ендокринних залоз на променевий подразник є в основному опосередкованою реакцією і здійснюється вона рефлекторним шляхом через нервову систему. Тому припускають, що після пробного опромінення порушення балансу гормонів, особливо щитовидної залози, наднирників і гонад, може бути наслідком реакції гіпоталамо-гіпофізарної системи, головне призначення якої - регуляція вегетативних функцій організму (діяльність внутрішніх органів, залоз, судин).

Органи виділення. Вважають, що нирки досить стійкі до опромінення, але саме їх пошкодження є обмеженням для опромінення пухлин черевної порожнини при променевій терапії. При гострій променевій хворобі спостерігаються крововиливи різної інтенсивності, застійні і дистрофічні

явища. Опромінення обох нирок дозою, більшою 30 Гр, за 5 тижнів може викликати невиліковний хронічний нефрит з летальним результатом. Механізм ураження слабо вивчений, проте відомо, що саме радіаційні цистити призводять до серйозних ускладнень променевої терапії.

Кістки і сухожилля. Напротязі інтенсивного росту кістки і хрящі більш радіочутливі. Після його закінчення опромінення призводить до омертвіння ділянок кістки - остеонекроз - і виникненню спонтанних переломів в зоні опромінення. Іншим проявом радіаційного ураження є уповільнене загоєння переломів, і навіть утворення несправжніх суглобів.

М'язи. М'язова тканина - найбільш радіорезистентна тканина, морфологічні зміни її виникають при місцевому опроміненні кількома сотнями Гр. В м’язах клітинного оновлення майже не відбувається. Слабка м'язова атрофія була виявлена тільки при дозах близько 60 Гр. При загальному опроміненні зміни в м'язах виникають вже в ранні терміни променевої хвороби. Від дози 3-5 Гр при опроміненні всього тіла відмирає приблизно половина всіх опромінених протягом одного - двох місяців внаслідок ураження клітин кісткового мозку. Локальні дози, допустимі при променевій терапії пухлин, можуть бути значно вище.

Шкірні покриви. Шкіра та її похідні - вельми активно оновлювані системи і тому в цілому шкіра більш радіочутливих. Поряд з високою чутливістю епідермальні клітини добре відновлюють сублетальні пошкодження.

Максимально переносима доза жорсткого рентгенівського випромінювання становить при одноразовому зовнішньому впливі близько 1000 рад. Радіаційне ушкодження шкіри являє собою комплекс пошкоджень тканин епідермісу, дерми і підшкірних шарів. При опроміненні помірнними дозами (3-8 Гр) виникає характерне почервоніння шкіри - еритема, яка проходить зазвичай через 24-58 годин. Друга фаза настає через 2-3 тижні. Вона супроводжується втратою поверхневих шарів епідермісу. Стан шкіри близький до першого ступеня термічних опіків, наприклад, сонячних, і може тривати кілька тижнів,

потім проходить. На шкірі залишаються темні плями. При опроміненні шкіри дозою 10 Гр друга фаза еритеми триває близько тижня, потім з'являються пухирі, виразки, що супроводжуються виділенням рідини. Стан шкіри нагадує при цьому другий ступінь термічних опіків, загоєння може тривати тижнями з подальшим формуванням рубців. При дозі близько 50 Гр епідерміс руйнується, дерма і підшкірні шари пошкоджуються. Променеві реакції проявляються раніше, загоєння виразок та інших ушкоджень може тривати роки і мати рецидиви. Клітини волосяних фолікулів є досить радіочутливим, і опромінення дозою 4-5Гр вже впливає на ріст волосся. Після опромінення такою дозою волосся починає рідшати і випадають протягом 1-3 тижнів. У більш пізній період зростання волосся може поновитися. Однак при опроміненні дозою близько 7 Гр відбувається постійна втрата волосся. При дозах, що викликають епіляцію, відбувається стійке руйнування більшості сальних і порових залоз.

Ембріон і плід. Найбільш серйозні наслідки опромінення - загибель до або під час пологів, затримка розвитку, аномалії багатьох тканин і органів тіла, виникнення пухлин в перші роки життя. В період формування органів опромінення викликає внутрішньоутробну загибель або загибель відразу після народження. ЛД $_{50}$ для внутрішньоутробної загибелі мишей становить 1-1,5 Гр в період раннього формування органів, а до зародкового досягає 7 Гр. Опромінення на стадії формування органів призводить до високої смертності відразу після народження. Крім того, опромінення дозою 1 Гр або більшою після імплантації викликає пороки розвитку у 100% потомства, що тягне за собою загибель в нем н честве або в дорослому стані. Аномалії можуть розвинутися у всіх найважливіших органах і тканинах тіла. Хоча і вважається, що в зародковий період ЛД $_{50}$ більше високу, можна спостерігати деякі мікроскопічні пошкодження при дозі 1 Гр. Опромінення, ембріона людини в період перших двох місяців веде до 100% -вої поразки, в період від 3 до 5 місяців - до 64%, в період від 6 до 10 місяців - до 23% ураження ембріонів. Таким чином під час вагітності ссавців опромінення дозою 0,5 Гр призводить

до загибелі ембріонів при імплантації, вад розвитку при формуванні органів, втрати клітин і недорозвинення тканин в зародковий період.

Характер радіаційних змін центральної нервової системи

Відповідь ЦНС на опромінення принципово відрізняється від реакцій кісткового мозку і кишечника відсутністю клітинних втрат. Це явище обумовлене тим, що зріла нервова тканина - непроліферуюча система, що складається з високодиференційованих клітин, заміщення яких протягом життя не відбувається. Тому ЦНС можна розглядати як крайній (стаціонарний) варіант системи клітинного оновлення з усіма наслідками, характерними для променевих реакцій радіорезистентних неподільних клітин.

Загибель клітин, що призводить до церебрального синдрому, відбувається, при величезних дозах, порядку сотень грей, причому до цих пір не з'ясовано, чи є причиною загибелі нервових клітин їх безпосереднє пошкодження або вона викликана саме ушкодженнями інших систем, перш за все кровоносних судин.

Розділ V: ТИПИ РАДІАЦІЙНИХ УРАЖЕНЬ

До радіаційних уражень відносять гострі променеві ураження, хронічну променеву хворобу, променеві реакції і ушкодження.

1. Гострі променеві ураження поділяють на гостру променеву хворобу (ГПХ), гостру місцеву радіаційну травму (ГМРТ), комбіновані ураження в результаті одномоментної дії різних уражаючих факторів.

Гостра променева хвороба – нозологічна форма, що розвивається при одноразовому, повторному або тривалому (від кількох годин до 1-3 діб) зовнішньому гамма- чи нейтронному опроміненні дозою 1 Гр (100 рад). Також при попаданні всередину радіоактивних речовин, які створюють адекватну 1Гр поглинену дозу. Це захворювання характеризується періодичністю перебігу і полісиндромністю клінічних проявів, серед яких головними є симптоми ураження системи кровотворення, кишечника, серцево-судинної і нервової систем. Особливості клінічних проявів і ступінь тяжкості захворювання визначаються багатьма факторами: сумарною дозою опромінення, потужністю, видом випромінювання, рівномірністю опромінення тіла й індивідуальними особливостями організму.

Нерівномірність опромінення істотно позначається на характері захворювання. Опромінення різних частин тіла супроводжується різноманітними патофізіологічними ефектами і клінічними проявами, що пов’язано з різним ступенем ураження окремих органів і систем.

За клінічними формами ГПХ поділяється на кістково-мозкову, кишкову, токсемічну, церебральну форми.

За періодом розвитку хвороби розрізняють:

1 - період первинної променевої реакції;

2 - латентний період;

3 - період розпалу;

4 - період відновлення.

Виділяють також**:**

- ❖ ГПХ від зовнішнього відносно рівномірного опромінення. Коли різниця в

значеннях поглинених доз не перевищує 3 раз в різних ділянках тіла.

- ❖ ГПХ від зовнішнього нерівномірного опромінення. При цьому різниця в значеннях поглинутих доз перевищує у 3 рази в різних ділянках тіла.
- ❖ Комбінація ГПХ з місцевими радіаційними ураженнями (ГПХ + ГМРУ) комбінації зовнішнього і внутрішнього опромінення, або зовнішнього, внутрішнього в комбін-ції з гострою місцевої променевої травмою (ГМПТ).

Найтяжчі форми ГПХ при нерівномірній дії радіації на організм виникають після опромінення органів черевної порожнини. Вплив відносно рівномірного радіаційного випромінювання високої потужності в основному визначається дозою опромінення, залежно від рівня якої в клінічній картині провідним стає симптомокомплекс ураження тієї чи іншої системи кровотворення — кістковомозкова форма, кишківника — кишкова форма, серцево-судинної і нервової систем — токсемічна форма і головного мозку — церебральна форма.

Клінічні форми і ступені тяжкості гострої променевої хвороби залежно від величини поглиненої дози (А.К. Гуськовою)

Клінічні форми	Доза, Гр	Ступінь	Прогноз для життя
1. Кістково – мозкова форма.	1 – 10Гр 1 – 2Гр 2 – 4Гр 4 – 6Гр 6 – 10Гр	Легка I Середня II Тяжка III Надзвичайно тяжка	Абсолютно сприятливий Відносно сприятливий Сумнівний Несприятливий
2. Кишкова	10 – 20Гр	Надзвичайно тяжка	Летальний на 8 – 16 добу
3. Токсемічна	20 – 80Гр	Надзвичайно тяжка	Летальний на 4 – 7 добу
4. Церебральна	> 80 Гр	Надзвичайно тяжка	Летальний на 1 – 3 добу

В перебігу ГПХ розрізняють:

I. Період - первинної променевої реакції

II. Період - латентний

III. Період - період розпалу

IV. Період - відновлення.

Імунологічні механізми (анафілактична реакція) беруть участь в патогенезі клінічних проявів первинної променевої реакції на опромінення. Радіаційні ураження системи імунітету в період розпалу гострої променевої хвороби обумовлюють розвиток інфекційного синдрому - найбільш частої причини загибелі осіб, які постраждали при радіаційних аваріях.

В період первинної променевої реакції для постановки діагнозу мають значення анамнез, аналізи крові і кісткового мозку та визначають наступні симптоми:

Диспепсичні симптоми - нудота, блювота, пронос;

Загально-клінічні симптоми - загальна слабкість, головний біль, порушення свідомості, підвищення температури тіла, зміна рухової активності;

Гематологічні симптоми: (відносна і абсолютна), нейтрофільний лейкоцитоз;

Місцеві симптоми: зміна слизової оболонки та інших тканин.

Діагностика ступеню тяжкості ГПХ в період первиної променевої реакції, необхідність надання медичної допомоги

Симптоми	Ступінь тяжкості доза опромінення, Гр			
	I (1-2)	II (2-4)	III (4-6)	IV (>6)
Нудота	Немає чи одноразова, пізніше Зроків	Повторна через 1-2р.	Через 30-60 хв багаторазова	Через 10-30 хв без зупинки
Пронос	-	-	Як правило, відсутній	Може бути
Слабкість	+	+	+	Різка
Головний біль	Короткочасний	Помірний	Помірний	Різкий, гострий
Свідомість	ясна	ясна	ясна	Може бути спутана
Температура тіла	нормальна	37,1°	до 38°	38-39°
Стан шкіри і видимих слизових оболонок	Нормальний	Слабка гіперемія	Помірна гіперемія	Виражена гіперемія
АТ	Не стабильний	Підвищується і знижується	Підвищується і знижується	Підвищується і знижується

Необхідність в медичній допомозі	Не потрібна	Може бути відкладена до кінця 2-го тижня	Невідкладна допомога	Невідкладна допомога
Тривалість періоду первинної променевої реакції	Відсутній чи декілька годин	До 1 доби	2доби	Більше 3 діб
Кількість дицентриків на 100 клітин	3,2-12,8	12,8-51	51-116	116-158
Кількість фрагментів на 100 клітин	22,5-45,0	45,5-90,0	90,1-135,0	135,0-157,0-

Доза опромінення в 1-10 Гр спричиняє ураження кровотворних тканин, тому ця форма названа кістковомозковою. Доза опромінення до 20 Гр, крім органів кровотворення, різко уражає кишечний епітелій, внаслідок чого зміни, які виникають у кишечнику, спричиняють смерть у найближчі кілька днів, ще до розвитку глибоких порушень в органах кровотоворення, відповідно, ця форма названа кишковою.

Опромінення в дозі понад 20 Гр призводить до виникнення токсемічної і церебральної форм радіаційного ураження, для яких характерне порушення функції центральної нервової системи в результаті первинної дії іонізуючого опромінення або впливу токсичних речовин, що циркулюють у крові. Смерть при виникненні цих форм настає в найближчі години.

Перебіг променевої хвороби значною мірою залежить від загального стану організму, наявності супровідних захворювань, переохолодження, недостатнього харчування та інших факторів. Так звана типова або кістковомозкова форма ГПХ, при якій основним патогенетичним механізмом розвитку захворювання є ураження органів кровотворення, супроводжується

виникненням провідного клінічного прояву — синдрому пангемоцитопенії і тісно пов'язаних з нею синдромів кровоточивості та інфекційних ускладнень. Зміни в системі крові зумовлюються пригніченням і збоченням процесів тканинної регенерації, ушкодженнями клітин кісткового мозку, лімфатичних вузлів та крові; підвищенням проникності капілярів і крововтратою. Провідним фактором у порушенні кровотворення є пригнічення клітинної регенерації як в результаті прямої дії опромінення на кровотворні клітини, так і внаслідок зміни нервово-трофічної і ендокринної регуляції гемопоезу. Гематологічні зміни характеризуються фазністю і відповідають ступеню радіаційного ураження. Фазність і послідовність змін складу елементів крові залежать від неоднакової радіочутливості, тривалості життя і термінів регенерації окремих кровотворних тканин.

Найбільше уражаються лімфоцити й еритробласти. Відразу після опромінення у кістковомозковому кровотворенні спостерігають зниження мітотичної активності, зменшення молодих генерацій усіх клітин і відносне збільшення зрілих форм. Морфологічна картина кісткового мозку зазнає ряду фазових перетворень: спочатку переважають розпад і дегенерація елементів,пізніше розвивається фаза гіпоплазії й аплазії, за нею — фаза інтенсивної регенерації.

У периферичній крові у перші дві доби після опромінення виявляють нейтрофільний лейкоцитоз зі зсувом вліво, відносну і абсолютну лімфопенію, нерідко — помірний ретикулоцитоз. Протягом першого тижня спостерігають зниження числа тромбоцитів і лейкоцитів, лімфоцитопенію і наростаючу ретикулоцитопенію, з'являються гігантські нейтрофіли з гіперсегментованим ядром. Із другого тижня перебігу хвороби прогресують нейтропенія і тромбоцитопенія, зберігається виражена лімфопенія, поступово наростає анемія, виявляють дегенеративні зміни в клітинах.

На 4-5 тижні починається відновлення кровотворення, спочатку виявляють молоді гранулоцити, збільшується число моноцитів, виникають ретикулоцити. Нормалізація кровотворення відбувається через фазу розвитку

гіперпластичної реакції кісткового мозку, але показники периферійної крові залишаються нестійкими. Підвищена кровоточивість при променевій хворобі зумовлена зростанням проникності судинної стінки, порушенням систем згортання крові, фібринолітичної і кінінової, зниженням числа тромбоцитів. Головними причинами розвитку кровоточивості є тромбоцитопенія і якісна зміна властивостей кров'яних пластинок.

Клінічні прояви кровоточивості — кровоточивість ясен, крововиливи на слизових оболонках і шкірі, носові кровотечі, кровохаркання, маткові й кишкові кровотечі — зазвичай виникають на 3-4 тижні захворювання, а при надзвичайно тяжких випадках з'являються раніше (в кінці першого — на початку другого тижня) і мають чітку вираженість.

Інфекційні ускладнення є характерними для тяжких форм радіаційного ураження. Опромінення призводить до різкого зниження імунної опірності організму і супроводжується активізацією та генералізацією аутофлори із вторинним ендогенним інфікуванням організму. В результаті аутоінфікування в поєднанні з комплексом екзогенної інфекції виникають такі прояви променевої хвороби, як променевий сепсис, пневмонії, некротичні тонзиліти, ентероколіти. При променевій хворобі можуть активізуватися приховані вогнища інфекції, а також деякі інфекційні захворювання у бацилоносіїв.

Клінічні прояви в період первинної реакції характеризуються переважанням нервово-регуляторних порушень рефлекторного характеру. До них належать диспептичний синдром, перерозподільні зрушення в картині крові й зміни діяльності різних аналізаторів. Поряд з цим, виявлялися деякі симптоми прямої уражаючої дії радіації на лімфоїдну тканину і кістковий мозок (початкова лімфопенія), епітелій кишечника, яєчок, ознаки порушення діяльності нервової системи у вигляді загальномозкових і, рідше, вогнищевих неврологічних симптомів. При дослідженні крові спостерігають нейтрофільний лейкоцитоз із зсувом лейкоформули вліво, відносну й абсолютну лімфопенію, схильність до ретикулоцитозу.

Прояви первинної реакції ГПХ починаються незабаром після опромінення. При великих дозах радіації перші ознаки гострої променевої хвороби можуть з'явитись через кілька хвилин, а при менших — через кілька годин після опромінення. Спостерігають незначне збудження ураженого, яке незабаром змінюється пригніченням. Розвивається загальна слабість, з'являються головний біль, відраза до їжі, сильна спрага, нудота, блювання (інколи багаторазове), біль у животі, тахікардія, інколи підвищується температура тіла.

При тяжких ураженнях усі прояви первинної реакції виражені, при легких — можуть бути незначними або взагалі не проявлятись. У тяжких випадках перший період триває 2-3 дні, в легких — кілька годин. Надалі самопочуття потерпілого, при відсутності інших обтяжливих факторів, значно покращується і починається другий період ГПХ — **прихований (латентний),** або удаваного благополуччя,тому що в цей час відсутні очевидні ознаки радіаційного ураження.

Тривалість його залежить від дози опромінення і продовжується від 2 до 5 тижнів. Уражені майже не скаржаться на стан здоров'я і можуть (при легкому ступені ураження, а деколи і при ураженнях середньої тяжкості) вести бойові дії та виконувати різні роботи. Як правило, зменшується загальна слабість, зникають сонливість, головний біль, покращується апетит. Але можуть залишатись підвищена пітливість, значна лабільність пульсу й артеріального тиску.

Діагностика ступеня тяжкості ГПХ в латентний період, необхідність наданання медичної допомоги.

Показники	Ступінь тяжкості ГПХ і доза опромінення, Гр			
	I (1-2)	II (2-4)	III (4-6)	IV(більше 6)
Кількість лімфоцитів на 3-6 добу (10^9/л)	1,0 – 0,6	0,5 – 0,3	0,2 – 0,1	0,1 і нижче
Кількість лейкоцитів на 8-9 добу (10^9/л)	4,0-3,0	2,9-2,0	1,9-0,5	0,5 і нижче

Пронос, починається з 7-9 доби	Відсутній	Відсутній	Відсутній	Виражений
Епиляція, час початку	Не виражена	Може бути на 15 – 20	На 10 – 15 добу	На 7 – 10 добу
Початок агранулоцитоза (лейкоцити менше $1{,}0\times 10^9$л)	Відсутній чи після 30 діб	20 – 30 доба	8 – 20 доба	6 – 8 доба
Початок тромбоцитопениї ($40{,}0\times 10^9$л)	Відсутні, чи на 25–28 добу	17 – 24 доба	10–16 доба	До 10 діб
Тривалість латентного періоду	30 діб	15 – 25 доба	8 – 17 доба	Відсутній, чи до 6 – 8 діб
Необхідність в медичні допомозі	Не потрібна	Не потрібна до 12 – 20 діб	Не потрібна до 5 – 12 діб	Симптоматич на допомога

У латентному періоді стан кровотворної системи не стабілізується. Загибель молодих клітинних елементів при затримці процесів їх утворення і надходження зрілих елементів у кровоносне русло призводить до поступового спустошення кісткового мозку. Вираженість і швидкість цього процесу визначаються, в основному, дозою опромінення (тяжкістю захворювання).

На 3-4 день від початку захворювання нейтрофільний лейкоцитоз змінюється лейкопенією, яка зумовлена помірним зменшенням числа нейтрофілів при наявності стійкої лімфоцитопенії. Стійка лімфоцитопенія в перші три доби, ступінь і термін початку нейтропенії і тромбоцитопенії мають суттєве значення при визначенні тяжкості ГПХ. В останні дні цього періоду починає випадати волосся (епіляція).

Погіршання стану уражених свідчить про початок третього періоду гострої променевої хвороби - періоду виражених клінічних проявів (розпалу). Він характеризується глибоким ураженням системи кровотворення, пригніченням імунітету, розвитком інфекційних ускладнень,

виразково-некротичними змінами в слизових оболонках, а також геморагічними проявами. Погіршується самопочуття, наростає загальна слабість, підвищується температура тіла. Вираженість пропасниці залежить від тяжкості ураження і може проявлятись як короткочасним субфебрилітетом, так і тривалим підвищенням температури тіла в межах 39-40° С.

При тяжкій формі ураження на шкірі потерпілих з'являються групи петехіальних висипань або крововиливи великих розмірів. Ясна набрякають і кровоточать при найменшому пошкодженні. На слизовій оболонці язика, твердого і м'якого піднебіння виникають крововиливи, а на мигдаликах — ділянки некрозу. Крім геморагій, загрозу для життя потерпілих становлять інфекційні ускладнення, які найчастіше проявляються у вигляді своєрідних пневмоній. Різко погіршується апетит, значно зменшується маса тіла. Частішає пульс, артеріальний тиск може знижуватись. Перебіг хвороби в цей період часто нагадує септичний стан. З'являються неврологічні симптоми: виражена слабкість, головний біль, млявість, депресія, менінгеальні симптоми. Вираженість розладів кровотворення відповідає отриманій дозі радіації. У тяжких випадках виникає глибока пангемоцитопенія. Число лейкоцитів зменшується до 0,2-0,05 • 109 в 1л, прогресує анемія, кістковий мозок — гіпо- або апластичний. На висоті захворювання спостерігають розлади гемокоагуляції в усіх фазах.

При бактеріальному дослідженні в період виражених клінічних проявів (активізації інфекції) із крові й кісткового мозку висівається різна флора, найчастіше кишкова паличка, стафілокок і стрептокок.

Період розпалу триває від 2 до 4 тижнів. Потім настає довгий період відновлення, який починається з ознак оновлення кровотворення. У периферичній крові з'являються поодинокі молоді форми клітин, в подальшому через декілька днів збільшується число лейкоцитів, тромбоцитів, ретикулоцитів. У кістковому мозку спостерігається картина бурхливої регенерації із великим числом бластних форм, мітозів, прогресуючим збільшенням загальної кількості мієлоцитів. Одночасно із початком регенерації

кровотворення і збільшення числа нейтрофілів відбуваються критичне падіння температури тіла, покращання загального стану, зникають ознаки кровоточивості. Але повільно відновлюються порушені функції, протягом довгого часу наявні астенізація, вегетативно-судинна дистонія, лабільність гематологічних показників, розлади функціонального стану гіпофіз-адреналової системи, ряд трофічних і обмінних порушень.

Період відновлення у тяжких випадках триває від декількох місяців до 1 року, а інколи затягується на багато років, протягом яких виявляються залишкові явища або віддалені соматичні й генетичні наслідки. До віддалених наслідків належать астеновегетативний синдром, скорочення тривалості життя, розвиток катаракти, зниження здатності до зачаття, схильність до виникнення лейкозів і новоутворень. Генетичні наслідки переважно виявляються не у самого потерпілого, а у його нащадків і проявляються збільшенням вад розвитку, зростанням дитячої смертності, числа викиднів і мертвонароджених. Ступінь генетичних і соматичних наслідків зростає в міру збільшення дози радіаційного ураження. Вираженість симптомів у тому або іншому періоді та тривалість окремих періодів визначаються ступенем тяжкості променевої хвороби.

Розрізняють гостру променеву хворобу першого (легка), другого (середня), третього (тяжка) і четвертого (надзвичайно тяжка) ступенів.

Гостра променева хвороба I ступеня розвивається при опроміненні в дозі 1-2 грей (100-200 рад). Вона характеризується слабовираженими проявами у вигляді помірних ознак астенізації, вегетативних, судинних, гематологічних і обмінних змін. У деяких випадках захворювання не має чітко виражених періодів і проявів первинної реакції. Якщо первинна реакція виникає, то вона слабовиражена, обмежується помірною загальною слабістю, головним болем, нудотою, одноразовим блюванням. Усі ці явища не супроводжуються зниженням працездатності й припиняються в день опромінення. Настає клінічне “видужання” хворих, більшість із яких у цьому періоді не відчувають яких-небудь розладів і лише при спеціальних дослідженнях можна визначити у

них ознаки астенізації, вегетативно-судинної дистонії, нестійких показників крові з тенденцією до лімфопенії, нейтропенії і тромбоцитопенії.

Прихований період триває до п'яти тижнів, при цьому дуже важливо визначити перехід захворювання в третій період, який при променевій хворобі I ступеня правильніше назвати не періодом розпалу, а періодом більш виражених клінічних проявів. У цьому періоді у хворих погіршується самопочуття, посилюються явища нейросудинної дистонії, втрачаються апетит і сон, кількість лейкоцитів зменшується до 3•109 в 1л крові, тромбоцитів — до 60-80•109 в 1л. Усі ці зміни зберігаються протягом 1-2 тижнів, з другого місяця після ураження спостерігається відновлення працездатності.

Гостра променева хвороба II ступеня виникає після опромінення в дозі 2-4 грей (200-400 рад) і характеризується наявністю чітко виражених періодів. Первинна реакція починається через 2 години і пізніше, може тривати до двох діб. Проявляється нудотою і повторним блюванням, загальною слабістю, головним болем, запамороченням, субфебрилітетом. Прихований період триває до трьох тижнів. У цей час у хворих спостерігають ознаки помірної астенізації і вегетативно-судинної дистонії, зниження кількості лейкоцитів і тромбоцитів. Період розпалу найчастіше починається з підвищення температури тіла, погіршання самопочуття, появи клінічних ознак, кровоточивості, інфекційних ускладнень. Прогресують порушення в системі крові, виникають виражена лейкопенія (1,5-0,5•109 в 1л), тромбоцитопенія (20-50•109 в 1л), помірна анемія, прискорення ШОЕ до 25-40 мм/год. Виявляється гіпоплазія кісткового мозку. Період розпалу триває від 2 до 3 тижнів.

Видужання настає повільно, починається з появи ознак відновлення процесу кровотворення, зниження температури тіла, покращання самопочуття. Хворі потребують лікування в умовах стаціонару протягом 1-1,5 місяця, а після цього можуть бути виписані на амбулаторне лікування або направлені в санаторій. Орієнтовно можна вважати, що тільки у 50 % осіб, які перенесли ГПХ II ступеня, через 2-3 місяці після ураження можуть відновитися боєздатність і працездатність.

Гостра променева хвороба III ступеня виникає при опроміненні в дозі 4-6 грей (400-600 рад). Незабаром після опромінення (через 30-60 хвилин) з'являється бурхлива первинна реакція, яка триває до 3 діб. На початку її у хворих можуть спостерігатися збудження, сильний головний біль, запаморочення, різка слабість і адинамія. Особливо характерні диспептичні прояви (нудота, багаторазове блювання). Також спостерігаються гіперемія шкіри, субфебрильна температура тіла. У периферичній крові відзначаються виражений нейтрофільний лейкоцитоз і глибока лімфопенія.

Прихований період скорочується до двох тижнів, протягом яких у хворих можна помітити ряд суб'єктивних розладів: підвищена втомлюваність, порушення сну, загальна слабість, зниження апетиту, періодичний головний біль. Спостерігають лабільність пульсу, зниження артеріального тиску, з кінця другого тижня починає випадати волосся. Зменшується кількість лейкоцитів, тромбоцитів, зникають ретикулоцити; в кінці прихованого періоду з'являються прояви анемії.

При переході захворювання в період розпалу різко погіршується загальний стан, виникає стійка висока пропасниця, яка супроводжується ознобами і рясною пітливістю. У крові висівають мікроби (кишкова палочка, стафілокок, пневмокок, стрептокок). Розвиваються геморагічні прояви — множинні крововиливи на шкірі, а також кровотечі — носові, шлункові, маткові й кишкові, продовжується випадання волосся, виникають виразково-некротичний стоматит, гінгівіт, тонзиліт, пневмонія, різко знижується маса тіла. Кількість лейкоцитів зменшується (до 0,5-0,1 • 109 в 1л), спостерігають глибоку тромбоцитопенію (до 10•109 в 1л), виражену анемію; продовжується час згортання крові, збільшується тривалість кровотечі за Дюке; порушується ретракція кров'яного згустка, ШОЕ прискорюється до 40-60 мм/год, характерна для цього періоду виражена диспротеїнемія. У кістковому мозку виникає картина спустошення, в його мазках зустрічаються атипові лімфоцити, поодинокі змінені сегментоядерні нейтрофіли, плазматичні й ретикулярні клітини. Період розпалу триває від 1,5 до 2,5 тижнів.

Починаючи з третього тижня захворювання, частина хворих помирає. При сприятливому перебігу хвороби симптоми поступово стихають і захворювання переходить в період видужання, коли спостерігається різне за темпом і тривалістю відновлення функціонального стану окремих органів і систем. Особливо бурхливо і за короткий проміжок часу відновлюється кровотворення. Протягом декількох днів картина із спустошеної перетворюється в гіперплазовану, в периферичній крові розвивається лейкоцитоз із зсувом лейкоцитарної формули вліво за рахунок утворення юних форм. Після появи перших ознак відновлення хворі повинні 4-6 тижнів лікуватися в стаціонарних умовах. Надалі їх загальний стан покращується настільки, що вони можуть бути переведені на режим будинку відпочинку чи санаторію терміном на 1,5-2 місяці.

Гостра променева хвороба IV ступеня виникає після опромінення в дозі понад 6 грей (600 рад). Майже відразу після опромінення (через 5-20 хвилин) розвивається різко виражена первинна реакція, яка проявляється безперервним блюванням, адинамією, колапсом, інколи — психомоторним збудженням, проносом. Хворого турбують сильний головний біль, запаморочення, спрага, іноді затьмарюється свідомість. Спостерігають виражену гіперемію шкіри і склер, температура тіла підвищується до 39° С. Ці симптоми первинної реакції, періодично посилюючись та затихаючи, тривають до чотирьох діб, і надалі, без чітко вираженого прихованого періоду (або через декілька днів після відносного покращання самопочуття) на них нашаровуються симптоми розпалу хвороби, що характеризуються ранніми і прогресуючими розладами кровотворення (спустошення кісткового мозку в перший тиждень і розвиток агранулоцитозу), раннім приєднанням інфекційних ускладнень і раннім виникненням кровоточивості. На другий тиждень захворювання на фоні високої гарячки, вираженої кровоточивості, вкрай незадовільного стану можуть виявлятися тяжкі кишкові розлади з розвитком зневоднення, прогресуючого порушення функціонального стану центральної нервової і серцево-судинної систем, нирок. Смерть більшості хворих настає в кінці другого тижня.

Одужання можливе при застосуванні всіх засобів комплексної терапії, включаючи трансплантацію кісткового мозку.

Діагностика ступеня тяжкості ГПХ в період розпалу, необхідність надання медичної допомоги

	I (1-2)	II (2-4)	III (4-6)	IV (більше 6)
Початок періода	28 – 32 доба	15 – 25 доба	8 – 17 доба	4 – 8 доба
Клінічні прояви	астенія	Інфекційні ускладнення, кровоточивість, епіляція	Інфекційні ускладнення, кровоточивість, епіляція	Загальна інтоксикація, лихоманка, кишковий синдром
Максимальна лейкопенія (10^9/л)	3,0 – 1,5	1,5 – 0,5	0,5 –0, 1	0,5, чи не встигає зменшитися
Максимальна тромбоцитопенія (10^9/л)	100,0-60,0	50,0-30,0	< 30,0	< 20,0, чи не встигає зменшитися
Початок агранулоцитоза	-	20-30	8-20	6-8
Початок тромбоцитопенії	Немає, чи на 25 – 28 добу	17 – 24 доба	10 – 15 доба	До 10 діб
ШОЕ мм/г	10 – 25	25 – 40	40 – 80	60 – 80
Тривасть періода	10	20	30	3 – 4
Необхідність в медичній допомозі	Не потрібна	Потрібна з12 – 20 доби	Потрібна з 1 доби	Потрібна негайно

Діагностика променевої хвороби має на меті вирішення двох тісно пов’язаних між собою завдань: встановлення дози опромінення і визначення ступеня тяжкості захворювання. У процесі встановлення діагнозу використовують анамнестичні, дозиметричні й клініко-лабораторні дані.

Дозиметричний контроль є важливим елементом у діагностиці гострої променевої хвороби, він дозволяє прогнозувати тяжкість перебігу і прогноз для життя. Дані про дозу опромінення встановлюють за допомогою фізичної

дозиметрії (індивідуальні й групові дозиметри). При визначенні на основі показників дозиметра в рентгенах, поглинутої дози в радах беруть до уваги, що 1 рад приблизно відповідає 0,6 рентгену при однобічному опроміненні й 0,9 рентгену при багатобічному опроміненні, наприклад, на сліду радіоактивної хмари. Практично при використанні одного дозиметра, особливо при нерівномірному опроміненні, важко розраховувати на отримання достовірних даних про величину поглинутої дози. Через це в діагностиці променевої хвороби головне значення мають клінічні прояви в різні періоди захворювання, глибина і темп розвитку гематологічних розладів, а також деякі інші зміни в організмі, що характеризують тяжкість опромінення.

Особливості ураження від дії нейтронного опромінення

Аналіз експериментальних даних про перебіг гострої променевої хвороби від нейтронного опромінення показує, що клінічна картина захворювання принципово не відрізняється від променевої хвороби, яка виникає при дії однакових доз гамма-випромінювання, але характеризується деякими особливостями. До них належать, перш за все, досить ранній початок первинної реакції, чіткіша її вираженість і довша тривалість.

Прихований період порівняно коротший і лише при легких формах перевищує два тижні. Він характеризується відсутністю повного клінічного благополуччя.

Період розпалу розтягується до місяця і довше. Із синдромних проявів характерними є досить ранній розвиток шлунково-кишкових розладів, вираженої кровоточивості, тяжких септичних ускладнень, органічних уражень печінки, кишечника, нервової системи, надниркових залоз, гонад. Розтягнуті також відновний і реабілітаційний періоди; в осіб, які перенесли ГПХ внаслідок нейтронного опромінення, частіше, як пізні ускладнення, розвиваються захворювання крові, злоякісні новоутворення, катаракта.

Гостра променева хвороба від поєднаного опромінення виникає при одночасній або послідовній дії на організм людини зовнішнього відносно рівномірного або нерівномірного іонізуючого випромінювання, а також

інкорпорації (попадання всередину) продуктів ядерного поділу (ПЯП) і їх аплікації на шкірних покривах, слизових оболонках.

Питоме значення зовнішнього опромінення, інкорпорації, аплікації ПЯП у формуванні ступеня тяжкості радіаційного ураження визначається їх окремим вкладом в загальну дозу опромінення організму і, що особливо важливо, в дозу опромінення найбільш ураженого, так званого “критичного” органа. Це зумовлює складність клінічної картини і своєрідний перебіг гострої променевої хвороби від поєднаної радіаційної дії. У реальній бойовій ситуації уражаючий ефект при поєднаному опроміненні буде визначатися дозою зовнішнього гамма-нейтронного опромінення. Разом з тим, інкорпорація радіонуклідів може внести певні зміни в клінічну картину гострої променевої хвороби і часто посилювати тяжкість ураження.

Аплікація продуктів ядерного поділу на шкірі та слизових оболонках

Аплікація ПЯП на шкірі й слизових викликає, залежно від ізотопного складу та тривалості експозиції, симптоми радіаційного дерматиту (рис. 3), які обтяжують клініку гострої променевої хвороби від зовнішнього опромінення.

У період виникнення первинної реакції на опромінення переважає симптоматика диспептичних розладів. Інтенсивність місцевих радіаційних уражень шкіри і прилеглих тканин залежить від локальної дози зовнішнього різко нерівномірного опромінення, зумовленого, в основному, аплікацією ПЯП. При певних умовах опромінення добре розвинутий підшкірно-жировий шар може відіграти захисну (екрануючу) роль для функціонально активних, життєво важливих органів і систем організму. Тяжкість ураження шкірних покривів, як правило, не збігається з динамікою змін периферичної крові та кістково-мозкового кровотворення.

Особливу небезпеку для уражених мають **локальні опромінення кінцівок**, органів черевної порожнини і таза в дозах 20-25 грей і більше. Виникають тяжкі й надзвичайно тяжкі місцеві ураження шкіри у вигляді пекучої, болючої і набряклої еритеми, яка після прихованого періоду (7-10 днів) відразу переходить у виразково-некротичний дерматит із масивним

некрозом прилеглих тканин без чіткої демаркаційної межі та супроводжується розладами регіонарної гемодинаміки.

В опромінених спостерігаються виражений больовий синдром, тяжка інтоксикація на тлі артеріальної гіпотонії. У цей час можливий розвиток небезпечних ускладнень: шок, гангрена кінцівок, перфорація порожнистих органів із розвитком перитоніту, сепсису, внутрішня кровотеча тощо.

Клінічна картина латентного періоду і його тривалість визначаються дозою опромінення "критичного" органа. При радіаційному ураженні відносно рівномірним опроміненням у дозі 1-10 грей таким "критичним" органом є кістковий мозок, а клінічна картина розпалу гострої променевої хвороби в цілому відповідає цій дозі зовнішнього опромінення. У період розпалу захворювання посилюються симптоми ураження слизових оболонок порожнини рота, ротоглотки, слинних залоз. При опроміненні підщелепної ділянки дозою в 5 грей і більше повністю припиняється секреція слинних залоз, розвивається ксеростомія. Вона характеризується вираженою сухістю слизової рота і тяжко переноситься хворими. Внаслідок додаткового опромінення шлунково-кишкового тракту інкорпорованими ПЯП симптоми радіаційного ентериту можуть виникати ще до початку періоду розпалу хвороби.

Виразково-некротичні процеси в ілеоцекальному сегменті кишечника (відділ шлунково-кишкового тракту, який найчастіше уражається) можуть стати причиною внутрішньої кровотечі, перфорації з розвитком перитоніту, інвагінації тощо. Залежно від локальної дози опромінення, можлива поява клінічних симптомів радіаційного гастриту, езофагіту (явища дисфагії), проктиту (тенезми при відсутності болю і наявності нормальних випорожнень). Клінічна картина радіаційного гепатиту характеризується гіпербілірубінемією, високою активністю трансаміназ, збільшенням розмірів печінки, свербінням шкіри.

Такі особливості радіаційних уражень внутрішніх органів спостерігають частіше в період відновлення. Якщо вони збігаються у часі з періодом розпалу хвороби, то його симптоматика перекриває їх.

При поєднанні зовнішнього нерівномірного гамма-нейтронного опромінення з інкорпорацією та аплікацією ПЯП у клінічній картині ураження ще в більшому ступені домінує симптоматика ураження “критичного” органа.

Так, при переважаючому опроміненні голови і шиї (доза опромінення — 10-15 грей) первинна реакція супроводжується сильним головним болем. У таких опромінених дуже швидко розвивається прогресуюча загальномозкова симптоматика: швидка виснаженість, затьмарення і втрата свідомості. Опромінені вмирають при явищах церебральної коми. При значно менших дозах (5-6 грей) спостерігається неврологічна симптоматика, хоча без ознак органічних порушень головного мозку. Після видужання у них залишаються підвищена втомлюваність, періодичний головний біль, вегетативно-судинні розлади тощо. При дослідженні периферичної крові та кістковомозкового пунктату ознак пригнічення кровотворення не виявляють.

Опромінення грудної клітки може не супроводжуватись розвитком первинної реакції. Опромінені скаржаться на біль в ділянці серця, ядуху, серцебиття, перебої в роботі серця. Клінічно виявляють симптоми серцево-судинної недостатності. Дослідження кістковомозкового пунктату з грудини при цих умовах опромінення виявляє пригнічення кровотворення.

Периферична кров, як правило, не змінюється, що пов’язано з компенсаторним посиленням кровотворення в неопромінених ділянках кісткового мозку.

Ступінь тяжкості радіаційного нефриту та циститу залежить від об’єму ураженої частини нирок, сечового міхура і дози їх опромінення. Такі хворі скаржаться на головний біль, набряки. При обстеженні у них можна виявити артеріальну гіпертензію, затримку рідини, анемію, протеїнурію. Опромінені, які пережили гостру фазу радіаційного нефриту, в майбутньому потребують постійного лікування хронічної ниркової недостатності.

Інкорпорація ПЯП, не викликаючи кардинальних змін у перебігу гострих радіаційних уражень від зовнішнього рівномірного і нерівномірного опромінення, зумовлює вираженість і важкість віддалених наслідків.

Аналіз анамнестичних даних проводиться з урахуванням особливостей бойової і радіаційної обстановки, умов життєдіяльності військ на радіоактивно зараженій місцевості. Його мета — з'ясувати умови і характер опромінення, ймовірні шляхи попадання в організм ПЯП, їх природу, наявність опромінень у минулому, преморбідний стан, перенесені захворювання тощо. Показники індивідуальних дозиметрів можуть лише використовуватись для орієнтовного, дуже приблизного визначення дози опромінення. Комплексна оцінка клініко-гематологічних показників як своєрідних біологічних дозиметрів дозволяє в більшості випадків достатньо точно відтворити умови зовнішнього опромінення, інкорпорацій і аплікацій ПЯП, значно покращити на етапах медичної евакуації діагностику тяжкості радіаційних уражень від поєднаного опромінення та дати можливість прогнозування їх перебігу.

Основні принципи лікування ГПХ

Надання допомоги починаючи з первинної реакції. Одночасно з наданням медичної допомоги (за показанням) або до неї проводять:

- Санітарну обробку потерпілого.
- Заходи щодо зменшення всмоктування радіоактивних речовин і прискорення виведення радіонуклідів.

Які дії необхідно застосувати для зменшення всмоктування:

- Промивання шлунку;
- Застосування апоморфіну, якщо у потерпілого немає блювоти;
- Після промивання шлунка застосовують сорбент;
- Повторне промивання шлунку через хвилин 20-30;
- Повторне застосування сорбенту

Після чого:

- Застосування послабляючого, краще сольового (сірчанокисла магнезія 25-30 грамів внутрішньо).
- Для виведення радіоактивних речовин (РР) з організму необхідно також зробити:

- Високу очисну клізму, далі застосувати сечогінні препарати, гемосорбцію, гемодіаліз (альфа активний плутоній при гемодіалізі не виводиться тому, що знаходиться в колоїдному стані). Рани забруднені бета-радіоактивними речовинами менш небезпечні ніж забруднені альфа РР.
- Первинна хірургічна обробка повинна проводитися без щадіння тканин. Для внутрішньої дезактивації вводять комплексони внутрішньовенно.

Лікування променевих опіків.

Період первинної реакції. Особи з вираженими ознаками первинної реакції (слабкість, кашель, нудота, головний біль), а також особи з високим рівнем радіоактивності в області печінки і кишечник необхідно госпіталізувати. Всім хворим, у разі підвищення рівня радіоактивності щитоподібної залози, призначити 3% розчин калію йодиду по 1 столовій ложці 3 рази на добу після вживання їжі протягом 10 днів.

Особам з високим рівнем радіоактивності в області кишечника провести очищення шлунку і кишечника.

Особам з вираженими ознаками первинної реакції і з високим рівнем радіоактивності в області печінки та кишечнику провести інтенсивну дезінтоксикаційну терапію з форсованим діурезом.

Етапи дезінтоксикаційної терапії з форсованим діурезом

I етап – внутрішньовенне крапельне послідовне введення 5% розчину глюкози в дозі 12-15 мол/кг маси тіла, ізотонічного розчину натрію хлориду, – 6-8 мол/кг і 3% розчину хлориду натрію в дозі 1,0-1,5 мл/кг;

II етап – внутрішньовенне крапельне введення гіпертонічного розчинів: Гемодез або поліглюкін по 5-8 мл/кг, 10% розчин сироваткового альбуміну по 5-8 мл/кг, 10% розчин натрію хлориду в дозі 0,15-0,2 мл/кг, а потім 20% розчин манніта, в дозі 1,5-2,0 мл/кг;

III етап – форсування діурезу. Для чого через годину після закінчення інфузії перерахованих вище засобів в/о вводили лазикс у дозі 2-4мл і 2,4% розчин эуфіліна по 5-10 мл Швидкість введення розчинів від 60 до 100 крапель в хвилину. Коли кількість виділеної сечі перевищувала 50% обсягу перелитих

рідин починали другий цикл дезінтоксікації, аналогічний першому. Кількість таких циклів може бути від 1 до3 протягом першої години спостереження. Загальна кількість рідин, які вводяться, у кожному циклі може коливатися від 20 до 30мл/кг маси тіла.

При наявності підвищеного рівня радіації в області черевної порожнини проводити очищення кишечнику за допомогою сифонових клізм, призначати седативні, транквілізатори, які знеболюють (димедрол, седуксен, препарати кальцію). Всім призначати ентеросорбенти СКН або СУГС по 20-30 мл 3 рази на добу.Хворим з більш вираженою шлунково-кишковою симптоматикою призначити "гастросорб" по 2 таблетці 3 рази за добу. Прийняття ентеросорбентів проводити протягом 2-3 діб.

Ділянки гіперемії шкіри і променевих опіків обробляти емульсією ліпідо-вітамінного комплексу, 2% емульсією етонію, салаксановою емульсією, яка містить бактерицидні препарати.

Латентний період. Проведення щоденних аналізів крові протягом 2-х тижнів, а далі не рідше 2 разів у тиждень. Проводити загальні аналізи сечі і загальні по Зем-ницькому, вимірювати добовий діурез, біохімічні аналізи. Проводити функціональне дослідження серцево-судинної і дихальної систем. За показниками, при підозрі на пневмонію і променевий пневмоніт проводити рентгенологічне дослідження легенів.

Через 5-10 днів від початку лікування провести пряме дослідження кісткового мозку по стернальним пунктом, кров осіб з гіпоплазією передати для відбору донорского кісткового мозку. Пацієнтам, у яких була висока температура, призначити антибіотики широкого спектру дії – ампіцилін, ампіокс, гентаміцин, мета-циклін з ністатином або леворином. Антибіотики давати протягом тижня, після чого протягом 3-5 днів продовжувати прийняття ністатину або леворину.

Особам з вираженими явищами згущення крові проводити гемодилюцию з наступним форсованим діурезом за допомогою в/в введення: 5% розчину глюкози 500,0 мл; інсулін 6 од., ессенціале 5,0; Гемодез 200,0-400,0 мл;

реополюглюкін 200,0-400,0 мл з додаванням за показниками коронаролітичних, кардіотонічних засобів, контрикалу, а також вітамінів В1, В6 і кокарбоксилази. Потім призначити манітол, лазикс або фуросемід.

Особам з проносом або нестійким випорожненням (при наявності дисбактеріозу з різким зниженням вмісту нормальної кишкової флори) на 3-5 день перебування в стаціонарі призначити протеолітичні ферменти фестал, панзинорм або панкреатин, а також бактеріальні препарати у вигляді колібактерину, лактобактерину, біфідума. Продовжувати обробляти ділянки гіперемії шкіри і променевих опіків эмульсією ліпідовітамінного комплексу, 2% емульсією етонію, салаксановою емульсією, яка містить бактерицидні препарати.

Особам зі стоматитами, трахеобронхитами і пульмонитами 2 рази на добу проводити інгаляції з допомогою інгаляторів. Використовувати, хлорфіліпт етоній, еуфілін, новокаїн, відвари трав і ін. При афтозних і виразково-некротичних стоматитах порожнину рота обробляти розчином хлорфіліпта, етонію, ромазулина, марславину, метилнової синьки тощо. Продовжувати дезінтоксикаційну терапію хворим, у яких триває симптоматика з боку печінки, підшлункової залози, а тим хворим, у яких вона і далі буде неефективна, провести гемосорбцію

Паралельно з медикаментозним впливом на симптоми променевих проявів з боку різних органів і систем проводити медичне сортування хворих. Для складання прогнозу використовувати динаміку показників крові, характер і поширеність променевих ушкоджень, виразність первинних симптомів і радіаційний анамнез. Особи з потенційною ГПХ переводити в боксировані палати з створенням умов асептики і антисептики.

У період розпалу хвороби проводиться комплексна терапія з урахуванням клінічних проявів захворювання. Основу існуючих комплексів складають антибіотики, препарати крові, кровозамінники, вітаміни, деякі антигеморагічні засоби, гормональні та антигістамінні препарати. Важливе місце належить організації догляду за хворими і раціональному лікувальному

харчуванню, при призначенні якого необхідно враховувати характер функціональних розладів травної системи, ступінь зниження апетиту, вираженість змін слизової оболонки порожнини рота, шлунка і кишечника, порушення обміну речовин і загальну інтоксикацію.

Для харчування хворих на променеву хворобу використовують дві основні дієти. Одна із них повинна відповідати загальному госпітальному столу, але містити додаткову кількість білків. Така дієта може бути призначена хворому в прихованому періоді, в періоді розпалу при відсутності виражених проявів стоматиту, гінгівіту і гастроентероколіту та в період відновлення. При розвитку виразково-некротичних змін слизової рота, шлунка і кишечника потрібно призначати зондовий стіл. Усім хворим у прихованому періоді й у період розпалу даються молочнокислі продукти, що сприяють нормалізації складу кишкової мікрофлори, пектинові речовини, які покращують процеси всмоктування і перистальтику.

Запобігання інфекційним ускладненням і їхнє лікування є важливою складовою частиною комплексної терапії. Вона включає заходи, що зменшують можливість екзогенного інфікування, антимікробні речовини і засоби, які підвищують імунну опірність організму.

При II і III ступенях променевої хвороби перед початком і під час агранулоцитозу необхідно намагатися створити асептичний режим (розмежувати хворих, відокремити їх один від одного пластиковими перегородками висотою 2-3м, проводити опромінення палат бактерицидними лампами. З метою підтримки асептичних умов у палатах медперсонал повинен захищати рот і ніс марлевими пов’язками або респіраторами, користуватись додатковими халатами і спеціальним взуттям, що знаходиться перед входом у палату на килимку, змоченому 1% розчином хлораміну. Важливими заходами запобігання інфекційним ускладненям агранулоцитарної природи є ретельний догляд за порожниною рота хворого (гігієнічна обробка розчинами антибіотиків) і максимальне зменшення парентеральних введень будь-яких препаратів.

Профілактику інфекційних ускладнень антибактеріальними препаратами починають при зниженні числа лейкоцитів в периферичній крові до 1•109 в 1л. Однак, в умовах одноразового надання медичної допомоги великій кількості уражених проведення гематологічних аналізів може бути неможливим, тоді хворим на променеву хворобу тяжкого ступеня антибіотики призначають з початку другого, а при середньому ступені — з початку четвертого тижня після опромінення. Якщо виникають труднощі в діагностиці ступеня тяжкості променевої хвороби, а дозиметричні дані й відомості про склад крові відсутні, то антибіотики призначають при підвищенні температури тіла.

При проведенні антибактеріальної терапії, за можливістю, необхідно враховувати результати бактеріологічних посівів і визначення чутливості висіяної флори, використовувати антибіотики із широким спектром дії, здійснювати періодичну заміну одного антибіотика іншим. Антибіотиками вибору є напівсинтетичні пеніциліни (оксацилін, метицилін, ампіцилін), цефалоспорини (цефалоридин, цепорин), аміноглікозиди (гентаміцин, канаміцин) тощо. Застосування антибіотиків припиняють, коли кількість лейкоцитів в крові відновлюється до 2•109- 3•109 в 1л, а температура тіла утримується нормальною. Для підвищення загальної опірності в період розвитку інфекційних ускладнень доцільно використовувати гаммаглобулін, за показаннями - антистафілококову плазму та антистафілококовий гаммаглобулін.

Для боротьби з кровоточивістю використовуються засоби, що відновлюють дефіцит тромбоцитів: нативну або свіжозаготовлену кров не більше одного дня зберігання, тромбоцитарну масу; засоби, що посилюють коагулюючу здатність крові — амінокапронову кислоту, амбен (памба), суху плазму, фібриноген; засоби, що впливають на судинну стінку — аскорутин, етамзилат (дицинон); препарати місцевої дії — гемостатичну губку, фібринну плівку, сухий тромбін.

При розвитку анемії й анемічної кровоточивості показане переливання одногрупної резус-сумісної крові, перевагу необхідно віддавати прямому

переливанню крові, а також її препаратам, наприклад замороженим і відмитим еритроцитам.

Вираженість шлунково-кишкового синдрому є показанням до призначення парентерального харчування з використанням гідролізатів білка і жирових емульсій. Для зменшення перистальтики й оберігання слизової дають сирий яєчний білок, кальцію карбонат, вісмут.

У період відновлення головна увага приділяється поновленню функції кровотворення і нервової системи. З цією метою призначають анаболічні гормони, засоби, які стимулюють ЦНС. Тому необхідно давати повноцінне харчування, препарати заліза, поступово переводити хворого на загальний режим.

Надання медичної допомоги на етапі медичної евакуації

Перша медична допомога. Потерпілих евакуюють із зони ураження, якнайшвидше проводять часткову санітарну обробку (витрушування одягу, обмивання відкритих ділянок тіла та полоскання ротової порожнини). При неможливості негайної евакуації із зони можливого ураження необхідно прийняти радіозахисний засіб цистамін — одночасно 6 таблеток (1,2 г) за 30-40 хвилин до опромінення.

Для профілактики блювання, що є проявом первинної реакції, всередину приймається диметкарб або етаперазин по 1 таблетці.

З метою організації евакуації та оптимізації надання медичної допомоги всіх потерпілих поділяють на легко- та тяжкопоранених.

Долікарська допомога (фельдшерська). При нудоті та блюванні повторно дається диметкарб або етаперазин (1-2 таблетки). При збудженні — заспокійливі (екстракт валеріани, “Адоніс-бром” в таблетках, димедрол — по 0,05г, феназепам — по 0,005г). При серцево-судинній недостатності — кордіамін (1 мл підшкірно) або кофеїн-бензоат натрію 20 % розчин (1 мл підшкірно). Якщо евакуація із зони затримується, то через 4-6 годин після першого приймання призначається повторно 6 таблеток цистаміну. Перша лікарська допомога. Проводиться часткова санітарна обробка за показаннями

(забруднення одягу — понад 50 МР/год). Протиблювотні засоби — етаперазин всередину три рази на добу по 0,004г. При наявності повторного блювання: або етаперазин — 1мл внутрішньом'язово, або аміназин — 2,5% розчин 1мл внутрішньом'язово, або атропін — 0,1% розчин 1мл підшкірно. При явищах серцево-судинної недостатності, залежно від їх вираженості: кордіамін, кофеїн-бензоат натрію, мезатон — 1% розчин 1мл внутрішньовенно чи норадреналін — 0,2% розчин 1 мл внутрішньовенно, корглюкон — 0,06% розчин або строфантин — 0,05% розчин 1 мл внутрішньовенно. При наявності пропасниці або ознак інфекційних ускладнень (тонзиліт, пневмонія): антибіотики. При кровоточивості: амбен (памба) — 1% розчин 3,0мл внутрішньовенно, амінокапронова кислота — всередину по 3-5г, місцево — гемостатична губка.

Кваліфікована медична допомога. Під час початкового періоду на доповнення до заходів першої лікарської допомоги при променевій хворобі III–IV ступенів і багаторазовому або безперервному блюванні — внутрішньовенне введення 10% розчину кальцію хлориду по 10мл або поліглюкіну по 500мл.

Під час прихованого періоду - полівітаміни, димедрол, мепробамат (мепротан), профілактичне призначення антибіотиків за показаннями. У період розпалу: при променевій хворобі I ступеня - полівітаміни, димедрол, седативні засоби, антибактерійна терапія за показаннями; при променевій хворобі II-III ступенів - під час зниження кількості лейкоцитів до 1•109 в 1л крові - антибіотики, для профілактики і лікування кровоточивості - амбен, амінокапронова кислота, суха плазма, для боротьби з токсемією - розчин глюкози, ізотонічний розчин; при анемії ереливання консервованої крові, пряме переливання.

При наданні спеціалізованої медичної допомоги на доповнення до заходів кваліфікованої медичної допомоги в прихованому періоді (5-10 доба) при променевій хворобі III-IV ступенів показана трансплантація кісткового мозку, в період розпалу використовують переливання еритроцитарної і тромбоцитарної маси, здійснюють парентеральне харчування, створюють для хворих у період агранулоцитозу асептичні умови у стаціонарі.

Профілактика радіаційних уражень

Профілактика радіаційних уражень передбачає комплекс фізичних, хімічних та біологічних заходів, спрямованих на зменшення поглинаючої дози енергії проникаючої радіації, а також підвищення стійкості організму до дії опромінення. Дещо зменшують радіочутливість організму деякі вітаміни (Р, С, В6), анаболічні гормони, соматотропний гормон, а також засоби, які підвищують синтез нуклеїнових кислот (тимін, оротова кислота). Досить ефективними виявились хімічні захисні сполуки, названі радіопротекторами, які були виділені з різних речовин. До них належать деякі амінотіоли (меркамін, аміноетилізотіуроній), індолілалкиламіни (серотонін), полісахариди (гіалуронова кислота, хондротинсульфат).

Для практичного використання найбільш придатними радіозахисними препаратами вважають цистамін, цистеамін, аміноетилізотіуроній. Радіозахисну дію цих сполук пов'язують із їх здатністю знижувати внутрішньоклітинний вміст кисню, захищати сульфгідрильні групи ферментів шляхом утворення змішаних дисульфідів, нейтралізувати вільні радикали.

Цистамін стійкий при зберіганні, малотоксичний, може застосовуватись повторно. Для профілактики він дається всередину в таблетках, при цьому його радіозахисна дія зберігається до 4-5 годин.

Комбіновані радіаційні ураження (КРУ) — це ураження, що виникають під впливом іонізуючого випромінювання та інших факторів ядерної чи неядерної зброї. Комбіновані радіаційні ураження належать до класу комбінованих уражень, тобто уражень кількома різними за природою етіологічними факторами, при обов'язковій участі радіаційного фактора. Найбільш типовими є комбіновані радіаційні ураження, що зумовлені одночасною дією уражаючих факторів ядерного вибуху, в результаті яких виникають комбінації гострих променевих уражень з опіками і механічними травмами. Комбіновані радіаційні ураження можуть бути також і різними за часом, тобто виникати в поранених, обпечених при їх наступному опроміненні, наприклад, при перебуванні потерпілих на зараженій радіоактивними

речовинами місцевості (чи в осіб, які раніше були опромінені при вторинних ураженнях вогнепальною, хімічною чи бактеріологічною (біологічною) зброєю, а також при проведенні бойових дій на сліді радіоактивної хмари).

Основним джерелом комбінованих радіаційних уражень є уражаючі фактори ядерних вибухів потужністю 20-50 кт. При вибухах малої і надмалої потужності переважно виникають променеві ураження без комбінації з опіками чи іншими травмами (комбінації можливі при подальшому застосуванні інших видів зброї). При вибухах потужністю понад 100 кт переважають термічні й механічні травми без комбінації з ураженнями проникаючою радіацією.

Термін “комбіновані радіаційні ураження” — означає результат дії кількох уражаючих факторів, тобто виникнення і розвиток поліетіологічного (багатокомпонентного) патологічного процесу, що призводить до втрати боєздатності (працездатності) потерпілих негайно або через деякий час.

Компонент КРУ — ураження, яке виникає під дією одного з етіологічних факторів, що беруть участь у формуванні складного патологічного процесу і впливають на його перебіг і наслідки. Постійним, хоча і різним за видом і характером, є радіаційний компонент, мінливим — різні нерадіаційні компоненти.

Провідний компонент КРУ — ураження, що спричиняє найбільш виражені порушення стану організму в даний період патологічного процесу. В клінічному розумінні він визначає найбільшу небезпеку для життя і здоров’я потерпілих, а в організаційному — насамперед потребує невідкладної допомоги в даний момент (на даному етапі медичної евакуації). Синдром взаємного обтяження — посилення патологічного процесу від дії спільного впливу кількох уражаючих факторів. У клінічному перебігу єдиного патологічного процесу комбінованих радіаційних уражень за найбільшою вираженістю симптомів провідних компонентів виділяють **періоди:**

1. Гострий період, чи період первинних реакцій на променеві й непроменеві травми.
2. Період переважання непроменевих компонентів.

3. Період переважання променевого компонента.

4. Період відновлення.

Комбіновані радіаційні ураження розрізняються:

— за складом етіологічних факторів (етіологічна класифікація);

— за ступенем тяжкості уражень, потребою в медичній допомозі й прогнозу (медико-тактична класифікація):

I — легкий (променеві ураження від дози іонізуючого випро-мінювання не більше 2 Грей, травми легких ступенів, обмежені до 10 % поверхні тіла — опіки I, II, III-А ступенів) загальний стан у більшості потерпілих задовільний; прогноз для життя і здоров'я сприятливий; спеціалізованої медичної допомоги, як правило, не потребують; тимчасова втрата боєздатності (працездатності) — не більше 2 місяців; у стрій (до праці) повертаються практично всі потерпілі

II — середній (променеві ураження — від дози іонізуючого випромі-нювання 2-3 грей, травми не більше середнього ступеня; поверхневі опіки — до 10% чи обмежені — не більше 5% поверхні тіла (опіки IIIБ, IV ступенів) загальний стан задовільний чи середньої тяжкості; прогноз для життя і здоров'я визначається своєчасністю та ефективністю медичної допомоги; більшості потерпілих потрібна кваліфікована і спеціалізована медична допомога, термін лікування — до 4 місяців; в стрій (до праці) повертається 50% потерпілих

III — тяжкий (променеві ураження — від дози іонізуючого випромінювання 3-4 грей, травми середнього і тяжкого ступенів, опіки всіх ступенів понад 10% поверхні тіла) загальний стан тяжкий; прогноз для життя і здоров'я сумнівний; одужання можливе тільки при наданні всіх видів необхідної медичної допомоги; термін лікування при сприятливому наслідку — 6 і більше місяців; повернення в стрій (до праці) в поодиноких випадках

IV — вкрай тяжкий (променеві ураження — від дози іонізуючого випромінювання понад 4 грей, травми середнього і тяжкого ступенів, опіки — більше 10% поверхні тіла) загальний стан тяжкий і вкрай тяжкий; прогноз несприятливий при всіх сучасних методах лікування; показана симптоматична терапія

Відповідно до принципової схеми втрат від зброї масового ураження виділяють радіаційно-механічні (РМУ), радіаційно-термічні (РТУ), радіаційно-механо-термічні (РМТ). До них необхідно віднести різні за часом ураження, що виникають при комбінаціях опромінень з вогнестрільними пораненнями і опіками вогнесумішами (напалм, пірогелі). У випадку застосування поряд з ядерною також бактеріологічної (біологічної) і хімічної зброї можливі радіаційно-біологічні і радіаційно-хімічні комбінації чи їх комбінування. Ураження, що не мають фактора радіаційного ураження, є комбінованими нерадіаційними.

Особливості патогенезу. На відміну від ізольованих непроменевих травм, комбіновані радіаційні ураження характеризуються зміненим перебігом загальних посттравматичних реакцій (посилення і подовження еректильної фази шоку, поглиблення торпідної фази, пригнічення запальної реакції, фагоцитозу тощо) і порушенням репаративної регенерації (тривале і неповне загоєння ран, переломів, опіків та інших ушкоджень).

Патогенез комбінованих радіаційних уражень визначається ступенем ураження кожним із факторів і взаємним впливом цих уражень на перебіг загального патологічного процесу. При легкому ступені променевих і непроменевих травм взаємний вплив уражень практично відсутній. Отже, спостерігається звичайний перебіг опіків, ран та інших ушкоджень. Якщо дія будь-якого із уражаючих факторів викликає ушкодження не нижче середнього ступеня, то цей вплив виражається синдромом взаємного обтяження.

Він проявляється у вигляді:

— більш тяжкого загального перебігу ушкодження (збільшення летальності; глибокі, часто незворотні порушення гомеостазу) і зниження числа сприятливих близьких і віддалених наслідків лікування уражених; — порушень захисно-адаптаційних реакцій на травму (збільшення зон первинних ранових і опікових некрозів, сповільнення біологічного очищення ран і відторгнення опікових струпів, зниження або втрата бар’єрних функцій тканин, генералізація ранової інфекції);

— прискорення розвитку і більш вираженого прояву основних симптомів променевого ураження (цитопенічний і геморагічний синдроми; інфекційні ускладнення тощо);

— сповільненого й ускладненого перебігу репаративної регенерації ран, опіків, переломів та інших ушкоджень.

Вираженість синдрому взаємного обтяження при комбінованих радіаційних ураженнях залежить від виду і ступеня тяжкості непроменевих травм (глибини та площі опіку, характеру і локалізації механічного ушкодження) та дози опромінення. Він краще виражений при комбінації променевого ураження з опіком, ніж при поєднанні променевого ураження з механічною травмою. “Світлого” проміжку, або періоду “клінічного благополуччя”, характерного для “чистої” променевої хвороби, при комбінованих радіаційних ураженнях не спостерігається. Відразу після ураження виникає і розвивається типова картина опіку (в тяжких випадках— опікової хвороби) або травми (“травматичної хвороби”), часто ускладнених шоком, кровотечею, загальним тяжким станом. Отже, при комбінованих радіаційних ураженнях “прихований” період променевого ураження заповнений клінікою травми і її ускладнень. Він визначається тільки умовно як найбільш сприятливий для хірургічного лікування.

Якщо вважати нижньою межею променевого ураження, яке клінічно проявляється, загальну дозу опромінення в 1 грей, то обтяження, що спричиняється травмами і опіками, знизить цей поріг до 0,5-0,7 грей. Верхня межа, при якій (в умовах успішного лікування травми або опіку) можливий сприятливий наслідок комбінованого радіаційного ураження із врахуванням синдрому взаємного обтяження, також знижується від 6 до 4,5 грей, а при потрійних комбінаціях (променеве ураження, травма, опік) —до 3 грей. Із практичною метою можна вважати, що вплив опіків і травм, особливо тяжких, прискорює розвиток фаз і посилює тяжкість променевого ураження, переводить ураження, як мінімум, на один ступінь більше того, ніж це очікується при ізольованому променевому впливі в тій же дозі. Променеві ураження І ступеня

(1-2 грей) в комбінаціях з опіками або травмами відповідають тяжкості й наслідкам ізольованих променевих уражень II ступеня (2-4 грей), II ступеня — III тощо.

Характеристика клінічного перебігу комбінованих радіаційних уражень.

Гострий період (період первинних реакцій при променевих і непроменевих ураженнях). У перші години і кілька діб клінічна картина комбінованих радіаційних уражень представлена, головним чином, симптомами непроменевих травм: больовий синдром, травматичний або опіковий шок, кровотечі, розлади дихання. Ознаки первинної променевої реакції (нудота, блювання, адинамія, гіперемія шкірних покривів) найчастіше замасковані зовнішньо більш вираженими проявами травм і опіків. Проте наявність ознак первинної променевої реакції при відносно легких непроменевих травмах дозволяє запідозрити комбіноване променеве ураження.

Гематологічні показники цього періоду свідчать, перш за все, про зміни, характерні для непроменевих травм (нейтрофільний лейкоцитоз — при всіх видах травм; анемія — при масивних кровотечах; гемоконцентрація — при синдромі тривалого стискання і великих за площею глибоких опіках). Незважаючи на короткий період після опромінення, на фоні лейкоцитозу може виникнути абсолютна лімфопенія — діагностична ознака променевого ураження (лімфопенія при тяжких травмах і опіках є відносною).

Період переважання непроменевих компонентів. При легких ступенях променевого ураження (1-2 Грей) клініка непроменевих компонентів комбінованих радіаційних уражень виражається звичайним перебігом (залежно від тяжкості, характеру і локалізації травм) без ознак обтяження. Якщо ж опіки і механічні травми комбінуються з вираженими променевими ураженнями II-III ступенів — (2-4, 4-6 Грей), то спостерігають порівняно більшу частоту і тяжчий перебіг шоку, раннє виникнення ускладнень (кровотеча, ранова інфекція, ранове виснаження). На фоні звичайного клінічного перебігу опіків і ран можуть виникати характерні для променевого ураження зміни гематологічних показників: короткочасний лейкоцитоз, який змінюється лейкопенією;

збільшується і наростає лімфопенія; виражені ознаки токсикозу й анемії. Вони наростають до кінця періоду, який продовжується для комбінацій променевого ураження з механічними травмами від 2 діб до 3 тижнів, для великих за площею і тяжких опіків він коротший — до 7 діб (при тяжких опіках другий період може бути відсутнім — у таких уражених відразу після травми виникає тяжкий прогресуючий радіаційно-опіковий процес). У наведені терміни загальний стан хворих і характеристика місцевих пошкоджень залежать від ефективності хірургічної допомоги. Зупинка кровотечі й компенсація крововтрати, життєво небезпечних ускладнень травм, активна боротьба з рановою інфекцією, знеболювання, іммобілізація — всі ці заходи мають на меті ліквідувати наслідки непроменевих комбінованих радіаційних уражень. При своєчасній і адекватній допомозі в цей період об'єктивні показники стану поранених покращуються, динаміка перебігу ран, опіків та інших пошкоджень наближається до їх звичайних характеристик. Винятком є поранені з тяжкими опіками чи травмами і променевою дією понад 4 грей — при таких комбінаціях спостерігають прогресування, часто незворотний перебіг патологічного процесу.

Період переважання променевого компонента. Клініка цього періоду при середніх і тяжких ступенях променевої дії характеризується, головним чином, симптомами променевого ураження. Самопочуття потерпілих різко погіршується. Підвищується температура тіла, наростає слабість, розвиваються некротичні ангіни, гінгівіти, стоматити, ентероколіти, пневмонії й інші інфекційні ускладнення; виникають численні крововиливи в шкіру і слизові оболонки, а також кровотечі (носові, кишкові, шлункові тощо).

У цей період максимально проявляється синдром взаємного обтяження. Поряд з появою загальних інфекційних ускладнень (пневмоній, ентероколітів тощо) активізується ранова інфекція. На фоні сповільненої регенерації ран вона набуває схильності до генералізації. Частими є вторинні кровотечі, які при розладах системи згортання крові можуть бути частими і являють собою значну небезпеку для життя поранених. Виражені токсемія і бактеріємія.

Можливі збільшення зон первинного некрозу і розходження ран, що вже загоювалися. Початок цього періоду для доз 2-4 грей і механічних травм відбувається раніше на 5-10 днів; вище 4 грей — на 8-10 днів. При тяжких опіках він може настати вже на 2-7 день.

Цей період характеризується вираженими лімфо-, лейко-, тромбо-, еритроцитопенією, продовженням часу згортання крові й підвищенням кровоточивості. Спостерігається підвищена ранимість тканин при повторних операціях і різних маніпуляціях. Третій період є критичним для поранених, тому що кількість ускладнень зумовлена як загальними променевими ураженнями, так і місцевими ускладненнями (ранова інфекція, вторинні кровотечі).

Період відновлення. На фоні залишкових явищ променевого ураження найбільшу увагу привертають наслідки травм та опіків. До них належать трофічні виразки, остеомієліти, несправжні суглоби, контрактури, рубцеві деформації тощо. При клінічній оцінці цих наслідків треба мати на увазі, що функції кровотворного апарату, а також нормальний імунобіологічний статус організму, відновлюються дуже повільно. Це обмежує хірургічну активність в комплексній реабілітації хворих і є джерелом небезпечних ускладнень.

Особливості клініки неодночасних уражень

Клініка комбінованих радіаційних уражень значно змінюється, якщо непроменеві травми або опіки виникають в осіб, які раніше отримали опромінення. Ця особливість найбільш виражена, якщо травма або опік виникають у період розпалу променевого ураження. Стан хворих різко погіршується. На фоні пригнічення захисних сил організму (порушення гемопоезу, імунобіологічного статусу тощо) перебіг шоку і крововтрати тяжчі, навіть відносно легкі травми супроводжуються частими ускладненнями.

Дещо легше перебігають ураження в тих випадках, коли травма передує опроміненню. Оскільки до моменту променевого ураження більшість травм уже не викликають серйозної загрози життю потерпілих, а також минає період найбільш небезпечних ускладнень (шок, хірургічна інфекція тощо), синдром

взаємного обтяження частіше проявляється у вигляді сповільненого загоювання ран і переломів.

Загальні принципи лікування

Основний принцип лікування комбінованих радіаційних уражень полягає в комплексному застосуванні методів і засобів лікування променевих і непроменевих травм. Відповідно до конкретних видів ураження, а також враховуючи провідний компонент у даний період, змінюють зміст і послідовність проведення лікувально-профілактичних заходів.

Протягом I періоду (періоду променевих і непроменевих реакцій) при радіаційно-механічних пошкодженнях основні зусилля спрямовують на надання невідкладної допомоги з приводу травм (первинна пов'язка, зупинка кровотечі, знеболювання, іммобілізація тощо). При тяжких травмах, ускладнених шоком, проводять протишокову терапію, до якої належать (коли це необхідно і можливо) хірургічні втручання за життєвими показаннями. Потрібно мати на увазі, що операційна травма може посилити вираження синдрому взаємного обтяження. Тому хірургічне втручання повинно бути мінімальним за обсягом і проводитись при надійному анестезіологічному забезпеченні. Допомога при радіаційно-опікових травмах полягає в накладанні первинних пов'язок та іммобілізації, а при опіковому шоку, крім того,— в протишоковій терапії. У тих випадках, коли є ознаки первинної променевої реакції, показана їх ліквідація за допомогою протиблювотних препаратів (етаперазин, аерон, атропіну сульфат) і симптоматичних засобів (кордіамін, димедрол, адоніс-бром, діазепам тощо). Застосування антибіотиків у гострий період спрямоване, в основному, на профілактику розвитку ранової інфекції.

У II періоді (переважання непроменевих компонентів) завдання лікування залишаються тими ж, але вони значно розширюються при радіаційно-механічних травмах. У цей період необхідно провести первинну обробку ран і відкритих переломів, а також усі заходи кваліфікованого і спеціалізованого хірургічного лікування. Антибіотики, введені перед, під час і після хірургічних втручань (місцево, навколо пошкоджених тканин, а також внутрішньом'язово,

підшкірно, внутрішньовенно і всередину), перешкоджають розвитку місцевої і загальної інфекцій. Застосування медикаментозних засобів сприяє покращанню стану уражених (дихальні й серцеві аналептики, інфузійна терапія, яка включає і переливання крові), а також стимулює і підтримує функції організму (вітаміни, гормони тощо) в цей період. Крім того, їх використовують для лікування наслідків травм або запобігання тяжкості перебігу хвороби в наступному періоді, коли буде переважати вплив променевого фактора. Хірургічне лікування опіків у II періоді можна застосовувати лише при обмежених глибоких ураженнях, коли вони не перевищують 3-5 % поверхні тіла, а більш глибокі ураження підлягають хірургічному лікуванню пізніше, в IV періоді. Реактивність організму, зокрема сприйняття медикаментозних засобів у ранні терміни, практично не змінюється, тому майже всі необхідні медикаменти використовують у звичайних дозах.

Основні зусилля в III періоді (переважання променевого компонента) необхідно зосередити на лікуванні променевого компонента ураження, яке включає заходи для боротьби з геморагічним синдромом, профілактики і лікування загальних інфекційних ускладнень, симптоматичну терапію. Починаючи з цього періоду, на застосування таких лікувальних засобів, як наркотики, серцеві та дихальні аналептики, можливі виникнення парадоксальної реакції організму, посилення їх побічної дії. Тому всі медикаменти, крім антибіотиків, рекомендують приймати в зменшених дозах. При парадоксальній реакції ураженого на введення лікувальних засобів хірургічні втручання допускають тільки за життєвими показаннями: зовнішні й внутрішні кровотечі, перфорації порожнинних органів тощо. При цьому необхідно забезпечити надійний гемостаз такими методами, як прошивання країв ран, попередня перев’язка судин по ходу; підвищення згортання крові шляхом введення кальцію хлориду, амінокапронової кислоти, вітаміну К, прямого переливання донорської крові.

У IV періоді (відновлення) здійснюють патогенетичну, симптоматичну терапію залишкових симптомів променевого ураження і лікування наслідків

непроменевих травм. При призначенні медикаментозних засобів необхідно враховувати довготривалі порушення реактивності організму і можливість парадоксальних реакцій. Крім того, внаслідок введення наркозу і проведення хірургічних втручань в осіб, які були раніше опромінені, частіше, ніж звичайно, можуть виникати ускладнення. Тому зростає значення ретельного передопераційного обстеження хворого та анестезіологічного забезпечення операційних втручань. Хірургічне лікування глибоких і великих за площею опіків із пластичною заміною шкірних покривів проводять переважно в цьому періоді. При необхідності виконують також реконструктивно-відновлювальні операції з приводу наслідків механічних травм та їх ускладнень. Проводиться комплекс таких реабілітаційних заходів, як лікувальна фізкультура, фізіотерапія тощо.

Особливості перебігу і лікування основних видів комбінованих радіаційних уражень

Променеві ураження і дія ударної хвилі. Ударна хвиля ядерного вибуху спричиняє різні за тяжкістю механічні пошкодження. Прийнято виділяти результати прямої (безпосередньої) первинної, прямої вторинної і побічної дії ударної хвилі. У першому випадку це своєрідний вид патології — первинна вибухова травма. У другому — різнобічні пошкодження, рани, переломи тощо, які виникають при відкиданні тіла (“метальний ефект”). У третьому — поранення осколками, пошкодження при завалах тощо.

Дія надлишкового тиску у фронті ударної хвилі зумовлює механізм виникнення травми, що спричиняє комплекс морфологічних (деструктивних) і функціональних порушень в організмі. Первинна вибухова травма характеризується появою загального контузійно-комоційного синдрому, в якому переважають симптоми закритої травми головного мозку і легень, рідше — органів черевної порожнини і таза. Можуть виникати множинні й поєднані ушкодження.

Природно, що на такому фоні ознаки первинної променевої реакції не чітко відмежовані від симптомів черепномозкової травми та інших проявів

контузійного синдрому. Тому клініка перших двох періодів комбінованих радіаційних уражень визначається лише тяжкістю контузії та інших ушкоджень. Про променеве ураження можуть свідчити гематологічні порушення: лімфо- і лейкопенія, нейтрофілопенія тощо. Контузійний синдром проявляється і в III періоді, коли в повному обсязі розвинеться клініка відповідного ступеня променевих уражень. При цьому для середнього і тяжкого ступенів радіаційної дії терміни виникнення геморагічного синдрому будуть скорочені, а його прояви — посилені за рахунок обтяжувального впливу наслідків непроменевих травм.

У періоді відновлення разом із залишковими явищами променевого ураження переважають прояви наслідків черепномозкової травми — астенія, розлади слуху, чутливості й обсягу рухів; у тяжких випадках — епілепсія, енцефалопатія, паркінсонізм, а також інші ушкодження.

Лікувальні заходи при легких ступенях комбінації контузійного синдрому і променевих уражень зводяться до призначення заспокійливих засобів і симптоматичної терапії ушкоджень. При комбінаціях уражень середнього і тяжкого ступенів лікувальна тактика (спрямовується на усунення домінуючої) на даний момент патології: боротьба з асфіксією, протишокова терапія, дегідратаційна терапія при наростанні внутрішньочерепного тиску, хірургічне і консервативне лікування ушкоджень тощо. Із врахуванням синдрому взаємного обтяження всі необхідні хірургічні втручання потрібно виконувати в перші декілька днів; у період переважання променевого компонента їх виконують лише за життєвими показаннями, при тяжких променевих впливах, які перевищують 4-5 грей, — як виняток. Медикаментозне лікування (серцеві та дихальні аналептики, діуретики, наркотики, гіпотензивні засоби, антибіотики, гормони, вітаміни тощо) протягом перших двох періодів застосовують за загальними правилами, в третьому і четвертому періодах — із врахуванням індивідуальних змін реактивності організму деяких хворих.

Променеві ураження і рани. У гострому періоді й періоді переважання непроменевого компонента порушення регенерації ран майже не проявляються.

Зміни в зоні пошкоджених тканин полягають у більш вираженому травматичному набряку з одночасним зменшенням числа клітинних елементів регенерату. До моменту розвитку симптомів переважання променевого компонента сповільнюються утворення і дозрівання сполучної тканини. При нерівномірному локальному опроміненні дозою, що перевищує 10 грей, на початку регенерації в зоні локалізації травми виникає стійке пригнічення процесу загоювання ран. Воно особливо виражене в поверхневих шарах ранового дефекту. В зоні пошкодження переважають некротичні зміни і циркуляторні порушення у вигляді вираженого набряку і крововиливів.

У період переважання променевого компонента при рівномірному і нерівномірному опроміненні загоювання ран пригнічується ще більше. Зони некрозу збільшуються. Краї, стінки і дно ран набувають сірого, в'ялого вигляду. Грануляції бліді, набряклі, схильні до некротичного розпаду і кровоточивості. Часто виникає і прогресивно розвивається гнійно-гнильна й анаеробна інфекція з вкрай тяжким перебігом. При мікроскопічному дослідженні стінок і дна ран виявляють велику кількість мікробів. У просвіті судин виникають численні мікробні емболи, що свідчить про початок генералізації інфекції.

При нерівномірному опроміненні рани дозою 10 грей і більше виявляються ознаки гострого місцевого радіаційного ураження шкірних покривів: гіперемія, набряк, пухирі, ерозії — радіаційні опіки. У період відновлення регенераційні процеси знову активізуються. Грануляції набувають звичайного характеру, рана поступово епітелізується. Таким чином, після нерівномірного опромінення дозою понад 10 грей рани, локалізовані в зоні ураження, набувають вигляду променевих виразок зі слабовираженою тенденцією до епітелізації.

Рання радикальна хірургічна обробка ран у поєднанні із застосуванням антибіотиків і використанням при відповідних показаннях первинного і відстроченого первинного шва в гострому періоді або періоді переважання непроменевого компонента дозволяє при нетяжких комбінованих радіаційних

ураженнях у ряді випадків досягнути первинного загоєння. Значення порушень регенерації при лікуванні ран враховують порівняно пізнім зняттям швів на 10-14 добу.

В умовах нерівномірного опромінення, коли ділянки рани опромінені дозою, що перевищує 10 грей, після хірургічної обробки шкіру зашивати не варто. Необхідно наблизити краї м'язів направляючими швами і потім лікувати рану відкритим способом. У період повного розвитку променевого ураження використання всіх видів швів і первинної шкірної пластики недоцільне і небезпечне. У періоді відновлення при появі в рані достовірних ознак регенерації можна використовувати пізні вторинні шви або пластичні способи закриття ран.

Рани, забруднені продуктами ядерного вибуху (ПЯВ), обробляють як звичайні інфіковані рани. Якщо хірургічну обробку на даному етапі не виконують, то необхідна зміна пов'язки, тому що до 50 % радіоактивних речовин разом із виділеннями рани фіксуються на пов'язці. Забруднений перев'язувальний матеріал збирають в окремий ящик і закопують у землю. Інструменти, хірургічні рукавички миють теплою водою з милом і знову використовують для роботи в перев'язочній.

Оскільки небезпечні забруднення ран продуктами ядерного вибуху можуть поєднуватися із зовнішнім опроміненням у великих дозах, лікарська і хірургічна тактика повинна враховувати дозу (ступінь) зовнішнього опромінення. При дозі місцевого ураження, що не перевищує 10 грей, рану після хірургічної обробки в перші два періоди комбінованих радіаційних уражень можна, при наявності показань, зашити з використанням відкладеного первинного шва. При місцевому променевому навантаженні, яке перевищує 10 грей, лікування проводять відкритим способом. Винятком із цього правила є рани, що проникають у порожнини черепа, грудної клітки, черевної порожнини, при яких закриття рани після обробки є життєво необхідним.

Променеві ураження і переломи. Основною відмінністю перебігу переломів при комбінованих радіаційних пораненнях є сповільнені процеси

репаративної регенерації кісткової тканини під дією іонізуючої радіації. Сповільнення регенерації кістки після перелому в опромінених осіб може викликатися як дистрофічними процесами, що розвиваються в організмі при променевій хворобі, так і місцевим пригніченням репаративних процесів кістки. Різкі зміни спостерігають у мінеральному складі кісткового мозоля. Ці явища починаються в період переважання непроменевих компонентів і продовжуються не лише впродовж усіх періодів комбінованих радіаційних уражень, але і можливі протягом довгого часу після клінічного одужання.

При множинних, відкритих і, особливо, вогнестрільних переломах регенерація ще більше пригнічується, зростає кількість випадків незрощення кісток, частіше виникають ускладнення: сепсис, остеомієліт, анаеробна інфекція. У дозах, які викликають гостру променеву хворобу середнього і тяжкого ступенів, променева дія затримує консолідацію закритих поодиноких переломів у середньому в 1,2-1,5 раз, а множинних — в 1,5-2. Відкриті й вогнестрільні переломи навіть при вчасному хірургічному лікуванні зростаються ще повільніше — протягом багатьох місяців.

Синдром взаємного обтяження стає вираженим при комбінації поодинокого перелому із променевою дією середнього ступеня, а при множинних переломах — починаючи з легкого ступеня. Це означає, що при множинних і поєднаних травмах необхідно орієнтуватися на більш ранній розвиток усіх проявів променевого ураження і різке скорочення часу для успішного хірургічного втручання.

При ранньому наданні допомоги до розвитку променевого компонента ураження (знеболювання, репозиція і фіксація відламків, хірургічна обробка ран із репозицією та фіксацією при відкритих і вогнестрільних переломах, обов’язкове введення антибіотиків) перебіг процесу консолідації перелому, незважаючи на подальший розвиток променевої хвороби, може бути сприятливим. При пізньому наданні допомоги — пізня обробка ран, збереження патологічної рухомості відламків — переломи служать джерелом септичних ускладнень, особливо небезпечних при загальному зниженні

реактивності організму й агранулоцитозі. Якщо хірургічну обробку ран і фіксацію відламків вимушено виконують при явищах ранової інфекції, що розвинулась, і променевого ураження, бажано користуватися методами позавогнищевого остеосинтезу компресійно-дистракційними апаратами або застосовувати гіпсову іммобілізацію. Тривалість гіпсової іммобілізації при комбінованих радіаційних ураженнях необхідно збільшити на 1-2 місяці, особливо при переломах довгих трубчастих кісток. При численних і комбінованих травмах показане, переважно, консервативне лікування переломів.

Діагностика комбінованих радіаційних уражень. Діагностика комбінованих радіаційних уражень базується на оцінці тяжкості, виду, характеру і локалізації непроменевих травм, виявленні й встановленні ступеня радіаційної дії. Факт променевого ураження на передових етапах медичної евакуації встановлюють за даними анамнезу (перебування в зоні дії уражаючих факторів вибуху або на зараженій території), клінічними проявами первинної променевої реакції, невідповідності загальної тяжкості ураження місцевим ознакам непроменевих травм. На етапі надання кваліфікованої медичної допомоги цей факт підтверджують показниками індиві-дуальної або групової дозиметрії. Показники дозиметра в берах — це робоча оцінка ступеня променевого ураження, який уточнюють при динамічному спостереженні й лабораторних дослідженнях на етапах надання кваліфікованої і спеціалізованої медичної допомоги. Ураження також вважається комбінованим, якщо встановлений факт забруднення поверхні ран або опіків, а також пов’язок і обмундирування, радіоактивними речовинами (потужність дози на відстані 1-1,5см від поверхні тіла складає понад 50мР/год). Ступінь тяжкості комбінованих радіаційних уражень визначають відповідно до їх медико-тактичної класифікації.

Медичне сортування потерпілих із комбінованими радіаційними ураженнями

Завдання медичного сортування полягає в медико-тактичному поділі всього потоку уражених за ступенем тяжкості комбінованого радіаційного ураження, що визначає обсяг і послідовність медичної допомоги. Крім того, медичне сортування проводять:

— при потребі в спеціальній обробці та ізоляції; — за обсягом і терміновістю допомоги на даному етапі (внутрішньопунктове медичне сортування);

— за евакуаційними ознаками (евакотранспортне сортування: призначення, послідовність, спосіб евакуації, вид транспорту).

На етапі долікарської допомоги першочерговій евакуації підлягають уражені, які потребують надання невідкладних заходів першої лікарської і кваліфікованої медичної допомоги.

Обсяг допомоги на етапах медичної евакуації

До заходів першої медичної допомоги належать:

— боротьба з асфіксією (звільнення порожнини рота і верхніх дихальних шляхів від сторонніх тіл);

— одягання протигаза при перебуванні на зараженій місцевості;

— тимчасова зупинка зовнішньої кровотечі (стискаюча пов’язка, при артеріальній кровотечі — пальцеве притискання, джгут);

— накладання первинної пов’язки на рану чи опікову поверхню, при відкритому пневмотораксі — герметизуючої пов’язки;

— іммобілізація підручними засобами або стандартними шинами при переломах, ушкодженнях суглобів, великих пораненнях;

— введення промедолу (із шприц-тюбика аптечки індивідуальної);

— при виражених ознаках первинної реакції (нудота або блювання) прийом всередину протиблювотного засобу (диметкарбу) з аптечки індивідуальної;

— приймання таблетованих антибіотиків (доксицикліну) із аптечки індивідуальної;

— виведення (винесення) потерпілих із поля бою або осередку ураження.

Заходи долікарської допомоги. До заходів долікарської допомоги належать:

— боротьба з асфіксією (штучне дихання методом “рот у рот” або “рот у ніс”, використання повітроводу ТД-1 і кисневого інгалятора, введення дихальних аналептиків);

— зупинка кровотечі (пов’язка, джгут), контроль за станом раніше накладених джгутів і пов’язок;

— накладання первинних і корекція раніше накладених пов’язок (при пневмотораксі — оклюзивних, при опіках — протиопікових);

— іммобілізація при переломах і великих пораненнях за допомогою стандартних шин;

— введення серцевих і знеболювальних засобів;

— прийом всередину антибіотиків ;

— прийом всередину або підшкірне введення протиблювотних засобів (диметкарб, етаперазин, атропіну сульфат, аміназин, аерон, дифенідол тощо);

— зігрівання потерпілих, які перебувають у стані шоку: накривання їх ковдрами, використання спальних мішків, застосування хімічних грілок;

— евакуація потерпілих.

Заходи першої лікарської допомоги. До заходів першої лікарської допомоги належать:

— усунення асфіксії всіх видів;

— тимчасова зупинка зовнішньої кровотечі, контроль за накладеними джгутами;

— накладання герметизуючих пов’язок при відкритому пневмотораксі;

— пункція і дренування плевральної порожнини при клапанному пневмотораксі;

— бинтування й охолодження кінцівок при синдромі тривалого стискання;

— новокаїнові блокади при переломах;

— переливання кровозамінних розчинів при травматичному й опіковому шоках;

— катетеризація або пункція сечового міхура;

— транспортна ампутація кінцівок;

— введення антибіотиків, серцевих, знеболювальних й інших засобів;

— введення протиправцевого анатоксину (0,5 мл);

— ліквідація первинної променевої реакції: диметкарб, етаперазин — 1-2 табл., 0,1 % розчин атропіну сульфат — 1 мл підшкірно, аміназин — 20-50 мг, аерон — 1-2 табл.

Кваліфікована медична допомога. Невідкладні заходи кваліфікованої хірургічної допомоги (I група) і заходи, які можна відкласти при виникненні ускладнень (II група), проводять потерпілим із КРУ не вище III ступеня; ураженим IV ступеня вони протипоказані. Кваліфікована терапевтична допомога пораненим і обпеченим при променевих ураженнях передбачає ліквідацію первинної реакції, лікування серцево-судинної недостатності (серцеві й дихальні аналептики) та усунення психомоторного збудження.

Повна профілактика уражень щитодібної залози. Найкращий ефект від проведеної профілактики досягається при прийомі йодистих препаратів перед запропонованим опроміненням радіоактивним йодом. У разі аварії, найкращий ефект в 80 - 95% потерпілих досягається при проведенні йодної профілактики в перші 2 - 4 години. Потім, після 6 годин ефект знижується до 60 - 70%, а після 24 годин ефект відсутній. Починати йодну профілактику потрібно при першому повідомленні. Не зважати на ніякі кількісні показники радіоактивного фону. Йодну профілактику проводять найчастіше йодистим калієм у вигляді таблеток або порошку по 0,125 грама. Приймають 1 раз на день протягом 7-10 днів. Більше не доцільно. А також зменшити кількість молока, яке містить радіоактивний йод.

Дітям до 2-х років доза в три рази менше: 0,040. А починаючи з двох років прирівнюються до дорослих. Настоянка йоду з молоком або киселем використовується для дорослих по 3-5 крапель 3 рази на день, а дітям до 2-х

років по 1-2 краплі 3 рази на день. Можна використовувати розчин Люголя по 15-20 крапель 3 рази на день, або сайодин по 1 таблетці одноразово, 7-10 днів.

2. Хронічна променева хвороба (ХПХ)

ХЛБ являє собою типову реакцію організму у відповідь на тривале опромінення всього тіла або великих його площ з перевищенням гранично допустимих доз (0,007 Гр на тиждень, 0,02 Зв/рік).

періоди	формування	нейроциркуляторна дистонія за гіпотонічним типом	
		нейроциркуляторна дистонія за гіпертонічним типом	
	розгорнутих клінічних проявів	легка ступінь I	
		середня ступінь II	
		важкий ступінь III	
		дуже важка ступінь IV	
	одужання	безпосередньо (3-4 місяці) віддалене (1-2 роки і більше) повне одужання одужання з дефектом стабілізація	
	погіршення або прогрес	наслідків	гіпопластичного стані дистрофія гіперпластичні стан і бластоматозні процеси (лейкоз, рак, саркома) прискорення інволюції і склерозуючих процесів

Хронічна променева хвороба може виникнути внаслідок постійної дії радіоактивних речовин, які потрапили до організму і міцно відклалися в ньому; опромінення, яке систематично повторюється дозами зовнішньої радіації від гамма-, рентгенівських променів або нейтронів.

Розрізняють 4 стадії ХЛБ:

1. Хронічна променева хвороба першої стадії. При сучасній системі радіаційного захисту ми рідко зустрічаємося з ХЛБ першої стадії. Вона являє собою період, коли зміни в організмі носять функціональний характер.
2. Хронічна променева хвороба другої стадії - захворювання середньої тяжкості. Тут вже до функціональних розладів приєднуютьсяь органічні ураження ряду органів і систем.

3. Хронічна променева хвороба третьої стадії - тяжка форма захворювання. Вона характеризується глибокими і незворотними змінами в багатьох органах і системах, і, в першу чергу, в органах кровотворення.

4. Кінцевий період цієї форми хвороби іноді виділяється, як променева хвороба четвертій стадії (дуже тяжка форма).

Доклінічна форма ХПХ. Відхилення, які розвиваються в усіх цих випадках найбільш адекватні поняття синдрому нейроциркулярної дистонії. Клінічна симптоматика розвивається в двох напрямках. Якщо буде переважати n. vagus - з'являються швидкі рефлекторні відповіді на навантаження, як у спортсменів при сумарній дозі 0,3-0,5-0,7 Зв / рік, 0,001-0,002 Зв / день. Спостерігається закономірна тенденція до загальної та регіональної (в сітківці і судинах мозку) гіпотензії. У зв'язку з гіпотензією дещо підвищується периферичний опір крові. Знижується швидкість кровотоку, спостерігається регіонарна асиметрія капілярного кровопостачання, термотопографії, потовиділення. Характерною ознакою синдрому регіональної недостатності кровопостачання в нижніх кінцівках, є остеалгії. Одночасно підвищується утилізація кисню тканинами в одиницю часу. З боку серця спостерігається брадикардія в зв'язку зі збільшенням обсягу викиду, що розглядається, як компенсаторна реакція на виявлену у цих осіб артеріальна гіпотензія. Спостерігається швидка рефлекторна відповідь на ортостатичні навантаження. Тупі головні болі, які виникають зранку і посилюються в другій половині доби після перебування в задушливому приміщенні, при стомлюваності, після фізичного навантаження. Вестибулярні розлади: тремор пальців рук, нестійкість в позі Ромберга, похитування при ходьбі, ністагм, асиметрія рефлексів. Зниження м'язового тонусу. Лейкоцитоз чергується з лейкопенією.

Для осіб з підвищеним тиском в артеріальних судинах головного мозку характерно підвищення артеріального тиску, потиличні, постійні, нападоподібні головні болі, що частіше пов'язані з різноманітними фізичними та емоційними навантаженнями, перепадами температури і тиску. У неврологічному статусі з'являються вестибулярні розлади під час головного

болю: хворобливість при крайньому відведенні очей, загальне зниження рефлексів при рефлекторної асиметрії. Всі симптоми зберігаються довго (години, дні). Лейкоцитоз чергується з лейкопенією. При даних проявах допомагає магнезія, еуфілін.

При хронічної променевої хвороби тяжкого ступеня:

- деструктивні процеси в кістковому мозку;
- анемія;
- геморагічний синдром в шкірі і слизових оболонках шлунково-кишкового тракту, дихальних шляхів, сечового міхура з'являються крововиливи;
- різка загальна слабкість, апатія, зниження ваги;
- стійке порушення сну;
- значне зниження пам'яті ;
- постійний головний біль;
- нудота ;
- блювота, іноді непритомність;
- явища розсіяного енцефаломієліту;
- порушення статики і м'язового тонусу;
- ністагм і клонуси;
- зміна сухожильних і періостальних рефлексів;
- симптоми осередкового ураження мозку з розладнання інервації окремих органів і частин тіла;
- недостатності кровообігу;
- недостатність функції залоз порожнини рота, шлунку, кишечника;
- ксеростомія, ахілія;
- відмова від їжі, метеоризм, запори або пронос;
- печінка збільшена, функції її порушені;
- хронічний септичний стан який проявляється лихоманкою, формуванням місцевих виразковий - запальних осередків, частим розвитком

пневмоній;

Хронічна променева хвороба третього ступеня погано піддається лікуванню. У ряді випадків, незважаючи налікування, хвороба неухильно прогресує і призводить до смерті хворого.

Термінальний період хвороби виділяється деякими авторами, як променева хвороба 4 ступеня, характеризується гіпоплазією і аплазією кісткового мозку, наростанням геморагічного синдрому і продовженням сепсису.

Лікування ХПХ може бути успішним лише при дотриманні двох умов:

- припинення опромінення;
- всебічного дослідження хворого для визначення характеру радіоактивного ураження, ступеня тяжкості захворювання, функціональних і анатомічних змінв органах і системах.

При визначенні у хворого можливої ХПХ уточнюють:

1. Загальний трудовий стаж (етапи особливо пов'язані з дією різноманітних шкідливих речовин).
2. Спеціальність.
3. Стаж роботи з іонізуючими речовинами.
4. З якими речовинами працював робочий: відкритими, закритими.
5. Вид випромінювання.
6. Основні принципи конструкції апаратури, яка використовується.
7. Інтенсивність і дози: скільки часу працює з джерелами випромінювання, на якій відстані, прямий або відбитий жмут.
8. Захисні пристрої: ширми, витяжка, шафа, дистанції, інструменти, і т. І.
9. Засоби індивідуального захисту: маска, халат, рукавиці, костюм, окуляри, фартух
10. Чи використовуються індивідуальні дозиметри?
11. Тривалість робочого дня?
12. Тривалість відпустки і використання її?
13. Чи проходить медогляд, його результати.
14. Чи були випадки ХЛБ у співробітників в друге?

15. Чи є контакт з ртуттю, бензолом, свинцем?

Для **профілактики ХПХ** під час роботи з джерелами іонізуючого випромінювання:

- необхідно дотримуватися заходів індивідуального та колективного захисту;
- не перевищувати встановлену основну дозову межу;
- виключати будь яке необґрунтоване опромінення;
- знижувати дозу опромінення до можливо низького рівня (зниження ризику стохастичного ефекту і т.п.).

3. Променеві реакції і ушкодження

Специфіка перебігу променевих реакцій і ушкоджень, час їх проявів, залежить від:

- радіочутливості тканин;
- обсягоу опромінених тканин;
- дози опромінення;
- потужності дози;
- виду опромінення.

Функціональні або органічні зміни в органах і тканинах виникають під дією ІВ:

- зовнішнього рівномірного
- внутрішнього - від інкорпорованих радіонуклідів
- або при локальному опроміненні: а також від їх комбінації при дії різних видів променів γ, n, β, R.

Променеві реакції - зворотні зміни, вони проходять самостійно.

Променеві ушкодження - це незворотні зміни, не проходять самостійно після припинення опромінення.

Класифікація променевих змін

За характером променевої дії:

- Зовні рівномірні, нерівномірні;
- Внутрішні - інкорпорація;
- змішані;

- Комбіновані в поєднанні з опіками, травмою, хімічними і біологічними ураженнями.

За характером клінічного перебігу:

- гострі;
- хронічні.

За ступенем тяжкості клінічного перебігу***:***

- легкі;
- середні;
- важкі;
- вкрай тяжкі.

За періодами:

- початковий період;
- прихований (латентний) період;
- період розпалу;
- період кінцевого результату.

За наслідками:

- повне одужання
- відновлення з дефектом;
- стабілізація змін;
- прогресування з розвитком гіпопластичного або гиперпластического стану.

зміни: загальні і місцеві, з ускладненням або без них.

За часом виникнення:

- ранні до 3-х місяців;
- пізні (після 3-х місяців після закінчення опромінення).

Найкраще розуміння основних ознак ураження організму досягається при зіставленні їх з поглиненою дозою в критичних органах. Критичні органи - це найбільш чутливі і важливі органи, що пошкоджуються першими: кістковий мозок, шлунково-кишковий тракт, центральна нервова система, серцево-судинна система.

Зміни в них виникають незалежно від області опромінення, але частіше вони з'являються при опроміненні великих обсягів тканин, області живота, грудної клітини, малого тазу, голови.

Загальні променеві реакції

Найбільш часто і рано змінюється периферична кров при променевої хвороби. Спочатку розвивається лейкоцитоз, а потім лейкопенія.

Зміни з боку показників крові

ступінь показники	I	II	III	IV
	1-2 Гр	2-4 Гр	4-6 Гр	6-10 Гр
лейкоцити х109	3,0-4,5	2,0-3,0	1,0-2,0	> 1,0
тромбоцити х109	130-90	9-50	50-25	> спонтанна кровоточивість
нейтрофіли	1,9-1,5	1,5-1,0	1,0-0,5	> 0,5 сепсис
гемоглобін	110-95	95-75	75 і <	
гематокрит	32-28	29 і <		

У більш пізні терміни і в більш тяжких випадках розвивається гіперхромні анемія (в аналізі - підвищення кількості заліза), зміни в кишково-шлунковому тракті.

Зміни в кишково-шлунковому тракті

ступінь ознаки	I	II	III	IV
Спотворення смаку, нюху, посилена салівація, пітливість, металевий присмак, гіркота, відрижка.	Анорексія, відсутність апетиту, втрата ваги, до 5%, нудота, дискомфорт.	Анорексія з втратою ваги до 10%, нудота, блювота, болі в животі.	Анорексія з втратою ваги до 15%, атонія, діарея, з великою кількістю кров'яних або слизових виділень.	Гостра кишкова непрохідність у зв'язку з некрозом і кишковою кровоточивістю.

Зміни з боку ЦНС

ступінь ознаки	I ст.	II ст.	III ст.	IV ст.
Розлади сну: сонливість, безсоння, головні болі, запаморочення,	Незначні розлади, які не потребують лікування.	Значні неврологічні розлади, які вимагають амбулаторного	Неврологічні розлади, які вимагають госпіталізації.	Парез, параліч, кома, ознаки, найчастіше

подразливість, апатія.		лікування.		раз на тиждень.

Зміни з боку серцево-судинної системи

Розвивається синдром нейроциркуляторної дистонії гіпотонічного типу, який носить рефлекторний характер і пов'язаний з високою чутливістю нервових закінчень, які іннервують судини, через вплив токсичного продукту, який виникає при розпаді опромінених тканин з аутосенсибілізацією, в результаті чого виникає тахікардія, біль в серці.

I ст.	II ст.	III ст.	IV ст.
Скарг немає, незначні зміни на ЕКГ.	Рентген, УЗД та ЕКГ-дані, які свідчать про серцеву недостатность, перикардит, який не потребує лікування.	Інструментально підтверджена серцева недостатність, стенокардія, перикардит, який потребує лікування.	Виразна серцева недостатність, стенокардія, ексудативний перикардит.

Зміни з боку шкіри

- Зміни, які виникли при рівномірному загальному опроміненні при гострій і хронічної променевої хвороби.
- Зміни, які виникли при місцевому опроміненні: гостра місцева променева травма.
- Зміни, які виникли в шкірі при гострій променевій хворобі, клінічно проявляються еритемою, сверблячкою, печією, болем. Ступінь їх залежить від дози опромінення.

Зміни з боку шкіри при гострій променевій хворобі

I ступінь	II ступінь	III ступінь	IV ступінь
1-2 Гр	2-4 Гр	4-6 Гр	6-10 Гр
Реакцій немає.	Різко виражена реакція, яка швидко зникає.	Помірна, зникаюча гіперемія.	Виразна стійка гіперемія.

Променеві опіки шкіри

ступінь	глибина	клінічний синдром	Доза γ Гр	Доза β Гр
I	епідерміс	еритема рання і пізня	3-10	6-12
II	до сосочкового шару	сухий епідерміт	10-16	12-30
III	вся товща шкіри	вологий епідерміт	16-25	30-100

IV	шкіра і прилеглі тканини	виразково-некротичний дерматит	25 і>	> 100

Ранні променеві ушкодження шкіри мають свої особливості і відмінності від термічних ушкоджень:

1. Переважають симптоми, зумовлені альтерацією - загибеллю клітин.
2. Частим припиненням регенеративних процесів, які почалися.
3. Відсутністю відмежування і регенерації при тяжкому уражені.

Променеві реакції і ушкодження шкіри в залежності від періодів і дози опромінення

доза період	I ст.	II ст.	III ст.	IV ст.
	8-10 Гр	10-16 Гр	16-25 Гр	25 Гр і>
I первинна реакція	Блідість і почервоніння помітні лише на блідій шкірі, проходить через 12 годин.	Блідість, почервоніння видно на будь-якій шкірі при втраті нею чутливості, триває до 20 годин.	Різка блідість шкіри, потім різка еритема, проходить через добу.	Відразу ж різка блідість, почервоніння, біль. Набряк не проходить.
II латентний період	Шкіра в нормі 12-14 діб.	Шкіра в нормі 10 діб.	Шкіра в нормі 7 діб.	Посилення блідості, почервоніння, біль.
III розпал	На 15 день з'являються набряки, почервоніння шкіри. На 17-18 день синюшна, печія, біль в протягом тижня; погіршення самопочуття.	На 10-12 день набряк шкіри, почервоніння. На 13-14 день міхурі з солом'яного кольору вмістом. після розкриття - ерозії. Епітелізація протягом декількох тижнів.	На 7-8 день різко виражена еритема, бульбашки з мутним вмістом, іноді геморагічним. Після розкриття - виразка з сірим нальотом. Заживає протягом декількох місяців.	На 2-3 день бульбашки з геморагічним вмістом. після розкриття - некротична поверхня, покрита червоною плівкою. Некроз розподіляється на підлеглі тканини
IV наслідки	засмага	Атрофія, депігментація і гіперпігметація, епіляція, телеангіоектазії, атрофія м'язів, остеопороз кісток.	Рубці навколо них атрофія гіпо- та гіперпігметація, епіляція, телеангіоектазія, атрофія м'язів, різко виражений остеопороз.	Виразки не проходять, вони покриті некротичним нальотом, некроз кісток, переломи.

Зміни пізнього періоду

Зміни з боку шкіри:

1. Атрофічний дерматит. Шкіра тонка, суха, без волосся, плямиста через чергування гіпер- і депігментованих ділянок з тріщинами, телеангіоектазії в поєднанні з болем і втратою чутливості.
2. Гіпертрофічний дерматит: до вище описаної форми додаються зміни, властиві гиперкератозу.
3. Ідуративний набряк шкіри і підшкірної жирової тканини, яка виникає в результаті фіброзу шкіри та підшкірно жирового шару: звужуються лімфатичні судини, розвивається лімфостаз, в результаті чого шкіра потовщена, дерев'янистої щільності, набрякла, гіпер- і депігментована з телеангіоектазії. Якщо ці зміни виникли в ділянці лімфоколекторів, то це супроводжується набряком кінцівок, болем.
4. Пізня променева виразка утворюється, як правило, після перегріву, переохолодження або травми області, де було опромінення. Її появі передують явища свербіння болючості, гіперемії, синюшності. Потім утворюються тріщини, приховані кірочками сірувато-брудного кольору, які не виділяються місяцями і роками. Після їх відділення утворюється виразка, яка збільшується за площею, поглиблюється і має краю дерев'янистої щільності, валікоподобние і горбисті. Дно виразки вкрите фіброзно-гнійним некротичним нальотом, жовтувато сірого кольору. Загоюється виразка вкрай повільно. Після неї утворюються рубці.
5. Променевий рак виникає на будь-якому фоні, частіше у молодих. Характеризується значною блідістю і більш частим, ніж при звичайному раку шкіри, метастазами.

Зміни з боку слизових оболонок

орган	I ст.	II ст.	III ст.	IV ст.
слизова	Гіперемія, набряк, слабкі болі	Серозно-геморагічний набряк, помірні	Виразний серозно-геморагічний набряк. Потрібні	Некроз, кровотеча

		болі, ерозії. Потрібні анальгетики	наркотичні препарати і анальгетики	
око	Слабка гіперемія, кон'юнктивіт	Помірний кон'юнктивіт, Запалення райдужної оболонки	Виразне зниження зору, звуження полів зору, панофталмія	Втрата зору на один або обидва ока
глотка	Слабка дисфагія, необхідність анальгетиків	Дисфагія, біль при ковтанні. необхідні наркотики і анальгетики	Виразка, дисфагія, Втрата ваги, до 15%, зондове або парентеральне годування	Повна непрохідність, виразки, перфорації
гортань	Слабкість або захриплість, така що періодично проходить, гіперемія слизових	Стійка захриплість, біль, які віддають у вухо, вогнищевий набряк. анальгетики	Біль у вухах і в горлі, зливний набряк з ерозіями.	Говорити не може, кровохаркання, задишка, необхідність трахетоміі і інтубації

Зміни з боку легенів поділяються на ранні і пізні:

Ранні: гостра променева пневмонія з ураженням альвеол; перібронхіальні і периваскулярні зміни; пасивний інфільтрат; первинна хронічна пневмонія; вторинна хронічна пневмонія.

Пізні: променева пневмонія; пізній променевий фіброз.

Променеві зміни з боку легенів

легені	Слабкий сухий кашель, задишка при напружені.	Стійкий сухий кашель при мінімальному навантажені.	Сильний кашель, задишка в клінічному спокої. Рентгенологічно картина пульмоніту.	Виразна дихальна недостатність.

Променеві зміни з боку кишечника

Товста кишка	Гіперемія слизової оболонки.	Катаральний ректит	Ерозійний - десквамакційний ректит.	Виразковий ректит, геморагії, некроз.
	Ускладнення: виразки, рубцеві стенози			

Променеві зміни з боку сечовидільної системи

Сечовидільна система	Часті сечовипускання або	Часте (щогодини) сечовипускання,	Виразна дифузія, більш у тазу,	Профузна гематурія,

	повне неутримання сечі, дизурія, яка не потребує лікування.	потреба, в анальгетиках, катаральний цистит.	гематурія, ерозійних цистит.	виразки або некроз стінки.

Лікування засноване на усуненні патологічних механізмів, які спостерігаються при опроміненні. Розлади регенерації як наслідок або некрозу опромінених тканин великими дозами, або поступового заміщення нормальної тканини сполучною, що свідчить про включення і другого патогенетичного механізму. Розлади капілярів, в них спочатку мають місце функціональні процеси і спазм, а потім і морфологічні зміни стінок судин, у вигляді потовщення їх, розвиток гіалінозу і фіброзу, за рахунок чого підвищується тиск в капілярах, порушуєтьсямікроциркуляція; кров, обходячи капіляри, переходить у вени (артеріовенозними анастомозами), яка призводить до гіпоксії тканин і, як наслідок, - наростання явищ склерозу; утворюється порочне коло. Патологічний механізм, який призводить до змін реологічних властивостей крові: спочатку уповільнення, згортання, а потім - прискорення згортання і підвищення тромбоутворення.

Пріоритет слід надавати способам таким, що дозволяють створити високу концентрацію лікувальних препаратів вибірково в зоні променевого ушкодження (з цією метою можна використовувати електрофорез. Ефективність методу заключається в комбінації дії лікувальних препаратів і гальванічного струму). При атрофічних процесах використовують стероїдні препарати і вітамінізовані масла. При гіпертрофічних процесах слід проводити розсмоктуючу терапію такими препаратами, як лідаза, глюкокортикоїди, гепарин.

Зміни з боку кісток: остеопороз, остеосклероз, остеонекроз, остеомієліт, пухлини. Латентний період від 2 до 20 років. Зміни виникають після опромінення в дозі 40 Гр.

Остеопороз: рівномірне зменшення щільності губчастої кістки, розволокнення, витончення кортикальної пластинки. При вираженому остеопорозі можливий перелом, якій може бути без болю.

Остеосклероз: рівномірне або нерівномірне збільшення щільності кістки.

Остеонекроз з'являється або посилюється біль на фоні остеопорозу, який був раніше. Визначаються ділянки остеолізу, які чергуються з ділянками ущільнень. Це характеризує різні фази асептичного некрозу. На цьому тлі може виникнуть перелом, для нього характерні менші болю; типова локалізація, мале зміщення відломків, розміщення поруч зони опромінення або в ній.

Остеомієліт часто виникає при контакті некротизованих ділянок мяких тканин з кісткою. Посилюється біль, підвищується температура, прискорюється ШОЕ, зявляються нориці, відходять секвестри. Рентгенологічно з'являються секвестральні порожнини, остеосклероз, лінійний періостит, часто цей процес ускладнюється переломом.

Розділ VI: РАДІАЦІЙНА СИТУАЦІЯ, ЩО СКЛАЛАСЯ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ЧАЕС

Реактор - це циліндр, заповнений водою діаметром 11,8м, висотою 7м. Сповільнювач - графіт 1700т, паливо: уран 235 - 2%, уран 238 - 98%, масою 199 тон в 1661 каналі, де 23592 $^{235}U_{92}$ + 10 n → 90 36 $^{90}Kr_{36}$ (криптон) + 14056 $^{140}Ba_{56}$ (барій) + 5 10n + тепло. Тепло відводиться за допомогою теплоносія - води, яка циркулює в цирконієвих трубах. 211 стрижня сповільнювачів реакції поділу з бору або кадмію, які необхідні для управління реакцією.

Теплоносій - вода, яка циркулює в цирконієвих трубах під тиском в 70 атм і при t +284. Після виходу з реактора вода, яка складається з 14% пари і 86% води, потрапляє на 4 барабана сепаратора, який відокремлює пару від води. Пара йде на 4 турбіни. Після проходження через турбіну пара конденсується до води t +165C°, змішується з водою, отриманою на сепараторах і далі, головними циркуляційними насосами, знову потрапляє в реактор. Є система аварійного охолодження.

Серед уламків розпаду урану 235 (15 варіантів) утворюється телур 135, який перетворюється в йод 135, а він, у свою чергу, в цезій 135. Криптон 90 в результаті бета розпаду перетворюється в рубідій 90, а він в свою чергу в стронцій 90. Таким чином, утворюються основні елементи, які викликають опромінення населення: йод, цезій і стронцій.

При аварії викинуто 106 Кі радіоактивних речовин - 2-4% від всієї активності. До 25% її потрапили за межі станції: на промплощу до 0,3-0,5%; на відстані від 0 до 20км 1-2%; на відстані більше 30км 1,5%.

Основні елементи випаду

Назва елемента	Процент
Цезій – 137 і 134	70%
Йод 131 і ін.	20%
Стронцій - 90 і ін.	4%
Плутоній, радій, стронцій і інше У складі випадів, тільки в межах СНГ	2 – 5%

Активність палива, викинутого в атмосферу: на станції 15 103 Р/год; біля станції 0,1 Р\год

Межа потужності дози

Категорії	Потужність дози
І А- персонал	1,4 Р/год
ІІ Б - обмежена частина населення	0,12 Р/год
ІІІ В - решта населення	0,03 Р/год

Фонове - від 0,1 до 100 мР/год. На 5 добу на відстані 50км від епіцетра аварії потужність дози була - 0,05 Р / год. На кінець травня в Києві потужність дози була - 0,0005 Р/год.

Потенційні шляхи опромінення, фази аварії, і контрзаходи, для яких можуть бути встановленні рівні втручання (НРБУ-97)

потенційні шляхи опромінення		фаза аварії	контрзахід
1	Зовнішнє опромінення від радіоактивної хмари, аварійне джерело	Рання	Укриття, евакуація, обмеження режиму поведінки
2	Зовнішнє опромінення від шлейфу опадів з радіоактивної хмари	Рання	Укриття, евакуація, обмеження режиму поведінки
3	Вдихання радіонуклідів, які містяться в шлейфі	Рання	Укриття, герметизація приміщень, відключення зовнішньої вентиляції
4	Надходження радіоізотопів йоду інгаляційно, з продуктами харчування та питною водою	Рання	Укриття, обмеження режимів поведінки та харчування. Профілактика надходження радіоізотопів йоду за допомогою препаратів стабільного йоду
5	Поверхневе забруднення радіонуклідами шкіри, одягу, інших поверхонь	Рання Середня	Укриття, евакуація, обмеження режимів поведінки та харчування, дезактивація
6	Зовнішнє опромінення від випадіння радіонуклідів на грунті і інші поверхні	Середня	Евакуація, тимчасове відселення, переселення, обмеження режимів поведінки та харчування, дезактивація територій, будівель і споруд.
7	Інгаляційне надходження радіонуклідів за рахунок їх вторинного підняття з вітром	Середня пізня	Тимчасове відселення, переселення, дезактивація територій, будівель і споруд
8	Споживання радіоактивно - забруднених продуктів харчування та води	Пізня	Сільськогосподарські і гідротехнічні контрзаходи

Характеристика розвитку ядерних аварій на АЕС за часом (НРБУ-97)

фаза аварії	тривалість фази
Рання (гостра)	Від кількох годин до 1-2 місяців після початку аварії
Середня (стабілізації)	Починається через 1-2 місяць і завершується через 1-2 роки після початку аварії
Пізня (відновлення)	Починається через 1-2 роки після початку аварії і триває довго

В ранню фазу розвитку ядерної аварії відбуваються:

- Газовоаерозольні викиди рідинні скиди радіоактивних речовин з аварійного реактора;
- Процеси повітряного переносу і інтенсивної наземної міграції радіонуклідів;
- Радіоактивні опади і формування радіоактивного сліду.

Особливістю цієї фази є наявність в навколишньому середовищі короткоживучих радіонуклідів в першу чергу йоду-131 і інших, високі потужності дози випромінювань і сліди поверхневого радіаційного забруднення.

У середню фазу в навколишньому середовищі відсутні короткоживучі телур і йод. У формуванні полів гамма-випромінювача зростає роль цирконію-95, ніобію-95, рутенію-106, цезію-134, 107. Для цієї фази характерне швидке зниження потужності дози на місцевості (За 1 рік від початку фази майже в 10 разів). Переважанням кореневого над поверхневим типом забруднення сільськогосподарської продукції.

У пізню фазу розвитку ядерної аварії основним джерелом зовнішнього випромінювання залишається цезій-137 в випадках на грунт, а внутрішнього - цезій-137 і стронцій-90 в продуктах харчування, які вироблені на забрудненій території.

Критерії для прийняття рішень про засоби захисту населення на випадок радіаційної аварії (1983)

характер дії	рівень дії

	А	Б
Зовнішнє гамма-випромінювання	0,25	0,75
Опромінення щитоподібної залози в результаті надходження радіоактивного йоду в організм, Гр	0,25-0,30	2,5
Інтегровані концентрації йоду в повітрі, МБк • с / л, мкКі • с / л	діти	1,48 (40)
	дорослі	2,59 (70)
Загальна вживання 131 J з їжею МБк	0,555 (1,5)	5,55 (15)
Максимальне забруднення 131 J свіжого молока КБК / л, або добового раціону, МБк / добу	3,7 (0,1)	37 (0,1)
Початкова щільність випадання 131 J на пасовище, КБК / м3	25,9 (0,7)	259 (7)

Схема розвитку великомасштабної аварії на ЧАЕС та найбільш ефективні засоби захисту

(за А. Романенком, 1988 р.)

Фази аварії (ВООЗ)	етапи аварії	джерела опромінення	Основні види опромінення	Засоби захисту та їх застосування
рання	I (до 24 годин)	Радіоактивна хмара, опади на тілі	Зовнішнє (Загальне), внутрішнє (Інгаляція)	Своєчасне оповіщення (+), укриття (+), захист органів дихання (+) і тіла (+), йодна профілактіка (+), евакуація (+), індивідуальна дезактивація (+)
	II (2-7 добу)	Радіоактивна хмара, опади на тілі, харчовий ланцюг	Зовнішнє (загальне) Внутрішнє (інгаляція через травний канал), загальне і внутрішнє (абсорбція)	Укриття (+), захист органів дихання (+) і тіла (+), йодна профілактика (+), евакуація (+), обмеження доступу, в контрольовані зони (+), контроль за продуктами харчування і водою (+)
	III (2-6 тиждень)	опади на грунті, харчовий ланцюг	Зовнішнє (Загальне) Внутрішнє (через травний канал)	Переселення (±). Контроль за продуктами харчування (+), дезактивація території (±), обмеження доступу
проміжна	IV (через 1,5-2 тижні)	опади на грунті, харчовий ланцюг	Зовнішнє (Загальне) внутрішнє (через травний канал)	Контроль за продуктами харчування (+), дезактивація території (±)

* - залежить від пори року, коли сталася аврія; (+) - застосовуються і навіть дуже потрібні; (±) - застосовуються, але потребують оцінки співвідношення користі і збитків.

Площа забруднення по цезію - 137

Щільність кі / км2	Площа забруднення в кілометрах квадратних (км2)

райони	5 -15	15 - 40	більше 40	всього	населення
Білорусь	10 160	4 210	2 150	16 520	2 400 000
Росія	5 760	2 060	310	8 130	800 000
Україна	1 960	820	640	3 420	1 800 000
всього	17 880	7 090	3 100	28 070	5• 106

Нижні межі виправданості, безумовно виправдані рівні втручання і рівні дії для прийняття рішення про переселення (НРБУ-97)

Критерії для прийняття рішення	Нижні межі виправданості	Безумовно виправдання рівня втручання і рівні дії
Доза, відвернута за період переселення, Зв	0,2	1
Доза, відвернута за перші 12 місяців після аварії, Зв	0,05	0,5
Щільність радіоактивного забруднення території радіонуклідами, які довго зберігаються кБк м2 ^{137}Cs ^{90}Sr	400	4 000
ά - випромінювачі (238, 239,2 40Pu, 241Am та інші.	80	400
	0,5	4
Потужність дози гамма-випромінювання в повітрі на відкритій радіоактивно забрудненій місцевості, нгр · сек.-1 мононуклідне забруднення 137Cs	0,3	3
забруднення свіжою осколкової сумішшю (на 15 - день після початку аварійних випадінь)	5	50

Найнижчі межі виправданості і безумовно виправдані рівні втручання і дії для прийняття рішення про тимчасове відселення (НРБУ-97)

Критерії для прийняття рішення	Найнижчі межі виправданості	Безумовно виправдані рівні втручання і рівні дії
Сумарна відвернути доза за період тимчасового отселенія1, Зв	0,1	1
Середньомісячна доза протягом періоду тимчасового отселенія1, мЗв · місяць-1	5	30
Потужність дози гамма - випромінювання в повітрі на відкритій радіоактивно забрудненій місцевості, нгр · сек.-1	3	30

[1]дивись пункт Д.8.7а. НРБУ - 97

Рівні забруднення за йодом

Рівні	Кількість опромінених людей		Поглинена доза в щитоподібній залозі	
	дорослих	дітей	дорослі	діти
I найбільший	1,5 • 106	150 • 103	15 Бер (0,15Зв)	70Бер (0,7 Зв)
II середній	15,6• 106		9,2 Бер (0,092Зв)	10 Бер (0,1Зв ()
III малий	75 • 106	8• 106	0,6 Бер (0,006Зв)	2,5 Бер (0,025Зв)

Найбільший рівень забрудненості по йоду131 в Києві був 1 - 2 травня 1986р. 380 кБк / м2, норма по α - які забруднюють від 1 до 100 часток на 1 см2 по β - частинках від 100 до 8 000 часток.

Рівень забрудненості у продуктах за йодом

Продукти	Після аварії	Норма
Вода	10Бк / л	18,5Бк / л
Овочі	4х105Бк / кг - 4х107Бк / кг	1 • 103Бк / кг дорослі 1 • 102Бк / кг діти
Молоко	4х104Бк / л	3,7 • 102Бк / л

Найнижчі межі виправданості і безумовно виправдані рівні втручання і дії для прийняття рішення про виключення|, заміні і обмеження вживання радіоактивно забруднених продуктів харчування

Критерії для прийняття рішення		Найнижчі межі виправданості	Безумовно виправдані рівні втручання і рівні дії
Відвернута доза внутрішнього опромінення за рахунок вживання радіоактивно забруднених продуктів харчування, мЗв		5	30
За перший післяаварійний рік		1	30
За другий і наступні роки після аварії		1	5
Радіоактивне забруднення молока, кБк/л-1 J131	для дорослих	0,4	1
	Для дітей	0,1	0,2
$^{134,137}Cs$		0,1	0,4

^{90}Sr	для дорослих	0,02	0,2
	Для дітей	0,005	0,05

Цезію випало: Білорусь - 700 Кі; Росія - 200 Кі; Україна - 100 Кі.

Рівні забруднення за цезієм137, виходячи з дозованого межі 10 Бер на рік від внутрішнього опромінення.

зони	Назва	Площа	ступень забруднення
I	відчуження	10км в радіусі	
II	відселення	30км в радіусі	Більше 40 Кі / км2 14,8 1011Бк / км2
III	постійного жорсткого контролю		Від 15 - 40 Кі / км2 55,5 • 1010 Бк / км2 14,8 · 1011 Бк / км2
IV	періодичного радіонуклідного контролю		до 15 Кі / км2 55,5 • 1010 Бк / км2

Рівень забрудненості за цезієм

продукти	Після аварії	норма
Овочі	4 • 104 - 105Бк/кг	592Бк/кг
молоко	4 • 104Бк/л	370Бк/л
м'ясо	До 4 • 103Бк/кг	740Бк/кг
інші	До 4 • 103Бк/кг	370Бк/кг по хлібу

Найнижчі межі виправданості та рівні безумовної виправданості для невідкладних контрзаходів (НРБУ-97)

Контрзахід	Відвернута доза за перші 2 тижні після аварії					
	Межі виправданості			Рівні безумовної виправданості		
	мЗв	мГр		мЗв	мГр	
	На все тіло	На щитоподібну залозу	на шкіру	На все тіло	На щитоподібну залозу	на шкіру
Укриття	5	50	100	50	300	500
евакуація	50	300	100	500	1000	3000
йодна профілактика діти	-	50 *	-	-	200 *	-

дорослі	-	200 *	-	-	500 *	-
Обмеження перебування на відкритому повітрі: діти	1	20	50	10	100	300
дорослі	2	100	200	20	300	1000

* Очікувана доза при внутрішньому опроміненні радіоізотопами йоду, які надходить до організму протягом перших двох тижнів після початку аварії.

Критерії доз за захистом населення на випадок аварії атомного реактора (1963р.)

Критерії	Доза	Щитоподібна залоза	заходи
	Зовнішнього		
I	25 Бер (250мЗв)	30 - 250 Бер.	Йодна профілактика. Заходи загального гігієнічного характеру.
II	25 - 75 Бер (250-750мЗв)		Йодна профілактика і захист населення.
III	75 Бер (750мЗв)		Евакуація.

Зони опромінення і потужність в них

зона	потужність дози
1 - відчуження	0,02 р/год
2 - евакуації	0,005 - 0,02 р/год
3 - жорсткого контролю	0,003 - 0,005 р/год
норма	0,001 р/год

1 - все тіло, статеві органи, червоний кістковий мозок;
2 - м'язи, щитовидна залоза, жирова тканина;
3 - шкіра, кістки, кисті, передпліччя, гомілки, ступні.

Ліміти доз опромінення (мЗв / рік-1), згідно з НРБУ-97

	Категорії осіб, які відчувають опромінення		
	А	Б	В
ЛДе (ліміт ефективної дози)	20 (0,02 Зв / г)	2 (0,002 Зв / г)	1 (0,001 Зв / г)

Ліміти еквівалентної дози зовнішнього опромінення

ЛД lens	150 (0,15 Зв / г)	15 (0,015 Зв / г)	15 (0,015 Зв / г)
ЛД skin	500 (0,5 Зв / г)	50 (0,05 Зв / г)	50 (0,05 Зв / г)
ЛД extreme	500 (0,5 Зв / г)	50 (0,05 Зв / г)	

А - персонал, що працює з ІВ.

Б - обмежена частина населення.

В - решта населення.

Дози поглиненого опромінення, встановлені для ліквідаторів та населення в 1986, 1987рр для проживаючих в забруднених місцевостях

роки	ліквідатори	населення
1986	0,25 Зв (25Бер)	0,1 Зв (10Бер) зовнішнього і внутрішнього 0,05Зв (5Бер)
1987	0,1 Зв (10 Бер)	0,03 Зв (3 Бер)
1988	0,05 Зв (5 Бер)	0,03 Зв (3 Бер)

Дія радіоактивного забруднення навколишнього простору на людей, визначається зовнішнім опроміненням (γ-випромінювання радіоактивної хмари; γ та β-випромінювання, що випало на землю), внутрішнім опроміненням (внутрішня дія γ, β, J випромінювання всередині організму від радіоактивних речовин, які потрапили в нього).

Внесок різних джерел радіації, які брали участь у формуванні дози опромінення на забруднених територіях за 50 років:

Зовнішнє 15%: А - 14% від хмари (γ), В - 1% від пилу (β).

Внутрішнє 85%, за умови, що населення поступово вживає місцеві продукти харчування.

У розвитку радіоактивної обстановки виділяють 2 періоди в залежності від кількості і складу радіоактивних речовин, які мають найбільше біологічне значення:

Йодний (триває 2 місяці - Т/2 8,3 доби);

Цезієвий і стронцієвий - Т/2 30 років.

Відразу після аварії вміст йоду-131 в пробах повітря і грунту становив 8 - 40%. У йодний період, крім зовнішнього опромінення, основне значення мало внутрішнє опромінення через молоко, молокопродукти та листяні овочі.

Оцінка ступеня забрудненості радіонуклідами довкілля (грунту, води, харчових продуктів)

Радіаційний контроль за внутрішнім опроміненням (інкорпорація) здійснюється трьома основними засобами:

1. Для визначення прямої дозового навантаження використовується спектрометр типу "СИЧ" (прилад, який оснащений комп'ютером), дозволяє швидко визначити дозу, яка знаходиться в організмі людини гамма випромінювання.
2. Альфа, бета-радіоактивність, вимірюється за допомогою радіохімічного аналізу проб крові, сечі, слини, мокротиння, відихаємого повітря. Цей метод є посереднім з наступним визначенням за допомогою розрахунків дози поглинання за даний період.
3. Розрахунковий метод полягає в порівнянні допустимих рівнів питомої радіоактивності харчових продуктів і води до отриманої дозі.

Проведення аналізу досліджень радіоактивності складається:

З відбору проб і відправлення їх в лабораторію;

З виготовлення відібраних проб;

З вимірювання активності препаратів;

З розрахунку активності досліджуваних проб.

Проби беруть в місцях найбільшого радіоактивного забруднення, нумерують, вказують місце де взята проба. Відбір проб води із водойми проводять водозабірником з поверхневого шару і коло дна. Обсяг проби залежить від активності яку ми виявляємо. Проби снігу відбирають на рівному місті на всю глибину снігового шару, і поміщають його в склянку об'ємом 0,5 - 1,0л. Відбір проб зерна проводять з автомеханічним пробозбірником або щупом. Відбирають з 4 - 8 місць на відстані 0,5 – 1,0м від переднього і заднього бортів і на 0,5 від бічних. Кількість проб з мішків пропорційно кількості

мішків. Загальна маса близько 2кг. Відбір проб бульб і коренеплодів (з машин, сховищ, поїздів) проводять вручну по діагоналі бічної поверхні борта або середньої лінії кузова в трьох точках (1 - 1,5кг). З них роблять середню пробу - 1,5кг. Відбір проб трави беруть з пасовища або перед сінокосом: 8 -10 проб з різних ділянок. Відбір овочів і фруктів - аналогічно відбору бульб. Відбір проб харчових продуктів кількісно залежить від партій: при масі 500кг - 1 зразок; 0,5 - 3т - два зразка; понад 20т - 10 зразків. Залишки утилізують. Проби м'яса та риби із однієї партії забирають шматками по 30 - 50гр близько шийних хребців туші, по 200 - 300гр близько лопаток. Малу рибу цілими тушками, у великий - середню частину по 300 - 500 гр. Яйця - 2 штуки від партії в 100 штук. Молоко - до 1л після ретельного перемішування.

Радіометричний аналіз складається з:

- Взяття проб і доставки їх в лабораторію;
- Приготування препаратів з проб;
- Вимірювання препаратів з проб;
- Розрахунком питомої забруднення з проб.

Порядок оформлення бланка забору досліджуваного матеріалу

№ п/п	Вид проби	Місце відбирання проби	Дата і час забруднення	Дата і час забору	ПІП того, хто взяв пробу	Примітки
1	м'ясо	продовольчий склад	15.05. 1970р 15год 15 хв.	16.05 1970 р 10год40хв	ІвановГ.Г.	З поверхні З внутрішньої частини.
2	вода	Водойм (з поверхневих і донних шарів)	*********	*********	*******	Беруть водозабірником. Зі змішуванням донного грунту - 0,5л.
3	сніг	На рівній ділянці на всю глибину	*********	*********	*******	У скляну банку 0,5л
4	Хліб, овочі,	Поштучно, з	*****	****	*******	У поліетиленові

	фрукти	верхнього шару або ряду	***	****		мішки, маркують. Хліб поштучно, овочі - 0,5кг
5	інші продукти	З поверхневого шару	*********	*********	*******	Всього 0,3кг, товщиною 10мм. Маркують.
6	М'ясо, тверді жири	З поверхневого шару	*********	*********	*******	У банки або поліетиленові пакети зрізають по 10мм. Маркують
7	рідкі продукти	перемішати	*********	*********	*******	беруть ложками 0,5кг
8	Сушені овочі, фрукти, печиво	З поверхневого шару	*********	*********	*******	З брикетів зрізають шар 10мм
9.	соління	З поверхневого шару	*********	*********	*******	Не перемішувати 0,5кг.

Розділ VII: ДІЯ МАЛИХ ДОЗ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Дози іонізуючого випромінювання вважаються малими, якщо вони менші за 0,2 -0,5Гр. Потужності дози вважаються низькими, якщо вони менші за 3 мГр/г. Про дію опромінювання малими дозами існують суперечливі точки зору.

При опромінюванні малими дозами можливі такі явища, ефекти:

Пробабілістичні ефекти - ефекти випадкової радіаційно - індукованої події, ці ефекти виявляються за принципом “все або нічого”, їх вірогідність залежить від дози, але ступінь вираженості від дози не залежить.

Декрементні ефекти (тобто ефекти втрат) - ефекти в системі, які є наслідком радіаційно-індукованого зменшення числа її елементарних складових. Для одних ефектів дозовий поріг існує, для інших – ні. Ці ефекти мають ступінь вираженості (тяжкість), який залежить від дози.

Стохастичні ефекти - ті пробабілістичні ефекти, які розглядаються при регламентації іонізуючого випромінювання. У системі рекомендацій, запропонованих МКРЗ (Міжнародний комітет радіаційного захисту), до стохастичних ефектів відносять виникнення раку і генетичні, тобто спадкові ефекти у людини, для яких немає порогу дози, але є лінійна залежність ефекту від дози.

Детерміністичні (нестохастичні) ефекти - ефекти декрементів, які враховуються при регламентації іонізуючого випромінювання. У системі регламентацій, запропонованих МКРЗ, до детерміністичних ефектів відносять наслідки опромінювання у людини, які виявляються клінічно і є результатом загибелі або втрати функціональної активності в популяціях соматичних клітин. Для таких ефектів існує поріг дози, а ступінь вираженості (тяжкість) ефекту підвищується з дозою.

Згідно концепції безпорогової дії радіації радіація в будь-якому діапазоні (>0) призводить до виникнення злоякісних утворень і генетичним порушенням, до того ж вони мають стохастичний (випадковий) характер, зі збільшенням дози підвищується тільки вірогідність їх прояву, а не частота, проте, прямі

чинники беспорогової дії відсутні. В основу такого нормування покладено принцип максимальної безпеки.

У той же час, деякі дослідники не тільки заперечують шкідливість природного фону, але і вважають його одним з корисних і необхідних компонентів того, що оточує середовище. Так, показано, що у випадках, коли рослини і тварини поміщали в камери, які були захищені від зовнішнього випромінювання, їх розвиток уповільнюється у порівнянні з тими, що знаходилися в умовах звичайного фону. Із цих спостережень зроблений висновок, що природний фон є фізіологічно значущим чинником.

Треті – прибічники "надлінійного" ефекту стверджують, що в ділянці малих доз вихід пухлин вищий, ніж при великих дозах. Підтверджують це вони тим, що в районах з низьким рівнем радіації вищий рівень захворюваності раком, ніж в місцевостях, де рівень радіації в десятки разів перевищує середні.

Дія малих доз іонізуючого випромінювання

(за Р.В. Ставицьким, 2003)

Рівень		Діапазон ефективної дози	Рівень опромінювання	Реакція організму на опромінювання
1		1мЗв/рік	Фоновий	адаптивна відповідь на постійне безперервне опромінювання протягом всього життя
2		1-5 до 300м Зв/рік	Надфоновий доклінічний	Одноразове або пролонговане опромінювання, яке не викликає видимих клінічних порушень, у значної частини, що самопоновлюються
2	2.1	1-5 до 100м Зв/рік	Безсимптомні субклінічні прояви	Виявляються аналітично за показниками крові, сечі, імунологічним показниками.
	2.2	100 - 300м Зв/рік	Відхилення показників життєдіяльності організму	Нестійка лейкопенія, зміни функціональної активності гіпофіз-ендокринної системи при скороченні її потенції, зміни стану організму, що визначаються аналітично за показниками крові і імунології та інше.
3		300 - 600м Зв/рік	Детерміновані слабкі пошкодження	Слабкі зміни стану організму

Сприятлива дія малих доз іонізуючого випромінювання виявлялася:

- у стимуляції проростання насіння і зростання багатьох видів рослин (бобів, злаків, картоплі та ін.);
- у підвищенні активності окремих ферментів і їх комплексів;
- у стимуляції фізіологічної діяльності бактерій та ізольованих клітин ссавців;
- у збільшенні тривалості життя гідробіонтів, борошняного хрущака, дрозофіл при достатньо низькій потужності дози;
- у збільшенні радіорезистентності до повторного опромінювання в уражаючих дозах - явище, що отримало назву "адаптивна відповідь";
- у зниженні смертності від раку у людини в епідеміологічних дослідженнях останнім часом;
- у відсутності будь-яких проявів погіршення стану здоров'я, скорочення тривалості життя і підвищення онкологічної захворюваності серед населення, що проживає в умовах підвищеного радіаційного фону;
- нарешті, в погіршенні ряду фізіологічних показників при перебуванні об'єктів в умовах зменшення звичайного радіаційного фону, який створений за допомогою екранування.

НАСЛІДКИ ВПЛИВУ АВАРІЇ НА ЧАЕС НА РІЗНІ КАТЕГОРІЇ ПОТЕРПІЛИХ

Інтегральним показником дії радіонуклідів чорнобильського викиду на різні категорії населення є стан їхнього здоров’я. Його оцінку в Україні виконують окремо за групами первинного обліку. Таких груп чотири:

I — учасники ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС;

II — евакуйовані з 30 кілометрової зони (зони відчуження) ЧАЕС;

III — мешканці радіаційно забруднених територій;

IV — діти, народжені від батьків I-III груп.

Офіційні дані вказують на те, що кількість стохастичних і детермінованих захворювань зростає послідовно відповідно до III, II та I груп потерпілих

Аналіз й узагальнення основних результатів наукових досліджень за 30 післяаварійних років показали, що медичні наслідки Чорнобильської аварії

значно відрізняються від прогнозованих ефектів. Основними причинами порушення стану здоров'я всіх категорій потерпілих були нестохастичні ефекти у вигляді широкого спектра непухлинних форм соматичних та психосоматичних захворювань. Вони ж переважно були і чинниками втрати працездатності та передчасної смертності.

Перше місце у структурі захворювань серед осіб I—III груп обліку посідає патологія органів кровообігу, особливо гіпертонічна та ішемічна хвороби серця. Виявилено, що першопричиною їх виникнення, як і низки інших загальносоматичних захворювань, було опромінення щитоподібної залози ізотопами йоду в аварійний період.

Потерпілі з різноманітними кількісними та якісними порушеннями елементів усіх паростків гемопоезу становлять групу ризику онкогематологічних захворювань.

Практично в усіх категоріях потерпілих у числі перших відзначають хвороби органів травлення, які посідають третє місце серед причин інвалідності. У перші післяаварійні роки патологія системи травлення в УЛНА та мешканців радіаційно забруднених територій зумовлювалася порушеннями вегетативної регуляції моторної та секреторної функцій шлунка, які у подальшому призвели до розвитку ерозивного гастродуоденіту і виразкової хвороби шлунка та дванадцятипалої кишки. Спостерігається розвиток хронічних гепатитів та цирозів печінки, що на першому етапі після аварії визначались як дифузні зміни печінки.

Дослідження останніх років клініко морфологічних аспектів виразкової хвороби в осіб, евакуйованих з територій із високим рівнем радіоактивного забруднення, засвідчують прогредієнтний перебіг запалення улунку, який збігається за часом виникнення з аварією на ЧАЕС і сьогодні реалізується виразковою хворобою.

Погіршення репродуктивного здоров'я жінок, котрі мешкають на забруднених територіях, виявляється у збільшенні кількості запалень статевих органів, зниженні фертильності та гормональних розладах фетоплацентарного

комплексу, які разом з порушеннями у щитоподібній залозі зумовлюють ускладнення вагітності, погіршення стану плоду та зростання внутрішньоутробної загибелі

Найбільшу занепокоєність сьогодні викликає стан здоров'я осіб, які на час аварії були у дитячому віці, та тих, хто народився від опромінених батьків (IV група обліку). Серед цього контингенту найбільш несприятливі зрушення виявлено в осіб з високими дозами опромінення щитоподібної залози та опромінених внутрішньоутробно. Серед них частка практично здорових не перевищує 2,8%. Оцінка радіаційних ризиків цих осіб засвідчила, що 92,8% радіаційних ефектів у них пов'язуватиметься саме з опроміненням щитоподібної залози.

Динамічні спостереження за дітьми, які зазнали впливу іонізуючої радіації у період внутрішньоутробного розвитку, показали, що повне опромінення центральних органів імуногенезу плоду в діапазоні доз, характерних для Чорнобильської аварії, спричинює ушкодження, які виявляються після народження порушенням росту і розвитку, зростанням частоти стабільних аберацій хромосом, розладами у функціонуванні імунної системи та підвищенням ризику розвитку мультифакторної патології.

Діти, котрі народилися від опромінених батьків, також мають низький рівень здоров'я, про що свідчать високі показники загальної захворюваності, тобто у цих дітей формується феномен генетичної нестабільності. У них частіше реєструються зовнішні стигми дизембріогенезу, малі аномалії розвитку внутрішніх органів та вроджені вади, спостерігається посилення мутаційного процесу не тільки в індикаторних клітинах, а й клітинах_мішенях, що може спричинити порушення їх функціонування та бути підставою виникнення стохастичних, а можливо, й деяких нестохастичних ефектів радіаційного впливу.

Розділ VIII: ВІДДАЛЕНІ НАСЛІДКИ АВАРІЇ НА АТОМНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Розглядаючи медичні наслідки ядерної аварії на ЧАЕС, слід виділяти принаймні 5 груп постраждалих, які істотно відрізняються один від одного як за умовами, так і за рівнями опромінення.

До них належать:

- персонал атомної електростанції доза від 1 до 16 Гр;
- учасники ліквідації наслідків аварії (ліквідатори) 1986р.;
- учасники ліквідації наслідків аварії (ліквідатори) 1987р.;
- населення, що евакуйований з 30-км зони і міста Прип'ять;
- мешканці радіаційно забруднених територій.

Середні індивідуальні та колективні дози опромінення ліквідаторів наслідків аварії на ЧАЕС та евакуйованихз з тридцятикілометрової зони і міста Прип'ять.

Контингент	Чисельність контингенту осіб	Середні індивідуальні дози, Зв	Колективні еквівалентні ефективні дози, Зв
ліквідатори 1986р	130000	0,2	26000
ліквідатори 1987р	70000	0,07	4900
евакуйовані	130000	0,014	1800

На час аварії в районі станції було 268 будівельників і 176 чоловік обслуговуючого персоналу. Госпіталізовано 300 осіб, в тому числі і пожежників.

Кількість хворих на ГПХ і померлих

Ступінь променевої хвороби	Кількість	Померли	Доза
I	50	-	1-2 Гр. (100-200 Бер)
II	53	1	2-4 Гр. (200-400 Бер)
III	21	7	4-6 Гр. (400 600 Бер)
IV	21	20	6-16 Гр (600-1600 Бер)
всього	145	28	

Серед решти населення випадків ГПХ не було. У ліквідаторів основними видами опромінення було короткочасне і пролонговане (фраціоноване) зовнішнє (загальне і контактне), внутрішнє та об'єднане опромінення, а у евакуйованого населення - короткочасне зовнішнє (загальне і контактне), внутрішнє та об'єднане опромінення.

Для евакуйованих і ліквідаторів аварії наслідки опромінення організму ділять на соматичні і спадкові.

1) Соматичні: ранні та пізні, місцеві і загальні.

Ранні: функціональні і органічні зміни з боку серцево-судинної системи, ЦНС, імунної, кровотворної (вегето-судинні дистонії, нейроциркуляторні дистонії(лейкопенія та ін.)

Пізні: Гіпопластичні стани (лейкопенія, анемія, гіпоацидний | гастрит, зниження функцій статевих залоз), склеротичні зміни (цироз печінки, нефросклероз, пневмосклероз, ураження ЦНС, атеросклероз, катаракта, дерматит), дисгормональні порушення (гіпотиреоз, гіпертиреоз, аутоімунний тиреоїдит, естрогенізм, альдостеронізм) поява злоякісних і доброякісних пухлин (лейкози, раки), патологія вагітності і пологів.

2) Спадкові ефекти.

Хромосомні зміни кількості хромосом: збільшення (хвороба Дауна), зменшення (розумова відсталість, грубі фізичні аномалії), соматичні (в соматичних клітинах), генетичні (в статевих органах), генні (зміни ділянок хромосоми, які несуть інформацію про специфічні ознаки організму (ген блакитних очей - рецесивний, ген чорних очей - домінантний, проявляються відразу), генні мутації (гемофілія, кольорова сліпота, частіше хворіють хлопчики).

Генетичні наслідки радіації. За даними більшості авторів, у нащадків опромінених в Хіросімі і Нагасакі генетичних змін не виявлено, але пройшло мало часу для того, щоб проявилися рецисивні мутації. Разом з тим, в опромінених змінюється співвідношення статі народжених дітей. У жінок опромінених зменшується кількість новонароджених хлопчиків, в результаті виникнення рецивних мутацій в Х-хромосомі. А у опромінених чоловіків

зменшується народжуваність дівчаток також в результаті леталів зчеплених з Х-хромосомою. Збільшення радіаційного фону веде до збільшення частоти спадкових хвороб на 0,04%, або на 2,5х109 - 1х106 захворівших.

Також відмічається збільшення кількості хромосомних аберацій в культурі лімфоцитів:

- у професіоналів, що працюють з іонізуючим випромінюванням;
- у осіб, які проводять діагностичні променеві обстеження, за винятком тих, кому виконують оглядовий знімок грудної клітини;

при проведенні променевої терапії;

- у постраждалих від вибухів атомних бомб, при радіаційних аваріях.

Відразу після опромінення хромосомних аберацій більше, а потім кількість зменшується. У повідомленнях американських і японських дослідників при традиційному підході до оцінці ризику віддалених наслідків у людей, які були опромінені під час вибуху атомних бомб. Виділені три класи ефектів:

- не залежать від дози радіації (природжені ефекти, остеосаркома, хронічні лімфолейкози);
- ймовірно залежні від дози: зміна імунного статусу, деякі злоякісні пухлини кишечнику, стравоходу, нервової системи, слинних залоз, лімфоми);
- з вираженою залежністю від дози: катаракта, мікроцефалія, дефекти розумового і фізичного розвитку, в опромінених внутрішньоутробно.

Порушення в системі імунітету є причиною деяких патологічних станів, які проявляються через багато років після опромінення організму, зокрема в зниженні антиінфекційної і протипухлинної резистентності. Віддалений період променевої хвороби характеризується розвитком аутоімунних реакцій на власні тканини. Їх формування стає можливим через циркуляцію в крові аутоантигенів на тлі дисбалансу імунокомпетентних клітин. Відновлення вмісту В-кліток на тлі зниженого вмісту Т-супресорів і радіочутливість хелперної функції уможливлює реалізацію аутоантигенами стимулу. В першу чергу антитіла спрямовані проти тканини тимуса і щитовидної залози, яка

лежить в основі патології цих органів у віддалений термін після опромінення і ще сильніше обтяжує постпроменевий імунодефіцит. (Іванов А.А., 2001)

Віддалені наслідки аварії на атомних підприємствах

Нестохастичні ефекти (є поріг дози)	Гостра променева хвороба Хронічна променева хвороба Функціональні зміни з боку різних органів і систем (НДД, психоемоційні та ін.). Органічні зміни з боку органів і систем (катаракта) променеві травми
Стохастичні соматичні (безпорогові)	Зростання загальносоматичних захворювань злоякісних пухлини Патологія вагітності і пологів Розумова відсталість природжені дефекти пухлини
Тератогенні (дія на плід)	Домінантні мутації рецесивні мутації
генетичні	Наведені генетичні дефекти Дефекти, пов'язані з дією на хромосоми

РОЗДІЛ IX: ДИСПАНСЕРИЗАЦІЯ ОСІБ, ЩО КОНТАКТУЮТЬ З ДЖЕРЕЛАМИ ІОНІЗУЮЧИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ

Диспансеризація осіб, які постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС була розпочата Наказом МОЗ колишнього СРСР від 7 травня 1987 року за № 640. В даний час основні його положення зберігаються. Для диспансеризації осіб, які підлягали опроміненню, був створений так званий «Національний реєстр України». Для перевірки виконаних завдань, які повинен виконувати «Національний реєстр України», розроблена його раціональна структура, яка складається з районного, обласного та державного рівнів.

Формування документації реєстру на основі документів медичних оглядів, статистичних даних, і так далі - починається з районних та міських поліклінічних відділів, де для контролю за цим процесом виділені спеціальні лікарняні штатні одиниці.

Сформована на рівні районів і міста області документація доставляється до обласного центру. У деяких областях існують диспансери протирадіаційного захисту населення, в інших - поліклінічні консультативно діагностичні відділення для осіб, внесених до «Реєстру» або статистичні кабінети лікарень.

На державному рівні відповідальним є Міністерство охорони здоров'я якому підлягає управління медичних проблем аварії на ЧАЕС і науково, - дослідної інститут клінічної радіології.

Призначення районного рівня Реєстру:

Інформаційна підтримка:

- робіт по диспансеризації населення на цьому рівні
- проведення необхідних лікувально-оздоровчих заходів за результатами диспансеризації
- контроль обсягу і термінів на диспансерний огляд осіб, внесених до реєстру

Призначення обласного реєстру України:

- інформаційна підтримка робіт, пов'язаних з диспансеризацією;
- проведення необхідних лікувально-оздоровчих заходів за результатами диспансеризації;

- ❖ вивчення структури, характеру, динаміки і тенденції захворюваності, її наслідків, по контингенту, за яким спостерігають;
- ❖ соціальних і наукових програм вивчення методичних наслідків аварії на ЧАЕС.

Завдання національного реєстру України:

1. Персональний автоматизований облік паспортно-реєстраційних даних на осіб, які підлягали опроміненню в результаті аварії на ЧАЕС;
2. Автоматизований облік хронічних захворювань, які мали місце у осіб, внесених до Реєстру до аварії на ЧАЕС та їх зміни, виходячи з встановлених категорій спостереження;
3. Автоматизована реєстрація індивідуальних доз опромінення.

Для вирішення завдань, які поставлені перед Реєстром, сформовані групи спостереження Реєстру.

I група ліквідатори аварії на ЧАЕС.

II група евакуйованих.

III – переселенці, або особи, які проживають на забруднених територіях, переселення яких встановлено в директивному порядку.

IV група - діти, що народилися від осіб перерахованих вище груп. Зазначені групи осіб складають групу реєстрації.

Медикосанітарні заходи щодо ліквідації наслідків аварії на Чорнобильскій атомній електростанції

Категорії спостереження. Характеристики осіб, які спостерігаються	Доза опромінення всього тіла за нинішній рік після аварії	Рівень установ для ведення диспансерного спостереження	рівень реєстру
1.Особи, які перенесли ПХ і хворі на ЛБ або отримали променеве ушкодження, а також особи захворювання яких безпосередньо пов'язані з	1 -10	Спостерігаються в науковому центрі радіаційної медицини або інших спеціалізованої	Державний рівень реєстрації, науковий центр радіаційної медицини.

променевими ураженнями і пошкодженнями, як в результаті аварії, так і в результаті ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС.	0,25 і більше	закладах Спостерігаються в спеціалізованих закладах республіки або державному науковому центрі радіаційної медицини	Республіканський рівень реєстру.
2. Особи, які брали участь в ліквідації наслідків аварії, евакуйовані із зони радіаційного впливу, а також особи, які отримали дозу опромінення; -доросле населення; -вагітні (на момент аварії) і діти, які народилися від них; -новорождені, діти, підлітки.	0,05 і більше 0,05 і більше		
3.Всі інші особи, які брали участь в ліквідації наслідків аварії, незалежно від дози опромінення, евакуйовані із зони впливу, а також інші особи, які отримали дозу опромінення: Дорослі на момент аварії і діти, які народилися від них; новонароджені діти, підлітки	0,10 - 0,25 0,01 - 0,05 0,01 - 0,05	Спостерігається за місцем проживання в медичних закладах рівня ЦРЛ і вище при показаннях консультуються в спеціальних диспансерах	Державний реєстр
4. Всі інші особи із зони евакуйованих (Особи, незалежно від дози опромінення, особи які живуть на території, яка підлягає контролю, і які отримали дозу опромінення Всі, що живуть на території, яка підлягає контролю, вагітні і діти, які народилися від цієї вагітності, не в залежності від	0,05 - 0,01	Спостерігаються за місцем проживання в медичних установах рівня ЦРЛ і вище (при показаннях консультуються в спеціалізованих закладах та спостерігаються за місцем проживання)	Динамічне спостереження на обласному рівні (обласний реєстр), дані направляються в державний реєстр. Динамічне

дози опромінення. Новонароджені, діти і підлітки, не в залежності від доз опромінення при проживанні на території, яка підлягає контролю. Діти, які народилися від батька який в термін не більше ніж за три місяці до зачаття отримав дозу опромінення вище 0,25 Гр. 5. Інші особи, які проживають на території, яка контролюється і які отрималидозу опромінення, і діти, які народилися від батьків 1, 2, 3, груп.	до 0,05	(при необхідності спостереження на консультуються в рівні районного пологових закладах). реєстру

Медичний огляд внесених до реєстру проводиться 1 раз на рік (за винятком випадків, внесених в таблицю 1, 2, 3). Медичний огляд проводиться медичною комісією в обов'язковому складі (терапевт, хірург, невропатолог, окуліст, ЛОР, гінеколог). Лікарі інших спеціальностей оглядають пацієнта в разі показань. До обов'язкового обстеження незалежно від того, хворий це або здоровий, відносять**:**

1. Загальний аналіз крові.
2. Загальний аналіз сечі.
3. ЕКГ.
4. Аналіз крові на глюкозу.
5. Біохімічний аналіз крові (загальний білок і фракції АЛТ, АСТ, сечовина, креатинін, білірубін, - загальний, прямий, непрямий).
6. УЗД щитовидної залози.
7. Гормони щитоподібної залози.

У разі виявлення патологічних змін необхідно призначити хворому дообстеження краще в стаціонарних умовах. Дані про захворювання вносяться

в реєстраційну карту хворого і талон для кодування. Стаціонарне лікування хворих, занесених до реєстру здійснюється в профільних стаціонарах різних рівнів або в спеціалізованих медичних закладах: реабілітаційне відділення, диспансерах, науково-дослідних інститутах, і так далі

При зміні місця проживання реєстраційна картка на особу, яка внесена до реєстру переправляється (або самою особою, або поштою) за новим місцем проживання, де знову такий пацієнт вноситься в місцевий рівень Реєстру. Перелік документів, які необхідно завести на особу: реєстраційна карта, талон для кодування, лист дозиметрії, карта внесення змін. По закінченню медичного огляду формуються диспансерні групи нагляду у лікарів різних спеціальностей (ендокринолог, гастроентеролог, уролог, хірург та ін.).

Крім цього створюється статистична документація:

1. Форма 15 - статистична форма обліку даних про захворюваність в абсолютних цифрах.
2. Форма 16 - статистична форма обліку даних про кількість нозологічних форм захворювань.
3. Заповнюється карта дефектів диспансеризації, яка надсилається з державного рівня Реєстру.
4. Фіксуються дані про інвалідність, смертності, по структурі смертності та захворюваності.
5. Створюється загальна статистична таблиця, куди заносяться дані про:

А. Кількість хворих за чотирма групами спостереження.

Б. Кількість осіб, які повинні бути обстежені.

В. Кількість осіб, які фактично обстежені.

Г. Скільки виявлених хворих.

Д. Скільки оздоровлено з групи хворих і якими видами оздоровлення: амбулаторно, стаціонарно, в реабілітаційних відділеннях, санаторно-курортно.

Такі дані вносяться в бланк даних комп'ютера і проводиться аналіз проведеної диспансеризації за рік. За результатами аналізу диспансеризації формуються заходи щодо розширення матеріально-технічної бази медичної

допомоги хворим, які внесені до Реєстру, плануються соціальні програми захисту цієї категорії осіб. Для соціальної реабілітації осіб, які постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС утворені міжрегіональні експертні ради по встановленню зв'язку між захворюваннями і впливом іонізуючого випромінювання на організм. Для цього подаються необхідні документи**:**

1. Лист, або заява особи;
2. Рекомендації профспілкової або іншої організації, до якої готуються документи;
3. Матеріали директивних органів.
4. Напрямок органів відділу охорони здоров'я;
5. Виписка з історії хвороби або амбулаторної картки;
6. Висновки експертизи з місця спостереження і турботи пацієнта про стан його здоров'я до і після участі в ліквідації наслідків аварії, завірені керівником лікувально-профілактичного закладу з гербовою печаткою;
7. Результати клінічних аналізів крові і інших лабораторних досліджень.
8. Копія медичної документації про результати проведення огляду перед направленням на роботу в зону аварії і після повернення з цієї зони.
9. Дані про частоту і термін захворювання з тимчасовою втратою працездатності (до аварії і після неї);
10. Довідку про характер роботи та умови праці (до і після аварії);
11. Дані про рівень внутрішнього і зовнішнього опромінення, характер і місце виконання роботи, по ліквідації наслідків аварії;
12. Дані про характер і місці виконання робіт по ліквідації наслідків аварії;
13. Виписки експертизи, з історії хвороб з всіх медичних установ де лікувався, обстежений хворий.

У підготовці таких документів приймає участь лікар поліклініки за місцем проживання хворого, в яких необхідно відобразити динаміку захворювання протягом усього періоду спостереження за хворим в даному лікувальному закладі по амбулаторній карті хворого. А також докласти всіх

виписки експертизи з історії хвороби з медичних установ, де лікувався і обстежувався хворий.

На експертній раді можуть розглядатися справи на померлих для встановлення зв'язку причин смерті за участю в ліквідації аварії на ЧАЕС, або постраждалих від аварії. Такі висновки від експертної Ради дають можливість сім'ї померлого отримати соціальні пільги.

Правила роботи з іонізуючим випромінюванням і гранично допустимі дози відображені в наступних документах:

1. Норми радіаційної безпеки (НРБУ - 97).
2. Основні санітарні правила (ОСП) 72/87.
3. Правила і норми використання відкритих радіофармацевтичних препаратів і діагностичною метою. Обнінськ в 1984 році.
4. Правила безпеки при транспортуванні радіоактивних речовин (ПБ, ТВВ) 73.
5. Правила роботи з радіоактивними речовинами в закладах системи охорони здоров'я.
6. Інструкція для роботи в рентгенокабінетах і лабораторіях.

Всі особи, що контактують з ІІ знаходяться на спеціальному диспансерному обстеженні і обов'язково обстежуються не рідше 1 разу на рік. При обстеженні необхідні аналізи крові; клінічний аналіз сечі, ЕКГ, біохімічний аналіз крові, імунограмма, РЕГ, аналіз гормону щитоподібної залози, необхідні огляди ендокринолога, окуліста, хірурга, гінеколога, і при необхідності інших фахівців. Для роботи з джерелами іонізуючих випромінювань допускаються особи 18 років і старше.

Протипоказанням для роботи з джерелами іонізуючих випромінювань є:

1. Променева хвороба ІІ - IV стадії і наявність стійких наслідків опромінення.
2. Виражені форми хвороби крові та кровотворних органів.
3. Зниження гостроти зору (нижче 0,6 на одному оці і нижче 0,5 на другому), катаракта, захворювання зорового нерва і сітківки, анофтальм, глаукома.

4. Облітеруючий ендетеріїт. Хвороба Рейно. Ангіоспазми. Гіпертонічна хвороба II - IV ступеня.
5. Наркоманія, токсикоманія. Органічні захворювання центральної нервової системи зі стійкими порушеннями функції. Епілепсія з частими нападами і змінами особистості.
6. Хронічні захворювання легень з вираженою легенево-серцевою недостатністю, схильність до кровотечі.
7. Бронхіальна астма з важким перебігом і вираженими функціональними порушеннями дихання і кровообігу без нападу.
8. Активна форма туберкульозу легень та будь-якої локалізації.
9. Виразкова хвороба шлунка і 12-палої кишки з частими повтореннями і схильністю до ускладнень.
10. Цироз печінки і активний хронічний гепатит.
11. Ураження сечовидільної системи з частими або тяжкими нападами.
12. Хронічний панкреатит.
13. Хронічний ентерит з частими загостреннями.
14. Хронічний коліт з частими загостреннями.
15. Колагенози.
16. Захворювання суглобів з частими загостреннями або стійкими порушеннями функції суглобів.
17. Вагітність і період лактації. Стійке порушення менструальної функції. Хронічні запальні процеси матки і її придатків з частими загостреннями.
18. Хронічні захворювання нирок з явищами ниркової недостатності. Сечокам'яна хвороба з частими нападами або ускладненнями.

Розділ X: МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАТОЛОГІЧНИХ ЗМІН В ОГРАНІЗМІ ЛЮДИНИ ПРИ ДІЇ ІОНІЗУЮЧОГО ОПРОМІНЕННЯ

До цих методів обстеження належать клінічні, біохімічні, цитохімічні, функціональні, радіоізотопні, радіоімунологічні, ультразвукові, термографічні та інші методи обстеження. Вони застосовуються з метою виявити патологічні зміни в різних органах і системах організму для подальшого їх використання: встановити наявність захворювань, його клінічну форму, ступінь тяжкості, активність процесу, ступінь втрати функцій органу, інші морфофункціональні порушення.

Таку інформацію необхідно використовувати для раціонального лікування, запобігання або зменшення його негативних наслідків, надання правильних рекомендацій хворому щодо його режиму життя, праці, диспансерного нагляду та іншого. Для того, щоб встановити наявність променевого ураження організму, ступінь тяжкості захворювання, яке виникло під впливом іонізуючого випромінювання, клінічну форму, активність процесу, морфофункціональні порушення, в організмі, застосовують широкий спектр клінічних, біохімічних, інструментальних, функціональних, ультразвукових, рентгенологічних, радіоімунних і інших методів обстеження.

Але, незважаючи на широкий спектр використання можливих методів, одним з методів, яким наддають перевага над рентгенологічним є ультразвуковий метод. Особливо ним потрібно користуватися для осіб, які зазнали впливу іонізуючого випромінювання. Цей метод не має шкідливого ефекту, в порівнянні з рентгенологічним і радіоізотопним методами обстеження, проте дає широкий спектр інформації.

Все ж бувають ситуації, коли не виключено обстеження із застосуванням радіонуклідів. До них належить метод радіонуклідної діагностики з радіоізотопами. Підбирають ізотоп, що «тропний» до даного органу, наприклад, за рахунок включення в гормональну систему органу (йод131 застосовується для обстеження щитоподібної залози тому, що йод є складовою

частиною гормонів щитоподібної залози), а також такі, які мають спорідненість з будовою досліджуваної тканини. Необхідно, щоб радіофармпрепарат був як найменш токсичним для організму, тому застосовуються надзвичайно маленькі у ваговому відношенні кількості радіонуклідів, які отримали назву індикаторних кількостей, які не порушують нормальний хід фізіологічних і біологічних процесів.

Вимоги до радіофармпрепаратів:

- вони повинні включатися в обмін речовин або переноситися з струмом рідини організму, відображаючи якусь функцію організму або окремого органу.
- РФП повинен випромінювати такі частинки або фотони, які зручно реєструвати за допомогою радіологічної апаратури.

З цією метою створені різноманітні прилади для сприйняття (детектування) випромінювань від радіонуклідів, які випромінюються в складі РФП. Радіодіагностичний прилад складається з детектора, що реєструє і перетворює бета або гамма-випромінювання в електричні імпульси; підсилювача електричних імпульсів; дискримінатора; реєструючого пристрою.

Реєстрація джерела випромінювання може проводитися методами in vitro і in vivo. До метода реєстрації радіоактивного випромінювання in vivo належать:

- радіометрія - коли результат реєстрації джерела випромінювання має вигляд цифрових показників;
- радіографія - коли результат реєстрації джерела ІВ проводиться у вигляді кривої;
- гамма-топографія - коли реєстрація джерела ІВ здійснюється за допомогою гамакамери, однофотонного емісійного комп'ютерного томографа або позитронного емісійного комп'ютерного томографа шляхом отримання зображення органу на екрані, папері або плівці.

За допомогою радіометрії визначається радіоактивність частини тіла (організму), яка знаходиться в «полі зору» детектора радіодіагностичного

приладу для оцінки органів, функціональні процеси, в яких відбуваються повільно (щитоподібна залоза).

Метод гамма-хронографії застосовується для вивчення щодо швидкоплинних процесів - кровотоку, газообміну, секреторно-екскреторної функції деяких органів. Цей метод дозволяє, наприклад, визначити кліренс - швидкість очищення крові окремих органів від введеного радіофармпрепарату.

Метод гамма-топографії - застосовується для вивчення розподілу РФП в органах і тканинах. Виділяють статичну і динамічну гамма - топографію. При статичній гамма-топографії вивчають розподіл РФП в органі, який досліджується в окремий момент часу, отримуючи одне або кілька зображень. При динамічної гамма - топографії інформацію записують безперервно або через короткий відрізок часу і відображають у вигляді серії знімків кадрів.

До метода реєстрації радіоактивного випромінювання in vitro належать радіо-імунологічній аналіз (РІА), радіоконкурентний аналіз та інші. Радіоімунологічний аналіз - це метод "in vitro "діагностики, заснований на конкурентній реакції між міченими і немічених речовинами (мічений антиген - *АГ і немічених антиген - АГ) за зв'язок зі специфічною сприймаючою системою (антитілом - АТ).

Радіоімулогічний аналіз складається з чотирьох етапів:

1 етап - змішування проби з реагентами набору індикаторів, які вміщають в собі антитіла і мічений антиген;

2 етап - інкубації;

3 етап - роз'єднання вільної та зв'язаної радіоактивності речовини;

4 етап - радіометрії.

Розділ XI: СУЧАСНА КОНЦЕПЦІЯ РАДІОЗАХИСНОГО ХАРЧУВАННЯ

Серед трьох основних шляхів надходження радіонуклідів у організм людини (інгаляційний, аліментарний, шкірний) аліментарний шлях має першорядне значення. У перші 20-40 днів після аварії критичними продуктами харчування були молоко, свіжі овочі, ягоди. В цей період найбільшу радіозахисну загрозу організму людей представляв йод – 131, який визначав 60-70% дози внутрішнього опромінення. Зміст його в молоці досягало 37-370 кБк/л, у свіжих овочах – 27-300 кБк/л, в полуниці – 50-215кБк/л. Через 40 днів на частину йоду – 131 в молоці припадало 30-40% загальної радіоактивності, а на перше місце вийшли радіонукліди цезію, вміст яких в молоці північних районів Житомирської, Київської та Рівненської областей досягав 4 кБк/л.

Ступінь радіоактивності забрудненого м'яса була дещо меншою. Вміст цезію – 137 в цьому продукті визначалося 0,1-0,8 кБк/л і було найвищим у м'ясі диких тварин (кабанів, лосів, кіз). В прісноводній рибі, в залежності від віддаленості від ЧАЕС, вміст цезію було 0,1-0,7 кБк/л. До серпня 1986р. радіоактивний йод-131 повністю розпався. Зменшилася значимість рутенія, барію, церію.

Починаючи з 1989р, 95-98% дози внутрішнього опромінення людей, які проживають на забрудненій території формувалися за рахунок цезію-134 і цезію-137, 3-4% - за рахунок стронцію – 90, всі інші радіонукліди представляли не більше, ніж 1-2%; їх частину надалі зменшилася за рахунок розпаду. На щастя, щільність забруднення плутонієм сільськогосподарських угідь за межами 30 - кілометрової зони незначна (не більше, ніж 8,7 кБк/л). Крім того, в системі грунт-рослина з'єднання плутонію малорухливі, абсорбція в травний тракт не більше 0,01-0,003%. Тому радіонукліди плутонію не представляють значної загрози як забруднювачі харчових продуктів. Таким чином через 25 років після аварії головними дозостворювальними нуклідами, які надходять з продуктами харчування, є цезій-137, стронцій-90.

Незалежно від шляху та режиму надходження в організм, розчинні сполуки стронцію вибірково накопичуються в кістках. У м'яких тканинах

затримується менше, ніж 1% стронцію – 90. Накопичуючись в кістковій тканині, він практично не виводиться з організму.

Вміст радіонукліду в урожаї сільськогосподарських культур може істотно відрізнятися. Найбільш інтенсивно він накопичується в бобових рослинах. Стронцій міститься в насінні, плодах, коренеплодах в значно меншій кількості, ніж в інших частинах рослини (листі, стеблах). У рослинних продуктах 50-80% Sz-90 входить у фракцію геміцелюлози і крохмалю, 6-40% перебуває в легкорозчинної формі. У тварин у період лактації значна кількість Sz-90 виводиться з молоком. Перехід Sz-90 з раціону птиці в яйце становить 39-600 добового поступления6 при цьому до 96% стронцію зосереджено в шкаралупі, 3,5% - у жовтку і 0,5% - у білку. Особливу загрозу Sz-90 представляє для дітей, організм яких нуклід поступає з молоком, м'ясними і зерновими продуктами. Найбільшу біологічну загрозу становить цезій – 137.

Сучасна концепція радіозахисного харчування базується на трьох основних положеннях: 1) максимально можливе зменшення надходження радіонуклідів з їжею; 2) гальмування процесу абсорбції і накопичення радіонуклідів в організмі і 3) дотримання принципів раціонального харчування.

Зменшення надходження радіонуклідів в організм з їжею можна досягти шляхом зниження їх вмісту у продуктах за допомогою різних технологічних або агрозоотехнических прийомів, а також моделюванням харчування, тобто використанням раціонів, що містять їх мінімальну кількість. Цього можна досягти шляхом споживання «чистих» продуктів, або заміни дуже забруднених продуктів на менш забруднені, або звільнення продуктів від радіонуклідів.

Молоко, вершки, кисломолочні продукти здатні акумулювати радіонукліди. Основна частина їх з'єднується з білками і міститься в білково-ліпідних оболонках. Тому вміст радіоактивного стронцію – 90, цезію – 137 більш низький в молочних продуктах з високим вмістом жирів і низьким білків, і навпаки. М'ясо здатне фіксувати радіоактивний стронцій. При цьому в кістках його концентрація може бути в 1000 разів більш високу, ніж у м'язовій тканині. Дослідження показали, що при варінні м'яса в бульйон переходить близько 80%

цезію - 137, а стронцію - 90 – соті частки відсотка. Особливо це важливо у зв'язку з тим, що для приготування перших страв використовують до 30% добового споживання м'яса. Концентрація цезію – 137 в жировій тканині у 4-10 разів нижче, ніж у м'язовій. У перетопленому салі його в 20 разів менше, ніж у сирому, тому топлені жири можуть містити мало радіонуклідів при високому їх вміст у м'ясі.

Яйця найбільше радіонуклідів накопичують у шкаралупі, з якої при варінні вони можуть переходить в їстівну частину, що обов'язково необхідно враховувати при вживанні їх в їжу. Картопля з вмістом радіонуклідів нижчими від встановленого рівня, використовують після ретельного промивання водою з подальшим очищенням. Зелені овочі – салат, шпинат і ранню капусту – у разі встановлення завищених рівнів радіонуклідів в продаж не допускають, їх утилізують на місці. Огірки і помідори з незначним ступенем забруднення можна використовувати тільки після видалення верхнього шару плодів.

Ягоди (чорна смородина, аґрус, чорниця), які ростуть у зонах радіоактивного забруднення, значно поглинають радіонукліди і тому вживати їх у їжу не можна. Вміст радіонуклідів у продуктах харчування значно зменшується під час відповідної технологічної та кулінарної обробки. В домашніх умовах необхідно знімати з овочів верхні листки, добре мити овочі, фрукти, ягоди в проточній воді і чистити, а в умовах підвищеного забруднення радіонуклідами варити, оскільки частина радіонуклідів, а також нітратів і важких металів переходить у відвар. Попереднє замочування сприяє зниженню активності радіонуклідів наприклад, у моркви – 30%, їдальні буряках – 29%, яблука – на 39,8%, кабачки – на 17,8%, гарбузі – на 20,9%.

Радіонукліди, що надійшли всередину організму, особливо накопичуються в окремих органах, довго, іноді роками і десятиліттями є джерелом іонізуючого опромінення. Тому в таких випадках попереднє застосування радіопротекторів, навіть найбільш тривало діючих, безглуздо. В цих умовах профілактика може переслідувати іншу мету: не допустити всмоктування радіонукліда всередину організму. Так, у зв'язку з вибірковим

накопиченням радіоактивного 131I щитоподібною залозою доцільно забезпечити надходження стабільного йоду шляхом щоденного застосування 5-6 крапель 5 % розчину йоду спиртового розчину калію йодиду 1-3 рази на день, поки існує небезпека проникнення його в організм (у перші 40 днів після аварії). Всмоктування радіонуклідів залежить від стану живлення. При надходженні 90Sr з їжею основна кількість його в шлунку переходить в розчинний стан, незалежно від вихідних форм радіонукліду в харчовому продукті.

В кишечнику внаслідок переважного зв'язування радіонуклідів білками кишкового соку і жовчі доступність їх радіозахисну речовин знижується. У зв'язку з цим можна вважати, що поглинання радіонуклідів, пов'язаних з білками, в основному визначається їх здатністю до адсорбції білками. Всмоктування радіоактивного стронцію в травному каналі істотно залежить від того, чи надходить радіонуклід натщесерце або на ситий шлунок. При наявності їжі у шлунку всмоктується 20-30 % радіоактивного стронцію, при введенні його натще (після 12-годинного голодування) абсорбція радіонукліда підвищується в 2-3 рази. Наявність їжі в шлунку сприяє тимчасову затримку евакуації радіонуклідів в нижні відділи кишечника і уповільнення швидкості всмоктування їх в кров. Тим самим створюються умови для продовження деякого часу ефективної дії захисних препаратів. Тому при обстеженні постраждалих рекомендується зібрати відповідні відомості про час прийому їжі і характер з'їденого.

Заходи по зниженню всмоктування, накопичення і прискорення виведення радіонуклідів є складними, іноді малоефективними, але впроваджувати їх необхідно. Ці заходи реалізуються в двох напрямках:

1. Забезпечення збалансованого складу раціону, насамперед білкового (особливо білків тваринного походження, вуглеводного (клітковина, пектини), мінерального (кальцій, фосфат, калій, залізо, йод, кобальт, мідь, цинк) і вітамінного (ретинол, бета-каротин, токоферол, аскорбінова кислота, ціанокобаламін).

2. Використання препаратів, харчових продуктів і добавок, які знижують абсорбацию і накопичення радіонуклідів (сорбентів, комплексонів, а також засобів, які прискорюють їх виведення (декорпорантів). У разі тривалого їх використання, такі засоби повинні відповідати більш жорстким вимогам, ніж у разі короткочасного використання. Вони повинні бути достатньо ефективними, зручними в користуванні, економічними, при тривалому використанні – не порушувати мінеральний обмін і обмін інших речовин.

Досліджено ефективність різних препаратів (калію, заліза, гексацианоферрата, альгінату натрію та кальцію, барію сульфату, кальцію фосфорнокислого), харчових речовин (білків, вуглеводів, вітамінів, солей калію, кальцію, фосфору), різних пектинів і харчових волокон натуральних продуктах (фруктових та ягідних соків, хлібобулочних виробів, продуктів з морських водоростей, з мідій і т. д. а також спеціальних харчових продуктів, які містять препарати-блокатори всмоктування радіонуклідів цезію та стронцію (калій, залізо, гексацианоферрат, альгінати, харчові волокна, пектини, і т. д.).

Асортимент таких продуктів дуже широкий – м'ясні та плодоовочеві консерви, ковбаси, хлібобулочні, кондитерські вироби, молокопродукти. Встановлено, що з усіх досліджених препаратів - блокаторів всмоктування цезію-137 – найефективнішим є ферроцин (калію заліза гексацианоферрат.) Хімічні назви активної речовини – берлінська лазур, залозисто-синеродисте залізо. Цей препарат був випробуваний в гострих і хронічних (протягом усього життя тварини) експериментах на щурах, а також у клінічних та натурних спостереженнях на людях. У разі включення препарату в склад харчового продукту, ефективність його не тільки не знижується, але й дещо збільшується завдяки збільшенню можливої площі контакту препарату і цезію. Оптимальна доза препарату – 50мг на добу для щура і 3г на добу для людини – забезпечує 95-99% зниження всмоктування цезію (профілактичне використання) і 3-х разове прискорення виведення радіонукліда (лікувальне використання).

Відомо, що дефіцит кальцію в раціоні тварин і людей веде до збільшення всмоктування і накопичення в організмі радіонуклідів стронцію. Так, у випадку

нормального забезпечення лабораторних тварин кальцієм всмоктування стронцію становить 20-30% від кількості надходження в кишечник, в разі його дефіциту – 60-70%. Включення в раціон підвищених кількостей цього елемента (в 1,5-2 рази вище норми) сприяє зменшенню всмоктування і збільшенню виведення стронцію на 30-40%. Основні джерела кальцію, особливо для дітей – молоко і молочні продукти. Для забезпечення добової потреби людини в кальції необхідно вживати не менше, ніж 500мл коров'ячого молока або кисломолочних продуктів. Тому, до складу продуктів харчування включали такі джерела кальцію, як молоко, морську капусту, кров, печінка. Використання збагачених кальцієм продуктів у ході експерименту знижувало засвоєння стронцію – 85. Крім цього, ці продукти збагачують раціон повноцінним білком, що підвищує загальну резистентність організму і зменшує накопичення радіонуклідів.

Солі калію, як відомо, відіграють важливу роль у внутрішньоклітинному обміні, регуляції водно-сольового обміну, осмотичного тиску, необхідних для нормальної діяльності м'язів, міокарда. Калій сприяє виведенню з організму води і натрію, активізує ряд ферментів. У разі його дефіциту збільшується накопичення в організмі радіонуклідів цезію. Результати досліджень свідчать, що використання в раціоні плодово-овочевих страв перешкоджає накопиченню цього радіонукліду і прискорює його виведення з сечею. Тому, в раціон населення, яке проживає на забруднених територіях, обов'язково слід включати достатню кількість продуктів-носіїв калію: овочів, фруктів, сухофруктів, соків з м'якоттю, морської капусти, гороху, квасолі, картоплі. Вміст калію в добовому раціоні має бути не нижче 4г на добу.

Серед засобів індивідуального захисту від накопичення радіонуклідів в організмі важливе значення надається використанню в харчуванні населення речовин, які мають радіозахисну дію. При цьому бажано застосування харчових речовин природного походження або близьких до них за своєю хімічною структурою, не володіють побічним впливом на організм і які проявляють достатньо виражений радіозахисний ефект. До числа таких

харчових речовин відносяться пектини — органічні сполуки, здатні утворювати в присутності органічних кислот і цукрів гель (желе). Захисна дія пектинів пояснюється ще і тим, що вони разом з іншими харчовими волокнами покращують перистальтику кишечника, сприяючи більш швидкому виведенню металів з калом. Ці властивості пектинових речовин дозволили використовувати їх в профілактичному харчуванні осіб, що піддаються в умовах виробництва впливу токсичних елементів. Найбільш багаті пектинами буряк столовий, редис, морква, перець солодкий, гарбуз, баклажани, яблука, абрикоси, айва, вишні, сливи, груші, цитрусові. Високим вмістом пектинів характеризуються також фруктові та овочеві соки з м'якоттю (яблучний, морквяний, яблучно-морквяний, яблучно-журавлиний, айвовий, персиковий, томатний), фрукти і ягоди, протерті з цукром (яблука, полуниця, аґрус, слива, смородина) та ін. З профілактичною метою збагачення пектинами раціонів харчування дорослого і дитячого населення може проводитися як на підприємствах громадського харчування, так і в домашніх умовах. У літньо-осінній період щоденне введення в раціон салатів зі свіжих овочів, фруктів значною мірою збагачує організм пектином. З урахуванням тривалості прийому рекомендована добова профілактична доза пектину становить для дорослих 2-4г, для дітей— 1-2г.

Серед засобів рослинного походження, здатних надавати і радіопротектну дію, особливе місце займають рослинні фенольні сполуки та рослинні полімери, зокрема полісахариди. Рослинні феноли здатні чинити антиоксидантну, судиноукріплюючу та протизапальну дію і, таким чином, впливати на перебіг відновних процесів при радіаційному впливі. Рослинні полісахариди мають детоксикуючу і комплексоутворюючу дію, що сприяє виведенню радіонуклідів з організму.

Кверцетин має комплексоутворюючі властивості по відношенню до багатьох важких металів — свинцю, урану, ртуті, титану, цирконію та ін. Міцні комплекси кверцетину з металами утворюються завдяки наявності в молекулі кверцетину 3 центрів комплексоутворення (п'яти вільних оксигрупп і

карбонила). Останнім часом виявлено значне інгібуючу дію кверцетину на синтез лейкотрієнів, здійснюване шляхом блокування ферменту 5-ліпоксигенази. Це є дуже важливим фактором при корекції обміну арахідонової кислоти за допомогою кверцетину та можливості його застосування як протизапальний засіб широкого спектру дії при багатьох захворюваннях.

В даний час випускаються гранули кверцетину, до складу яких введено природний полісахарид пектин, що сприяє більшій біодоступності. Показано, що протизапальна активність гранул кверцетину з пектином в 4 рази перевершує таку у кверцетину, вони надають противиразкову та ранозагоюючу дію при захворюваннях шлунка і кишечника, підвищують неспецифічний імунітет, пов'язаний з активацією макрофагів, прискорюють репаративні процеси при радіоактивному опроміненні. В клінічних умовах показано, що гранули кверцетину з пектином попереджають розвиток загальних і місцевих променевих, реакцій, сприяють нормалізації обмінних процесів (ліпідного, вуглеводного обмінів) за рахунок антиоксидантних властивостей, стимулюють лейко - та еритропоез, а також прискорюють процеси регенерації при ерозивно-виразкових ушкодженнях травного каналу. Комбінація кверцетину з пектином і полівінілпіролідоном пов'язує радіонукліди і сприяє їх декорпорації, чинить позитивний вплив на перебіг загальної та місцевої променевої реакції (Т. П. Сіваченко і співавт., 1989).

Підставою для використання вітамінів в профілактиці і терапії радіаційних уражень є негативний вплив їх нестачі на стійкість організму до іонізуючого випромінювання та посилення їх дефіциту при його впливі. Застосування вітамінів має на меті заповнення їх нестачі та оптимізацію виконуваних вітамінами функцій, властивих їм і в здоровому, необлученном організмі. Найбільш важливі специфічні механізми впливу вітамінів, пов'язані зі здатністю їх інактивувати вільні радикали і гальмувати процеси перекисного окислення ліпідів, різко активуються при опроміненні. Саме з цим механізмом може бути пов'язане посилення шкідливої дії радіації при дефіциті р-токоферолу та аскорбінової кислоти. Подібний же ефект можливий при

недостатності каротину і ретинолу. Ряд вітамінів ефективно використовується для профілактики та лікування променевих уражень у дозах, що перевищують фізіологічну потребу в 10-100 разів і явно перевершують ті їх кількості, які необхідні для заповнення виникає при опроміненні дефіциту. Підставою для їх застосування є наявність у деяких вітамінів цінних фізико-хімічних особливостей, що додають їм радіозахисні властивості. Сюди відноситься здатність ряду вітамінів (токоферолів, каротину, аскорбінової кислоти, біофлавоноїдів, вітамінів, що містять сірку, — тіаміну, коферментних похідних пантотенової кислоти, біотину) вступати у взаємодію з вільнорадикальними формами кисню та активними продуктами радіолізу, інактивуючи їх. Не менш цінною є здатність ряду вітамінів і вітаміноподібних сполук, зокрема біофлавоноїдів, зв'язувати радіонукліди, ускладнюючи їх всмоктування і прискорення їх виведення з організму.

Механізм позитивного ефекту аскорбінової кислоти при підвищеному радіаційному впливі багатогранний. Істотне значення має не тільки поповнення дефіциту цього вітаміну в тканинах опроміненого організму, але і нормалізація залежних від нього процесів синтезу колагену, з чим може бути пов'язано сприятливий вплив аскорбінової кислоти на проникність і міцність кровоносних судин. Поліпшення картини периферичної крові може бути обумовлено участю аскорбінової кислоти в процесах кровотворення, механізм якої пов'язаний, можливо, з обміном фолієвої кислоти. Найважливішу роль у механізмі радіозахисного дії аскорбінової кислоти відіграють її антиоксидантні властивості: здатність інактивувати вільнорадикальні форми кисню, підтримувати у відновленому стані SH-групи білків і низькомолекулярних тіолів. Слід враховувати також стимулюючу дію аскорбінової кислоти на імунну систему.

Одними з перших харчових речовин, які одержали практичне застосування завдяки своїм радіозахисним властивостям, виявилися біофлавоноїди. Сприятлива дія біофлавоноїдів в умовах іонізуючого випромінювання обумовлено в основному захисною стінки судин, насамперед

капілярів. Основою радіозахисного, в тому числі мембраноукріплюючої дії біофлавоноїдів, є їх антиоксидантні властивості, здатність виступати в ролі «пастки» вільних радикалів в. інгібіторів процесів перекисного окислення мембранних ліпідів. Певне значення в механізм позитивної дії біофлавоноїдів має і їх властивість пом'якшувати порушення енергетичного обміну, пов'язані з пригніченням окисного фосфорилювання в опроміненому організмі. Біофлавоноїди особливо ефективні у поєднанні з аскорбіновою кислотою, яка потенціює їх антигеморологічні властивості.

Важливе значення має адекватне постачання організму селеном, що обумовлено його багатоплановим захисним ефектом при впливі іонізуючого випромінювання. Найбільша кількість селену міститься в м'ясних і зернових продуктах: у хлібі бобових — 0,28 мг/кг, м'ясі -р - 0,29м г/кг, в, сирі і сирі — 0,3 мг/кг. Овочі і фрукти його містять менше (0,004--0,14 мг/кг). Потреба дорослої людини в селені дорівнює 0,4 мг/добу. Потреба дорослої людини в селені дорівнює 0,4 мг/добу.

Розроблені рецептури великої кількості харчових продуктів, в які включені ферроцин (0,1— 0,5 %), альгінат натрію харчовий (1-5 %), окремо амінокислоти (лізин, метіонін, фенілаланін), комплекс вітамінів, солі кальцію (сухе знежирене молоко, кальцію фосфат), висівки як джерело харчових волокон. Асортимент продуктів досить широкий: раз особисті види хліба (з висівками, з плющеного зерна з обойної муки); кілька видів печива, мармеладу, цукерок, ковбасні вироби, консерви м'ясні та м'ясо-рослинні; концентрат киселю; сири плавлені. Створено нові харчові композиції на основі м'ясного; сировини, до складу яких введені альгінат натрію ферроцин, а також морська капуста. Результати дослідження свідчать про значне збільшення при їх використанні виведення з організму 137Cs і 85Sr, що підтверджує можливість включення радіозахисні речовин до складу харчових продуктів, які рекомендуються для зниження дози накопичення в організмірадіоактивних речовин. Особливо перспективна в цьому плані морська капуста. Її можна

використовувати як складовий компонент при створенні багатьох харчових композицій, поєднуючи з м'ясною сировиною, крупами, знежиреним молоком.

Рекомендують вживати часник, хрін, які є джерелами аскорбінової кислоти і фітонцидів, а також препарати аскорбінової кислоти або комплексу, що включає ретинол, вітаміни групи В, аскорбінову кислоту. При виборі м'ясних продуктів доцільно віддавати перевагу м'ясу птиці і кролика, в якому міститься менше жиру. Серед круп слід віддавати перевагу гречаній і вівсяній крупах, так як показано їх радіозахисну дію. В обох крупах міститься велика кількість повноцінного білка, незамінних амінокислот, у вівсяній крупі — ще й значна кількість поліфенолів, що надають антирадіаційну дію. З молочних продуктів краще вживати сир, містить багато повноцінного білка і легкозасвоюваних кальцію. Антирадіаційною дією володіє рослинне масло. Корисні волоські горіхи, багаті повноцінним білком і рослинні жири, що містять поліненасичені жирні кислоти, а також токофероли.

В умовах підвищеного фону іонізуючого випромінювання важливе значення має постачання організму адаптогенами. Адаптогенами називають засоби, що створюють в організмі стан підвищеної неспецифічної опірності, тобто прискорюють адаптацію до різноманітним факторам середовища. Адаптогени повинні відповідати трьом основним ознаками: не надавати помітного негативного впливу на організм, тобто володіти низькою токсичністю; діяти неспецифічно, тобто захищати організм незалежно від природи по-вреждающего фактора; виявляти нормалізуючий, тобто захисне, дія на організм незалежно від спрямованості фізіологічних зрушень.

Застосування адаптогенів підвищує загальну опірність організму до дії дуже багатьох пошкоджуючих агентів, в тому числі і іонізуючого випромінювання. До числа найбільш ефективних адаптогенів належать препарати елеутерокока колючого, женьшеню, лимоннику китайського, вітаміни, флавоноїди, вітаміно-амінокислотні комплекси, білково-вітамінні комплекси, деякі мікроелементи, особливо в поєднанні з вітамінно-

амінокислотними комплексами, біостимулятори, коферменти і ряд інших речовин.

Особливої уваги вимагає контроль за вмістом вітамінів у раціоні. Нестача вітамінів збільшує радіочутливість людини. Негативний вплив дефіциту вітамінів на стійкість організму до радіації посилюється тим, що іонізуюче опромінення само може приводити або посилювати вітамінну недостатність. Дефіцит вітамінів у разі опромінення створюється внаслідок руйнування їх первинними продуктами радіолізу, а також через порушення процесів утилізації та обміну вітамінів: збільшення екскреції в умовах стресу (насамперед аскорбінової кислоти), порушення перетворення на коферментні форми і зв'язування з апоферментами внаслідок пошкодження відповідних білкових структур, а також через порушення процесів всмоктування в кишечнику.

Зменшення стійкості організму до променевого впливу в умовах дефіциту вітамінів, посилення цього дефіциту під впливом іонізуючого опромінення є підставою для широкого використання полівітамінних препаратів населенням забруднених територій, що сприяє збереженню в організмі резервів вітамінів і позитивно впливає на загальний стан. Однак, не слід збільшувати добову фізіологічну дозу аскорбінової кислоти більше, ніж у 2 рази, оскільки це може призвести до прооксидантному ефекту.

Аліментарна профілактика відокремлених ефектів дії радіації базується на зменшенні процесів надлишкового перекисного окислення ліпідів. Відомо, що під дією радіації збільшується утворення вільних радикалів і перекисних сполук. Результати численних експериментальних досліджень свідчать про те, що стан харчування має модифікуючий вплив на розвиток реакцій організму на тривале внутрішнє опромінення малими дозами. Цей вплив реалізується за рахунок зменшення дози внутрішнього опромінення до дії радіації.

Література

1. Радіаційна гігієна. Національний підручник. /Мурашко В.О., Мечев Д.С. та ін. – Вінниця, «Нова книга». – 2013. – 376 с.

2. Радіоімунологічний аналіз в клінічній практиці. /Мечев Д.С., Москалець О.І. та ін. – Київ, Медицина України. – 2014. – 103 с.

3. Промислові радіаційні аварії з джерелами іонізуючого випромінювання, запобігання та порядок їх розслідування. /Мурашко В.О., Костенецький М.І., Рущак Л.В. – Київ, Поліграф. – 2014. – 78 с.

4. В.К. Югов, Л. М. Васько, Т.О. Жукова, В.Ф. Почерняєва, Баштан В.П.,Скрипніков М.С. Радіологія. Том1. – Видавництво «Магнолія 2006». – 2019. - 279с.

5. Л. М. Васько, В.Ф. Почерняєва, В.П. Баштан. Засоби захисту організму від дії іонізуючого випромінювання. - Полтава, 2019. – 130с.

6. Югов В.К. Сборник графологических структур по радиационной медицине / В.К. Югов, Л.М. Васько, Т.О. Жукова; МОЗУ, УМСА. – Полтава, 2010. – 42с.

7. Баштан В.П. Засоби захисту організму від дії іонізуючого випромінювання / В.П. Баштан, В.Ф. Почерняєва, Л.М. Васько, Т.О. Жукова ; МОЗУ, УМСА. – Київ, 2016. – 179с.

8. Актуальні питання радіаційної медицини у практиці сімейного лікаря: Навчальний посібник для лікарів-інтернів і лікарів-слухачів закладів (факультетів) післядипломної освіти /Вороненко Ю.В., Шекера О.Г., Мечев Д.С., Мурашко В.О., Щербіна О.В. та співав. – К.: Видавець Заславський О.Ю., 2017. – 208 с.

9. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Державні гігієнічні нормативи ДГН 6.6.1.-6.5.001-98. – Київ, 1998.

10. Норми радіаційної безпеки України, доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (НРБУ-97/Д-2000).

11. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України. Державні санітарні правила 6.177-205-09-02. – Київ, 2005.
12. НРБУ-97 Відповіді на запитання практики. Тлумачний та методичний посібник. /Під ред. чл.-кор.АМН України, професора А.М.Сердюка. – Київ, 2004. – 160 с.
13. Мечев Д.С., Мурашко В.О., Коваленко Ю.М. Застосування джерел іонізуючих випромінювань у медицині та попередження надмірного опромінення персоналу і пацієнтів. Навчальний посібник. – Київ, 2010. – 108с.
14. Скалецький Ю.М. Реконструкція і верифікація доз опромінення військових ліквідаторів. – Київ: Логос, 2007. – 222 с.
7. Мащенко Н.П., Мурашко В.А. Радиационное воздействие и радиационная защита населения при ядерних авариях на атомных электростанциях. – Киев, 1992.
15. Севальнєв А.І., Пазиніч В.М., Костенецький М.І. Радіаційна гігієна. Навчальний посібник. - Запоріжжя, 2009. – 115 с.
16. Методичні рекомендації «Здійснення контролю за дотриманням радіаційно-гігієнічних параметрів у будівництві». Затверджено Наказом МОЗ України № 883 від 29.12.2008.
17. Гігієнічні вимоги до влаштування та експлуатації рентгенівських кабінетів і проведення рентгенологічних процедур. Державні санітарні норми і правила. ДСанПіН 6.6.3-150-2007. – Київ, 2007.
18. Корчагин П.А., Замостьян П.В., Шестопалов В.М. Обращение с радиоактивными отходами в Украине: проблемы, опыт, перспективы. – Киев, 2000. - 178 с.
19. Ключников О.О., Носовський А.В. Основи дозиметрії іонізуючих випромінювань. Навчальний посібник. – Київ, 2007. - 255 с.
20. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді. Гігієнічний норматив. ГН 6.6.1.1-130-2006. – Київ, 2006.

21. Методичні вказівки «Відбір проб, первинна обробка та визначення вмісту ^{137}Cs та ^{90}Sr в харчових продуктах». Затверджено Наказом МОЗ України № 446 від 11.08.2008.
22. Гігієнічний норматив питомої активності радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у рослинній лікарській сировині (субстанції), що використовується для виготовлення лікарських засобів». Затверджено Наказом МОЗ України № 240 від 08.-5.2008.
23. Гігієнічні нормативи «Основні контрольні рівні, рівні звільнення та рівні дії щодо радіоактивного забруднення об'єктів зони відчуження». ГН 6.6.1.076 – 01. Київ – 2001.
24. Контроль та визначення доз зовнішнього і внутрішнього опромінення персоналу АЕС категорії А. Відомча інструкція. - Київ, 2012.
25. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. М.:Энергоатомиздам, 1999. – 515 с.
26. Тарасюк О.Є., Цимбалюк О.М. Використання терміну «радіаційна аварія» в українських законодавчих нормативних документах та міжнародних рекомендаціях. Зб. Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України. – Київ, 2009. – С. 34-36.
27. Мурашко В.О., Мечев Д.С. Радіаційна гігієна. /Національний підручник. Вінниця, 2013. – 376 с.
28. Мурашко В.О., Костенецький М.І., Рущак Л.В. Промислові радіаційні аварії з джерелами іонізуючого випромінювання, запобігання та порядок їх розслідування. - Київ, 2014. – 80 с.
29. Под ред. Тарутина И.Г. Контроль качества в лучевой терапии и лучевой диагностике. – Минск: «Политпринт», 2009. – 272 с.
30. Шидловська Т.А. Медико-біологічні аспекти впливу іонізуючої радіації внаслідок аварії на ЧАЕС. - Чорнобиль, 2011. – 214 с.
31. Под ред. Коваленко А.Н. Введение в радиационную тиреоидологию. – Киев, 2006. – 620 с.

32. Коваленко А.Н. Системный радиационный синдром. – Николаев, 2008. – 250 с.
33. Глоссарий МАГАТЭ по вопросам радиационной безопасности. МАГАТЭ. Вена, 2008. – 295 с.
34. Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку». №39/95 – ВР (зі змінами).
35. Закон України «Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання» № 15/98-ВР (зі змінами).
36. Постанова КМУ від 02.06.2003 № 813 “Про затвердження порядку взаємодії органів виконавчої влади та юридичних осіб, які провадять діяльність у сфері використання ядерної енергії в разі виявлення радіонуклідних джерел іонізуючого випромінювання у незаконному обігу ” (зі змінами).
37. Radiation Protection and Safety of Radiation Sourses: International Basic Safety Standards //IAEA Safety Standards Series No. GSR – IAEA. Vienna – 2011. - 303 p.
38. ICRP Publication 101. The optimisation of radiological protection: broadening the process. – New York: Pergamon Press.- 2006. – p.104 (Annals of ICRP. – 2006. – V.37/2-3).
39. ISRP Publication 103. Recommendation of the ICRP. – New York: Pergamon Press.- 2008. – p.104 (Annals of ICRP. – 2006. – V.37/2-4).
40. 33.ICRP Publication 105. Radiological Protection in medicint. – New York: Pergamon Press. - 2008. – p.108 (Annals of ICRP. – 2006. – V.37/6).
41. Актуальні питання радіаційної медицини у практиці сімейного лікаря: Навчальний посібник для лікарів-інтернів і лікарів-слухачів закладів (факультетів) післядипломної освіти /Вороненко Ю.В., Шекера О.Г., Мечев Д.С., Щербіна О.В. та співав. – К.: Видавець Заславський О.Ю., 2017. – 208 с.
42. И.Г.Тарутин, Е.В. Титович, Г.В.Гацкевич. Радиационная защита в лучевой терапии. - Минск.: «Белорусская наука», 2015.- 214с.
43. Zhukova T.A., Pochernyaeva V.F., Bashtan V.P. Means of protecting the вody from the effects of ionizing radiation. - Полтава, 2019. – 130с.

44. Radiation Protection and Safety of Radiation Sourses: International Basic Safety Standards //IAEA Safety Standards Series No. GSR – IAEA. Vienna – 2011. - 303 p.

45. ICRP Publication 101. The optimisation of radiological protection: broadening the process. – New York: Pergamon Press.- 2006. – p.104 (Annals of ICRP. – 2006. – V.37/2-3).

46. ISRP Publication 103. Recommendation of the ICRP. – New York: Pergamon Press.- 2008. – p.104 (Annals of ICRP. – 2006. – V.37/2-4).

47. ICRP Publication 105. Radiological Protection in medicint. – New York: Pergamon Press. - 2008. – p.108 (Annals of ICRP. – 2006. – V.37/6).

48. Ovcharenko O.P Fundamentals of radiation medicine / A.P. Lazar, R.P. Matyushko - Odessa The odessa state of medical university, 2006.-208p

Тлумачний словник

Абсолютна летальна доза (опромінення) – доза опромінення, за якої гинуть усі опромінені особини.

Аварія – будь-яка ненавмисна подія, зокрема помилки експлуатації, відмови обладнання чи інші події, наслідки чи можливі наслідки яких з точки зору захисту чи безпеки є значними.

Активність – міра кількості радіонукліда; визначається кількістю розпадів ядер радіонукліда за одиницю часу.

Альфа-розпад — розпад нестабільного ядра з викидом альфа-частинки (2 протони і 2 нейтрони, заряд +2, маса 4) і перетворенням на ядро іншого елемента («дочірнього»), що розташований у періодичній таблиці елементів на 2 лівіше («зсув уліво»), оскільки його заряд нижчий на 2 одиниці, ніж у «материнського» ядра.

Альфа-частинка (а) — композитна частинка, що складається з 2 нейтронів і 2 нейтронів, тобто еквівалентна ядру гелію. Має заряд +2 і масу 3,8 ГеВ ($3{,}8*10^{12}$ еВ або 4 атомні масові одиниці).

Апоптоз – особливий програмований тип елімінації клітини шляхом поділу частини («апоптозні тільця»), які далі фагоцитуються макрофагами і сусідніми клітинами.

Атрофічний або **гіпертрофічний дерматит** — характеризується підвищенною чутливістю ураженої шкіри до будь-яких зовнішніх впливів. Проявляєтьсі частіше у вигляді сухості шкіри через атрофію її придатків. Часто тріщини, які супроводжуються свербежем і гіперестезією. Уражені шкіри гіперпігментовані впереміж із депігментованими.

Беккерель (Бк, Bq) — одиниця кількості радіонукліда, рівна його кількості, в якій розпадається 1 ядро за 1 секунду (1 розп/с).

Бета-розпад — розпад нестабільного ядра з викидом або тільки бета-частинки (електрона чи позитрона), або додатково і гамма-кванта.

Високі дози опромінення — такі, що перевищують рівень, за якого більшість біологічних подій відхиляється від лінійної дозової залежності. Межею між

низькими і високими дозами прийнято значення 200 мЗв.

Внутрішнє опромінення — це опромінення інкорпорованими радіоактивними речовинами. Зазвичай внутрішнє опромінення комбінується з опроміненням шкіри від її забруднення тими самими радіонуклідами.

Гамма-випромінення — фотони ядерного походження, виникають унаслідок радіоактивного розпаду ядер нестабільних нуклідів хімічних елементів.

Грей (Гр) (gray) — одиниця поглинутої дози (системна).

Готовність до надзвичайних ситуацій — можливість виконати дії, які ефективно пом'якшуватимуть наслідки надзвичайної ситуації для здоров'я і безпеки людини, якості життя, майна чи довкілля.

Декорпорація радіонукліда — заходи з пришвидшення виведення радіонукліда з організму.

Детерміновані (нестохастичні) ефекти ІВ – усе розмаїття реакцій та уражень організму. його систем і тканин соматичного характеру; нестохастичні ефекти мають дозовий поріг виникнення і дозову залежність інтенсивності проявів.

Довжина пробігу ІВ у середовищі — середній загальний шлях, який може пройти елементарна частинка чи фотон у середовищі; залежить від маси, заряду й енергії ІВ та щільності середовища.

Доза опромінення — енергія, що передається даній одиниці маси речовини струменем випромінювання.

Дозиметрія — галузь прикладної фізики, що займається проблемами визначення кількості та розподілу поглинутої енергії ІВ у різних середовищах.

Еквівалентна доза — добуток поглинутої дози на фактор якості випромінення Q_F.

Експозиційна доза — радіаційна доза від фотонного опромінення, виміряна в повітрі іонізаційної камери.

Електрон (е) — елементарна частинка оболонок атома із зарядом —1 і масою спокою 511 кеВ. Електрони можуть бути також ядерного походження, вони народжуються під час радіоактивного розпаду ядер нестабільних нуклідів шляхом перетворення одного з нейтронів ядра на протон і електрон. Електрони такого походження називають бета-частинками (β^-).

Ефективна доза — сума добутків еквівалентних доз ($H_т$) в окремих органах і тканинах на тканинні зважувальні фактори (W_T).

Ефективний час напіввиведення ($T_{еф}$) — час зменшення кількості нукліда в організмі вдвічі, зумовлений його радіоактивним розпадом і біологічним виведенням з організму.

Закриті радіоактивні джерела — джерела іонізувальних випромінень різних типів залежно від використовуваних радіонуклідів, призначення, інтенсивності випромінення, розмірів та конструкції і, нарешті, фізико-хімічного стану загерметизованого в оболонку радіонукліда.

Зіверт (Зв) — sievert - одиниця еквівалентної та ефективної доз.

Ізотопи — варіанти ядра хімічного елемента з різною кількістю нейтронів.

Ікс-промені (ікс-випромінення, рентгенівські промені) — фотони, що виникають при взаємодії струменя електронів з атомами будь-якої речовини. У полі атомів середовища електрони гальмуються, їхня кінетична енергія випромінюється у вигляді фотонів, що носять назву гальмівне ікс-випромінення.

Інтерфаза — проміжок часу між двома мітотичними поділами клітини.

Інтерфазна загибель клітин — втрата клітиною життєздатності з подальшим розпадом. Настає до початку мітозу при надто високих дозах опромінення. Існує гіпотеза, що інтерфазна загибель клітини є мітохондріальним шляхом *апоптозу,* який індукується ушкодженням ДНК під дією високих доз радіації.

Іонізаційна камера — заповнена повітрям спеціальна камера для проведення дозиметрії (детектор іонізаційного дозиметра). Розміри камери, тобто об'єм повітря в ній, варіюють від долей 1 $см^3$ до 1000 $см^3$, що визначається необхідною чутливістю дозиметра (більший об'єм забезпечує більшу чутливість) і просторовою точністю локалізації вимірювання.

Кисневий ефект — явище підсилення променевого ураження за наявності в середовищі кисню.

Критичні органи — при внутрішньому опроміненні — це органи, що отримують найбільшу кількість радіонуклідів і відіграють істотну роль у забезпеченні

функціонування організму та визначаються високою радіочутливістю.

Кулон на кілограм (К/кг) **—** одиниця експозиційної дози.

Кюрі (Кі, Сі) — одиниця кількості радіонукліда, рівна його кількості, в якій розпадається $3{,}7x10^{10}$ ядер за 1 с ($3{,}7x10^{10}$ розп/с).

Латентний період — часовий проміжок між опроміненням і появою ознак радіаційного ураження.

Летальний ефект опромінення, або **клітинна загибель** — втрата клітиною здатності до проліферації (утворення клонів). Це фактично репродуктивна загибель клітини, яка є найпоширенішою формою радіаційної інактивації клітин.

Лінійний коефіцієнт ослаблення — показник ступеня відносного ослаблення струменя випромінення шаром даної речовини в 1см.

Лічильник випромінення — пристрій, який слугує детектором у радіометрі.

Люмінесцентний дозиметр — це сцинтилятор (монокристал NaI, спеціальні пластмаси, сцинтиляційні рідини), до якого щільно прилягає фотоелектронний помножувач (ФЕП).

Мінімальна летальна доза (опромінення) — доза, за якої гинуть 1-5 % опромінених особин. Мінімальна летальна доза для людини становить 1,5 Гр зовнішнього загального фотонного опромінення. Це означає, що за такого рівня опромінення спостерігаються тільки окремі випадки смерті потерпілих, якщо їм не надано медичної допомоги.

Місцеві променеві ушкодження — при істотно нерівномірному опроміненні людини ділянки тіла, які зазнають високих рівнів опромінення, зазвичай отримують ураження, які за цих умов визначають характер радіаційної патології постраждалого.

Мітоз (М) — процес поділу клітини.

Модифікація радіочутливості — ослаблення чи посилення радіочутливості клітин, тканин або цілісного організму хімічними чи фізичними чинниками.

Надзвичайний стан — нестандартна ситуація, що вимагає вжити термінових заходів, насамперед для зменшення небезпеки або несприятливих наслідків

здоров'я людини, якості життя, майна чи довкілля. Включає радіаційну аварію і традиційні надзвичайні ситуації: пожежі, викид небезпечних хімічних речовин, урагани або землетруси.

Нейтрон — ядерна частинка (нуклон) з нульовим зарядом і масою спокою 940 МеВ.

Непряма біологічна дія ІВ — передача своєї енергії ікс-променями, гамма-променями, зарядженими і незарядженими частинками молекулам води тканин, унаслідок чого відбувається радіоліз молекул води з утворенням окиснювальних радикалів, які стають чинниками ушкодження макромолекул клітин.

Непряма іонізація — іонізація атомів під дією вторинних частинок (орбітальних електронів або ядерних частинок), що вибиваються з атома при першій взаємодії незаряджених ІВ.

Період напіврозпаду ***($T_{1/2}$)*** — час розпаду половини початкової кількості ядер нестабільного нукліда.

Поглинута (абсорбована) доза — кількість енергії випромінення, поглинута в одиниці маси будь-якої речовини.

Позитрон (e^+) — елементарна частинка антиматерії із зарядом +1 і масою спокою 511 кеВ. Фактично це дзеркальна до електрона частинка, яка народжується в парі з електроном при гальмуванні фотона з енергією не менше ніж 1,022 МеВ, тому що маса кожної з цих частинок дорівнює 511 кеВ.

Природний радіаційний фон (ПРФ) — випромінення від усіх природних джерел ІВ, космічних променів, випромінення земної кори і природних радіонуклідів, що містяться всередині організму.

Променева реакція — патофізіологічна відповідь опромінених тканин на дію ІВ, яка завершується довільно і тому не потребує значних терапевтичних заходів для її усунення.

Протон (p) — ядерна частинка (нуклон) із зарядом +1 і масою спокою 938 МеВ.

Пряма біологічна дія ІВ — передача своєї енергії ікс-променями, гамма-променями, зарядженими і незарядженими частинками безпосередньо критичним мі-

шеням у клітинах, атоми яких іонізуються чи збуджуються, що далі започатковує ланцюги подій, які завершуються біологічними наслідками.

Пряма іонізація — іонізація атомів речовини іонізувальним випроміненням шляхом безпосереднього зіткнення.

Рад (rad) — одиниця поглинутої дози (несистемна).

Радіоактивність — властивість нестабільних ядер деяких нуклідів розпадатися з випромінюванням елементарних частинок.

Радіаційна надзвичайна ситуація — надзвичайний стан, за якого є або усвідомлюється небезпека, зумовлена енергією ланцюгової реакції чи продуктами ланцюгової реакції.

Радіоізотоп — нуклід хімічного елемента, ядро якого нестабільне.

Радіоіндукована злоякісна пухлина — пухлина, етіологічним чинником якої є іонізувальна радіація.

Радіометр — прилад для вимірювання активності радіонукліда.

Радіометрія — вимірювання кількості радіонукліда.

Радіонуклід — окремий ізотоп хімічного елемента, ядро якого нестабільне.

Радіопротектор — хімічна сполука, попереднє введення якої в організм реально ослаблює ефекти ІВ.

Радіосенсибілізатор — хімічна сполука, здатна посилити чутливість біологічного об’єкта до ІВ.

Радіосенсибілізація — підвищення чутливості до дії ІВ.

Радіотоксичність — токсичність радіонуклідів, зумовлена переважно не хімічними, а фізичними їх властивостями — здатністю опромінювати клітини при радіоактивному розпаді.

Радіочутливість — відносна чутливість біологічного об’єкта до ушкоджувальної дії ІВ.

Рентген (Р) — одиниця експозиційної дози (несистемна).

Свинцевий еквівалент — товщина шару свинцю, що ослаблює струмінь фотонного випромінення такою самою мірою, як і шар використаного матеріалу.

Стохастичні (імовірнісні) ефекти ІВ — дозова залежність стосовно тільки вірогідності розвитку ефектів ІВ, а не тяжкості — зі зростанням дози збільшується частота їх появи; до стохастичних належать генетичні і канцерогенні ефекти ІВ.

Толерантна доза — максимальна доза, опромінення якою може перенести тканина без розвитку в ній клінічно значущого шкідливого ефекту.

Толерантність тканини — здатність тканини перенести опромінення без розвитку клінічно значущого ефекту

Фотоелектричний ефект — фотон при зіткненні з електроном атома передає свою енергію цілковито (поглинається електроном), електрон у такий спосіб отримує достатню енергію, щоб покинути атом.

Фотон — дискретна порція (кванти) електромагнітної енергії, що може поводитися як хвиля або частинка і не має маси спокою та електричного заряду.

Хромосомні аберації — структурні ушкодження ДНК внаслідок дії ІВ, які сстають головною причиною репродуктивної смерті клітини.

Ядерна установка — об’єкти з виробництва ядерного палива, дослідні реактори АЕС, сховища відпрацьованого палива, підприємства й установки збагачення або перероблення ядерних матеріалів.

ДОДАТОК

1. Основні радіопротектори, що застосовуються при променевій терапії

Батілол (Batilolum)

Синонім: Батіловий спирт.

Фармакологічна дія. Стимулює еритро- і лейкопоез (утворення еритроцитів і лейкоцитів). Гальмує зменшення числа лейкоцитів (формених елементів крові) і зниження рівня гемоглобіну (функціональної структури еритроцита, що забезпечує його взаємодію з киснем) в крові при променевому впливі на організм і сприяє швидкому їх відновленню. Малотоксичний (мало шкідливий). Показання до застосування. Для попередження і лікування променевої хвороби при рентгене- і радіотерапії.

Спосіб застосування та дози. Всередину по 0,02 г за 30 хв до їди з початку променевої терапії для профілактики ускладнень 2 рази в день, при променевої хвороби 3-4 рази на день. Курс лікування 4-6 тижнів. при періодичному дослідженні крові (1 раз в 7-10 днів). Дітям дозу зменшують відповідно до віку. Побічна дія. Не виявлено. Протипоказання. Не встановлено. Форма випуску. Таблетки по 0,02 г в упаковці по 50 штук.

Умови зберігання. Список Б. У сухому, захищеному від світла місці.

ДІЕТОНА МАЗЬ *(UnguentumDiaethoni)*

Фармакологічна дія. Діетон у вигляді 5% мазі володіє радіозахисними властивостями. При нанесенні на шкіру перед опроміненням збільшує її радіорезистентність (стійкість до опромінення) і запобігає або зменшує прояв променевого дерматиту (запалення шкіри внаслідок опромінення), усуває набряк, гіперемію (почервоніння), свербіж і печіння шкіри, прискорює її загоєння. Радиозащитное дію препарату обумовлюється його здатністю запобігати переокислення ліпідів і стабілізувати мембрани, а також здатністю до поглинання вільних радикалів. Показання до застосування. Застосовують з профілактичною і лікувальною метою для захисту шкірних покривів хворих при променевої терапії, а також як профілактичний засіб захисту шкіри рук персоналу, який працює з джерелами іонізуючого випромінювання. Препарат має низьку токсичність і не надає подразнюючої дії.

Спосіб застосування та дози. З профілактичною метою мазь наносять тонким шаром на шкіру ділянки планованого опромінення за 30-40 хв до сеансу опромінення і повторно через 1-2 год після нього. Надалі мазь застосовують 2-3 рази на день щодня протягом 5-10 днів. З лікувальною метою застосовують 3 рази на день щодня протягом 10-20 днів в залежності від важкості ураження. Побічна дія. У окремих хворих в перші 30 хвилин після нанесення препарату на шкіру може спостерігатися відчуття слабкого печіння шкіри, яке швидко проходить і не є протипоказанням до його застосування.

Форма випуску:у тубах по 30г.

Умови зберігання: в прохолодному місці.

«ЛІОКСАЗОЛЬ» АЕРОЗОЛЬ *(Aerosolum "Lioxasolum")*

Фармакологічна дія. 2-Аллілоксіетанол, що входить до складу препарату, має здатність попереджати спазми (різке звуження) артерій шкіри, покращувати кровопостачання шкіри і прискорювати репаративні (відновні) процеси епітелію (тканини, вистілаюшей поверхню і порожнини тіла, слизові оболонки).

Показання до застосування. Застосовують для попередження і лікування гострих місцевих променевих уражень шкіри 1 та Істепені.

Спосіб застосування та дози. Аерозоль розпилюють тонким шаром (з відстані 10-15см) на уражені ділянки шкіри. При променевої терапії застосовують профілактично після кожного сеансу опромінення (не пізніше ніж через 1 год) протягом усього курсу лікування. З лікувальною метою препарат наносять при появі перших ознак ураження (набряк, еритема, обмежене почервоніння шкіри та ін.). Аерозоль розпилюють 1 раз на день протягом 10-20 днів в залежності від важкості ураження.

Побічна дія. У разі розвитку шкірних алергічних реакцій призначають протигістамінні засоби або припиняють застосування препарату.

Форма випуску. У аерозольних балонах.

Умови зберігання. При температурі до + 35С подалі від опалювальних систем і прямих сонячних промені

Маринил КУ 10 *(Marinil Q1O)*

Фармакологічна дія.Лікарський засіб, що захищає шкіру від подразнюючої дії радіації. Володіє також імуностимулюючими (що підвищують захисні сили організму) і антиоксидантними (захищають організм від впливу агресивних форм кисню) властивостями.

Показання до застосування. Променеві дерматити (запалення шкіри внаслідок опромінення), ослаблення імунних процесів (захисних сил організму).

Спосіб застосування та дози. Якщо немає інших призначень, приймають всередину по 1 капсулі 2 рази на день. Зовнішньо наносять мазь тонким шаром на уражені ділянки шкіри 1-2 рази на день.

Форма випуску. Мазь в тубах по 100 мл; капсули в пластиковому пеналі по 30 штук.

Умови зберігання. У сухому, прохолодному, захищеному від світла місці. МЕК

Самін *(Mexaminum)*

Фармакологічна дія. Важливою особливістю мексамін є його радіозашітная активність. В умовах експерименту він знижує смертність тварин, які зазнали впливу рентгенівського або гамма-опромінення, а також протонів високих енергій. У механізмі радиозащитного дії важливе значення має, мабуть, що викликається препаратом гіпоксія (нестача кисню) в

"критичних" органах кісткові мозку, селезінці та ін., Що, можливо, пов'язано зі звуженням в цих органах кровоносних судин. У хворих, які зазнали рентгенотерапії з приводу злоякісних новоутворень, попередній прийом всередину мексамін зменшує явища променевої реакції.

Показання до застосування. Застосовують для профілактики загальної променевої реакції при променевій терапії.

Спосіб застосування та дози. Призначають всередину по 0,05г (1 таблетка) за 30-40 хв перед кожним сеансом променевої терапії. При гарній переносимості доза може бути збільшена до 0,1г.

Побічна дія. Препарат зазвичай добре переноситься. В окремих випадках можливі легка нудота, запаморочення, болі в епігастральній ділянці (ділянці живота, розташованій безпосередньо під местомом сходження реброві дуг і грудини), рідше блювота. Побічні явища можуть зменшуватися при застосуванні кофеїну. При поганій переносимості подальший прийом препарату припиняють.

Протипоказання. Протипоказано при вираженому склерозі судин серця і мозку, серцево-судинної недостатності (погіршення кровопостачання органів і тканин внаслідок зниження насосної функції серця), бронхіальній астмі, захворюваннях нирок з порушенням їх функції, при вагітності. Форма випуску. Таблетки по 0,05г (50мг), вкриті оболонкою.

Умови зберігання. Список Б. У флаконах темного скла в сухому, захищеному від світла місці.

Метилурацил *(Methyluracilum)*

Синоніми: метацила.

Фармакологічна дія. Прискорює процеси клітинної регенерації (відновлення); прискорює загоєння ран, стимулює клітинні і гуморальні (тканинні) фактори захисту. Виявляє також протизапальну дію. Характерною особливістю препарату є стимуляція еритро- і особливо лейкопоезу (процесу утворення еритроцитів і особливо лейкоцитів), в зв'язку з чим його зазвичай відносять до групи стимуляторів лейкопоезу.

Показання до застосування. Як стимулятор лейкопоезу метилурацил призначають при рентгено- і радіотерапії та інших станах, що супроводжуються лейкопеній (зниженням рівня лейкоцитів в крові).

Спосіб застосування та дози. Приймають метилурацил внутрішньо під час або після їди. Дорослим дають по 0,5г 4 рази на день (при необхідності доб раз на добу); дітям у віці від 3 до 8 років - по 0,25г, старше 8 років - по 0,25-0,5г 3 рази на день. Курс лікування при захворюваннях шлунково-кишкового тракту триває зазвичай 30-40 днів, в інших випадках може бути менш тривалим. При місцевих ушкодженнях (ураження шкіри, проктити, сигмоідіти і ін.), що виникають при променевій терапії, призначають всередину і місцево.

Місцево при ранах, опіках, трофічних виразках (які довго не загоюються дефектів шкіри) застосовують 10% метілураціловую мазь. Для лікування проктитов, сігмоідіти, явзенних колітів (запаленні товстої кишки з утворенням

виразок) застосовують свічки, що містять метилурацил (по 1-4 свічки в день дорослому). Можуть застосовуватися також мікроклізми (0,2-0,4г метилурацилу на крохмальної клейстер в обсязі 20-25 мл).

Побічна дія. Метилурацил звичайно добре переноситься; при введенні свічок в пряму кишку інколи відчувається короткочасне легке печіння; при прийомі всередину можливі алергічні шкірні реакції (уртикарний висип / шкірні висипання /), іноді головний біль, запаморочення.

Протипоказання. Препарат протипоказаний при гострих і хронічних лейкемічних формах лейкозу (формах злоякісної пухлини (раку крові), що виникає з кровотворних клітин і вражає кістковий мозок), лімфогранулематозі (злоякісному захворюванні лімфоїдної тканини), злоякісних захворюваннях кісткового мозку. Форма випуску. порошок; таблетки по 0,5г в упаковці по 50 штук; свічки з метилурацилом по 0,5г в упаковці по 10 свічок; мазь метілураціловая 10% в алюмінієвих тубах по 25г.

Умови зберігання. У сухому, захищеному від світла місці при кімнатній температурі.

Пентацин (Pentacinum)

Синоніми: Кальцію тринатрію пенетат, Пентаміл.

Фармакологічна дія. Відноситься до комплексообразуюшім з'єднанням.

Показання до застосування. Застосовують при гострих і хронічних отруєннях плутонієм, радіоактивними натрієм, цезієм, цинком, свинцем і сумішшю продуктів ділення урану, а також для виявлення носійства цих радіоізотопів. Він не робить помітного впливу на виведення урану, полонія, радію і радіоактивного стронцію та свинцю. Препарат не впливає на вміст у крові кальцію і калію.

Спосіб застосування та дози. Застосовують внутрішньовенно у вигляді 5% водного розчину. Разова доза становить 0,25г препарату (5 мл 5% розчину). У гострих випадках разова доза може бути підвищена до 1,5г (30 мл 5% розчину). Вводять внутрішньовенно повільно, спостерігаючи за станом серцево-судинної системи. Ін'єкції роблять через 1-2 дні; на курс 10-20 ін'єкцій.

При тривалому застосування пентацин його ефективність щодо виведення радіоактивних ізотопів знижується; після припинення введення препарату ефективність поступово відновлюється. У зв'язку з цим лікування проводять окремими курсами з перервами між ними 3-4 міс. При загостренні явищ свинцевої інтоксикації (отруєнні солями свинцю) вводять внутрішньовенно по 1-2г (20-40 мл 5% розчину).

Для виявлення носійства радіоактивних ізотопів і свинцю пентацин призначають 3 дні підряд в терапевтичних дозах і досліджують вміст ізотопів і свинцю в сечі. Попередньо протягом 3 днів проводять контрольне дослідження. При лікуванні пентацин слід не рідше 1 разу на тиждень проводити загальний аналіз сечі і визначати виведення з сечею радіоактивних ізотопів. Щоб уникнути ураження нирок і порушень електролітного рівноваги

(збалансованості іонного складу) необхідно дотримуватися перерва між курсами ін'єкцій препарату.

Побічна дія. При застосуванні пентацин в окремих випадках можливі запаморочення, головні j6onn, болі в кінцівках і в області грудної клітини. Ці явища зазвичай проходять самостійно. У разі виникнення нудоти і блювоти зменшують дозу або припиняють застосування препарату. При ознаках порушення коронарного (по судинах серця) кровообігу препарат відміняють.

Протипоказання. Пентацин протипоказаний при ліхорадочньк станах (різкому підвищенні температури тіла), ураженнях паренхіми (функціональних елементів) нирок, гіпертонічної хвороби (стійкому підвищенні артеріального тиску) з порушеннями функції нирок, а також при наявності у хворих спазмів (періодичного різкого звуження просвіту) судин серця.

Форма випуску. 5% розчин в ампулах по 5 мл в упаковці по-10 ампул.

Умови зберігання. У прохолодному, захищеному від світла місці.

ТЕЗАНАПІНІМЕНТ (*Unimentum Thesani)*

Синонім: Емульсія тезана.

Фармакологічна дія. Препарат має бактерицидну (вбиває бактерії), антисептичну (знезаражуючу) дію. Стимулює регенеративні (відновлювальні) тканинні процеси.

Показання до застосування. Застосовують для профілактики і лікування пошкоджень шкіри при променевій терапії, виразках, пролежнях, опіках. З профілактичною метою емульсією (рідкої лікарської формою, що представляє собою зовні однорідну систему з двох змішуються між собою рідин) змащують опромінену поверхню шкіри після кожного сеансу рентгенотерапії.

Спосіб застосування та дози. Для лікування вже наявних пошкоджень шкіри лінімент наносять за допомогою шпателя тонким шаром на уражену ділянку після кожного опромінення, покривають марлевою серветкою, через яку виробляють додаткове змазування - всього 2-3 рази на добу. Після закінчення курсу променевої терапії лінімент продовжують завдавати ще протягом 7-10 днів. При лікуванні виразок, опіків та ін. на оброблену поверхню накладають марлеву серветку, рясно змащену лініментом. Серветки міняють через добу або рідше в залежності від показань.

Побічна дія. Сухість і свербіж шкіри, дерматити (запалення шкіри).

Протипоказання. Дерматити, підвищена чутливість до препарату. Форма випуску. В скляних банках по 30 р.

Умови зберігання. Список Ст. В сухому, прохолодному, захищеному від світла місці.

ТРИМЕФАЦИН (Trimephacinum)

Фармакологічна дія. Тримефацин є комплексоутворюючим з'єднанням, що містить шестинатрієвую сіль діетилентриамінпентаметилфосфоновой кислоти. Прискорює виведення з організму з сечею урану, берилію, а також плутонію, ітрію, цирконію, ніобію.

Показання до застосування. Застосовують для першої допомоги при гострому отруєнні ураном і берилієм, а також при вторинному вступі берилію для виявлення його носійства.

Спосіб застосування та дози. Вводять препарат внутрішньовенно або інгаляційно у вигляді 5% водного розчину. Для приготування розчину вводять у флакон, що містить 0,226 або 0,9г шестинатрієвої солі диетилентриамінпентаметилфосфонової кислоти, 5 або 20 мл 2,5% розчину кальцію хлориду; утворюється суспензія струшують (20-30 с) до отримання цілком прозорого розчину. При гострому отруєнні ураном або берилієм вводять у вену одноразово 40 мл розчину, а в наступні 2-3 дні - по 20 мл щодня. При надходженні урану, берилію в дихальні шляхи і при відсутності ознак набряку легенів вводять тримефацин одночасно у вену та в вигляді інгаляцій. Аерозольтерапію (лікування аерозолями /газом або сумішшю газів, у якій зважені тверді або рідкі частки лікарської речовини шляхом їх введення в дихальні шляхи) проводять 1-2 рази в день за допомогою ультразвукових генераторів аерозолів. Тривалість інгаляції - 15-20 хв, витрата розчину триметацина на 1 інгаляцію - 15-20 мл Тривалість лікування – 2 – 4 тижнів. з 1-2-денними перервами в тиждень. При хронічних процесах у легенях, обумовлених депонуванням (накопиченням) берилію, проводять лікування за тією ж схемою. При застосуванні препарату слід контролювати функцію нирок.

Форма випуску. Флакони, що містять по 0,226г або 0,9г шестинатриевой солі диетилентриамінпентаметил-фосфоновой кислоти (ліофілізованої), з ампулою 2,5% розчину кальцію хлориду (5 або 20 мл відповідно).

Умови зберігання. У звичайних умовах.

ФЕРРОЦИН (Ferrocinum)

Фармакологічна дія. Комплексоутворююче з'єднання.

Показання до застосування. Застосовують для надання першої допомоги і подальшого лікування при інтоксикаціях (отруєннях) радіоізотопами цезію і рубідію, а також продуктами ділення урану, що містять ці радіоізотопи. Спосіб застосування та дози. Приймають внутрішньо у вигляді водної суспензії по 1г (півсклянки води) 2-3 рази на день щодня протягом 5-10 днів. Препарат малотоксичний (мало шкідливий), не всмоктується в шлунково-кишковому тракті.

Форма випуску. У флаконах по 1 гр.

Умови зберігання. У звичайних умовах.

ЦИСТАМІНА ДИГІДРОХЛОРИД (Cystaminidihydrochloridum)

Синоніми: Цистамін хлористоводородний, Цистаміфн.

Фармакологічна дія. Цистамін відноситься до групи амінотіолів. Амінотіоли надають профілактичну радіозащитну дію при гострому променевому ураженні, підвищуючи стійкість організму до дії іонізуючої радіації. Дія амінотіолів заснована на їх здатності зменшувати кількість радикалів, іонізованих і збуджених молекул, що утворюються в тканинах при

опроміненні, а також на здатності цих сполук взаємодіяти з деякими ферментами і надавати їм стійкість по відношенню до променистої енергії. Дія аминотиолов проявляється більш чітко при введенні за короткий термін (10-30 хв) до опромінення. Захисний ефект після одноразового введення продовжується близько 5 ч.

Показання до застосування. Цистамін застосовують для профілактики і зменшення проявів променевої хвороби (загального нездужання, нудоти, блювоти та ін), що виникають при застосуванні великих доз радіації для радіо - і рентгенотерапії.

Спосіб застосування та дози. Призначають всередину у вигляді таблеток за 1 год до опромінення. Доза залежить від характеру захворювання, стану кровотворної системи хворого, дози радіації. Добові дози коливаються від 0,2 до 0,8 р. Препарат застосовують під час всього курсу променевої терапії. Одночасно хворі повинні отримувати загальнозміцнюючу терапію.

Застосування цистаміна при вже утворившійся променевій хворобі (при значній лейкопенії /зниження рівня лейкоцитів в крові/) лікувального ефекту не дає. Розвитку лейкопенії препарат не попереджає. При значному зменшенні кількості лейкоцитів (формених елементів крові) у крові в період опромінення і необхідність продовжувати лікування можливе застосування цистаміну в поєднанні зі стимуляторами лейкопоезу (процесу утворення лейкоцитів); при необхідності призначають гемотрансфузії (переливання крові).

Побічна дія. Після прийому цистаміну в деяких випадках відзначаються печіння в стравоході, нудота, іноді біль в ділянці шлунка; ці явища звичайно не є перешкодою для продовження прийому препарату. Слід враховувати, що препарат виявляє гіпотензивну (знижує артеріальний тиск) дію; при гіпертонічній хворобі (стійкому підвищенні артеріального тиску) може спостерігатися значне зниження артеріального тиску.

Протипоказання. Відносними протипоказаннями до застосування цистаміна дигідрохлориду є гострі захворювання шлунково-кишкового тракту, гостра недостатність серцево-судинної системи (погіршення кровопостачання органів і тканин внаслідок зниження насосної функції серця), порушення функції печінки. Форма випуску. Таблетки по 0,2 і 0,4 р.

Умови зберігання. Список В. В сухому, захищеному від світла місці.

ЭСТРДИОЛА ДИПРОПІОНАТ (Oestradiolidipropionas)

Фармакологічна дія. Стероїдний гормон.

Показання до застосування. Естрадіолу дипропіонат використовують як гемостимулюючі (стимулює процеси кровотворення) засоби у чоловіків при гострому радіаційному ураженні. Препарат має здатність підвищувати кількість лейкоцитів (нейтрофілів) і прискорювати відновлення їх кількості при мієлодепресії (пригнічення кровотворної функції кісткового мозку), пов'язаної з радіаційним ураженням.

Спосіб застосування та дози. Як гемостимулюючого засобу естрадіола дипропіонат застосовують при зниженні кількості лейкоцитів нижче 2000 в 1

мкл крові (зазвичай з 10-20-го дня після опромінення при важких поразках і з 15-18-го дня при більш легких ураженнях). Вводять по 1 мл 0,1 % розчину через 1-2 дні. Курс становить 10 ін'єкцій (при необхідності - до 15 ін'єкцій).

Побічна дія і протипоказання. Форма випуску. 0,1% розчин (1 мг) в олії в ампулах по 1 мл

Умови зберігання. У прохолодному, захищеному від світла місці.

2. Основні лікарські засоби та харчові добавки, які мають радіопротекторні, антиоксидантні та адаптогенні властивості

Назва	Склад
Рутин (бирутан, рутин)	Флавоноїд
Кверцетин (флавін, кверцетол, софоретин) табл. 0,02	3,4,7,3,4-пентаоксіфлавон
Аскорутин (табл. 0,05 + 0,05)	аскорбінова Кислота, рутин
Ревіт (драже)	Каротин, аскорбінова кислота, В1, В2
Аевіт (капс. 100000 МО + 100 мг)	Ретинолу пальмітат, Токоферолу ацетат
Ундевіт (драже)	Ретинолу ацетат, тіаміну бромід, рибофлавін, піридоксину гідрохлорид, ціанокобаламін, аскорбінова кислота, токоферолу ацетат, нікотинамід, рутин, фолієва кислота, кальцію пантотенат
Декамевіт (драже)	Ретинолу ацетат, токоферолу ацетат, тіаміну бромід, фолієва кислота, рибофлавін, піридоксину гідрохлорид, рутин, метіонін
Три-ві-плюс (табл.)	D-каротин, токоферол, аскорбінова кислота, цинку оксид, селен, мідь
Фламикар	Препарат горобини звичайної
Поліфітол - 1	Трава полину гіркого, кукурудзяні рильця, кора дуба, кореневище перстачу прямостоячого, листя м'яти перцевої, трава звіробою, цукор і 40% етиловий спирт
Екстракт Ginkgo biloba (танакан, мемоплант, билобил і т. д.) капс. 0,04.	Екстракт листя гінкго білоба
Екстракт ехінацеї (іммунал, ехінацея композитум)	Полісахариди, біфлавоноїди, ехинапозид, Zn, Se
Церулоплазмін пір.0,1 фо. №5, пор. 0,1 ампул. №10	Церулоплазмін
Іонол (дибунол) – 10% лінімент	Дибунол (2,6-Ди-трет-бутил-4-метілфенол)
Тіатриазолін	Тіатриазолін
Емоксипін (амп. 1% - 1	Емоксипін

мл)	
Плоди ростропші плямистої	Флавоноїди
Легалон (карсил, силімарин)	Силімарин
Силібор	Силібінін
Гепабене (капс. 0,275 + 0,05 № 30 №100)	Екстракт рутки лікарської, фумарин, екстракт ростропши плямистої, силімарин, силібінін
Поліфепан	Модифікований природний лігнін
Флакарбін	Комплекс флавоноїдів з кореня і кореневища солодки
Фламін	Сума флавонова безсмертника піщаного
α-токоферол (капс. 0,1, капс. 0,2)	α-токоферола ацетат
Ретинол (табл. 33000 МО, капс. 0,86% - 2 мл)	Ретинолу ацетат
Аскорбінова кислота (табл. 0,25, 0,5, р-н 5%, амп. 1 мл, 2 мл, 5 мл 10% амп. 1 мл)	Кислота аскорбінова
Нікотинова кислота (табл. 0,05, амп. 1% - 1мл)	Піридинкарбонова – 3 кислота
БАД "Фітосорбін"	Листя подорожника великого, коріння кульбаби лікарської, корінь солодки голої, морська капуста сушена морква.
Елесорбін	Елеутерокок колючий
Діосорбін	Діаскорея японська
Ліосорбін	Насіння лимонника китайського
Пектинові БАД: яблопект, витапект, пектолакт, медопект	Пектин
Женьшень (настоянка у флак. 50 мл)	Глікозиди-панаксозиди А, В; панаквілон, панаксин, сапоніни, ефірні масла
Родіола рожева (екстракт рідкий, 30 мл)	Салідрозід, тирозол, фенолоспирти, флавоноїди, дубильні речовини
Елеутерокок (екстракт рідкий, 50 мл)	Похідні кумарину
Левзея (екстракт рідкий 40 мл) 7	Ефірні масла, смоли, солі органічних кислот