

УДК 615.849:504

Л.В. Логвиненко

Директор Житомирського центру реабілітації онкохворих

Д.П. Іванюк

к. філос. н.

Державний агроекологічний університет

А.Д. Давиденко

Завідуюча цитологічною лабораторією

Хмельницький ООД

С.В. Прошкіна

Завідуюча клініко-діагностичної лабораторією

Хмельницький ООД

Рецензент – член редколегії «Вісник» ЖНАЕУ д.т.н. Л.В. Лось

РАДІОБІОЛОГІЧНА ОЦІНКА КОМБІНОВАНОЇ ДІЇ НА ОРГАНІЗМ ЗОВНІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ І ОПРОМІНЕННЯ ВІД ІНКОРПОРОВАНИХ ІЗОТОПІВ

У роботі розглядається один варіант - одноразового зовнішнього опромінення організму в поєднанні з тривалим надходженням β -випромінюючих ізотопів.

Для оцінки комбінованої дії зовнішніх і внутрішніх джерел радіаційного впливу на організм були використані результати експериментальних досліджень на тваринах (білі криси), що були піддані комбінованій дії одноразового загального рентгенівського опромінення в дозі 300 Р., опроміненню від ізотопів Sr^{90} , Cs^{144} , в умовах тривалого перорального надходження їх в організм.

Постановка проблеми та завдання

За останній час перед вченими радіобіологами постає проблема щодо оцінки дії малих доз опромінення на організм у віддаленні строки після аварії на ЧАЕС. Враховуючи дію малих доз опромінення населення, з численними підтвердженнями їх шкідливого впливу на біологічні процеси, які відбуваються в організмі, нагальною потребою є пошук дієвих заходів, що сприяли б зниженню надходження радіонуклідів до людини.

Незважаючи на значну кількість наукових публікацій про дію на організм зовнішнього та внутрішнього опромінення, питання комбінованої дії радіаційних факторів різної природи недостатньою мірою висвітлені в літературі. Разом з цим, вивчення цих питань мають не лише теоретичний, але і практичний інтерес. Для радіобіологічної оцінки, прогнозування і розробки захисних заходів суттєвими є наступні питання:

- 1). Визначення кожного виду опромінення в патогенезі променевих реакцій в ранній та віддалений період;
- 2). Вирішення питання про можливість сумування радіаційної дії;

3). Встановлення кількісної залежності між біологічним ефектом та рівнем поглинутих доз від зовнішніх та внутрішніх джерел радіації.

Мета роботи

Розглянути варіант одноразового зовнішнього опромінення організму в поєднанні з тривалим надходженням β -випромінюючих ізотопів.

Матеріали та методи дослідження

У роботі використовували радіометричні і лабораторно-біохімічні методи дослідження. Для оцінки комбінованої радіаційної дії слугують результати експериментальних досліджень, які були проведені на безпородних білих щурах, що були піддані окремій та комбінованій дії одноразового загального рентгенівського опромінення в дозі 300 Р., і опроміненню від ізотопів Sr^{90} , Cs^{144} , в умовах тривалого перорального надходження їх в організм.

Опромінення білих щурів проводили одноразово на апараті РУМ-17 (шкірно-фокусна відстань 178 см., напруга 200 кВ, сила струму 10 мА). Дозу опромінення контролювали клінічним дозиметром типу 27012 (Otto Shon). Для вимірювання поглиненої дози радіонуклідів у препаратах із кісткової тканини та шлунково-кишкового тракту білих щурів використовувався спектрометр енергії β -випромінюючих ізотопів СЕБ-01.

Критичними органами для застосованої суміші ізотопів є шлунково-кишковий тракт, через слабку резорбцію Cs^{144} та кісткова тканина, в зв'язку з надлишковим накопиченням в ній Sr^{90} . Вказану суміш ізотопів щоденно вводили протягом 7 місяців у концентраціях 136,9 кБк/кг та 13,69 кБк/день. Поглинені дози в кістковій тканині до кінця року досягли відповідно 17,50 і 1,75 Гр. Поглинені дози в шлунково-кишковому тракті за період введення суміші склали 5,50 і 0,55 Гр.

Для розрахунку доз внутрішнього випромінювання використовувалася експрес-методика на основі камерних моделей. Кількісне визначення гістаміну і ацетилхоліну проводили спектрофотометричним методом забарвленням 1,4-дигідроксибенzenом при довжині хвилі 532 нм. Гістологічні дослідження проводили з використанням уніфікованих методик на мікроскопі Axiolab Zeiss. Кількість лейкоцитів визначалася в лічильній камері Горяєва, кількість хромосомних перебудов визначалася цитогенетичним методом з метаболічною активацією. Отримані дані обробляли статистично за допомогою комп'ютерних програм Microsoft Excel, Statistica. Дослідження проводили на базі кафедри радіології Київської медичної академії післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика.

Результати дослідження

Після одноразового рентгенівського опромінення в дозі 3 Гр у тварин протягом перших днів розвинулася променева хвороба в легкій формі. На 5-7 день після опромінення число лейкоцитів і ретикулоцитів зменшилося до

контролю на 83%, а тромбоцитів - на 56%. В подальшому кількість формених елементів в крові швидко зростала і на 30 день наближалася до контрольних величин, зберігаючись на цьому рівні до кінця спостереження (рис. 1).

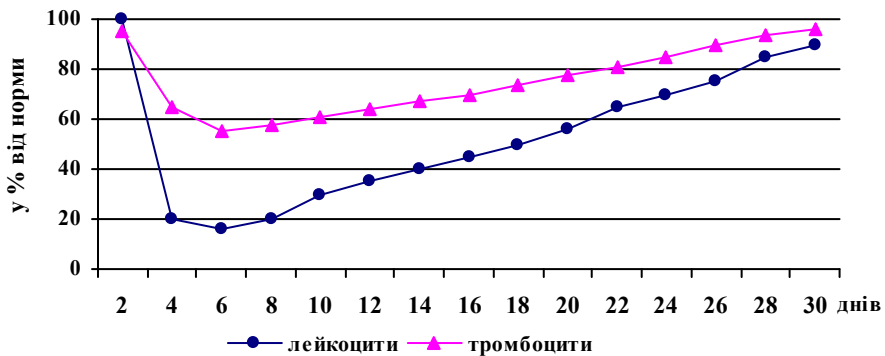


Рис. 1. Зменшення кількості лейкоцитів та тромбоцитів у периферійній крові при одноразовому зовнішньому опроміненні в 3 Гр

При введенні суміші Sr^{90} і Cs^{144} в концентрації 136,9 кБк/кг число лейкоцитів в перші дні дії дещо збільшувалася. Незначна лейкопенія наступала лише на 30 день, коли поглинені дози в кістковій тканині склали 0,5 Гр. У подальшому число лейкоцитів продовжувало знижуватися, однак, і на 120 добу, коли кумулятивні дози в кістковій тканині досягли 4,5 Гр, їх рівень був нижчим даних контролю на 30%. Суттєвих кількісних змін з боку інших елементів крові відмічено не було (рис. 2).

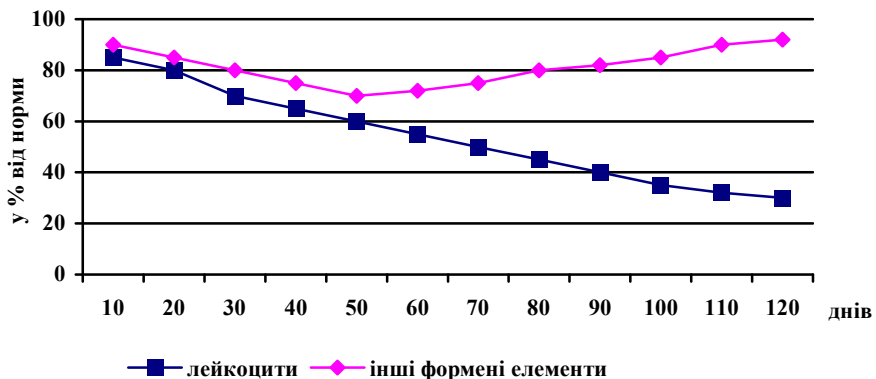


Рис. 2. Вплив внутрішнього опромінення на формені елементи крові при введенні суміші Sr^{90} і Cs^{144} в дозі 4,5 Гр. протягом 120 днів

При комбінованій дії зовнішнього і внутрішнього опромінення і реакції з боку лейкоцитів та інших елементів крові в ранні терміни не відрізнялись від даних дослідження при ізольованому рентгенівському випромінюванні. Після 30 дня кількісні зміни лейкоцитів в значній мірі відображали аналогічні порушення, які спостерігалися тільки при внутрішньому опроміненні. Звідси випливає, що для поєднаної дії характерні два достатньо чітко розмежованих в часі періоди зміни з боку формених елементів крові. Перший - найбільш виразний, але найкоротший період пригнічення лейкопоезу обумовлений дозою зовнішнього опромінення, і другий - менш інтенсивний, але більш тривалий, пов'язаний з довгочасним введенням ізотопів.

Звичайно, що при другому поєднанні поглинених доз від зовнішніх та внутрішніх джерел радіації інтенсивність реакції в першому та другому періодах може змінюватися. Так, при одноразовому опроміненні тварин в дозі 300 Р. в поєднанні з введенням суміші ізотопів в менших концентраціях (13,69 кБк/кг), зміни в картині крові відповідали тільки зовнішньому опроміненню, оскільки для ізотопів в цих дозах не відзначалося помітне зменшення числа лейкоцитів протягом перших чотирьох місяців.

При рентгенівському опроміненні тварин з перших днів дії наростала концентрація залишкового азоту та гістаміну. У тканинах печінки і кишечника збільшувався вміст гістаміну та ацетилхоліну. До 6 дня від початку дії рентгенівського опромінення рівні гістаміну в крові, печінці та кишечника досягли максимального значення, перевищували дані контролю на 100%, 97% і 50% відповідно. Концентрація залишкового азоту в цей період була вищою контрольних величин на 60%, а вміст ацетилхоліну в печінці та кишечника – відповідно на 104% і 40%.

Однак, збільшення в крові та тканинах аномальних і біологічно активних метаболітів було недовгим і на 30 день їх вміст наближався до даних контролю. При введенні суміші ізотопів також збільшувалася кількість метаболітів в крові і тканинах. Початкові зміни концентрації цих сполук з'явилися значно пізніше, але інтенсивність їх наростала з продовженням терміну введення ізотопів тваринам. Так, концентрація гістаміну з 10 до 20 діб збільшувалася в крові з 30% до 95%, а в печінці - з 10% до 64%, в кишечнику - з 16% до 62%.

Місткість ацетилхоліну в печінці, кишечнику за цей період часу зросла відповідно з 15% і 12% до 78% і 72%. Кумулятивна доза в кістковій тканині на 120 добу введення Sr^{90} досягла 4,5 Гр., а в кишечнику – 3,12 Гр. Звертають на себе увагу близькі за величиною рівні максимальних значень концентрацій гістаміну і ацетилхоліну в крові і тканинах на 6 добу після зовнішнього опромінення і на 120 добу від початку введення суміші ізотопів, не дивлячись на те, що в останньому випадку опромінення було фракційним. Спостерігався ефект уповільнення темпу відновлення біохімічних змін при внутрішньому опроміненні порівняно з зовнішнім.

В зв'язку з цим при комбінованій радіаційній дії наступала майже повна сумація ефектів, викликаних зовнішнім опроміненням і наступним введенням ізотопів. Протягом перших годин після загального зовнішнього опромінення значно зросла частота хромосомних перебудов в епітелії крипт тонкої кишки, через одну добу процентна концентрація аберрантних форм мітозу було вищим за дані контролю на 133%>. Згодом число клітин з хромосомними порушеннями різко зменшилось і на 10 добу досягло початкових величин.

При введенні суміші ізотопів частота хромосомних перебудов в епітелії крипт тонкої кишки збільшувалась менш інтенсивно і у більш пізні строки. При комбінованій дії чітко прослідковувалися ранні цитологічні порушення, викликані зовнішнім опроміненням тварин, і менш виражені віддалені зміни, які пов'язані з введенням ізотопів.

При гістологічному аналізі внутрішніх органів виявлені значні судинні зміни в кишечнику, печінці та нирках, що характеризуються дрібними точковими крововиливами і переваскулярним набряком. Вказані порушення з'явилися з перших днів дії і в значній мірі нормалізувалися до кінця 1-2 місяця.

У картині морфологічних змін при введенні суміші ізотопів інтенсивністю 136,9 кБк/кг переважали загальні зміни в товстому кишечнику, та деструктивні порушення паренхіматозних органів. Ознаки загальної реакції в товстій кишці з'явилися на 10 добу. На 30 добу введення ізотопів прояви загальних процесів посилювалися і поєднувалися з поверхневим некрозом. У подальшому вказані зміни зростали на 120-210 добу, спостерігалось відторгнення некротизованих ділянок слизової оболонки з утворенням виразок. Таким чином, при комбінованій радіаційній дії біологічно значимі порушення викликані внутрішнім опроміненням.

Аналіз одержаного матеріалу дозволяє врахувати, що початкові зміни в різних біологічних системах визначаються первинним зовнішнім опроміненням. Фактор внутрішнього опромінення починає набирати суттєвого значення у більш віддалені періоди дії. Вказана різниця в термінах прояву змін знаходиться відповідно до особливостей тимчасового просторового розподілу поглинених доз при одноразовому внутрішньому і зовнішньому опроміненні. При значному зовнішньому опроміненні коротко часовість дії створює можливість для швидкого відновлення порушених функцій. При надходженні ізотопів з вибірковою органотропністю біологічні ефекти носять більш локальний характер і визначаються в значній мірі прямою шкідливою дією радіації. Відповідно до цього, при інкорпорованому опроміненні зміни біологічних системах наростають в міру збільшення загальної кумулятивної дії у критичному органі.

При комбінованій дії зовнішнє опромінення не тільки визначає фазу найбільших проявів, але й вносить певний внесок у розвиток більш пізніх змін, зокрема, збільшує вірогідність появи віддалених наслідків.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Проведене дослідження дозволяє сформулювати наступні висновки:

- якщо фази зовнішнього та внутрішнього опромінення призводять до специфічних променеви реакцій, при відокремленій дії, то при їх поєднанні можлива своєрідна сумація біологічних ефектів у віддалені строки.

- з іншої сторони, якщо дози неефективні при окремій дії кожного виду опромінення, то відповідні зміни не будуть спостерігатися і при поєднаній дії, як в ранні, так і у віддалені строки.

Література

1. Дятлова Н.Н. Мед. радіологія / Н.Н.Дятлова. – М., 1987. – С. 18.
2. Кленар Л.Я. О выборе оптимальных условий облучения злокачественных новообразований / Л.Я. Кленар . – М. : Атомиздат, 1974. – С. 2-18.
3. Тупицын И.Ф. Химия и технология изотопов / И.Ф. Тупицын, Н.К. Семенова. – М. : Химия; 1974. – С. 125.
4. Тарасенко Н.Ю. Радиационная гигиена / Н.Ю. Тарасенко, Н.А Ходырев. – М. : Атомиздат; 1982. – Т.1. – С. 103-116.
5. Борисова С.В. Биологические эффекты при длительном поступлении радионуклидов. / С.В. Борисова – М. : Энергоатомиздат, 1988. – С. 162.
6. Когля Дж. Биологические эффекты радиации / Дж. Когля . – М. : Энергоиздат, 1989. – С. 184.
7. Моисеев А.А. Цезий – 137, окружающая среда человека / А.А. Моисеев. – М. : Энергоиздат, 1984. – С. 120.
8. Москалев Ю.И. Радиобиология инкорпорированных радионуклидов / Ю.И. Москалев. – М. : Энергоатомиздат, 1999. – С. 264.
9. Борищенко В.В. Особливості забруднення Sr^{90} , Cs^{144} різних ланок трофічного ланцюга в умовах природних екосистем Полісся України в післячорнобильський період / В.В. Борищенко, С.П. Вербельчук, Т.С. Вербельчук // Вісник ДААУ. – 2001. – №1. – С.39–42.
10. Хоменко О.О. Вплив радіоактивного забруднення на захворюваність населення м. Коростень / О.О. Хоменко, В.П. Фещенко, В.В. Гурелл // Наука. Молодь. Екологія – 2011: статті VII міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених. Житомир, 2011. – С. 59–63.
11. Чижевский И.В. Оценка комбинированных показателей перехода Sr^{90} , Cs^{144} Pu^{239} из загрязненной почвы с желудочно-кишечными соками травоядных животных / И.В. Чижевский // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2008. – №4. – С. 431–434.