

# Теоретична медицина

УДК 577.32:536.577.2:04.577.346

## ВПЛИВ ВЕЛИЧИНИ ДОЗИ ТА ПОТУЖНОСТІ ІОНІЗУЮЧОЇ РАДІАЦІЇ НА ДИНАМІКУ ВМІСТУ МІДІ В КРОВІ ТВАРИН

**Л. Г. Петрина, М. І. Мойсєнко**

*Івано-Франківський національний медичний університет;  
76018, м. Івано-Франківськ, вул. Галицька 2; e-mail: Petryna\_L@ukr.net*

*Досліджено зміни вмісту міді в крові щурів Вістар після одноразового опромінення їх  $\gamma$ -квантами у дозах 1,0, 5,0 та 9,0 Гр від джерела  $^{60}\text{Co}$  при потужностях доз 0,001; 0,01; 0,1 та 1,0 Гр/хв. Дослідження проводили через 0,5, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 25, 30 діб після опромінення. Метою роботи було вивчення дії як малих, так і високих доз іонізуючої радіації за різних режимів опромінення на динаміку вмісту міді у крові щурів протягом тривалого часу. З'ясовано, що зміна концентрації мікроелемента, що проходила під впливом опромінення в дозах 1, 5 та 9 Гр, мала характер позитивного балансу протягом 6-15-30 діб. Величина цих змін, їх напрямок і тривалість прояву залежали від дози та потужності опромінення. В усіх групах тварин концентрація міді в крові досягала максимальних значень на 6-15 добу, а в групі тварин, опромінених в дозі 9,0 Гр, наростання вмісту міді в крові тривало до 15 доби. Дані наших досліджень викликають теоретичний інтерес, бо сприяють пізнанню біохімічних механізмів променевого ураження, а у зв'язку з цим і патогенезу променевої хвороби, і практичний інтерес, бо пізнання механізмів радіаційних ушкоджень є необхідною умовою розробки раціональних заходів профілактики і лікування променевої хвороби. Отримані результати динаміки вмісту міді в процесі розвитку радіаційного ефекту можуть бути використані при розробці нових методів комплексного лікування променевої хвороби, а також в умовах застосування рентгенотерапії.*

**Ключові слова:**  *$\gamma$ -випромінювання, доза іонізуючої радіації, потужність іонізуючої радіації, вміст міді у крові щурів.*

Іони міді істотно впливають на структуру макромолекул. Маючи великі константи асоціації з ДНК, особливо з основами нуклеїнових ки-

слот, вони можуть призводити навіть до їх денатурації, що може посилювати дію радіації [3]. Ефект від впливу радіації після реалізації відновлюючих процесів залежить від їх співвідношення з процесами прямої дії, які мають своє певне значення для кожної дози та потужності випромінювання. Особливу роль у процесах відновлення відіграють макромолекули РНК і ДНК. Розбіжність між літературними даними щодо оцінки впливу металів на радіочутливість тканин [2, 3, 6] спонукали нас до експериментальних досліджень динаміки вмісту міді у крові щурів після їх опромінення в широкому діапазоні доз за різних режимів опромінення протягом тривалого часу.

#### **Матеріали і методи дослідження**

Експериментальні дослідження проводили на щурах-самцях лінії Вістар масою 150-180 г. Одноразове опромінення тварин у дозах 1,0, 5,0 та 9,0 Гр проводили від джерела  $^{60}\text{Co}$  при потужностях доз 0,001; 0,01; 0,1 та 1,0 Гр/хв. Щурів досліджуваних та контрольних груп декапітували через 0,5; 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 30 діб. Досліджували вміст міді в крові за допомогою пристрою "Plasmaquant-110" методом індуктивно зв'язаної аргон-плазмової емісійної спектроскопії [4]. Вивчені нами показники зіставляли з показниками контролю (неопромінені тварини відповідної вікової групи в ті ж терміни спостережень). Експеримент проводили у квітні-травні, отже були враховані сезонні зміни радіочутливості. Отримані дані обробляли статистично.

#### **Результати і обговорення**

Аналіз отриманих даних показав, що під впливом гамма-випромінювання в дозах 1,0, 5,0 та 9,0 Гр/хв за всіх потужностей доз досліджувани показники змінювалися хвилеподібно [1, 5]. Після опромінення в дозі 1,0 Гр/хв відносна зміна вмісту міді на 1 Гр у крові щурів мала тенденцію до зниження впродовж двох діб після впливу та до підвищення через 4-15 діб (рис. 1). Через 4, 6 діб після впливу швидкість підвищення вмісту міді на 1 Гр найбільша у тварин, опромінених за потужності дози 1,0 Гр/хв., а найнижча у тварин, опромінених за потужності дози 0,001 Гр/хв. У тварин, опромінених за потужностей доз 0,001, 0,01 та 0,1 Гр/хв, вміст міді на 1 Гр досягав максимального значення через 8, 10 і 15 діб відповідно. Починаючи з 6-ої до 8-ої доби вміст міді на 1 Гр був вищий в тих щурів, яких опромінювали за вищих потужностей.

При опроміненні тварин  $\gamma$ -квантами в дозі 5,0 Гр/хв через 1 та 2 доби вміст міді в крові опромінених щурів був тим нижчим, чим вищою була потужність дози (рис. 2). Починаючи з 6-ої до 10-ої доби його вміст був вищий у тих щурів, яких опромінювали за вищих потужностей. Відновлення вмісту міді на 1 Гр найшвидше відбувалось у тварин, опромінених за потужності дози 1,0 Гр/хв, через чотири та шість діб, а найповільніше у тварин, опромінених за потужності дози 0,001 Гр/хв. Через 15 і 20 діб спостерігали обернену залежність показника від поту-

жності радіаційного впливу. Швидкість зниження показника в усіх групах тварин була однаковою.

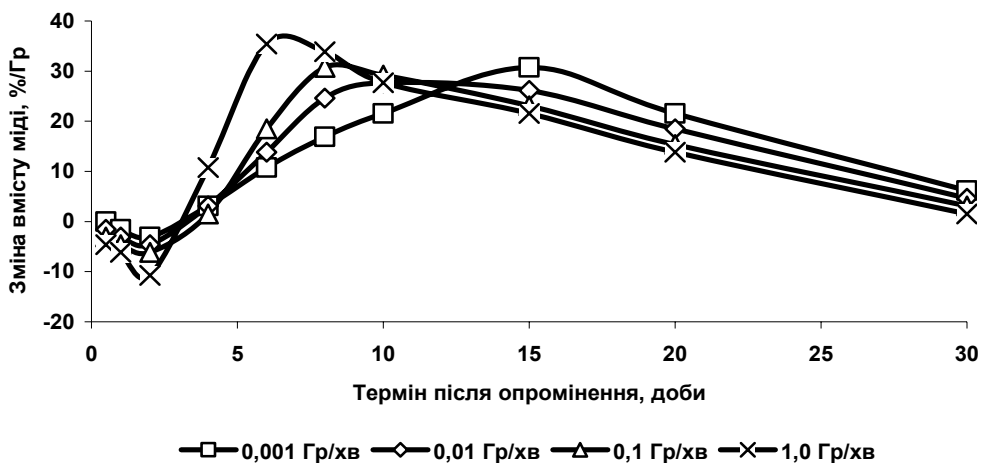


Рис. 1. Зміна вмісту міді на 1 Гр у крові після опромінення щурів в дозі 1,0 Гр/хв за різних потужностей дози (% від контролю/Гр)

Вміст міді в крові тварин, опромінених у дозі 9,0 Гр/хв, дуже різко спадав і досягав мінімальних величин через дві доби (рис. 3). Зниження вмісту міді на 1 Гр впродовж 2-х діб і відносно підвищення – через 6 та 8 діб після опромінення безпосередньо від потужності дози. Через 15 діб спостерігалася обернена залежність показника від потужності радіаційного впливу.

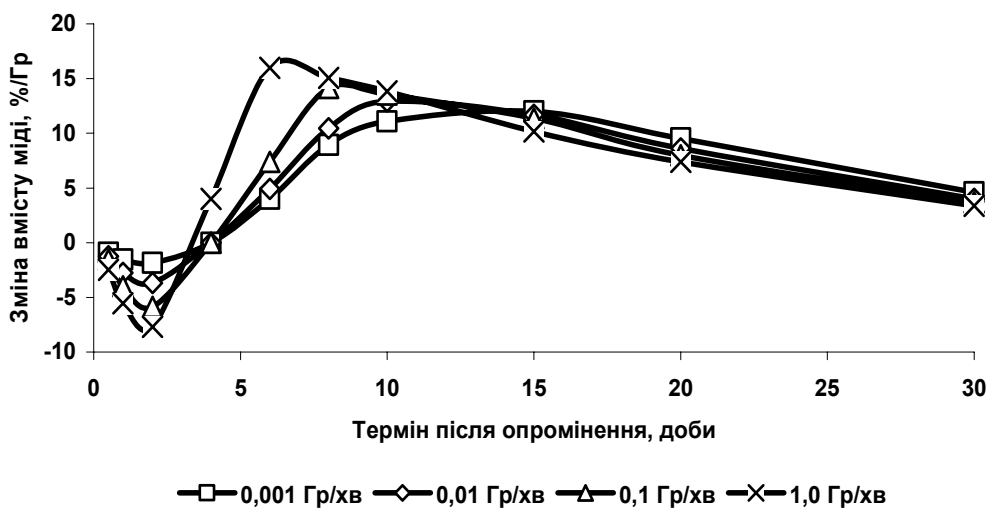


Рис. 2. Зміна вмісту міді на 1 Гр в крові після опромінення щурів у дозі 5,0 Гр/хв за різних потужностей дози (% від контролю/Гр)

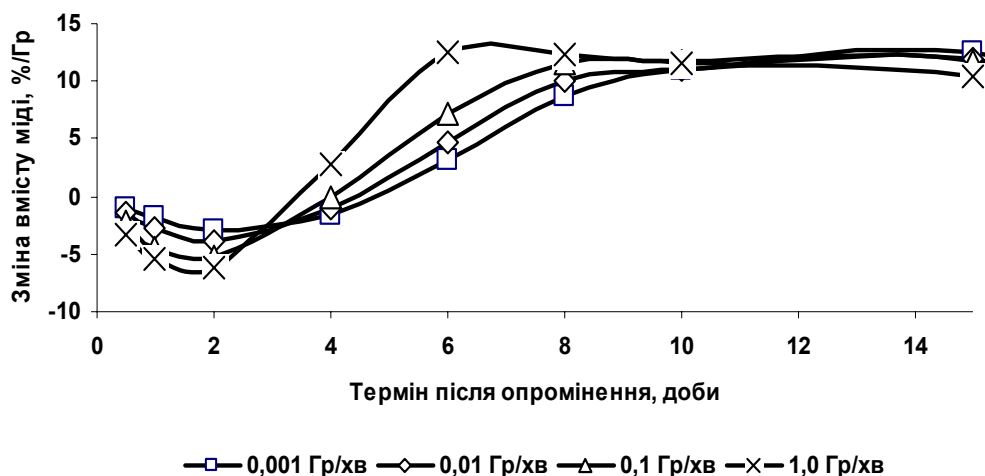


Рис. 3. Зміна вмісту міді на 1 Гр у крові після опромінення щурів в дозі 9,0 Гр/хв за різних потужностей дози (% від контролю/Гр)

### Висновки

Зміна концентрації мікроелемента, що проходила під впливом опромінення в дозах 1, 5 та 9 Гр/хв, мала характер позитивного балансу протягом 6-15-30 діб. У всіх групах тварин концентрація міді в крові досягала максимальних значень на 6-15 добу, а в групі тварин, опроміненних в дозі 9,0 Гр/хв, наростання концентрації міді в крові тривало до 15 доби. Чим вищою була доза радіаційного впливу, тим меншою була відносна зміна вмісту міді на 1 Гр. Зміна вмісту міді в крові щурів Вістар через 2-і доби після опромінення їх в дозах 1,0, 5,0 та 9,0 Гр/хв безпосередньо залежала від величини потужності дози радіації, а через 6 діб спостерігалася обернена залежність.

### Література

1. Роль церулоплазмينا в повышении резистентности организма к различным видам облучения / С.Г. Антоненко, Л.Г. Петрина, Н.А. Дружина, Я.И. Серкиз // Нарушение баланса микроэлементов в крови облученных животных и его нормализация церулоплазмином. – К.: Институт ядерных исследований, 1990. – С. 10-20.
2. Бабенко Г.А. Микроэлементозы, их роль в патогенезе болезней и механизм возникновения / Г.А. Бабенко // Материалы Всесоюзн. симпоз. “Микроэлементозы человека”. – М.: 1989. – С. 32-33.
3. Вплив іонізуючого випромінювання та іонів міді на ДНК тварин / Ю.П. Благой, Д.М. Григор’єв, В.М. Індик та ін. // Доповіді НАН України. – 1996. – 1. – С. 110-112.
4. Петрина Л.Г. Дослідження зв’язаних і незв’язаних мікроелементів в крові / Л.Г. Петрина // Збірник наукових праць «Перспективні технології та прилади». – Луцьк: ЛНТУ, 2014. – Вип. 4, червень. – С. 80-83.

5. Петрина Л.Г. Радіогенні зміни вмісту міді в крові за різних режимів опромінення тварин / Л.Г. Петрина, М.І. Мойсеєнко // Матеріали Між-нар. конф. “Антропогенно-змінене середовище України: ризики для здоров’я населення й екологічних систем”. Спец. вип. журн. Екологічний вісник. – К.: Чорнобильінтер-інформ, 2003. – С. 261-270
6. Савицкий И.В. Содержание меди в крови и активность церулоплазмина в сыворотке крови при воздействии рентгеновских лучей / И.В. Савицкий, Л.Е. Гоцуляк // Радиобиология. – 1980. – Т. 20, вып.5. – С. 743-746.

*Стаття надійшла до редакційної колегії 14.06.2017 р.  
Рекомендовано до друку д.м.н., проф. Середюком Н.М.,  
д.м.н., проф. Волковим К.С. (м. Тернопіль).*

### **INFLUENCE OF DOSE AND POWER OF IONIZING RADIATION ON THE DYNAMICS OF THE COPPER CONTENT IN THE ANIMAL BLOOD**

**L. G. Petryna, M. I. Moyseyenko**

*Ivano-Frankivsk national medical university;  
76018, Ivano-Frankivsk, st. Galich, 2; e-mail: Petryna\_L@ukr.net*

*The content changes of copper in blood of the Wistar rats after single irradiation with  $\gamma$ -quant in doses of 1.0, 5.0 and 9.0 Gy from source  $^{60}\text{Co}$  at dose rates of 0.001; 0.01; 0.1 and 1.0 Gy/min have been investigated. The study was conducted after 0.5, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 25, 30 days after radiation. The aim of the work was to study the influence for both small and high doses of ionizing radiation at different exposure modes on the dynamics of the copper content in the blood of rats during long time. It was found that the change in concentration of microelement, held under irradiation at doses of 1,5 and 9 Gy, had the character of a positive balance for 6-15-30 days. The magnitude of these changes, their direction and duration of display dependent on dose and radiation power. In all animals groups the concentration of copper in blood reached maximum values at 6-15 days and in the group of animals irradiated in a dose of 9.0 Gy, copper levels rise before 15<sup>th</sup> day. Data of our study represents theoretical interest, because contributing to the knowledge of biochemical mechanisms of radiation injury and in this regard, and the pathogenesis of radiation sickness, and practical interest for the knowledge of radiation damage mechanisms is a prerequisite for sustainable development of prevention and treatment of radiation sickness. The results of the dynamics of copper content in the development of radiation effect can be used to develop new methods of complex treatment of radiation sickness as well as in the use of X-therapy.*

**Key words:**  *$\gamma$ -radiation, dose of ionizing radiation, power of ionizing radiation, the copper content in the rats blood.*