

Л.Г.Петрина

Вплив іонізуючої радіації різної потужності на вміст вітаміну Е в організмі щурів

Исследовали крыс-самцов линии Вистар с начальной массой 150-180 г. Одноразовое γ -облучение животных в дозах 1,0, 5,0 и 9,0 Гр проводили в апреле - мае от источника ^{60}Co с мощностью доз 0,001, 0,01, 0,1 и 1,0 Гр/мин. Содержание витамина Е определяли через 0,5, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 25 и 30 сут после облучения. Контрольные исследования осуществляли одновременно с каждой серией опытов на животных соответствующего возраста. Установлено, что содержание витамина Е в сыворотке крови облученных животных меняется волнообразно. Обсуждаются возможные причины изменения содержания витамина Е после воздействия радиации в малых и больших дозах. Данные эксперимента свидетельствуют о различной чувствительности витамина Е к действию облучения в дозах 1,0, 5,0 и 9,0 Гр в зависимости от ее мощности и от длительности сохранения этих показателей после воздействия.

ВСТУП

В організмі людини та тварин існують певні механізми, які забезпечують зниження та підтримку на нормальному рівні процесів вільнорадикального окиснення [1]. Серед сполук із антиоксидантними й антирадикальними властивостями важливим є вітамін Е. Проте літературні дані щодо його радіопротекторних властивостей після опромінення організму в різних дозах за різних потужностей випромінювання суперечливі. Невизначеність характеру дозової залежності біологічних ефектів за умов іонізуючої радіації різної інтенсивності ускладнює вирішення багатьох питань фундаментального та прикладного значення [2,6]. Аналіз залежності ефекту доз від їх потужності проведено в працях [15,16], де показано, що при опроміненні у вузькому діапазоні потужностей малих доз, від 0,1 до 35 сГр/хв, виникають так звані ефекти малих доз. Результати дослідження впливу радіації в напівлетальних і летальних дозах за названого діапазону потужностей суперечливі через неоднорідність біооб'єктів, час обстеження, гетерогенність клітин [2,6]. Метою нашої роботи

було визначити вміст вітаміну Е в сироватці крові тварин за умов дії іонізуючої радіації різної інтенсивності протягом тривалого часу.

МЕТОДИКА

Дослідження проводили на щурах-самцях лінії Вістар масою 150–180 г. Тварин утримували на лабораторному кормі при вільному доступі до води. Одноразове опромінення тварин в дозах 1,0, 5,0 та 9,0 Гр проводили в квітні - травні від джерела ^{60}Co при потужностях доз 0,001, 0,01, 0,1 та 1,0 Гр/хв. Адекватним контролем служили удавано опромінені тварини відповідної вікової групи, яких утримували за аналогічних умов. Вміст α -токоферолу визначали за методикою Черняускене та співавт. [13] через 0,5, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20 та 30 діб після впливу. В кожній серії використовували по 10 тварин. Отримані результати обробляли статистично.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результатами досліджень встановлено, що опромінення в дозах 1,0, 5,0 та 9,0 Гр при всіх

потужностях дози викликало фазові зміни вмісту α -токоферолу в сироватці крові тварин. Як видно з рис. 1,а, вміст α -токоферолу мав тенденцію до підвищення після впливу радіації в дозі 1,0 Гр при потужностях доз 1,0 і 0,1 Гр/хв через 12 і 24 год і через 2 і 4 доби у групах тварин, опромінених при потужностях доз 0,001 та 0,01 Гр/хв. У наступні доби вміст вітаміну Е зменшувався. При цьому швидкість процесу була тим вищою, чим більшою була потужність дози. Через 8–10 діб після експозиції вміст вітаміну Е в сироватці крові тварин, опромінених γ -квантами із потужністю 0,001 та 0,01 Гр/хв знижувався достовірно і не залежав від неї. Опромінення вищими потужностями доз викликало невірогідні зміни значень показника.

Вміст α -токоферолу в крові та тканинах за умов дії радіації в малих дозах залежить від віку тварин. Слід враховувати і те, що вплив за умов гострого та хронічного опромінення значно відрізняється. За даними Гацко та співавт. [3], опромінення щурів віком 5–6 міс ^{60}Co в дозі 1,0 Гр за потужності $2,6 \cdot 10^{-4}$ Гр/с викликало підвищення вмісту α -токоферолу в крові через 4 год на 100 %. Опромінення щурів віком 3 міс в дозі 1 Гр за потужності 0,001 Гр/хв призвело до достовірного зниження вмісту α -токоферолу в сироватці крові на 8–10-ту добу [10]. Підвищення вмісту α -токоферолу виявлено в крові людей, які знаходились під впливом іонізуючої радіації від 2 до 20 діб та у ліквідаторів аварії на ЧАЕС [4]. Хронічне опромінення призводить до виснаження антиоксидантних ресурсів і, відповідно, зниження в крові вмісту α -токоферолу [5,14] та зниження захисту α -токоферолом ретинолу [7].

У разі опромінення тварин γ -квантами в дозі 5,0 Гр (рис. 1,б) підвищення вмісту α -токоферолу через 12 та 24 год залежало від потужності випромінювання, і його накопичення було достовірним тільки у тварин, підданих впливу радіації за потужності доз 0,1 та 1,0 Гр/хв. Через добу в цих тварин вміст вітаміну Е перевищував контроль на 44 та 25 % відповідно. При потужності дози

0,001 Гр/хв вміст вітаміну Е був найвищим через дві доби після впливу. В цей термін вміст α -токоферолу в сироватці крові тварин інших груп різко зменшувався. Швидкість його зниження була найвищою у тварин, опромінених за потужностей 1,0, 0,1 та 1,0 Гр/хв, з 2-ї до 4-ї доби, а за потужності 0,001 Гр/хв — з 4-ї до 6-ї доби. Через 6, 8, 10 та 15 діб значення показника у всіх групах тварин було достовірно знижене. У тварин, опромінених за потужності дози 0,01 Гр/хв, вміст α -токоферолу у сироватці крові через 4 та 20 діб був достовірно зниженим і не відрізнявся за значенням. Через 15–30 діб вміст вітаміну Е у сироватці крові був максимальним у групі тварин, опромінених за найбільшої потужності, і мінімальним у тварин, опромінених за найменшої потужності.

Вміст вітаміну Е у тварин, опромінених в дозі 9,0 Гр за різних потужностей дози змінювався також хвилеподібно (рис. 1в). Найвища концентрація α -токоферолу у сироватці крові спостерігалася через добу після експозиції при потужностях доз 1,0 та 0,1 Гр/хв та через 2 доби у групах тварин, опромінених за потужностей доз 0,001 та 0,01 Гр/хв. У тварин, опромінених за потужностей доз 1,0 та 0,1 Гр/хв, вміст α -токоферолу у сироватці крові через 12 та 24 год був достовірно збільшеним і вірогідно перевищував відповідний показник у тварин, опромінених за найнижчої потужності дози. Різке зменшення вмісту вітаміну Е в крові тварин, опромінених γ -квантами із потужністю 1,0, 0,1 та 0,01 Гр/хв, спостерігалася через 4 доби після впливу, а у тварин, опромінених за найнижчої потужності дози — через 6 діб. Слід зазначити, що через 4 доби вміст вітаміну Е в сироватці крові тварин, опромінених γ -квантами за потужностей доз 1,0, 0,1 та 0,01 Гр/хв, не залежав від потужності дози. Достовірно відрізнявся вміст вітаміну Е в сироватці крові тварин, опромінених γ -квантами за потужності дози 1,0 Гр/хв, через 6 діб і у всіх опромінених тварин через 4, 8, 10 та 15 діб від цього самого показника у тварин, опромінених за найнижчої потуж-

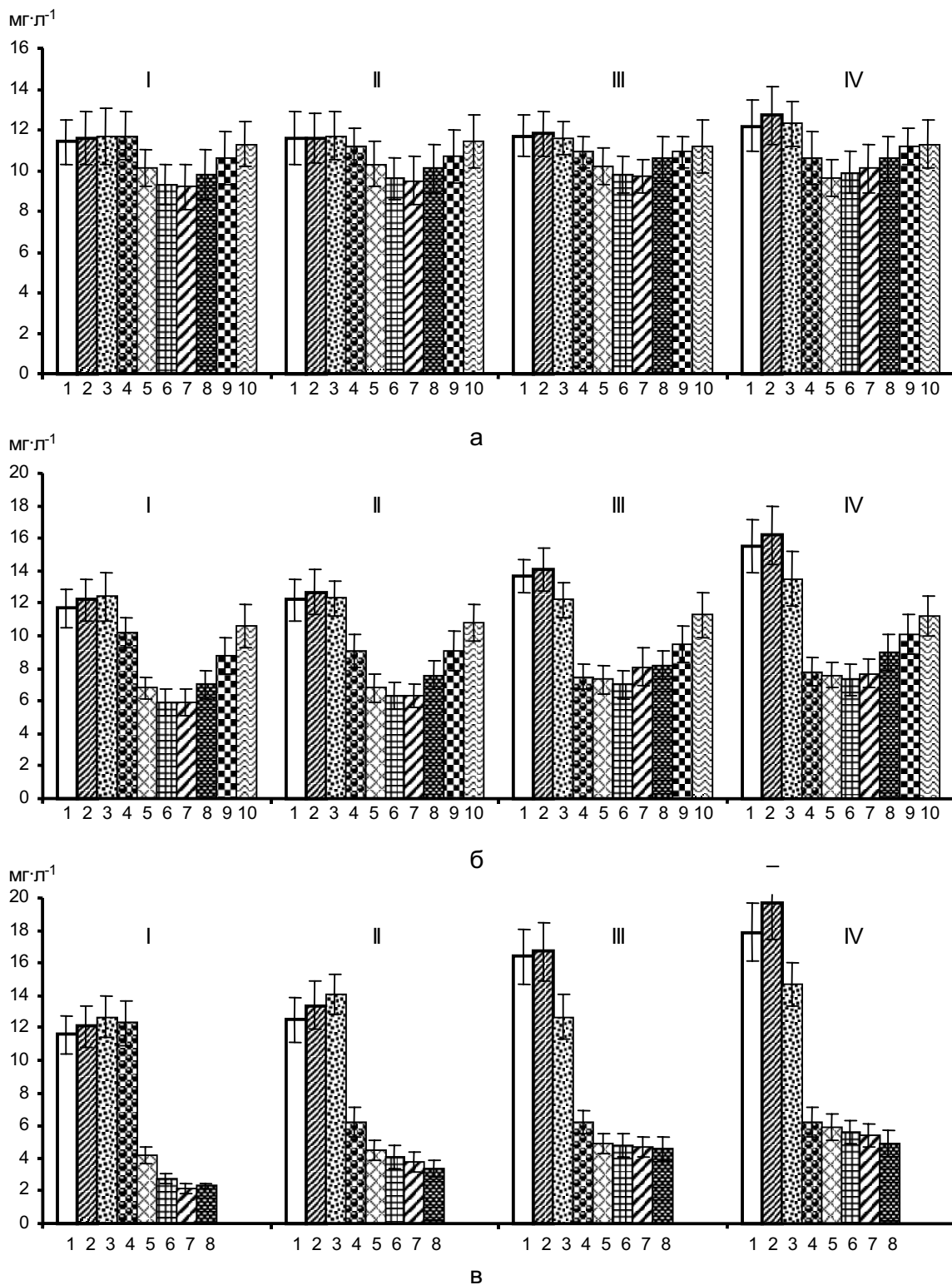


Рис. 1. Вміст α -токоферолу в сироватці крові щурів після одноразового тотального опромінення їх γ -квантами ^{60}Co в різних дозах (а - 1 Гр, б - 5 Гр, в - 9 Гр) при потужностях випромінювання: I - 0,001, II - 0,01, III - 0,1, IV - 0,001 Гр.хв⁻¹ після 0,5, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 30 діб відповідно 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

ності дози. Через 6-15 діб після впливу радіації вміст вітаміну Е зменшувався дуже повільно і був за величиною тим більшим, чим нижчою була потужність випромінювання. Підвищення вмісту вітаміну Е в крові протягом першої доби після експозиції може бути зв'язане з його перерозподілом та виходом із депо. Про це свідчать дані літератури, в яких вказується, що при тотальному опроміненні в тканинах щурів проходить перерозподіл вітамінів [3,12]. У цей самий час в сироватці крові тварин, опромінених в дозах 1,0, 5,0 та 9,0 Гр вміст дієнових кон'югатів та маломовного діальдегіду різко збільшувався залежно від дози. Швидкість зменшень концентрації цих продуктів перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ) у сироватці крові в перші доби після впливу іонізуючої радіації дуже мала [8,9]. Можна припустити, що в першу добу після опромінення проходить мобілізація захисних сил організму через активацію антиоксидантної системи. Проте вже через добу вміст α -токоферолу різко знижувався. Вітамін Е належить до швидкореагуючих компонентів. Іонізуюче випромінювання в великих дозах суттєво прискорює ПОЛ і антиоксидантна система швидко виснажується. Високі дози іонізуючої радіації викликають посилене використання α -токоферолу [4].

Таким чином, нами встановлено закономірності радіогенних змін вмісту вітаміну Е у сироватці крові щурів за різних доз радіації та інтенсивностей випромінювання, які вказують на те, що потрібно порівнювати біологічну ефективність радіації не тільки за залежністю доза – ефект, але й враховувати інтенсивність випромінювання. Це дозволило виявити важливі радіобіологічні залежності “доза – час – ефект” для інтегрального показника стану опроміненого організму. Особливо слід відмітити, що зниження потужності дози радіації на 3 порядки не тільки не призводить до зменшення глибини порушень процесів в організмі, а навпаки, збільшує їх. Це свідчить про суттєву роль непрямого механізму пошкодження, що викликані радіацією низької інтенсивності [11].

Отримані результати можуть мати практичне значення при застосуванні певних комплексних препаратів за різних умов ураження організму іонізуючою радіацією.

ВИСНОВКИ

1. Під впливом γ -випромінювання вміст вітаміну Е в сироватці крові щурів змінювався хвилеподібно. Величина цих змін, їх напрямок і тривалість прояву залежать від дози опромінення та її інтенсивності.

2. Концентрація вітаміну Е в сироватці крові опромінених щурів та швидкість його накопичення через 12 та 24 год була тим більшою, чим вищою була доза та потужність випромінювання.

3. Опромінення тварин γ -квантами за нижчих потужностей викликало в перші доби накопичення вітаміну Е в сироватці крові протягом більшого періоду часу, ніж у тварин, що були опромінені за потужності дози 1,0 Гр/хв. В цих самих групах тварин найповільніше відновлювався вміст α -токоферолу через 6-10 діб після експозиції в дозах 1,0 та 5,0 Гр.

4. Через 2-10 діб організм втрачав тим більше токоферолу, чим вищу дозу опромінення отримав. Найвища швидкість зменшення вмісту вітаміну Е в крові тварин, опромінених за потужності доз 1,0, 0,1 та 0,01 Гр/хв, спостерігалася з 2-ї до 4-ї доби після впливу радіації в дозі 9 Гр.

L.G.Petryna

INFLUENCE OF γ -IRRADIATION OF DIFFERENT POWER ON THE CONTENTS OF VITAMIN E IN RATS VITALITY

The experiments were conducted on the male rats of Vistar line with initial body mass of 150-180 g. The animals were exposed to a single γ -irradiation with doses of 1.0, 5.0 and 9.0 Gy in April-May using the radiation source ^{60}Co with dose rates of 0.001, 0.01, 0.01, 1.0 Gy/m. The vitamin E content values both in the norm and in 0.5, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20 and 30 days after irradiation are given. The control researches were carried out simultaneously with each series of experiments on animals of appropriate age. The expe-

periment data show that dependence of vitamin E products has an wavelike character. The possible causes of the vitamin E level decrease under intake of small and high doses of γ -irradiation are discussed. The experimental data demonstrated the different sensitivity of the vitamin E to the doses of 1.0, 5.0, 9.0 Gy radiation depending on the dose power, the changes of these parameters being kept for a long time after irradiation.

Ivano-Frankivsk State Medical Academy

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Барабой В.А., Орел В.Э., Карнаух И.М. Перекисное окисление и радиация. – К.: Наук. думка, 1991. – 256 с.
2. Бурлакова Е.Б., Голощанов А.Н., Жижина Г.П., Кондрадов А.А. Новые аспекты закономерностей действия низкоинтенсивного облучения в малых дозах // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1999. – **39**, N 1. – С. 26–34.
3. Гацко Г.Г., Мажуль Л.М., Шаблинская О.В. и др. Влияние ионизирующего излучения на перекисное окисление липидов в крови крыс // Радиобиология. – 1990. – **30**, вып. 3. – С. 413–415.
4. Донченко Г. В. Нарушение обмена витаминов и пути их коррекции при действии ионизирующей радиации // Радиобиол. съезд (Киев, 20–25 сент. 1993 г.) Тез. докл. Т.1. Пушино. – 1993. – С. 316–317.
5. Донченко Г.В., Чернухина Л.О., Кузьменко І.В., Пархоменко Ю.М. Вміст вітамінів у крові різних груп населення України, що потерпіло внаслідок аварії на ЧАЕС // Укр. біохім. журн. – 1997. – **69**, N 3. – С. 48–53.
6. Кузин А.М., Юров С.С., Щелкаева Н.В., Дедкова Е.Н. Мутабельность в популяции дрожжей *Sporobolomyces alborubescens* Derx. при длительном хроническом γ -облучении с малыми мощностями доз // Радиобиология. – 1993. – **33**, N 3. – С. 419–423.
7. Нейфах Е.А., Иваненко Г.Ф. Выявление липоперекисных патологий у ликвидаторов аварии ЧАЭС // Радиобиол. съезд (Киев, 20–25 сент. 1993 г.) Тез. Докл. Ч.2. Пушино. – 1993. – С. 713.
8. Петрина Л. Г. Вплив іонізуючого випромінювання на динаміку кінцевих продуктів перекисного окиснення ліпідів у крові тварин // Фізіол. журн. – 2001. – **47**, №2. – С. 60–65.
9. Петрина Л. Г. Динаміка ранніх продуктів перекисного окислення ліпідів у крові тварин при γ -опроміненні різної дози // Наук. вісн. Ужгород. ун-ту. Серія біологія. – 2000. – **8**, вип.8. – С. 160–163.
10. Петрина Л.Г. Влияние внешнего облучения различной интенсивности на содержание витамина Е и РНК в крови крыс. – В кн.: Междунар. конф. “Биорад – 2001. Биологические эффекты малых доз ионизирующей радиации и радиоактивное загрязнение среды” (Сыктывкар, 20–24 марта 2001 г.): Тез. докл. Сыктывкар. – 2001. – С. 232.
11. Серкиз Я.И., Пинчук В.Г., Пинчук Л.Б. и др. Радиобиологические аспекты аварии на Чернобыльской АЭС. – К.: Наук думка – 1992. – С. 172.
12. Халмурадова А.Г., Тоцкий В.Н., Чаговец Р.В. Транспорт жирорастворимых витаминов. – К.: Наук. думка – 1980. – С. 216.
13. Черняускене Р.Ч., Варшкявичене З.З. Грибаускас П.С. Одновременное флюорометрическое определение концентраций витаминов Е и А в сыворотке крови // Лаб. дело. – 1984. – **6**. – С. 362–365.
14. Четыркин С.В., Чернухина Л.А., Порохняк Л.А., Донченко Г.В. и др. Влияние малых доз радиации на содержание витаминов А и Е в печени крыс // Укр. біохім. журн. – 1999. – **71**, N 2. – С. 38–42.
15. Эйдус Л.Х. О механизме инициации эффектов малых доз // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1994. – **34**, N 6. – С. 748–758.
16. Эйдус Л.Х. О проблеме экстраполяции дозовой зависимости, цитогенетических повреждений от больших доз к малым // Там же. – 1999. – **39**, N 1. – С. 177–180.

Івано-Франків. мед. академія М-ва охорони здоров'я України

Матеріал надійшов до редакції 1.04.2002