

ДІЯ РІЗНИХ ДОЗ РЕНТГЕНІВСЬКОГО ВИПРОМІНЕННЯ НА ВМІСТ ПРОДУКТІВ ПЕРОКСИДНОГО ОКИСНЕННЯ ЛІПІДІВ У ПЕЧІНЦІ ЩУРІВ

Я. Г. Іванушко¹, Ю. П. Гриневич²

¹Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, Чернівці

²Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ

Вивчали вплив 30-добового фракціонованого рентгенівського опромінення за сумарних доз 0,3, 0,6, 0,9 та 1,2 Гр на пероксидне окиснення ліпідів (ПОЛ) печінки щурів. Виявлено зниження вмісту продуктів ПОЛ – малонового діальдегіду і дієнових кон'югатів – через добу по закінченні курсу опромінення за сумарних доз 0,3, 0,9 та 1,2 Гр і підвищення за дози 0,6 Гр. Через 30 днів їх вміст наближався до контрольних значень.

Ключові слова: рентгенівське випромінювання, печінка, дієнові кон'югати, малоновий діальдегід.

Проблема впливу радіації малої інтенсивності набула особливої гостроти після аварії на ЧАЕС, коли значна кількість людей і тварин зазнала радіаційного впливу.

Дія іонізуючої радіації переважно ініціюється проміжними продуктами радіолізу внутрішньоклітинної води і зміною утворення внаслідок цих процесів біорадикалів [1]. За таких умов змінюється рівень ліпідних перекисів, що є показниками цілісності мембран, зміни структури яких визначають функціональні наслідки впливу радіації на організм. Активність окисних реакцій за нормальних умов регулюється збалансованим функціонуванням антиоксидантної системи (АОС), до складу якої входить неферментативна (аскорбінова кислота, токоферол, ретинол, убіхінон, каротиноїди) і ферментативна (супероксиддисмутаза (СОД), каталаза, церулоплазмін, глутатіонпероксидаза та ряд інших ферментів) [2]. Нині накопичено значний експериментальний матеріал із вивчення впливу радіації в сублетальних і летальних дозах на баланс системи "ПОЛ – АОС". Проте недостатньо уваги приділено вивченню змін у цій системі за дії тривалого фракціонованого опромінення в динаміці після його закінчення.

На рівень активності та характер перебігу ПОЛ в організмі може впливати печінка завдяки її участі в депонуванні, синтезі та перерозподілі ендогенних антиоксидантів та участі в детоксикації продуктів ПОЛ. Разом з цим дані літератури про вплив іонізуючої радіації за дії малих доз при фракціонованому опроміненні на стан ПОЛ у печінці є суперечливими [2].

Мета роботи: вивчити особливості впливу фракціонованого рентгенівського опромінення за різних доз на динаміку перебігу ПОЛ у печінці в різні терміни після його дії.

Матеріали та методи

Дослідження проводили на 126 білих нелінійних щурах-самцях масою 120 - 150 г, яких утри-

мували на звичайному харчовому раціоні віварию. Фракціоноване тотальне рентгенівське опромінення здійснювали впродовж 30 днів з інтервалом 24 год на рентгенівський діагностичний установці 12 Пб. Потужність дози 0,258 мКл/с, напруга 90 кВ, сила струму 40 мА, алюмінієвий фільтр, шкірно-фокусна відстань 48 см. Сумарні дози 0,3 Гр (щоденна доза 0,258 мКл · кг⁻¹) (група 1), 0,6 Гр (щоденна доза 0,516 мКл · кг⁻¹) (група 2), 0,9 Гр (щоденна доза 0,774 мКл · кг⁻¹) (група 3) та 1,2 Гр (щоденна доза 1,032 мКл · кг⁻¹) (група 4) відповідно. Декапітація щурів проводилась через 1, 10, 20 і 30 днів по закінченні курсу опромінення. Стан ПОЛ оцінювали за вмістом в гомогенаті печінки його первинних – дієнові кон'югати (ДК) [3] та вторинних – малоновий діальдегід (МДА) [4] продуктів. Результати досліджень обробляли за критерієм Стьюдента [5].

Результати досліджень та їх обговорення

ДК є продуктами окисної деструкції поліненасичених жирних кислот.

30-тидобове фракціоноване опромінення тварин рентгенівськими променями за сумарних доз 0,3 Гр (група 1), 0,6 Гр (група 2), 0,9 Гр (група 3) та 1,2 Гр (група 4) на 1-шу добу викликало однаковий зміни вмісту ДК (рис. 1) у групах 2, 3 та 4 тварин, тоді як у групі 2 спостерігалось недостовірне його збільшення. В подальшому відбувалось монотонне збільшення вмісту ДК з досягненням максимальних значень на 30-ту добу після опромінення: 125, 116, 124 і 105 % у групах 1, 2, 3 та 4-й відповідно. У тварин групи 2 спостерігалися зменшення вмісту ДК на 10-ту добу.

Із усіх продуктів ліпідної пероксидації найтоксичнішою речовиною, що виявляє ушкоджуючу дію на клітинні мембрани є МДА, якому властива здатність ковалентно зв'язувати як ліпіди, так і білки клітинних мембран з утворенням зшивок, що у свою чергу зменшує їх проникність. Подібний характер змін у вмісті вторинних продуктів ПОЛ - МДА в печінці спостерігалися у тварин

дослідних груп 1, 3 та 4 (рис. 2) з різними відхиленнями від значень контролю. По закінченні

опромінення вміст МДА знижувався на 29, 40 і 44 % відповідно.

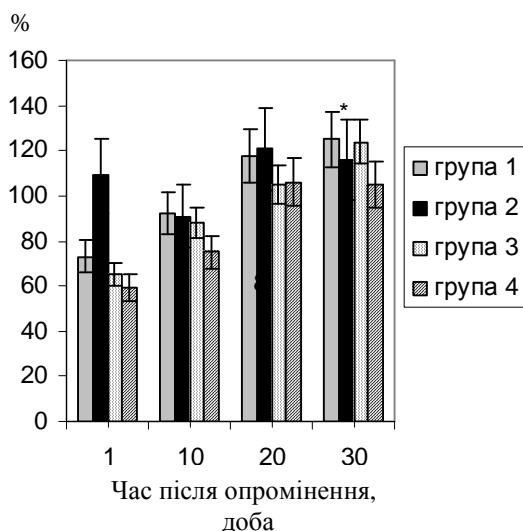


Рис. 1. Динаміка вмісту ДК у печінці по закінченні 30-добового курсу фракціонованого рентгенівського опромінення щурів у різних сумарних дозах (% від контролю); * - вірогідна різниця відносно контролю ($p < 0,05$).

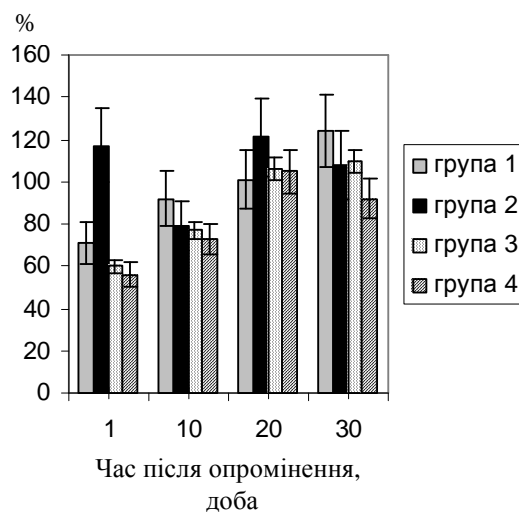


Рис. 2. Динаміка вмісту МДА в печінці по закінченні 30-добового курсу фракціонованого рентгенівського опромінення щурів у різних сумарних дозах (% від контролю).

Через 10 діб вміст МДА залишався нижчим від контрольних показників у групах 1, 3 та 4 і максимальних значень досягав у дослідних групах 1 та 3 через 30 діб (124 і 113 % відповідно). Зміни вмісту МДА в печінці в групі 2 мали фазний характер: зростання по закінченні курсу опромінення (1-ша доба), зниження через 10 діб (79 %) із наступним збільшенням на 20-ту добу. Через 30 діб вміст МДА в печінці в групі 2 наближався до контрольних показників (див. рис. 2).

Зменшення вмісту продуктів ПОЛ виявляється в печінці тварин, які проживають на забрудненій території [6], та в людей і тварин за тривалої дії іонізуючої радіації [7, 8]. «Природні розчинники» – вода і ліпіди – поглинають більше 80 % енергії іонізуючої радіації. У зв'язку з тим, що в процесах ПОЛ головним чином беруть участь ненасичені жирні кислоти, зменшення вмісту ДК і МДА може бути пов'язане зі зменшенням резервів ненасичених жирних кислот та зміною їх кількісних показників та якісних властивостей унаслідок постійної ініціації ПОЛ [8].

Зменшення інтенсивності ПОЛ може зумовлюватися також порушеннями у функціонуванні компонентів антиоксидантної системи та гіперсекрецією катехоламінів і глюкокортикоїдів, що мають антиоксидантні властивості [8].

За вільнорадикального окиснення відбувається переміщення подвійних зв'язків у переважній кількості полієнових ацилів [9]. Разом з тим процес пероксидного окиснення з утворенням гідро-

пероксидів може перебігати й без зміни локалізації подвійних зв'язків. Типовий приклад такого поєднання – приєднання синглетного кисню до олефінів. Таким чином, пероксидне окиснення може відбуватись і без зміни вмісту ДК [9].

Біохімічні реакції на дію іонізуючого випромінювання можуть не тільки передувати морфологічним змінам в органах і тканинах, але й бути їх наслідком. Знання морфофункціонального стану печінки дає надійні орієнтири при оцінці ступеня розвитку тієї чи іншої патології організму в цілому за дії різних ксенобіотиків, зокрема й іонізуючого випромінювання. Так, у ранній період (1-ша доба) після тривалого фракціонованого рентгенівського опромінення у використаних дозах спостерігається низка змін морфологічного стану печінки неспецифічного характеру, що характеризувались дистрофічними процесами [10], характер яких зберігався до закінчення експерименту. Належить зазначити, що в механізми розвитку функціональних порушень, пов'язаних із зміною перебігу оксидативних реакцій, залучаються також процеси окисної модифікації білків [11].

Дослідження динаміки післярадіаційних процесів перебігу ПОЛ показує, що вплив тривалого рентгенівського опромінення в малих дозах на вміст продуктів ПОЛ має зворотний характер практично для всіх використаних доз опромінення (на 30-ту добу вміст МДА і ДК досягав величин, близьких до контрольних значень).

Вплив іонізуючого випромінювання на живі організми пов'язаний також із тривалим перебігом

післярадіаційних реакцій організму, що спрямовані на усунення структурно-функціональних ушкоджень у молекулах та клітинних структурах, що викликані первинними радіаційними фізико-хімічними реакціями. Ефективність процесів відновлення ушкоджених біоструктур залежить не тільки від поглинутої дози та її потужності, але й значною мірою від здатності окисного гомеостазу організму до репаративних процесів.

Очевидно, усунення функціонально-структурних порушень, зумовлених тривалим впливом іонізуючого рентгенівського опромінення в органах та тканинах, і процеси відновлення здійснюються у декілька етапів. Крім того, для відновлення нормального перебігу окисного гомеостазу печінки необхідний досить тривалий час (30 діб), за який можуть виникати вторинні метаболічні порушення, що вноситимуть дисбаланс в "інтегративну" діяльність печінки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Бяков В.М., Степанов С.В.* О механизме первичного радиобиологического действия // Радиационная биология. Радиоэкология. - 1997. - Т. 37, вып. 4. - С. 469 - 474.
2. *Барабой В.А., Сутковой Д.А.* Окислительно-антиоксидантный гомеостаз в норме и патологии / Под ред. Ю. А. Зозули. - К.: Наук. думка, 1997. - 420 с.
3. *Магальяс В.М., Михеев А.О., Роговий Ю.С. та ін.* Сучасні методики експериментальних та клінічних досліджень центральної науково-дослідної лабораторії Буковинської державної медичної академії. - Чернівці, 2001. - 42 с.
4. *Стальная И.Д., Гавришвили Т.Г.* Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты // Современные методы в биохимии / Под ред. В. Н. Ореховича. - М.: Медицина, 1977. - С. 66 - 68.
5. *Стентон Гланц.* Медико-биологическая статистика. - М.: Практика, 1999. - 459 с.
6. *Расина Л.Н., Орехова Н.А.* Показатели перекисного окисления липидов и систем его регуляции в тканях *Ellobius Talpinus* PALL, обитающих на территории Восточно-Уральского реактивного следа // Рад. биология. Радиоэкология. - 2003. - Т. 43, № 2. - С. 206 - 209.
7. *Хижняк С.В., Бездробная Л.К., Вечеря О.В. и др.* Влияние хронического γ -облучения на состояние липидов мембран // Тез. докл. Междунар. конф. «Биологические эффекты малых доз ионизирующей радиации и радиоактивное загрязнение среды». - Сыктывкар, 2001. - С. 248 - 249.
8. *Чаяло П.П., Чоботко Г.М., Гришко Г.М.* Метаболічні наслідки аварії на Чорнобильській АЕС. - К.: ДП «Чорнобильінтерінформ», 2001. - 152 с.
9. *Каган В.Е., Орлов О.Н., Прилипко Л.Л.* Проблема анализа эндогенных продуктов ПОЛ // Итоги науки и техники ВИНТИ. - 1986. - Т. 18. - 134 с.
10. *Иванушко Я.Г.* Вплив малих доз радіації та лазерного опромінення на стан печінки // Вісник морфології. - 2000. - Т. 6, № 2. - С. 217 - 218.
11. *Иванушко Я.Г., Гриневиц Ю.П., Чоботко Г.М.* Окиснювальна модифікація білків печінки шурів за дії рентгенівського випромінювання // Зб. наук. праць Ін-ту ядерних досл. - 2005. - № 3(16). - С. 144 - 148.

ДЕЙСТВИЕ РАЗНЫХ ДОЗ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В ПЕЧЕНИ КРЫС

Я. Г. Иванушко, Ю. П. Гриневиц

Исследовали влияние 30-дневного фракционированного рентгеновского облучения в суммарных дозах 0,3, 0,6, 0,9 и 1,2 Гр на перекисное окисление липидов (ПОЛ) печени крыс. Выявлено снижение содержания продуктов ПОЛ – малонового диальдегида и диеновых конъюгатов – через сутки по окончании курса облучения в суммарных дозах 0,3, 0,9, 1,2 Гр и увеличение при дозе 0,6 Гр. Через 30 сут их содержание приближается к контрольным значениям.

Ключевые слова: рентгеновское облучение, печень, диеновые конъюгаты, малоновый диальдегид.

IMPACT OF VARIOUS DOSES OF X-RAY RADIATION ON THE CONTENT OF PRODUCT OF LIPID PEROXIDATION ON THE RATS LIVER

Ya. G. Ivanushko, Yu. P. Grinevich

Impact of 30-day fractional x-ray irradiation in total doses of 0,3, 0,6, 0,9 and 1,2 Gy on lipid peroxidation (LPO) of the rat liver has been studied. Decrease of the content of LPO products – malonic dialdehyde and diene conjugates – had been revealed after one day by the end of treatment course in total doses 0,3, 0,9, 1,2Gy and increase of dose 0,6 Gy. In 30 circadian periods their content approximated to the control values.

Keywords: x-ray irradiation, liver, diene conjugates, malonic dialdehyde.

Надійшла до редакції 20.01.09,
після доопрацювання - 26.06.09.