

© 2011 Н. П. Атаманюк, Л. П. Дерев'янюк, В. В. Талько,
Н. В. Діденко, Н. К. Родіонова, Н. О. Фролова, С. С. Михайлова

Державна установа «Науковий центр радіаційної медицини НАМН України», Київ

РАДІАЦІЙНО-ІНДУКОВАНІ ЗМІНИ ПЕРЕКИСНИХ ПРОЦЕСІВ У КРОВІ САМОК ЩУРІВ ЗА РІЗНИХ ДОЗ І ТИПІВ ОПРОМІНЕННЯ

Досліджували вплив одноразового тотального опромінення та локального опромінення голови самок щурів у дозах 2,0 і 6,0 Гр на процеси перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) за концентрацією в крові малонового діальдегіду (МДА), активностей каталази і супероксиддисмутази (СОД) у динаміці (7, 14, 30, 90 діб після опромінення). Опромінення проводили на рентгенівському апараті "РУМ-17" (Росія), потужність експозиційної дози $2,09 \cdot 10^{-4}$ Кл/(кг · с). За умов тотального опромінення та локального опромінення голови відзначалися односпрямовані зміни показників, які характеризують стан прооксидантно-антиоксидантної рівноваги: збільшення концентрації МДА в сироватці крові щурів, зниження активностей каталази, СОД. Ступінь цих змін залежав від типу опромінення (тотальне, локальне), дози та терміну спостереження. Після локального опромінення голови зміни активностей ферментів антиоксидантного захисту були менш вираженими, ніж при тотальному опроміненні.

Ключові слова: самки щурів, іонізуюче випромінювання, малоновий діальдегід, каталаза, супероксиддисмутаза.

Дію радіації поєднує з іншими стресорними впливами здатність викликати активацію вільнорадикального окислення в опроміненому організмі та порушення прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу. Продуктами вільнорадикального окислення є активні форми кисню (АФК), що викликають мобілізацію антиоксидантних резервів організму, його фізіологічної антиоксидантної системи (АОС). АОС здійснює контроль за активними метаболітами кисню, вільними радикалами, продуктами ліпопероксидації, регулює збалансованість прооксидантно-антиоксидантної рівноваги, а також забезпечує активацію фізіологічних і біохімічних механізмів, що попереджують зростання надмірної продукції АФК незалежно від того, чим воно викликане [1 - 3]. Стан про- та антиоксидантної систем є одним з основних індикаторів впливу іонізуючого випромінювання на організм. Зміни вмісту продуктів ПОЛ та активності ферментів АОС вивчалися в багатьох експериментальних і клінічних дослідженнях в умовах тотального опромінення організму в різних дозах [4, 5]. Є поодинокі дані щодо змін ПОЛ в умовах локального опромінення, зокрема локального опромінення голови [6]. У той же час є необхідність вивчення й оцінки реакції організму на локальне опромінення структур головного мозку, які впливають на функції жіночої статеві системи. Регуляція та координація різних функцій жіночої статеві системи здійснюється так званою «жіночою репродуктивною віссю», яка включає гіпоталамус, гіпофіз, яєчники й матку. Якщо в полі опромінення перебувають структури гіпоталамо-гіпофізарної системи, відбуваються зміни в продукції статевих гормонів, що призводить до змін у статевій функції, метаболізмі, процесах ПОЛ [7]. Це важ-

ливо враховувати в клінічній практиці при радіотерапії пухлин головного мозку у жінок дітородного віку.

Мета роботи – оцінити в динаміці стан ПОЛ та ферментів АОС в організмі самок щурів після одноразового тотального опромінення та локального опромінення голови в дозах 2,0 і 6,0 Гр за показниками концентрації в крові МДА, активності каталази і СОД.

Матеріал і методи дослідження

Об'єктом дослідження були статевозрілі самки білих безпородних лабораторних щурів масою 150 - 170 г, яких утримували у віварії на стандартному раціоні. Досліди проведено на тваринах п'яти груп: 1 – контроль (інтактні тварини); 2 – одноразове тотальне опромінення в дозі 2,0 Гр; 3 – одноразове тотальне опромінення в дозі 6,0 Гр; 4 – одноразове локальне опромінення голови в дозі 2,0 Гр; 5 – одноразове локальне опромінення голови в дозі 6,0 Гр. В експерименті використано 240 самок щурів.

Тотальне опромінення та локальне опромінення голови здійснювали на рентгенівському апараті "РУМ-17" (Росія) (напруга 200 кВ, сила струму 10 мА, відстань 40 см, фільтри 0,5 мм Cu + 1,0 мм Al, потужність експозиційної дози $2,09 \cdot 10^{-4}$ Кл/(кг · с). Для локального опромінення голови тварин фіксували в камерах Когана, тулуб екранували свинцевими пластинами. Через 7, 14, 30 та 90 діб після опромінення щурів забивали методом декапітації гільйотиною і забирали кров для дослідження показників про- та антиоксидантної систем. Концентрацію МДА в сироватці крові щурів визначали за методом [8], активність каталази ви-

значали в сироватці крові за методом [9]. Активність СОД визначали в еритроцитах крові за методом [10]. Експериментальні дані обробляли загальноприйнятими методами варіаційної статистики за допомогою пакета прикладних програм Statistica 5,0 (Microsoft Office Excel, 2002) з використанням t-критерію Стьюдента.

Результати досліджень та їхнє обговорення

Малоновий діальдегід є одним з найбільш токсичних вторинних продуктів ПОЛ, що утворюється внаслідок розриву подвійних зв'язків у вуглецевому ланцюгу. Він визначається в реакції з 2-тіобарбітуровою кислотою (ТБК-активний продукт) [1].

Каталаза та СОД – ферменти антиоксидантної системи, що належать до системи внутрішньоклітинного захисту організму від пошкоджуючої дії АФК та продуктів ПОЛ. Гемовмісний фермент каталаза нейтралізує в клітинах перекис водню, який є агресивним до біологічних структур клітин. СОД здійснює інактивацію радикалів кисню, що виникають унаслідок опромінення організму, а також у перебігу біологічних реакцій із перенесенням електронів. Оскільки в результаті реакції дисмутації також утворюється перексид водню, СОД функціонує, зазвичай, в поєднанні з каталазою [9, 10].

Результати визначення концентрації вторинного продукту ПОЛ – МДА – в сироватці крові після одноразового тотального опромінення самок щурів в дозах 2,0 та 6,0 Гр в динаміці, а також після опромінення голови в аналогічних дозах наведено в табл. 1. З таблиці видно, що опромінення в різних дозах і за різних умов призводить до накопичення в організмі МДА. Після

тотального опромінення тварин у дозі 2,0 Гр протягом 30 діб відзначали статистично достовірне підвищення концентрації МДА в сироватці крові відносно даних контрольної групи. У подальшому (на 90-ту добу) спостерігали нормалізацію цього показника. Після локального опромінення голови в дозі 2,0 Гр спостерігалось достовірне підвищення концентрації МДА в сироватці крові самок щурів порівняно з контролем через 7 і 14 діб після опромінення. Після тотального опромінення тварин у дозі 6,0 Гр підвищення концентрації МДА в сироватці крові відбувалося протягом усього терміну спостереження, а після локального опромінення голови в дозі 6,0 Гр – через 7, 14, 30 діб. Слід зазначити, що за умов локального опромінення зміни концентрації МДА були менш вираженими порівняно з тотальним опроміненням. Накопичення МДА достовірно зростало зі збільшенням доз тотального опромінення в усі терміни спостереження, а при локальному опроміненні – на 14-ту і 30-ту доби. При опроміненні голови самок щурів у дозі 2,0 Гр спостерігалось відновлення концентрації МДА до контрольних значень на 30-ту добу спостережень, а при локальному опроміненні в дозі 6,0 Гр – лише на 90-ту добу.

Таким чином, у даних умовах експерименту як тотальне опромінення самок щурів, так і локальне опромінення голови викликало збільшення концентрації одного з найбільш токсичних вторинних продуктів ПОЛ – МДА. При обох типах опромінення простежувалась дозова залежність змін концентрації МДА в сироватці крові самок щурів. Відновлення показника до контрольних значень відбувалося швидше в умовах локального опромінення голови.

Таблиця 1. Концентрація МДА (нмоль/мл) у сироватці крові самок щурів у динаміці після одноразового тотального опромінення та опромінення голови в різних дозах, (M ± m)

Група тварин	Термін після опромінення			
	7 діб	14 діб	30 діб	90 діб
Біологічний контроль	1,44 ± 0,04 (n = 20)	1,38 ± 0,04 (n = 20)	1,35 ± 0,06 (n = 20)	1,47 ± 0,05 (n = 20)
Одноразове тотальне опромінення в дозі 2,0 Гр	1,89 ± 0,11 * (n = 10)	2,07 ± 0,15 * (n = 10)	1,76 ± 0,14* (n = 10)	1,56 ± 0,23 (n = 10)
Одноразове тотальне опромінення в дозі 6,0 Гр	2,24 ± 0,14 * ** (n = 10)	3,51 ± 0,18 * ** (n = 10)	4,27 ± 0,25 * ** (n = 10)	4,16 ± 0,23 * ** (n = 10)
Одноразове опромінення голови в дозі 2,0 Гр	1,89 ± 0,06 * (n = 10)	1,92 ± 0,08* (n = 10)	1,52 ± 0,06 (n = 10)	1,44 ± 0,09 (n = 10)
Одноразове опромінення голови в дозі 6,0 Гр	1,96 ± 0,10 * (n = 10)	2,12 ± 0,11 * ** (n = 10)	1,86 ± 0,12* ** (n = 10)	1,71 ± 0,14 (n = 10)

* Статистично достовірні зміни (p < 0,05) відносно показників тварин контрольної групи.

** Статистично достовірні зміни (p < 0,05) відносно показників тварин, одноразово тотально опромінених у дозі 2,0 Гр.

*** Статистично достовірні зміни (p < 0,05) відносно показників тварин, голови яких опромінені в дозі 2,0 Гр.

Результати визначення активності каталази в сироватці крові щурів у динаміці після одноразового тотального опромінення самок щурів, а та-

кож опромінення голови в дозах 2,0 і 6,0 Гр наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Активність каталази (О/л) у сироватці крові самок щурів у динаміці після одноразового тотального опромінення та опромінення голови в різних дозах, (М ± m)

Група тварин	Термін після опромінення			
	7 діб	14 діб	30 діб	90 діб
Біологічний контроль	16,3 ± 1,3 (n = 20)	16,8 ± 1,1 (n = 20)	16,8 ± 1,3 (n = 20)	14,5 ± 1,5 (n = 20)
Одноразове тотальне опромінення в дозі 2,0 Гр	11,3 ± 1,4* (n = 10)	12,4 ± 1,7* (n = 10)	13,1 ± 1,2* (n = 10)	15,5 ± 1,7 (n = 10)
Одноразове тотальне опромінення в дозі 6,0 Гр	10,4 ± 1,4* (n = 10)	11,2 ± 1,3* (n = 10)	9,3 ± 1,5* (n = 10)	8,0 ± 1,2* (n = 10)
Одноразове опромінення голови в дозі 2,0 Гр	13,1 ± 1,6 (n = 10)	13,9 ± 1,7 (n = 10)	14,1 ± 1,8 (n = 10)	14,8 ± 1,9 (n = 10)
Одноразове опромінення голови в дозі 6,0 Гр	11,0 ± 1,5* (n = 10)	12,3 ± 1,9 (n = 10)	12,9 ± 1,5 (n = 10)	14,6 ± 1,8 (n = 10)

* Статистично достовірні зміни ($p < 0,05$) відносно показників тварин контрольної групи.

Після тотального опромінення тварин у дозі 2,0 Гр відзначалось достовірне зменшення активності каталази в сироватці крові в терміни спостереження 7 - 30 діб. Після опромінення голови самок щурів у дозі 2,0 Гр спостерігалася лише тенденція до зниження активності каталази порівняно з контролем. При тотальному опроміненні самок щурів у дозі 6,0 Гр спостерігали статистично достовірне відносно контролю зменшення активності каталази в сироватці крові протягом усього періоду спостереження (7 - 90 діб), у той час як після опромінення голови тварин у дозі 6,0 Гр достовірне зниження показника відзначалося лише через 7 діб. У решті термінів спостереження активність каталази зростала й досто-

вірно не відрізнялася від контролю.

Дослідження активності СОД в еритроцитах крові самок щурів (табл. 3), тотально опроміненних у дозі 2,0 Гр, показало достовірне зменшення цього показника відносно контролю на 7-му і 14-ту доби. Локальне опромінення голови самок щурів у дозі 2,0 Гр не викликало суттєвих змін активності СОД. Після тотального опромінення тварин у дозі 6,0 Гр відзначалось статистично достовірне зменшення активності СОД в еритроцитах крові впродовж усього терміну спостереження (7 - 90 діб). Збільшення дози локального опромінення до 6,0 Гр призвело до достовірного зниження активності СОД на 7-му і 14-ту доби спостереження.

Таблиця 3. Активність СОД (ум. од./мг Нв) в еритроцитах крові самок щурів у динаміці після одноразового тотального опромінення в різних дозах, (М ± m)

Група тварин	Термін після опромінення			
	7 діб	14 діб	30 діб	90 діб
Біологічний контроль	3,77 ± 0,35 (n = 20)	4,07 ± 0,32 (n = 20)	3,71 ± 0,41 (n = 20)	3,79 ± 0,37 (n = 20)
Одноразове тотальне опромінення в дозі 2,0 Гр	2,45 ± 0,28* (n = 10)	2,6 ± 0,24* (n = 10)	2,55 ± 0,4 (n = 10)	2,67 ± 0,44 (n = 10)
Одноразове тотальне опромінення в дозі 6,0 Гр	2,14 ± 0,34* (n = 10)	1,85 ± 0,39* (n = 10)	1,67 ± 0,34* (n = 10)	1,62 ± 0,43* (n = 10)
Одноразове опромінення голови в дозі 2,0 Гр	3,30 ± 0,37 (n = 10)	3,69 ± 0,41 (n = 10)	3,94 ± 0,44 (n = 10)	3,45 ± 0,44 (n = 10)
Одноразове опромінення голови в дозі 6,0 Гр	2,81 ± 0,38* (n = 10)	3,04 ± 0,35* (n = 10)	3,18 ± 0,40 (n = 10)	3,21 ± 0,37 (n = 10)

* Статистично достовірні зміни ($p < 0,05$) відносно контрольної групи тварин.

Отже, дослідження активності каталази в сироватці та СОД в еритроцитах крові самок щурів після одноразового тотального опромінення та одноразового опромінення голови в дозах 2,0 і 6,0 Гр показало достовірне зменшення їхньої активності, яка залежала від дози й терміну після опромінення.

З літературних джерел відомо, що внаслідок впливу іонізуючого випромінювання в організмі активуються процеси вільнорадикального окислення, у першу чергу процеси перекисного окислення ліпідів, а також вичерпуються антиоксидантні резерви організму, які витрачаються на нейтралізацію активних продуктів (АФК) [1 - 3]. Перебіг розгалужених ланцюгових реакцій за дії різноманітних ксенобіотиків, зокрема і радіації, призводить до утворення нових продуктів окислення ліпідів: пероксидів, епоксидів, альдегідів, кетонів, ненасичених жирних кислот, які в надлишкових концентраціях здійснюють токсичний ефект. За таких умов відбувається переважання окисних процесів над процесами їхньої нейтралізації ферментами АОС, що і призводить до накопичення агресивних вторинних продуктів ПОЛ [1]. Саме такі зміни й спостерігалися в наших дослідах як в умовах тотального опромінення, так і локального опромінення голови самок щурів. Глибина цих змін і відновлення показників до контрольних значень залежали від типу, дози і терміну після опромінення. Більш глибокі зміни показників про- та антиоксидантної систем, що вивчалися в даному експерименті, спостерігалися після одноразового тотального опромінення самок щурів порівняно з одноразовим опроміненням голови в рівновеликих дозах. Так, концентрація МДА в сироватці крові щурів після тотального опромінення в дозі 2,0 Гр була вища, ніж у контролі: через 7 діб – на 31 %, через 14 діб – на 50 %, через 30 діб – на 30 % і через 90 діб практично поверталась до нормальних показників (рис. 1, а). Після локального опромінення голови в аналогічній дозі концентрація МДА через 7, 14 діб перевищувала показники норми на (31 - 39) %, а через 30 - 90 діб становила (112 - 98) % від норми (рис. 1, б), тобто поверталася до контрольних значень. При обох типах опромінення зміни в показниках погіршувалися зі збільшенням дози. Після тотального опромінення в дозі 6,0 Гр концентрація МДА була значно вища, ніж у контролі: через 7 діб - на 55 %, через 14 діб - на 154 %, через 30 діб - на 216 % і через 90 діб - на 182 %, тобто в кінці терміну спостереження так і не поверталась до нормальних показників (рис. 2, а). Після локального опромінення голови

в дозі 6,0 Гр концентрація МДА через 7 - 30 діб перевищувала показники норми на (36 - 54) %, а через 90 діб становила 116 % від норми (рис. 2, б). Тобто відновлення показників МДА наступало в різні терміни спостереження і також залежало від дози та типу опромінення: швидше відновлювались показники у випадку одноразового опромінення голови в дозі 2,0 Гр, порівнюючи з одноразовим тотальним опроміненням в аналогічній дозі. Аналогічні за характером відхилення рівня ТБК-активних продуктів в умовах тотального та локального опромінення голови в дозі 2,0 Гр відображені в окремих публікаціях вітчизняних авторів [6]. У наших дослідженнях спад активності ферментів системи антиоксидантного захисту, як і інтенсифікація перекисного окислення ліпідів, був також більше виражений після тотального опромінення, ніж в умовах локального опромінення голови. Тобто в обох типах опромінення зміни показників були однаковими, проте відрізнялися за інтенсивністю. З нашої точки зору, в умовах локального опромінення голови система антиоксидантного захисту була менш пошкодженою, ніж при тотальному опроміненні, тому антиоксидантну функцію могли виконувати сполуки, що утворюються в неопромінені тканинах і виконують роль антиліпопероксидантів (стероїдні статеві гормони, токофероли тощо). Послаблення функціональної активності ферментів антиоксидантного захисту в крові в динаміці після опромінення відзначалося в експериментальних [3, 11] і клінічних [5] дослідженнях вітчизняних та зарубіжних авторів.

Таким чином, аналізуючи отримані результати, можна зробити висновок, що в умовах експерименту найбільш суттєві зміни показників прооксидантно-антиоксидантної систем спостерігалися в умовах тотального опромінення тварин у дозі 6,0 Гр. При цьому відбувалася активація процесів ПОЛ з накопиченням продуктів ліпопероксидації і збільшенням їхньої концентрації протягом всього терміну спостереження (90 діб) та пригнічення антиоксидантної системи захисту зі зниженням активності її ферментів. Проте і після одноразового локального опромінення голови самок щурів у цій же дозі також спостерігалися суттєві зміни показників, що впливають на стан прооксидантно-антиоксидантної рівноваги. Не дивлячись на те, що вони були менш вираженими, а їхнє відновлення відбувалося в більш ранні терміни, необхідно враховувати ці зміни при опроміненні голови жінок дітородного віку.

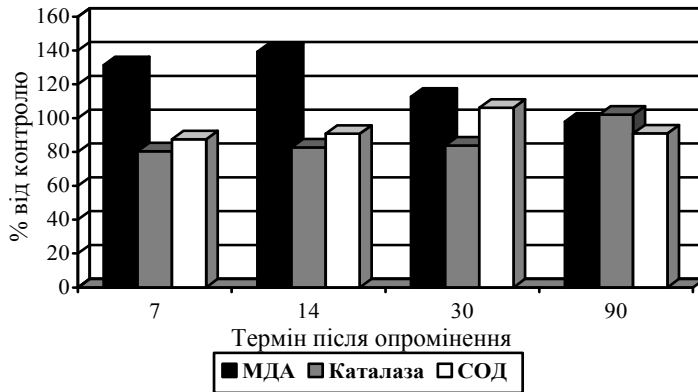
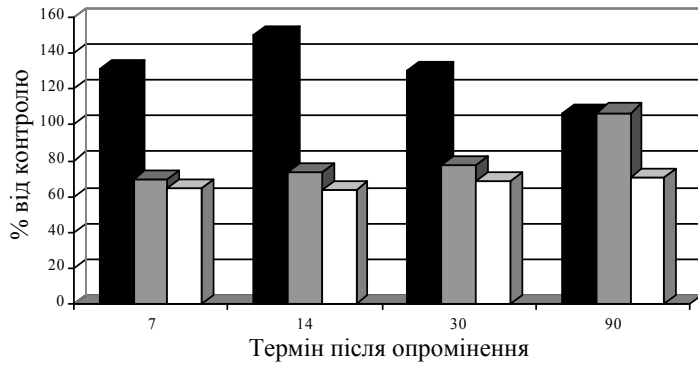


Рис. 1. Зміни показників прооксидантної та антиоксидантної систем у крові самок щурів у динаміці після одноразового тотального опромінення (а) та локального опромінення голови (б) у дозі 2,0 Гр (показники тварин контрольної групи прийнято за 100 %).

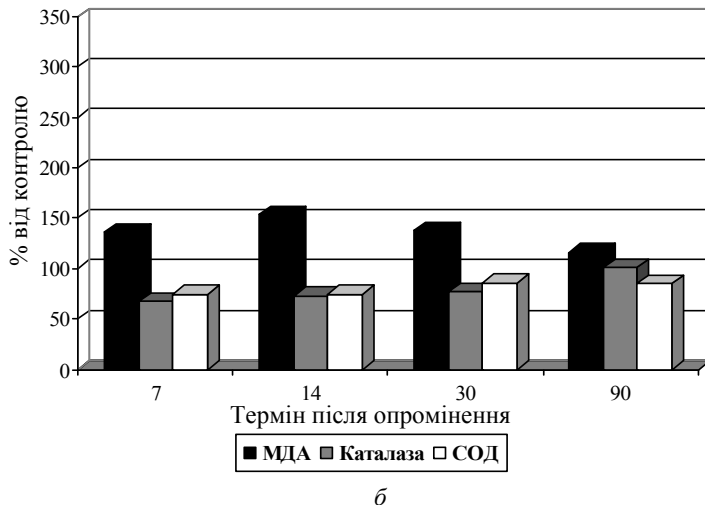
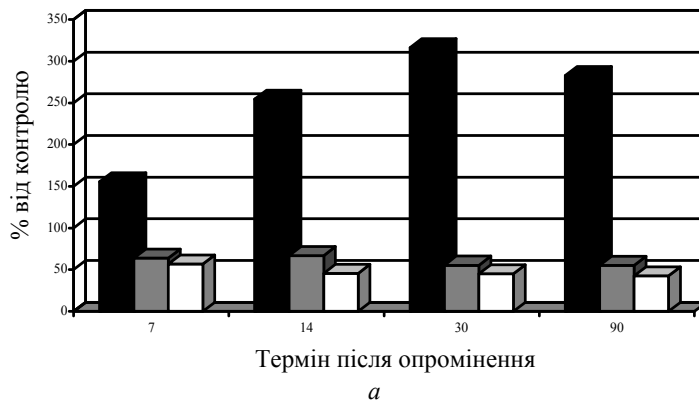


Рис. 2. Зміни показників прооксидантної та антиоксидантної систем у крові самок щурів у динаміці після одноразового тотального опромінення (а) та локального опромінення голови (б) у дозі 6,0 Гр (показники тварин контрольної групи прийнято за 100 %).

Висновки

1. Тотальне опромінення самок шурів та локальне опромінення голови в дозах 2,0 і 6,0 Гр викликає односпрямовані зміни показників, що характеризують стан про- та антиоксидантної рівноваги (збільшення концентрації МДА, зниження активностей каталази, СОД). Ступінь змін по-

казників залежить від типу опромінення (тотальне, локальне голови), дози та терміну спостереження.

2. Відновлення показників стану про- та антиоксидантної систем (МДА, каталази, СОД) відбувається в різні терміни спостереження і також залежить від дози та типу опромінення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Барабой В.А., Сутковой Д.А.* Окислительно-антиоксидантный гомеостаз в норме и патологии. Ч. 1 / Под ред. Ю. А. Зозули. - К.: Чернобыльинтеринформ, 1997. - 202 с.
2. *Антиоксидантна система, окисна модифікація білків і ліпідів в розвитку порушень життєдіяльності у віддаленому періоді після Чорнобильської аварії / Л. М. Овсяннікова, А. А. Чумак, О. М. Коваленко та ін. // Медичні наслідки аварії на Чорнобильській атомній електростанції / За ред. О. Ф. Возіанова, В. Г. Бебешка, Д. А. Базики. - К.: ДЦА, 2007. - С. 422 - 436.*
3. *Котеров А.Н., Сидорович Г.И.* Разнонаправленное изменение антиоксидантной активности в плазме (сыворотке) крови млекопитающих после воздействия радиации в большой и малой дозе // Радиационная биология. Радиозекология. - 2009. - Т. 49, № 6. - С. 671 - 680.
4. *Мирзоев Э.Б., Кобялко В.О.* Интенсивность свободнорадикального перекисного окисления липидов, активность аденилатциклазы и проницаемость плазматической мембраны для ионов Ca^{2+} в клетках периферической крови овец, облученных в малых дозах // Там же. - № 3. - С. 261 - 267.
5. *Стан перекисного окиснення ліпідів та антиоксидантного захисту в учасників ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи з хронічною ішемічною хворобою серця у віддалений період / Л. М. Овсяннікова, І. М. Хомазюк, О. М. Настіна, С. М. Альохіна // Український радіологічний журнал. - 2010. - Т. 18, № 4. - С. 432 - 438.*
6. *Сутковий Д.А.* Зміни прооксидантного та антиоксидантного гомеостазу в мозку та крові свавців при дії малих доз радіації // Хронічний вплив малих доз опромінення на нервову систему: Експериментальні дослідження та клінічні спостереження / За ред. Ю. П. Зозулі. - К., 1998. - С. 37 - 79.
7. *Toogood A.A.* Endocrine consequences of brain irradiation // Growth Horm. IGF Res. - 2004. - Vol. 14, Suppl A. - P. 118 - 124.
8. *Стальная И.Л., Гаришвили Т.Г.* Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты // Современные методы в биохимии. - М.: [б. и.], 1977. - С. 66 - 68.
9. *Метод определения каталазы / М. А. Королюк, Л. И. Иванова, И. Г. Майорова, В. Б. Токарев // Лабораторное дело. - 1988. - № 1. - С. 16 - 18.*
10. *Чевари С., Чаба И., Секей Й.* Роль супероксиддисмутазы в окислительных процессах клетки и метод определения ее в биологических материалах // Там же. - 1985. - № 11. - С. 678 - 681.
11. *Радіозахисні властивості природної мінеральної води з підвищеним вмістом заліза / О. Б. Ганжа, А. Ю. Моїсєєв, Н. К. Родіонова, М. О. Дружина // Наукові праці: Науково-методичний журнал. - Т. 102. Вип.89. Екологія. Спецвипуск. - Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2008. - С. 65 - 69.*

Н. П. Атаманюк, Л. П. Дерев'янку, В. В. Талько, Н. В. Диденко,
Н. К. Родионова, Н. А. Фролова, С. С. Михайлова

РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПЕРЕКИСНЫХ ПРОЦЕССОВ В КРОВИ САМОК КРЫС ПРИ РАЗНЫХ ДОЗАХ И ТИПАХ ОБЛУЧЕНИЯ

Исследовали влияние одноразового тотального облучения и локального облучения головы самок крыс в дозах 2,0 и 6,0 Гр на процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) по концентрации в крови малонового диальдегида (МДА), активностей каталазы и супероксиддисмутазы (СОД) в динамике (7, 14, 30, 90 сут после облучения). Облучение проводили на рентгеновском аппарате "РУМ-17" (Россия), мощность экспозиционной дозы $2,09 \cdot 10^{-4}$ Кл/(кг · с). В условиях тотального облучения и локального облучения головы отмечались однонаправленные изменения показателей, характеризующих состояние прооксидантно-антиоксидантного равновесия: увеличение концентрации МДА в сыворотке крови облученных крыс, снижение активностей каталазы, СОД. Степень изменения этих показателей зависела от типа облучения (тотальное, локальное), дозы и срока наблюдения. После локального облучения головы изменения активностей ферментов антиоксидантной защиты были менее выраженными, чем при тотальном облучении.

Ключевые слова: самки крыс, ионизирующее излучение, малоновый диальдегид, каталаза, супероксиддисмутаз.

N. P. Atamaniuk, L. P. Derevianko, V. V. Tal'ko, N. V. Didenko,
N. K. Rodionova, N. A. Frolova, S. S. Mikhaylova

**RADIOLOGICALLY-INDUCED CHANGES OF OXIDATIVE PROCESSES IN FEMALE RATS BLOOD
WITH THE USE OF DIFFERENT DOSES AND IRRADIATION TYPES**

Influence of single total body irradiation and local head irradiation of female rats in doses 2,0 and 6,0 Gy on malonic dialdehyde (MDA) concentration, on catalase and on superoxiddismutase (SOD) activities in blood was studied in dynamics (7, 14, 30, 90 days after irradiation). Irradiation was fulfilled on X-ray-installation «ПУМ-17» (Russia), the power of exposition dose $2,09 \cdot 10^{-4}$ C/(kg · sec). Indices changes, which characterize the state of prooxidantive-antioxidantive equilibrium were noted both in the total and local irradiation of the head. Increase of MDA concentration in the blood serum irradiated rats and decrease of catalase and of SOD activities were found. The degree of changes of these indices depends from the type of irradiation (total, local), from the dose and from the term of observation. Changes of antioxidative system fermentale activities were less expressed after single local irradiation of the head.

Keywords: female rats, ionizing radiation, malon dialdehyde, catalase, superoxiddismutase.

Надійшла до редакції 24.02.11,
після доопрацювання - 02.06.11.