

Л.П. Абрамова,
О.О. Бобильова,
Л.І. СИМОНОВА

Інститут медичної радіології
ім. С.П. Григор'єва
АМН України,
м. Харків,

Інститут екологієні
і токсикології ім. Л.І. Медведя
АМН України,
м. Київ

Стан про- та антиоксидантної ланок гомеостазу в ліквідаторів катастрофи на ЧАЕС у віддалений період

Long-term parameters of pro- and antioxidant hemostasis state in participants of Chernobyl accident clean-up

Цель работы: Изучение про- и антиоксидантных соотношений у ликвидаторов последствий катастрофы на ЧАЭС в отдаленный период (через 15 лет) с учетом усиления пероксидации и функционального напряжения стресс-лимитирующих антиоксидантных систем, являющихся важнейшими механизмами развития цереброваскулярной патологии.

Материалы и методы: Было обследовано 348 мужчин (36–55 лет), которые в возрасте 21–30 лет (1-я группа — 151 человек) и 31–40 лет (2-я группа — 197) принимали участие в ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС в 1986–1987 гг. Согласно документам, дозы внешнего облучения не превышали 250 мГр.

В плазме крови и в эритроцитах ликвидаторов изучали содержание продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ): диеновых конъюгатов и малонового диальдегида, а также активность в эритроцитах антиоксидантных (АО) ферментов: супероксиддисмутазы, каталазы и глутатионпероксидазы. Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета программ Statistica.

Результаты: В отдаленный период (через 15 лет) после катастрофы на ЧАЭС почти у половины (47 %) ликвидаторов последствий катастрофы (ЛПК) с сердечно-сосудистой патологией выявлены нарушения оксидантно-антиоксидантного гомеостаза, которые чаще наблюдались у более молодых ЛПК, что, в свою очередь, свидетельствовало о преждевременном старении их организма. У обследованных ликвидаторов определено несколько характерных типов течения перекисных процессов, что позволило разбить возрастные группы пациентов на определенные кластеры. В зависимости от характера реакций систем ПОЛ–АО защита в группе более молодых ЛПК определилось 3 кластера, а среди ликвидаторов старшего возраста — 2 кластера. Разнонаправленность нарушений свободнорадикальных процессов на фоне снижения активности АО систем, особенно при ослаблении иммунного надзора, повышает вероятность возникновения злокачественной трансформации клеток и может стать причиной развития в дальнейшем онкологических заболеваний.

Выводы: Существенный дисбаланс изучаемых систем, который проявлялся у ЛПК дезактивацией ферментного звена АО защиты на фоне изменения уровня показателей ПОЛ, свидетельствовал об истощении у этих больных адаптационных возможностей организма, что в дальнейшем может не только осложнять сердечно-сосудистую патологию, но и приводить к более значительным нарушениям, в частности развитию онкопатологии.

Ключевые слова: ликвидаторы последствий катастрофы на ЧАЭС, перекисное окисление липидов, диеновые конъюгаты, малоновый диальдегид, антиоксидантные системы, супероксиддисмутазы, каталаза, глутатионпероксидаза

Objective: To study pro- and antioxidant correlations in participants of Chernobyl accident clean-up 15 years after the accident with the account of increased peroxidation and functional tension of stress-limiting antioxidant systems, one of main mechanisms of cerebrovascular pathology development.

Material and Methods: The study involved 348 men aged 36–55 who at the age of 21–30 (group 1, 151 persons) and 31–40 (group 2, 197 persons) participated in Chernobyl accident clean-up in 1986–1987. The documented external exposure dose did not exceed 250 mGy.

The amount of lipid peroxidation (LP) products, i.e. diene conjugates, malonic dialdehyde, as well as activity of antioxidant (AO) enzymes, superoxide dismutase, catalase, and glutathione peroxidase, were studied in the blood plasma and erythrocytes.

Results: Fifteen years after the accident, disturbances of oxidant-peroxidant homeostasis were revealed in almost 47 % of the liquidators with cardiovascular pathology. The disturbances were more frequently observed in younger persons, which suggested pre-term aging of the organism. Several characteristic types of peroxide processes were revealed in the investigated individuals, this allowed distinguishing clusters of patients within each age group. Depending on the character of LP-AO system reactions, three clusters were distinguished in the group of younger liquidators and 2 in the group of older ones. Different tendencies to free-radical processes disturbances against a background of decreased activity of the AO systems, especially in weakened immunity, increase the probability of malignant cell transformation and may result in future development of oncological diseases.

Conclusion: Significant dysbalance of the studied systems observed in the liquidators as deactivation of AO enzyme link against a background of LP parameters changes suggests weakening of adaptation capabilities of the organism in these patients, which may not only complicate the existing cardiovascular pathology but also cause more considerable disturbances, tumor development in particular, in future.

Key words: participants of Chernobyl accident clean-up, lipid peroxidation, diene conjugates, malonic dialdehyde, antioxidant systems, superoxide dismutase, catalase, and glutathione peroxidase.

Розвиток віддалених наслідків дії іонізуючої радіації (ІР) в низьких дозах визначається комплексом послідовних змін біологічних циклів і перебудовою нормального мета-

болізму. При опроміненні низькими дозами системи ферментативної репарації певний час обмежують прояви радіаційних ефектів. Утім ця адаптивна відповідь, що проявляється дією

фізіологічних механізмів компенсації на вплив радіації в низьких дозах (3–250 мГр), не може тривати довго. Пролонгована дія стрес-агента або повторюваність навіть слабого стресу створюють умови постійного функціонального напруження стрес-лімітуючих систем з поступовим виснаженням їх захисної дії.

Після катастрофи на Чорнобильській АЕС у 1986 р. значні контингенти населення України зазнали впливу радіації в низьких дозах. У тих випадках, коли радіаційний фактор знижувався до мінімуму (вихід з активної зони), хронічний стрес підтримувався супутніми стрес-агентами: антропогенними (забруднення навколишнього середовища димом, викидами хемічних речовин, важкими металами, пестицидами та ін.), аліментарними (дефіцит вітамінів, антиоксидантів, мікроелементів), психоемоційними (погіршення здоров'я, втрата працездатності), соціально-побутовими (зміна місця та умов життя) [1, 2]. І хоча після катастрофи на ЧАЕС минуло вже багато часу, необхідність ретельного медичного обстеження осіб, які брали участь у ліквідації її наслідків, а також вивчення стану окремих ланок гомеостазу у цих хворих актуальні й нині.

Унаслідок постійного напруження компенсаторних регуляційних систем організму перманентний радіаційний або комбінований стрес із плином часу призводить до розвитку дезадаптаційного стану, що може стати основою виникнення соматичної патології, спочатку функціональних, а потім і органічних порушень.

Велику роль у механізмі розвитку наслідків хронічного радіаційного стресу приділяють тривалій активації перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ), контрольованому на клітинному рівні фізіологічними антиоксидантними (АО) системами, які забезпечують утримування процесів ПОЛ на оптимальному стаціонарному рівні [2]. В наших попередніх працях було показано підвищення активності ПОЛ в осіб чорнобильського контингенту вже у ранній період після перебування у тридцятикілометровій зоні [3, 4]. Тривалі спостереження ліквідаторів показали, що рівень підвищеної пероксидації через 5 років після катастрофи на ЧАЕС зберігався у 64 % обстежених, а через 10 років — у 51 %.

Радіаційно зумовлена індукція ПОЛ може бути основою широкого спектра порушень метаболізму, що призводить до виникнення та прискорення розвитку у ліквідаторів атеросклеротичних проявів і бластомогенного ефекту. У зв'язку з цим серед осіб чорнобильського контингенту спостерігається зростання серцево-судинної та цереброваскулярної патології, а також раннє старіння клітин та окремих систем організму, розвиток онкопатології, зменшення тривалості життя.

Розвиток серцево-судинної та іншої патології у зазначеної категорії хворих є наслідком не тільки зовнішнього та внутрішнього опромінювання, але й результатом постійного багаторічного комбінованого стресу, якого зазнавали ці особи навіть після припинення дії радіації. З огляду на те, що посилення пероксидації та функціональна напруга стрес-лімітуючих АО систем є одними з найважливіших механізмів розвитку цереброваскулярної патології, метою нашого дослідження було вивчення про- та антиоксидантних зв'язків у ліквідаторів наслідків катастрофи на ЧАЕС у віддалений період (через 12–15 років).

Методика дослідження

Було обстежено 348 чоловіків віком від 35 до 55 років, які брали участь у ліквідації наслідків катастрофи на ЧАЕС у 1986–1987 рр. і протягом 1987–2001 рр. проходили обстеження в клініці ІМР ім. С.П. Григор'єва АМН України. Задокументовані дози зовнішнього опромінення у них не перевищували 250 мГр. Провідною патологією була кардіоцеребральна (нейроциркуляторна дистонія, дисциркуляторна енцефалопатія, гіпертонічна хвороба, ішемічна хвороба серця).

Щоб з'ясувати характерні особливості стану ПОЛ у плазмі крові та в еритроцитах ліквідаторів наслідків катастрофи (ЛНК), вивчали вміст первинних (дієнові кон'югати — ДК) та вторинних (малоновий діальдегід — МДА) продуктів ПОЛ [5]. Повноцінність роботи АО ланки гомеостазу визначали за активністю важливих АО ферментів в еритроцитах: супероксиддисмутази (СОД) [6], каталази та глутатіонпероксидази (ГП) [7]. Зміни інтенсивності ПОЛ та активності АО ферментів в еритроцитах відбивають фізіологічний стан цих систем в інших клітинах організму.

За віком хворі були поділені на 2 групи:

1-ша група — 151 ліквідатор віком 21–30 років на час перебування в зоні ЧАЕС;

2-га група — 197 ліквідаторів віком 31–40 років на той період.

На час останнього обстеження вік пацієнтів складав 36–45 та 46–55 років відповідно. Отримані дані порівнювали з показниками донорів відповідних вікових меж, які мешкають у м. Харкові та Харківській області.

Статистичну обробку отриманих даних проводили за допомогою пакета програм Statistica.

Результати та їх обговорення

Як свідчать отримані результати, майже у половини обстежених ліквідаторів (близько 47 %) відзначалася активація тієї чи іншої стадії перекисних процесів. Частіше, ніж у плазмі крові, зміни показників були виявлені в еритроцитах (у 63 % випадків проти 45 % у плазмі), що дозволяло припустити наявність деструктивних процесів і в інших клітинах організму. У більшості (81 % випадків) спостерігалось підвищення показників вторинного етапу ПОЛ — утворення надмірної кількості МДА.

Медіани показників ПОЛ у плазмі крові та еритроцитах більшості пацієнтів свідчили про дисбаланс у кінетиці окиснювальних процесів. Найбільш значущі зміни параметрів спостерігалися у ліквідаторів молодшої групи. У цих пацієнтів (35–44 р. на час обстеження) відзначалося вірогідне підвищення рівня МДА і в плазмі крові, і в еритроцитах (табл. 1). Загальною тенденцією було зниження вмісту ДК в плазмі та еритроцитах; у 30 % хворих показники були нижчими за інтактний рівень.

При обстеженні ліквідаторів старшої вікової групи (45–55 р. на час обстеження) визначалася часткова нормалізація взаємодії між первинними і вторинними ділянками каскадів перекисних реакцій: рівень ДК і у плазмі, і в еритроцитах був біля нижньої межі норми, хоча концентрація МДА все ж перевищувала середні показники донорського контролю

(див. табл. 1). Дисбаланс між вмістом ДК та МДА у цій групі відзначався як тенденція до зниження рівня ДК та підвищення МДА в еритроцитах.

Залежно від віку пацієнтів, обстежених у віддалені терміни після катастрофи на ЧАЕС, відрізнялися також і показники активності АО систем. У більшості ліквідаторів (72 %), які перебували в зоні ЧАЕС у більш молодому віці (21–30 р.), було значне пригнічення АО ланки гомеостазу, що відбивалось у вірогідному зниженні медіан показників активності ключових АО ферментів в еритроцитах: СОД, каталази та ГП (див. табл. 1). В старшій віковій групі ліквідаторів (31–40 р. на час перебування в зоні ЧАЕС) центральна тенденція активності АО ферментів була спрямована в бік зниження і показники сягали нижньої межі параметрів донорської контрольної групи (див. табл. 1).

Нерівнозначна відповідь АО систем гомеостазу та різноспрямовані зсуви ПОЛ вимагали проведення кластерного аналізу отриманих даних. Згідно з результатами проведеного аналізу показників у молодшій віковій групі визначилося 3 кластери з різним напрямком змін параметрів вільнорадикального окиснення та характеристик АО захисту. У старшій віковій групі було 2 таких кластери.

У молодшій віковій групі до I кластеру ввійшло 92 ліквідатори (60,9 %) з відносно благополучним станом про- й антиоксидантного гомеостазу (табл. 2). Медіани показників ДК

Таблиця 1

Стан ПОЛ і АО захисту у ЛНК через 15 років після катастрофи на ЧАЕС
The state of LP and AO protection in the liquidators 15 years after Chernobyl accident

Показник	Група					
	донори n = 38		молодша вікова (36–45 р.) n = 151		старша вікова (46–55 р.) n = 197	
	x (SD)	Me	x (SD)	Me	x (SD)	Me
ДК _{пл} , ммоль/л	3,15 (0,78)	3,26	3,12 (0,67)	3,00	3,38 (0,85)	3,20
ДК _е , ммоль/л	5,41 (1,13)	5,27	4,81 (1,70)	4,72	5,02 (1,34)	4,92
МДА _{пл} , мкмоль/л	4,65 (1,40)	4,70	5,76 (1,53)*	5,84	4,83 (1,44)	5,03
МДА _е , мкмоль/л	10,3 (3,02)	9,95	13,1 (4,54)*	13,5	11,8 (2,51)	12,0
СОД _е , ум. од.	4,20 (1,24)	4,15	3,00 (1,64)*	3,22	4,32 (1,66)	4,21
Каталаза _е , ум. од.	3,25 (0,61)	3,00	2,26 (0,46)*	2,10	2,80(0,55)	2,95
ГП _е , ум. од.	5,83 (2,26)	6,02	4,35 (1,61)*	4,20	5,15 (2,38)	5,02

Примітка. Тут і далі: x — середня, SD — стандартна девіація; Me — медіана; * — вірогідно відносно групи донорів.

у плазмі були в межах норми, а в еритроцитах мала місце тенденція до підвищення. Вміст МДА і в плазмі крові, і в еритроцитах у більшості хворих цього кластеру відповідав рівню показників донорської групи, переважно верхній межі. Активності АО ферментів у цих хворих були спрямовані в бік підвищення показників, а медіани — біля верхньої межі показників донорського контролю.

До II кластеру цієї групи, де визначались односпрямовані зміни показників ПОЛ та АО (див. табл. 2), увійшов 21 пацієнт (13,9 %). Медіани вмісту ДК у плазмі та еритроцитах були нижчими за показники донорів відповідного віку та загальні показники молодшої групи (розкид варіації сягав лише 1,1–2,6 ммоль/л). Концентрація МДА як у плазмі крові, так і в еритроцитах цих хворих характеризувалася тенденцією до зниження, і медіана була біля нижньої межі норми: 4,28 мкмоль/л у плазмі та 8,46 мкмоль/л в еритроцитах проти 4,70 мкмоль/л і 10,3 мкмоль/л у донорів відповідно.

Для хворих цього кластеру було характерним істотне зниження АО захисту організму: медіани активності АО ферментів (СОД, каталази та ГП) складала 78, 65 і 81 % від медіан показників одновікового контролю і були найнижчими за всі інші кластери.

До III кластеру входило 38 ліквідаторів молодшої групи (25 %), в крові та еритроцитах яких спостерігалась інтенсифікація процесу вільнорадикального окиснення (табл. 2). Вміст ДК в еритроцитах і плазмі крові підвищувався на 31 та 37 % відповідно порівняно

з одновіковим контролем. Рівень МДА як у плазмі, так і в еритроцитах також вірогідно перевищував показники донорської групи. З підвищенням активності ПОЛ у ліквідаторів цього кластеру корелювало істотне зниження захисного АО резерву, про що свідчили низькі показники активності АО ферментів — каталази і ГП. Втім привертало увагу підвищення активності СОД на 28 %.

У старшій групі ліквідаторів кластери розподілились таким чином. Розкид варіацій показників ПОЛ у 112 хворих (57 %), які увійшли до I кластеру, характеризувався зсувом у бік підвищення показників ПОЛ, що було особливо помітно в еритроцитах, де центральні тенденції та медіани вірогідно перевищували показники донорської групи (табл. 3). Медіани та розкид варіацій активності АО ферментів у хворих цього кластеру практично повністю відповідали віковій нормі.

Показники II кластеру, до якого увійшло 85 ліквідаторів (43 %) цієї групи, характеризувалися лише тенденцією до зниження вмісту первинних і вторинних продуктів пероксидації (табл. 3). Медіани показників ДК та МДА у плазмі крові та в еритроцитах відповідали показникам донорської групи або мали тенденцію до зниження. Показники активності АО ферментів цих осіб мали тенденцію до зниження, але відмінності з донорською групою були невірогідними.

Проаналізувавши отримані дані, можна твердити, що через 15 років після катастрофи на Чорнобильській АЕС майже у половині ліквідаторів спостерігалися порушення стану

Таблиця 2

Кластери молодшої вікової групи (36–45 років)
The clusters of the younger age group (aged 36–45)

Показник	Група донорів n = 38		Кластер молодшої вікової групи					
			1-й, n = 92		2-й, n = 21		3-й, n = 38	
	x (SD)	Me	x (SD)	Me	x (SD)	Me	x (SD)	Me
ДК _{пл} , ммоль/л	3,15 (0,78)	3,26	3,48 (0,81)	3,35	2,87 (0,70)	2,63*	4,20 (1,62)	4,26*
ДК _е , ммоль/л	5,41 (1,13)	5,27	5,60 (1,85)	5,40	4,20 (1,52)	4,24*	7,48 (2,49)	7,22*
МДА _{пл} , мкмоль/л	4,65 (1,40)	4,70	5,49 (1,67)	5,20	4,27 (1,64)	4,00*	5,93 (2,07)	6,87*
МДА _е , мкмоль/л	10,3 (3,02)	9,95	11,82 (3,35)	11,60	9,00 (2,19)	8,72*	12,66 (3,70)*	12,82*
СОД _е , ум. од.	4,20 (1,24)	4,15	5,20 (1,27)	5,42	3,46 (0,56)	3,24*	4,62 (1,31)	6,41*
Каталаза _е , ум. од.	3,25 (0,61)	3,00	3,64 (1,13)	3,81	2,25 (0,76)	2,15*	2,08 (0,89)	2,36*
ГП _е , ум. од.	5,83 (2,26)	6,02	6,40 (1,73)	6,68	4,71 (1,84)	4,87*	4,70 (1,63)	4,58*

Кластери старшої вікової групи (46–55 років)
The clusters of the older age group (aged 46-55)

Показник	Група донорів n = 38		Кластер старшої вікової групи			
			1-й, n = 112		2-й, n = 85	
	x (SD)	Me	x (SD)	Me	x (SD)	Me
ДК _{пл} , ммоль/л	3,15 (0,78)	3,26	3,58 (0,81)	3,82	3,15 (0,74)	3,00
ДК _е , ммоль/л	5,41 (1,13)	5,27	6,36 (2,04)	6,23	4,60 (1,65)	4,64*
МДА _{пл} , мкмоль/л	4,65 (1,40)	4,70	5,61 (1,97)	5,74	4,46 (1,73)	4,28
МДА _е , мкмоль/л	10,3 (3,02)	9,95	11,75 (3,49)	12,08	8,86 (2,61)	8,46*
СОД _е , ум. од.	4,20 (1,24)	4,15	5,20 (1,27)	4,31	3,52 (1,52)	3,75
Каталаза _е , ум. од.	3,25 (0,61)	3,00	3,64 (1,13)	3,18	2,74 (0,83)	2,90
ГП _е , ум. од.	5,83 (2,26)	6,02	5,45 (1,73)	5,68	5,20 (2,38)	5,06

ПОЛ і АО систем. Серед обстежених ліквідаторів з кардіоваскулярною патологією ці зсуви частіше зустрічалися в осіб молодшої вікової групи. В обстежених пацієнтів визначалося кілька характерних типів перебігу перекисних процесів. При цьому характер реакцій систем ПОЛ — АО захист залежав певною мірою від віку під час перебування в зоні ЧАЕС.

У ліквідаторів молодшої групи переважно відбивався дисбаланс у кінетиці окиснювальних реакцій. Як уже зазначено, у 81% випадків порушення стосувалися вмісту вторинних перекисних сполук — МДА. На фоні значної активації другої фази перекисних процесів спостерігалось достатнє зниження первинних продуктів ліпопероксидації біологічних мембран (ДК у плазмі та еритроцитах). Слід зауважити, що зниження вмісту ДК у певній частині хворих свідчило про зниження в клітинах організму кількості субстратів утворення цих інтермедіатів пероксидації — поліненасичених жирних кислот, що могло свідчити про надмірне попереднє витрачання даних сполук у постійних реакціях ПОЛ під впливом негативних чинників (радіація, стрес, соматичні хвороби) та про розвиток істотних деструктивних порушень у клітинних мембранах [8].

Вторинні продукти пероксидації (МДА) характеризують інтенсивність реакцій, що розвиваються не одразу, а через певний час після впливу окиснювального ініціатора. Слід також ураховувати, що МДА утилізується набагато повільніше, ніж первинні продукти (ДК), а підвищення його вмісту у тканинах організму

викликає посилене зв'язування цього продукту ліпопероксидації з аміногрупами білків та фосфоліпідами. При цьому виникає велика кількість основ Шиффа, дієкетонів та іншого, що може призвести до спотворення метаболічних процесів, підвищення ризику виникнення мутацій, надмірного накопичування ліпофусцинових пігментів, які спричиняють передчасне старіння клітин і організму в цілому.

Значна інтенсифікація ПОЛ на фоні істотного зниження активності ферментативних АО систем, спостережувана у частини ліквідаторів молодшої групи (ІІІ кластер), свідчила про виснаження власного фізіологічного захисту організму. Очевидно, первинний комбінований стрес (дія радіації у поєднанні з нерадіаційним ушкодженням учасників ліквідації наслідків катастрофи на ЧАЕС), який підтримувався в останні 15 років додатковими стрес-агентами (проблеми, психоемоційні навантаження, погіршення здоров'я, втрата працездатності), зумовлював розвиток дефіциту тканинних АО, що призводило до постійно високого рівня ліпопероксидації у клітинах організму.

Суттєві ознаки пригнічення процесів ПОЛ та декомпенсації АО систем, характерні для ліквідаторів молодшої вікової групи, які увійшли до ІІ кластеру, можуть бути відображенням зниження функціональних можливостей організму. Природними ініціаторами перекисного окиснення в умовах нормального фізіологічного стану клітини є побічні продукти перебігу таких життєво важливих біохімічних реакцій, як функціонування електрон-транспортних ланцюгів мітохондрій, ендоплазматич-

Література

ного ретикулуму, ферментативних оксигеназних реакцій та ін. Зниження рівня процесів ліпопероксидації з пригніченням активності АО систем свідчило про виснаження адаптаційних можливостей організму, що в подальшому може призводити до розвитку тяжких захворювань обміну (ендокринологічних, імунних, онкологічних). З огляду на це, такі параметри стану окиснювального гомеостазу можуть мати велике значення як прогностичні показники рівня процесів життєдіяльності та компенсаторних можливостей організму у віддалені терміни після чорнобильської катастрофи.

Таким чином, можна твердити, що дисбаланс в окиснювальному гомеостазі, який відбивався у різноспрямованості порушень вільнорадикальних процесів та ступені ефективності антиоксидантного захисту, особливо при послабленні імунного нагляду, підвищує ймовірність виникнення мутацій, злоякісної трансформації клітин, що, у свою чергу, призводить до безконтрольної проліферації клітин на фоні фазної динаміки окиснювально-антиоксидантного гомеостазу.

Висновки

1. У віддаленому періоді (через 15 років) після катастрофи на ЧАЕС майже у половини ліквідаторів (близько 47 %) з кардіоваскулярною патологією виявлялися порушення окиснювально-антиоксидантного гомеостазу.

2. Визначене у більшості обстежених підвищення вмісту вторинних продуктів пероксидації — МДА, більш притаманне ліквідаторам молодшої вікової групи, призводить до накопичення «старих» мембран, що свідчить про передчасне старіння організму.

3. Суттєві ознаки дисбалансу досліджуваних систем у частини ліквідаторів молодшої вікової групи, зокрема дезактивація ферментної ланки АО захисту на фоні зниження рівня всіх показників ПОЛ, свідчили про виснаження адаптаційних можливостей організму, що у подальшому може не тільки обтяжувати серцево-судинну патологію, а й призводити до більш значних розладів, навіть до онкопатології.

1. *Актуальные проблемы ликвидации медицинских последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Тез. докл. Укр. науч.-практ. конф. — К., 1992. — 275 с.*
2. *Барабой В.А., Сутковой Д.А. Окислительно-антиоксидантный гомеостаз в норме и патологии. — К.: Чернобыльинтерформ, 1997. — Ч. 1. — С. 54–127.*
3. *Гертман В.З., Кузьмина Г.А., Абрамова Л.П. та ін. // УРЖ. — 1995. — № 3. — С. 24–28.*
4. *Симонова Л.І., Барабой В.А., Абрамова Л.П. та ін. Оцінка стану і корекція порушень перекисного окислення ліпідів і систем дезінтоксикації організму в комплексному лікуванні ліквідаторів аварії на ЧАЕС: Метод. рекомендації. — Харків, 1994. — 23 с.*
5. *Спектрофотометрическое определение продуктов перекисного окисления липидов // Медицинская лабораторная диагностика (программы и алгоритмы) / Под ред. А.И. Карпищенко. — СПб: Интермедика, 1997. — С. 48–52.*
6. *Барабой В.А., Орел В.Е., Карнаух И.М. Перекисное окисление и радиация. — К.: Наук. думка, 1991. — С. 147–352.*
7. *Костюк В.А., Потапович А.И., Ковалева Ж.В. // Вопр. мед. химии. — 1990. — № 2. — С. 88–91.*
8. *Clinton S.K. // J. Nutr. — 1997. — № 127, Vol. 5, Suppl. — P. 916S–920S.*

Надходження до редакції 10.12.2002.

Прийнято 20.12.2004.

Адреса для листування:

Симонова Лариса Іванівна,
ІМР ім. С.П. Григор'єва АМНУ, вул. Пушкінська, 82,
Харків, 61024, Україна