

І. Ю. Бевзюк, В. А. Мірошник, С. В. Чорній, О. В. Денефіль,
Р. С. Усинський, Т. Я. Ярошенко

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. Я. ГОРБАЧЕВСЬКОГО
МОЗ УКРАЇНИ

ЗНАЧЕННЯ ОКСИДАТИВНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ КРОВОВТРАТІ В СЕРЦІ ЩУРІВ РІЗНОЇ СТАТІ

Вступ. В останні місяці, у зв'язку з війною на території України, значно зросла кількість людей з пораненнями та, як наслідок, крововтратою. Вивчення механізмів ушкодження внутрішніх органів у ранні та пізні терміни після крововтрати є актуальним питанням. Провідною ланкою розвитку патології залишається розвиток оксидативного стресу, що впливає на розвиток серцево-судинної патології.

Мета дослідження – оцінити розвиток оксидативного стресу в гомогенаті серця щурів різної статі в різні періоди після крововтрати.

Методи дослідження. Досліди виконано на 70 безпородних щурах різної статі масою 190–230 г. Тварин поділили на 2 групи: контроль, крововтрата. Крововтрату моделювали під тіопентал-натрієвим наркозом шляхом пересікання стегнової вени (20 % від об'єму циркулюючої крові). Забій щурів проводили в контролі, через 1, 7, 14 і 28 днів після моделювання крововтрати. Здійснювали забір серця, в гомогенаті якого визначали вміст дієнових кон'югатів, ТБК-активних продуктів, супероксиддисмутазу і каталазу активність. Виконували морфологічне дослідження міокарда в препаратах, зафарбованих за Гейденгайном.

Результати й обговорення. У контролі в щурів-самців відзначено вищі значення дієнових кон'югатів і ТБК-активних продуктів та нижчі показники супероксиддисмутазної і каталазної активності. Відмічено активацію процесів пероксидного окиснення ліпідів у динаміці спостереження за щурами після крововтрати, що було найбільш виражено через 1 добу. В самців продукти пероксидного окиснення ліпідів переважали протягом усього експерименту. Активність антиоксидантів була найменшою також через 1 добу, відновлення спостерігали в самиць через 14 днів, а в самців – через 28.

Висновки. Розвиток оксидативного стресу в серці щурів при крововтраті залежить від вихідної активності антиоксидантної системи і статі. Більш виражені ушкоджувальні зміни відмічено у самців. Вища активність антиоксидантів запобігає значному ушкодженню міокарда.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: пероксидне окиснення ліпідів; антиоксидантна система; серце; крововтрата; щури різної статі.

ВСТУП. В останні місяці, у зв'язку з війною на території України, значно зросла кількість людей з пораненнями та, як наслідок, крововтратою [1]. Вивчення механізмів ушкодження внутрішніх органів у ранні та пізні терміни після крововтрати є актуальним питанням. У патогенезі гострої крововтрати основну роль відіграють зменшення кровопостачання органів, розвиток гіпоксії, що призводить до зростання процесів вільнорадикального окиснення, активації процесів ліпідної пероксидації та окисної модифікації протеїнів, руйнації клітинних мембран, збільшення їх проникності й розвитку ендогенної інтоксикації [2, 3]. Це може викликати, в результаті запалення, поліорганну недостатність [4–6]. Пост-

© І. Ю. Бевзюк, В. А. Мірошник, С. В. Чорній, О. В. Денефіль, Р. С. Усинський, Т. Я. Ярошенко, 2022.

травматична кровотеча є причиною смерті у 25–36 % випадків [7]. Важливими при крововтраті вважають зміни об'єму циркулюючої крові, систолічного об'єму, що викликають порушення роботи серцево-судинної системи. Тому вивчення механізмів ушкодження серця є актуальним.

Мета дослідження – оцінити розвиток оксидативного стресу в гомогенаті серця щурів різної статі в різні періоди після крововтрати.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ. Досліди виконано на 70 безпородних щурах різної статі масою 190–230 г. Тварин поділили на 2 групи: контроль, крововтрата. Їх утримували на стандартному харчовому раціоні віварію з вільним доступом до води для пиття протягом усього періоду експерименту. Тваринам 2-ї групи під тіопентал-нат-

рієвим наркозом (40 мг·кг⁻¹) шляхом пересікання стегової вени моделювали гостру крововтрату (20 % від об'єму циркулюючої крові) [8].

Дослідження проводили через 1, 7, 14 і 28 діб після моделювання крововтрати. Усім тваринам виконували гістологічне дослідження серця на рівні обох шлуночків, було виявлено збільшення кількості апоптично змінених клітин, некротизовані кардіоміоцити в мікропрепаратах, зафарбованих за Гейденгайном. Апоптоз і некроз переважали у самців.

Усі експерименти проводили в першій половині дня в спеціально відведеному приміщенні при температурі 18–22 °С, відносній вологості 40–60 % і освітленості 250 лк. Досліди виконано з дотриманням норм Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 18.03.1986 р.), ухвали Першого національного конгресу з біоетики (Київ, 2001) і наказу МОЗ України від 23.09.2009 р. № 690.

Евтаназію щурів проводили шляхом тотального кровопускання із серця після попереднього використання тіопентал-натрієвого наркозу (60 мг·кг⁻¹ маси тіла тварини внутрішньочеревно). За загальноприйнятими методиками в гомогенаті серця визначали вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ) за концентрацією дієнових кон'югатів (ДК), ТБК-активних продуктів (ТБК-ап) та активність антиоксидантної системи, зокрема супероксиддисмутази (СОД) і каталазу активність [9–11].

Статистичну обробку цифрових даних виконано за допомогою програмного забезпечення STATISTICA 8.0 ("Statsoft", США). Достовірність різниці значень між незалежними кількісними величинами визначали з використанням непа-

раметричних методів. Зміни вважали достовірними при $p \leq 0,05$. Відмінності між величинами були достовірними за вірогідності альтернативної гіпотези не менше ніж 0,95.

РЕЗУЛЬТАТИ Й ОБГОВОРЕННЯ. У контрольних щурів-самців відзначено вище на 17,5 % ($p < 0,05$) значення ДК і на 21,8 % ($p < 0,05$) – ТБК-ап. Після крововтрати до кінця експерименту вижили всі тварини. Відмічено активацію процесів ПОЛ у динаміці спостереження за щурами після крововтрати (табл. 1).

Вміст продуктів ПОЛ інтенсивніше підвищився у самців. Так, через 1 добу після крововтрати концентрація ДК у самців зросла в 3,1 раза ($p < 0,001$), а в самиць – у 2,4 раза ($p < 0,001$). Значення було більшим у самців на 52,4 % ($p < 0,001$). Через 7 діб показник зріс, порівняно з контролем, у 2,7 раза ($p < 0,001$) у самців і на 95,4 % ($p < 0,001$) в самиць та був вищим у перших на 65,1 % ($p < 0,001$). Значення ДК у цей період було меншим, ніж у попередній термін дослідження, тільки в самиць – на 23,6 % ($p < 0,01$). Через 14 діб їх вміст зріс, порівняно з контролем, на 66,8 % ($p < 0,001$) у самців і на 58,4 % ($p < 0,001$) в самиць та був більшим у перших на 23,8 % ($p < 0,02$). Значення ДК у цей період було меншим, ніж у попередній термін дослідження, на 64,6 % ($p < 0,001$) у самців і на 23,4 % ($p < 0,01$) в самиць, а порівняно з 1-ю добою – відповідно, на 87,7 % ($p < 0,001$) та 52,5 % ($p < 0,001$). Через 28 діб показники ДК у самців і самиць залишалися вищими від контрольних, відповідно, на 51,4 % ($p < 0,001$) та 21,4 % ($p < 0,05$). Вони були більшими у самців на 46,5 % ($p < 0,001$). Вміст ДК був меншим, порівняно з 1-ю добою, у 2,1 раза ($p < 0,001$) у самців і на 98,9 % ($p < 0,001$) в самиць.

Таблиця 1 – Зміни вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів у гомогенаті серця щурів при скелетній травмі ($M \pm \sigma$)

Показник	Група тварин				
	контроль (n=7)	скелетна травма			
		1 доба (n=7)	7 діб (n=7)	14 діб (n=7)	28 діб (n=7)
Самці (n=35)					
Дієнові кон'югати, ум. од./г	1,81±0,19	5,67±0,49*	4,97±0,42*	3,02±0,28*,***,****	2,74±0,24*,***,****
ТБК-активні продукти, мкмоль/кг	1,79±0,17	4,37±0,42*	3,87±0,31*	3,02±0,24*,***,****	2,43±0,20*,***,****,*****
Самиці (n=35)					
Дієнові кон'югати, ум. од./г	1,54±0,15	3,72±0,36***	3,01±0,30*,***,****	2,44±0,23*,***,****,*****	1,87±0,16*,***,****,*****
ТБК-активні продукти, мкмоль/кг	1,47±0,14**	3,58±0,34***	2,97±0,27*,***,****	2,03±0,17*,***,****,*****	1,54±0,14**,***,****,*****

Примітка. Тут і в таблиці 2: * – різниця достовірна порівняно з контролем; ** – різниця достовірна порівняно із самцями; *** – різниця достовірна порівняно з 1-ю добою після крововтрати; **** – різниця достовірна порівняно із 7-ю добою після крововтрати; ***** – різниця достовірна порівняно з 14-ю добою після крововтрати.

Значення ДК у цей період було нижчим, ніж у попередній термін дослідження, на 10,2 % ($p > 0,001$) у самців і на 30,5 % ($p < 0,01$) в самиць, а порівняно із 7-ю добою – відповідно, на 81,4 % ($p < 0,001$) та 61,0 % ($p < 0,001$).

Відмічено після крововтрати зростання вмісту і ТБК-ап. Через 1 добу після крововтрати він збільшився у самців та самиць у 2,4 раза ($p < 0,001$). Показник був вищим у самців на 22,1 % ($p < 0,02$). Через 7 днів значення зросло, порівняно з контролем, у 2,2 раза ($p < 0,001$) у самців і на 95,4 % ($p < 0,001$) в самиць та було більшим у перших на 65,1 % ($p < 0,001$). Через 7 днів вміст ТБК-ап підвищився, порівняно з контролем, у 2,2 раза ($p < 0,001$) у самців і на 95,4 % ($p < 0,001$) в самиць та був більшим у перших на 65,1 % ($p < 0,001$). Значення ТБК-ап у цей період було меншим, ніж у попередній термін дослідження, на 14,1 % ($p > 0,05$) у самців і на 20,5 % ($p < 0,02$) в самиць. Через 14 днів воно зросло, порівняно з контролем, на 68,7 % ($p < 0,001$) у самців і на 38,1 % ($p < 0,01$) в самиць та було більшим у перших на 48,8 % ($p < 0,002$). Значення ТБК-ап у цей період було вищим, ніж у попередній термін дослідження, на 28,1 % ($p < 0,01$) у самців і на 46,3 % ($p < 0,002$) в самиць, а порівняно з 1-ю добою – відповідно, на 44,7 % ($p < 0,002$) та 76,3 % ($p < 0,001$). Через 28 днів показник у самців був більшим, порівняно з контролем, на 35,7 % ($p < 0,01$), а в самиць – не відрізнявся достовірно від контрольного, в перших був вищим на 57,8 % ($p < 0,001$). Вміст ТБК-ап у цей період був меншим від значення, отриманого через 1 добу. Зокрема, порівняно з попереднім терміном дослідження він знизився на 24,3 % ($p < 0,05$) у самців і на 31,8 % ($p < 0,01$) в самиць, а порівняно із 7-ю добою – відповідно, на 59,3 % ($p < 0,001$) та 92,9 % ($p < 0,001$).

Відмічено зміни й активності ензимної ланки антиоксидантів у динаміці спостереження за щурами після крововтрати (табл. 2). Так, у конт-

ролі СОД активність була вищою в самиць порівняно із самцями – на 33,3 % ($p < 0,01$). Каталазна активність також виявилася більшою в самиць – на 29,2 % ($p < 0,02$).

Через 1 добу після крововтрати СОД активність у самців знизилася у 2,5 раза ($p < 0,001$), а в самиць – на 71,4 % ($p < 0,001$). Показник був вищим у самиць на 96,0 % ($p < 0,001$). Каталазна активність зменшилася у самців у 3,7 раза ($p < 0,001$), а в самиць – на 59,0 % ($p < 0,001$). Значення було більшим у самиць у 3,0 рази ($p < 0,001$).

Через 7 днів СОД активність у самців була у 2,0 рази ($p < 0,001$), а в самиць – на 44,8 % ($p < 0,002$) нижчою від контролю, вищою, ніж у попередній термін дослідження, у самців на 24,0 % ($p < 0,02$), а в самиць – не відрізнялася від попереднього терміну дослідження. Показник був більшим у самиць на 87,1 % ($p < 0,001$). Каталазна активність у самців була нижчою, порівняно з контролем, на 84,6 % ($p < 0,001$), але вищою у 2,0 рази ($p < 0,001$), ніж у попередній термін дослідження. Каталазна активність у самиць у цей період була меншою від контрольного показника на 29,2 % ($p < 0,02$) і більшою на 23,1 % ($p < 0,02$) порівняно з попереднім терміном дослідження. Показник був вищим у самиць на 84,6 % ($p < 0,001$).

Через 14 днів СОД активність у самців була нижчою від контролю на 50,0 % ($p < 0,001$) і вищою, ніж у попередній термін дослідження, на 68,0 % ($p < 0,001$), а порівняно з 1-ю добою – на 35,5 % ($p < 0,01$). У самиць вона не відрізнялася від контролю, але була більшою, ніж у попередній термін дослідження, на 27,6 % ($p < 0,02$), а порівняно з 1-ю добою – на 51,0 % ($p < 0,001$), і перевищувала значення самців на 76,2 % ($p < 0,001$). Каталазна активність у самців була меншою від контрольного показника на 26,3 % ($p < 0,02$) і більшою, ніж у попередній термін дослідження, на 46,1 % ($p < 0,01$), а порівняно з

Таблиця 2 – Зміни активності антиоксидантів у гомогенаті серця щурів при скелетній травмі (M±σ)

Показник	Група тварин				
	контроль (n=7)	скелетна травма			
		1 доба (n=7)	7 днів (n=7)	14 днів (n=7)	28 днів (n=7)
Самці (n=35)					
Супероксиддисмутазна активність, ум. од./мг	0,63±0,05	0,25±0,03*	0,31±0,03***	0,42±0,04****	0,58±0,05*****
Каталазна активність, мкат/кг	0,48±0,04	0,13±0,02*	0,26±0,03***	0,38±0,04****	0,41±0,04*****
Самиці (n=35)					
Супероксиддисмутазна активність, ум. од./мг	0,84±0,07**	0,49±0,04****	0,58±0,06***	0,74±0,07*****	0,89±0,08*****
Каталазна активність, мкат/кг	0,62±0,06**	0,39±0,04****	0,48±0,05***	0,56±0,06****	0,65±0,06*****

1-ю добою – у 2,9 раза ($p < 0,001$). Каталазна активність у самиць не відрізнялася від контролю і попередньої доби, але була більшою, порівняно з 1-ю добою, на 43,6 % ($p < 0,01$) та перевищувала значення самців на 47,4 % ($p < 0,01$).

Через 28 діб супероксиддисмутаза і каталазна активність у самців та самиць не відрізнялася від контролю. Супероксиддисмутазна активність у самців була вищою, ніж у попередній термін дослідження, на 33,3 % ($p < 0,02$), порівняно з 1-ю добою – у 2,3 раза ($p < 0,001$), а порівняно із 7-ю – на 87,1 % ($p < 0,001$). У самиць вона була більшою, ніж у попередній термін дослідження, на 20,3 % ($p < 0,05$), порівняно з 1-ю добою – на 81,6 % ($p < 0,001$), а порівняно із 7-ю – на 53,4 % ($p < 0,002$), і перевищувала значення самців на 53,4 % ($p < 0,002$). Каталазна активність у самців не відрізнялася від попереднього терміну дослідження, але була більшою, порівняно з 1-ю добою, у 3,1 раза ($p < 0,001$), а порівняно із

7-ю – на 57,7 % ($p < 0,001$). Каталазна активність у самиць не відрізнялася від попереднього терміну дослідження, але була вищою, порівняно з 1-ю добою, на 66,7 % ($p < 0,001$), а порівняно із 7-ю – на 35,4 % ($p < 0,01$), та перевищувала значення самців на 58,3 % ($p < 0,001$).

Отримані дані свідчать про те, що антиоксиданти забезпечують менше ушкодження кардіоміоцитів при крововтраті.

Одержані дані щодо змін біохімічних показників узгоджуються з морфологічними змінами, які вказують на більше ушкодження кардіоміоцитів у самців.

ВИСНОВКИ. Розвиток оксидативного стресу в серці щурів при крововтраті залежить від вихідної активності антиоксидантної системи і статі. Більш виражені ушкоджувальні зміни відмічено у самців. Вища активність антиоксидантів запобігає значному ураженню міокарда.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Point of injury tourniquet application during Operation Protective Edge-What do we learn? / A. Shlaifer, A. Yitzhak, E. N. Baruch [et al.] // *J. Trauma Acute Care Surg.* – 2017. – **83**, Issue 2. – P. 278–283.

2. Порушення вмісту відновленого глутатіону в легенях щурів на тлі гострої крововтрати, ускладненої ішемією-реперфузією кінцівки, та їх корекція карбацетамом / О. В. Стахів, А. А. Гудима, І. В. Корда, Ю. В. Угляр // *Мед. та клініч. хімія.* – 2020. – **22**, № 3 (85). – С. 74–80.

3. Mensch A. Cellular stress in the pathogenesis of muscular disorders-from cause to consequence / A. Mensch, S. Zierz // *Int. J. Mol. Sci.* – 2020. – **21** (16). – P. 5830.

4. Гудима А. А. Антиоксидантно-прооксидантний та цитокиновий баланс у пізній період комбінованої травми в експерименті / А. А. Гудима, Т. В. Кащак, К. В. Шепітько // *Світ медицини та біології.* – 2019. – № 1 (67). – С. 42–47.

5. Шацький В. Вплив артеріального джгута і реперфузії кінцівки на динаміку активності супероксиддисмутази і каталази у нирці / В. Шацький // *XXII Міжнар. мед. конгр. студентів та молодих вчених*, 23–25 квіт. 2018 р. – Тернопіль : ТДМУ, 2018. – С. 277–278.

6. Кріштафор Д. А. Динаміка маркерів шокового стану при травматичній крововтраті в залежності від

типу її поповнення / Д. А. Кріштафор, О. М. Клігуненко // *Мед. перспективи.* – 2017. – **XXII**, № 4. – С. 68–73.

7. Oyeniyi B. T. Trends in 1029 trauma deaths at a level 1 trauma center: Impact of a bleeding control bundle of care / B. T. Oyeniyi, E. E. Fox, M. Scerbo // *Injury.* – 2017. – No. 48 (1). – P. 5–12.

8. Стрельбицька В. В. Динаміка антиоксидантно-прооксидантного балансу тонкої кишки під впливом гострої крововтрати, ускладненої ішемією-реперфузією кінцівки, та його корекція карбацетамом / В. В. Стрельбицька, А. А. Гудима // *Мед. та клініч. хімія.* – 2021. – **23**, № 2 (88). – С. 108–115.

9. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / В. В. Влізла, Р. С. Федорук, І. Б. Ратич [та ін.] ; за ред. В. В. Влізла. – Львів : Сполом, 2012. – 764 с.

10. Weydert C. J., Cullen J. J. Measurement of superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase in cultured cells and tissue // *Nat. Protoc.* – 2010. – **5** (1). – P. 51–66. DOI: 10.1038/nprot.2009.197.

11. A simple assay for measuring catalase activity: A visual approach / T. Iwase, A. Tajima, S. Sugimoto [et al.] // *Sci. Rep.* – 2013. – **3**. – P. 3081. <https://doi.org/10.1038/srep03081>

REFERENCES

1. Shlaifer A., Yitzhak A., Baruch E.N., Shina A., Satanovsky A., Shovali A., Almog O., & Glassberg E. (2017). Point of injury tourniquet application during Operation Protective Edge-What do we learn? *J. Trauma Acute Care Surg.*, 83, 2, 278-283.

2. Stakhiv, O.V., Hudyma, A.A., Korda, I.V., Uglyar, Yu.V. (2020). Disturbance of the content of restored glutation in the lungs of rats on the background of acute blood loss complicated by ischemia-reperfusion of the limbs and their correction with car-

bacetam. *Medical and Clinical Chemistry*, 22, 3, 74-80 [in Ukrainian].

3. Mensch, A., & Zierz, S. (2020). Cellular stress in the pathogenesis of muscular disorders-from cause to consequence. *Int. J. Mol. Sci.*, 21, 16, 5830.

4. Hudyma, A.A., Kashchak, T.V., & Shepitko, K.V. (2019). Antioxidant-prooxidant and cytokine balance in the late period of combined trauma in the experiment. *World of Medicine and Biology*, 1 (67), 42-47 [in Ukrainian].

5. Shatskyi, V. (2018). Influence of arterial tourniquet and limb reperfusion on the dynamics of superoxide dismutase and catalase activity in the kidney. *XXII International Med. Congr. of Students and Young Scientists. Ternopil: Ukrmedknyha* [in Ukrainian].

6. Krishtafor, D.A. & Klygunenko, O.M. (2017). The dynamics of markers of a shock state in traumatic blood loss depending on fluid resuscitation type. *Medical Perspectives*, XXII, 4, 68-73 [in Ukrainian].

7. Oyeniyi, B.T., Fox, E.E., & Scerbo, M. (2017). Trends in 1029 trauma deaths at a level 1 trauma center:

Impact of a bleeding control bundle of care. *Injury*, 48 (1), 5-12.

8. Strelbytska, V.V., & Hudyma, A.A. (2021). Dynamics of antioxidant-prooxidant balance of the small intestine under the influence of acute blood loss complicated by ischemia-reperfusion of the limb, and its correction with carbacetam. *Medical and Clinical Chemistry*, 23, 2, 108-115. <https://doi.org/10.11603/mcch.2410-681X.2021.i2.12248> [in Ukrainian].

9. Vlizlo, V.V., Fedoruk, R.S., & Ratysh, I.B. (2012). *Laboratory research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine: a handbook*. Lviv: Spolom, 764 [in Ukrainian].

10. Weydert, C.J., & Cullen, J.J. (2010). Measurement of superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase in cultured cells and tissue. *Nat. Protoc.*, 5 (1), 51-66. DOI: 10.1038/nprot.2009.197.

11. Iwase, T., Tajima, A., Sugimoto, S., Okuda, K., Hironaka, I., Kamata, Yu., Takada, K., & Mizunoe, Yo. (2013). A simple assay for measuring catalase activity: A visual approach. *Sci. Rep.*, 3, 3081. <https://doi.org/10.1038/srep03081>

I. Yu. Bevzyuk, V. A. Miroshnyk, S. V. Chornij, O. V. Denefil, R. S. Usynsky, T. Y. Yaroshenko
I. HORBACHEVSKY TERNOPIIL NATIONAL MEDICAL UNIVERSITY

THE SIGNIFICANCE OF OXIDATIVE PROCESSES DURING BLOOD LOSS IN THE HEART OF RATS OF DIFFERENT SEXES

Summary

Introduction. In recent months, in connection with the war on the territory of Ukraine, the number of people with injuries and, as a result, blood loss has increased significantly. Studying the mechanisms of damage to internal organs in the early and late periods after blood loss is an urgent issue. The leading link in the development of pathology remains the development of oxidative stress, which affects the development of cardiovascular pathology.

The aim of the study – to evaluate the development of oxidative stress in the heart homogenate of rats of different sexes in different periods after blood loss.

Research Methods. Experiments were performed on 70 outbred rats of different sexes weighing 190–230 grams. Animals were divided into 2 groups – control, blood loss. Blood loss was simulated under sodium thiopental anesthesia by cutting the femoral vein (20% of the volume of circulating blood). Slaughter of animals was carried out in control, 1, 7, 14 and 28 days after blood loss. A heart sample was taken, in the homogenate of which diene conjugates (DC), TBA-active products (TBA-ap), superoxide dismutase (SOD) and catalase activity (Cat) were determined. A morphological study of the myocardium was carried out in Heidenhain-stained preparations.

Results and Discussion. In control male rats, higher values of DC and TBA-ap and lower indicators of SOD and Cat activity were noted. The activation of lipid peroxidation (LPO) processes was noted in the dynamics of observation of rats after blood loss, which was most pronounced after 1 day. In males, LPO products prevailed throughout the experiment. Antioxidant activity was also lowest after 1 day, and recovery was noted in females after 14 days, and in males after 28.

Conclusion. The development of oxidative stress in the heart of rats with blood loss depends on the initial activity of the antioxidant system and sex. More pronounced damaging changes were noted in males. Greater activity of antioxidants prevents significant damage to the myocardium.

KEY WORDS: lipid peroxidation; antioxidant system; heart; blood loss; rats of different sexes.

Отримано 25.08.22

Адреса для листування: О. В. Денефіль, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, майдан Воли, 1, Тернопіль, 46001, Україна, e-mail: denefil@tdmu.edu.ua.