

Вплив спленектомії на інтенсивність процесів ліпідної пероксидації та активність ензимної і глутатіонової ланок антиоксидантного захисту печінки в експерименті

Мета роботи: з'ясувати вплив спленектомії на інтенсивність процесів ліпідної пероксидації та активність ензимної і глутатіонової ланок антиоксидантного захисту печінки в експерименті.

Матеріали і методи. Дослідження поведено на 54 здорових статевозрілих щурах-самцях лінії Вістар масою 200–220 г. Експерименти виконували під тіопентал-натрієвим наркозом у дозі 40 мг·кг⁻¹. Контрольну групу 1 склали щури, яких тільки вводили в наркоз. У контрольній групі 2 під тіопентал-натрієвим наркозом моделювали лапаротомію. У дослідній групі виконували спленектомію. Через 1, 7, 14 та 28 діб у 10 % екстракті гомогенату печінки визначали вміст дієнових кон'югатів (ДК) і трієнових кон'югатів (ТК) та реагентів до тіобарбітурової кислоти (ТБК-активних продуктів пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ)), а також супероксиддисмутазу (СОД-активність) та каталазу активності. За співвідношенням каталазна активність / ТБК-активних продуктів ПОЛ розраховували антиоксидантно-прооксидантний індекс (АПІ).

Результати. Встановлено, що моделювання лише лапаротомії, порівняно з контрольною групою 1, викликало збільшення вмісту ТБК-активних продуктів ПОЛ протягом перших 7 діб експерименту, ДК та ТК – упродовж 1, 7 та 28 діб експерименту. Через 14 діб вміст досліджуваних показників ПОЛ нормалізувався, проте до 28 доби відмічали повторне підвищення вмісту в печінці первинних продуктів ПОЛ: ДК і ТК. Після лапаротомії СОД-активність печінки впродовж 14 діб експерименту суттєво не відрізнялася від контрольної групи 1, проте через 28 діб експерименту зростала, що вказує на вторинні прооксидантні порушення в печінці у пізній період після нанесеної травми. Проте каталазна активність протягом усього експерименту є підвищеною з двома періодами максимального зростання – через 1 і 14 діб у післялапаротомний період. Величина АПІ до 14 доби теж зростала і досягала свого максимального рівня, що наочно свідчить про домінування в цей термін антиоксидантних механізмів. На тлі спленектомії досліджувані показники ПОЛ у всі досліджувані терміни експерименту суттєво більші, порівняно зі щурами, яким моделювали лише лапаротомію. Максимум зростання процесів ПОЛ відмічали через 7 діб після операційного втручання. В цей термін виявили також найбільше зниження величини АПІ та компенсаторне підвищення СОД-активності. До закінчення експерименту показники змінювалися у бік норми, проте показники ПОЛ залишалися суттєво більшими, а антиоксидантного захисту – меншими, порівняно зі щурами, яким моделювали лише лапаротомію.

Висновки. Лапаротомія та видалення селезінки сприяють вторинному ураженню внутрішніх органів, зокрема печінки, за рахунок інтенсифікації процесів ПОЛ та зниження активності ензимної ланки антиоксидантного захисту.

Ключові слова: спленектомія; лапаротомія; пероксидне окиснення ліпідів; супероксиддисмутаза; каталаза; експеримент.

Постановка проблеми й аналіз останніх досліджень та публікацій. Відповідно до статистики, яку подає Всесвітня організація охорони здоров'я, щорічно у світі помирає близько 4,4 млн людей внаслідок травм. Чільне місце серед причин посідають дорожньо-транспортні пригоди, травми внаслідок військових дій, побутовий, виробничий та спортивний травматизм [1]. Однією з найнебезпечніших травм поруч із черепно-мозковою травмою та травмою грудної клітки є закрыта травма живота (ЗТЖ). Часто внаслідок недостатніх клінічних проявів та пізньої діагностики внутрішньої кровотечі ЗТЖ спричиняє високу смертність та сприяє подовженню перебування пацієнта в лікувальному закладі [2].

Однією з основних причин внутрішньої кровотечі за умов ЗТЖ є ушкодження селезінки. Її частковий або повний розрив часто вимагає повного видалення – спленектомії. За цих умов безпосереднє операційне втручання на органі черевної порожнини та видалення його стають додатковими патогенетичними чинниками, які поглиблюють тяжкість перебігу основної травми [3].

У зв'язку з тим, що селезінка виконує ряд важливих функцій в організмі людини, зокрема депонує Т- та В-лімфоцити, які відповідають за своєчасну реакцію організму на інфекції, елімінує деформовані й мертві еритроцити та інші формени елементи крові, впливає на еритропоез та стан центральної гемодинаміки [4]. Спленектомія може

викликати в пацієнта імуносупресію, зниження реактивності організму та посилення коагулопатії. Дотепер не з'ясовано, як ці процеси, в тому числі у поєднанні з операційним втручанням та наслідками основної травми, впливають на функції інших органів в організмі пацієнта, перш за все печінки, яку при ЗТЖ можна віднести до органів ризику масивної внутрішньочеревної кровотечі.

Серед системних чинників травматичної хвороби провідну роль відіграє інтенсифікація процесів ліпідної пероксидації та виснаження антиоксидантного захисту, які разом із посиленням утворення прозапальних медіаторів відносять до пускових чинників розвитку поліорганної недостатності [5, 6]. Однак на даний час немає даних про те, як лапаротомія та видалення селезінки безпосередньо впливають на систему пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) та антиоксидантного захисту інших внутрішніх органів, зокрема печінки.

Мета роботи: з'ясувати вплив спленектомії на інтенсивність процесів ліпідної пероксидації та активність ензимної і глутатионової ланок антиоксидантного захисту печінки в експерименті.

Матеріали і методи. Експеримент виконано на 54 здорових статевозрілих щурах-самцях лінії Вістар масою 200–220 г, відібраних випадковим методом з віварію Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України. Усіх тварин поділили на 3 групи: дві контрольні на одну дослідну. Експерименти проводили під тіопентал-натрієвим наркозом у дозі 40 мг·кг⁻¹. Контрольну групу 1 склали щури, яких тільки вводили в наркоз. У контрольній групі 2 під тіопентал-натрієвим наркозом в асептичних умовах було змодельовано лише лапаротомію: виконували серединний розріз шкіри, підшкірної жирової клітковини, фасції та очеревини довжиною 8 см. Далі рану пошарово зашивали вікрилом. У дослідній групі після серединної лапаротомії перев'язували судинну ніжку селезінки капроновою ниткою і виконували спленектомію. Далі рану пошарово зашивали.

Через 1, 7, 14 та 28 діб щурів під наркозом умертвляли методом тотального кровопускання з серця. Для дослідження брали 1/3 частину печінки, охолоджували, відмивали від крові у фізіологічному розчині та гомогенізували в гомогенізаторі Silent Crasher 75 000 (Німеччина). В 10 % екстракті гомогенату печінки з використанням спектрофотометра LabAnalyt SP-V1000 (Granum, Китай) оцінювали рівень ПОЛ шляхом визначення вмісту дієнових кон'югатів (ДК) і трієнових кон'югатів (ТК) та реагентів до тіобарбітурової кислот (ТБК-активних продуктів ПОЛ), а також активність ензимної ланки

антиоксидантного захисту: супероксиддисмутази активність (СОД-активність), каталазу активність [7]. За співвідношенням каталазна активність / ТБК-активних продуктів ПОЛ розраховували антиоксидантно-прооксидантний індекс (АПІ) [8].

Усі маніпуляції виконано з дотриманням загальних етичних принципів експериментів на тваринах, ухвалених Першим національним конгресом з біоетики в Києві у 2001 р. та узгоджених із положенням Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 1986).

Цифрові дані оброблено за допомогою програмного пакета Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США), серійний номер диска BXXR303F737429FA-8. Розраховано медіану (Me), верхній та нижній квартилі (LQ, UQ). Вірогідність відмінностей оцінювали за непараметричним критерієм Манна – Уїтні.

Результати. Дослідження показали, що моделювання лише лапаротомії (контрольна група 2) викликало посилення процесів ліпідної пероксидації у печінці (табл. 1). Вміст ТБК-активних продуктів ПОЛ через 1 добу після лапаротомії, порівняно з контрольною групою 1, зростав на 58,7 % ($p < 0,05$), через 7 діб – у 3,00 рази ($p < 0,05$). В подальшому показник повертався до рівня контрольної групи 1 ($p > 0,05$), що також виявилось статистично значущим, порівняно з попередніми термінами експерименту ($p < 0,05$). На тлі спленектомії порушення були більш вираженими. В усі терміни після операції вміст ТБК-активних продуктів ПОЛ у печінці виявився істотно більшим, ніж у контрольній групі 1 ($p < 0,05$), також перевищував дослідну групу 2 через 1, 7 та 14 діб після спленектомії (відповідно на 24,6, 17,5 та 52,4 %, $p < 0,05$). Показник досягав максимуму через 7 діб експерименту, що суттєво перевищувало результат 1 доби (на 78,4 %, $p < 0,05$), а далі знижувався й досягав мінімальної величини через 28 діб. У цей термін показник виявився статистично вірогідно меншим порівняно з усіма попередніми термінами спостереження ($p < 0,05$).

Через 1, 7 та 28 діб після лапаротомії, порівняно з контрольною групою 1, в печінці відмічали суттєве зростання ДК (відповідно на 28,6 %, у 2,28 раза та на 85,7 %, $p < 0,05$). В динаміці показник через 14 діб досягав мінімальної величини, що виявилось статистично вірогідним порівняно з результатами попередніх термінів експерименту ($p < 0,05$). Через 28 діб експерименту показник зростав повторно і ставав суттєво більшим порівняно з результатом 1, 7 та 14 діб експерименту ($p < 0,05$). На тлі спленектомії вміст ДК у печінці зростав ще більше. Показник у всі терміни експерименту був

суттєво більшим, ніж у контрольній групі 1 ($p<0,05$) та контрольній групі 2: через 1 добу – на 59,3 % ($p<0,05$) через 7 діб – на 39,6 % ($p<0,05$), через 14 діб – на 52,6 % ($p<0,05$) через 28 діб – на 20,5 % ($p<0,05$). В динаміці показник змінювався коливаючись з першим підвищенням через 7 діб експерименту і другим, меншим за амплітудою, – через 28 діб. У цей термін показник виявився суттєво більшим, порівняно з результатом 1 і 14 діб ($p<0,05$), проте був меншим порівняно з результатом 7 доби (на 29,8 %, $p<0,05$).

У свою чергу, вміст ТК в печінці під впливом лише лапаротомії, порівняно з контрольною групою 1, теж зростає. Результат виявився статистично значущим через 1, 7 та 28 діб експерименту (відповідно на 25, %, у 2,34 раза та на 72,7 %, $p<0,05$). В динаміці показник змінювався хвилеподібно з двома періодами підвищення: через 7 діб (на 87,3 %, порівняно з результатом 1 доби, $p<0,05$) та через 28 діб експерименту (на 38,2 %, порівняно з результатом 1 доби, $p<0,05$ та на 94,9 %, порівняно з результатом 14 доби експерименту, $p<0,05$). Після спленектомії показник у всі терміни експерименту статистично вірогідно перевищував результат контрольної групи 1 ($p<0,05$) та

контрольної групи 2: відповідно на 38,2, 40,8, 48,7 та 25,0 %, $p<0,05$.

Аналіз показників антиоксидантної системи показав (табл. 2), що СОД-активність печінки під впливом лапаротомії через 1, 7 і 14 діб експерименту, порівняно з контрольною групою 1, суттєво не змінювалася ($p>0,05$). Через 28 діб показник ставав істотно більшим, порівняно з контрольною групою 1 (на 40,7 %, $p<0,05$), та порівняно з результатом попередніх термінів спостереження ($p<0,05$). Під впливом спленектомії показник зростає і досягав максимуму через 7 діб експерименту. В цей термін показник на 37,0 % перевищував результат контрольної групи 1 ($p<0,05$) та на 42,3 % – результат контрольної групи 2 ($p<0,05$). У подальшому показник знижувався і через 28 діб експерименту ставав меншим порівняно з результатом попередніх термінів спостереження ($p<0,05$). У цей термін показник ставав на 22,2 % меншим, порівняно з контрольною групою 1 ($p<0,05$), та на 44,7 % порівняно з контрольною групою 2 ($p<0,05$).

Під впливом лапаротомії каталазна активність печінки, порівняно з контрольною групою 1, змінювалася хвилеподібно з першим підвищенням через 1 добу експерименту (на 11,0 %, $p<0,05$) та

Таблиця 1. Вплив спленектомії на інтенсивність процесів ліпідної пероксидації у печінці ((Me (LQ;UQ)) – медіана (нижній і верхній квартилі)

Показник	Термін післяопераційного періоду			
	1 доба	7 доба	14 доба	28 доба
ТБК-активні продукти ПОЛ, мкмоль·кг ⁻¹ Контрольна група 1 (інтактні щури): 2,18 (2,16; 2,19)				
Контрольна група 2 (лапаротомія)	3,46 [#] (3,30; 3,89)	6,54 ^{#1} (6,32; 6,72)	2,44 ^{1,7} (2,20; 2,55)	2,22 ^{1,7} (0,20; 2,24)
Дослідна група (спленектомія)	4,31 ^{**} (4,26; 4,38)	7,69 ^{**1} (7,64; 7,74)	3,72 ^{**1,7} (3,70; 3,74)	2,26 ^{**1,7,14} (2,24; 2,28)
Дієнові кон'югати, ум. од.·мг ⁻¹ Контрольна група 1 (інтактні щури): 0,42 (0,40; 0,43)				
Контрольна група 2 (лапаротомія)	0,54 [#] (0,52; 0,57)	0,96 ^{#1} (0,95; 0,98)	0,38 ^{1,7} (0,37; 0,39)	0,78 ^{#1,7,14} (0,77; 0,79)
Дослідна група (спленектомія)	0,86 ^{**} (0,82; 0,89)	1,34 ^{**1} (1,30; 1,36)	0,58 ^{**1,7} (0,56; 0,60)	0,94 ^{**1,7,14} (0,92; 0,96)
Трієнові кон'югати, ум. од.·мг ⁻¹ Контрольна група 1 (інтактні щури): 0,44 (0,42; 0,48)				
Контрольна група 2 (лапаротомія)	0,55 [#] (0,51; 0,57)	1,03 ^{#1} (1,02; 1,08)	0,39 ^{1,7} (0,38; 0,40)	0,76 ^{#1,7,14} (0,75; 0,77)
Дослідна група (спленектомія)	0,76 ^{**} (0,74; 0,79)	1,45 ^{**1} (1,21; 1,51)	0,58 ^{**1,7} (0,56; 0,60)	0,95 ^{**1,7,14} (0,93; 0,97)

Примітки. Тут і в табл. 2: 1. [#] – відмінності стосовно контрольної групи 1 (інтактні щури) статистично вірогідні ($p<0,05$);

2. ^{*} – відмінності стосовно контрольної групи 2 (лапаротомія) статистично вірогідні ($p<0,05$);

3. ^{1,7,14} – відмінності стосовно 1, 7 та 14 діб експерименту статистично вірогідні ($p<0,05$).

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Таблиця 2. Вплив спленектомії на активність показників ензимної ланки антиоксидантного захисту в печінці ((Me (LQ;UQ)) – медіана (нижній і верхній квартилі))

Показник	Термін післяопераційного періоду			
	1 доба	7 доба	14 доба	28 доба
Супероксиддисмутазна активність, ум. од. · мг ⁻¹ Контрольна група 1 (інтактні щури): 0,27 (0,26; 0,28)				
Контрольна група 2 (лапаротомія)	0,25 (0,25; 0,26)	0,26 (0,25; 0,27)	0,28 ¹ (0,27; 0,29)	0,38 ^{#1,7,14} (0,37; 0,39)
Дослідна група (спленектомія)	0,28 (0,28; 0,29)	0,37 ^{#*1} (0,32; 0,38)	0,29 ⁷ (0,26; 0,30)	0,21 ^{#*1,7,14} (0,19; 0,23)
Каталазна активність, ум. од. · мг ⁻¹ Контрольна група 1 (інтактні щури): 5,18 (5,14; 5,19)				
Контрольна група 2 (лапаротомія)	5,75 [#] (5,67; 5,78)	4,79 ^{#1} (4,59; 4,87)	7,48 ^{#1,7} (7,46; 7,53)	5,34 ^{#1,7,14} (5,26; 5,37)
Дослідна група (спленектомія)	7,72 ^{**} (7,59; 7,90)	6,70 ^{#*1} (6,55; 6,87)	8,34 ^{#*1,7} (8,31; 8,36)	3,36 ^{#*1,7,14} (3,34; 3,38)
Антиоксидантно-прооксидантний індекс, ум. од. Контрольна група 1 (інтактні щури): 2,37 (2,36; 2,38)				
Контрольна група 2 (лапаротомія)	1,66 [#] (1,50; 1,74)	0,72 ^{#1} (0,71; 0,73)	3,06 ^{#1,7} (2,96; 3,39)	2,40 ^{#1,7,14} (2,38; 2,44)
Дослідна група (спленектомія)	1,80 [#] (1,70; 1,84)	0,87 ^{#*1} (0,84; 0,90)	2,24 ^{#*1,7} (2,23; 2,24)	1,49 ^{#*1,7,14} (1,48; 1,49)

другим – через 14 діб (на 44,4 %, $p<0,05$). До 28 доби експерименту показник знижувався і ставав суттєво меншим, порівняно з результатом 1 і 14 діб ($p<0,05$), проте залишався суттєво більшим порівняно з контрольною групою 1 ($p<0,05$). Після спленектомії каталазна активність печінки вже через 1 добу експерименту ставала на 49,0 %, порівняно з контрольною групою 1 ($p<0,05$), та на 34,3 % порівняно з контрольною групою 2 ($p<0,05$). Показник змінювався хвилювато зі зниженням через 7 діб експерименту та повторним підвищенням через 14 діб. В цей термін показник ставав на 8,0 % більшим, порівняно з результатом 1 доби ($p<0,05$), та на 24,5 % більшим, порівняно з результатом 7 доби ($p<0,05$), а також на 61,0 %, порівняно з контрольною групою 1 ($p<0,05$), та на 11,5 % порівняно з контрольною групою 2 ($p<0,05$). У подальшому показник знижувався і ставав статистично вірогідно меншим порівняно з попередніми термінами спостереження та контрольними групами 1 і 2 ($p<0,05$).

У свою чергу, величина АПІ печінки під впливом лапаротомії, порівняно з контрольною групою 1, теж зазнавала коливальних змін. Показник до 7 доби експерименту знижувався і ставав на 69,6 % меншим ($p<0,05$). У подальшому показник значно зростав – у 4,72 раза, порівняно з попереднім терміном спостереження ($p<0,05$), та був на 29,1 % більшим, ніж у контрольній групі 1 ($p<0,05$). Далі

показник знижувався і до 28 доби експерименту досягав рівня контрольної групи 1 ($p>0,05$). Під впливом спленектомії величина АПІ печінки, порівняно з контрольною групою 1, через 1 добу експерименту була суттєво меншою (на 24,0 %, $p<0,05$) і практично не відрізнялася від контрольної групи 2 ($p>0,05$). У подальшому показник знижувався, порівняно з попереднім терміном спостереження (на 51,7 %, $p<0,05$), й був на 63,3 % меншим, порівняно з контрольною групою 1 ($p<0,05$), проте перевищував контрольну групу 2 на 20,8 % ($p<0,05$). До 14 доби експерименту показник різко зростав (у 2,57 раза, порівняно з попереднім терміном, $p<0,05$), проте залишався статистично вірогідно меншим порівняно з контрольними групами 1 та 2 ($p<0,05$). Через 28 діб експерименту показник повторно знижувався (на 34,4 %, порівняно з попереднім терміном, $p<0,05$) й був на 37,1 % меншим, порівняно з контрольною групою 1 ($p<0,05$), та на 37,9 % меншим порівняно з контрольною групою 2 ($p<0,05$).

Обговорення. Отримані результати свідчать про те, що лапаротомія, як чинник ушкодження організму, сприяє посиленню процесів ліпідної пероксидації в печінці. Вміст ТБК-активних продуктів ПОЛ протягом перших 7 діб експерименту, ДК та ТК протягом 1, 7 та 28 діб експерименту є суттєво більшим, порівняно зі щурами контрольної групи 1, яких тільки вводили в тіопентал-

натрієвий наркоз. Можна припустити, що ушкодження передньої черевної стінки за рахунок виділення асоційованих з ушкодженням молекул, активізації симпатoadреналової системи сприяє порушенню мікроциркуляції в органах черевної порожнини, зниженню їх перфузії та розвитку гіпоксії і, як наслідок, активізації процесів ПОЛ [9]. Зазначені процеси, у свою чергу, активізують імунну систему з виділенням прозапальних медіаторів, які поглиблюють вторинне ураження, насамперед кишок [10]. За цих умов можливим стає порушення бар'єрної функції кишок, що сприяє інтенсивному всмоктуванню в систему ворітної вени мікробного ліпополісахариду та транслокації мікрофлори. Все це чинить повторний «удар» по печінці, який може ініціювати розвиток дисфункції печінки і замкнути чергове «хибне» патологічне коло, яке призводить до вторинного системного ураження внутрішніх органів [11].

Однак рівень досліджуваних показників ПОЛ до 14 доби нормалізується. Отже, зазначені порушення знаходяться в межах гомеостатичного регулювання. Звертає на себе увагу повторне підвищення первинних продуктів ПОЛ: ДК і ТК через 28 діб після лапаротомії. Очевидно, цей процес зумовлений фазовими коливаннями процесів адаптації та компенсації у відповідь на травму передньої черевної стінки, які наряду зі стихаючими патогенними впливами визначають процес відновлення ушкоджених тканин [12].

У свою чергу, СОД-активність печінки після лапаротомії упродовж 14 діб експерименту суттєво не відрізняється від рівня контрольної групи 1, що додатково свідчить про адекватну реакцію організму на травму передньої черевної стінки. Проте через 28 діб експерименту показник зростає, що вказує на вторинні прооксидантні порушення в печінці у пізній період після травми. Однак каталазна активність протягом усього експерименту після лапаротомії підвищена, порівняно із контрольною групою 1, з двома періодами максимального зростання – через 1 і 14 діб після лапаротомного періоду. Для цього ензиму характерним є зростання активності в міру накопичення гідрогену пероксиду. Ймовірно підвищений вміст каталази сприяє нормалізації показників ПОЛ до 14 доби експерименту. Додатковим підтвердженням цього припущення є динаміка АПІ. Показник до 14 доби теж зростає і досягає свого максимального рівня, що наочно свідчить про домінування антиоксидантних механізмів.

На тлі спленектомії показники ПОЛ у всі досліджувані терміни експерименту суттєво більші, порівняно зі щурами, яким моделювали лише лапарото-

мію. Отже, спленектомія сприяє накопиченню активних форм кисню в печінці й, як наслідок, посиленню процесів ПОЛ. Максимум зростання настає через 7 діб після операційного втручання. В цей термін відмічають також найбільше зниження величини АПІ та компенсаторне підвищення активності СОД-активності. До закінчення експерименту показники змінюються в бік норми, проте показники ПОЛ залишаються суттєво більшими, а антиоксидантного захисту – меншими, порівняно зі щурами, яким моделювали лише лапаротомію. Можна припустити, що видалення селезінки компенсаторно активізує імунну систему шлунково-кишкового тракту, яка, очевидно, стає ключовою у розвитку сукупності виявлених порушень.

Таким чином, лапаротомія та видалення селезінки сприяють вторинному ураженню внутрішніх органів, зокрема печінки, за рахунок інтенсифікації процесів ПОЛ та зниження активності ензимної ланки антиоксидантного захисту. Якщо за умов ЗТЖ виникає необхідність лапаротомії із видаленням селезінки, можна передбачити нашарування виявлених порушень із патогенними механізмами травми, що може сприяти тяжкості перебігу і зростанню летальності. Отримані результати та припущення вимагають подальшого поглибленого вивчення.

Висновки. 1. Моделювання лише лапаротомії протягом 1–7 діб експерименту супроводжується посиленням процесів ліпідної пероксидації та зниженням антиоксидантного захисту в печінці, що порівняно з контрольною групою 1, виявляють збільшення вмісту ДТ, ТК і ТБК-активних продуктів ПОЛ та зниженням каталазної активності та величини АПІ з нормалізацією досліджуваних показників через 14 діб експерименту та повторним зростанням первинних продуктів ПОЛ та СОД і каталазної активності через 28 діб.

2. Після спленектомії, порівняно зі щурами, яким моделювали лише лапаротомію, відмічають поглиблення процесів ПОЛ у печінці в усі терміни експерименту, що виникає на тлі компенсаторного збільшення каталазної активності та величини АПІ через 14 діб, які в подальшому знижуються і не повертаються до рівня контрольної групи 2 через 28 діб експерименту.

Конфлікт інтересів. Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

Джерела фінансування. Власні кошти авторів.

Внесок авторів. Тис О. Г. – концептуалізація, дослідження, аналіз та інтерпретація, візуалізація, написання, редагування. Угляр Ю. В. – дослідження, аналіз та інтерпретація, візуалізація, редагування.

REFERENCES

1. Halvachizadeh S, Mariani D, Pfeifer R. Impact of trauma on society. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2025; 51(1):155. DOI: 10.1007/s00068-025-02824-8.
2. Eurostat [Internet]. Accidents and injuries statistics; 2024 Jul [cited 2025 Dec. 8]. Available from: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Accidents_and_injuries_statistics.
3. Kaplan LJ, Maung AA. UpToDate [Internet]. Surgical management of splenic injury in the adult trauma patient; 2024 Oct 28 [cited 2025 Dec. 8]. Available from: https://www.uptodate.com/contents/surgical-management-of-splenic-injury-in-the-adult-trauma-patient?search=Surgical%20management%20of%20splenic%20injury%20in%20the%20adult%20trauma%20patient&source=search_result&selectedTitle=1~150&usa.
4. Avilova OV, Prykhodko OO, Trach OO, Yarmolenko OS, Bumeyster LV. Morfofunktsionalna orhanizatsiia selezinky laboratornykh tvaryn (ohliad literatury) [Morpho-functional organization of the spleen of the laboratory animals]. *World of Medicine and Biology.* 2017; 1:175-79. Ukrainian.
5. Hudyma AA, Sushko YI. Osoblyvosti aktyvatsii protsesiv lipidnoi peroksydatsii v umovakh kranioskeletnoi travmy v shchuriv riznoho viku. [Features of activation of lipid peroxidation processes in conditions of cranioskeletal injury in rats of different age]. *Shpytalna khirurgiia [Hospital Surgery. Journal Named by L.Ya. Kovalchuk].* 2018; 2:66-72. DOI: 10.11603/2414-4533.2018.2.9213. Ukrainian.
6. Chen L, Deng H, Cui H, Fang J, Zuo Z, Deng J, Li Y, Wang X, Zhao L. Inflammatory responses and inflammation-associated diseases in organs. *Oncotarget.* 2017; 9(6):7204-18. DOI: 10.18632/oncotarget.23208.
7. Vlizlo VV, editor. Laboratorni metody doslidzhennia u biolohii, tvarynnystvi i veterynarii medytsyni [Laboratory research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine]. Lviv. Spolom. 2012; 764. Ukrainian.
8. Horban II. Vplyv hostroi krovovtraty, uskladnenoi ishemiiieu-reperfuziiei kintsivky, na antyoksydantno-prooksydantnyi balans pechinky ta yoho korektsiia karbatsetamom [The effect of acute blood loss complicated by limb ischemia-reperfusion on the antioxidant-prooxidant balance of the liver and its correction by carbacetam]. *Achievements of Clinical and Experimental Medicine.* 2020; 2:93-100. DOI: 10.11603/1811-2471.2020.v.i2.11320. Ukrainian.
9. Zheng Y, Cui B, Sun W, Wang S, Huang X, Gao H, Gao F, Cheng Q, Lu L, An Y, Li X, Sun N. Potential Crosstalk between Liver and Extra-liver Organs in Mouse Models of Acute Liver Injury. *Int J Biol Sci.* 2020; 16(7):1166-79. DOI: 10.7150/ijbs.41293.
10. Lord JM, Midwinter MJ, Chen YF, Belli A, Brohi K, Kovacs EJ, Koenderman L, Kubes P, Lilford RJ. The systemic immune response to trauma: an overview of pathophysiology and treatment. *The Lancet.* 2014; 384(9952):1455-65. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)60687-5.
11. Levchuk RD, Pokryshko OV, Borys RM, Dzetsiukh TI. Vydovyi sklad ta riven obsimeninnia mikroorhanizmamy perytonealnoho eksudatu v rannii period pislia modeliuвання skeletnoi, cherepno-mozkovoї ta poiednanoi travmy [Species composition and level of contamination by microorganisms of peritoneal exudate in the early period after simulation skeletal, cranial and combined injuries]. *Actual problems of transport medicine: environment; occupational health; pathology.* 2015; 4/2:148-156. Ukrainian.
12. Uhlyar TY, Badiuk MI, Hudyma AA, Salii MI, Tsymbaliuk HY, Prokhorenko OO, Maika IA. Osoblyvosti funktsionalnoho stanu pechinky za umov kranioskeletnoi travmy, poiednanoi z tupoiu travmoiu zhyvota [Features of the liver's functional state under conditions of cranio-skeletal injury combined with blunt abdominal trauma]. *World of Medicine and Biology.* 2023; 19(83):238. DOI:10.26724/2079-8334-2023-1-83-238-242. Ukrainian.

Отримано 09.10.2025

Електронна адреса для листування: tys_oh@tdmu.edu.ua

O. H. TYS, YU. V. UHLIAR

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine

THE INFLUENCE OF SPLENECTOMY ON THE INTENSITY OF LIPID PEROXIDATION PROCESSES AND THE ACTIVITY OF ENZYMATIC AND GLUTATHIONE LINKS OF ANTIOXIDANT PROTECTION OF THE LIVER IN THE EXPERIMENT

The aim of the study: to determine the influence of splenectomy on the intensity of lipid peroxidation processes and the activity of enzymatic and glutathione links of antioxidant protection of the liver in the experiment.

Materials and Methods. The experiment was performed on 54 healthy mature male Wistar line rats weighing 200–220 g. The experiments were conducted under thiopental sodium anesthesia at a dose of 40 mg·kg⁻¹. Rats that were only anesthetized were placed in control group 1. In control group 2, laparotomy was performed under thiopental sodium anesthesia. In the experimental group, splenectomy was performed. After 1, 7, 14, and 28 days, the content of diene and triene conjugates (DC, TC) and thiobarbituric acid reagents (TBA-active products of lipid peroxidation) as well as superoxide dismutase (SOD activity) and catalase activity were determined. The antioxidant-pro-oxidant index (API) was calculated based on the ratio of catalase activity to TBA-active products of lipid peroxidation.

Results. It was established that modeling only laparotomy compared to control caused an increase in the content of TBK-active products of LPO during the first 7 days of the experiment, DC and TC during 1, 7, and 28 days of the experiment. After 14 days, the content of the studied LPO indicators normalized, but by the 28th day, a repeated increase in the content of primary LPO products in the liver was noted: DC and TC. After laparotomy, SOD activity in the liver did not differ significantly from the control group during the 14 days of the experiment, but increased after 28 days, indicating secondary prooxidative disorders in the liver in the late period after the inflicted injury. However, catalase activity throughout the experiment was elevated with two periods of maximum growth – 1 and 14 days after the post-laparotomy period. The API value also increased up to 14 days and reached its maximum level, which clearly indicates the dominance of antioxidant mechanisms during this period. Against the background of splenectomy, the studied LPO indicators at all studied periods of the experiment were significantly higher compared to rats that underwent only laparotomy. The maximum increase in LPO processes was observed 7 days after the surgical intervention. During this period, the greatest decrease in API and a compensatory increase in SOD activity were also observed. By the end of the experiment, the indicators had returned to the norm, but the LPO indicators remained significantly higher, and the antioxidant protection indicators lower, compared to rats that had undergone only laparotomy.

Conclusions. Laparotomy and splenectomy contribute to secondary damage to internal organs, in particular the liver, due to the intensification of LPO processes and a decrease in the activity of the enzymatic link of antioxidant protection.

Key words: splenectomy; laparotomy; lipid peroxidation; superoxide dismutase; catalase; experiment.

Відомості про авторів

Тис О. Г. – лікар з медицини невідкладних станів, аспірант кафедри екстреної та симуляційної медицини закладу вищої освіти, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль, Україна, e-mail: tys_oh@tdmu.edu.ua.

Угляр Ю. В. – кандидат медичних наук, доцент кафедри онкології, променевої діагностики і терапії та радіаційної медицини закладу вищої освіти, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль, Україна, e-mail: uglyar@tdmu.edu.ua.

Information about the authors

Tys O. H. – emergency medicine physician, postgraduate PhD student at the Department of Emergency and Simulation Medicine, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine, e-mail: tys_oh@tdmu.edu.ua.

Uhliar Yu. V. – PhD (Medicine), MD, Associate Professor at the Department of Oncology, Radiation Diagnostics and Therapy, and Radiation Medicine, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine, e-mail: uglyar@tdmu.edu.ua.