

ВПЛИВ ПІДВИЩЕНОГО ВНУТРІШНЬОЧЕРЕВНОГО ТИСКУ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ПРОЦЕСІВ ЛІПІДНОЇ ПЕРОКСИДАЦІЇ В ЛЕГЕНЯХ ЩУРІВ РІЗНИХ ВІКОВИХ ГРУП

Вступ. Лапароскопічна холецистектомія стала основним малоінвазивним хірургічним втручанням при гострому калькульозному холециститі. Серед усіх хворих з ускладненнями патології органів шлунково-кишкового тракту гострий калькульозний холецистит виявляють у 42–50 % осіб похилого і старечого віку. Незважаючи на безпечність методу, в окремих публікаціях відмічають необхідність обережного виконання лапароскопічної холецистектомії пацієнтам похилого віку, що зумовлено транзиторними фізіологічними змінами в організмі, які викликають підвищення тиску в черевній порожнині. Однак недостатньо вивченими залишаються вікові особливості впливу підвищеного внутрішньочеревного тиску на активність процесів перекисного окиснення ліпідів у легенях – органі, який чутливо реагує на зовнішні чи внутрішні втручання.

Мета дослідження – з'ясувати вплив підвищеного внутрішньочеревного тиску на інтенсивність процесів ліпідної пероксидації в легенях щурів різних вікових груп.

Методи дослідження. В експерименті використано 70 білих щурів-самців лінії Вістар двох вікових груп: статевозрілих віком 6–8 місяців та масою 180–200 г і старих віком 19–23 місяці й масою 300–320 г. За умов використання тіопентал-натрієвого наркозу катетеризували порожнину живота і ручним інсуфлятором нагнітали атмосферне повітря до величини внутрішньочеревного тиску 20 мм рт. ст. Час експозиції становив 60 хв. Щурів виводили з експериментів відразу після декомпресії черевної порожнини, а також через 1, 3 і 7 діб. У 10 % екстракті гомогенату легень визначали вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ): дієнових і трієнових кон'югатів (ДК, ТК) та реагентів до тіобарбітурової кислоти (ТБК-активних продуктів ПОЛ).

Результати й обговорення. Підвищення тиску в черевній порожнині викликало посилення процесів ПОЛ у легенях щурів різного віку, що проявлялось зростанням концентрації первинних і вторинних продуктів в екстракті гомогенату легень з максимумом через 1 добу після декомпресії черевної порожнини. Вміст первинних продуктів, зокрема ТК, у легенях суттєво переважав у групі статевозрілих тварин відразу після декомпресії черевної порожнини та через 1 і 7 діб експерименту, тоді як вміст вторинних продуктів, зокрема ТБК-активних продуктів ПОЛ, у всі досліджувані терміни після декомпресії був більшим у групі старих щурів. Ступінь зростання вмісту ТК у легенях виявився суттєво більшим у групі статевозрілих тварин через 1 добу експерименту, в групі старих щурів – через 7 діб. Ступінь підвищення вмісту ТБК-активних продуктів ПОЛ у легенях через 1 і 3 доби експерименту істотно переважав у статевозрілих тварин. Отримані результати вказують на доцільність призначення замісної антиоксидантної терапії при проведенні лапароскопічних втручань з підвищеним внутрішньочеревним тиском у старшій віковій групі.

Висновки. За умов підвищення внутрішньочеревного тиску до 20 мм рт. ст. з експозицією 1 год у легенях статевозрілих і старих щурів відмічають посилення процесів ліпідної пероксидації, що проявляється зростанням вмісту ДК, ТК і ТБК-активних продуктів ПОЛ з максимумом через 1 добу після декомпресії і наступним зниженням до 7-ї доби експерименту. Ступінь підвищення досліджуваних показників ПОЛ після декомпресії черевної порожнини суттєво більший у групі статевозрілих щурів, ніж у старих.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: внутрішньочеревний тиск; оксидативний стрес; легені; вік.

ВСТУП. Останнім часом у хірургії гепатопанкреатодуоденальної зони все частіше використовують лапароскопічні методи. Лапароскопічна холецистектомія стала основним малоінвазивним хірургічним втручанням при гострому калькульозному холециститі. Серед усіх хворих з ускладненнями патології органів шлунково-кишкового

© Д. В. Осадчук, 2024.

тракту гострий калькульозний холецистит виявляють у 42–50 % осіб похилого і старечого віку [1]. Незважаючи на безпечність методу, в окремих публікаціях відмічають необхідність обережного виконання лапароскопічної холецистектомії пацієнтам похилого віку, що зумовлено транзиторними фізіологічними змінами в організмі, які викликають підвищення тиску в

черевній порожнині [2]. За цих умов в органах черевної порожнини під час оперативного втручання сповільнюється кровотік, знижується перфузія внутрішніх органів [3]. Одночасно зменшуються приплив крові до органів грудної клітки, серцевий викид і кровотік у малому колі кровообігу [4]. За умов ішемії з'являються передумови для генерації активних форм кисню з ініціацією процесів вільнорадикального окиснення, що негативно впливає на структуру клітинних мембран та може призвести до порушення мембранозалежних функцій [5]. Однак ще більші порушення виникають після відновлення кровотоку. Через накопичення значної кількості відновлених форм різних сполук, у тому числі коензимів – НАД·Н₂, НАДФ·Н₂, ФАД·Н, убіхінонів надходження кисню призводить до посилення одноелектронного відновлення молекулярного кисню з одним неспареним електроном у зовнішній орбіталі й накопичення супероксид-аніон радикала [6]. За цих умов поглиблюються процеси вільнорадикального окиснення, що може ініціювати розвиток поліорганної дисфункції. Однак недостатньо вивченими залишаються вікові особливості впливу підвищеного внутрішньочеревного тиску на активність процесів ПОЛ у легенях – органі, який чутливо реагує на зовнішні чи внутрішні втручання.

Мета дослідження – з'ясувати вплив підвищеного внутрішньочеревного тиску на інтенсивність процесів ліпідної пероксидації в легенях щурів різних вікових груп.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ. В експериментах використано 70 білих щурів-самців лінії Вістар, відібраних випадковим методом, двох вікових груп: статевозрілих віком 6–8 місяців та масою 180–200 г і старих віком 19–23 місяці й масою 300–320 г. Тварин утримували у стандартних умовах віварію з вільним доступом до їжі й води.

Під тіопентал-натрієвим наркозом (40 мг·кг⁻¹ внутрішньочеревно) катетеризували порожнину живота і ручним інсуфлятором нагнітали атмосферне повітря до величини внутрішньочеревного тиску 20 мм рт. ст. У контрольній групі (по 7 щурів різного віку) встановлювали катетер, проте повітря не нагнітали. Через 60 хв контрольних тварин і по 7 щурів кожної вікової групи виводили з експерименту шляхом тотального кровопускання із серця. Решту тварин кожної вікової групи (по 7 особин) за аналогічних умов виводили з експерименту через 1, 3 і 7 діб. У щурів забирали шматочок легень, який охолоджували, відмивали від крові та гомогенізували в гомогенізаторі Silent Crasher 75000 (Німеччина). У 10 % екстракті гомогенату легень визначали вміст первинних і вторинних продуктів

пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ): дієнових і трієнових кон'югатів (ДК, ТК) та реагентів до тіобарбітурової кислоти (ТБК-активних продуктів ПОЛ) за методиками, описаними в роботі [7], з використанням спектрофотометра LabAnalyt SP-V1000 ("Granum", Китай).

При виконанні досліджень дотримувалися загальних етичних принципів експериментів на тваринах, ухвалених на Першому національному конгресі з біоетики (Київ, 2001) та узгоджених з положенням Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 1986).

Для статистичної обробки цифрового матеріалу застосовували програмний пакет STATISTICA 10.0 ("StatSoft Inc.", США), серійний номер диска BXXR303F737429FA-8. Визначали медіану (Me), нижній та верхній квартилі (LQ; UQ). Для незалежного порівняння ступеня відхилення показників у щурів різних вікових груп розраховували відношення індивідуальних величин досліджуваних показників до середньої величини контрольної групи [8]. Вірогідність відмінностей оцінювали за непараметричним критерієм Манна – Уїтні при рівні значущості $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ Й ОБГОВОРЕННЯ. Результати досліджень показали, що відразу після декомпресії черевної порожнини вміст ДК у легенях статевозрілих тварин, порівняно з контролем, суттєво не змінювався ($p > 0,05$), проте у старих щурів статистично вірогідно зростав (на 22,4 %, $p < 0,05$) (табл. 1). Через 1 добу експерименту в статевозрілих тварин показник досягав максимальної величини, на 41,3 % перевищував контроль ($p < 0,05$) і залишався на такому ж рівні до 3-ї доби ($p > 0,05$). Через 7 діб у даній дослідній групі він знижувався і досягав рівня контролю ($p > 0,05$). У цей термін вміст ДК ставав суттєво меншим порівняно з результатом 1-ї доби експерименту (на 21,7 %, $p < 0,05$). У старих щурів до 1-ї доби експерименту показник теж досягав максимальної величини і на 19,5 % перевищував результат, отриманий відразу після декомпресії черевної порожнини ($p < 0,05$), та на 46,3 % – рівень контролю ($p < 0,05$). Через 3 доби після декомпресії вміст ДК, як і в статевозрілих щурів, залишався на попередньому рівні ($p > 0,05$), а до 7-ї доби знижувався. У цей термін показник досягав рівня контролю ($p > 0,05$) і був на 22,4 % меншим, ніж через 1 добу експерименту ($p < 0,05$). Порівняння дослідних груп показало, що після декомпресії черевної порожнини вміст ДК у легенях у динаміці експерименту суттєво не відрізнявся у статевозрілих і старих щурів ($p > 0,05$).

Таблиця 1 – Динаміка показників процесів ліпідної пероксидації в легенях статевозрілих і старих щурів після декомпресії черевної порожнини (Me (LQ; UQ) – медіана (нижній та верхній квантилі))

Група щурів	Контроль	Термін після декомпресії черевної порожнини			
		відразу	1-ша доба	3-тя доба	7-ма доба
ДК, ум. од.·мг ⁻¹					
1-ша – статевозрілі	1,50 (1,37; 1,67)	1,84 (1,67; 2,00)	2,12* (1,91; 2,24)	1,88* (1,79; 2,03)	1,66 ^{1д} (1,53; 1,79)
2-га – старі	1,34 (1,26; 1,47)	1,64* (1,62; 1,75)	1,96* ^в (1,80; 2,12)	1,85* (1,64; 1,97)	1,52 ^{1д} (1,40; 1,69)
p	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
ТК, ум. од.·мг ⁻¹					
1-ша – статевозрілі	1,16 (1,15; 1,28)	1,84* (1,69; 2,06)	2,36* (1,99; 2,45)	1,88* (1,79; 2,03)	1,52* ^{в,1д,3д} (1,41; 1,65)
2-га – старі	0,84 (0,70; 0,90)	1,26* (1,13; 1,39)	1,34* (1,27; 1,43)	1,82* ^{в,1д} (1,64; 1,97)	1,28* ^{3д} (1,21; 1,40)
p	<0,05	<0,05	<0,05	>0,05	<0,05
ТБК-активні продукти ПОЛ, мкмоль·г ⁻¹					
1-ша – статевозрілі	1,22 (1,18; 1,25)	1,62* (1,61; 1,73)	1,96* ^в (1,90; 1,99)	1,74* ^{1д} (1,73; 1,85)	1,37* ^{в,1д,3д} (1,26; 1,47)
2-га – старі	1,62 (1,61; 1,91)	1,94 (1,91; 1,96)	2,25* ^в (2,09; 2,29)	2,00* ^{1д} (1,93; 2,08)	1,98 (1,78; 2,08)
p	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Примітки:

- * – відмінності стосовно контрольної групи статистично вірогідні (p<0,05).
- p – вірогідність відмінностей між групами статевозрілих і старих щурів.
- ^{в,1д,3д} – відмінності стосовно термінів декомпресії черевної порожнини (відразу, 1-ша доба, 3-тя доба) статистично вірогідні (p<0,05).

У свою чергу, відразу після декомпресії черевної порожнини вміст ТК у легенях статевозрілих тварин, порівняно з контролем, статистично вірогідно зростав (на 58,6 %, p<0,05). На такому рівні показник перебував до 3-ї доби експерименту (p>0,05). До 7-ї доби експерименту він знижувався і ставав статистично вірогідно меншим порівняно з результатом, отриманим відразу після декомпресії (на 17,4 %, p<0,05), а також порівняно з результатами 1-ї і 3-ї діб експерименту (відповідно, на 35,6 та 19,2 %, p<0,05). У старих щурів вміст ТК відразу після декомпресії черевної порожнини зростав (на 50,0 %, p<0,05) і залишався на такому ж рівні до 1-ї доби експерименту (p>0,05). До 3-ї доби експерименту показник досягав максимальної величини й у 2,17 раза перевищував контроль (p<0,05), на 44,4 % – результат 1-ї доби експерименту (p<0,05), на 35,8 % – результат 3-ї доби (p<0,05). До 7-ї доби він знижувався і ставав статистично вірогідно меншим, ніж через 3 доби експерименту (p<0,05), проте залишався істотно більшим, ніж у контрольній групі (на 52,4 %, p<0,05). Порівняння тварин різних вікових груп показало, що відразу після декомпресії вміст ТК у легенях був істотно меншим у старих щурів, ніж статевозрілих (на 31,5 %, p<0,05). Так само у старих щурів показник продовжував залишатись істотно меншим і через 1 та 7 діб експерименту (відповідно, на 43,2 і 15,8 %, p<0,05). Через 3 доби

експерименту відмінності між групами порівняння були статистично не значущими (p>0,05).

Водночас вміст ТБК-активних продуктів ПОЛ у легенях статевозрілих тварин відразу після декомпресії черевної порожнини, порівняно з контролем, зростав на 32,8 % (p<0,05). Через 1 добу експерименту показник продовжував збільшуватися і перевищував результат, отриманий відразу після декомпресії черевної порожнини, на 21,0 % (p<0,05), та рівень контролю – на 60,6 % (p<0,05). Через 3 доби експерименту вміст ТБК-активних продуктів ПОЛ зменшувався на 11,2 % порівняно з результатом 1-ї доби експерименту (p<0,05), проте залишався більшим від контролю на 42,6 % (p<0,05). Через 7 діб експерименту показник продовжував знижуватися і ставав на 15,4 % меншим порівняно з результатом, одержаним відразу після декомпресії черевної порожнини (p<0,05), на 30,1 % – порівняно з результатом 1-ї доби експерименту (p<0,05), на 21,3 % – порівняно з результатом 3-ї доби експерименту (p<0,05). У легенях старих щурів вміст ТБК-активних продуктів ПОЛ відразу після декомпресії суттєво не змінювався порівняно з контролем (p>0,05). Через 1 добу експерименту показник зростав і ставав на 16,0 % більшим від результату попереднього терміну спостереження (p<0,05), на 38,9 % – від контролю (p<0,05). Через 3 доби він знижувався. У цей термін вміст ТБК-активних продуктів ПОЛ

був на 11,1 % меншим порівняно з результатом 1-ї доби експерименту ($p < 0,05$) і статистично вірогідно перевищував контроль на 23,4 % ($p < 0,05$). На такому ж рівні показник продовжував залишатися і через 7 днів експерименту ($p > 0,05$). Порівняння дослідних груп щурів різного віку показало, що в усі терміни після декомпресії черевної порожнини вміст ТБК-активних продуктів ПОЛ у легенях був більшим у групі старих щурів порівняно зі статевозрілими: відразу після декомпресії – на 19,8 % ($p < 0,05$), через 1 добу експерименту – на 14,8 % ($p < 0,05$), через 3 доби – на 14,9 % ($p < 0,05$), через 7 днів – на 44,5 % ($p < 0,05$).

Аналізуючи вміст продуктів ПОЛ у контрольній групі тварин різного віку, ми встановили, що вміст ДК у легенях між групами порівняння статистично вірогідно не відрізнявся ($p > 0,05$). Водночас у старих щурів він виявився статистично вірогідно меншим, ніж у статевозрілих (на 27,6 %, $p < 0,05$), а вміст ТБК-активних продуктів ПОЛ, навпаки, у старих тварин був більшим (на 32,8 %, $p < 0,05$). У зв'язку з цим, для незалежної оцінки динаміки вмісту показників ПОЛ у легенях статевозрілих і старих щурів визначали середнє відношення індивідуальних величин досліджуваних показників після декомпресії черевної порожнини до середньої величини контрольної групи, що відображає ступінь зростання цих показників стосовно контролю та не залежить від їх рівня в контрольній групі.

Як показали результати, наведені в таблиці 2, ступінь зростання вмісту ДК у динаміці після декомпресії черевної порожнини між гру-

пами статевозрілих і старих тварин суттєво не відрізнявся ($p > 0,05$). Водночас ступінь збільшення вмісту ТК відразу після декомпресії черевної порожнини та через 3 доби експерименту суттєво не відрізнявся між групами статевозрілих і старих щурів ($p > 0,05$). Разом із тим, через 1 добу після декомпресії черевної порожнини показник виявився статистично вірогідно вищим у статевозрілих тварин порівняно зі старими (на 26,9 %, $p < 0,05$), а через 7 днів експерименту – в старих щурів (на 16,0 %, $p < 0,05$). У свою чергу, ступінь зростання вмісту ТБК-активних продуктів ПОЛ у легенях через 1 і 3 доби після декомпресії черевної порожнини ставав статистично вірогідно більшим у статевозрілих тварин порівняно зі старими (відповідно, на 15,8 та 16,3 %, $p < 0,05$). В інші терміни після декомпресії черевної порожнини відмінності між групами порівняння були статистично не вірогідними ($p > 0,05$).

Отримані результати свідчать про те, що підвищення тиску в черевній порожнині викликає посилення процесів ПОЛ у легенях щурів різного віку, що проявляється зростанням концентрації первинних і вторинних продуктів в екстракті гомогенату легень з максимумом через 1 добу після декомпресії черевної порожнини. Показники знижуються до 7-ї доби експерименту, причому в щурів різного віку вміст ДК у легенях досягає рівня контролю, вміст ТК залишається підвищеним. Вміст ТБК-активних продуктів ПОЛ теж зменшується, проте тільки у старих щурів до 7-ї доби експерименту досягає рівня контролю. Таким чином, підвищення внутрішньочеревного тиску з періодом тимчасової ішемії

Таблиця 2 – Динаміка середнього відношення індивідуальних величин показників процесів ліпідної пероксидації в легенях статевозрілих і старих щурів після декомпресії черевної порожнини до середньої величини контрольної групи (Me (LQ; UQ) – медіана (нижній та верхній квантилі))

Група щурів	Термін після декомпресії черевної порожнини			
	відразу	1-ша доба	3-тя доба	7-ма доба
ДК				
1-ша – статевозрілі	1,23 (1,11; 1,33)	1,41 (1,27; 1,49)	1,25 (1,19; 1,35)	1,11 (1,02; 1,19)
2-га – старі	1,22 (1,21; 1,31)	1,46 (1,34; 1,58)	1,36 (1,22; 1,47)	1,13 (1,05; 1,26)
p	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
ТК				
1-ша – статевозрілі	1,59 (1,45; 1,78)	2,03 (1,72; 2,11)	1,53 (1,42; 1,67)	1,31 (1,21; 1,42)
2-га – старі	1,50 (1,35; 1,65)	1,60 (1,51; 1,70)	1,38 (1,19; 1,42)	1,52 (1,44; 1,67)
p	>0,05	<0,05	>0,05	<0,05
ТБК-активні продукти ПОЛ				
1-ша – статевозрілі	1,33 (1,32; 1,42)	1,61 (1,56; 1,63)	1,43 (1,42; 1,52)	1,12 (1,03; 1,20)
2-га – старі	1,20 (1,18; 1,21)	1,39 (1,29; 1,41)	1,23 (1,19; 1,28)	1,22 (1,10; 1,29)
p	<0,05	<0,05	<0,05	>0,05

Примітка. p – вірогідність відмінностей між групами статевозрілих і старих щурів.

внутрішніх органів і наступної реперфузії викликає сукупність порушень, які мають системний вплив на органи щурів різних вікових груп. Насамперед ідеться про активізацію процесів вільнорадикального окиснення, ураження слизової оболонки кишок зі зниженням їх бар'єрної функції і додатковим ендотоксичним впливом на печінку та інші внутрішні органи [9, 10], в тому числі, як показали наші дослідження, і легені. Крім цього, очевидно, певну роль відіграє і вплив тимчасового підвищення внутрішньогрудного тиску, який утруднює зовнішнє дихання, зменшує присмоктувальну функцію грудної клітки, обмежує кровотік у малому колі. Усе це в комплексі й призводить до посилення в легенях процесів ліпідної пероксидації.

Аналіз вікових відмінностей посилення ПОЛ у легенях після одногодинного підвищення внутрішньочеревного тиску показує, що вміст первинних продуктів, зокрема ТК, у легенях суттєво переважає у групі статевозрілих тварин відразу після декомпресії черевної порожнини та через 1 і 7 діб експерименту, тоді як вміст вторинних продуктів, зокрема ТБК-активних, у всі досліджувані терміни після декомпресії переважає у групі старих щурів. Ці дані вказують на те, що у статевозрілих тварин посилення ПОЛ під впливом підвищеного внутрішньочеревного тиску сприяє більшій активації антиоксидантного захисту, ніж у старих щурів, що у кінцевому результаті призводить до зменшення концентрації ТБК-активних продуктів ПОЛ. Про це також свідчить і більший вміст ТК у статевозрілих тварин і ТБК-активних продуктів ПОЛ у старих щурів контрольної групи.

Враховуючи відмінності інтенсивності ПОЛ у щурів різного віку в контрольній групі, з метою незалежного порівняння активності прооксидантних механізмів у тварин різного віку під впливом підвищення внутрішньочеревного тиску розраховували середнє відношення індивідуальних величин показників ліпідної пероксидації в легенях після декомпресії черевної порожнини до середньої величини контрольної групи, яке вказує на ступінь зростання досліджуваних показників. Результати дослідження показали, що ступінь збільшення вмісту ТК у легенях переважає у групі статевозрілих тварин через 1 добу експерименту, в групі старих щурів – через 7 діб.

У свою чергу, ступінь зростання вмісту ТБК-активних продуктів ПОЛ у легенях через 1 і 3 доби експерименту істотно переважає у статевозрілих тварин. Отже, з одного боку, має місце більший вміст продуктів ПОЛ у легенях старих щурів під впливом підвищеного внутрішньочеревного тиску, а з іншого – вищий ступінь зростання досліджуваних показників ПОЛ у групі статевозрілих тварин. Наведені результати дозволяють припустити, що більший ступінь зростання ПОЛ, порівняно з контролем, під впливом підвищення внутрішньочеревного тиску сприяє і більшій мобілізації антиоксидантного захисту, це, очевидно, є ознакою, характерною для молодшої вікової групи.

Таким чином, одногодинне підвищення внутрішньочеревного тиску сприяє активізації процесів ПОЛ у легенях, що більш виражено у старих щурів і, очевидно, пов'язано з меншою спроможністю антиоксидантних систем. Отримані результати вказують на доцільність призначення замісної антиоксидантної терапії при проведенні лапароскопічних втручань з підвищеним внутрішньочеревним тиском у пацієнтів старшої вікової групи.

ВИСНОВКИ. 1. За умов підвищення внутрішньочеревного тиску до 20 мм рт. ст. з експозицією 1 год у легенях статевозрілих і старих щурів відмічають посилення процесів ліпідної пероксидації, що проявляється зростанням вмісту ДК, ТК і ТБК-активних продуктів ПОЛ з максимумом через 1 добу після декомпресії і наступним зниженням до 7-ї доби експерименту, яке тільки за вмістом ДК досягає рівня контролю.

2. Порівняння абсолютних величин вмісту досліджуваних показників ПОЛ виявляє вищу концентрацію ТК у статевозрілих тварин порівняно зі старими відразу після декомпресії черевної порожнини, а також через 1 і 3 доби експерименту, тоді як вміст ТБК-активних продуктів ПОЛ суттєво переважає у групі старих щурів у всі терміни після декомпресії черевної порожнини.

3. Ступінь підвищення досліджуваних показників ПОЛ після декомпресії черевної порожнини суттєво більший у групі статевозрілих щурів, ніж у старих: ТК – через 1 добу експерименту, ТБК-активних продуктів ПОЛ – через 1 і 3 доби.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Emergency Cholecystectomy in the Elderly / M. Sugrue, H. Huan, B. Skelly, A. Watson // *Emergency general surgery in geriatrics* / eds R. Latif, F. Catena, F. Coccolini. – Springer Cham, 2021. – P. 407–418. DOI: 10.1007/978-3-030-62215-2.
2. Effects of intra-abdominal pressure in rat lung tissues after pneumoperitoneum / J. C. Mendes Brandao, C. A. Dato, V. C. Gaspar [et al.] // *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*. – 2019. – **12**, No 7. – P. 8309–8317. – Access mode: <https://bv.fapesp.br/en/publicacao/168845/effects-of-intra-abdominal-pressure-in-rat-lung-tissues-afte> (access 20.09.2024). – Title from screen.
3. Visualising improved peritoneal perfusion at lower intra-abdominal pressure by fluorescent imaging during laparoscopic surgery: a randomised controlled study / K. I. Albers, F. Polat, T. Loonen [et al.] // *International Journal of Surgery*. – 2020. – **77**. – P. 8–13. DOI: 10.1016/j.ijso.2020.03.019.
4. Fernández-Martín S. Laparoscopic versus Open Ovariectomy in Bitches: Changes in Cardiorespiratory Values, Blood Parameters, and Sevoflurane Requirements Associated with the Surgical Technique / S. Fernández-Martín, V. Valiño-Cultelli, A. González-Cantalapiedra. // *Animals*. – 2022. – **12**, No. 11. – P. 1438. DOI: 10.3390/ani12111438.
5. Neogi P. Low-pressure pneumoperitoneum in laparoscopic cholecystectomy: a randomized controlled trial / P. Neogi, P. Kumar, S. Kumar // *Surgical Laparoscopy, Endoscopy & Percutaneous Techniques*. – 2020. – **30**, No. 1. – P. 30–34. DOI: 10.1097/sle.0000000000000719.
6. Biological role of reactive oxygen species in mitochondria / M. V. Dikal, Ye. O. Ferenchuk, T. M. Bilous [та ін.]. // *Клінічна анатомія та оперативна хірургія*. – 2023. – **22**, № 2. – С. 100–106. DOI: 10.24061/1727-0847.22.2.2023.24.
7. 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.
8. Сушко Ю. І. Вплив краніоскелетної травми на прояви цитолітичного синдрому в умовах краніоскелетної травми щурів різного віку / Ю. І. Сушко, А. А. Гудима, О. А. Зачепа // *Шпитальна хірургія. Журн. імені Л. Я. Ковальчука*. – 2022. – № 3. – С. 54–62. DOI: 10.11603/2414-4533.2022.3.13393.
9. Gut oxygenation and oxidative damage during and after laparoscopic and open left-sided colon resection: a prospective, randomized, controlled clinical trial / L. Gianotti, L. Nespoli, S. Rocchetti [et al.] // *Surgical Endoscopy*. – 2011. – **25**, No. 6. – P. 1835–1843. DOI: 10.1007/s00464-010-1475-2, 2-s2.0-80051690824.
10. The effect of laparoscopy on mast cell degranulation and mesothelium thickness in rats / H. Poerwosusanta, N. Z. Gunadi, I. K. Oktavianti [et al.] // *BMC surgery*. – 2020. – **20**, No. 1. – P. 111. DOI: 10.1186/s12893-020-00775-y.

REFERENCES

1. Sugrue, M., Huan, H., Skelly, B., & Watson, A. (2021). Emergency Cholecystectomy in the Elderly. In R. Latifi, F. Catena & F. Coccolini (Eds.), *Emergency General Surgery in Geriatrics* (p. 407-418). Springer Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-62215-2_26.
2. Mendes Brandao, J.C., Dato, C.A., Gaspar, V.C., Teixeira L.C., Masashi M.M., Ferez D., dos Reis Falco L.F., & Junior I.S.O. (2019). Effects of intra-abdominal pressure in rat lung tissues after pneumoperitoneum. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, 12(7), 8309-8317. Retrieved from <https://bv.fapesp.br/en/publicacao/168845/effects-of-intra-abdominal-pressure-in-rat-lung-tissues-afte> (access 23.08.2024).
3. Albers, K.I., Polat, F., Loonen, T., Graat, L.J., Mulier, J.P., Snoeck, M.M., Panhuizen, I.F., Vermulst, A.A., Scheffer, G.J., & Warlé, M.C. (2020). Visualising improved peritoneal perfusion at lower intra-abdominal pressure by fluorescent imaging during laparoscopic surgery: A randomised controlled study. *International journal of surgery*, 77, 8-13. DOI: 10.1016/j.ijso.2020.03.019.
4. Fernández-Martín, S., Valiño-Cultelli, V., & González-Cantalapiedra, A. (2022). Laparoscopic versus Open Ovariectomy in Bitches: Changes in Cardiorespiratory Values, Blood Parameters, and Sevoflurane Requirements Associated with the Surgical Technique. *Animals*, 12(11), 1438. DOI: 10.3390/ani12111438.
5. Neogi, P., Kumar, P., & Kumar, S. (2020). Low-pressure Pneumoperitoneum in Laparoscopic Cholecystectomy: A Randomized Controlled Trial. *Surgical laparoscopy, endoscopy & percutaneous techniques*, 30(1), 30-34. DOI: 10.1097/SLE.0000000000000719.
6. Dikal, M.V., Ferenchuk, Ye.O., Bilous, T.M., Kopchuk, T.G., Drachuk, V.M., & Bilous, V.V. (2023). Biological role of reactive oxygen species in mitochondria. *Clinical Anatomy and Operative Surgery*, 22(2), 100-106. DOI: 10.24061/1727-0847.22.2.2023.24.
7. Vlizlo, V.V. (Ed.). (2012). *Laboratory Research Methods in Biology, Animal Husbandry and Veterinary Medicine*. Lviv: Spolom [in Ukrainian].
8. Sushko, Y.I., Hudyma, A.A., & Zachepa, O.A. (2022). Influence of craniockeletal trauma on the manifestations of cytolytic syndrome in conditions of craniockeletal trauma in rats of different ages. *Hospital Surgery. Journal named by L. Ya. Kovalchuk*, (3), 54-62. DOI: 10.11603/2414-4533.2022.3.13393 [in Ukrainian].
9. Gianotti, L., Nespoli, L., Rocchetti, S., Vignali, A., Nespoli, A., & Braga, M. (2011). Gut oxygenation and oxidative damage during and after laparoscopic and open left-sided colon resection: a prospective, randomized, controlled clinical trial. *Surgical endoscopy*, 25(6), 1835-1843. DOI: 10.1007/s00464-010-1475-2.
10. Poerwosusanta, H., Gunadi, Noor, Z., Oktavianti, I.K., Mintaroem, K., Pardjianto, B., Widodo, M.A.,

& Widjajanto, E. (2020). The effect of laparoscopy on mast cell degranulation and mesothelium thickness in rats. *BMC surgery*, 20(1), 111. DOI: 10.1186/s12893-020-00775-y.

Отримано 15.08.2024

Адреса для листування: Д. В. Осадчук, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, майдан Волі, 1, 46001, Україна, e-mail: dmytrovosadchuk@gmail.com.

D. V. Osadchuk
IVAN HORBACHEVSKY TERNOPIL NATIONAL MEDICAL UNIVERSITY
OF THE MINISTRY OF HEALTH OF UKRAINE

THE INFLUENCE OF INCREASED INTRA-ABDOMINAL PRESSURE ON THE INTENSITY OF LIPID PEROXIDATION PROCESSES IN THE LUNGS OF RATS OF DIFFERENT AGE GROUPS

Summary

Introduction. Laparoscopic cholecystectomy has become the main low-invasive surgical intervention in case of acute calculous cholecystitis. Among all patients with complications of gastrointestinal tract pathology, acute calculous cholecystitis is reported in 42–50 % of elderly and geriatric patients. Despite the safety of the method, some publications note the need for careful performance of laparoscopic cholecystectomy in elderly patients, due to transient physiological changes in the body, which causes an increase of pressure in the abdominal cavity. However, the age-related peculiarities of the influence of increased intra-abdominal pressure on the activity of lipid peroxidation processes in the lungs, an organ that is sensitive to external or internal interventions, remain insufficiently studied.

The aim of the study – to determine the influence of increased intra-abdominal pressure on the intensity of lipid peroxidation processes in the lungs in rats of different age groups.

Research methods. In the experiments, 70 white male Wistar line rats of two age groups were used: mature rats aged 6–8 months and weighing 180–200 g and old rats aged 19–23 months and weighing 300–320 g. An abdominal cavity was catheterized under conditions of thiopental sodium anesthesia and atmospheric air was inflated with a manual insufflator to an intra-abdominal pressure of 20 mm Hg. The exposure time was 60 min. The rats were taken out of the experiment immediately after decompression of the abdominal cavity, as well as after 1, 3 and 7 days. The content of lipid peroxidation products: diene and triene conjugates (DC, TC) and thiobarbituric acid reagents (TBA-active LPO products) was determined in 10 % extract of lung homogenate.

Results and Discussion. The increase of pressure in the abdominal cavity caused an intensification of LPO processes in the lungs of rats of different ages, which was manifested by an increase in the concentration of primary and secondary products in the lung homogenate extract with a maximum after 1 day of abdominal decompression. The content of primary products, in particular TC, in the lungs was significantly higher in the group of mature rats immediately after decompression of the abdominal cavity and after 1 and 7 days of the experiment, while the content of secondary products, in particular TBA-active products, was higher in the group of old rats at all studied times after decompression. The degree of TC increase in the lungs was significantly higher in the group of mature rats after 1 day of the experiment, and in the group of old rats – after 7 days. The degree of increase in the content of TBA-active lipid peroxidation products in the lungs after 1 and 3 days of the experiment was significantly higher in mature rats. These results indicate the advisability of antioxidant replacement therapy during laparoscopic interventions with increased intra-abdominal pressure in the older age group.

Conclusions. Under conditions of increased intra-abdominal pressure to 20 mm Hg with an exposure of 1 hour, an increase in lipid peroxidation processes is observed in the lungs of mature and old rats, which is manifested by an increase in the content of DC, TC and TBA-active lipid peroxidation products with a maximum 1 day after decompression and a subsequent decrease by the 7th day of the experiment. The degree of increase of the studied lipid peroxidation parameters after abdominal cavity decompression was significantly higher in the group of mature rats than in the old ones.

KEY WORDS: intra-abdominal pressure; oxidative stress; lungs; age.