

©С. О. ГРАБЧАК

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2791-6794>

©А. Д. БЕДЕНЮК

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1649-7886>

©П. Я. БОДНАР

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9285-6516>

©А. Є. БУРАК

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2899-6594>

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль, Україна

Функціональні зміни судинного русла дванадцятипалої кишки в умовах експериментального обтураційного холестазу та методи його корекції

Мета роботи: морфологічно дослідити компенсаторні процеси в дванадцятипалій кишці при використанні хірургічного методу холедоходуоденостомії у лікуванні експериментально змодельованого обтураційного холестазу.

Матеріали і методи. Досліджено особливості компенсаторних процесів дванадцятипалої кишки при тривалому обтураційному холестазі, який моделювали перев'язкою загальної жовчної протоки. У ході експерименту використано 23 свиней-самців в'єтнамської породи з 4-тижневою жовтяницею. Вивчали мікрофлору дванадцятипалої кишки (стафілококи, ентерококи, стрептококи). Явище ендогенної інтоксикації досліджували на прикладі кількості молекул середньої маси. Аналізували зміни біохімічних показників у сироватці крові свиней на 3, 7, 14 та 28 доби змодельованого обтураційного холестазу.

Результати. Встановлено, що хірургічний метод холедоходуоденостомії вже через тиждень після корекції 28-добової механічної жовтяниці суттєво знижує ендогенну інтоксикацію, пероксидне окиснення ліпідів, підвищує антиоксидантний захист органів та організму взагалі, покращує пігментний обмін і функцію печінки та біоциноз кишечника. В цих експериментальних умовах активність каталази нормалізується в терміни від 14 до 28 діб із початку експерименту.

Висновки. Проведені дослідження та отримані результати вказують на те, що накладання холедоходуоденоанастомозу при обтураційному холестазі сприяє зниженню ендогенної інтоксикації та ступеня пероксидного окиснення ліпідів, підвищує антиоксидантний захист, зменшує структурні зміни в досліджуваному органі.

Ключові слова: обтураційний холестаза; дванадцятипала кишка; ендогенна інтоксикація.

Постановка проблеми й аналіз останніх досліджень. Явище обтураційного холестазу проявляється відсутністю надходженням жовчі в просвіт дванадцятипалої кишки, внаслідок чого різко порушується травна функція органа, скорочується всмоктування жирів, оскільки ліпаза шлункового соку при відсутності жовчі стає малоефективною. Не відбувається емульгації жирів і їхній контакт із ліполітичними ферментами ускладнений. При ахолії страждає також всмоктування жирних кислот, холестерину та жиророзчинних вітамінів. Надалі розвивається стеаторея. В цих умовах при дефекації виводиться до 60–90 % жиру [5]. Порожнина кишечника вистелена жировими скупченнями, що гальмує дію протеолітичних ферментів. Ахолія в дванадцятипалій кишці сприяє зміні лужного середовища на кисле, що суттєво знижує функцію травлення. Посилене виведення із кишечника жиророзчинних вітамінів

супроводжується гіповітамінозом та порушенням згортання крові внаслідок дефіциту вітаміну К. Через виникнення явища ахолії та зниження рівня калію в крові втрачається бактерицидний ефект жовчі, що посилює ендогенну інтоксикацію. При обтураційному холестазі відмічається сповільнення моторики кишечника, погіршується травлення, що призводить до наростання рівня інтоксикації. Тривала гіпертензія жовчовивідних шляхів веде до збільшення тиску в системі ворітної вени [1], при цьому різко погіршується кровотік у дванадцятипалій кишці. Адаптаційно підвищення тиску в венозній системі сповільнює загальний кровотік органа [7].

Мета роботи: морфологічно дослідити компенсаторні процеси в дванадцятипалій кишці при використанні хірургічного методу холедоходуоденостомії у лікуванні експериментально змодельованого обтураційного холестазу.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Матеріали і методи. На початкових періодах після декомпресії жовчних шляхів ми вказали на швидке зростання рівнів ендогенної інтоксикації, що впливало на відновні властивості дванадцятипалої кишки [13]. В ході експерименту використано 23 свиней-самців в'єтнамської породи з 4-тижневою жовтяницею. Вже на 3 добу після декомпресії жовчних шляхів та подальших термінах (із 7 до 28 доби) дослідили функціональні зміни вищевказаного органа в трьох тварин. Вивчали мікрофлору дванадцятипалої кишки (стафілококи, ентерококи, стрептококи). Явище ендогенної інтоксикації досліджували на прикладі кількості молекул середньої маси. Визначали за методикою Н. І. Габрієляна та співавт. [11]. У дослідженні в сироватку крові тварин було додано 10 % трихлороцтової кислоти у відповідному співвідношенні. Отриманий осад центрифугували упродовж півгодини при обертах більше 3 тис. за 1 хв. Суспензію, що утворилася, розвели в дистильованій воді у співвідношенні 1:8 і провели спектрофотометрування довжиною хвилі 280 нм із визначенням концентрації середніх молекул. У сироватці крові також визначали активності печінкових проб аланінамінотрансферазу (АлАТ) і аспартатамінотрансферазу (АсАТ). Вказали на явище зростання проникності цитоплазматичних мембран у гепатоцитах. Концентрація печінкових проб відповідала ступеню ураження клітин печінки і рівню патологічного процесу [12]. Активності АлАТ, АсАТ у сироватці крові визначали за допомогою реактивів «Bio-Test» (Італія). Відомо, що в патогенезі уражень органів при механічній жовтяниці

провідне місце займає пероксидне окиснення ліпідів, що є ключовим процесом, і супроводжує обтураційний холестаз [3, 6]. Продуктами пероксидного окиснення ліпідів є малоновий діальдегід і дієнові кон'югати, їхні вимірювання за методикою Plascer. Ступінь активності каталази у сироватці крові досліджували за методикою М. А. Корольюка, глутатіон – за G. L. Elman. Усі матеріали, які отримали, обчислили відповідно до критерію Стьюдента, достовірним результат вважали при вірогідності гіпотези не менше 93 %.

Результати. Проведення холедоходуоденостомії ліквідувало біліарну гіпертензію. Експериментальні тварини на початку післяопераційного періоду були загальмовані, відмічено різке зменшення апетиту, однак пожовтіння слизових та склер поступово зменшувалося. Тиск у загальній жовчній протоці був (1,56±0,12) кПа, що вказувало на його поступове зменшення. Такі ж процеси відбувалися й у ворітній вені, проте вони все ще не відповідали нормі [8].

У порожнині дванадцятипалої кишки спостерігали позитивну динаміку щодо змін мікрофлори. Надходження жовчі в порожнину кишечника зменшувало кількість умовно патогенної мікрофлори (стрептококів, стафілококів, ентерококів) (табл. 1). Поступово знижувалися показники кількості лактобактерій та біфідобактерій порівняно з періодом патологічного процесу. Величина грибової флори (гриби роду *Candida*) на 4 тижень від початку експерименту зменшилась до 1,22±0,08, у період від 60 до 180 доби – дані мікроорганізми не визначалися зовсім [14, 16].

Таблиця 1. Мікрофлора дванадцятипалої кишки експериментальних тварин після декомпресії 4-тижневого обтураційного холестазу (M±m)

Мікроорганізм	Термін спостереження			
	3 доби	7 діб	14 діб	28 діб
<i>E. coli</i> : нормальної ферментативної активності	3,80±0,30*	4,66±0,39	4,30±0,33*	4,06±0,27*
Стафілококи	3,20±0,33***	3,80±0,21***	3,40±0,24***	2,30±0,21***
Стрептококи	3,10±0,30***	3,30±0,27***	3,05±0,27***	1,80±0,20***
Ентерококи		4,20±0,29***	3,50±0,30***	2,40±0,21***
Бактероїди	4,70±0,18*	8,30±0,19**	7,30±0,39***	7,10±0,33**
Лактобактерії	3,20±0,33*	2,70±0,27*	2,89±0,30*	2,60±0,33*
Біфідобактерії	3,80±0,36	2,40±0,15*	2,54±0,17*	2,70±0,18*
Гриби роду <i>Candida</i>	–	3,20±0,36***	2,70±0,27***	1,20±0,08***
<i>B. Fragilis</i>	–	–	2,20±0,18***	1,40±0,12***

Примітка. Тут і в таблиці 2: * – p<0,05; ** – p<0,01; *** – p<0,001 порівняно з контрольною групою. У решти випадків: p>0,05.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Накладання холедоходуоденоанастомозу якісно впливало на функціональні зміни в печінці, на що вказували біохімічні показники. Вже на 3 добу після декомпресії 4-тижневого обтураційного холестазу рівень загального білірубину знижувався з $(253,71 \pm 13,68)$ до $(92,20 \pm 2,53)$ мкмоль/л. В умовах цього експерименту печінкові проби також були меншими на 9,2 % порівняно із 4-тижневою жовтяницею. В експериментальній групі суттєво знижувалися показники активності лужної фосфатази та гамма-глутамілтранспептидази. Активність останньої у сироватці крові була зменшена на 26,6 %. Все це вказує на відновлення прохідності жовчовивідних шляхів та істотно покращувалася функція печінки [16]. На перший тиждень після декомпресії жовчовивідних шляхів 4-тижневого обтураційного холестазу показник загального білірубину становив $(72,4 \pm 0,78)$ мкмоль/л.

Дана величина ще перевищувала значення в тварин із контрольної групи. Активності трансаміназ у сироватці крові в цей час досліду були меншими, ніж в експериментальній групі, проте ще суттєво відрізнялися від тварин із контрольної групи [10]. Так, активність АлАТ у цих експериментальних умовах становила $(0,4101 \pm 0,011)$ мккат/л. Величина була статистично більшою, аніж у контрольній групі – $(0,225 \pm 0,012)$ мккат/л. Рівень гамма-глутамілтранспептидази в цей період дослідження зменшувався з $(0,690 \pm 0,024)$ мкмоль/л до $(0,367 \pm 0,007)$ мкмоль/л ($p < 0,001$), майже в 1,6 раза, тобто на 42,1 %. Проте показник ще суттєво перевищував аналогічний із контрольної групи – $(0,0222 \pm 0,009)$ мкмоль/л ($p < 0,01$). На другий тиждень після декомпресії жовчовивідних шляхів концентрація у сироватці крові загального білірубину була в межах норми – $(22,15 \pm 1,50)$ мкмоль/л.

Було також відмічено нормалізацію активностей АсАТ та лужної фосфатази. Активність АлАТ в експериментальній групі тварин становила

$(0,3206 \pm 0,011)$ мккат/л [14]. Показник статистично достовірно мав відмінність від аналогічного порівняно з контрольною групою – $(0,227 \pm 0,012)$ мккат/л ($p < 0,01$). Високим залишався показник гамма-глутамілтранспептидази. В цих дослідних умовах активність дорівнювала $(0,352 \pm 0,009)$ мкмоль/л. Ця величина в 1,5 раза була вищою від величини у тварин із контрольної групи.

Після чотирьох тижнів із моменту декомпресії обтураційного холестазу рівень загального білірубину не відрізнявся від контрольної величини. Активність АлАТ у цей період також була без відмінностей. Із 3 доби після декомпресії обтураційного холестазу показник середньомолекулярного пептиду (СМП), визначений при довжині хвилі 254 нм (СМП₁), зростав, порівняно з некоригованою жовтяницею – $(324,9 \pm 12,6)$ ум. од., і становив $(362,6 \pm 10,5)$ ум. од. (табл. 2). Цей показник відрізнявся від контрольного ($p < 0,05$). Збільшення показника середньомолекулярних пептидів пояснюється тим, що хірургічне травмування збільшує вплив фактора ендогенної інтоксикації.

Обговорення. Рівень малонового діальдегіду в експериментальних тварин знижувався з $(0,582 \pm 0,024)$ до $(0,476 \pm 0,012)$ нмоль/л. Концентрація відновленого глутатіону в цих умовах збільшувалась із $(2,75 \pm 0,15)$ до $(3,98 \pm 0,15)$ нмоль/л, тобто на 45,1 %. Активність каталази теж мала тенденцію до зростання й останньою підвищувалась з $(8,1 \pm 0,36)$ до $(12,30 \pm 0,40)$ мккат/л, тобто на 46,4 %. Динаміка відновленого глутатіону та рівнів каталази вказувала на зростання антиоксидантного захисту організму вже на 3 добу після декомпресії. Рівні дієнових кон'югатів та малонового діальдегіду в цих умовах знижувалися, що вказувало на зменшення пероксидного окиснення ліпідів [13]. Так, дієнові кон'югати дорівнювали $(0,495 \pm 0,015)$ мкмоль/л, що було меншим на 3,9 % порівняно з некоригованою патологією – $(0,620 \pm 0,021)$ мкмоль/л.

Таблиця 2. Значення прямого та непрямого білірубину, аспартатамінотрансферази, аланінамінотрансферази, лужної фосфатази, гамма-глутамілтранспептидази у сироватці крові з 4-тижневим обтураційним холестазом після відновлення прохідності жовчовивідних шляхів ($M \pm m$)

Показник	Інтервал спостереження			
	3 доби	7 діб	14 доба	28 доба
Білірубін загальний, мкмоль/л	92,20±2,53	76,40±0,78	28,15±1,50	15,60±0,92
АлАТ, мккат/л	0,4101±0,011**	0,4020±0,012**	0,3460±0,011**	0,228±0,015
АсАТ, мккат/л	0,0592±0,007*	0,0544 ± 0,005*	0,0410±0,006	0,032±0,009
Лужна фосфатаза, мккат/л	1,211±0,024	1,190±0,021	1,180±0,027	1,160±0,036
Гамма-глутамілтранспептидаза, мкмоль/л	0,305±0,010**	0,367±0,007**	0,352±0,009**	0,222±0,012

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

У перший тиждень нашого дослідження показники покращувалися, на що вказував позитивний вплив хірургічного втручання. Рівень СМП₁ в експериментальних умовах знизився на 11,0 %, порівняно з некоригованою 2-тижневою жовтяницею, а концентрація СМП₂ – на 11,5 %. Ці показники становили (258,9±11,4) і (226,1±9,3) ум. од. і статистично відрізнялися від контрольних параметрів експерименту. Показник дієнових кон'югатів тварин із цієї групи склав (0,480±0,012) мкмоль/л. Величина була меншою в 1,8 раза, ніж у тварин із некоригованою патологією.

В цей період дослідження рівень малонового діальдегіду був нижчим на 7,2 % порівняно контрольною групою. При цих умовах дослідження

концентрація відновленого глутатіону збільшувалася на 10,9 %, а активність каталази – на 11,2 %.

Необхідно відзначити, що СМП₁, СМП₂, концентрації дієнових кон'югатів, відновленого глутатіону, малонового діальдегіду та каталази в цих дослідженнях ще статистично відрізнялися від контрольних показників (табл. 3). Більше виражений вплив на дослідні параметри, холедоходууденостомії виявлені на другому тижні дослідження. В цей період експерименту показники СМП₁ (середньомолекулярний пептид визначений при довжині хвилі 254 нм), СМП₂ (середньомолекулярний пептид визначений при довжині хвилі 280 нм) досягали (180,9±10,5) і (176,6±11,7) ум. од. Ці значення не відрізнялися від аналогічних контрольних величин [15].

Таблиця 3. Рівні середньомолекулярних пептидів, малонового діальдегіду, дієнових кон'югатів у сироватці крові експериментальних тварин із 4-тижневим обтураційним холестазом після відновлення прохідності жовчовивідних шляхів (M±m)

Значення	Період спостережень				
	3 доба	7 доба	14 доба	28 доба	180 доба
СМП ₁ , ум. од.	258,8±10,5*	226,1±9,3*	180,4±10,5	180,4±10,8	174,9±10,5
СМП ₂ , ум. од.	241,6±9,3*	204,2±8,7*	176,6±11,7	171,8±11,4	170,6±10,2
Дієнові кон'югати, мкмоль/л	0,504±0,015*	0,480±0,012*	0,461±0,015	0,454±0,021	0,446±0,024
Малоновий діальдегід, нмоль/л	0,476±0,012*	0,435±0,012*	0,420±0,011*	0,378±0,018	0,365±0,021

Примітка. * – p<0,05; ** – p<0,01 порівняно з контрольною групою. У решти випадків: p>0,05.

Концентрація дієнових кон'югатів також не різнилася від показника контрольних тварин і була зменшеною на 11 % порівняно з некоригованою 4-тижневою жовтяницею.

Через чотири тижні після декомпресії обтураційного холестаза всі вивчені показники (СМП₁, СМП₂, дієнові кон'югати, малоновий діальдегід, відновлений глутатіон, активність каталази) відповідали контрольним величинам (табл. 3). Ця ж тенденція мала позитивні значення в період із 60 до 180 доби.

Висновки. 1. Накладання холедоходууденоанастомозу при обтураційному холестазі сприяє зниженню ендогенної інтоксикації, показника пероксидного окиснення ліпідів, різко збільшує антиоксидантний захист, ліквідує структурну перебудову в досліджуваному органі.

2. Концентрація СМП₁ у сироватці крові при 28-добовому обтураційному холестазі в даних експериментальних умовах зменшилася із (226,1±11,7) до (174,9±10,5) ум. од. (p<0,001), СМП₂ – з (204,5±9,7) до (170,6 ± 10,2) ум. од. (p<0,001).

3. Отримані результати експерименту вказують на те, що декомпресія обтураційного холеста-

зу вже на другому тижні значно зменшує ендогенну інтоксикацію, підвищує антиоксидантний захист організму, пероксидне окиснення ліпідів і покращує стан печінки та біоценоз кишечника.

Конфлікт інтересів. Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

Джерела фінансування. Не було використано зовнішніх джерел фінансування.

Внесок авторів. Грабчак С.О. – написання тексту, аналіз та обговорення. Беденюк А. Д. – концепція дослідження. Боднар П. Я. – ідея та дизайн дослідження. Бурак А. Є. – огляд літератури.

Перспективи подальших досліджень. Дані біохімічні показники сироватки крові можуть бути використані в післяопераційному лікуванні пацієнтів з обтураційним холестазом, що в перспективі зменшить відновний період після даної патології. Врахування перелічених результатів при виконанні даної роботи зумовить чіткіші патогенетичні підходи до діагностики, корекції та профілактики структурно-функціональних змін у дванадцятипалій кишці при обтураційному холестазі.

REFERENCES

1. Pylypchuk VI. Mozhlyvi operatsiyi na zhovchnykh protokakh pry khronichnomu pankreatyti z oznakamy zhovchnoyi hipertenziyi [Possible surgeries on bile ducts in cases of chronic pancreatitis with signs of biliary hypertension]. *Shpytal'na khirurgiya. Zhurnal imeni L.Ya. Koval'chuka – Hospital Surgery. Journal named after L.Ya. Kovalchuk*. 2016; 27-31. DOI: 10.11603/2414-4533.2016.2.6406. Ukrainian.
2. Hnatyuk MS, Tatarchuk LV, Hrabchak SO. Osoblyvosti strukturnoyi perebudovy sudyn mikrohemotsyrkulyatornoho rusla dvanadtsyatypaloyi kyshky pry obturatsynomu kholestazi [Peculiarities of structural reorganization of the microhemocirculatory bed of the duodenum in obstructive cholestasis]. *Zdobutky klinichnoyi ta eksperymental'noyi medytsyny – Achievements of Clinical and Experimental Medicine*. 2016; 4:36-40. DOI: 10.11603/1811-2471.2016.v0.i4.7073. Ukrainian.
3. Zheng Y, Xu M, Zheng Y, Xu M, et al. Gallstone disease and increased risk of mortality: two large prospective studies in US men and women. *J Gastroenterol Hepatol*. 2018; 33:1925-931. DOI: 10.1111/jgh.14212.
4. Dzyubanovs'kyi OI, Hudyma AA. Vplyv dekompresiyi zhovchnykh protok na dynamiku zhovchoutvorennia ta zhovchovydilennia pislya eksperymental'noho kholestazu riznoyi tryvalosti [The effect of decompression of the biliary ducts on the dynamics of cholesteatoma and cholesteatoma after experimental cholestasis of different duration]. *Klinichna khirurgiya – Clinical Surgery*. 10, 2017 66-69. DOI: 10.26779/2522-1396.2017.10.66. Ukrainian.
5. Oh CH, Dong SH. Recent advances in the management of difficult bile-duct stones: a focus on single-operator cholangioscopy-guided lithotripsy. *Korean J Intern Med*. 2021; 36(2):235-46. DOI: 10.3904/kjim.2020.485.10.
6. Ministerstvo okhorony zdorov'ya Ukrayiny [Ministry of Health of Ukraine]. Klinichnyy protokol "Zhovchnokam'yana khvoroba (ZhKKh)" [Clinical protocol "Gallstone disease (GSD)"]. Nakaz MOZ Ukrayiny No 271 vid 13.06.2005 r. (v redaktsiyi 2021 r.). Kyiv. MOZ Ukrayiny. 2021. Ukrainian.
7. Kravets', V.V. Morfolohichni zminy tonkoho kyshechnyky pid vplyvom riznykh endohennykh ta ekzohennykh faktoriv (ohlyad literatury) [Morphological changes in the small intestine under the influence of various endogenous and exogenous factors (literature review)]. *Visnyk Sums'koho derzh. universytetu. Seriya «Medytsyna» – Visnyk Sums'koho derzhavnogo universytetu. Seriya «Medytsyna»*. 2008; 1:5-16. Ukrainian.
8. Boyko V.V. Vybir obsyahu operatyvnoho likuvannya u patsiyentiv iz zakhvoryuvannyamy hepatocholedokha, uskladnenymy mekhanichnoyu zhovtyanytseyu [Selection of the scope of operative treatment in patients with hepatocholedochus diseases complicated by mechanical jaundice]. *Mizhnarodnyy medychny zhurnal – International Medical Journal*. 2018; 1(24):33-8. DOI: 10.266779/2522-1392.2018.10.66. Ukrainian.
9. Ahn KS, Yoon YS, Han HS, Cho JY. Use of liver function tests as first-line diagnostic tools for predicting common bile duct stones in acute cholecystitis patients. *World J Surg*. 2016; 40:1925-931. DOI: 10.1007/s00268-016-3483-8.18.
10. Peery AF, Crockett SD, Murphy CC, Jensen ET, Kim HP, Egberg MD, et al. Burden and cost of gastrointestinal, liver, and pancreatic diseases in the United States: update 2021. *Gastroenterology*. 2022; 162(2):621-44. DOI: 10.1053/j.gastro.2021.10.020.19.
11. Guizzetti L, Ma C, et al. Epidemiology and outcomes of choledocholithiasis and cholangitis in the United States: trends and urban-rural variations. *BMC Gastroenterol*. 2023; 23:254. DOI: 10.1186/s12876-023-02868-3.20.
12. Li S, Guizzetti L, Ma C, et al. Epidemiology and outcomes of choledocholithiasis and cholangitis in the United States: trends and urban-rural variations. *BMC Gastroenterol*. 2023; 23:254. DOI: 10.1186/s12876-023-02868-3.
13. Krytsak MY, Harhula TI, Slabyi OB, Yasinovs'kyi OB, Kuziv OV, Ihnatishev MR. Kharakterystyka morfolohichnykh zmin u poperekovomu viddili diafrahmy pry mekhanichnyi zhovtyanytsi ta pnevmoperytoneumi [Characteristics of morphological changes in the lumbar part of the diaphragm in cases of obstructive jaundice and pneumoperitoneum]. *Arch Balk Med Union*. 2025; 60(1):62-8. DOI: 10.31688/ABMU.2025.60.1.06. Ukrainian.
14. Demircioglu MK, Demircioglu ZG, Cakir O, Yanar K, Ozguven MBY, Atukeren P, Gulcicek OB, Citgez B, Yazici P. Antioxidant effect of Rosa pimpinellifolia L. fruit extract on cholestatic liver injury: an experimental study. *Rev Assoc Med Bras*. 2024; 70(1):e20230720. DOI: 10.1590/1806-9282.20230720. PMID: 38198394. PMCID: PMC10768672.
15. Krytsak MY, Dzyubanovs'kyi IYa, Holovata TK, Harhula TI, Yasinovs'kyi OB, Palamar SA. Strukturni zminy diafrahmy za umov mekhanichnoyi zhovtyanytsi (eksperymental'ne doslidzhennia) [Structural changes in the diaphragm under conditions of obstructive jaundice (an experimental study)]. *Vidp. Morf*. 2025; 31(1):22-9. DOI: 10.31393/morphology-journal-2025-31(1)-03. Ukrainian.
16. de Freitas Junior S, Bustorff-Silva JM, Ramos CD, Brunetto SQ, da Costa APM, Antunes AG, Biavatti BBV, Franchi Junior GC, Moreira MM, Felix PCG, Miranda ML. Scintigraphic Evaluation of the Impact of Pneumoperitoneum on Renal Blood Flow: A Rabbit Model. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2019; 29(10):1271-75. DOI: 10.1089/lap.2019.0194. Epub. 2019 Sep. 4. PMID: 31483185.17. Chen HL, Wu SH, Hsu SH, Liou BY, Chen HL, Chang MH. Jaundice revisited: recent advances in the diagnosis and treatment of inherited cholestatic liver diseases. *J Biomed Sci*. 2018; 25(1):75. DOI: 10.1186/s12929-018-0475-8. PMID: 30367658/ PMCID:

Надійшла до редакції / Received for editorial office on: 02.01.2026
 Прийнята після рецензування / Accepted after review on: 03.02.2026
 Подана до друку / Submitted for printing on: 23.02.2026

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

S. O. GRABCHAK, A. D. BEDENYUK, P. YA. BODNAR, A. YE. BURAK

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine

FUNCTIONAL CHANGES IN THE VASCULAR BED OF THE DUODENUM IN CONDITIONS OF EXPERIMENTAL OBSTRUCTIVE CHOLESTASIS AND METHODS OF ITS CORRECTION

The aim of the work: to assess compensatory processes in the duodenum when using the surgical method of choledochoduodenostomy in the treatment of experimentally simulated obstructive cholestasis.

Materials and Methods. The study of the features of compensatory processes in the duodenum during prolonged obstructive cholestasis, which was simulated by ligation of the common bile duct, was conducted. The experiment used 23 male pigs of the Vietnamese breed with 4-week jaundice. The microflora of the duodenum (staphylococci, enterococci, streptococci) was studied. The phenomenon of endogenous intoxication was studied using the number of molecules of average mass. Changes in biochemical parameters in the serum of pigs on days 3, 7, 14 and 28 of simulated obstructive cholestasis were analyzed.

Results. It has been established that the surgical method of choledochoduodenostomy, already a week after the correction of 28-day mechanical jaundice, significantly reduces endogenous intoxication, lipid peroxidation, increases antioxidant protection of organs and the body, improves pigment metabolism and liver function and intestinal biocenosis. Under these experimental conditions, catalase activity normalizes within 14 to 28 days from the start of the experiment.

Conclusions. The conducted studies and the obtained results indicate that the imposition of choledochoduodenal anastomosis in obstructive cholestasis contributes to the reduction of endogenous intoxication and the degree of lipid peroxidation, increases antioxidant protection, and reduces structural changes in the studied organ.

Key words: obstructive cholestasis; duodenum; endogenous intoxication.

Відомості про авторів

Грабчак С. О. – доктор філософії (Медицина), доцент кафедри хірургії № 1 з урологією та малоінвазивною хірургією імені Л. Я. Ковальчука закладу вищої освіти, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль, Україна, e-mail: grabchak_so@tdmu.edu.ua.

Беденюк А. Д. – доктор медичних наук, професор кафедри хірургії № 1 з урологією та малоінвазивною хірургією імені Л. Я. Ковальчука закладу вищої освіти, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль, Україна, e-mail: bedenyuk@tdmu.edu.ua.

Боднар П. Я. – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри хірургії № 1 з урологією та малоінвазивною хірургією імені Л. Я. Ковальчука закладу вищої освіти, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль, Україна, e-mail: bodnarpj@tdmu.edu.ua.

Бурак А. Є. – кандидат медичних наук, доцент кафедри хірургії № 1 з урологією та малоінвазивною хірургією імені Л. Я. Ковальчука закладу вищої освіти, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль, Україна, e-mail: andrew_burak@tdmu.edu.ua.

Information about the authors

Grabchak S. O. – PhD (Medicine), Associate Professor of the Department of Surgery No. 1 with Urology and Minimally Invasive Surgery named after L. Kovalchuk, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine, e-mail: grabchak_so@tdmu.edu.ua.

Bedenyuk A. D. – DSc (Medicine), Professor of the Department of Surgery No. 1 with Urology and Minimally Invasive Surgery named after L. Kovalchuk, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine, e-mail: bedenyuk@tdmu.edu.ua.

Bodnar P. Ya. – DSc (Medicine), Professor, Head of the Department of Surgery No. 1 with Urology and Minimally Invasive Surgery named after L. Kovalchuk, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine, e-mail: bodnarpj@tdmu.edu.ua.

Burak A. Ye. – PhD (Medicine), Associate Professor of the Department of Surgery No. 1 with Urology and Minimally Invasive Surgery named after L. Kovalchuk, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine, e-mail: andrew_burak@tdmu.edu.ua.