

**СТАН ТОНКОГО КИШЕЧНИКУ В ГОСТРИЙ ПЕРІОД БАРОТРАВМИ**

**ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України» (м. Дніпро)**

**kosha.v@ukr.net**

**Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.** Дослідження проведені в рамках наукової теми кафедри клінічної анатомії, анатомії та оперативної хірургії «Морфофункціональний стан органів і тканин експериментальних тварин та людини в онтогенезі в нормі та під впливом зовнішніх і внутрішніх чинників», № державної реєстрації 0117U003181.

**Вступ.** Незважаючи на те, що вибухо-індукована травма органів черевної порожнини серед усієї гострої хірургічної патології займає за оцінками різних джерел від 1-3% до 33%, смертність від недиагностованих ушкоджень залишається високою [1,2]. За даними клінічних спостережень вибухо-індукованої травми органів черевної порожнини найбільш вразливими є порожнисті органи, зокрема кишечник [1], та паренхіматозні органи, а саме печінка та селезінка. В експериментальних дослідженнях спостерігалися відмінності в травмах внутрішніх органів залежно від повноти або порожнечі порожнистих органів і напрямку травми [3,4]. Наслідками впливу вибухової хвилі на кишечнику є первинні травматичні перфорації, які за даними дослідження [5,6] зустрічалися у 1.7% випадків. Окрім первинних розривів стінки кишечнику, поширеними ускладненнями після впливу вибухової хвилі є вторинні перфорації, які розвиваються на місці травматичних крововиливів в стінці кишечнику та за даними [7,8] становлять 3%. Паренхіматозні органи черевної порожнини зазнавали ушкоджень в третині випадків в структурі абдомінальної вибухо-індукованої травми. В тій самій вибірці травма кишечнику діагностована у 71.4%. Якщо в клінічних дослідженнях дискутуються питання діагностики та надання відповідної медичної допомоги то в експериментальних дослідженнях вивчаються питання патогенезу та причини розвитку відтермінованих ускладнень. Зокрема, було виявлено, що однією з причин смерті після впливу вибухової хвилі є зменшення об'єму циркулюючої крові не тільки внаслідок крововтрати, але й у випадках, які не супроводжувалися зовнішньою або внутрішньою кровотечею. Цей механізм був пов'язаний з дифузною травмою мікросудинного русла та накопиченням рідинної частки крові в паренхіматозних органах, зокрема в печінці. Це також пояснювало високий рівень гематокриту після впливу вибухової хвилі в експериментальних умовах [9]. Отримані результати є дуже важливими при проведенні інфузійної терапії у потерпілих після впливу вибухової хвилі, коли рідина складова крові накопичується в інтерстиціальних та міжм'язових просторах органів [10].

Таким чином, неодноразові клінічні випадки вибухо-індукованої травми органів черевної порожнини свідчать про їх специфічні особливості пов'язані з впливом вибухової хвилі, які відрізняють їх від таких травм [11].

**Метою дослідження** було вивчення наслідків гострого періоду баротравми на гістоморфометричні показники кишечнику білих щурів.

**Об'єкт і методи дослідження.** Дослідження виконані на 18 білих безпородних статевозрілих щурах вагою 180-200 г. Всі тварини були розділені на три групи (інтактна, контрольна та експериментальна). Щурів контрольної групи вводили в тіопенталовий наркоз та проводили фіксацію. Експериментальна група – це щури, яким проводили моделювання баротравми живота в умовах тіопенталового наркозу. Щурів виводили з експерименту в першу годину після отримання ними абдомінальної баротравми. Експеримент виконаний з дотриманням правил проведення робіт щодо експериментальних тварин, з додержанням принципів гуманності, викладених в директивах Європейського співтовариства та Гельсінкської декларації.

Після виконання посмертної лапаротомії проводили візуальну оцінку стану тонкого кишечнику та вилучали його проксимальну ділянку для подальшого патогістологічного дослідження. Забарвлення стінки тонкого кишечнику проводили гематоксиліном та еозином за загальноприйнятою методикою. Визначали товщину всієї кишкової стінки, слизової, м'язової і серозної оболонки, довжину та ширину ворсинок, глибину та ширину крипт. Результати дослідження обробляли математично-статистичними методами. Відмінності між групами визначали шляхом використання t-критерію Стьюдента.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Мікроскопічне дослідження тонкого відділу кишечнику білих щурів контрольної групи показало, що слизова, м'язова і серозна оболонки структурно розвинені, мають чіткі межі. Слизова оболонка містить ворсинки значної довжини, які виступають у просвіток порожнини кишечнику та крипти незначної глибини. Поверхня ворсинок і крипт представлена ентероцитами циліндричної форми з овальними ядрами. Серед ентероцитів розташовані бокаловидні екзокриноцити, найбільша кількість яких спостерігається в криптах. На дні крипт розташовуються клітини Панета з яскраво-червоними ацидофільними гранулами (рис. 1).

Аналіз гістологічних ознак стінки кишечнику експериментальних тварин в першу годину після впливу ударної хвилі показав, що на верхівках ворсинок спостерігалася інтенсивна десквамація ентероцитів в просвіт кишечнику, строма ворсин набрякла, в підслизовому та адвентиційному шарах наявні пустотілі порожнини та численні ділянки відшарування (рис. 2).

Аналіз морфометричних показників кишечнику (таблиця) показав, що при моделюванні баротравми (експериментальна група) довжина ворсин складала 304,53 мкм (збільшення на 10,5% у порівнянні з контрольною групою), ширина ворсин – 82,62 мкм

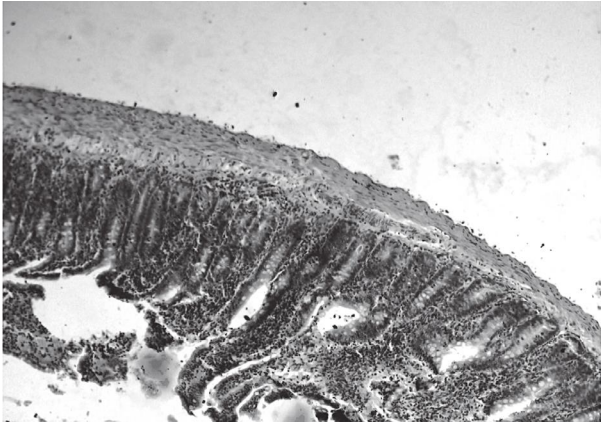


Рисунок 1 – Стінка тонкого кишечника. Забарвлення гематоксилином та еозиним. Зб.: Ок x10; об x10.

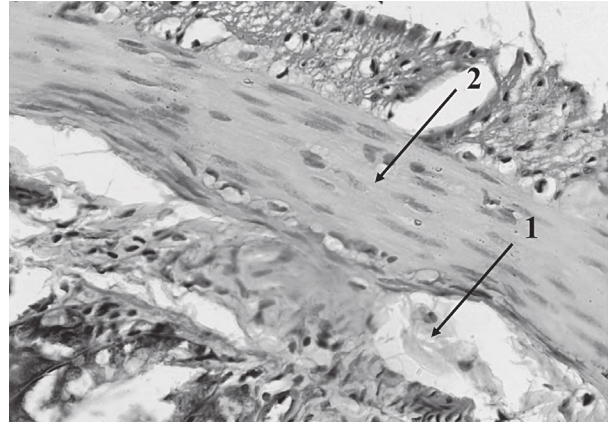


Рисунок 2 – Стінка тонкого кишечника, забарвлення гематоксилином та еозиним. Зб.: Ок x10; об x40. 1. Підслизова оболонка. 2. М'язова оболонка. Набряк усіх шарів кишечника.

(збільшення на 9,2% у порівнянні з контрольною групою), довжина крипт – 298,14 мкм (збільшення на 15,5% у порівнянні з контролем), ширина крипт – 42,32 мкм (збільшення на 13,5% у порівнянні з контролем). Аналіз товщини стінки кишечника в цілому, так і окремо, пошарово, показав, що товщина кишкової стінки у щурів після баротравми склала 705,46 мкм (збільшення майже на 4%), товщина слизової оболонки – 542,14 мкм (збільшення на 0,7%), товщина м'язової оболонки – 151,32 мкм (збільшення на 2,7%). Найбільше всього потовщувалася серозна оболонка і її товщина склала 8,03 мкм (збільшення на 60%). Усі ці зміни ми пов'язували з гострою фазою, а саме з набряком, що виникає внаслідок баротравми.

**Висновок.** Таким чином, вплив ударної хвилі на передню черевну стінку призводить до дифузної травми стінки тонкого кишечника, яка супроводжу-

ється набряком та розширенням міжоболонкових просторів, розшаруванням слизової, підслизової та серозної оболонок в гострому періоді травми.

**Перспективи подальших досліджень.** Вивчити морфологічні та морфометричні зміни стінки тонкого кишечника в пізні терміни після баротравми.

Таблиця – Морфометричні показники стінки кишечника

Показники	Контроль	Експериментальна група (баротравма)
Довжина ворсин, мкм.	275,87±1,1	304,53±3,54
Ширина ворсин, мкм.	75,53±0,69	82,62±1,67
Довжина крипт, мкм.	258,48±0,46	298,14±4,23
Ширина крипт, мкм.	37,22±0,58	42,32±2,64
Товщина кишкової стінки, мкм.	678,43±0,48	705,46±6,57
Товщина слизової оболонки, мкм.	538,25±4,26	542,14±4,32
Товщина м'язової оболонки, мкм.	147,58±3,58	151,32±5,45
Товщина серозної оболонки, мкм.	5,35±0,65	8,03±0,54

ється набряком та розширенням міжоболонкових просторів, розшаруванням слизової, підслизової та серозної оболонок в гострому періоді травми.

**Перспективи подальших досліджень.** Вивчити морфологічні та морфометричні зміни стінки тонкого кишечника в пізні терміни після баротравми.

### Література

- Owers C, Morgan JL, Garner JP. Abdominal trauma in primary blast injury. Br J Surg. 2011 Feb;98(2):168-79. DOI: 10.1002/bjs.7268
- Ojo EO, Ozoilo KN, Sule AZ, Ugwu BT, Misauno MA, Ismaila BO, et al. Abdominal injuries in communal crises: The Jos experience. J Emerg Trauma Shock. 2016 Jan-Mar;9(1):3-9. DOI: 10.4103/0974-2700.173867
- Kafadar H, Kafadar S, Tokdemir M. Comparison of internal organ injuries by blunt abdominal trauma in rats with empty or full stomach. Ulus Travma Acil Cerrahi Derg. 2014 Nov;20(6):395-400. DOI: 10.5505/tjtes.2014.92331
- Weber B, Lackner I, Haffner-Luntzer M, Palmer A, Pressmar J, Scharffetter-Kochanek K, et al. Modeling trauma in rats: similarities to humans and potential pitfalls to consider. J Transl Med. 2019 Sep 5;17(1):305. DOI: 10.1186/s12967-019-2052-7
- Wani I, Paray FQ, Sheikh T, Wani RA, Amin A, Gul I, Nazir M. Spectrum of abdominal organ injury in a primary blast type. World J Emerg Surg. 2009 Dec 21;4:46. DOI: 10.1186/1749-7922-4-46
- Ignjatovic D. Blast injuries of the intestines in abdominal injuries. Vojnosanitetski pregled. 1994;51(1):3-12.
- Bekker W, Kong VY, Laing GL, Bruce JL, Manchev V, Clarke DL. The spectrum and outcome of blunt trauma related enteric hollow visceral injury. Ann R Coll Surg Engl. 2018 Apr;100(4):290-4. DOI: 10.1308/rcsann.2018.0013
- Ignjatović D, Cuk V, Jevtić M. Tertiary blast injury to the intestines. Vojnosanit Pregl. 2005 Nov;62(11):857-9. DOI: 10.2298/vsp0511857i
- Zhang B, Wang A, Hu W, Zhang L, Xiong Y, Chen J, Wang J. Hemoconcentration caused by microvascular dysfunction after blast injuries to the chest and abdomen of rabbits. J Trauma. 2011 Sep;71(3):694-701. DOI: 10.1097/TA.0b013e318224595f
- Abakumov MM, Lozhkin AV, Khvatov VB. Otsenka obyema i stepeni krvopoteri pri travme grudi i zhivota. Khirurgiia (Mosk). 2002;11:4-7. [in Russian].
- Cripps NP, Glover MA, Guy RJ. The pathophysiology of primary blast injury and its implications for treatment. Part II: The auditory structures and abdomen. J R Nav Med Serv. 1999;85(1):13-24.

### СТАН ТОНКОГО КИШЕЧНИКУ В ГОСТРИЙ ПЕРІОД БАРОТРАВМИ

Козлов С. В., Кошарний А. В., Кошарний В. В.

**Резюме.** Незважаючи на те, що вибухо-індукована травма органів черевної порожнини серед усієї гострої хірургічної патології займає за оцінками різних джерел від 1-3% до 33%, смертність від недиагностованих ушкоджень залишається високою. За даними клінічних спостережень вибухо-індукованої травми органів черевної порожнини найбільш вразливими є порожнисті органи, зокрема кишечнику, та паренхіматозні органи, а саме печінка та селезінка. Метою дослідження було вивчення наслідків гострого періоду баротравми на гістоморфометричні показники кишечника білих щурів. Аналіз гістологічних ознак стінки кишечника експериментальних тварин в першу годину після впливу ударної хвилі показав, що на верхівках ворсинко спостерігалася інтенсивна десквамація ентероцитів в просвіт кишечника, строма ворсин набрякла, в підслизовому та адвентиційному шарах наявні пустотілі порожнини та численні ділянки відшарування.

Аналіз морфометричних показників кишечнику показав, що при моделюванні баротравми (експериментальна група) довжина ворсин складала 304,53 мкм (збільшення на 10,5% у порівнянні з контрольною групою), ширина ворсин – 82,62 мкм (збільшення на 9,2% у порівнянні з контрольною групою), довжина крипт – 298,14 мкм (збільшення на 15,5% у порівнянні з контролем), ширина крипт – 42,32 мкм (збільшення на 13,5% у порівнянні з контролем). Аналіз товщини стінки кишечнику в цілому, так і окремо, пошарово, показав, що товщина кишкової стінки у щурів після баротравми складала 705,46 мкм (збільшення майже на 4%), товщина слизової оболонки – 542,14 мкм (збільшення на 0,7%), товщина м'язової оболонки – 151,32 мкм (збільшення на 2,7%). Найбільше всього потовщувалася серозна оболонка і її товщина складала 8,03 мкм (збільшення на 60%). Таким чином, вплив ударної хвилі на передню черевну стінку призводить до дифузної травми стінки тонкого кишечнику, яка супроводжується набряком та розширенням міжоболонкових просторів, розшаруванням слизової, підслизової та серозної оболонок в гострому періоді травми.

**Ключові слова:** баротравми, вибухова травма, стінка кишечнику.

### СОСТОЯНИЕ ТОНКОГО КИШЕЧНИКА В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ БАРОТРАВМЫ

**Козлов С. В., Кошарный А. В., Кошарный В. В.**

**Резюме.** Несмотря на то, что взрыво-индуцированная травма органов брюшной полости среди всей острой хирургической патологии занимает по оценкам различных источников от 1-3% до 33%, смертность от не диагностированных повреждений остается высокой. По данным клинических наблюдений взрыво-индуцированной травмы органов брюшной полости наиболее уязвимыми являются полые органы, в частности кишечник, и паренхиматозные органы, а именно печень и селезенка. Целью исследования было изучение последствий острого периода баротравмы на гистоморфометрические показатели кишечника белых крыс. Анализ гистологических признаков стенки кишечника экспериментальных животных в первый час после воздействия ударной волны показал, что на верхушках ворсинок наблюдалась интенсивная десквамация энтероцитов в просвет кишечника, строма ворсин отекая, в подслизистом и адвентициальном слоях имеющиеся пустотелые полости и многочисленные участки отслоения.

Анализ морфометрических показателей кишечника показал, что при моделировании баротравмы (экспериментальная группа) длина ворсинок составляла 304,53 мкм (увеличение на 10,5% по сравнению с контрольной группой), ширина ворсин – 82,62 мкм (увеличение на 9,2% в сравнении с контрольной группой), длина крипт – 298,14 мкм (увеличение на 15,5% по сравнению с контролем), ширина крипт – 42,32 мкм (увеличение на 13,5% по сравнению с контролем). Анализ толщины стенки кишечника в целом, так и отдельно, послойно, показал, что толщина кишечной стенки у крыс после баротравмы составила 705,46 мкм (увеличение почти на 4%), толщина слизистой оболочки – 542,14 мкм (увеличение на 0,7%), толщина мышечной оболочки – 151,32 мкм (увеличение на 2,7%). Больше всего утолщается серозная оболочка и ее толщина составила 8,03 мкм (увеличение на 60%). Таким образом, воздействие ударной волны на переднюю брюшную стенку приводит к диффузной травме стенки тонкого кишечника, которая сопровождается отеком и увеличением межоболочечных пространств, расслоением слизистой, подслизистой и серозной оболочек в остром периоде травмы.

**Ключевые слова:** баротравма, взрывная травма, стенка кишечника.

### CONDITION OF THE SMALL INTESTINE IN THE ACUTE PERIOD OF BAROTRAUMA

**Kozlov S. V., Kosharnyi A. V., Kosharnyi V. V.**

**Abstract.** Despite the fact that the explosion-induced trauma of the abdominal cavity among all acute surgical pathology is estimated at various sources from 1-3% to 33%, mortality from undiagnosed injuries remains high. According to clinical observations of explosion-induced trauma to the abdominal organs, the most vulnerable are the hollow organs, in particular the intestine, and parenchymal organs, namely the liver and spleen. The aim of the study was to study the effects of the acute period of barotrauma on the histomorphometric parameters of the intestine of white rats. Analysis of histological signs of the intestinal wall of experimental animals in the first hour after exposure to the shock wave showed that at the tops of the villi there was intense desquamation of enterocytes into the intestinal lumen, stroma villi swollen, in the submucosal and adventitial layers there are hollow cavities and cavities. Analysis of intestinal morphometric parameters showed that in the simulation of barotrauma (experimental group) the length of the villi was 304.53  $\mu\text{m}$  (an increase of 10.5% compared with the control group), the width of the villi – 82.62  $\mu\text{m}$  (an increase of 9.2% in compared with the control group), the length of the crypt – 298.14  $\mu\text{m}$  (an increase of 15.5% compared to the control), the width of the crypt – 42.32  $\mu\text{m}$  (an increase of 13.5% compared to the control). Analysis of the thickness of the intestinal wall as a whole and separately, in layers, showed that the thickness of the intestinal wall in rats after barotrauma was 705.46  $\mu\text{m}$  (increase of almost 4%), the thickness of the mucous membrane – 542.14  $\mu\text{m}$  (increase by 0.7%), the thickness of the muscular membrane – 151.32  $\mu\text{m}$  (an increase of 2.7%). The serous membrane thickened the most and its thickness was 8.03  $\mu\text{m}$  (60% increase).

We associated all these changes with the acute phase, namely the edema caused by barotrauma. Thus, the impact of the shock wave on the anterior abdominal wall leads to diffuse trauma to the wall of the small intestine, which is accompanied by edema and dilation of the interstitial spaces, stratification of mucous, submucosal and serous membranes in the acute period of injury.

**Key words:** barotrauma, explosive injury, intestinal wall.

*Рецензент – проф. Проніна О. М.  
Стаття надійшла 11.11.2020 року*