

DOI: <https://doi.org/10.46879/ukroj.1.2025.57-71>
УДК: 616.34-008.1



Морфологічне обґрунтування ультразвукових критеріїв гострої непрохідності кишечника механічного генезу

Тамм Т.І., <https://orcid.org/0000-0001-6372-2092>, e-mail tamm_ti@ukr.net

Непомнящий В.В., <https://orcid.org/0000-0001-6262-6795>, e-mail: doktor.nep@gmail.com

Мамонтов І.М., <https://orcid.org/0000-0003-0059-2715>, e-mail ivan.n.mamontov@gmail.com

Шакалова О.А., <https://orcid.org/0000-0003-3401-4278>, email: shakalovahelena@gmail.com

Харківський національний медичний університет
Міністерства охорони здоров'я України, Харків, Україна

Morphological basis for ultrasound criteria of acute mechanical bowel obstruction

Tamm T.I., <https://orcid.org/0000-0001-6372-2092>, e-mail tamm_ti@ukr.net

Nepomniashchyi V.V., <https://orcid.org/0000-0001-6262-6795>, e-mail: doktor.nep@gmail.com

Mamontov I.M., <https://orcid.org/0000-0003-0059-2715>, e-mail ivan.n.mamontov@gmail.com

Shakalova O.A., <https://orcid.org/0000-0003-3401-4278>, email: shakalovahelena@gmail.com

Kharkiv National Medical University
of the Ministry of Health of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Ключові слова:

гостра кишкова непрохідність, експериментальне дослідження, гістоструктура стінки кишки, рентгенологічне дослідження, ультразвукові критерії.

Для кореспонденції:

Непомнящий

Валентин Володимирович

Харківський національний медичний університет Міністерства охорони здоров'я України, кафедра хірургії № 5; просп. Науки, буд. 4, м. Харків, Україна, 61022;

e-mail: doktor.nep@gmail.com

© Тамм Т.І., Непомнящий В.В.,

Мамонтов І.М., Шакалова О.А., 2025

РЕЗЮМЕ

Актуальність. Діагностика гострої непрохідності кишечника базується на даних променевих методів дослідження – рентгенологічного, ультразвукового (УЗД), комп'ютерної томографії (КТ), магнітно-резонансної томографії (МРТ). З наведених методів найбільш доступними та економічно вигідними є рентгенологічний та УЗД. Для хірурга важливо встановити не тільки діагноз гострої непрохідності кишечника (ГНК), але ще важливіше визначити якого вона характеру – механічного або динамічного. Саме характер ілеусу впливає на вибір тактики лікування таких хворих. Для цього необхідно мати доступний та високо інформативний об'єктивний метод дослідження. До таких методів діагностики відноситься УЗД. Однак відсутність достовірних обґрунтованих критеріїв визначення ГНК цим методом обмежує поширення його застосування.

Мета роботи – обґрунтувати ультразвукові ознаки механічної ГНК, базуючись на динаміці даних морфології стінки кишки.

Матеріали та методи. На моделі механічного ілеусу, сформованого у 22-х білих щурів, була досліджена динаміка гістоструктури стінки кишки, яка розташована вище місця обтурації через 12, 24, 36 та 48 годин. До контрольної увійшли 4 тварини, яким виконана тільки лапаротомія. В отриманих біоптатах досліджували показники, які змінювались по мірі прогресування ГНК та формували ознаки, які можна виявити методом УЗД. Кількісну оцінку стану слизової, підслизової та м'язового шарів оболонки тонкої кишки оцінювали морфометрично за допомогою окулярної лінійки «OlympusBX-41», окуляра мікрометра AM9-2, окулярної лінійки і сітки Г.Г. Автанділова.

У клініці частоту присутності УЗД критеріїв досліджували у 53 хворих з підтвердженою тонкокишковою непрохідністю пухлинного генезу, вік хворих становив 21–82 роки ($52 \pm 1,3$), чоловіків – 24 (45,3%), жінок – 29 (54,7%). Для діагностики ілеусу використовували УЗД PhilipsHD-11XE та Siemens sonoline prima, а також рентгенологічний апарат – FS-500DDR-3.

Результати та їх обговорення. Отримані результати експериментального дослідження показали, що при механічному ілеусі відбуваються три основні послідовні етапи: по-перше, розширення просвіту кишки над місцем перешкоди, по-друге, секвестрація рідини у її просвіт, по-третє, гнійне запалення стінки, яке супроводжується ексудативним компонентом. Останнє призводить до набряку шарів стінки кишки, її збільшенню, що дає можливість візуалізувати це за допомогою УЗД, особливо слизовий шар. Чим довше існує механічний ілеус, тим більше посилюється процес гнійного запалення стінки кишки з переходом до її серозної оболонки. Наслідком останнього є реакція очеревинного покриву та поява рідини між петлями кишечника.

Виявлені морфологічні зміни у стінці кишки лягли в основу формування ультразвукових критеріїв ГНК та були досліджені у 53 хворих з підтвердженою тонкокишковою непрохідністю пухлинного генезу, з яких 43 (81,1%) були

госпіталізовані протягом 24 годин з моменту клінічної маніфестації хвороби. При надходженні до стаціонару цим хворим послідовно з діагностичною метою виконували УЗД органів черевної порожнини, а потім її оглядову рентгенографію. Гострий ілеус під час УЗД був підтверджений наявністю $82 \pm 11,6\%$ ознак, а при рентгенографії цих же хворих виявлені лише $18 \pm 11,6\%$ ознак ($p < 0,005$). Згідно з динамікою гістоструктури стінки кишки, яка характерна для кожного етапу формування механічного ілеусу, автори вважають, що об'єктивними ультразвуковими критеріями ГНК можна визнати: розширення просвіту кишки, візуалізацію рідини у її просвіті, рельєф слизової оболонки у вигляді складок Керкрингу, зміна перистальтичної активності кишки та наявність вільної рідини між петлями кишечника.

Виходячи з кількості виявлених при УЗД ознак тонкокишкового ілеусу, можна припустити, що кожна з них відповідає одному з етапів розвитку хвороби, що підтверджено результатами експерименту. При оглядовій рентгенографії органів черевної порожнини у цих же хворих деякі ознаки ілеусу виявити було неможливо.

Висновки. У експерименті показано, що механічний ілеус має послідовні етапи розвитку, які супроводжуються змінами гістоструктури кишки, що розташована вище місця перешкоди. Ультразвукові ознаки механічної ГНК базуються на даних динаміки морфологічних змін, що відбуваються у стінці кишки.

Експериментальне дослідження довело, що чим більше існує ілеус, тим більше патоморфологічних змін відбувається в стінці кишки, які можна візуалізувати під час УЗД.

Метод УЗД у діагностиці гострого механічного ілеусу має перевагу у порівнянні з рентгенологічним за рахунок виявлення ознак, характерних для окремих етапів формування хвороби: при УЗД кількість ознак ілеусу складала $82 \pm 11,6\%$, а при рентгенологічному дослідженні у цих же хворих – $18 \pm 11,6\%$ ($p < 0,005$).

Для цитування:

Тамм Т.І., Непомнячий В.В., Мамонтов І.М., Шакалова О.А. Морфологічне обґрунтування ультразвукових критеріїв гострої непрохідності кишечника механічного генезу. *Український радіологічний та онкологічний журнал*. 2025. Т. 33. № 1. С. 57–71. DOI: <https://doi.org/10.46879/ukroj.1.2025.57-71>

Key words:

acute bowel obstruction, experimental study, histological structure of the bowel wall, radiography, ultrasound criteria.

For correspondence:

Непомнячий Валентин Володимирович
Kharkiv National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Department of Surgery № 5;
4 Nauky Ave., Kharkiv, Ukraine, 61022;
e-mail: doktor.nep@gmail.com

© Тамм Т.І., Непомнячий В.В., Мамонтов І.М., Шакалова О.А., 2025

ABSTRACT

Background. Diagnosis of acute bowel obstruction is based on the data of radiological examination methods – radiography, ultrasound, computed tomography (CT), and magnetic resonance imaging (MRI). Among these, the most accessible and cost-effective are radiography and ultrasound examination. For a surgeon, it is essential to establish not only the diagnosis of acute bowel obstruction (ABO) but also, more importantly, to determine its origin – mechanical or dynamic. The origin of the ileus directly influences the choice of treatment strategy. That is why it is necessary to have an accessible and highly informative objective diagnostic method. Ultrasound examination is one of such methods. However, the absence of reliable and substantiated criteria for determining the ABO with this method limits its use.

Purpose – substantiate the ultrasound features of mechanical ABO based on the dynamic changes in the morphological data of the bowel wall.

Materials and methods. Mechanical ileus was modeled in 22 white rats. The dynamic changes in the histological structure of the bowel wall located above the site of obstruction were studied at 12, 24, and 48 hours. The control group consisted of 4 animals that only underwent laparotomy. In the obtained biopsies, we studied the indicators that changed as the ABO progressed, forming features that can be detected by ultrasound. Quantitative evaluation of the mucosal, submucosal, and muscular layers of the small bowel wall was carried out morphometrically using the OlympusBX-41 eyepiece, the AM9-2 ocular micrometer, and the Avtandilov's eyepiece graticule.

In the clinic, the frequency of ultrasound criteria was studied in 53 patients with confirmed tumor-related small bowel obstruction. The patients' ages ranged from 21 to 82 years (52 ± 1.3). There were 24 men (45.3%) and 29 women (54.7%). For diagnosing ileus, the PhilipsHD-11XE and Siemens Sonoline Prima ultrasound imaging systems, as well as the FS-500DDR-3 radiography machine, were used.

Results. The results of the study showed that in mechanical ileus, three main consecutive stages occur: first, the expansion of the bowel lumen above the site of obstruction; second, sequestration of fluid in the lumen; and third, purulent inflammation of the bowel wall accompanied by an exudative component. The latter leads to swelling of the layers of the bowel wall and its enlargement, which can be visualized by ultrasound, especially the mucosal layer. The longer the mechanical ileus persists, the more pronounced the purulent inflammation of the bowel wall becomes, and it also transitions to the serous layer. This results in the reaction of the peritoneal covering and the appearance of fluid between the bowel loops.

The morphological changes observed in the bowel wall formed the basis for the ultrasound criteria of the ABO, which were studied in 53 patients with confirmed

tumor-related small bowel obstruction, 43 (81.1%) of whom were hospitalized within 24 hours of the clinical manifestation of the disease. Upon admission, these patients underwent sequential diagnostic ultrasound of the abdominal organs followed by X-ray.

Acute ileus was confirmed by the presence of $82 \pm 11.6\%$ of features detected by ultrasound, whereas on radiography, only $18 \pm 11.6\%$ of features were found ($p < 0.005$). According to the dynamic changes in the histological structure of the bowel wall, which were characteristic of each stage of mechanical ileus formation, we believe that the objective ultrasound criteria for the ABO are the following: expansion of the bowel lumen, visualization of fluid in the lumen, the mucosal relief in the form of Kerckring's folds, changes in bowel peristalsis, and the presence of free fluid between the bowel loops.

Based on the number of features of small bowel ileus detected by ultrasound, it can be assumed that each of them corresponds to one of the stages of disease progression, as confirmed by the results of the study. By X-ray, some features of ileus could not be detected in the patients.

Conclusions. The experiment has demonstrated that mechanical ileus has consecutive stages of development, accompanied by changes in the histological structure of the bowel wall located above the site of obstruction. The ultrasound features of mechanical ABO are based on the dynamic changes in the morphology of the bowel wall.

The study proved that the longer the ileus persists, the more pathological changes occur in the bowel wall, which can be visualized by ultrasound.

The ultrasound method for diagnosing acute mechanical ileus has an advantage over radiography due to its ability to detect features characteristic of the various stages of disease formation: $82 \pm 11.6\%$ of the features of ileus were detected by ultrasound, compared to $18 \pm 11.6\%$ detected by radiography ($p < 0.005$).

For citation:

Tamm TI, Nepomniashchyi VV, Mamontov IM, Shakalova OA. Morphological basis for ultrasound criteria of acute mechanical bowel obstruction. *Ukrainian journal of radiology and oncology*. 2025;33(1):57–71. DOI: <https://doi.org/10.46879/ukroj.1.2025.57-71>

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами

Стаття є фрагментом науково-дослідної роботи кафедри хірургії №5 Навчально-наукового інституту післядипломної освіти Харківського національного медичного університету Міністерства охорони здоров'я України «Особливості розвитку запальної реакції в хірургії органів черевної порожнини і м'яких тканин», номер державної реєстрації 0123U104366, прикладна, термін виконання 2023–2026 рр. Керівник – доктор медичних наук, професор І.М. Мамонтов.

Relationship with academic programs, plans and themes

The paper is a fragment of the initiative research project of Kharkiv National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine «Features of the development of the inflammatory reaction in surgery of abdominal organs and soft tissues», state registration number – 0123U104366, applied, implementation period 2023–2026. Led by Doctor of Medical Sciences, Professor I.M. Mamontov.

ВСТУП

Діагностика гострої непрохідності кишечника (ГНК) ґрунтується на даних променевих методів дослідження – рентгенологічного, ультразвукового (УЗД), комп'ютерної томографії (КТ), магнітно-резонансної томографії (МРТ). Серед перелічених методів найбільш доступними та економічно вигідними є рентгенологічне дослідження [3, 4] та УЗД [6, 10, 12]. Можливість використання методу УЗД для диференціальної діагностики механічної та динамічної непрохідності за рахунок візуалізації перистальтики кишечника пропонують окремі автори [5, 7–9]. Інші вважають, що метод УЗД дозволяє визначити терміни та обсяг оперативного втручання у хворих, як із странгуляційним, так і з обтураційним ілеусом [7–10]. Деякі дослідники віддають перевагу методу КТ, завдяки точному визначенню рівня непрохідності [1, 2, 5, 16], а також ішемії та некрозу стінки кишки з перфорацією [13, 14]. Існують публікації,

INTRODUCTION

Diagnosis of acute bowel obstruction is based on the data of radiological examination methods – radiography, ultrasound, computed tomography (CT), and magnetic resonance imaging (MRI). Among these, the most accessible and cost-effective are radiography [3, 4] and ultrasound examination [6, 10, 12]. Some authors suggest the possibility of using ultrasound examination for differential diagnosis of mechanical and dynamic obstruction due to visualization of bowel peristalsis [5, 7–9]. Others believe that ultrasound examination allows the timing and extent of surgical intervention in patients with both strangulation and obstructive ileus to be determined [7–10]. A number of researchers prefer CT due to its accurate determination of the level of obstruction [1, 2, 5, 16], as well as ischemia and necrosis of the bowel wall with perforation [13, 14]. There are publications that mention the simultaneous or sequential use of both ultrasound and CT [15]. For a surgeon,

де вказується на одночасне або послідовне використання УЗД та КТ [15]. Для хірурга важливо встановити діагноз гострої непрохідності кишечника, але ще важливіше визначити якого вона характеру – механічного або динамічного. Саме характер ілеусу впливає на вибір тактики лікування таких хворих [1, 2, 4, 5, 8, 12]. Для цього необхідно мати доступний та високоінформативний об'єктивний метод дослідження. До таких методів діагностики належить УЗД. Однак відсутність достовірних обґрунтованих критеріїв визначення ГНК методом УЗД обмежує широке його застосування.

Мета роботи – обґрунтувати ультразвукові ознаки механічної ГНК, базуючись на динаміці даних морфології стінки кишки.

it is essential to establish not only the diagnosis of acute bowel obstruction (ABO) but also, more importantly, to determine its origin – mechanical or dynamic. The origin of the ileus directly influences the choice of treatment strategy [1, 2, 4, 5, 8, 12]. That is why it is necessary to have an accessible and highly informative objective diagnostic method. Ultrasound examination is one of such methods. However, the absence of reliable and substantiated criteria for determining the ABO with this method limits its use.

Objective – is to substantiate the ultrasound features of mechanical ABO based on the dynamic changes in the morphological data of the bowel wall.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

MATERIALS AND METHODS

Дослідження проводили в експерименті на 26 білих статевозрілих щурах-самцях лінії Вістар. Нами обрана обтураційна модель механічного ілеусу, яка сформована шляхом перев'язки лігатурою тонкої кишки (С.О. Шалімов, 1984). Для цього під загальним знеболюванням в операційній з дотриманням правил асептики та антисептики 22 тваринам виконували лапаротомію, проводили перев'язку лігатурою просвіту тонкої кишки на середині її відстані. Перев'язку кишки здійснювали до повного перекриття просвіту, але без ознак розвитку ішемії. Після цього лапаротомну рану ушивали. Формування обтураційної непрохідності виключає додатковий вплив порушення кровопостачання стінки кишки, яке завжди присутнє при странгуляційному та змішаному ілеусі, на морфологічні її зміни в процесі експерименту. Тварин виводили з експерименту шляхом введення летальної дози кетаміну через 12, 24, 36 та 48 годин, після цього проводили забір біоптатів стінки кишки на 2 см вище місця перев'язки. До контрольної групи увійшли 4 тварини, яким виконували лапаротомію, після цього рану зашивали. З експерименту тварин виводили також через 12, 24, 36 та 48 годин. Забрані біоптати стінки кишки після фіксації у формаліні і стандартної проводки забарвлювали гематоксилін-еозин. Потім досліджували за допомогою бінокулярного мікроскопа, оцінюючи товщину м'язового шару і слизової оболонки, так само визначали товщину і висоту 100 ворсин, які покривають циліндричні клітини. Після підрахунку кількісного співвідношення циліндричних і келихоподібних клітин виявляли кількість мітотично активних та панетовських клітин, що припадають на одну крипту. Крім цього визначали лімфоцити в одній ворсинці і терміни появи нейтрофілів.

Дослідження препаратів, а також само їх мікрофотографування здійснювали на мікроскопі «Olympus BX-41». Кількісну оцінку стану слизової, підслизового та м'язового шарів тонкої кишки оцінювали морфометрично за допомогою окулярної лінійки «Olympus BX-41», окуляра мікрометра AM9-2, окулярної лінійки і сітки Г.Г. Автанділова (1991). Морфологічне дослідження виконано на кафедрі патологічної анатомії Навчально-наукового інституту післядипломної освіти Харківського національного медичного університету Міністерства охорони здоров'я України.

The study included an experiment on 26 adult male Wistar rats. We selected an obstruction model of mechanical ileus, which was formed by tying the small bowel with a ligature (S.O. Shalimov, 1984). Laparotomy was performed on 22 animals under general anesthesia in compliance with aseptic and antiseptic rules. After that, a ligature was applied to the lumen of the small bowel at the middle of its length until the lumen was fully occluded but without signs of ischemia. Afterward, the laparotomy wound was sutured. The formation of obstructive ileus excludes the additional influence of impaired blood supply to the bowel wall, which is always present in strangulation and mixed ileus, on its morphological changes during the experiment. The rats were euthanized by administering a lethal dose of ketamine after 12, 24, 36, and 48 hours, then biopsies of the bowel wall were taken 2 cm above the ligation site. The control group consisted of 4 animals that underwent laparotomy, after which the wound was sutured. These animals were also euthanized after 12, 24, 36, and 48 hours. The collected biopsy samples were fixed in formalin, processed through standard procedures, and stained with hematoxylin and eosin. Subsequently, we studied the samples using a binocular microscope to assess the thickness of the muscular and mucosal layers and also to determine the thickness and height of 100 villi that covered the cylindrical cells. After establishing the quantitative ratio of cylindrical to goblet cells, the number of mitotically active and Paneth cells in each crypt was calculated. Additionally, the number of lymphocytes per villus and the time of neutrophil appearance were determined.

The preparations were examined and microphotographed using the «Olympus BX-41» microscope. The quantitative evaluation of the condition of the mucosal, submucosal, and muscular layers of the small bowel was performed morphometrically using the Olympus BX-41 eyepiece, the AM9-2 ocular micrometer, and the Avtandilov's eyepiece graticule (1991). The morphological study was carried out at the Department of Pathological Anatomy of Educational and Scientific Institute of Postgraduate Education of the Kharkiv National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine.

During the experiment on animals, we followed the requirements of the European Convention for the

Під час роботи з експериментальними тваринами керувались вимогами Європейської конвенції із захисту хребетних тварин (Страсбург, 1986 р.), директивами Ради Європейського економічного співтовариства щодо захисту хребетних тварин (Страсбург, 1986 р.), закону України «Про лікарські засоби» (1996), керівництвом ICHGLP (2008), GLP (2002); роботу виконували відповідно до вимог і норм типовим положенням з питань етики Міністерства охорони здоров'я України № 690 від 23.09.2009 р.

У клініці частоту присутності УЗД критеріїв ГНК досліджували у 53 хворих з підтвердженою тонкокишковою непрохідністю пухлинного генезу. Вік хворих становив 21–82 роки ($52 \pm 1,3$), чоловіків – 24 (45,3%), жінок – 29 (54,7%). Для діагностики використовували апарати УЗД PhilipsHD-11XE та Siemens sonoline prima, а також рентгенологічний апарат FS-500DDR-3.

Protection of Vertebrate Animals (Strasbourg, 18.03.1986), directives of the Council of the European Economic Community for the Protection of Vertebrate Animals (Strasbourg, 24.11.1986), the Law of Ukraine «On Medicinal Products» (1996), ICH/GLP guidelines (2008), GLP (2002), and the ethical guidelines of the Ministry of Health of Ukraine (№ 690, 23.09.2009).

In the clinic, the frequency of ultrasound criteria was studied in 53 patients with confirmed tumor-related small bowel obstruction. The patients' ages ranged from 21 to 82 years (52 ± 1.3). There were 24 men (45.3%) and 29 women (54.7%). For diagnosing ileus, the PhilipsHD-11XE and Siemens Sonoline Prima ultrasound imaging systems, as well as the FS-500DDR-3 radiography machine, were used.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

RESULTS AND DISCUSSION

Характер і глибина виявлених порушень у тканинах стінки кишки у досліджуваних 22-х тварин при механічному ілеусі оцінювалася у порівнянні з контролем (4 тварини).

Дослідження показали, що у контрольних тварин через 12 годин після лапаротомії товщина слизової оболонки стінки тонкої кишки становить $0,5 \pm 0,02$ мм; товщина м'язового шару незмінної стінки становить $0,95 \pm 0,01$ мм. Співвідношення висоти ворсин слизової оболонки до довжини крипт становить 2,5:1. Каймісти ентероцити представлено у вигляді циліндричної форми висотою $31,0 \pm 0,5$ мкм з чіткою позмугованою облямівкою апікальної поверхні та базально розташованими ядрами (рис. 1).

The nature and extent of the detected abnormalities in the tissues of the bowel wall in 22 rats with mechanical ileus was assessed in comparison with the control group (4 rats).

The results showed that in the control rats, 12 hours after laparotomy, the thickness of the mucosal layer of the small bowel wall was 0.5 ± 0.02 mm; the thickness of the muscle layer of the unchanged wall was 0.95 ± 0.01 mm. The ratio of villus height to crypt length was 2.5:1. The enterocytes at the brush border appeared cylindrical with a height of 31.0 ± 0.5 μ m and had a distinct striated border of the apical surface and basally located nuclei (Fig. 1).

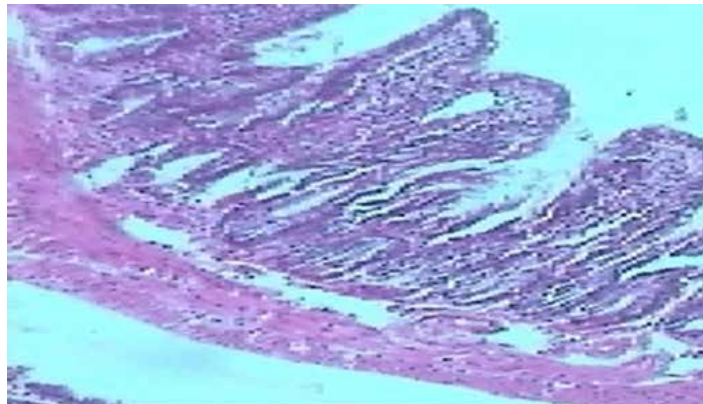


Рис. 1. Гістоструктура ворсин стінки кишки в нормі: апікальна поверхня покрита циліндричним епітелієм і чітко простежується позмугована облямівка. Забарвлення гематоксиліном і еозином $\times 100$

Fig. 1. Histological structure of the villi of the bowel wall under normal conditions: the apical surface is covered with cylindrical epithelium, and a distinct striated border is visible. H&E staining $\times 100$

У криптах переважають циліндричні клітини, серед яких виявляються і келихоподібні клітини. У глибоких відділах крипт розташовуються панетовські клітини ($5,0 \pm 1,0$ на крипту). Серед циліндричних клітин крипт зустрічаються клітини з фігурами мітозів, які складають на крипту – $4,5 \pm 0,5$.

В епітеліальному покриві ворсин знаходяться міжепітеліальні лімфоцити в кількості $161,0 \pm 17,4$ на 1000 епітеліоцитів. У власній пластинці слизової

Cylindrical cells predominated in the crypts, among which goblet cells were also found. Paneth cells (5.0 ± 1.0 per crypt) were located in the deep sections of the crypts. Among the cylindrical cells of the crypts, cells with mitotic figures were found, comprising 4.5 ± 0.5 per crypt.

In the epithelial covering of the villi, there are intraepithelial lymphocytes in the quantity of 161.0 ± 17.4 per 1000 epithelial cells. In the lamina propria of the mucosa,

оболонки переважає пухка волокниста сполучна тканина, яка містить $16,0 \pm 4,5$ малих лімфоцитів на ворсинку (рис. 2). У тварин цієї групи, які були виведені з експерименту через 24, 36 та 48 годин у гістоструктурі стінки тонкої кишки не було знайдено достовірних відмінностей у порівнянні з показниками, які були виявлені через 12 годин експерименту.

loose fibrous connective tissue predominated, containing 16.0 ± 4.5 small lymphocytes per villus (Fig. 2). In the rats of this group that were withdrawn from the experiment after 24, 36, and 48 hours, no significant differences were found in the histological structure of the small bowel wall compared to the parameters that were detected 12 hours after the experiment.

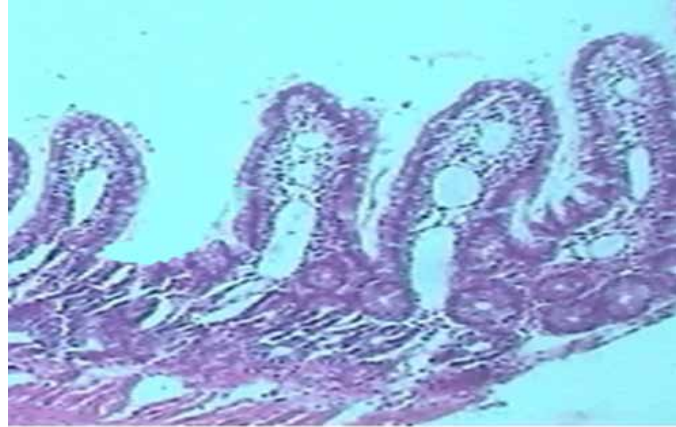


Рис. 2. Гістоструктура стінки кишки в нормі: власна пластинка слизової представлена пухкою сполучною тканиною з наявністю малих лімфоцитів і плазматичних клітин. Забарвлення гематоксиліном і еозином $\times 100$

Fig. 2. Histological structure of the bowel wall under normal conditions: the lamina propria of the mucosa is represented by loose connective tissue containing small lymphocytes and plasma cells. H&E staining $\times 100$

Аналіз морфологічних змін у стінці тонкої кишки при експериментальному ілеусі за термінами спостереження у тварин контрольної групи та основної групи показав наступну динаміку.

Через 12 годин після формування ГКН морфологічне дослідження стінки привідного відділу тонкої кишки у тварин показало процеси прогресуючого запалення слизової оболонки. Це підтверджено зменшенням її товщини до $0,39 \pm 0,06$ мм, яке було зумовлено збільшенням просвіту кишки і, як наслідок цього, розтягуванням її стінок. Через запальний набряк відбулося збільшення товщини ворсинок до $0,135 \pm 0,014$ мм, та вдвічі зменшилось співвідношення висоти ворсин до довжини крипт, яке склало 1,9:1; а висота каймистих ентероцитів знизилась до $28,7 \pm 0,5$ мкм. Слід підкреслити, що в ці терміни не змінилась товщина м'язового шару, яка склала $0,95 \pm 0,02$ мм. Це свідчить, що скорочувальна здатність стінки кишки не втрачена, оскільки м'язовий шар її був без ознак дегенерації в ці терміни.

У той же час посмугована облямівка ентероцитів на більшій частині ворсин простежувалась із затрудненням, а на поверхні епітелію виявлено вогнищеві скупчення бактерій. Келихоподібні клітини виявлено тільки в базальних відділах ворсин, а співвідношення їх в епітеліальній вистільці з каймистими ентероцитами склало 1:3. Кількість виявлених мітозів на одну крипту $5,6 \pm 0,2$, а кількість панетовських клітин збільшилась до $5,7 \pm 0,1$.

Змінився клітинний склад у структурі слизової оболонки в бік зростання кількості міжепітеліальних лімфоцитів, кількість яких в ці терміни склала $185,0 \pm 29,0$ на 1000 епітеліоцитів. Набряк власної пластинки ворсин виражений настільки, що набрякла рідина місцями відшаровувала їх від покривного епітелію. Серед лімфоцитів, що становили $35,1 \pm 12,3$

Based on the observation periods in the rats of the control group, the analysis of morphological changes in the wall of the small bowel during obstructive ileus showed the following dynamic changes.

Twelve hours after the formation of the ABO, a morphological examination of the wall of the afferent section of the bowel showed the progressive inflammation of the mucosal layer. It was confirmed by a decrease in its thickness to 0.39 ± 0.06 mm, which was caused by enlarged bowel lumen and, as a result, it led to expansion of its walls. Due to the inflammatory edema, there was an increase in the thickness of the villi to 0.135 ± 0.014 mm, and the ratio of villi height to crypt length decreased by half, amounting to 1.9:1. The height of the brush-border enterocytes decreased to 28.7 ± 0.5 μ m. It should be noted that during this period, the thickness of the muscle layer did not change and remained 0.95 ± 0.02 mm. This indicates that the contractile ability of the bowel wall was not lost, as its muscular layer showed no signs of degeneration during that period.

At the same time, the brush border of the enterocytes was difficult to trace in most of the villi, and focal bacterial accumulations were found on the epithelial surface. Goblet cells were found only in the basal sections of the villi, and their ratio to brush-border enterocytes in the epithelial lining was 1:3. The number of mitoses detected per crypt was 5.6 ± 0.2 , and the number of Paneth cells increased to 5.7 ± 0.1 .

The mucosal structure's cellular composition changed towards an increase in the number of intraepithelial lymphocytes, which amounted to 185.0 ± 29.0 per 1000 epithelial cells at that time point. The edema of the villi's lamina propria was so pronounced that the edematous fluid separated them from the covering epithelium in some areas. Among the lymphocytes (35.1 ± 12.3 per villus), numerous neutrophilic leukocytes, which sometimes

на одну ворсинку, з'явилися окремі, а місцями групами, нейтрофільні лейкоцити. Групи лейкоцитів визначалися і в епітеліальному покриві ворсинок.

Таким чином, виявлені через 12 годин обтураційної ГKN колонії бактерій і наявність лімфоцитарно-лейкоцитарної інфільтрації слизової оболонки кишки є ознакою розвитку в її стінці запального інфекційного процесу. Виражені запальні зміни слизової і незмінений м'язовий шар свідчать, що при механічній ГKN запалення стінки кишки починається з боку слизової оболонки. Як ознака запалення, яке виникло в ці терміни, виражене розширення і повнокрів'я судин, переважно дрібних вен підслизового шару, в частині з яких виявляються крайові лейкостази (рис. 3).

were clustered, appeared. They were also detected in the epithelial covering of the villi.

Thus, the bacterial colonies detected after 12 hours of the obstructive ABO and the presence of lymphocytic-leukocytic infiltration of the bowel mucosa are the signs of the development of an inflammatory infectious process in its wall. The pronounced inflammatory changes in the mucosa and the unchanged muscular layer indicate that in the mechanical ABO, inflammation of the bowel wall begins from the mucosal layer. As a sign of inflammation that occurs during this time, there is pronounced dilation and congestion of vessels, primarily small veins of the submucosal layer, some of which show marginal leukostasis (Fig. 3).

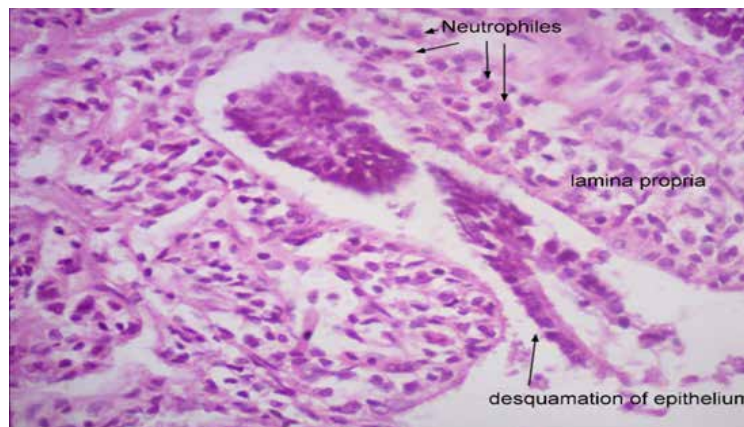


Рис. 3. Гістоструктура стінки тонкої кишки через 12 годин: десквамація епітелію, виражений набряк строми ворсин, лімфоцитарно-лейкоцитарна інфільтрація строми ворсин, а також повнокрів'я мікросудин. Забарвлення гематоксиліном і еозином $\times 180$

Fig. 3. Histological structure of the small bowel wall after 12 hours: epithelial desquamation, pronounced edema of the villi stroma, lymphocytic-leukocytic infiltration of the villi stroma, as well as congestion of the microvessels. H&E staining $\times 180$

Через 24 години в біоптатах стінки кишки при вивченні її гістоструктури виявлено наростання гнійного запалення, а саме: товщина слизової оболонки стінки кишки зменшилась до $0,35 \pm 0,06$ мм, що було пов'язано з прогресуючим збільшенням діаметра кишкового сегмента вище перешкоди. Далі різко збільшилась товщина ворсин, з поверхні яких було злущено епітеліальний покрив. Одночасно з цим на поверхні ворсин виявлено рясні колонії бактерій (рис. 4).

After 24 hours, we found the development of purulent inflammation while examining the histological structure of the bowel wall: the thickness of the bowel mucosal wall decreased to 0.35 ± 0.06 mm, which was associated with the progressive increase in the diameter of the bowel segment above the obstruction site. Furthermore, the thickness of the villi sharply increased, with the epithelial covering removed from their surface. At the same time, abundant bacterial colonies were found on the surface of the villi (Fig. 4).

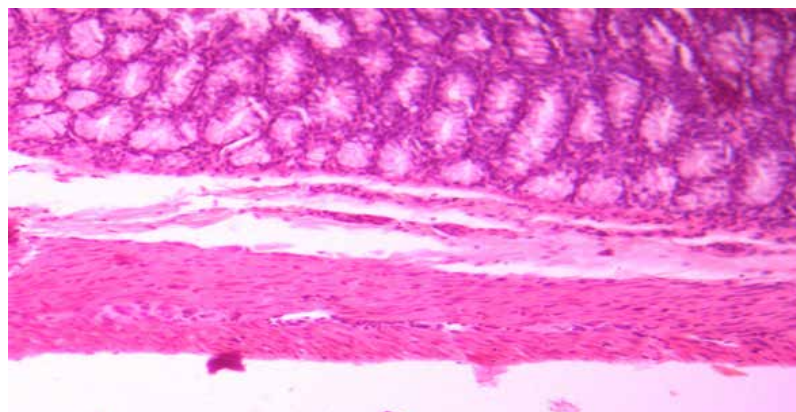


Рис. 4. Гістоструктура слизової оболонки кишки через 24 години: часткове відшарування покривного епітелію, лімфоцитарно-лейкоцитарна інфільтрація строми ворсин, лейкостаз в судинах. Забарвлення гематоксиліном і еозином $\times 180$

Fig. 4. Histological structure of the bowel mucosa after 24 hours: partial detachment of the covering epithelium, lymphocytic-leukocytic infiltration of the villi stroma, and leukostasis in the vessels. H&E staining $\times 180$

Через 36 годин існування механічного ілеусу найзначніше був виражений дегенеративний процес у слизовій оболонці. Це проявлялося практично повною відсутністю покривного епітелію ворсинок і наявністю в них великої кількості бактерій з імбібіцією строми ворсинок поліморфно-ядерними лейкоцитами і проникненням мікрофлори до підслизового шару (рис. 5).

After 36 hours of mechanical ileus, the degenerative process in the mucosa was most significantly pronounced. It manifested as an almost complete absence of the covering epithelium of the villi and the presence of a large number of bacteria with the imbibition of the villi stroma by polymorphonuclear leukocytes and the penetration of microflora into the submucosal layer (Fig. 5).

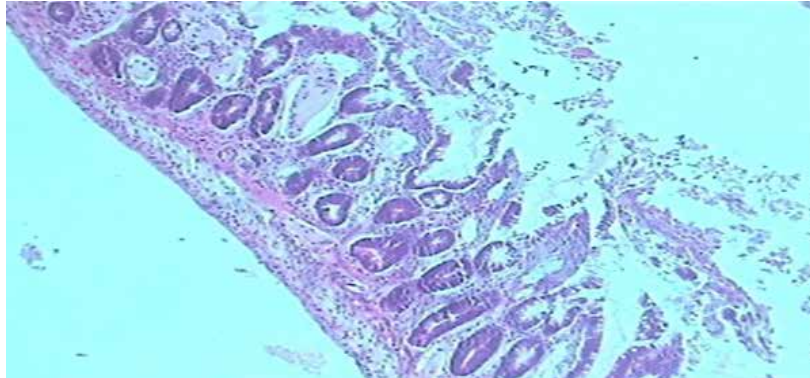


Рис. 5. Гістоструктура слизової тонкої кишки через 36 годин: тотальна десквамація епітелію ворсин і велика кількість колоній бактерій та нейтрофільних лейкоцитів з транслокацією до підслизового шару. Забарвлення гематоксиліном і еозином $\times 100$

Fig. 5. Histological structure of the small bowel mucosa after 36 hours: total desquamation of the villi epithelium, along with many bacterial colonies and neutrophilic leukocytes with translocation into the submucosal layer. H&E staining $\times 100$

Товщина слизової оболонки стінки кишки в ці терміни зменшилася до $0,22 \pm 0,13$ мм. При цьому, в підслизовому шарі і серозній оболонці визначалися різко розширені мікросудини з крайовим стоянням лейкоцитів, явищами складжа еритроцитів і лейкоцитарно-фібриновими тромбами.

Через 48 годин існування механічного ілеусу товщину ворсин у досліджуваних тварин визначити практично неможливо через тотальну десквамацію покривного епітелію, а також виражену імбібіцію строми їх поліморфно-ядерними лейкоцитами з великою кількістю колоній мікроорганізмів на поверхні слизової із «зануренням» окремих з них до підслизового шару. Виявлено виразкові дефекти із захопленням зони деструкції значної частини м'язового шару кишки з оточенням щільним перефокальним лейкоцитарним інфільтратом (рис. 6).

The thickness of the bowel mucosal wall decreased to 0.22 ± 0.13 mm at this time. Also, markedly dilated microvessels with leukocyte margination, sludge phenomena of erythrocytes, and leukocytic-fibrin thrombi were observed in the submucosal layer and the serous membrane at the same time.

After 48 hours of mechanical ileus, it was practically impossible to determine the thickness of the villi in the studied animals due to total desquamation of the covering epithelium, pronounced imbibition of the stroma by polymorphonuclear leukocytes, a large number of microbial colonies on the mucosal surface, and penetration of some of them into the submucosal layer. Ulcerative defects were identified, involving significant destruction of a large part of the muscular layer of the bowel, surrounded by a dense leukocytic perifocal infiltrate (Fig. 6).

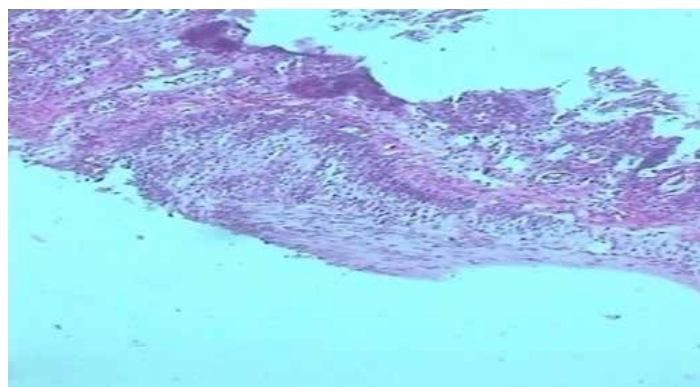


Рис. 6. Гістоструктура стінки кишки через 48 годин: виразковий дефект стінки кишки. Забарвлення гематоксиліном і еозином $\times 100$

Fig. 6. Histological structure of the bowel wall after 48 hours: ulcerative defect of the bowel wall. H&E staining $\times 100$

Серозна оболонка кишки була різко набряклою з наявністю вогнищево-дифузних лейкоцитарних інфільтратів. В її судинах виявлено лейкоцитарно-

The serous membrane of the bowel was markedly edematous with focal-diffuse leukocytic infiltrates. Leukocytic-fibrin thrombi were found in its vessels.

фібринові тромби. На поверхні серозної оболонки локалізувалися масивні нашарування, що складалась із фібринозно-лейкоцитарного детриту та домішкою великої кількості колоній бактерій. Слід підкреслити, що окремі судини серозної оболонки у своєму просвіті також містили колонії бактерій.

Таким чином, на моделі експериментального механічного ілеусу простежено етапи морфологічних змін, що відбуваються у кишці та в усіх шарах її стінки, розташованих вище місця перешкоди по мірі прогресування хвороби.

При механічному ілеусі гнійне запалення у стінці кишки, яке знаходиться вище місця перешкоди, носить ексудативний характер та завжди супроводжується набряком її тканин. Розширення просвіту кишки, що розташоване вище місця обструкції, призводить до секвестрації у її просвіті рідинного вмісту кишечника. На тлі секвестрованої у просвіті кишки рідини рельєфно визначається набрякла запальна слизова оболонка з потовщеними запальними ворсинками. При цьому, як тільки гнійне запалення перейшло на серозну оболонку, то навколо неї з'являється вільна рідина.

Виявлені морфологічні зміни, які лягли в основу формування ультразвукових критеріїв ГНК, були досліджені у 53 хворих з підтвердженою тонкокишковою непрохідністю пухлинного генезу.

Розподіл хворих в залежності від локалізації пухлини, яка обтурує просвіт кишечника, подано в таблиці 1.

On the surface of the serous membrane, massive deposits consisting of fibrinous-leukocytic debris mixed with a large number of bacterial colonies were localized. It is worth noting that some vessels of the serous membrane also contained bacterial colonies in their lumen.

Thus, in the model of experimental mechanical ileus, the stages of morphological changes occurring in the bowel and in all layers of its wall above the obstruction site are observed as the disease progresses.

In mechanical ileus, the purulent inflammation in the bowel wall located above the obstruction site is exudative and always accompanied by edema of its tissues. The expansion of the bowel lumen located above the obstruction site leads to sequestration of the intestinal fluid content into its lumen. Against the background of the sequestered fluid in the bowel lumen, the swollen inflammatory mucosa with thickened inflammatory villi is distinctly observed. Once the purulent inflammation has spread to the serous layer, free fluid appears around it.

The identified morphological changes, which formed the basis for the development of ultrasound criteria for the ABO, were studied in 53 patients with confirmed tumor-related small bowel obstruction.

The distribution of patients based on the localization of the tumor, which obstructed the bowel lumen, is presented in Table 1.

Таблиця 1. Розподіл хворих з механічним тонкокишковим ілеусом за рівнем обструкції кишечника
Table 1. Distribution of patients with mechanical small bowel ileus by the level of bowel obstruction

Локалізація пухлини / Tumor localization	Кількість пацієнтів / Number of patients	
	n	%
Тонка кишка / Small bowel	9	16,9
Сліпа кишка / Cecum	27	50,9
Висхідна кишка / Ascending colon	17	32,1
Всього / Total	53	100

З аналізу табл. 1 випливає, що у 44 (83%) хворих локалізація пухлини, що обтурує просвіт, перебувала в правій половині товстої кишки, а у 9 (16,9%) пацієнтів пухлина знаходилася в тонкій кишці.

У таблиці 2 подано терміни надходження хворих до стаціонару від початку хвороби.

As can be seen from Table 1, in 44 (83%) patients, the tumor that obstructed the lumen was localized in the right half of the large bowel, and in 9 (16.9%) patients, the tumor was in the small bowel.

The time of admission of the patients from the onset of the disease is given in Table 2.

Таблиця 2. Розподіл хворих за терміном надходження до стаціонару, (%)
Table 2. Distribution of patients by the time of admission to hospital, (%)

Кількість хворих / Number of patients	Термін надходження / Time of admission		
	До 12 годин Less than 12 hours	12–24 години 12–24 hours	Пізніше 24 годин More than 24 hours
n=53	24 (45±6,8)* $\chi^2=8,49$	19 (36±6,6)* $\chi^2=3,58$	10 (19±5,4)

Примітка:

* відмінності у частоті надходження пацієнтів пізніше 24 годин після початку захворювання та в інші терміни достовірні ($p < 0,05$).

Note:

* differences in the frequency of admission of patients later than 24 hours from the onset of the disease and other time periods are significant ($p < 0,05$).

З таблиці 2 можна зробити висновок, що до 12 годин з моменту виникнення гострого ілеусу надійшло 45,3% хворих, як і в терміні від 12 до 24 годин – 33,9%. Достовірність ($\chi^2 = 20,06$; $p < 0,05$). Пізніше 24 годин ($p < 0,05$) госпіталізовано 19%. Достовірна ($\chi^2 = 41,09$;

From Table 2, it can be concluded that 45.3% of patients were admitted to hospital in less than 12 hours after the onset of acute ileus, and 33.9% of patients were admitted in 12 to 24 hours after the onset of the condition. The number was significant ($\chi^2 = 20.06$; $p < 0.05$). 19% of

$p < 0,05$) більшість пацієнтів (81,1%) з тонкокишковою непрохідністю надійшли до стаціонару у термін до 24 годин від початку клінічного прояву захворювання.

Рутинним методом у діагностиці обтураційного ілеусу є оглядова рентгенографія органів черевної порожнини. Одночасно з нею цим хворим виконували УЗД черевної порожнини. Результати досліджень, отримані у хворих з ізольованим тонкокишковим ілеусом подано в табл. 3.

З аналізу таблиці 3 можна побачити, що при УЗД хворих на обтураційний тонкокишковий ілеус, з 8 ознак променевої діагностики виявлено 6 ($82 \pm 11,6\%$). При оглядовій рентгенографії у тих самих хворих виявлено тільки 2 ($18 \pm 11,6\%$) патогномонічні ознаки у вигляді чаші Клойбера і симптом Кейсі ($p < 0,05$).

patients were hospitalized later than 24 hours ($p < 0.05$). The significant ($\chi^2 = 41.09$; $p < 0.05$) majority of patients (81.1%) with small bowel obstruction were admitted to hospital in less than 24 hours after the onset of clinical manifestation of the disease.

The routine method for diagnosing obstructive ileus is plain abdominal radiography. At the same time, these patients underwent abdominal ultrasound. The results of these examinations of patients with isolated small bowel ileus are presented in Table 3.

Table 3 shows that in patients with obstructive small bowel ileus, 6 out of 8 ($82 \pm 11.6\%$) radiological features were detected by ultrasound, while only 2 ($18 \pm 11.6\%$) pathognomonic signs were found on plain radiography, including air-fluid levels and the Frimann–Dahl sign ($p < 0.05$).

Таблиця 3. Частота виявлення ознак ілеусу при УЗД та оглядовій рентгенографії органів черевної порожнини, (%)
Table 3. Frequency of detecting features of ileus by ultrasound and plain abdominal radiography, (%)

Діагностичні ознаки Diagnostic features	Метод діагностики / Diagnostic method	
	УЗД / Ultrasound	Рентгенографія / Radiography
Гіперпневматоз / Нуперпнеуматизація Hyperpneumatosis / Nuperpneumatization	45 ($85 \pm 4,9$)	50 ($94 \pm 3,3$)
Чаші Клойбера Air-fluid levels	0	23 ($43 \pm 6,8$)* $\chi^2 = 29,37$
Симптом Кейсі Frimann–Dahl sign	0	7 ($13 \pm 4,6$)* $\chi^2 = 7,49$
Розширення просвіту кишки Expansion of the bowel lumen	41 ($77 \pm 5,8$)	0* $\chi^2 = 66,86$
Рідина у просвіті кишки Fluid in the bowel lumen	51 (96 ± 27)	0
Складки Керкринга Kerckring's folds	51 ($96 \pm 2,7$)	5 ($9,0 \pm 3,9$)* $\chi^2 = 80,11$
Зворотньо-поступові рухи (ЗПР) Retrograde peristaltic movements	41 ($77 \pm 5,8$)	0* $\chi^2 = 66,86$
Вільна рідина (більше 50мл) Free fluid (more than 50 mL)	18 ($34 \pm 6,5$)	2 ($4,0 \pm 2,7$)* $\chi^2 = 15,78$

Примітка:

* відмінності у частоті трапляння ознаки за УЗД та рентгенографічному обстеженні достовірні за критерієм χ^2 з поправкою Йетса ($p < 0,05$).

Note:

* differences in the frequency of occurrence of the feature on ultrasound and radiography are statistically significant according to the χ^2 criterion with Yates' correction ($p < 0.05$).

Перелічені УЗД критерії ГНК у клініці подано на рис. 7.

The abovementioned ultrasound criteria for mechanical ileus are presented in Figure 7.



Рис 7. УЗД ознаки механічного ілеусу

Fig. 7. Ultrasound features of mechanical ileus

1) розширення просвіту кишки, / expansion of the bowel lumen;

2) рідина у просвіті кишки, / fluid in the bowel lumen;

3) складки Керкринга, / Kerckring's folds;

4) вільна рідина між петлями кишечника (вказано стрілкою) / Free fluid between the bowel loops (indicated by an arrow)

Обговорення

Актуальність своєчасної діагностики механічного ілеусу пов'язана з тим, що запізнілі оперативні втручання у цих хворих призводять до високої летальності (22–33%) [12]. Згідно з рекомендаціями Всесвітнього товариства невідкладної хірургії (2017) показанням до оперативного втручання у цих хворих є відсутність позитивної динаміки від консервативної терапії протягом 72 годин [1]. Tabchouri N. та співавт. (2024) проаналізували результати лікування 154 хворих з тонкокишковим ілеусом. Автори порівняли результати лікування хворих, які були оперовані через 48 та 72 години з моменту госпіталізації, та початку консервативної терапії. У першій групі летальність склала 33%, а у другій – 16,6% ($p = 0,367$). Автори дійшли висновку, що тривалість консервативної терапії до моменту хірургічного втручання остаточно не визначена. Це можна пов'язати з відсутністю об'єктивного та доступного методу дослідження, критерії якого дозволяють визначити показання до оперативного втручання.

До сучасних методів діагностики таких захворювань належать МРТ, КТ, УЗД та рентгенологічне дослідження [1–6, 15].

Так, Suri S. та співавт. (2024) провели порівняльну оцінку діагностичної цінності КТ, УЗД та рентгенологічного дослідження у діагностиці механічного ілеусу 32 пацієнтів. Автори встановили, що при КТ чутливість склала 93%, специфічність – 100, точність 94; при УЗД – 83, 100 та 84% відповідно, а у рентгеновського дослідження ці дані склали 77, 50 та 75% [4, 5]. Таким чином, очевидна близька діагностична цінність методів КТ та УЗД.

У літературі достатньо публікацій щодо використання в клініці метода УЗД для діагностики ГНК [7–10]. Для цього автори використовували різні критерії, які вони вважали важливими. Shokoohi H. та співавт. (2024) намагалися визначити показання до операції у хворих з ілеусом тільки за діаметром кишки при УЗД [12]. Роберто Грассі та співавт. (2024) знаходили рідину між петлями кишечника у хворих на ГНК [6]. Девід В. використовував метод УЗД у поєднанні з КТ [4]. Chou CK (2016) вважає, що користь УЗД у діагностиці гострого ілеусу залежить від майстерності оператора. Але при цьому автор відзначав, що КТ виконати не завжди можливо (вагітність, алергічні реакції на контрастні речовини, клаустрофобія, маса тіла понад 200 кг).

Перелічені в таблиці 3 ознаки механічного ілеусу та ознаки, які були виявлені різними авторами [4, 6, 12] при УЗД, мають морфологічне обґрунтування. Ці ознаки відображають послідовність розвитку змін у стінці кишки, розташованій вище місця обструкції, та є характерними для механічного ілеусу.

Для широкого впровадження УЗД як методу діагностики ГНК, необхідні об'єктивні критерії, які відображають ознаки ілеусу. Критерії будуть об'єктивними тоді, коли вони мають морфологічне підґрунтя, яке є складовою ланкою механічного ілеусу. Саме для цього ми виконали експеримент, під час якого було встановлене наступне.

У ході експерименту встановлено, що через 12 годин механічного ілеусу з поверхні ворсин відбувається видалення захисного шару. Після цього на їх поверхні виявляються ясні колонії бактерій, які проникають до строми ворсин. Цей процес супроводжується фор-

Discussion

The significance of timely diagnosis of mechanical ileus is associated with the fact that delayed surgical interventions in the patients with this condition lead to high mortality rates, reaching 22–33% [12]. According to the recommendations of the World Society of Emergency Surgery (2017), the indication for surgical intervention in these patients is the absence of positive changes from conservative therapy within 72 hours [1]. Tabchouri N. et al. (2024) analyzed the treatment outcomes of 154 patients with small bowel ileus. The authors compared the results of patients who underwent surgery 48 and 72 hours after hospitalization and the initiation of conservative therapy. In the first group, the mortality rate was 33%, while in the second group, it was 16.6% ($p=0.367$). The authors concluded that the duration of conservative therapy before surgical intervention could not be definitely determined. This can be linked to the lack of an objective and accessible method of examination, the criteria of which allow indications for surgical intervention to be established.

Modern diagnostic methods for this condition include MRI, CT, ultrasound, and radiography [1–6, 15].

Suri S. et al. (2024) conducted a comparative evaluation of the diagnostic value of CT, ultrasound, and radiography for diagnosing mechanical ileus in 32 patients. The authors found that the sensitivity of CT was 93%, specificity was 100%, and accuracy was 94%. As for ultrasound, these parameters were 83%, 100%, and 84%, respectively; and for radiography, the values were 77%, 50%, and 75%, respectively [4, 5]. Thus, the diagnostic value of CT and ultrasound methods is nearly identical.

In the literature, there are a lot of publications regarding the use of ultrasound for diagnosing mechanical ileus [7–10]. Different authors used various criteria, which they considered important. Shokoohi H. et al. (2024) tried to determine the indications for surgery in patients with ileus based solely on the diameter of the bowel observed on ultrasound [12]. Roberto Grassi et al. (2024) found fluid between the bowel loops in patients with mechanical ileus [6]. David V. used ultrasound in combination with CT [4]. Chou CK (2016) claims that the value of ultrasound for diagnosing acute ileus depends on the operator's skill. However, the author also notes that CT is not always feasible (pregnancy, allergic reactions to contrast agents, claustrophobia, body weight over 200 kg).

The features of mechanical ileus listed in Table 3 and the signs identified by various authors [4, 6, 12] using ultrasound have morphological substantiation. These features reflect the sequence of changes in the bowel wall located above the obstruction site and are characteristic of mechanical ileus.

Objective criteria that reflect the features of ileus are needed for the widespread implementation of ultrasound as a diagnostic method for the ABO. The criteria are considered objective when they are based on a morphological foundation that is an integral part of mechanical ileus. That is why we conducted an experiment that helped us establish the facts given below.

The experiment found that after 12 hours of mechanical ileus, the protective layer is removed from the surface of the villi. Subsequently, abundant bacterial colonies appear on their surface, which penetrate the stroma of the villi. This process is accompanied by the formation of a lymphocytic infiltrate and the appearance of seg-

муванням лімфоцитарного інфільтрату та появою в ньому сегментоядерних лейкоцитів. Одночасно виникає набряк підслизового шару кишки, де відзначається розширення мікросудин з появою в них крайових лейкостазів. Наявність бактерій та лейкоцитарно-лімфоцитарної інфільтрації строми ворсин в ці терміни свідчить про початок розвитку гнійного запалення. Запальна ворсинка набухає, збільшується у розмірах до $0,17 \pm 0,01$ мм.

Через 24 години в стінці тонкої кишки запалення набуває фібринозно-гнійного характеру, а через 36 годин від початку захворювання флегмонозно-гнійне запалення поширюється на всю товщину стінки кишки з переходом на м'язову оболонку. Прогресуючі упродовж часу гнійно-дегенеративні процеси в стінці кишки ведуть до розвитку флегмонозного запалення і формування мікроабсцесів з переходом на м'язовий шар та формуванням фібринозних нашарувань на серозній оболонці. При цьому вже відбувається збільшення товщини підслизового та м'язового шару до $0,35 \pm 0,01$ мм. Через 48 годин у стінці кишки виявляється тотальне запалення всіх її шарів, що супроводжується вираженими явищами фібринозно-гнійного перитоніту по серозній оболонці.

При механічному ілеусі гнійне запалення в стінці кишки, що знаходиться вище місця перешкоди, починається зі слизової оболонки, має ексудативний характер і завжди супроводжується набряком усіх шарів стінки кишки до $0,49 \pm 0,1$ мм. Цей момент здатні візуалізувати сучасні ультразвукові апарати.

Запальний процес стінки кишки, розташованої вище місця обструкції, призводить до секвестрації у її просвіт рідинного вмісту кишечника. На тлі секвестрованої у просвіт кишки рідини рельєфно визначається набрякла запальна слизова оболонка з потовщеними запальними ворсинками, які можна візуалізувати при УЗД як складки Керкринга. При цьому, якщо гнійне запалення не перейшло на м'язовий шар, то скорочувальна здатність кишки збережена. Якщо запальний процес перейшов зі слизового та підслизового шару до м'язового – перистальтична активність стінки кишки знижується.

Сучасні ультразвукові апарати мають високу роздільну здатність. Так, при частоті 3,5 МГц можливо візуалізувати утворення до 0,5 мм. Це дозволяє при гострому ілеусі виявляти не тільки розширення просвіту кишки, а й шари її стінки.

У таблиці 3 подано дані про частоту виявлення ознак ГНК при УЗД та оглядовій рентгенографії черевної порожнини. Під час УЗД у всіх випадках були виявлені ознаки розширення сегмента кишки, що розташоване вище місця перешкоди. Це співпадає з даними Shokoohi H. та співавт. (2024). У 51 (96%) хворого при УЗД візуалізували набряклу слизову оболонку з ворсинями у вигляді складок Керкринга (рис. 7). Це пов'язано з формуванням набряку слизового та підслизового шару за рахунок проникнення мікроорганізмів в цю зону, після механічного руйнування захисного «пухнастого» шару з боку слизової оболонки стінки кишки. Ця важлива ознака характерна для механічного ілеусу, однак у літературі така ознака не знайдена. Також не знайдено у літературі опису такої ознаки, як секвестрація рідини у сегменті кишки, яка знаходиться вище місця обструкції. Ця ознака зустрічалась у 96% випадків хворих на ГНК. У 2 пацієнтів розширення просвіту

mented leukocytes within it. Simultaneously, swelling of the submucosal layer occurs with dilation of the microvessels and the appearance of peripheral leukostasis in them. The presence of bacteria and leukocytic-lymphocytic infiltration in the stroma of the villi at this stage indicates the beginning of purulent inflammation. The inflamed villi swell and increase in size to 0.17 ± 0.01 mm.

After 24 hours, the inflammation in the small bowel wall becomes fibrinopurulent, and after 36 hours from the onset of the disease, phlegmonous-purulent inflammation spreads throughout the entire thickness of the bowel wall, involving the muscle layer. The progressive purulent-degenerative processes in the bowel wall over time lead to the development of phlegmonous inflammation and the formation of microabscesses, which spread to the muscular layer and result in the formation of fibrinous layers on the serous membrane. At this stage, there is also an increase in the thickness of the submucosal and muscular layers to 0.35 ± 0.01 mm. After 48 hours, total inflammation of all layers of the bowel wall is observed, accompanied by pronounced signs of fibrinopurulent peritonitis on the serous surface.

In mechanical ileus, purulent inflammation in the bowel wall above the obstruction site begins in the mucosa, has an exudative nature, and is always accompanied by swelling of all the layers of the bowel wall to 0.49 ± 0.1 mm. This process can be visualized using modern ultrasound devices.

The inflammatory process in the bowel wall above the obstruction site leads to the sequestration of the bowel contents into its lumen. Against the background of the sequestered fluid in the bowel lumen, the swollen inflammatory mucosa with thickened inflammatory villi can be clearly defined and visualized in humans on ultrasound as Kerckring's folds. If the purulent inflammation has not spread to the muscle layer, the contractile ability of the bowel is preserved. However, if the inflammatory process has spread from the mucosal and submucosal layers to the muscle layer, the peristaltic activity of the bowel wall decreases.

Modern ultrasound devices have high resolution. For instance, with a frequency of 3.5 MHz, it is possible to visualize structures up to 0.5 mm. This makes it possible to detect not only of the expansion of the bowel lumen but also of the layers of the bowel wall in acute ileus.

Table 3 presents data on the frequency of detection of features of the ABO using ultrasound and plain abdominal radiography. Ultrasound helped to visualize signs of expansion of the bowel segment above the obstruction site in all cases. This matches the findings of Shokoohi H. et al. (2024). In 51 (96%) patients, the swollen mucosa was visualized on ultrasound with villi as Kerckring's folds (Fig. 7). This is linked to the formation of edema in the mucosal and submucosal layers due to the penetration of microorganisms into this zone, following the mechanical destruction of the protective «fluffy» layer on the mucosal surface of the bowel wall. This crucial sign is characteristic of mechanical ileus, but it is absent in the literature. Additionally, the literature lacks description of such a feature as the sequestration of fluid in the bowel segment above the obstruction site. This feature was observed in 96% of the cases of ABO. In 2 patients, the expansion of the bowel lumen was not caused by fluid but by the presence of dense contents, and thus, no fluid was detected in

кишки було не за рахунок рідини, а за рахунок знаходження густого вмісту, тому рідина у просвіті кишки не була виявлена. На цьому тлі була відсутня візуалізація складок Керкрина.

Виявлення вільної рідини (34%) у черевній порожнині, яке описав Роберто Грассі та співавт. (2024), свідчить про те, що запальний процес у стінці кишки перейшов зі слизового та м'язового шару на серозну оболонку. Це було підтверджено результатами експериментального дослідження.

Виходячи з кількості виявлених при УЗД ознак тонкокишкового ілеусу, можна припустити, що кожний з них відповідає одному з етапів розвитку хвороби, що підтверджено результатами експерименту. При оглядовій рентгенографії органів черевної порожнини у цих же хворих частота виявлення ознак ілеусу була значно нижчою.

Отримані результати експериментального дослідження показали, що при механічному ілеусі відбуваються три основних постійних момента: по-перше, розширення просвіту кишки над місцем перешкоди, яке при УЗД відмічають деякі автори [2, 5, 12]. По-друге, секвестрацію рідини у просвіт кишки під час дослідження виявили автори [1, 6, 11]. По-третє, гнійне запалення стінки кишки, яке супроводжується ексудативним компонентом, показано у дослідженнях деяких авторів [7–10]. Останнє призводить до набряку шарів стінки кишки, її збільшенню, що можливо візуалізувати за допомогою УЗД, особливо слизовий шар. Чим довше існує механічний ілеус, тим більше посилюється процес гнійного запалення стінки кишки з переходом його на серозну оболонку. Наслідком чого є реакція очеревинного покриву у вигляді появи вільної рідини між петлями кишечника.

Таким чином, до ультразвукових критеріїв механічного ілеусу можна віднести: розширення просвіту кишки, візуалізацію рідини у її просвіті, рельєф слизової оболонки у вигляді складок Керкрина, зміну перистальтичної активності кишки та наявність рідини між петлями кишечника.

the bowel lumen. Consequently, Kerckring's folds were not visualized in these cases.

The detection of free fluid (34%) in the abdominal cavity, as described by Roberto Grassi et al. (2024), indicates that the inflammatory process in the bowel wall has spread from the mucosal and muscle layers to the serous membrane. This was confirmed by the results of the experiment.

Based on the number of features of small bowel ileus identified by ultrasound, it can be assumed that each of them corresponds to a specific stage of the disease, as confirmed by the results of the experiment. However, the frequency of detecting ileus signs via plain abdominal radiography in the same patients was significantly lower.

The results of the experiment demonstrated that in mechanical ileus, there are three main consistent points, and the first one is that there is expansion of the bowel lumen above the obstruction site on ultrasound, which has been noted by a number of authors [2, 5, 12]. Secondly, some authors observed the sequestration of fluid in the bowel lumen [1, 6, 11], and thirdly, some studies described purulent inflammation of the bowel wall accompanied by an exudative component [7–10]. The latter leads to the swelling of the bowel wall layers and its enlargement, which can be visualized using ultrasound, particularly the mucosal layer. The longer mechanical ileus persists, the more intense the purulent inflammation of the bowel wall becomes, eventually spreading to the serous membrane. This results in a peritoneal reaction in the form of appearance of free fluid between the bowel loops.

Thus, the ultrasound criteria for mechanical ileus can include expansion of the bowel lumen, visualization of fluid in the lumen, the relief of the mucosal membrane as Kerckring's folds, changes in the peristaltic activity of the bowel, and the presence of free fluid between the bowel loops.

ВИСНОВКИ

В експерименті показано, що механічний ілеус має послідовні етапи розвитку, які супроводжуються змінами гістоструктури кишки, що розташована вище за місце перешкоди. Ультразвукові ознаки механічного ГНК базуються на даних динаміки морфологічних змін, що відбуваються у стінці кишки.

Експериментальне дослідження довело, що чим більше існує ілеус, тим більше патоморфологічних змін відбувається у стінці кишки, які можна візуалізувати під час УЗД.

Метод УЗД у діагностиці гострого механічного ілеусу має перевагу у порівнянні з рентгенологічним за рахунок виявлення ознак, характерних для окремих етапів формування хвороби: при УЗД кількість ознак ілеусу склала $82 \pm 11,6\%$, а при рентгенологічному дослідженні у цих хворих – $18 \pm 11,6\%$ ($p < 0,005$).

CONCLUSIONS

The experiment has demonstrated that mechanical ileus has consecutive stages of development, accompanied by changes in the histological structure of the bowel wall located above the site of obstruction. The ultrasound features of mechanical ABO are based on the dynamic changes in the morphology of the bowel wall.

The experimental study proved that the longer the ileus persists, the more pathological changes occur in the bowel wall, which can be visualized by ultrasound.

The ultrasound method for diagnosing acute mechanical ileus has an advantage over radiography due to its ability to detect signs characteristic of the various stages of disease formation: $82 \pm 11.6\%$ of ileus signs were detected by ultrasound, compared to $18 \pm 11.6\%$ detected by radiography ($p < 0.005$).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

REFERENCES

1. Ten Broek R.P.G., Krielen P., Di Saverio S. Bologna guidelines for diagnosis and management of adhesive small bowel obstruction (ASBO): 2017 update of the evidence-based guidelines from the World Society of Emergency Surgery ASBO Working Group. *World Journal of Emergency Surgery*. 2018. T. 13, № 1. 24 p. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13017-018-0185-2>.
2. Tabchouri N., Dussart D., Giger-Pabst U. Only surgical treatment to be considered for adhesive small bowel obstruction: A new paradigm. *Gastroenterology Research and Practice*. 2018. T. 2018. 9628490 p. DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/9628490>.
3. Alnachoukati O., Ray-Zack M., Godin S. Optimal timing of first abdominal radiography after Gastrografin administration for small bowel obstruction. *Journal of Surgical Research*. 2020. T. 256. P. 193–197. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.06.053>
4. Nelms D.W., Kann B.R. Imaging modalities for evaluation of intestinal obstruction. *Clinical Colon and Rectal Surgery*. 2021. T. 34, № 4. P. 205–218. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0041-1729737>
5. Suri S., Gupta S., Sudhakar P.J. Comparative evaluation of plain films, ultrasound and CT in the diagnosis of intestinal obstruction. *Acta Radiologica*. 1999. T. 40, № 4. P. 422–428. DOI: <https://doi.org/10.3109/02841859909177758>
6. Grassi R., Romano S., D'Amario F. The relevance of free fluid between intestinal loops detected by sonography in the clinical assessment of small bowel obstruction in adults. *European Journal of Radiology*. 2004. T. 50, № 1. P. 5–14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2003.11.009>
7. Полянський Д.П., Дворник І.А., Непомнячий В.В. Експериментальне обґрунтування ультразвукової діагностики механічної і різних видів динамічної кишкової непрохідності. *Клінічна анатомія та оперативна хірургія*. 2017. Т. 16, № 3. С. 144–146. URL: <http://kaos.bsmu.edu.ua>
8. Тамм Т.І., Непомнячий В.В., Бардюк А.Я. Залежність тактики лікування хворих з гострою товстокишковою непрохідністю від результатів ультразвукового дослідження. *Вісник проблем біології і медицини*. 2020. Т. 156, № 2. С. 166–170.
9. Непомнячий В.В. Місце декомпресії кишківника для лікування хворих на гостру товстокишкову непрохідність. *Вісник Вінницького національного медичного університету*. 2019. Т. 23, № 3. С. 420–425. URL: <https://reports-vnmedical.com.ua>
10. Непомнячий В.В. Диференційна діагностика і лікування післяопераційного динамічного ілеусу. *Вісник Вінницького національного медичного університету*. 2019. № 4. С. 672–676. URL: <https://reports-vnmedical.com.ua/download>
11. Mert A., Yurdakul-Deniz F. Determining the need for surgery in small bowel obstructions based on clinical, laboratory, and radiological parameters. *Cirurgia y Cirujanos*. 2024. T. 92, № 4. P. 487–494. DOI: <https://doi.org/10.24875/CIRU.23000586>
12. Shokoohi H., Al Jalbout N., Peksa G.D. Optimal bowel diameter thresholds for diagnosing small bowel obstruction and surgical intervention with point-of-care ultrasound. *American Journal of Emergency Medicine*. 2024. T. 84. P. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2024.07.019>
13. Chou C.K. CT manifestations of small bowel ischemia due to impaired venous drainage – with a correlation of pathologic findings. *Indian Journal of Radiology and Imaging*. 2016. T. 26, № 3. P. 342–351. DOI: <https://doi.org/10.4103/0971-3026.190426>
14. Tong J.W.V., Lingam P., Shelat V.G. Adhesive small bowel obstruction – an update. *Acute Medicine & Surgery*. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/ams2.587>
15. Long B., Robertson J., Koymman A. Emergency medicine evaluation and management of small bowel obstruction: Evidence-based recommendations. *Journal of Emergency Medicine*. 2019. T. 56, № 2. P. 166–176. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2018.10.024>
16. Криворучко І.А., Бойко В.В., Олефір О.С., Антонова М.С. Хірургічне лікування гострої непрохідності тонкої кишки: показники, що пов'язані зі странгуляцією та ранньою летальністю після операції. Попередні дані ретроспективного дослідження. *Харківська хірургічна школа*. 2022. № 1. С. 11–18.
1. Ten Broek RPG, Krielen P, Di Saverio S. Bologna guidelines for diagnosis and management of adhesive small bowel obstruction (ASBO): 2017 update of the evidence-based guidelines from the World Society of Emergency Surgery ASBO Working Group. *World Journal of Emergency Surgery*. 2018;13(1):24. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13017-018-0185-2>.
2. Tabchouri N, Dussart D, Giger-Pabst U. Only surgical treatment to be considered for adhesive small bowel obstruction: A new paradigm. *Gastroenterology Research and Practice*. 2018;2018:9628490. DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/9628490>.
3. Alnachoukati O, Ray-Zack M, Godin S. Optimal timing of first abdominal radiography after Gastrografin administration for small bowel obstruction. *Journal of Surgical Research*. 2020;256:193–7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.06.053>
4. Nelms DW, Kann BR. Imaging modalities for evaluation of intestinal obstruction. *Clinical Colon and Rectal Surgery*. 2021;34(4):205–18. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0041-1729737>
5. Suri S, Gupta S, Sudhakar PJ. Comparative evaluation of plain films, ultrasound and CT in the diagnosis of intestinal obstruction. *Acta Radiologica*. 1999;40(4):422–8. DOI: <https://doi.org/10.3109/02841859909177758>
6. Grassi R, Romano S, D'Amario F. The relevance of free fluid between intestinal loops detected by sonography in the clinical assessment of small bowel obstruction in adults. *European Journal of Radiology*. 2004;50(1):5–14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2003.11.009>
7. Polyansky DP, Dvornyk IA, Nepomnyashchy VV. Experimental substantiation of ultrasound diagnostics of mechanical and various types of dynamic intestinal obstruction. *Clinical anatomy and operative surgery*. 2017;169(3):144–6. (In Ukrainian). URL: <http://kaos.bsmu.edu.ua>
8. Tamm TI, Nepomnyashchy VV, Bardyuk AY. Dependence of treatment tactics of patients with acute colonic obstruction on the results of ultrasound examination. *Bulletin of problems of biology and medicine*. 2020;156(2):166–70. (In Ukrainian).
9. Nepomnyashchy VV. The site of intestinal decompression for the treatment of patients with acute colonic obstruction. *Bulletin of Vinnytsia National Medical University*. 2019;23(3):420–25. (In Ukrainian). URL: <https://reports-vnmedical.com.ua>
10. Nepomnyashchy VV. Differential diagnosis and treatment of postoperative dynamic ileus. *Bulletin of Vinnytsia National Medical University*. 2019;4:672–6. (In Ukrainian). URL: <https://reports-vnmedical.com.ua/download>
11. Mert A, Yurdakul-Deniz F. Determining the need for surgery in small bowel obstructions based on clinical, laboratory, and radiological parameters. *Cirurgia y Cirujanos*. 2024;92(4):487–94. DOI: <https://doi.org/10.24875/CIRU.23000586>
12. Shokoohi H, Al Jalbout N, Peksa GD. Optimal bowel diameter thresholds for diagnosing small bowel obstruction and surgical intervention with point-of-care ultrasound. *American Journal of Emergency Medicine*. 2024;84:1–6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2024.07.019>
13. Chou CK. CT manifestations of small bowel ischemia due to impaired venous drainage – with a correlation of pathologic findings. *Indian Journal of Radiology and Imaging*. 2016;26(3):342–51. DOI: <https://doi.org/10.4103/0971-3026.190426>
14. Tong JWV, Lingam P, Shelat VG. Adhesive small bowel obstruction – an update. *Acute Medicine & Surgery*. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/ams2.587>
15. Long B, Robertson J, Koymman A. Emergency medicine evaluation and management of small bowel obstruction: Evidence-based recommendations. *Journal of Emergency Medicine*. 2019;56(2):166–76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2018.10.024>
16. Kryvoruchko IA, Boyko VV, Olefir OS, Antonova MS. Surgical treatment of acute small bowel obstruction: indicators associated with strangulation and early mortality after surgery. Preliminary data of a retrospective study. *Kharkiv Surgical School*. 2022;1:11–8. (In Ukrainian).

Перспективи подальших досліджень

Prospects for further research

Відкривається перспектива проведення досліджень, які допоможуть обґрунтувати критерії ультразвукового дослідження для діагностики динамічного ілеусу, а також диференційної діагностики механічної та динамічної непрохідності кишечника.

In the future, prospective multicenter studies can be conducted to identify and clarify the risk factors for PEP. It will be also possible to conduct research that will help justify the criteria for ultrasound examination for diagnosing dynamic ileus, as well as for the differential diagnosis of mechanical and dynamic bowel obstruction.

Конфлікт інтересів

Conflict of interest

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

The authors state no conflict of interest.

Інформація про фінансування

Funding information

Фінансування видатками Державного бюджету України.

Financed by the state budget of Ukraine.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Тамм Тамара Іванівна – доктор медичних наук, професор, професор кафедри хірургії № 5 Харківського національного медичного університету Міністерства охорони здоров'я України; просп. Науки, буд. 4, м. Харків, Україна, 61022;

e-mail: tamm_ti@ukr.net

тел.: +38 (050) 637-90-02

Внесок автора: концепція та дизайн дослідження.

Непомнячий Валентин Володимирович – доктор медичних наук, доцент, доцент кафедри хірургії № 5 Харківського національного медичного університету Міністерства охорони здоров'я України; просп. Науки, буд. 4, м. Харків, Україна, 61022;

e-mail: doktor.nep@gmail.com

тел.: +38 (050) 970-05-60

Внесок автора: збір матеріалу, аналіз даних.

Мамонтов Іван Миколайович – доктор медичних наук, доцент, виконуючий обов'язки завідувача кафедри хірургії № 5 Харківського національного медичного університету Міністерства охорони здоров'я України; просп. Науки, буд. 4, м. Харків, Україна, 61022;

e-mail: ivan.n.mamontov@gmail.com

тел.: +38 (050) 939-53-21

Внесок автора: концепція та дизайн дослідження, аналіз даних, збір матеріалу.

Шакалова Олена Анатоліївна – кандидат медичних наук, доцент, доцент кафедри хірургії №5 Харківського національного медичного університету Міністерства охорони здоров'я України, просп. Науки, буд. 4, м. Харків, Україна, 61022;

e-mail: shakalovahelena@gmail.com

тел.: +38(095) 331-05-45

Внесок автора: збір матеріалу, обстеження хворих.

Tamm Tamara Ivanivna – Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Surgery № 5 of Kharkiv National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine; 4 Nauky Ave., Kharkiv, Ukraine, 61022;

e-mail: tamm_ti@ukr.net

tel: +38 (050) 637-90-02

Author's contribution: concept and design of the research.

Nepomniashchyi Valentyn Volodymyrovych – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Surgery № 5 of Kharkiv National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine; 4 Nauky Ave., Kharkiv, Ukraine, 61022;

e-mail: doktor.nep@gmail.com

tel: +38 (050) 970-05-60

Author's contribution: collection of the material.

Mamontov Ivan Mykolaiovych – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Acting Head of the Department of Surgery № 5 of Kharkiv National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine; 4 Nauky Ave., Kharkiv, Ukraine, 61022;

e-mail: ivan.n.mamontov@gmail.com

tel: +38 (050) 939-53-21

Author's contribution: concept and design of the research, data analysis, collection of the material.

Shakalova Olena Anatoliivna – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Surgery No. 5 of Kharkiv National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine; 4 Nauky Ave., Kharkiv, Ukraine, 61022;

e-mail: shakalovahelena@gmail.com

tel: +38(095) 331-05-45

Author's contribution: patients examination.

Рукопис надійшов
Manuscript was received
22.11.2024

Отримано після рецензування
Received after review
09.02.2025

Прийнято до друку
Accepted for printing
28.03.2025

Опубліковано
Published
31.03.2025