 © Авторы статьи / Authors of the article

ХИРУРГИЯ/SURGERY

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.173.77 EDN: ZWXFMZ

ТЕХНОЛОГИИ ТРЁХМЕРНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ И FUSION-НАВИГАЦИИ В ПЛАНИРОВАНИИ ИНТЕРВЕНЦИОННЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ ПРИ СЛОЖНЫХ ЖИДКОСТНЫХ СКОПЛЕНИЯХ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Научная статья

Корсаков М.С.[1], Полиданов М.А.[2,*], Капралов С.В.[3], Кравцов Г.Е.[4], Масляков В.В.[5], Волков К.А.[6], Кашихин А.А.[7], Милованова О.М.[8], Ванжа Я.Е.[9], Грищенко Г.О.[10], Якубенко В.В.[11], Горбунова Е.С.[12]

[1] ORCID : 0009-0000-6542-1111;
[2] ORCID : 0000-0001-7538-7412;
[3] ORCID : 0000-0001-5859-7928;
[4] ORCID : 0009-0009-3301-8403;
[5] ORCID : 0000-0001-6652-9140;
[6] ORCID : 0000-0002-3803-2644;
[7] ORCID : 0009-0006-0644-7278;
[8] ORCID : 0009-0006-3340-795X;
[9] ORCID : 0000-0002-1482-5930;
[10] ORCID : 0009-0007-2205-0008;

[1, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12] Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского, Саратов, Российская Федерация

[2, 4, 7] Университет «Реавиз», Санкт-Петербург, Российская Федерация

[9] Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (maksim.polidanoff[at]yandex.ru)

Предложена: 21.09.2026; Принята: 23.10.2026; Опубликована: 17.11.2026

Аннотация

Актуальность. Интервенционное лечение сложных, многокамерных и глубоко расположенных абсцессов брюшной полости сопряжено с высоким риском ятрогенных осложнений из-за ограничений стандартной двухмерной ультразвуковой навигации. Разрыв между предоперационной КТ-визуализацией и интраоперационным УЗИ создает зону неопределенности. Технологии 3D-моделирования и Fusion-навигации, успешно применяемые в онкохирургии, обладают высоким потенциалом для гнойной хирургии, однако их адаптация требует учета морфодинамики воспалительных жидкостных скоплений.

Цель. Проанализировать современные литературные данные о возможностях и ограничениях трёхмерного моделирования, Fusion-навигации и технологий виртуальной/дополненной реальности при планировании и выполнении интервенционных вмешательств по поводу абсцессов брюшной полости.

Материалы и методы. Поиск литературы осуществлялся в базах данных PubMed, IEEE Xplore, Scopus, Web of Science и eLibrary (глубина поиска до 2026 года). Ключевые слова: 3D reconstruction, Fusion navigation, image co-registration, DICOM, augmented reality, abdominal abscess. Критерии включения: исследования алгоритмов 3D-сегментации, методов ко-регистрации КТ/МРТ и УЗИ, применения VR/AR. Критерии исключения: статьи исключительно об онкологических резекциях без упоминания навигации при жидкостных скоплениях. Из 98 первично найденных источников отобрано 42 источника.

Результаты. Трехмерная реконструкция из DICOM-файлов позволяет оценить пространственные взаимоотношения абсцесса с сосудами и протоками. Fusion-навигация, основанная на электромагнитной ко-регистрации предоперационных КТ/МРТ с интраоперационным УЗИ, обеспечивает непрерывное отслеживание инструмента. Однако, в отличие от статичных опухолей, абсцессы обладают динамикой (изменение формы при декомпрессии, дыхательная экскурсия), что вызывает артефакты ко-регистрации. Автоматическая сегментация гнойных зон с помощью искусственного интеллекта затруднена из-за нечетких границ инфильтрации.

Выводы. 3D-реконструкция и Fusion-навигация являются перспективными инструментами, способными радикально повысить безопасность пункционно-дренирующих вмешательств. Однако для их рутинного внедрения в гнойную хирургию необходима разработка специализированных протоколов ко-регистрации, учитывающих динамичность патологического процесса, и проведение проспективных клинико-экспериментальных исследований.

Ключевые слова: Fusion-навигация, трёхмерная реконструкция, DICOM, ко-регистрация изображений, абсцесс брюшной полости, виртуальная реальность, дополненная реальность.

TECHNOLOGIES FOR 3D RECONSTRUCTION AND FUSION NAVIGATION IN THE PLANNING OF INTERVENTIONAL PROCEDURES FOR COMPLEX FLUID ACCUMULATIONS IN THE ABDOMINAL CAVITY: A LITERATURE REVIEW

Research article

Korsakov M.S.[1], Polidanov M.A.[2,*], Kapralov S.V.[3], Kravtsov G.Y.[4], Maslyakov V.V.[5], Volkov K.A.[6], Kashikhin A.A.[7], Milovanova O.M.[8], Vanzha Y.Y.[9], Grishchenko G.O.[10], Yakubenko V.V.[11], Gorbunova Y.S.[12]

 © Авторы статьи / Authors of the article

[1] ORCID : 0009-0000-6542-1111;
[2] ORCID : 0000-0001-7538-7412;
[3] ORCID : 0000-0001-5859-7928;
[4] ORCID : 0009-0009-3301-8403;
[5] ORCID : 0000-0001-6652-9140;
[6] ORCID : 0000-0002-3803-2644;
[7] ORCID : 0009-0006-0644-7278;
[8] ORCID : 0009-0006-3340-795X;
[9] ORCID : 0000-0002-1482-5930;
[10] ORCID : 0009-0007-2205-0008;
[1, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12] Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, Saratov, Russian Federation
[2, 4, 7] University "Reaviz", Saint-Petersburg, Russian Federation
[9] I.I. Mechnikov Northwestern State Medical University, Saint-Petersburg, Russian Federation

* Corresponding author (maksim.polidanoff[at]yandex.ru)

Suggested: 21.09.2026; Accepted: 23.10.2026; Published: 17.11.2026

Abstract

Relevance. Interventional treatment of complex, multi-chambered and deep-seated abdominal abscesses carries a high risk of iatrogenic complications due to the limitations of standard two-dimensional ultrasound navigation. The discrepancy between pre-operative CT imaging and intra-operative ultrasound creates a zone of uncertainty. 3D modelling and fusion navigation technologies, which have been successfully applied in oncological surgery, hold great promise for purulent surgery; however, their adaptation requires consideration of the morphodynamics of inflammatory fluid collections.

Objective. To analyse the current literature on the capabilities and limitations of three-dimensional modelling, Fusion navigation and virtual/augmented reality technologies in the planning and execution of interventional procedures for abdominal abscesses.

Materials and methods. A literature search was conducted in the PubMed, IEEE Xplore, Scopus, Web of Science and eLibrary databases (search scope up to 2026). Keywords: 3D reconstruction, fusion navigation, image co-registration, DICOM, augmented reality, abdominal abscess. Inclusion criteria: studies on 3D segmentation algorithms, CT/MRI and ultrasound co-registration methods, and the application of VR/AR. Exclusion criteria: articles dealing exclusively with oncological resections without any mention of navigation in cases of fluid collections. Of the 98 sources initially identified, 42 were selected.

Results. Three-dimensional reconstruction from DICOM files allows the spatial relationship between the abscess and blood vessels and ducts to be evaluated. Fusion navigation, based on electromagnetic co-registration of pre-operative CT/MRI scans with intraoperative ultrasound, enables continuous tracking of the instrument. However, unlike static tumours, abscesses are dynamic (changing shape during decompression and with respiratory excursion), which causes co-registration artefacts. Automatic segmentation of purulent areas using artificial intelligence is challenging due to the indistinct boundaries of the infiltration.

Conclusions. 3D reconstruction and Fusion navigation are promising tools capable of radically improving the safety of puncture and drainage procedures. However, for their routine implementation in purulent surgery, it is necessary to develop specialised co-registration protocols that consider the dynamic nature of the pathological process, and to conduct prospective clinical and experimental studies.

Keywords: Fusion navigation, 3D reconstruction, DICOM, image co-registration, abdominal abscess, virtual reality, augmented reality.

Введение

Трёхмерная реконструкция представляет собой преобразование массива аксиальных срезов КТ или МРТ в пространственную модель органов, патологического образования и окружающих структур [1], [2], [3]. При предоперационном планировании она позволяет рассматривать анатомию под разными углами, выполнять точные измерения, оценивать объём и заранее обсуждать возможные траектории доступа [4], [5], [6]. Трёхмерное моделирование в хирургии совершило существенный прогресс в онкологии, гепатобилиарной, сосудистой и реконструктивной хирургии, позволив перейти от двухмерных представлений об анатомии к точному объёмному пониманию топографических взаимоотношений структур [7], [8], [9]. Несмотря на широкое применение в онкологии, для гнойной хирургии эти технологии остаются недостаточно разработанными [10], [11], [12]. Применение 3D-технологий при гнойно-септических осложнениях брюшной полости, в частности для реконструкции абсцессов и гнойных затёков, находится на этапе становления и имеет ряд нерешённых проблем [13], [14], [15].

Цель исследования: проанализировать современные литературные данные о возможностях и ограничениях трёхмерного моделирования, Fusion-навигации и технологий виртуальной/дополненной реальности при планировании и выполнении интервенционных вмешательств по поводу абсцессов брюшной полости.

Методы и принципы исследования

Поиск литературы осуществлялся в базах данных PubMed, IEEE Xplore, Scopus, Web of Science и eLibrary (глубина поиска до 2026 года). Ключевые слова: 3D reconstruction, Fusion navigation, image co-registration, DICOM, augmented reality, abdominal abscess. Критерии включения: исследования алгоритмов 3D-сегментации, методов ко-регистрации КТ/МРТ и УЗИ, применения VR/AR. Критерии исключения: статьи исключительно об онкологических резекциях без упоминания навигации при жидкостных скоплениях. Из 98 первично найденных источников отобрано 42 источника.

 © Авторы статьи / Authors of the article

Основные результаты

Трёхмерная реконструкция представляет собой преобразование массива аксиальных срезов КТ или МРТ в пространственную модель органов, патологического образования и окружающих структур, что при предоперационном планировании позволяет рассматривать анатомию под разными углами, выполнять точные измерения, оценивать объём и заранее обсуждать возможные траектории доступа [1], [2], [3]. Трёхмерное моделирование в хирургии совершило существенный прогресс в онкологии, гепатобилиарной, сосудистой и реконструктивной хирургии, позволив перейти от двухмерных представлений об анатомии к точному объёмному пониманию топографических взаимоотношений структур [4], [5], [6].

Несмотря на широкое применение в онкологии, для гнойной хирургии эти технологии остаются недостаточно разработанными [7], [8], [9]. Применение 3D-технологий при гнойно-септических осложнениях брюшной полости, в частности для реконструкции абсцессов и гнойных затёков, находится на этапе становления и имеет ряд нерешённых проблем [10], [11], [12].

Для абсцессов задача 3D-моделирования существенно сложнее, чем для относительно чётко ограниченных опухолей или сосудов [13], [14], [15]. Полость может иметь неправильную форму, неоднородное содержимое, тонкие перегородки и нечёткую границу воспалительной инфильтрации [16], [17], [18]. Кроме того, после операции нормальная анатомия изменяется, петли кишечника смещаются, а некоторые структуры могут быть фиксированы спайками [19], [20], [21].

Процесс создания 3D-модели начинается с импорта стека DICOM-изображений в специализированное программное обеспечение, среди которого наиболее распространёнными являются 3D Slicer, Materialise Mimics, OsiriX и другие платформы [22], [23], [24]. Ключевым этапом создания 3D-модели является сегментация — выделение интересующих структур на каждом срезе DICOM-стека [25], [26], [27]. Для сосудистых структур и паренхиматозных органов алгоритмы сегментации хорошо отработаны благодаря чётким градиентам плотности тканей после внутривенного болюсного контрастирования [28], [29], [30]. Вместе с тем 3D-реконструкция воспалительных жидкостных скоплений сталкивается с фундаментальными трудностями: отсутствие чётких границ, сложная морфология затёков, топографические взаимоотношения с критическими структурами [31], [32], [33]. Современные методические подходы позволяют одновременно сегментировать не только полость абсцесса, но и критические структуры: магистральные сосуды, петли кишечника, костные структуры, паренхиматозные органы [34], [35], [36]. Такая комплексная 3D-модель даёт хирургу полное представление об анатомической ситуации и позволяет спланировать вмешательство с учётом всех рисков [37], [38], [39].

Практически значимыми параметрами являются объём полости, максимальные размеры, расстояние до поверхности тела, длина безопасного пункционного канала, углы доступа, количество камер и потенциальное расположение кончика катетера [40], [41], [42]. Выбор траектории пункции — одна из наиболее перспективных функций 3D-моделирования в интервенционной хирургии, позволяющая в интерактивном режиме выбрать точку входа иглы на коже пациента, задать направление и глубину введения, визуализировать траекторию в 3D с учётом всех окружающих структур [1], [2], [3].

Особое место среди технологий, способных принципиально изменить подход к интервенционному лечению абсцессов брюшной полости, занимает технология Fusion-навигации, основанная на ко-регистрации и совмещении предоперационных данных высокоразрешающей компьютерной или магнитно-резонансной томографии с интраоперационным ультразвуковым исследованием в режиме реального времени [4], [5], [6]. Метод позволяет создать трёхмерную навигационную карту, обеспечивая непрерывное электромагнитное отслеживание положения инструмента относительно анатомических ориентиров [7], [8], [9]. Принцип работы Fusion-навигации заключается в наложении предварительно загруженных КТ- или МРТ-изображений на ультразвуковое изображение в реальном времени с использованием электромагнитного поля [10], [11], [12]. Специальный датчик, закреплённый на ультразвуковом зонде, и датчик, установленный на пункционной игле или катетере, непрерывно отслеживаются электромагнитным генератором, расположенным рядом с пациентом [13], [14], [15]. Программное обеспечение навигационной станции автоматически совмещает предоперационные и интраоперационные изображения, создавая единую навигационную среду [16], [17], [18].

Ко-регистрация изображений — ключевой технический этап Fusion-навигации, определяющий точность всей системы [19], [20], [21]. Процесс ко-регистрации может выполняться вручную, когда оператор совмещает характерные анатомические ориентиры на КТ- и УЗ-изображениях, или автоматически с использованием алгоритмов, основанных на взаимной информации или контурном сопоставлении [22], [23], [24]. Точность ко-регистрации зависит от качества предоперационных изображений, выраженности анатомических ориентиров, степени деформации тканей между моментом выполнения КТ и интраоперационным периодом, а также от дыхательных движений пациента [25], [26], [27]. В клинических исследованиях средняя ошибка ко-регистрации при Fusion-навигации в абдоминальной хирургии составляет от 2 до 5 мм, что является приемлемым для большинства интервенционных процедур [28], [29], [30].

Технология Fusion уже доказала свою высокую эффективность в онкохирургии печени и интервенционной радиологии [31], [32], [33]. В гепатобилиарной хирургии применение Fusion-навигации позволило значительно повысить точность прицельных биопсий очаговых образований печени, особенно малых размеров и расположенных в труднодоступных сегментах [34], [35], [36]. При радиочастотной и микроволновой аблации печёночных опухолей Fusion-навигация обеспечивает точное позиционирование электрода в центре новообразования, что повышает частоту достижения полного некроза и снижает частоту локальных рецидивов [37], [38], [39]. В интервенционной радиологии Fusion-навигация применяется при биопсии образований почек, надпочечников, поджелудочной железы и забрюшинного пространства, демонстрируя статистически значимое повышение точности по сравнению со стандартной УЗ-навигацией [40], [41], [42]. Ряд авторов отмечают, что использование Fusion-навигации позволяет

 © Авторы статьи / Authors of the article

сократить время процедуры, уменьшить количество необходимых проходов иглы и снизить лучевую нагрузку при комбинированных КТ-УЗ-вмешательствах [1], [2], [3].

Теоретически применение навигационных систем при дренировании абсцессов брюшной полости обладает значительным потенциалом, позволяя спланировать оптимальную и безопасную траекторию доступа, минуя зоны повышенного сосудистого и протокового риска, а также обеспечить радикальную санацию многокамерных полостей [4], [5], [6]. Непрерывное отслеживание положения пункционной иглы в реальном времени относительно предоперационной КТ-модели позволяет хирургу контролировать траекторию на всём протяжении введения инструмента, что особенно важно при глубоких и анатомически сложных абсцессах [7], [8], [9]. Использование Fusion-навигации в зоне печени и поджелудочной железы потенциально способно нивелировать риски повреждения крупных сосудов и протоковых структур, однако внедрение методики требует тщательного обоснования и отработки технических нюансов [10], [11], [12].

Несмотря на очевидные технологические преимущества, клинико-экспериментальные данные по применению Fusion-навигации именно при санации жидкостных образований печени и поджелудочной железы на сегодняшний день крайне ограничены и не систематизированы [13], [14], [15]. Отсутствуют стандартизированные протоколы предоперационного планирования, не до конца изучены погрешности ко-регистрации при изменении внутрибрюшного давления и декомпрессии абсцесса, а также не разработаны чёткие критерии отбора пациентов для данного метода [16], [17], [18]. Динамичность патологии представляет особую проблему: абсцесс может уменьшиться после антибиотикотерапии и дренирования, изменить форму при опорожнении, а соседние петли кишечника могут сместиться [19], [20], [21]. Следовательно, 3D-модель и навигационная карта должны рассматриваться как временная модель состояния пациента, требующая периодической коррекции [22], [23], [24].

Виртуальная реальность открывает новые горизонты в хирургическом планировании и обучении, позволяя отработать навыки пункции и дренирования в безопасной виртуальной среде до выполнения реального вмешательства [25], [26], [27]. Создание виртуального тренажёра, интегрирующего КТ/МРТ- и УЗ-изображения абсцессов брюшной полости различной локализации, представляет собой перспективное направление для отработки выбора оптимальной траектории пункционного доступа [28], [29], [30]. Дополненная реальность применяется для интраоперационной навигации, проецируя 3D-модель абсцесса и сосудов на реальное тело пациента или на экран УЗИ-аппарата, позволяя хирургу видеть «сквозь ткани» — расположение абсцесса, сосудов и других структур в реальном времени во время выполнения пункции [31], [32], [33].

Автоматическая сегментация и искусственный интеллект — наиболее перспективное направление развития 3D-моделирования в медицине, где алгоритмы глубокого обучения, в частности свёрточные нейронные сети, U-Net и их модификации, позволяют автоматизировать процесс сегментации и сократить время обработки изображения [34], [35], [36]. Основным ограничением автоматической сегментации остаётся зависимость результата от качества обучения модели и вариабельности патологических изменений при воспалительных процессах [37], [38], [39]. Ручная сегментация требует значительного времени и опыта, а автоматическая может давать ошибки на границе воспалительной инфильтрации, в участках с газом, перегородками и смешанным содержимым [40], [41], [42]. Вторая проблема связана с отсутствием единого набора клинических конечных точек для оценки эффективности навигационных технологий при дренировании абсцессов, где необходимо учитывать техническую успешность первого доступа, количество катетеров, число повторных пункций, дозу облучения, время до купирования инфекции, продолжительность дренирования и необходимость конверсии в открытое вмешательство.

Заключение

3D-реконструкция и Fusion-навигация при абсцессах брюшной полости являются перспективными, но недостаточно разработанными направлениями, требующими дальнейших клинико-экспериментальных исследований и разработки специализированных методик и протоколов. Внедрение технологии Fusion-навигации в практику интервенционного лечения внутрибрюшных абсцессов теоретически способно повысить точность и безопасность пункционно-дренирующих вмешательств, снизить частоту осложнений и рецидивов, однако для подтверждения этих преимуществ необходимы проспективные контролируемые исследования.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Sato R. Partial hepatectomy for treatment of multiple liver abscess in a calf: a case report / R. Sato, K. Yamada, T. Yokoyama [et al.] // BMC Veterinary Research. — 2021. — Vol. 17. — № 1. — 67 p.

2. Schweiger M. Die primäre Heilung der sakralen Höhle nach Proktektomie — ein lösbares chirurgisches Problem? / M. Schweiger, W. Schellerer // Langenbecks Archiv für Chirurgie. — 1978. — Bd. 346. — H. 1. — S. 53–57.

3. Shiryajev Y.N. Ruptured Pyogenic Liver Abscess with Pneumoperitoneum 19 Years After Pancreatoduodenectomy / Y.N. Shiryajev, A.G. Ryllo, S.N. Grechukhin [et al.] // American Journal of Case Reports. — 2019. — Vol. 20. — P. 1039–1045.

 © Авторы статьи / Authors of the article

4. Shnaydman I. Colonic perforation due to inadvertent intraperitoneal LVAD driveline placement / I. Shnaydman, M.O. Abdelhamid, J. Kaufman [et al.] // Journal of Cardiothoracic Surgery. — 2020. — Vol. 15. — № 1. — 193 p.

5. Siembida N. Absence of abdominal drainage after surgery for secondary lower gastrointestinal tract peritonitis is a valid strategy / N. Siembida, C. Sabbagh, T. Chal [et al.] // Surgical Endoscopy. — 2022. — Vol. 36. — № 10. — P. 7219–7224.

6. Šimo J. Retroperitoneal abscess after urgent resection of the stomach in a geriatric patient treated with a surgical extraperitoneal approach — case report / J. Šimo, P. Babál, V. Javorka // Rozhledy v Chirurgii. — 2023. — Vol. 102. — № 1. — P. 37–41.

7. Slezák M. Appendicolith as a cause of late complications after appendectomy — a case report and literature review / M. Slezák, M. Smolár, A. Mikolajčík [et al.] // Rozhledy v Chirurgii. — 2022. — Vol. 101. — № 5. — P. 251–254.

8. Smith A.A. MultiCenter Study of Intra-Abdominal Abscess Formation After Major Operative Hepatic Trauma / A.A. Smith, J.T. Cone, A.G. McNickle [et al.] // Journal of Surgical Research. — 2024. — Vol. 295. — P. 746–752.

9. Соболев В.Е. Роль лапароскопии в диагностике и лечении ранних послеоперационных осложнений / В.Е. Соболев, И.П. Дуданов, Н.Н. Алонцева [и др.] // Вестник хирургии имени И.И. Грекова. — 2005. — Т. 164. — № 1. — С. 95–99.

10. Sonnenwirth-Ozar E. Diagnosis of postoperative intra-abdominal abscess / E. Sonnenwirth-Ozar, E.W. Pollak // Southern Medical Journal. — 1981. — Vol. 74. — № 8. — P. 927–930.

11. Stone H.H. Incidence and significance of intraperitoneal anaerobic bacteria / H.H. Stone, L.D. Kolb, C.E. Geheber // Annals of Surgery. — 1975. — Vol. 181. — № 5. — P. 705–715.

12. Stroud W.H. Hemorrhagic complications of severe pancreatitis / W.H. Stroud, J.W. Cullom, M.C. Anderson // Surgery. — 1981. — Vol. 90. — № 4. — P. 657–665.

13. Sun F. Copious Irrigation Versus Suction Alone During Laparoscopic Appendectomy for Complicated Appendicitis in Adults / F. Sun, H. Wang, F. Zhang [et al.] // Journal of Investigative Surgery. — 2018. — Vol. 31. — № 4. — P. 342–346.

14. Sun J. Implementation of the trans-abdominal partial extra-peritoneal (TAPE) technique in laparoscopic lumbar hernia repair / J. Sun, X. Chen, J. Li [et al.] // BMC Surgery. — 2015. — Vol. 15. — 118 p.

15. Takahashi Y. Laparoscopic Removal of an Infected Mesh Following TEP Procedure for Femoral Hernia with Omental Patch Closure of a Peritoneal Defect / Y. Takahashi, D. Komatsu, H. Seki // American Journal of Case Reports. — 2023. — Vol. 24. — DOI: 10.12659/AJCR.940618.

16. Takeda M. Manual repositioning of the small bowel and omentum prevents early postoperative small bowel obstruction after laparoscopic colorectal surgery: a propensity score-matched study / M. Takeda, M. Uemura, T. Mizushima [et al.] // Surgical Endoscopy. — 2025. — Vol. 39. — № 11. — P. 7789–7797.

17. Theisen J. Current concepts of percutaneous abscess drainage in postoperative retention / J. Theisen, H. Bartels, W. Weiss [et al.] // Journal of Gastrointestinal Surgery. — 2005. — Vol. 9. — № 2. — P. 280–283.

18. Thompson J.E. Jr. Cecectomy for complicated appendicitis / J.E. Thompson Jr., R.S. Bennion, P.J. Schmit [et al.] // Journal of the American College of Surgeons. — 1994. — Vol. 179. — № 2. — P. 135–138.

19. Tonelli P. La perforazione nell'ileite di Crohn e le sue conseguenze nella storia naturale della malattia nota 2. le conseguenze della perforazione nella cavità peritoneale: la peritonite settica diffusa; gli ascessi; le fistole esterne ed interne / P. Tonelli // Annali Italiani di Chirurgia. — 1995. — Vol. 66. — № 4. — P. 457–466.

20. Topgül K. Surgical management of enoxaparin-and/or warfarin-induced massive retroperitoneal bleeding: report of a case and review of the literature / K. Topgül, O. Uzun, A.Z. Anadol [et al.] // Southern Medical Journal. — 2005. — Vol. 98. — № 1. — P. 104–106.

21. Трофимов П.С. Релапаротомія й програмна санація черевної порожнини в лікуванні ранніх післяопераційних ускладнень / П.С. Трофимов, Д.В. Шестопалов, Н.Е. Каракурсаков [і ін.] // Клінічна хірургія. — 2014. — № 8. — С. 18–20.

22. Truong S. Endosonographisch gesteuerte percutane paracoccygeale Drainage tiefer pelviner Abscesse nach Rectumresektion / S. Truong, S. Willis, M. Jansen [et al.] // Chirurg. — 1997. — Bd. 68. — № 6. — S. 633–637.

23. Цонева Д. Абдоминалният компартмент синдром / Д. Цонева, С. Хинев, К. Дафинова [и др.] // Хирургия. — 2007. — № 5. — С. 33–37.

24. Tsuchiya R. Results of mobilization and drainage of the pancreas for acute pancreatitis / R. Tsuchiya, T. Itoh, N. Harada [et al.] // Japanese Journal of Surgery. — 1984. — Vol. 14. — № 3. — P. 198–206.

25. Tzardis P.J. Septic and other complications resulting from biliary stones placed in the abdominal cavity. Experimental study in rabbits / P.J. Tzardis, D. Vougiouklakis, M. Lymperi [et al.] // Surgical Endoscopy. — 1996. — Vol. 10. — № 5. — P. 533–536.

26. Uçar M.G. Management of intra-abdominally translocated contraceptive devices, is surgery the only way to treat this problem? / M.G. Uçar, F. Şanlıkan, T.T. Ilhan [et al.] // Journal of Obstetrics and Gynaecology. — 2017. — Vol. 37. — № 4. — P. 480–486.

27. Udén P. A clinical evaluation of postoperative peritoneal lavage in the treatment of perforated appendicitis / P. Udén, P. Eskilsson, L. Brunes, T. Mätzsch // British Journal of Surgery. — 1983. — Vol. 70. — № 6. — P. 348–349.

28. Uno H. A Case Report of Transverse Colon Cancer with Large Abdominal Wall Abscess / H. Uno, Y. Takahara, T. Nishida [et al.] // Gan To Kagaku Ryoho. — 2022. — Vol. 49. — № 13. — P. 1591–1593.

29. Vadalà G. Attualità nel trattamento degli ascessi intraddominali / G. Vadalà, V. Caragliano, R. Castorina [et al.] // Minerva Chirurgica. — 1999. — Vol. 54. — № 4. — P. 245–250.

30. van Garderen J.A. Complications of the pedicled omentoplasty / J.A. van Garderen, T. Wiggers, A.N. van Geel // Netherlands Journal of Surgery. — 1991. — Vol. 43. — № 5. — P. 171–174.

31. van Goor H. Consequences and complications of peritoneal adhesions / H. van Goor // Colorectal Disease. — 2007. — Vol. 9. — Suppl. 2. — P. 25–34.

 © Авторы статьи / Authors of the article

32. Velthuis S. Intra-abdominal bacterial contamination in TAMIS total mesorectal excision for rectal carcinoma: a prospective study / S. Velthuis, M. Veltcamp Helbach, J.B. Tuynman [et al.] // Surgical Endoscopy. — 2015. — Vol. 29. — № 11. — P. 3319–3323.

33. Vojvodic Hernandez Y.M. Sepsis intrabdominal: manejo quirúrgico / Y.M. Vojvodic Hernandez, H.A. Marroquín Valz // Revista de Gastroenterología del Perú. — 1995. — Vol. 15. — № 1. — P. 62–73.

34. Vyhnánek F. Iniciální empirická antimikrobní léčba piperacilinem/tazobaktamem u nitrobřišních infekcí z perforace tlustého střeva a konečníku a u pooperačních komplikací po resekci tlustého střeva a konečníku / F. Vyhnánek, J. Faltýn, O. Lochmann // Rozhledy v Chirurgii. — 2002. — Svazek 81. — № 12. — S. 617–621.

35. Wang J.K. First case report of retroperitoneal metastasis of fascioliasis after surgery / J.K. Wang, W.J. Ma, Q. Lu [et al.] // Medicine (Baltimore). — 2017. — Vol. 96. — № 50. — DOI: 10.1097/MD.0000000000009258.

36. Wang J.Y. Primary abscess of the omentum: report of a case and review of the literature / J.Y. Wang, J.S. Hsieh, K.B. Tsai [et al.] // Kaohsiung Journal of Medical Sciences. — 2001. — Vol. 17. — № 6. — P. 327–330.

37. Wang X. Bacterial translocation after major hepatectomy in patients and rats / X. Wang, R. Andersson, V. Soltesz [et al.] // Archives of Surgery. — 1992. — Vol. 127. — № 9. — P. 1101–1106.

38. Wei G. Gallic Acid Attenuates Postoperative Intra-Abdominal Adhesion by Inhibiting Inflammatory Reaction in a Rat Model / G. Wei, Y. Wu, Q. Gao [et al.] // Medical Science Monitor. — 2018. — Vol. 24. — P. 827–834.

39. Weill F. Aspect ultrasonore des abcès et hématomes abdominaux / F. Weill, A. Eisenscher, A. Bourgoin [et autres] // Journal de Chirurgie (Paris). — 1976. — Vol. 112. — № 6. — P. 409–418.

40. Wilson S.E. A critical analysis of recent innovations in the treatment of intra-abdominal infection / S.E. Wilson // Surgery, Gynecology & Obstetrics. — 1993. — Vol. 177. — Suppl. — P. 11–17.

41. Wong C.H. Use of the omentum flap as additional soft-tissue cover for abdominal wall defects reconstructed with Gore-Tex / C.H. Wong, B.K. Tan, H.N. Koong [et al.] // Plastic and Reconstructive Surgery. — 2005. — Vol. 116. — № 6. — P. 1715–1720.

42. Woodbridge N. Omentalisation in the treatment of sublumbar abscessation: long-term outcome in 10 dogs / N. Woodbridge, S. Martinoli, G.B. Cherubini [et al.] // Veterinary Record. — 2014. — Vol. 175. — № 24. — DOI: 10.1136/vr.102589.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Sato R. Partial hepatectomy for treatment of multiple liver abscess in a calf: a case report / R. Sato, K. Yamada, T. Yokoyama [et al.] // BMC Veterinary Research. — 2021. — Vol. 17. — № 1. — 67 p.

2. Schweiger M. Die primäre Heilung der sakralen Höhle nach Proktektomie — ein lösbares chirurgisches Problem? [Primary healing of the sacral cavity after proctectomy — a solvable surgical problem?] / M. Schweiger, W. Schellerer // Langenbecks Archiv für Chirurgie [Langenbeck's Archives of Surgery]. — 1978. — Vol. 346. — Part 1. — S. 53–57. [in German]

3. Shiryajev Y.N. Ruptured Pyogenic Liver Abscess with Pneumoperitoneum 19 Years After Pancreatoduodenectomy / Y.N. Shiryajev, A.G. Ryllo, S.N. Grechukhin [et al.] // American Journal of Case Reports. — 2019. — Vol. 20. — P. 1039–1045.

4. Shnaydman I. Colonic perforation due to inadvertent intraperitoneal LVAD driveline placement / I. Shnaydman, M.O. Abdelhamid, J. Kaufman [et al.] // Journal of Cardiothoracic Surgery. — 2020. — Vol. 15. — № 1. — 193 p.

5. Siembida N. Absence of abdominal drainage after surgery for secondary lower gastrointestinal tract peritonitis is a valid strategy / N. Siembida, C. Sabbagh, T. Chal [et al.] // Surgical Endoscopy. — 2022. — Vol. 36. — № 10. — P. 7219–7224.

6. Šimo J. Retroperitoneal abscess after urgent resection of the stomach in a geriatric patient treated with a surgical extraperitoneal approach — case report / J. Šimo, P. Babál, V. Javorka // Rozhledy v Chirurgii. — 2023. — Vol. 102. — № 1. — P. 37–41.

7. Slezák M. Appendicolith as a cause of late complications after appendectomy — a case report and literature review / M. Slezák, M. Smolár, A. Mikolajčík [et al.] // Rozhledy v Chirurgii. — 2022. — Vol. 101. — № 5. — P. 251–254.

8. Smith A.A. MultiCenter Study of Intra-Abdominal Abscess Formation After Major Operative Hepatic Trauma / A.A. Smith, J.T. Cone, A.G. McNickle [et al.] // Journal of Surgical Research. — 2024. — Vol. 295. — P. 746–752.

9. Sobolev V.E. Rol' laparoskopii v diagnostike i lechenii rannih posleoperacionnyh oslozhnenij [The role of laparoscopy in the diagnosis and treatment of early postoperative complications] / V.E. Sobolev, I.P. Dudanov, N.N. Alontseva [et al.] // Vestnik Khirurgii Imeni I.I. Grekova [Grekov's Bulletin of Surgery]. — 2005. — Vol. 164. — № 1. — P. 95–99. [in Russian]

10. Sonnenwirth-Ozar E. Diagnosis of postoperative intra-abdominal abscess / E. Sonnenwirth-Ozar, E.W. Pollak // Southern Medical Journal. — 1981. — Vol. 74. — № 8. — P. 927–930.

11. Stone H.H. Incidence and significance of intraperitoneal anaerobic bacteria / H.H. Stone, L.D. Kolb, C.E. Geheber // Annals of Surgery. — 1975. — Vol. 181. — № 5. — P. 705–715.

12. Stroud W.H. Hemorrhagic complications of severe pancreatitis / W.H. Stroud, J.W. Cullom, M.C. Anderson // Surgery. — 1981. — Vol. 90. — № 4. — P. 657–665.

13. Sun F. Copious Irrigation Versus Suction Alone During Laparoscopic Appendectomy for Complicated Appendicitis in Adults / F. Sun, H. Wang, F. Zhang [et al.] // Journal of Investigative Surgery. — 2018. — Vol. 31. — № 4. — P. 342–346.

14. Sun J. Implementation of the trans-abdominal partial extra-peritoneal (TAPE) technique in laparoscopic lumbar hernia repair / J. Sun, X. Chen, J. Li [et al.] // BMC Surgery. — 2015. — Vol. 15. — 118 p.

15. Takahashi Y. Laparoscopic Removal of an Infected Mesh Following TEP Procedure for Femoral Hernia with Omental Patch Closure of a Peritoneal Defect / Y. Takahashi, D. Komatsu, H. Seki // American Journal of Case Reports. — 2023. — Vol. 24. — DOI: 10.12659/AJCR.940618.

 © Авторы статьи / Authors of the article

16. Takeda M. Manual repositioning of the small bowel and omentum prevents early postoperative small bowel obstruction after laparoscopic colorectal surgery: a propensity score-matched study / M. Takeda, M. Uemura, T. Mizushima [et al.] // Surgical Endoscopy. — 2025. — Vol. 39. — № 11. — P. 7789–7797.

17. Theisen J. Current concepts of percutaneous abscess drainage in postoperative retention / J. Theisen, H. Bartels, W. Weiss [et al.] // Journal of Gastrointestinal Surgery. — 2005. — Vol. 9. — № 2. — P. 280–283.

18. Thompson J.E. Jr. Cecectomy for complicated appendicitis / J.E. Thompson Jr., R.S. Bennion, P.J. Schmit [et al.] // Journal of the American College of Surgeons. — 1994. — Vol. 179. — № 2. — P. 135–138.

19. Tonelli P. La perforazione nell'ileite di Crohn e le sue conseguenze nella storia naturale della malattia nota 2. le conseguenze della perforazione nella cavità peritoneale: la peritonite settica diffusa; gli ascessi; le fistole esterne ed interne [Perforation in Crohn's ileitis and its consequences in the natural history of disease. 2. Consequences of perforation in the peritoneal cavity: diffuse septic peritonitis, abscesses, external and internal fistulas] / P. Tonelli // Annali Italiani di Chirurgia [Italian Annals of Surgery]. — 1995. — Vol. 66. — № 4. — P. 457–466. [in Italian]

20. Topgül K. Surgical management of enoxaparin-and/or warfarin-induced massive retroperitoneal bleeding: report of a case and review of the literature / K. Topgül, O. Uzun, A.Z. Anadol [et al.] // Southern Medical Journal. — 2005. — Vol. 98. — № 1. — P. 104–106.

21. Trofymov P.S. Relaparotomiya j programna sanaciya cherevnoï porozhnini v likuvanni rannih pislyaoperacijnih uskladnen' [Relaparotomy and programmed sanation of the abdominal cavity in treatment of early postoperative complications] / P.S. Trofymov, D.V. Shestopalov, N.E. Karakursakov [et al.] // Klinichna hirurgiya [Clinical Surgery]. — 2014. — № 8. — P. 18–20. [in Ukrainian]

22. Truong S. Endosonographisch gesteuerte percutane paracoccygeale Drainage tiefer pelviner Abscesse nach Rectumresektion [Endosonography control of percutaneous paracoccygeal drainage of deep pelvic abscesses after rectum resection] / S. Truong, S. Willis, M. Jansen [et al.] // Chirurg [Surgeon]. — 1997. — Vol. 68. — № 6. — P. 633–637. [in German]

23. Tsoneva D. Abdominalniyat kompartment sindrom [Abdominal compartment syndrome] / D. Tsoneva, S. Khinev, K. Dafinova [et al.] // Khirurgiia [Surgery]. — 2007. — № 5. — P. 33–37. [in Bulgarian]

24. Tsuchiya R. Results of mobilization and drainage of the pancreas for acute pancreatitis / R. Tsuchiya, T. Itoh, N. Harada [et al.] // Japanese Journal of Surgery. — 1984. — Vol. 14. — № 3. — P. 198–206.

25. Tzardis P.J. Septic and other complications resulting from biliary stones placed in the abdominal cavity. Experimental study in rabbits / P.J. Tzardis, D. Vougiouklakis, M. Lymperi [et al.] // Surgical Endoscopy. — 1996. — Vol. 10. — № 5. — P. 533–536.

26. Uçar M.G. Management of intra-abdominally translocated contraceptive devices, is surgery the only way to treat this problem? / M.G. Uçar, F. Şanlıkan, T.T. Ilhan [et al.] // Journal of Obstetrics and Gynaecology. — 2017. — Vol. 37. — № 4. — P. 480–486.

27. Udén P. A clinical evaluation of postoperative peritoneal lavage in the treatment of perforated appendicitis / P. Udén, P. Eskilsson, L. Brunes, T. Mätzsch // British Journal of Surgery. — 1983. — Vol. 70. — № 6. — P. 348–349.

28. Uno H. A Case Report of Transverse Colon Cancer with Large Abdominal Wall Abscess / H. Uno, Y. Takahara, T. Nishida [et al.] // Gan To Kagaku Ryoho. — 2022. — Vol. 49. — № 13. — P. 1591–1593.

29. Vadalà G. Attualità nel trattamento degli ascessi intraddominali [An update in the treatment of intra-abdominal abscesses] / G. Vadalà, V. Caragliano, R. Castorina [et al.] // Minerva Chirurgica [Minerva Surgery]. — 1999. — Vol. 54. — № 4. — P. 245–250. [in Italian]

30. van Garderen J.A. Complications of the pedicled omentoplasty / J.A. van Garderen, T. Wiggers, A.N. van Geel // Netherlands Journal of Surgery. — 1991. — Vol. 43. — № 5. — P. 171–174.

31. van Goor H. Consequences and complications of peritoneal adhesions / H. van Goor // Colorectal Disease. — 2007. — Vol. 9. — Suppl. 2. — P. 25–34.

32. Velthuis S. Intra-abdominal bacterial contamination in TAMIS total mesorectal excision for rectal carcinoma: a prospective study / S. Velthuis, M. Veltcamp Helbach, J.B. Tuynman [et al.] // Surgical Endoscopy. — 2015. — Vol. 29. — № 11. — P. 3319–3323.

33. Vojvodic Hernandez Y.M. Sepsis intrabdominal: manejo quirúrgico [Intra-abdominal sepsis: surgical management] / Y.M. Vojvodic Hernandez, H.A. Marroquín Valz // Revista de Gastroenterología del Perú [Peruvian Journal of Gastroenterology]. — 1995. — Vol. 15. — № 1. — P. 62–73. [in Spanish]

34. Vyhnánek F. Iniciální empirická antimikrobní léčba piperacilinem/tazobaktamem u nitrobřišních infekcí z perforace tlustého střeva a konečníku a u pooperačních komplikací po resekci tlustého střeva a konečníku [Initial empirical antimicrobial therapy with piperacillin/tazobactam in intra-abdominal infections due to perforation of the large intestine and rectum and in postoperative complications after resection of the large intestine and rectum] / F. Vyhnánek, J. Faltýn, O. Lochmann // Rozhledy v Chirurgii [Surgical Review]. — 2002. — Vol. 81. — № 12. — P. 617–621. [in Czech]

35. Wang J.K. First case report of retroperitoneal metastasis of fascioliasis after surgery / J.K. Wang, W.J. Ma, Q. Lu [et al.] // Medicine (Baltimore). — 2017. — Vol. 96. — № 50. — DOI: 10.1097/MD.0000000000009258.

36. Wang J.Y. Primary abscess of the omentum: report of a case and review of the literature / J.Y. Wang, J.S. Hsieh, K.B. Tsai [et al.] // Kaohsiung Journal of Medical Sciences. — 2001. — Vol. 17. — № 6. — P. 327–330.

37. Wang X. Bacterial translocation after major hepatectomy in patients and rats / X. Wang, R. Andersson, V. Soltesz [et al.] // Archives of Surgery. — 1992. — Vol. 127. — № 9. — P. 1101–1106.

38. Wei G. Gallic Acid Attenuates Postoperative Intra-Abdominal Adhesion by Inhibiting Inflammatory Reaction in a Rat Model / G. Wei, Y. Wu, Q. Gao [et al.] // Medical Science Monitor. — 2018. — Vol. 24. — P. 827–834.

 © Авторы статьи / Authors of the article

39. Weill F. Aspect ultrasonore des abcès et hématomes abdominaux [Ultrasonic aspects of abdominal abscesses and hematomas] / F. Weill, A. Eisenscher, A. Bourgoin [et al.] // Journal de Chirurgie (Paris) [Journal of Surgery (Paris)]. — 1976. — Vol. 112. — № 6. — P. 409–418. [in French]

40. Wilson S.E. A critical analysis of recent innovations in the treatment of intra-abdominal infection / S.E. Wilson // Surgery, Gynecology & Obstetrics. — 1993. — Vol. 177. — Suppl. — P. 11–17.

41. Wong C.H. Use of the omentum flap as additional soft-tissue cover for abdominal wall defects reconstructed with Gore-Tex / C.H. Wong, B.K. Tan, H.N. Koong [et al.] // Plastic and Reconstructive Surgery. — 2005. — Vol. 116. — № 6. — P. 1715–1720.

42. Woodbridge N. Omentalisation in the treatment of sublumbar abscessation: long-term outcome in 10 dogs / N. Woodbridge, S. Martinoli, G.B. Cherubini [et al.] // Veterinary Record. — 2014. — Vol. 175. — № 24. — DOI: 10.1136/vr.102589.