

ПРОБЛЕМЫ ГЕМОСТАЗА И ЖЕЛЧЕСТАЗА В РЕЗЕКЦИОННОЙ ХИРУРГИИ ПЕЧЕНИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)



Э. В. Могилевец, И. Г. Жук, А. В. Аленко, Т. С. Гуца

Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

Резекция печени остается одним из наиболее технически сложных вмешательств в абдоминальной хирургии, а интраоперационное кровотечение и послеоперационное желчеистечение – важные факторы, определяющие исходы лечения.

Материал и методы. Проведен обзор литературы за 2003–2025 гг. с поиском в базах PubMed, Scopus, Cochrane Library, Google Scholar и «КиберЛенинка». Отобрано 26 источников, посвященных методам транссекции паренхимы печени, физическим и биологическим способам достижения гемостаза и желчестазы при открытых и лапароскопических резекциях.

Результаты. Метаанализы стабильно подтверждают конкурентоспособность метода clamp-crush в отношении кровопотери. Сетевой метаанализ 2020 года показал, что биполярные устройства (LigaSure) ассоциированы с наименьшим объемом кровопотери, а ультразвуковые диссекторы – с меньшей частотой послеоперационных осложнений при отсутствии превосходства конкретного метода по совокупности критериев. Рандомизированное исследование OSLO-CoMet (2018) первым на высоком уровне доказательности подтвердило преимущества лапароскопического доступа при резекциях по поводу метастазов колоректального рака. Кокрейновский обзор 2023 года установил, что фибриновые гемостатики значимо сокращают время до гемостаза, но не влияют на частоту желчного свища, гемотрансфузий и повторных операций. Патч на основе NHS-полиоксазолина (GATT-Patch) в первом клиническом исследовании 2024 года достиг гемостаза у 97,4% пациентов против расчетного ориентира 65,4% ($p < 0,001$), демонстрируя независимость от каскада коагуляции.

Выводы. Интеграция биологических и химических агентов нового поколения с физическими методами транссекции, прежде всего при лапароскопических операциях, представляет перспективное, но недостаточное изученное направление, требующее дальнейших рандомизированных исследований.

Ключевые слова: резекция печени, гемостаз, желчестаз, транссекция паренхимы, топические гемостатические агенты, лапароскопическая гепатэктомия

Для цитирования: Проблемы гемостаза и желчестазы в резекционной хирургии печени (обзор литературы) / Э. В. Могилевец, И. Г. Жук, А. В. Аленко, Т. С. Гуца // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2026. Т. 24, № 3. С. 238–243. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2026-24-3-238-243>

Введение

Резекция печени на протяжении десятилетий остается хирургическим вмешательством с высоким потенциалом интраоперационных и послеоперационных осложнений. Из них два – кровотечение и желчеистечение – в совокупности определяют большую часть послеоперационной летальности и заболеваемости в гепатобилиарной хирургии [1]. Интраоперационная кровопотеря, потребовавшая гемотрансфузии, устойчиво ассоциирована с ухудшением отдаленных онкологических результатов [2]; этот факт был вновь подчеркнут в 2024 году в консенсусном документе Европейско-Африканской гепатопанкреатобилиарной (ГПБ) ассоциации (Е-АНРВА), разработавшей единые критерии оценки интраоперационной кровопотери в хирургии ГПБ-органов [3]. Желчеистечение, возникающее у 3–12% пациентов после резекций, нередко ведет к формированию биломы и абсцесса [4].

Технологическая эволюция гепатобилиарной хирургии оказалась чрезвычайно интенсивной: разработаны десятки инструментов для транссекции паренхимы, а арсенал топических гемостатических и герметизирующих средств пополнился продуктами нескольких поколений. Параллельно лапароскопические резекции печени превратились в признанный стандарт в крупных

центрах; первое рандомизированное испытание высокого уровня, OSLO-CoMet, было опубликовано в 2018 году [5].

Вопрос об оптимальном методе транссекции и о том, являются ли гемостатические и билиостатические проблемы специфичными для того или иного доступа по-прежнему открыт. Целью настоящего обзора является систематизация данных о физических методах транссекции паренхимы печени, физических и биологических способах достижения гемостаза и желчестазы при открытых и лапароскопических резекциях.

Материал и методы

Поиск литературы проводился в базах данных PubMed, Scopus, Cochrane Library, Google Scholar и «КиберЛенинка» за период с 2003 по март 2025 г. Использовались ключевые слова: liver resection, hepatectomy, parenchymal transection, hemostasis, bilestasis, bile leak, topical hemostatic agents, fibrin sealant, CUSA, clamp-crush, laparoscopic liver resection, NHS-POx, GATT-Patch, а также соответствующие термины на русском языке. Критерии включения: оригинальные клинические исследования, рандомизированные контролируемые испытания (РКИ), систематические обзоры, метаанализы и Кокрейновские обзоры. Исключались работы, посвященные исключительно трансплантации

печени или интервенционным методам лечения. В итоговый анализ включены 26 источников.

Результаты и обсуждение

Физические методы транссекции паренхимы Дигитоклазия и clamp-crush – разрушение паренхимы пальцами или зажимом – остаются актуальными инструментами, несмотря на появление многочисленных технологических альтернатив. Метаанализ Pamecha et al. [6], включавший 7 РКИ и 556 пациентов, установил, что clamp-crush ассоциирован с значительно меньшей потребностью в гемотрансфузиях по сравнению с CUSA и гидроджетом. Этот результат воспроизводится в последующих сравнительных исследованиях. Метод прост и дешев, однако критически зависит от хирургического опыта: в руках недостаточно тренированного хирурга он превращается в источник неконтролируемого паренхиматозного кровотечения.

Более крупный сетевой метаанализ Kamarajah et al. [7], основанный на 14 РКИ, показал, что биполярный инструмент LigaSure ассоциирован с наименьшим объемом кровопотери и наименьшей продолжительностью операции, тогда как ультразвуковой скальпель (Harmonic Scalpel) продемонстрировал лучшие показатели в аспекте частоты общих послеоперационных осложнений. Авторы, однако, констатируют низкое качество включенных РКИ и существенную избирательность в представлении результатов – системный недостаток, который необходимо принимать во внимание при интерпретации всех подобных работ.

Cavitron Ultrasonic Surgical Aspirator (CUSA) разрушает гепатоциты богатые водой, не повреждая стенки сосудов и желчных протоков с высоким содержанием коллагена. CUSA является незаменимым при операциях вблизи главных печеночных вен, при сложных анатомических резекциях и на цирротически измененной паренхиме печени: сосуды и протоки диаметром 1–3 мм обнажаются и могут быть лигированы под прямым контролем [8]. Ключевой недостаток – медленная скорость: время транссекции превышает таковое при clamp-crush на 30–50%. Для лапароскопических операций систематический обзор Serednicki et al. [9] рекомендует стратифицированный подход: поверхностный слой (0–3 см) – биполярные и ультразвуковые диссекторы; глубокий слой – CUSA; магистральные структуры – эндоскопический сшивающий аппарат. Иными словами, вопрос CUSA или LigaSure сформулирован неверно: работа единственным инструментом всегда означает компромисс.

Радиочастотные устройства – прежде всего биполярный Nabib-4X – формируют зону коагуляционного некроза шириной ~1 см по линии предстоящей транссекции, после чего паренхима иссекается скальпелем практически бескровно. В исследовании Huang et al. [10] на 280 пациентах с гепатоцеллюлярным раком была зафиксирована более низкая частота рецидивов в группе Nabib-4X по сравнению с CUSA ($p < 0,01$); авторы связали это с иммуномодулирующим

эффектом – активацией клеток Купфера и CD8+ Т-лимфоцитов. Данный вывод, однако, получен в ретроспективном исследовании и нуждается в верификации в проспективных работах. Общий принципиальный недостаток всех коагулирующих методов – термическое повреждение паренхимы: некротический ободок шириной 5–10 мм по линии резекции ограничивает достижение чистого онкологического края, а также маскирует источник желчеистечения интраоперационно с риском его клинического манифестирования в послеоперационном периоде.

Аргонплазменная коагуляция (АПК) обеспечивает быстрый поверхностный гемостаз с глубиной некроза не более 3 мм. В РКИ Kobayashi et al. [11] фибриновый патч TachoSil статистически значительно превосходил АПК по скорости достижения гемостаза, тогда как различий по частоте желчеистечения выявлено не было. Тем не менее АПК сохраняет нишу при диффузном поверхностном кровотечении на фоне цирроза. Литературным стандартом сравнения нескольких методов транссекции в рандомизированном исследовании остается работа Lesurtel et al. [12], сопоставившая clamp-crush, CUSA, ультразвуковой диссектор и радиочастотный диссектор у 100 пациентов: в итоге clamp-crush отличался наименьшей кровопотерей, тогда как различий по желчеистечению между группами не было.

Гемостаз и желчестаз при лапароскопическом доступе

Рандомизированное исследование OSLO-CoMet [5] – первое высококачественное РКИ в гепатобилиарной хирургии – включило 280 пациентов с метастазами колоректального рака и сравнило лапароскопическую и открытую паренхимосберегающую резекцию. Частота осложнений Accordion ≥ 2 степени составила 19% в лапароскопической и 31% в открытой группе ($p = 0,021$); кровопотеря была статистически значительно ниже при лапароскопическом доступе (212 мл против 325 мл; $p = 0,049$). Частота желчного свища значительно не различалась между группами.

Систематический обзор по желчному свищу Elmahi et al. (2024) [4], охвативший 16 исследований, показал отсутствие значимых различий между лапароскопическими и открытыми резекциями по этому показателю в 10 из 16 работ. Польский когортный анализ 2024 года [13], основанный на национальном регистре и включавший более 2000 пациентов, подтвердил снижение кровопотери и частоты гемотрансфузий при лапароскопическом доступе без влияния на частоту желчного свища. Мультинациональный анализ 2025 года [14], охвативший 9 центров, подтвердил воспроизводимость этих результатов в учреждениях с различным уровнем внедрения лапароскопии.

Применительно к гемостазу лапароскопия обладает двумя физиологическими преимуществами: пневмоперитонеум (12–14 мм рт. ст.) создает дополнительное давление, снижая потери из мелких венозных ветвей, а многократное

увеличение оптики позволяет идентифицировать сосуды и протоки, невидимые невооруженным глазом. Главным ограничением остается опасность неконтролируемого кровотечения из магистральных венозных структур, при котором конверсия в открытую операцию должна выполняться незамедлительно. В рамках программ ускоренного выздоровления (ERAS) лапароскопический доступ демонстрирует статистически значимое сокращение сроков госпитализации [15], что в совокупности с данными OSLO-CoMet создает убедительную клиническую аргументацию в пользу его расширения.

Биологические и химические топические агенты

Фибриновые системы – жидкие клеи и патчи (TachoSil) – наиболее полно изучены в рандомизированных испытаниях. Сетевой метаанализ Bhangui et al. [16], включавший 20 РКИ и 3267 пациентов, установил их превосходство по скорости достижения гемостаза (точки 4 и 10 минут). Обзор Brustia et al. [17], основанный на 22 исследованиях, подтвердил значимое сокращение времени до гемостаза при применении фибриновых систем (WMD – 2,33 минуты; $p < 0,001$), однако не выявил влияния на частоту гемотрансфузий (OR – 0,75; $p = 0,25$) или желчеистечения (OR – 0,74; $p = 0,30$). Наиболее методологически строгим источником остается Кокрейновский обзор Malik et al. (2023) [18], обобщивший данные 22 РКИ и 2945 пациентов: по всем клинически значимым исходам – летальность, желчный свищ (RR – 1,00; 95% ДИ: 0,67–1,48), гемотрансфузии, повторные операции – качество доказательств было расценено как очень низкое, а авторы прямо заключили, что рутинное применение фибриновых агентов при резекциях печени не обосновано. Принципиальное биохимическое объяснение этому – ингибирующее действие желчных солей (таурохолат, дезоксихолат) на активность тромбина, описанное de Boer et al. [19]: в зоне желчеистечения фибриновый сгусток оказывается заведомо механически нестойким.

Рандомизированное исследование Figueras et al. [20] – 300 пациентов, разделенных на группы с нанесением фибринового клея и без него, – не выявило статистически значимых различий ни по одному из параметров: объем кровопотери, гемотрансфузии, частота желчного свища, осложнения. РКИ с BioFoam показало аналогичный паттерн: хирург получает инструмент для более быстрого интраоперационного гемостаза (156±129 сек. против 307±264 сек.; $p = 0,001$), но не для снижения послеоперационных осложнений (желчный свищ 12 vs 10%; $p = 0,776$) [21].

Агенты нового поколения: NHS-полиоксазолиновые патчи

На фоне очевидных ограничений фибриновых систем принципиально новый подход предложили нидерландские группы: патч на основе N-гидроксисукцинимид-полиоксазолина (NHS-POx, торговое название GATT-Patch). Полимер ковалентно связывается с аминогруппами тка-

невых белков, не завися от каскада коагуляции. В доклиническом исследовании Roozen et al. (2023) [22] на свиньях GATT-Patch достигал гемостаза за 10 сек. в 100% случаев против 42,8% для Veriset и лишь 7,1% для TachoSil. Параллельная экспериментальная работа D'Hondt et al. (2023) [23] в модели роботической резекции печени показала: время до гемостаза составило 30 сек. против 300 сек. для TachoSil ($p < 0,001$), причем патч успешно вводился через 12-миллиметровый троакар – принципиальное преимущество для минимально инвазивной хирургии. Предшествующие эксперименты на крысах подтвердили сопоставимую с TachoSil биосовместимость и полную деградацию в течение 3–6 недель [24].

Первое клиническое исследование – проспективное одностороннее многоцентровое – проведено de Wilt et al. (2024) [25] в трех нидерландских центрах. В итоговую когорту включены 47 пациентов (63 кровотокающих участка), из которых 66% оперировались по поводу метастазов колоректального рака. Первичная конечная точка – достижение гемостаза через 3 минуты на первом обработанном участке – выполнена у 38 из 39 пациентов (97,4%; 95% ДИ: 84,6–99,9) против расчетного ориентира 65,4% ($p < 0,001$). Гемостаз на всех 63 участках составил 82,7% к 30-й сек., 93,7% к 60-й сек. и 96,8% к 180-й сек.; ни одной повторной операции по поводу кровотечения не потребовалось. Важно, что исследование не оценивало билиостатический эффект, а рандомизированного контроля не предусматривало, что ограничивает возможности для прямого сравнения.

Заключение

Проведенный анализ позволяет сформулировать несколько принципиальных выводов. Во-первых, ни один физический метод трансекции паренхимы не является универсальным: clamp-crush доказал конкурентоспособность по объему кровопотери, однако требует значительного хирургического опыта; CUSA незаменима при сложных анатомических резекциях; биполярные устройства оптимальны для лапароскопического применения. Коагулирующие методы (моно/биполярная коагуляция, АПК, радиочастотные устройства) создают термическое повреждение паренхимы, которое маскирует источник желчеистечения интраоперационно и может провоцировать его манифестацию в послеоперационном периоде.

Во-вторых, лапароскопический доступ, по данным первого высококачественного РКИ OSLO-CoMet [5] и серии последующих когортных исследований [13, 14], снижает частоту осложнений и кровопотерю при малых резекциях без негативного влияния на частоту желчного свища. При развитии массивного кровотечения из магистральных венозных структур быстрая конверсия остается жизненно необходимой.

В-третьих, широко применяемые фибриновые топические агенты ускоряют интраоперационный гемостаз, однако не снижают клинически

значимые послеоперационные исходы. Кокрейновский обзор 2023 года [18] – наиболее методологически строгий источник – прямо указывает на нецелесообразность их рутинного применения. Биохимическое объяснение – ингибирование фибриновой полимеризации желчными солями [19] – системно недооценивается в дизайне клинических испытаний.

Между тем именно этот дефицит знаний определяет перспективность дальнейших исследований. Данные 2023–2024 гг. по NHS-РОх-патчам [22, 23, 25] убедительно показывают, что принципиально иной механизм действия – ковалентное связывание с тканевыми белками, независимое от каскада коагуляции, – позволяет достичь гемостаза существенно быстрее, чем фибриновые системы, и реализуется в условиях

минимально инвазивной хирургии. Открытыми остаются вопросы о билиостатическом эффекте NHS-РОх-патчей, их безопасности на циррозной паренхиме и долгосрочных биодеградационных характеристиках. Необходимы крупные многоцентровые РКИ с унифицированными определениями желчного свища (критерии ISGLS [26]) и интраоперационной кровопотери (критерии E-AHPBA [3]), четким разграничением по типу доступа, объему резекции и функциональному состоянию паренхимы. Лишь такой дизайн позволит ответить на вопрос, способна ли комбинация физических и биологических методов, прежде всего при лапароскопических резекциях, реально улучшить клинические результаты, а не только сократить время интраоперационного кровотечения.

Литература

- van den Broek, M. A. Liver failure after partial hepatic resection: definition, pathophysiology, risk factors and treatment / M. A. van den Broek, S. W. Olde Damink, C. H. Dejong [et al.] // *Liver International*. – 2008. – Vol. 28, № 6. – P. 767–780. – doi: 10.1111/j.1478-3231.2008.01777.x
- Kooby, D. A. Influence of transfusions on perioperative and long-term outcome in patients following hepatic resection for colorectal metastases / D. A. Kooby, J. Stockman, L. Ben-Porat [et al.] // *Annals of Surgery*. – 2003. – Vol. 237, № 6. – P. 860–869. – doi: 10.1097/01.SLA.0000072371.95588.DA
- Perri, G. Estimation of intraoperative blood loss in hepatopancreatobiliary surgery: a Delphi consensus process of the European-African Hepato-Pancreato-Biliary Association (E-AHPBA) / G. Perri, E. Sparrelid, A. K. Siriwardena [et al.] // *British Journal of Surgery*. – 2024. – Vol. 111, № 10. – P. znae256. – doi: 10.1093/bjs/znae256
- Elmahi, E. The rate of postoperative bile leak in minimally invasive liver resection in comparison with open surgery: a systematic review / E. Elmahi, S. Fairclough, H. Knifton // *Cureus*. – 2024. – Vol. 16, № 11. – P. e74313. – doi: 10.7759/cureus.74313
- Fretland, Å. A. Laparoscopic versus open resection for colorectal liver metastases: the OSLO-COMET randomized controlled trial / Å. A. Fretland, V. J. Dagenborg, G. M. W. Bjørnelv [et al.] // *Annals of Surgery*. – 2018. – Vol. 267, № 2. – P. 199–207. – doi: 10.1097/SLA.0000000000002353
- Pamecha, V. Techniques for liver parenchymal transection: a meta-analysis of randomized controlled trials / V. Pamecha, K. S. Gurusamy, D. Sharma, B. R. Davidson // *HPB (Oxford)*. – 2009. – Vol. 11, № 4. – P. 275–281. – doi: 10.1111/j.1477-2574.2009.00057.x
- Kamarajah, S. K. A systematic review and network meta-analysis of parenchymal transection techniques during hepatectomy: an appraisal of current randomised controlled trials / S. K. Kamarajah, C. H. Wilson, J. R. Bundred [et al.] // *HPB (Oxford)*. – 2020. – Vol. 22, № 2. – P. 204–214. – doi: 10.1016/j.hpb.2019.09.014
- Yoh, T. Techniques for laparoscopic liver parenchymal transection / T. Yoh, F. Cauchy, O. Soubrane // *Hepatobiliary Surgery and Nutrition*. – 2019. – Vol. 8, № 6. – P. 572–581. – doi: 10.21037/hbsn.2019.04.16
- Serednicki, W. A. Minimizing blood loss and transfusion rate in laparoscopic liver surgery: a review / W. A. Serednicki, W. Hołowko, P. Major [et al.] // *Videosurgery and Other Miniinvasive Techniques*. – 2023. – Vol. 18, № 2. – P. 213–223. – doi: 10.5114/wiitm.2022.124088
- Huang, K. W. Impact of cavitron ultrasonic surgical aspirator (CUSA) and bipolar radiofrequency device (Habib-4X) based hepatectomy for hepatocellular carcinoma on tumour recurrence and disease-free survival / K. W. Huang, P. H. Lee, T. Kusano [et al.] // *Oncotarget*. – 2017. – Vol. 8, № 55. – P. 93644–93654. – doi: 10.18632/oncotarget.21271
- Kobayashi, S. Fibrin sealant with polyglycolic acid felt vs fibrinogen-based collagen fleece at the liver cut surface for prevention of postoperative bile leakage and hemorrhage: a prospective, randomized, controlled study / S. Kobayashi, Y. Takeda, S. Nakahira [et al.] // *Journal of the American College of Surgeons*. – 2016. – Vol. 222, № 1. – P. 59–64. – doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2015.10.006
- Lesurtel, M. How should transection of the liver be performed?: a prospective randomized study in 100 consecutive patients comparing four different transection strategies / M. Lesurtel, M. Selzner, H. Petrowsky [et al.] // *Annals of Surgery*. – 2005. – Vol. 242, № 6. – P. 814–823. – doi: 10.1097/01.sla.0000189121.35617.d7
- Hołowko, W. Early adoption of laparoscopic liver surgery in Poland: a national retrospective cohort study / W. Hołowko, W. Serednicki, M. Bartkowiak [et al.] // *International Journal of Surgery*. – 2024. – Vol. 110, № 1. – P. 361–371. – doi: 10.1097/JS9.0000000000000840
- Masior, Ł. Open versus laparoscopic oncologic resection for gallbladder cancer after index cholecystectomy: international multicenter comparative study / Ł. Masior, M. Krasnodębski, E. Kruk [et al.] // *Langenbeck's Archives of Surgery*. – 2025. – Vol. 410, № 1. – P. 74. – doi: 10.1007/s00423-025-03643-6
- van Dam, R. M. Initial experience with a multimodal enhanced recovery programme in patients undergoing liver resection / R. M. van Dam, P. O. Hendry, M. M. Coolen [et al.] // *British Journal of Surgery*. – 2008. – Vol. 95, № 8. – P. 969–975. – doi: 10.1002/bjs.6227
- Wells, C. I. Haemostatic efficacy of topical agents during liver resection: a network meta-analysis of randomised trials / C. I. Wells, C. B. B. Ratnayake, K. Mentor [et al.] // *World Journal of Surgery*. – 2020. – Vol. 44, № 10. – P. 3461–3469. – doi: 10.1007/s00268-020-05621-z
- Brustia, R. An update on topical haemostatic agents in liver surgery: systematic review and meta analysis / R. Brustia, B. Granger, O. Scatton // *Journal of Hepato-Biliary-Pancreatic Sciences*. – 2016. – Vol. 23, № 10. – P. 609–621. – doi: 10.1002/jhbp.389
- Malik, A. K. Fibrin-based haemostatic agents for reducing blood loss in adult liver resection / A. K. Malik, A. O. Amer,

- S. J. Tingle [et al.] // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2023. – Vol. 8, № 8. – P. CD010872. – doi: 10.1002/14651858.CD010872.pub2
19. de Boer, M. T. Role of fibrin sealants in liver surgery / M. T. de Boer, E. A. Boonstra, T. Lisman, R. J. Porte // *Digestive Surgery*. – 2012. – Vol. 29, № 1. – P. 54–61. – doi: 10.1159/000335735
20. Figueras, J. Application of fibrin glue sealant after hepatectomy does not seem justified: results of a randomized study in 300 patients / J. Figueras, L. Llado, M. Miro [et al.] // *Annals of Surgery*. – 2007. – Vol. 245, № 4. – P. 536–542. – doi: 10.1097/01.sla.0000245846.37046.57
21. Rahbari, N. N. Randomized clinical trial of BioFoam® Surgical Matrix to achieve hemostasis after liver resection / N. N. Rahbari, E. Birgin, D. Sturm [et al.] // *HPB (Oxford)*. – 2020. – Vol. 22, № 7. – P. 987–995. – doi: 10.1016/j.hpb.2019.10.1529
22. Roozen, E. A. Efficacy of a novel polyoxazoline-based hemostatic patch in liver and spleen surgery / E. A. Roozen, R. M. L. M. Lomme, N. U. B. Calon [et al.] // *World Journal of Emergency Surgery*. – 2023. – Vol. 18, № 1. – P. 19. – doi: 10.1186/s13017-023-00483-x
23. D'Hondt, M. NHS-POX-loaded patch versus fibrin sealant patch in a porcine robotic liver bleeding model / M. D'Hondt, E. A. Roozen, F. Nuytens [et al.] // *BMC Surgery*. – 2023. – Vol. 23, № 1. – P. 257. – doi: 10.1186/s12893-023-02159-4
24. Roozen, E. A. New polyoxazoline loaded patches for hemostasis in experimental liver resection / E. A. Roozen, M. C. Warlé, R. M. L. M. Lomme [et al.] // *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*. – 2022. – Vol. 110, № 3. – P. 597–605. – doi: 10.1002/jbm.b.34938
25. de Wilt, J. H. W. Clinical safety and performance of GATT-Patch for hemostasis in minimal to moderate bleeding during open liver surgery / J. H. W. de Wilt, C. Verhoef, M. T. de Boer [et al.] // *Journal of Surgical Research*. – 2024. – Vol. 298. – P. 316–324. – doi: 10.1016/j.jss.2024.03.033
26. Koch, M. Bile leakage after hepatobiliary and pancreatic surgery: a definition and grading of severity by the International Study Group of Liver Surgery / M. Koch, O. J. Garden, R. Padbury [et al.] // *Surgery*. – 2011. – Vol. 149, № 5. – P. 680–688. – doi: 10.1016/j.surg.2010.12.002
5. Fretland ÅA, Dagenborg VJ, Bjørnelv GMW, Kazaryan AM, Kristiansen R, Fagerland MW, Hausken J, Tønnessen TI, Abildgaard A, Barkhatov L, Yaqub S, Røskok BI, Bjørneth BA, Andersen MH, Flatmark K, Aas E, Edwin B. Laparoscopic versus open resection for colorectal liver metastases: the OSLO-COMET randomized controlled trial. *Ann Surg*. 2018;267(2):199-207. doi: 10.1097/SLA.0000000000002353
6. Pamecha V, Gurusamy KS, Sharma D, Davidson BR. Techniques for liver parenchymal transection: a meta-analysis of randomized controlled trials. *HPB (Oxford)*. 2009;11(4):275-81. doi: 10.1111/j.1477-2574.2009.00057.x
7. Kamarajah SK, Wilson CH, Bundred JR, Lin A, Sen G, Hammond JS, French JJ, Manas DM, White SA. A systematic review and network meta-analysis of parenchymal transection techniques during hepatectomy: an appraisal of current randomised controlled trials. *HPB (Oxford)*. 2020;22(2):204-14. doi: 10.1016/j.hpb.2019.09.014
8. Yoh T, Cauchy F, Soubrane O. Techniques for laparoscopic liver parenchymal transection. *Hepatobiliary Surg Nutr*. 2019;8(6):572-81. doi: 10.21037/hbsn.2019.04.16
9. Serednicki WA, Hołowko W, Major P, Małczak P, Pędzwiatr M. Minimizing blood loss and transfusion rate in laparoscopic liver surgery: a review. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*. 2023;18(2):213-23. doi: 10.5114/wiitm.2022.124088
10. Huang KW, Lee PH, Kusano T, Reccia I, Jayant K, Habib N. Impact of cavitron ultrasonic surgical aspirator (CUSA) and bipolar radiofrequency device (Habib-4X) based hepatectomy for hepatocellular carcinoma on tumour recurrence and disease-free survival. *Oncotarget*. 2017;8(55):93644-54. doi: 10.18632/oncotarget.21271
11. Kobayashi S, Takeda Y, Nakahira S, Tsujie M, Shimizu J, Miyamoto A, Eguchi H, Nagano H, Doki Y, Mori M. Fibrin sealant with polyglycolic acid felt vs fibrinogen-based collagen fleece at the liver cut surface for prevention of postoperative bile leakage and hemorrhage: a prospective, randomized, controlled study. *J Am Coll Surg*. 2016;222(1):59-64. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2015.10.006
12. Lesurtel M, Selzner M, Petrowsky H, McCormack L, Clavien PA. How should transection of the liver be performed?: a prospective randomized study in 100 consecutive patients comparing four different transection strategies. *Ann Surg*. 2005;242(6):814-23. doi: 10.1097/01.sla.0000189121.35617.d7
13. Hołowko W, Serednicki W, Bartkowiak M, Wysocki M, Domurat M, Mielko J, Pierściński S, Hogendorf P, Masior Ł, Kalinowski P, Wierdak M, Frączek M, Tarasik A, Wróblewski T, Budzyński A, Pędzwiatr M, Grąt M. Early adoption of laparoscopic liver surgery in Poland: a national retrospective cohort study. *Int J Surg*. 2024;110(1):361-71. doi: 10.1097/JS9.0000000000000840
14. Masior Ł, Krasnodębski M, Kruk E, de Santibañes M, Uad P, Ramos J, Pędzwiatr M, Serednicki W, Fonseca GM, Herman P, Sutcliffe RP, Marudanayagam R, Parente A, Mehrabi A, Ramouz A, Lodge P, Shah K, Lang H, Scholz C, Gunasekaran G, Grąt M. Open versus laparoscopic oncologic resection for gallbladder cancer after index cholecystectomy: international multicenter comparative study. *Langenbecks Arch Surg*. 2025;410(1):74. doi: 10.1007/s00423-025-03643-6
15. van Dam RM, Hendry PO, Coolsen MM, Bemelmans MH, Lassen K, Revhaug A, Fearon KC, Garden OJ, Dejong CH; Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Group.

References

1. van den Broek MA, Olde Damink SW, Dejong CH, Lang H, Malagó M, Jalan R, Saner FH. Liver failure after partial hepatic resection: definition, pathophysiology, risk factors and treatment. *Liver Int*. 2008;28(6):767-80. doi: 10.1111/j.1478-3231.2008.01777.x
2. Kooby DA, Stockman J, Ben-Porat L, Gonen M, Jarnagin WR, Dematteo RP, Tuorto S, Wuest D, Blumgart LH, Fong Y. Influence of transfusions on perioperative and long-term outcome in patients following hepatic resection for colorectal metastases. *Ann Surg*. 2003;237(6):860-9. doi: 10.1097/01.SLA.0000072371.95588.DA
3. Perri G, Sparrelid E, Siriwardena AK, Marchegiani G; E-AHPBA Consensus Group on Blood Loss in Hepatopancreatobiliary Surgery. Estimation of intraoperative blood loss in hepatopancreatobiliary surgery: a Delphi consensus process of the European-African Hepato-Pancreato-Biliary Association (E-AHPBA). *Br J Surg*. 2024;111(10):znae256. doi: 10.1093/bjs/znae256
4. Elmahi E, Fairclough S, Knifton H. The rate of postoperative bile leak in minimally invasive liver resection in comparison with open surgery: a systematic review. *Cureus*. 2024;16(11):e74313. doi: 10.7759/cureus.74313

- Initial experience with a multimodal enhanced recovery programme in patients undergoing liver resection. *Br J Surg.* 2008;95(8):969-75. doi: 10.1002/bjs.6227
16. Wells CI, Ratnayake CBB, Mentor K, Sen G, Hammond JS, French JJ, Wilson CH, Manas D, White S, Pandanaboyana S. Haemostatic efficacy of topical agents during liver resection: a network meta-analysis of randomised trials. *World J Surg.* 2020;44(10):3461-9. doi: 10.1007/s00268-020-05621-z
 17. Brustia R, Granger B, Scatton O. An update on topical haemostatic agents in liver surgery: systematic review and meta analysis. *J Hepatobiliary Pancreat Sci.* 2016;23(10):609-21. doi: 10.1002/jhbp.389
 18. Malik AK, Amer AO, Tingle SJ, Thompson ER, White SA, Manas DM, Wilson C. Fibrin-based haemostatic agents for reducing blood loss in adult liver resection. *Cochrane Database Syst Rev.* 2023;8(8):CD010872. doi: 10.1002/14651858.CD010872.pub2
 19. de Boer MT, Boonstra EA, Lisman T, Porte RJ. Role of fibrin sealants in liver surgery. *Dig Surg.* 2012;29(1):54-61. doi: 10.1159/000335735
 20. Figueras J, Llado L, Miro M, Ramos E, Torras J, Fabregat J, Serrano T. Application of fibrin glue sealant after hepatectomy does not seem justified: results of a randomized study in 300 patients. *Ann Surg.* 2007;245(4):536-42. doi: 10.1097/01.sla.0000245846.37046.57
 21. Rahbari NN, Birgin E, Sturm D, Schwanebeck U, Weitz J, Reissfelder C. Randomized clinical trial of BioFoam® Surgical Matrix to achieve hemostasis after liver resection. *HPB (Oxford).* 2020;22(7):987-95. doi: 10.1016/j.hpb.2019.10.1529
 22. Roozen EA, Lomme RMLM, Calon NUB, Ten Broek RPG, van Goor H. Efficacy of a novel polyoxazoline-based hemostatic patch in liver and spleen surgery. *World J Emerg Surg.* 2023;18(1):19. doi: 10.1186/s13017-023-00483-x
 23. D'Hondt M, Roozen EA, Nuytens F, Bender J, Mottrie A, Bauwens K, Head SJ. NHS-POx-loaded patch versus fibrin sealant patch in a porcine robotic liver bleeding model. *BMC Surg.* 2023;23(1):257. doi: 10.1186/s12893-023-02159-4
 24. Roozen EA, Warlé MC, Lomme RMLM, Félix Lanao RP, van Goor H. New polyoxazoline loaded patches for hemostasis in experimental liver resection. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2022;110(3):597-605. doi: 10.1002/jbm.b.34938
 25. de Wilt JHW, Verhoef C, de Boer MT, Stommel MWJ, van der Plas-Kemper L, Garms LM, van der Zijden CJ, Head SJ, Bender JCME, van Goor H, Porte RJ. Clinical safety and performance of GATT-Patch for hemostasis in minimal to moderate bleeding during open liver surgery. *J Surg Res.* 2024;298:316-24. doi: 10.1016/j.jss.2024.03.033
 26. Koch M, Garden OJ, Padbury R, Rahbari NN, Adam R, Capussotti L, Fan ST, Yokoyama Y, Crawford M, Makuuchi M, Christophi C, Banting S, Brooke-Smith M, Usatoff V, Nagino M, Maddern G, Hugh TJ, Vauthey JN, Greig P, Rees M, Weitz J. Bile leakage after hepatobiliary and pancreatic surgery: a definition and grading of severity by the International Study Group of Liver Surgery. *Surgery.* 2011;149(5):680-8. doi: 10.1016/j.surg.2010.12.002

PROBLEMS OF HEMOSTASIS AND BILE STASIS IN LIVER RESECTION SURGERY: A LITERATURE REVIEW

E. V. Mahiliavets, I. G. Zhuk, A. V. Alepko, T. S. Gushcha

Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

Liver resection remains technically demanding, with intraoperative hemorrhage and postoperative bile leak as the primary determinants of outcomes.

Material and methods. A literature review for the period 2003–2025 was performed using the following databases: PubMed, Scopus, Cochrane, Google Scholar, CyberLeninka. A total of 26 relevant sources were identified, covering methods of liver parenchyma transection, as well as physical and biological techniques for achieving hemostasis and bile stasis during open and laparoscopic liver resections.

Results. The clamp-crush technique retains competitive hemostatic performance. The OSLO-CoMet RCT (2018) provided level-I evidence for laparoscopic superiority in minor resections for colorectal metastases. The 2023 Cochrane review confirmed that fibrin-based agents shorten time to hemostasis but do not reduce bile leak, transfusion requirement, or reoperation rate. The NHS-polyoxazoline patch (GATT-Patch) achieved hemostasis in 97.4% of patients in the 2024 first-in-human trial, acting independently of the coagulation cascade.

Conclusion. Combined use of physical and biological methods warrants prospective investigation.

Keywords: liver resection, hemostasis, bile stasis, parenchymal transection, topical hemostatic agents, laparoscopic hepatectomy

For citation: Mahiliavets EV, Zhuk IG, Alepko AV, Gushcha TS. Problems of hemostasis and bile stasis in liver resection surgery: a literature review. *Journal of the Grodno State Medical University.* 2026;24(3):238-243. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2026-24-3-238-243>

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

Об авторах / About the authors

Могилевец Эдуард Владиславович / Mahiliavets Eduard, ORCID: 0000-0001-7542-0980

Жук Игорь Георгиевич / Zhuk Igor, ORCID: 0000-0002-8542-6769

*Алепко Александр Владимирович / Alepko Alexander, e-mail: aaliepko@mail.ru, ORCID: 0009-0009-5072-1539

Гуща Татьяна Степановна / Gushcha Tatsiana, ORCID: 0000-0002-5276-4286

* – автор, ответственный за переписку / corresponding author

Поступила / Received: 17.03.2026

Принята к публикации / Accepted for publication: 21.05.2026