



Использование лапароскопического ультразвукового исследования в ургентной хирургии при желчнокаменной болезни

А. В. Гусев, Д. А. Бобров✉, А. Ю. Соловьев



Ивановский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Иваново, Российская Федерация
✉ bobrovdmiria@gmail.com

Аннотация

Лапароскопическое ультразвуковое исследование обладает широким спектром возможностей интраоперационной диагностики в ходе проведения эндоскопических оперативных вмешательств в брюшной полости. Отсутствие важных ограничений, которыми обладает рентгенографическая холангиография, дает возможность рассмотреть лапароскопическое ультразвуковое исследование как альтернативный метод в диагностике осложненных форм желчнокаменной болезни.

Цель исследования. Обобщение данных о возможностях использования лапароскопического ультразвукового исследования в рамках оперативных вмешательств при заболеваниях желчевыводящих путей.

Материалы и методы. Проведен анализ публикаций в базах данных PubMed и Google Scholar за период 1997–2024 гг., найденных по ключевым словам: «лапароскопическое ультразвуковое исследование», «интраоперационное ультразвуковое исследование», «рентгенографическая холангиография», «острый холецистит», «лапароскопическая холецистэктомия» «холедохолитиаз».

Результаты. Анализ исследований раскрывает особенности ультразвуковой семиотики билиарного тракта. Полная интерпретация структур, входящих в печеночно-дуоденальную связку, обеспечивают безопасное проведение оперативного вмешательства и сокращение числа вынужденных конверсий. Лапароскопическое ультразвуковое исследование обладает высокой диагностической эффективностью в диагностике холедохолитиаза, сравнимой с рентгенографической холангиографией. Однако лишь небольшая часть оперирующих хирургов прибегают к применению лапароскопического ультразвукового исследования в своей практике.

Заключение. Лапароскопическое ультразвуковое исследование является альтернативой рентгенографической холангиографии. К преимуществам метода относят возможность многократного применения во время оперативного вмешательства, минимизацию риска травматизации желчевыводящих протоков и сокращение общей длительности диагностического исследования.

Ключевые слова:

лапароскопическое ультразвуковое исследование, острый холецистит, холедохолитиаз

Для цитирования: Гусев А. В., Бобров Д. А., Соловьев А. Ю. Использование лапароскопического ультразвукового исследования в ургентной хирургии при желчнокаменной болезни. Research and Practical Medicine Journal (Исследования и практика в медицине). 2026; 13(1): 83-94.
<https://doi.org/10.17709/2410-1893-2026-13-1-7> EDN: VEODYK

Для корреспонденции: Бобров Дмитрий Алексеевич – ассистент кафедры факультетской хирургии ФГБОУ ВО «Ивановский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Иваново, Российская Федерация
Адрес: 153012, Российская Федерация, г. Иваново, Шереметевский проспект, д. 8
E-mail: bobrovdmiria@gmail.com

Финансирование: финансирование данной работы не проводилось.

Конфликт интересов: все авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Статья поступила в редакцию 26.10.2025; одобрена после рецензирования 26.02.2026; принята к публикации 10.03.2026.

Use of laparoscopic ultrasound in emergency surgery for cholelithiasis

A. V. Gusev, D. A. Bobrov✉, A. Yu. Solovev

Ivanovo State Medical University, Ivanovo, Russian Federation

✉ bobrovmirtia@gmail.com

Abstract

Laparoscopic ultrasound provides a wide range of intraoperative diagnostic capabilities during endoscopic abdominal procedures. The absence of key limitations inherent to radiographic cholangiography makes laparoscopic ultrasound a potential alternative method for diagnosing complicated forms of cholelithiasis.

Purpose of the study. To summarize current evidence on the use of laparoscopic ultrasound during surgical interventions for biliary tract diseases.

Materials and methods. A literature review was conducted of publications from 1997 to 2024 indexed in PubMed and Google Scholar using the following keywords: "laparoscopic ultrasound," "intraoperative ultrasound," "radiographic cholangiography," "acute cholecystitis," "laparoscopic cholecystectomy," and "choledocholithiasis".

Results. Analysis of the selected studies highlights the specific ultrasound semiotics of the biliary tract. Comprehensive visualization and interpretation of the structures within the hepatoduodenal ligament contribute to safer surgical procedures and reduce the rate of unplanned conversions. Laparoscopic ultrasound demonstrates high diagnostic accuracy in detecting choledocholithiasis, comparable to radiographic cholangiography. However, only a limited proportion of surgeons routinely incorporate laparoscopic ultrasound into their practice.

Conclusion. Laparoscopic ultrasound represents a viable alternative to radiographic cholangiography. Its advantages include the possibility of repeated intraoperative use, reduced risk of bile duct injury, and shortened overall diagnostic time.

Keywords:

laparoscopic ultrasound, acute cholecystitis, choledocholithiasis

For citation: Gusev A. V., Bobrov D. A., Solovev A. Yu. Use of laparoscopic ultrasound in emergency surgery for cholelithiasis. Research and Practical Medicine Journal (Issled. prakt. med.). 2026; 13(1): 83-94. (In Russ.). <https://doi.org/10.17709/2410-1893-2026-13-1-7> EDN: VEODYK

For correspondence: Dmitriy A. Bobrov – Assistant Professor, Department of Faculty Surgery, Ivanovo State Medical University, Ivanovo, Russian Federation
Address: 8 Sheremetyevo Avenue, Ivanovo, 153012, Russian Federation
E-mail: bobrovmirtia@gmail.com

Funding: this work was not funded.

Conflict of interest: the authors declare that there are no obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

The article was submitted 26.10.2025; approved after reviewing 26.02.2026; accepted for publication 10.03.2026.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Интраоперационное ультразвуковое исследование (ИОУЗИ) в последние десятилетия занимает все более значимое место в клинической практике, что отражено в большом числе отечественных и зарубежных публикаций. Благодаря своей мобильности, способности предоставлять данные в реальном времени без использования ионизирующего излучения и отсутствие необходимости в специальной подготовке пациента, ультразвук считается оптимальным для применения на этапе хирургического вмешательства, включая экстренные оперативные ситуации [1, 2]. Дополнительным преимуществом ИОУЗИ является возможность применения доплеровского ультразвука, что обеспечивает возможность оценивать кровоток и помогает предотвратить повреждение сосудистых структур во время операций [1–3]. Данные преимущества делают ИОУЗИ ценным инструментом для хирургов общей практики, помогая повысить точность диагностики, обеспечивая лучшее маневрирование в процессе оперативных процедур. Одним из направлений интраоперационного применения ультразвука является лапароскопическое ультразвуковое исследование (ЛУЗИ), которое находит широкое применение в хирургической практике, в том числе и ургентной хирургии. Особую актуальность ЛУЗИ приобретает в ургентной хирургии при желчнокаменной болезни, при которой воспалительные изменения, анатомические варианты желчевыводящих путей и ограниченное время на принятие клинических решений значительно повышают риск интраоперационных осложнений.

Цель исследования: обобщение данных о возможностях использования ЛУЗИ в рамках оперативных вмешательств желчевыводящих путей.

Проведен анализ публикаций в базах PubMed и Google Scholar за период 1997–2024 гг. с использованием ключевых слов: «лапароскопическое ультразвуковое исследование», «интраоперационное ультразвуковое исследование», «рентгенографическая холангиография», «острый холецистит», «лапароскопическая холецистэктомия» «холедохолитиаз».

Развитие методов лапароскопического ультразвукового исследования в хирургии

Идея применения ИОУЗИ была предложена в 1961 г. в качестве метода диагностики почечно-го литиаза [4]. В дальнейшем данный метод был адаптирован для выявления конкрементов в желчных протоках [2]. Существенный этап в развитии метода случился в начале 1980-х годов с появлением высокочастотного ультразвука в В-режиме [2, 4]. ЛУЗИ как самостоятельное направление начало фор-

мироваться несколько позднее. В 1982 г. Фукуда и соавт. описали метод эхо-лапароскопии для изучения состояния печени и определения стадий онкологических заболеваний желудочно-кишечного тракта [2]. В 1991 г. Jakimowicz J. J. и соавт. представили отчет о первом опыте использования лапароскопической ультразвуковой техники для обследования желчных путей при проведении лапароскопической холецистэктомии (ЛХЭ) [5]. Эти исследования заложили основу для дальнейшего внедрения ЛУЗИ в клиническую практику.

Согласно данным литературы, ключевое преимущество ЛУЗИ заключается в возможности визуального осмотра операционных тканей, что в значительной степени компенсирует отсутствие тактильной обратной связи, характерное для минимально инвазивных вмешательств [1, 6]. Это способствует переносу отдельных принципов открытой хирургии в лапароскопическую практику и совершенствованию существующих малоинвазивных методик [1, 7]. С развитием технического оборудования ИОУЗИ и ЛУЗИ нашли широкое применение в большинстве направлений хирургии.

Одной из важных особенностей ЛУЗИ в сфере хирургии является повышение точности диагностики стадий онкологических заболеваний печени и поджелудочной железы [8]. ЛУЗИ играет существенную роль в обнаружении опухолей печени, не превышающих 10 мм, что увеличивает эффективность выявления таких новообразований на 20 % по сравнению с другими методами [9].

ЛУЗИ используется не только как диагностическая процедура, но и как навигационный метод, широко применяемый при выполнении различных оперативных вмешательств. Сообщается об использовании ЛУЗИ при криодеструкции, термической абляции, лапароскопической резекции печени и удалении непаразитарных кист [10]. Помимо этого, ЛУЗИ демонстрирует свою эффективность при диагностике изменений структуры стенки на разных участках желудочно-кишечного тракта [11, 12] и определении наилучших границ для резекции [13]. Отдельные публикации посвящены применению ЛУЗИ в смежных областях хирургии. В рамках гинекологических пособий ЛУЗИ используется для выявления новообразований матки, эндометриоза, эктопической беременности и контроля проведения миомэктомии [14, 15]. В урологии метод применяют для контроля за лапароскопической адреналэктомией и частичной нефрэктомией [16, 17]. Примеры использования ЛУЗИ не ограничиваются перечисленными областями. Это подчеркивает значимость освоения хирургами методик ИОУЗИ для успешного применения в клинической практике.

Сравнение методов интраоперационной диагностики при патологии желчевыводящих путей

Комплексное и всестороннее исследование билиарного тракта считается основополагающим для безопасного проведения ЛХЭ. Актуальным и общепризнанным подходом является «Critical View of Safety» (CVS), предусматривающий изоляцию нижней трети желчного пузыря, отделение от жировой ткани в районе треугольника Калло с последующей демонстрацией V сегмента печени через сформированное операционное окно [18]. Реализация данного принципа направлена на снижение риска ошибочной идентификации анатомических структур и, как следствие, ятрогенных повреждений желчевыводящих путей.

В процессе хирургического вмешательства достижение CVS может быть затруднено препятствиями, связанными с анатомическими вариантами расположения желчевыводящих путей, сосудов, наличием выраженного воспалительного процесса в области печеночно-дуоденальной связки. В подобных ситуациях возрастает вероятность неверной интерпретации анатомических структур, что может привести к травматизации желчных протоков или сосудов. Наиболее часто в литературе описываются ошибки идентификации общего желчного протока и аномально расположенного правого печеночного протока, отходящего от заднебокового сектора печени [19, 20]. В связи с этим хирург сталкивается с необходимостью выполнения дополнительной интраоперационной инструментальной диагностики.

Для интраоперационного исследования желчевыводящих протоков выделяют несколько методов: рентгенографическая холангиография (РГХГ), ЛУЗИ, инфракрасная флуоресцентная холангиография. Масштабный аналитический обзор, включающий данные опроса 394 хирургов, был посвящен стратегиям достижения CVS в сложных клинических ситуациях [21]. При возникновении сложностей разделения инфильтрата 76,7 % хирургов выбирали РГХГ, 16,1 % – выполняли конверсию; 6,4 % – обратилась за поддержкой к более опытным специалистам. Только в 0,8 % случаев трудности достижения CVS для визуализации общего желчного протока применяли ЛУЗИ как альтернативный вариант интраоперационной диагностики [21]. Таким образом, РГХГ оказался предпочтительным методом для интраоперационного определения анатомии желчевыводящих путей.

В последние годы ближняя инфракрасная флуоресцентная холангиография все чаще рассматривается как перспективный метод интраоперационной визуализации желчных путей [22]. Технология основана на внутривенном введении флуоресцентного красителя с последующей детекцией его свечения

с помощью инфракрасной камеры, что позволяет визуализировать элементы билиарного дерева в режиме реального времени [23].

Несмотря на установленную в ходе анализа приверженность хирургов к применению РГХГ как методу интраоперационной диагностики, авторы указывают на ключевые недостатки данного метода: отсутствие гарантии избегания повреждения желчных протоков, сложность выполнения процедуры, облучение пациента и медперсонала, отсутствие возможности визуализации сосудистых структур и вероятность получения ложноположительных результатов в диапазоне от 3 до 17 % [24–26]. Безопасность и неинвазивность исследования являются основными преимуществами инфракрасной флуоресцентной холангиографии [24]. Однако в литературе подчеркиваются и ограничения, такие как невозможность оценки сосудистой анатомии в зоне печеночно-дуоденальной связки, прямого обнаружения камней в желчных протоках и недостаточную глубину проникновения для эффективной диагностики [24, 27]. Флуоресцентную холангиографию следует рассмотреть как потенциальный инструмент для интраоперационного обследования.

ЛУЗИ отличается минимальной инвазивностью, не требует канюляции или повреждения желчных протоков, не связано с лучевой нагрузкой и позволяет многократно повторять исследование в ходе операции. Кроме того, метод обеспечивает более быстрое получение диагностической информации по сравнению с РГХГ и позволяет оценивать как билиарные, так и сосудистые структуры [27, 28]. В совокупности эти свойства делают ЛУЗИ значимым объектом дальнейших исследований в контексте повышения безопасности ЛХЭ. Результаты анализа каждого из данных подходов, включающие оценку потенциальных достоинств и недостатков методов интраоперационной диагностики, представлены в табл. 1.

Возможности применение ультразвукового исследования как метода интраоперационной диагностики при осложненных формах желчнокаменной болезни

Важным преимуществом ЛУЗИ, в отличие от других методов интраоперационной диагностики, является возможность использования как до, так и после вскрытия треугольника Калло. Со 2-й недели начала воспаления заметно увеличение индуративных изменений в тканях стенки желчного пузыря и структурах печеночно-дуоденальной связки, что может стать причиной потери ориентиров в треугольнике Калло [29]. С учетом острого холецистита и связанных с ним воспалительных изменений в печеночно-дуоденальной зоне ЛУЗИ рассматривается как ин-

формативный метод ранней интраоперационной визуализации желчных путей.

По данным исследований, применение ЛУЗИ способствует снижению частоты конверсий при ЛХЭ. Так, в исследовании Gwinn E. C. и соавт. использование ЛУЗИ рассматривалось как ключевой фактор предотвращения конверсии у 91 % пациентов [30]. Согласно данным другого исследования, достижение CVS под контролем ЛУЗИ может снизить количество конверсий более чем в два раза (23 случая при использовании ЛУЗИ для CVS против 10 случаев без использования ультразвука), без травматизации желчевыводящих путей или кровотечений как основных ятрогенных осложнений, что является причиной для перехода к открытой холецистэктомии [24]. Описанные случаи демонстрируют важность дополнительной визуализации в случае сложного лапароскопического пособия.

Также в научных публикациях продемонстрирована роль ЛУЗИ в диагностике холедохолитиаза. Согласно метаанализу, в котором сравнивали точность диагностики камней в общем желчном протоке, ЛУЗИ показывает высокую точность для интраоперационного обнаружения холедохолитиаза (общая чувствительность составляет 0,87, а специфичность – 1,00) [28]. Таким образом, ЛУЗИ не уступает РГХГ по эффективности выявления холедохолитиаза

и может рассматриваться как целенаправленный диагностический метод, потенциально способствующий снижению числа ложноотрицательных результатов [31, 32]. Некоторые авторы подчеркивают потенциальную необходимость использования ЛУЗИ при стандартной ЛХЭ, если диаметр общего желчного протока менее 5 мм [26]. Отмечается, что данный метод более эффективен при выявлении камней в проксимальном отделе общего желчного протока и наличии инфильтративных изменений [33]. В многоцентровом исследовании с участием 200 пациентов было продемонстрировано, что после вскрытия треугольника Калло качество визуализации внепеченочных желчных протоков при помощи ЛУЗИ улучшается до 98 % на всем протяжении, в сравнении с 84 %, достигаемыми до выполнения пересечения пузырного протока [34]. Результаты метаанализа показывают, что диапазон успешной визуализации желчных путей с помощью ЛУЗИ колеблется между 92 % и 100 % [28].

Отмечаемые в литературе различия в показателях визуализации связывают, в частности, со сложностью оценки дистального отдела общего желчного протока, проходящего через поджелудочную железу, особенно при наличии ее воспалительных изменений [25]. Кроме того, значительный стеатоз печени усложняет получение качественных результатов

Таблица 1. Сравнение факторов методов интраоперационной диагностики на основании данных литературы
Table 1. Comparison of factors of intraoperative diagnostic methods based on literature data

Фактор / Factor	Рентгеновская холангиография / Radiographic cholangiography	Флуоресцентная холангиография / Fluorescent cholangiography	Интраоперационное ультразвуковое исследование / Intraoperative ultrasound
Инвазивность процедуры / Procedure invasiveness	+	–	–
Лучевая нагрузка / Radiation exposure	+	–	–
Проникающая способность в ткани / Tissue penetration capability	Высокая / High	Низкая / Low	Высокая / High
Диагностика глубокой анатомии желчных путей / Visualization of deep biliary anatomy	+	–	+
Диагностика анатомии сосудов / Visualization of vascular anatomy	–	–	+
Диагностика камней желчных путей / Detection of bile duct stones	+	–	+
Предоперационная подготовка / Need for preoperative preparation	–	+	–
Возможность многократного использования / Possibility of repeated intraoperative use	+	–	+
Риск повреждения желчных протоков / Risk of bile duct injury	Высокий / High	Низкий / Eng	Низкий / Low
Квалификация хирурга / Surgeon qualification	Низкая / Low	Низкая / Low	Высокая / High

при транспеченочным ультразвуковым исследованием [25]. Это соответствует данным других исследований, указывающих на 4–17 % случаев прерывистой визуализации дистальной части общего желчного протока [28, 35]. Таким образом, при прерывистом исследовании ЛУЗИ большую точность диагностики демонстрирует РГХГ. Однако прерывистое проведение ЛУЗИ не увеличивает количество ложноотрицательных результатов [36].

Согласно данным исследования Aziz O. и соавт., такие факторы, как диаметр общего желчного протока из-за склероза, наличие воспаления, проведение предоперационной эндоскопической ретроградной холангиопанкреатографии, а также тип используемого лапароскопического ультразвукового зонда не имеют явного влияния на точность ЛУЗИ [37]. При использовании ЛУЗИ ложноположительные результаты в основном связаны с микрокальцификациями в головке поджелудочной железы и наблюдаются крайне редко [38]. Ключевой недостаток ЛУЗИ – это сложность выявления повреждений желчевыводящих путей, по сравнению с РГХГ [28].

Стоит подчеркнуть, что ЛУЗИ и РГХГ могут быть эффективно использованы в комбинации друг с другом, это сочетание методов увеличивает вероятность интраоперационного выявления холедохолитиаза с чувствительностью от 86,7 до 92,3 % [39].

Использование ЛУЗИ оказывает заметное влияние на продолжительность хирургической операции при наличии камней в желчевыводящих путях. Благодаря возможности проведения многократного осмотра, длительность ЛУЗИ может составлять от 5 до 10 мин, в сравнении РГХГ занимает от 10 до 17 мин [24]. Несмотря на высокую стоимость оборудования для проведения ультразвукового сканирования, есть исследования, указывающие на то, что этот метод экономически выгоднее РГХГ при скрининге подозрений на наличие камней в желчных путях [40]. Отмечается, что стоимость одной процедуры РГХГ несколько превышает затраты на проведение ЛУЗИ [37, 41]. Исследование также отмечает, что для достижения «точки безубыточности» затрат необходимо провести около 100 процедур ЛУЗИ вместо РГХГ.

Одной из причин, по которой РГХГ продолжает занимать лидирующие позиции является сложность освоения техники выполнения ЛУЗИ [36, 42]. Подчеркивается, что диагностическая точность и клиническая эффективность ЛУЗИ напрямую зависят от опыта и квалификации оператора, проводящего обследование [28]. Методика ЛУЗИ не является стандартизированной и универсальной для всех хирургов [43]. В этой связи в литературе обосновывается необходимость разработки единых протоколов и стандартизации техники ЛУЗИ.

Ультразвуковая семиотика желчевыводящей системы

Для ультразвукового исследования патологии желчевыводящей системы обследование начинается с желчного пузыря. Ультразвуковой датчик размещается либо на поверхности желчного пузыря, либо на прилегающую к нему паренхиму печени. Для визуализации применяют ультразвук с частотой 7,5–10 МГц [44]. В ходе обследования изучают форму и размер желчного пузыря, толщину его стенки, а также локализацию и количество конкрементов в его просвете, включая измерение размеров конкрементов [6]. При острых деструктивных формах холецистита наблюдается значительное утолщение стенок пузыря; между ними и печеночной тканью выявляется воспалительная инфильтрация с наличием жидкости вокруг стенок и расслоением структур [6]. Обнаружение содержимого с высокой эхогенностью внутри пузыря служит основанием для подозрения эмпиемы [6]. Некоторые исследователи подчеркивают важность осмотра ложа желчного пузыря до его удаления, поскольку в 15,38 % случаев ветви средней печеночной вены проходит именно по этому участку [28]. Также подчеркивается, что наличие камней диаметром менее 5–7 мм требует дополнительного обследования внепеченочных желчных протоков [6].

Исследование внепеченочных желчных протоков начинается с того, что печень и желчный пузырь приподнимаются вверх, чтобы ультразвуковой датчик можно было разместить непосредственно над общим желчным протоком. Датчик устанавливают в поперечном и продольном направлениях на печеночно-двенадцатиперстную связку в районе ворот печени. Оптимальными для сканирования считаются частоты от 7,5 до 12,5 МГц [44]. При обследовании внепеченочных желчных путей важно последовательно исследовать протоки на все протяжении, не отрывая датчик и перемещая его дистально, осматривают структуры печеночно-дуоденальной связки. Такой непрерывный осмотр необходим для того, чтобы не пропустить участки общего желчного протока с возможными конкрементами [6].

Для улучшения акустического контакта и устранения акустической тени в условиях недостаточного прилегания датчика к поверхности печеночно-двенадцатиперстной связки описывается возможность использования физиологического раствора [25]. В области впадения общего желчного протока в двенадцатиперстную кишку, при резком изменении угла наклона датчика можно получить поперечное изображение протока. Наличие газа в просвете двенадцатиперстной кишки может затруднять визуализацию, в связи с чем авторы рекомендуют сжать воздух с помощью зонда или путем заполнения желудка водой [24, 44].

Для качественного обследования внепеченочных желчных протоков необходимо четко знать анатомию печеночно-дуоденальной связки и различать ее составляющие: воротную вену, общий желчный проток и собственную печеночную артерию. При выполнении ультразвукового исследования с доплером в проксимальном отделе этой связки часто выявляется так называемый «симптом Микки Мауса», который включает общий желчный проток, портальную вену и общую печеночную артерию [45]. В месте впадения пузырного протока формируется характерный «Знак четырех труб» [24, 46].

В поперечном положении ультразвукового датчика определяется наиболее крупная тонкостенная анэхогенная структура связки – воротная вена, диаметр которой варьируется от 8 до 10 мм. Поверхностнее и медиальнее воротной вены отчетливо визуализируется печеночная артерия с более толстой стенкой, пульсирующая и имеющая диаметр 2–5 мм. Латеральнее и ближе к поверхности расположен общий желчный проток, который не пульсирует и легко деформируется при надавливании датчиком [24]. В случае затрудненной визуализации общего желчного протока возможно введение холангиографического катетера в пузырный проток с последующим промыванием физиологическим раствором для его расширения [47].

В ходе исследования производится измерение диаметра протока, оценка толщины стенок и выявление внутрипросветных образований. Утолщение или расслоение стенок общего желчного протока характерно для острых или хронических холангитов [44]. Ультразвуковое исследование позволяет обнаруживать конкременты диаметром даже от 1–2 мм внутри общего желчного протока. Дополнительно оцениваются параметры гемодинамики портальной системы и печеночной артерии, включая линейную скорость кровотока и объемный кровоток [6].

При перемещении датчика дистально осуществляется визуализация места соединения пузырного протока с общим печеночным протоком, а также отслеживается ход пузырного протока проксимально

по направлению к желчному пузырю. Оценивается длина, диаметр пузырного протока, наличие конкрементов внутри него и его анатомические взаимоотношения с общим желчным и печеночным протоками [6]. Заключительным этапом обследования является осмотр ретродуоденального и панкреатического отделов общего желчного протока вплоть до впадения в двенадцатиперстную кишку, с обязательной визуализацией стенки кишки и папиллярной зоны для выявления микроконкрементов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение ультразвука в ходе лапароскопических пособий при осложненных формах желчнокаменной болезни обладает рядом преимуществ в рамках интраоперационной диагностики. Визуализация желчевыводящих путей при помощи ЛУЗИ до вскрытия треугольника Калло, в случае выраженных инфильтративных изменений структур печеночно-дуоденальной связки, предоставляет возможности достижения CVS. Это позволяет избежать ятрогенных осложнений и снизить число вынужденных конверсий. Благодаря высокой диагностической эффективности ЛУЗИ в диагностике холедохолитиза, можно рассмотреть методику альтернативой РГХГ. Лишенный ряда недостатков РГХГ (лучевая нагрузка, травматизация желчных путей, необходимость привлечения дополнительных специалистов), ЛУЗИ обладает большими возможностями развития в ургентной хирургии.

Основные факторы, препятствующие широкому внедрению данной методики – временные ограничения, высокая кривая обучения, высокая чувствительность метода к интерпретации оператора. Однако наблюдается тенденция, при которой хирурги, владеющие техникой ультразвуковой диагностики, предпочитают использовать ЛУЗИ вместо РГХГ. Необходимость мультидисциплинарного подхода к подготовке хирургов обусловлена значимостью владения навыками ультразвуковой диагностики.

Список источников

1. Ionescu S. Intraoperative Ultrasound in Colorectal Surgery. In: Current Topics in Colorectal Surgery. Edited by Camilleri-Brennan J. IntechOpen, 2021, pp. 275–281. <https://doi.org/10.5772/intechopen.100411>
2. Lubner MG, Mankowski Gettle L, Kim DH, Ziemlewicz TJ, Dahiya N, Pickhardt P. Diagnostic and procedural intraoperative ultrasound: technique, tips and tricks for optimizing results. *Br J Radiol.* 2021 May 1;94(1121):20201406. <https://doi.org/10.1259/bjr.20201406>
3. Våpenstad C, Rethy A, Langø T, Selbekk T, Ystgaard B, Hernes TA, Mårvik R. Laparoscopic ultrasound: a survey of its current and future use, requirements, and integration with navigation technology. *Surg Endosc.* 2010 Dec;24(12):2944–2953. <https://doi.org/10.1007/s00464-010-1135-6>
4. Bartos A, Iancu I, Breazu CM, Bartos D. Intraoperative Ultrasound of the Liver: Actual Status and Indications. In: Liver Research and Clinical Management. Edited by Luis Rodrigo. IntechOpen, 2018, pp. 73–94. <https://doi.org/10.5772/intechopen.73856>

5. Jakimowicz JJ. Intraoperative ultrasonography in open and laparoscopic abdominal surgery: an overview. *Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques*. 2006 Apr;20 Suppl 2:S425–35. <https://doi.org/10.1007/s00464-006-0035-2>
6. Борсуков А. В., Безалтынных А. А., Мамошин А. В. Сравнительные возможности трансабдоминального и лапароскопического ультразвука при заболеваниях печени, желчных протоков, желчного пузыря, поджелудочной железы. *Вестник новых медицинских технологий*. 2013;20(1):85–89.
7. Machi J, Oishi AJ, Furumoto NL, Oishi RH. Intraoperative ultrasound. *Surg Clin North Am*. 2004 Aug;84(4):1085–1111. <https://doi.org/10.1016/j.suc.2004.04.001>
8. Ellsmere J, Stoll J, Rattner D, Brooks D, Kane R, Wells W, et al. A Navigation System for Augmenting Laparoscopic Ultrasound. *Proceedings of Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention. MICCAI 2003*, pp. 184–191. https://doi.org/10.1007/978-3-540-39903-2_23
9. Bartoş A, Bartos D, Spârchez Z, Iancu I, Ciobanu L, Iancu C, Breazu C. Laparoscopic Contrast-Enhanced Ultrasonography for Real Time Monitoring of Laparoscopic Radiofrequency Ablation for Hepatocellular Carcinoma: an Observational Pilot Study. *J Gastrointest Liver Dis*. 2019;28(4):457–462. <https://doi.org/10.15403/jgld-263>
10. Ахаладзе Г. Г., Иванова О. А. Современные тенденции в хирургии печени (обзор литературы). *Анналы хирургической гепатологии*. 2022;27(4):15–22. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2022-4-15-22>
11. Черноусов А. Ф., Харнас С. С., Горовая Н. С., Галлингер Ю. И., Годжелло Э. А., Левкин В.В. Роль комплексного ультразвукового исследования в диагностике рака желудка Часть II. Возможности эндоскопического и интраоперационного УЗИ в установлении стадии рака желудка. *Вестник хирургической гастроэнтерологии*. 2009;2:19–26.
12. Viganò L, Mineccia M, Bertolino F, Giraldi F, Rigazio C, Rocca R, Ferrero A. Intraoperative ultrasonography in patients undergoing surgery for Crohn's disease. Prospective evaluation of an innovative approach to optimize staging and treatment planning. *Updates Surg*. 2019;71(2):305–312. <https://doi.org/10.1007/s13304-019-00668-7>
13. Шельгин Ю. А., Ачкасов С. И., Орлова Л. П., Трубачева Ю. Л., Москалев А. И., Майновская О. А. Роль интраоперационного ультразвукового исследования при хронических осложнениях дивертикулярной болезни. *Анналы хирургии*. 2016;21(1-2):106–113.
14. Lin PC, Thyer A, Soules MR. Intraoperative ultrasound during a laparoscopic myomectomy. *Fertil Steril*. 2004;81(6):1671–1674. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2003.10.049>
15. Анчабадзе И. В. Оптимизация лечебно-диагностического алгоритма при эктопической беременности. Дисс. М., 2009.
16. Marcal LP, Patnana M, Bhosale P, Bedi DG. Intraoperative abdominal ultrasound in oncologic imaging. *World J Radiol*. 2013;5(3):51–60. <https://doi.org/10.4329/wjr.v5.i3.51>
17. Gagner M, Pomp A, Heniford BT, Pharand D, Lacroix A. Laparoscopic adrenalectomy: lessons learned from 100 consecutive procedures. *Ann Surg*. 1997;226(3):238–246. <https://doi.org/10.1097/00000658-199709000-00003>
18. Vettoretto N, Saronni C, Harbi A, Balestra L, Taglietti L, Giovanetti M. Critical view of safety during laparoscopic cholecystectomy. *JLS*. 2011;15(3):322–325. <https://doi.org/10.4293/108680811X13071180407474>
19. Handzel RM, Peitzman AB. Laparoscopic cholecystectomy: semi-top-down technique. *Annals of Laparoscopic and Endoscopic Surgery*. 2019;4. <https://doi.org/10.21037/ales.2019.06.01>
20. Babel N, Sakpal SV, Paragi P, Wellen J, Feldman S, Chamberlain RS. Iatrogenic bile duct injury associated with anomalies of the right hepatic sectoral ducts: a misunderstood and underappreciated problem. *HPB Surg*. 2009;2009:153269. <https://doi.org/10.1155/2009/153269>
21. Daly SC, Deziel DJ, Li X, Thaqi M, Millikan KW, Myers JA, et al. Current practices in biliary surgery: Do we practice what we teach? *Surg. Endosc*. 2016;30(8):3345–3350. <https://doi.org/10.1007/s00464-015-4609-8>
22. Wang C, Peng W, Yang J, Li Y, Yang J, Hu X, et al. Application of near-infrared fluorescent cholangiography using indocyanine green in laparoscopic cholecystectomy. *J Int Med Res*. 2020 Dec;48(12):300060520979224. <https://doi.org/10.1177/0300060520979224>
23. Ishizawa T, Bandai Y, Kokudo N. Fluorescent cholangiography using indocyanine green for laparoscopic cholecystectomy: an initial experience. *Arch Surg*. 2009 Apr;144(4):381–382. <https://doi.org/10.1001/archsurg.2009.9>
24. Sebastian M, Rudnicki J. Recommendation for cholecystectomy protocol based on intraoperative ultrasound - a single-centre retrospective case-control study. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*. 2021 Mar;16(1):54–61. <https://doi.org/10.5114/wiitm.2020.93999>
25. Hublet A, Dili A, Lemaire J, Mansvelt B, Molle G, Bertrand C. Laparoscopic ultrasonography as a good alternative to intraoperative cholangiography (IOC) during laparoscopic cholecystectomy: results of prospective study. *Acta Chir Belg*. 2009 May-Jun;109(3):312–316. <https://doi.org/10.1080/00015458.2009.11680431>
26. Tranter SE, Thompson MH. Potential of laparoscopic ultrasonography as an alternative to operative cholangiography in the detection of bile duct stones. *The British Journal of Surgery*. 2001;88(1):65–69. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2168.2001.01622.x>
27. Labib PL, Aroori S. Intraoperative ultrasound versus fluorescence and X-ray cholangiography for the identification of bile duct stones, biliary anatomy and bile duct injury during laparoscopic cholecystectomy: Time for a randomized controlled trial? *Br J Surg*. 2020 Oct;107(11):e563. <https://doi.org/10.1002/bjs.11862>

28. Dili A, Bertrand C. Laparoscopic ultrasonography as an alternative to intraoperative cholangiography during laparoscopic cholecystectomy. *World J Gastroenterol.* 2017;23(29):5438–5450. <https://doi.org/10.3748/wjg.v23.i29.5438>
29. Луцевич О. Э. Острый холецистит: возможности лапароскопической хирургии. *Анналы хирургической гепатологии.* 2020;25(3):63–70. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2020363-70>
30. Gwinn EC, Daly S, Deziel DJ. The use of laparoscopic ultrasound in difficult cholecystectomy cases significantly decreases morbidity. *Surgery.* 2013;154(4):909–917. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2013.04.041>
31. Балаян А. З. Современные возможности диагностики острого холецистита. *Медицинские новости.* 2015; 248(5):19–22.
32. Perry KA, Myers JA, Deziel DJ. Laparoscopic ultrasound as the primary method for bile duct imaging during cholecystectomy. *Surg Endosc.* 2008 Jan;22(1):208–213. <https://doi.org/10.1007/s00464-007-9558-4>
33. Бордаков В. Н., Реуцкий И. П., Бордаков П. В. Современные методы диагностики холедохолитиаза. *Военная медицина.* 2014;3(32):94–101.
34. Hashimoto M, Matsuda M, Watanabe G. Intraoperative ultrasonography for reducing bile duct injury during laparoscopic cholecystectomy. *Hepatogastroenterology.* 2010 Jul-Aug;57(101):706–709.
35. Catheline J, Rizk N, Champault G. A comparison of laparoscopic ultrasound versus cholangiography in the evaluation of the biliary tree during laparoscopic cholecystectomy. *Eur J Ultrasound.* 1999 Sep;10(1):1–9. [https://doi.org/10.1016/s0929-8266\(99\)00028-2](https://doi.org/10.1016/s0929-8266(99)00028-2)
36. Halpin VJ, Dunnegan D, Soper NJ. Laparoscopic intracorporeal ultrasound versus fluoroscopic intraoperative cholangiography: after the learning curve. *Surgical endoscopy.* 2002;16(2):336–341. <https://doi.org/10.1007/s00464-001-8325-1>
37. Aziz O, Ashrafian H, Jones C, Harling L, Kumar S, Garas G, et al. Laparoscopic ultrasonography versus intra-operative cholangiogram for the detection of common bile duct stones during laparoscopic cholecystectomy: a meta-analysis of diagnostic accuracy. *Int J Surg.* 2014;12(7):712–719. <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2014.05.038>
38. Machi J, Johnson JO, Deziel DJ, Soper NJ, Berber E, Siperstein A, et al. The routine use of laparoscopic ultrasound decreases bile duct injury: a multicenter study. *Surg Endosc.* 2009;23(2):384–388. <https://doi.org/10.1007/s00464-008-9985-x>
39. Piccolboni D, Ciccone F, Settembre A, Corcione F. The role of echo-laparoscopy in abdominal surgery: five years' experience in a dedicated center. *Surg Endosc.* 2008;22(1):112–117. <https://doi.org/10.1007/s00464-007-9382-x>
40. Donoghue S, Jones RM, Bush A, Srinivas G, Bowling K, Andrews S. Cost effectiveness of intraoperative laparoscopic ultrasound for suspected choledocholithiasis; outcomes from a specialist benign upper gastrointestinal unit. *Ann R Coll Surg Engl.* 2020 Oct;102(8):598–600. <https://doi.org/10.1308/rcsann.2020.0109>
41. Sun SX, Kulaylat AN, Hollenbeak CS, Soybel DI. Cost-effective Decisions in Detecting Silent Common Bile Duct Gallstones During Laparoscopic Cholecystectomy. *Ann Surg.* 2016 Jun;263(6):1164–1172. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001348>
42. Shaaban H, Welch A, Rao S. Laparoscopic ultrasound for the diagnosis of choledocholithiasis: quick, safe, and effective. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech.* 2014 Jun;24(3):274–276. <https://doi.org/10.1097/SLE.0b013e31828fa907>
43. Алмохамад А. Т., Климов А. Е. Холедохолитиаз (обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание.* 2021;15(3):16–23. <https://doi.org/10.24412/2075-4094-2021-3-1-2>
44. Старков Ю. Г., Шишкин К. В. Интраоперационное ультразвуковое исследование в эндоскопической хирургии. М.: Русский путь; 2006, 120 с.
45. Rijna H, Eijbouts QA, Barkhof F, de Brauw LM, Cuesta MA. Assessment of the biliary tract by ultrasonography and cholangiography during laparoscopic cholecystectomy: a prospective study. *Eur J Ultrasound.* 1999 May;9(2):127–133. [https://doi.org/10.1016/s0929-8266\(99\)00018-x](https://doi.org/10.1016/s0929-8266(99)00018-x)
46. Siperstein A, Pearl J, Macho J, Hansen P, Gitomirsky A, Rogers S. Comparison of laparoscopic ultrasonography and fluorocholangiography in 300 patients undergoing laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc.* 1999 Feb;13(2):113–117. <https://doi.org/10.1007/s004649900917>
47. Способ интраоперационной диагностики патологии протоков при лапароскопических операциях. Редькин А. Н., Самойлов В. Л., Вдовин В. В., Чвикалов Е. С., Лебедев Д. Н. Роспатент. Зарегистрировано 17.04.2006. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2310386.

References

1. Ionescu S. Intraoperative Ultrasound in Colorectal Surgery. In: *Current Topics in Colorectal Surgery.* Edited by Camilleri-Brennan J. IntechOpen, 2021, pp. 275–281. <https://doi.org/10.5772/intechopen.100411>
2. Lubner MG, Mankowski Gettle L, Kim DH, Ziemlewicz TJ, Dahiya N, Pickhardt P. Diagnostic and procedural intraoperative ultrasound: technique, tips and tricks for optimizing results. *Br J Radiol.* 2021 May 1;94(1121):20201406. <https://doi.org/10.1259/bjr.20201406>
3. Våpenstad C, Rethy A, Langø T, Selbekk T, Ystgaard B, Hernes TA, Mårvik R. Laparoscopic ultrasound: a survey of its current and future use, requirements, and integration with navigation technology. *Surg Endosc.* 2010 Dec;24(12):2944–2953. <https://doi.org/10.1007/s00464-010-1135-6>

4. Bartos A, Iancu I, Breazu CM, Bartos D. Intraoperative Ultrasound of the Liver: Actual Status and Indications. In: *Liver Research and Clinical Management*. Edited by Luis Rodrigo. IntechOpen, 2018, pp. 73–94. <https://doi.org/10.5772/intechopen.73856>
5. Jakimowicz JJ. Intraoperative ultrasonography in open and laparoscopic abdominal surgery: an overview. *Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques*. 2006 Apr;20 Suppl 2:S425–35. <https://doi.org/10.1007/s00464-006-0035-2>
6. Borsukov AV, Bezalynnyh AA, Mamoshin AV. Comparative features of transabdominal and laparoscopic ultrasound study of liver, bile ducts, gall bladder, pancreas. *Journal of New Medical Technologies*. 2013;20(1):85–89. (In Russ.).
7. Machi J, Oishi AJ, Furumoto NL, Oishi RH. Intraoperative ultrasound. *Surg Clin North Am*. 2004 Aug;84(4):1085–1111. <https://doi.org/10.1016/j.suc.2004.04.001>
8. Ellsmere J, Stoll J, Rattner D, Brooks D, Kane R, Wells W, et al. A Navigation System for Augmenting Laparoscopic Ultrasound. *Proceedings of Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention. MICCAI 2003*, pp. 184–191. https://doi.org/10.1007/978-3-540-39903-2_23
9. Bartoş A, Bartos D, Spârchez Z, Iancu I, Ciobanu L, Iancu C, Breazu C. Laparoscopic Contrast-Enhanced Ultrasonography for Real Time Monitoring of Laparoscopic Radiofrequency Ablation for Hepatocellular Carcinoma: an Observational Pilot Study. *J Gastrointestin Liver Dis*. 2019;28(4):457–462. <https://doi.org/10.15403/jgld-263>
10. Akhaladze G.G., Ivanova O.A. Current trends in liver surgery. *Annals of HPB Surgery*. 2022;27(4):15–22. (In Russ.). <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2022-4-15-22>
11. Harnas SS, Gorovaya NS, Hallinger YI, Godjello EA, Levkin VV, Chernousov AF. Complex ultrasound diagnostics of stomach cancer. Part II. Endoscope and intrasurgical diagnostics of stomach cancer. *Vestnik hirurgicheskoi gastroenterologii*. 2009;2:19–26. (In Russ.).
12. Viganò L, Mineccia M, Bertolino F, Giraldi F, Rigazio C, Rocca R, Ferrero A. Intraoperative ultrasonography in patients undergoing surgery for Crohn's disease. Prospective evaluation of an innovative approach to optimize staging and treatment planning. *Updates Surg*. 2019;71(2):305–312. <https://doi.org/10.1007/s13304-019-00668-7>
13. Shelygin YuA, Achkasov SI, Orlova LP, Trubacheva YuL, Moskalev AI, Maynovskaya OA. Role of intraoperative ultrasound in chronic complications of diverticular disease. *Annals of Surgery (Russia)*. 2016;21(1-2):106–113. (In Russ.).
14. Lin PC, Thyer A, Soules MR. Intraoperative ultrasound during a laparoscopic myomectomy. *Fertil Steril*. 2004;81(6):1671–1674. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2003.10.049>
15. Anchabadze IV. Optimization of the therapeutic and diagnostic algorithm in ectopic pregnancy. Diss. Moscow, 2009. (In Russ.).
16. Marcal LP, Patnana M, Bhosale P, Bedi DG. Intraoperative abdominal ultrasound in oncologic imaging. *World J Radiol*. 2013;5(3):51–60. <https://doi.org/10.4329/wjr.v5.i3.51>
17. Gagner M, Pomp A, Heniford BT, Pharand D, Lacroix A. Laparoscopic adrenalectomy: lessons learned from 100 consecutive procedures. *Ann Surg*. 1997;226(3):238–246. <https://doi.org/10.1097/0000658-199709000-00003>
18. Vettoretto N, Saronni C, Harbi A, Balestra L, Taglietti L, Giovanetti M. Critical view of safety during laparoscopic cholecystectomy. *JLS*. 2011;15(3):322–325. <https://doi.org/10.4293/108680811X13071180407474>
19. Handzel RM, Peitzman AB. Laparoscopic cholecystectomy: semi-top-down technique. *Annals of Laparoscopic and Endoscopic Surgery*. 2019;4. <https://doi.org/10.21037/ales.2019.06.01>
20. Babel N, Sakpal SV, Paragi P, Wellen J, Feldman S, Chamberlain RS. Iatrogenic bile duct injury associated with anomalies of the right hepatic sectoral ducts: a misunderstood and underappreciated problem. *HPB Surg*. 2009;2009:153269. <https://doi.org/10.1155/2009/153269>
21. Daly SC, Deziel DJ, Li X, Thaqi M, Millikan KW, Myers JA, et al. Current practices in biliary surgery: Do we practice what we teach? *Surg. Endosc*. 2016;30(8):3345–3350. <https://doi.org/10.1007/s00464-015-4609-8>
22. Wang C, Peng W, Yang J, Li Y, Yang J, Hu X, et al. Application of near-infrared fluorescent cholangiography using indocyanine green in laparoscopic cholecystectomy. *J Int Med Res*. 2020 Dec;48(12):30060520979224. <https://doi.org/10.1177/0300060520979224>
23. Ishizawa T, Bandai Y, Kokudo N. Fluorescent cholangiography using indocyanine green for laparoscopic cholecystectomy: an initial experience. *Arch Surg*. 2009 Apr;144(4):381–382. <https://doi.org/10.1001/archsurg.2009.9>
24. Sebastian M, Rudnicki J. Recommendation for cholecystectomy protocol based on intraoperative ultrasound - a single-centre retrospective case-control study. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*. 2021 Mar;16(1):54–61. <https://doi.org/10.5114/wiitm.2020.93999>
25. Hublet A, Dili A, Lemaire J, Mansvelt B, Molle G, Bertrand C. Laparoscopic ultrasonography as a good alternative to intraoperative cholangiography (IOC) during laparoscopic cholecystectomy: results of prospective study. *Acta Chir Belg*. 2009 May-Jun;109(3):312–316. <https://doi.org/10.1080/00015458.2009.11680431>
26. Tranter SE, Thompson MH. Potential of laparoscopic ultrasonography as an alternative to operative cholangiography in the detection of bile duct stones. *The British Journal of Surgery*. 2001;88(1):65–69. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2168.2001.01622.x>
27. Labib PL, Aroori S. Intraoperative ultrasound versus fluorescence and X-ray cholangiography for the identification of bile duct stones, biliary anatomy and bile duct injury during laparoscopic cholecystectomy: Time for a randomized controlled trial? *Br J Surg*. 2020 Oct;107(11):e563. <https://doi.org/10.1002/bjs.11862>

28. Dili A, Bertrand C. Laparoscopic ultrasonography as an alternative to intraoperative cholangiography during laparoscopic cholecystectomy. *World J Gastroenterol.* 2017;23(29):5438–5450. <https://doi.org/10.3748/wjg.v23.i29.5438>
29. Lutsevich OE. Acute cholecystitis: possibilities of laparoscopic surgery. *Annals of HPB Surgery.* 2020;25(3):63–70. (In Russ.). <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2020363-70>
30. Gwinn EC, Daly S, Deziel DJ. The use of laparoscopic ultrasound in difficult cholecystectomy cases significantly decreases morbidity. *Surgery.* 2013;154(4):909–917. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2013.04.041>
31. Balayan HZ. Up-to-date possibilities of diagnosis of severe cholecystitis. *Meditainskie novosti.* 2015; 248(5):19–22. (In Russ.).
32. Perry KA, Myers JA, Deziel DJ. Laparoscopic ultrasound as the primary method for bile duct imaging during cholecystectomy. *Surg Endosc.* 2008 Jan;22(1):208–213. <https://doi.org/10.1007/s00464-007-9558-4>
33. Bordakov VN, Reutskij IP, Bordakov PV. Modern methods of diagnostics choledocholithiasis. *Voennaya meditsina.* 2014;3(32):94–101. (In Russ.).
34. Hashimoto M, Matsuda M, Watanabe G. Intraoperative ultrasonography for reducing bile duct injury during laparoscopic cholecystectomy. *Hepatogastroenterology.* 2010 Jul-Aug;57(101):706–709.
35. Catheline J, Rizk N, Champault G. A comparison of laparoscopic ultrasound versus cholangiography in the evaluation of the biliary tree during laparoscopic cholecystectomy. *Eur J Ultrasound.* 1999 Sep;10(1):1–9. [https://doi.org/10.1016/s0929-8266\(99\)00028-2](https://doi.org/10.1016/s0929-8266(99)00028-2)
36. Halpin VJ, Dunnegan D, Soper NJ. Laparoscopic intracorporeal ultrasound versus fluoroscopic intraoperative cholangiography: after the learning curve. *Surgical endoscopy.* 2002;16(2):336–341. <https://doi.org/10.1007/s00464-001-8325-1>
37. Aziz O, Ashrafian H, Jones C, Harling L, Kumar S, Garas G, et al. Laparoscopic ultrasonography versus intra-operative cholangiogram for the detection of common bile duct stones during laparoscopic cholecystectomy: a meta-analysis of diagnostic accuracy. *Int J Surg.* 2014;12(7):712–719. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2014.05.038>
38. Machi J, Johnson JO, Deziel DJ, Soper NJ, Berber E, Siperstein A, et al. The routine use of laparoscopic ultrasound decreases bile duct injury: a multicenter study. *Surg Endosc.* 2009;23(2):384–388. <https://doi.org/10.1007/s00464-008-9985-x>
39. Piccolboni D, Ciccone F, Settembre A, Corcione F. The role of echo-laparoscopy in abdominal surgery: five years' experience in a dedicated center. *Surg Endosc.* 2008;22(1):112–117. <https://doi.org/10.1007/s00464-007-9382-x>
40. Donoghue S, Jones RM, Bush A, Srinivas G, Bowling K, Andrews S. Cost effectiveness of intraoperative laparoscopic ultrasound for suspected choledocholithiasis; outcomes from a specialist benign upper gastrointestinal unit. *Ann R Coll Surg Engl.* 2020 Oct;102(8):598–600. <https://doi.org/10.1308/rcsann.2020.0109>
41. Sun SX, Kulaylat AN, Hollenbeak CS, Soybel DI. Cost-effective Decisions in Detecting Silent Common Bile Duct Gallstones During Laparoscopic Cholecystectomy. *Ann Surg.* 2016 Jun;263(6):1164–1172. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001348>
42. Shaaban H, Welch A, Rao S. Laparoscopic ultrasound for the diagnosis of choledocholithiasis: quick, safe, and effective. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech.* 2014 Jun;24(3):274–276. <https://doi.org/10.1097/SLE.0b013e31828fa907>
43. Almohamad AT, Klimov AE. Choledocholithia. *Journal of New Medical Technologies.* 2021;15(3):16–23. <https://doi.org/10.24412/2075-4094-2021-3-1-2>
44. Starkov YuG, Shishkin KV. Intraoperative ultrasound examination in endoscopic surgery. Moscow: "Russkii put'" Publ., 2006, 120 p. (In Russ.).
45. Rijna H, Eijbouts QA, Barkhof F, de Brauw LM, Cuesta MA. Assessment of the biliary tract by ultrasonography and cholangiography during laparoscopic cholecystectomy: a prospective study. *Eur J Ultrasound.* 1999 May;9(2):127–133. [https://doi.org/10.1016/s0929-8266\(99\)00018-x](https://doi.org/10.1016/s0929-8266(99)00018-x)
46. Siperstein A, Pearl J, Macho J, Hansen P, Gitomirsky A, Rogers S. Comparison of laparoscopic ultrasonography and fluorocholangiography in 300 patients undergoing laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc.* 1999 Feb;13(2):113–117. <https://doi.org/10.1007/s004649900917>
47. Method for intrasurgical diagnostics of the pathology of biliary ducts at laparoscopic operations. Redkin AN, Samojlov VS, Vdovin VV, Chvikalov ES, Lebedev DN. Ruspatent. Registered on 17.04.2006. The certificate of state registration of computer programs No. 2310386. (In Russ.).

Информация об авторах:

Гусев Александр Владимирович – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей хирургии и эндоскопии ФГБОУ ВО «Ивановский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Иваново, Российская Федерация
eLibrary SPIN: 2991-3290, AuthorID: 937106

Бобров Дмитрий Алексеевич ✉ – ассистент кафедры факультетской хирургии ФГБОУ ВО «Ивановский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Иваново, Российская Федерация

Соловьев Александр Юрьевич – ассистент кафедры общей хирургии и эндоскопии ФГБОУ ВО «Ивановский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Иваново, Российская Федерация

Information about authors:

Aleksandr V. Gusev – Dr. Sci. (Medicine), Professor, Head of the Department of General Surgery and Endoscopy, Ivanovo State Medical University, Ivanovo, Russian Federation
eLibrary SPIN: 2991-3290, AuthorID: 937106

Dmitriy A. Bobrov ✉ – Assistant, Department of Faculty Surgery, Ivanovo State Medical University, Ivanovo, Russian Federation

Aleksandr Yu. Solovev – Assistant, Department of General Surgery and Endoscopy, Ivanovo State Medical University, Ivanovo, Russian Federation

Участие авторов:

Гусев А. В. – научное руководство и концепция исследования, доработка текста, итоговые выводы;
Бобров Д. А. – написание исходного текста, итоговые выводы;
Соловьев А. Ю. – участие в разработке учебных программ и их реализации.
Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи и утвердили окончательный вариант, одобренный к публикации.

Contribution of the authors:

Gusev A. V. – scientific supervision and study concept, manuscript revision, final conclusions;
Bobrov D. A. – drafting of the manuscript, final conclusions.
Solovev A. Yu. –
All authors made equivalent contributions to the preparation of the article and approved the final version for publication.