

<https://doi.org/10.17238/2072-3180-2026-1-68-76>

УДК 616.381.366-089.87-072.1

© Бронштейн Г.П., Луцевич О.Э., Самсомян Э.Х., Алишихов Ш.А., 2026

Оригинальная статья / Original article



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАПАРОСКОПИЧЕСКОЙ ХОЛЕЦИСТЭКТОМИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОТОКОЛА ЭЛЕКТРОХИРУРГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭВАКУАЦИИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ДЫМА

Г.П. БРОНШТЕЙН^{1,2}, О.Э. ЛУЦЕВИЧ¹, Э.Х. САМСОМЯН^{1,2}, Ш.А. АЛИШИХОВ^{1,2}

¹ ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, 127006, Москва, Россия

² Больница Центросоюза РФ, 107150, Москва, Россия

Резюме

Введение. Электрохирургические методы широко применяются в общей и эндоскопической хирургии, однако их использование сопровождается образованием так называемого хирургического дыма, который содержит множество токсичных веществ. Помимо воздействия дыма на здоровье, сама электрохирургия несёт ряд характерных рисков. Присутствие дыма в зоне операции ухудшает видимость операционного поля. В условиях лапароскопии эта проблема усугубляется замкнутым пространством брюшной полости.

Цель исследования. Провести сравнительный анализ результатов выполнения лапароскопической холецистэктомии с применением протокола безопасной работы с электрохирургическим оборудованием и с активной эвакуацией хирургического дыма, и без применения данного протокола.

Материалы и методы. Проведен сравнительный анализ результатов выполнения лапароскопической холецистэктомии 507 пациентам по поводу хронического калькулёзного холецистита на базе хирургического отделения в 2021–2024 гг. Пациенты были разделены на две группы: контрольная группа (n = 252) – пациенты, которым была выполнена стандартная техника лапароскопической холецистэктомии с использованием электрохирургического инструмента без специальной эвакуации дыма; исследуемая группа (n = 255) – пациенты, которым была выполнена лапароскопическая холецистэктомия, выполненная с применением авторского протокола безопасной работы с электрохирургическим оборудованием и с активной эвакуацией хирургического дыма.

Результаты. Нами был разработан чек-лист мер безопасной работы с электрохирургическим оборудованием и с активной эвакуацией хирургического дыма. Применение разработанного протокола позволило повысить безопасность вмешательства для пациента.

Обсуждение. Наше исследование показывает, что внедрение стандартизированного протокола безопасной электрохирургии с активной эвакуацией дыма при ЛХЭ позволяет одновременно улучшить внутриоперационные условия (визуализацию, управляемость коагуляции) и снизить частоту ряда осложнений без увеличения длительности вмешательства.

Заключение. Внедрение протокола безопасной работы с электрохирургическим оборудованием с активной эвакуацией хирургического дыма существенно улучшает условия проведения лапароскопической операции. Авторский протокол демонстрирует высокий уровень безопасности для пациента и снижает частоту возникновения различных послеоперационных осложнений, в том числе ожоговых повреждений.

Ключевые слова: электрохирургия, электрохирургическая безопасность, лапароскопическая холецистэктомия.

Конфликт интересов: отсутствуют.

Для цитирования: Бронштейн Г.П., Луцевич О.Э., Самсомян Э.Х., Алишихов Ш.А. Сравнительный анализ результатов выполнения лапароскопической холецистэктомии с использованием протокола электрохирургической безопасности и эвакуации хирургического дыма. *Московский хирургический журнал*, 2026. № 1. С. 68–76. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2026-1-68-76>

Вклад авторов: Бронштейн Г.П., Самсомян Э.Х., Алишихов Ш.А. – сбор и обработка материала, написание текста. Луцевич О.Э. – редактирование, утверждение окончательного варианта статьи.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF LAPAROSCOPIC CHOLECYSTECTOMY USING THE PROTOCOL OF ELECTROSURGICAL SAFETY AND EVACUATION OF SURGICAL SMOKE

GRIGORIY P. BRONSTEIN^{1,2}, OLEG E. LUTSEVICH¹, EDGAR E.H. SAMSONYAN^{1,2}, SHERIFF S.A. ALISHIKHOV^{1,2}

¹ Russian University of Medicine, Ministry of Health of the Russian Federation, 127006, Moscow, Russia

² Centrosoyuz Hospital of the Russian Federation, 107150, Moscow, Russia

Abstract

Introduction. Electrosurgical methods are widely used in general and endoscopic surgery, but their use is accompanied by the formation of so-called surgical smoke, which contains many toxic substances. In addition to the health effects of smoke, electrosurgery itself carries a number of characteristic risks. The presence of smoke in the surgical area impairs the visibility of the surgical field. In laparoscopy, this problem is aggravated by the confined space of the abdominal cavity.

The purpose of the study. To conduct a comparative analysis of the results of laparoscopic cholecystectomy using a protocol for safe operation with electrosurgical equipment and with active evacuation of surgical smoke, and without using this protocol.

Materials and methods. A comparative analysis of the results of laparoscopic cholecystectomy performed in 507 patients with chronic calculous cholecystitis at the surgical department in 2021-2024 was carried out. The patients were divided into two groups: the control group (n = 252) consisted of patients who underwent a standard laparoscopic cholecystectomy technique using an electrosurgical instrument without special smoke evacuation; The study group (n = 255) consisted of patients who underwent laparoscopic cholecystectomy performed using the author's protocol for safe operation with electrosurgical equipment and with active evacuation of surgical smoke.

Results. We have developed a checklist of measures for safe operation with electrosurgical equipment and with active evacuation of surgical smoke. The application of the developed protocol made it possible to increase the safety of the intervention for the patient.

Discussion. Our study shows that the introduction of a standardized protocol for safe electrosurgery with active smoke evacuation in CCE can simultaneously improve intraoperative conditions (visualization, coagulation control) and reduce the incidence of a number of complications without increasing the duration of the intervention.

Conclusion. The introduction of a protocol for safe operation with electrosurgical equipment with active evacuation of surgical smoke significantly improves the conditions for laparoscopic surgery. The author's protocol demonstrates a high level of safety for the patient and reduces the incidence of various postoperative complications, including burn injuries.

Key words: electrosurgery, electrosurgical safety, laparoscopic cholecystectomy.

Conflict of interests: none.

For citation: BRONSTEIN G.P., LUTSEVICH O.E., SAMSONYAN E.E.H., ALISHIKHOV S.S.A. Comparative analysis of the results of laparoscopic cholecystectomy using the protocol of electrosurgical safety and evacuation of surgical smoke. *Moscow Surgical Journal*, 2026, № 1, pp. 68–76. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2026-1-68-76>

Contribution of the authors: Bronstein G.P., Samsonyan E.H., Alishikhov S.A. – collection and processing of material, writing the text. Lutsevich O.E. – editing, approval of the final version of the article.

Введение

Электрохирургические методы широко применяются в общей и эндоскопической хирургии, однако их использование сопровождается образованием так называемого хирургического дыма – аэрозоля продуктов термического разрушения тканей. Этот хирургический дым содержит множество токсичных веществ; по оценкам Ассоциации периоперационных дипломированных медсестёр (Association of periOperative Registered Nurses, AORN), ежедневное воздействие дыма на операционную бригаду эквивалентно вдыханию дыма от 27 до 30 сигарет [1]. В составе электрохирургического дыма обнаружено свыше 150 опасных химических соединений, включая канцерогенные полициклические ароматические углеводороды. Помимо токсичных химикатов, дым способен переносить инфекционные агенты: в исследованиях в нём выявлялись жизнеспособные бактерии и вирусы (например, Вирус папилломы человека (ВПЧ), что подтверждает риск инфицирования через аэрозоль [2].

Помимо воздействия дыма на здоровье, сама электрохирургия несёт ряд характерных рисков. Известно, что основные опасности при работе электрохирургических высокочастотных аппаратов (ЭХВЧ) – это возможность непреднамеренных ожогов пациента, возникновение возгорания и образование дымовой пленки (аэрозоля) [3]. Присутствие дыма

в зоне операции ухудшает видимость операционного поля. В условиях лапароскопии эта проблема усугубляется замкнутым пространством брюшной полости: скопление дыма при выполнении эндохирургических операций резко снижает качество визуализации и часто вынуждает хирурга прерывать работу для проветривания, что может повышать риск интраоперационных осложнений. Согласно литературным данным, один из распространённых негативных эффектов хирургического дыма является именно затруднение обзора, способное приводить к ошибкам; при этом монополярный коагулятор генерирует значительно больший объём дыма и сильнее ухудшает видимость по сравнению с биполярными или ультразвуковыми инструментами [3].

Таким образом, разработка и внедрение протоколов безопасной работы с электрохирургическим оборудованием является актуальной проблемой хирургии на сегодняшний день.

Цель исследования. Провести сравнительный анализ результатов выполнения лапароскопической холецистэктомии с применением протокола безопасной работы с электрохирургическим оборудованием и с активной эвакуацией хирургического дыма, и без применения данного протокола.

Материалы и методы

Нами был проведен сравнительный анализ результатов выполнения лапароскопической холецистэктомии 507 пациентам по поводу хронического калькулёзного холецистита на базе хирургического отделения в 2021–2024 гг. Пациенты были разделены на две группы: контрольная группа (n = 252) – пациенты, которым была выполнена стандартная техника лапароскопической холецистэктомии с использованием электрохирургического инструмента без специальной эвакуации дыма; исследуемая группа (n = 255) – пациенты, которым была выполнена лапароскопическая холецистэктомия, выполненная с применением авторского протокола безопасной работы с электрохирургическим оборудованием и с активной эвакуацией хирургического дыма. Данный протокол был внедрён в практическую деятельность хирургического отделения с 2023 года.

Критериями для включения пациентов в исследование служили: ЖКБ, хронический калькулёзный холецистит, отсутствие противопоказаний к выполнению оперативного вмешательства; добровольно высказанное согласие пациента на операцию и участие в исследовании. Критерии не включения пациентов были следующими: наличие противопоказаний к внутривенной анестезии; острый калькулёзный холецистит; крайне тяжелое состояние пациента. Критериями исключения пациентов были приняты: выявление в ходе предоперационной диагностики или интраоперационно состояний, влияющих на объем и характер оперативного вмешательства; невыполнение рекомендаций лечащего врача в послеоперационном периоде, отказ больного от прохождения контрольного обследования.

Перед выполнением оперативного вмешательства нами были оценены основные предоперационные показатели, характеризовавшие группы сравнения (табл. 1).

Таблица 1

Основные предоперационные показатели в группах сравнения

Table 1

The main preoperative indicators in the comparison groups

В соответствие с представленными данными, обе изучаемые группы были полностью однородны по всем изучаемым

Показатель/Indicator	Контрольная группа/ Control group (n=252)	Исследуемая группа / Study group (n=255)	Статистическая значимость различий / Statistical significance of differences <i>p</i>
Возраст, лет/Age, years	52,4±11,6	52,1±11,2	<i>p</i> >0,05
Пол: мужчины,/ Gender: men, n (%)	90 (35,7 %)	92 (36,1 %)	<i>p</i> >0,05
Пол: женщины,/ Gender: women, n (%)	162 (64,3 %)	163 (63,9 %)	<i>p</i> >0,05
ИМТ, кг/м ² / BMI, kg/m ²	28,1±9,5	27,9±9,6	<i>p</i> >0,05
Сахарный диабет 2 типа,/ Type 2 diabetes mellitus n (%)	43 (17,1 %)	45 (17,6 %)	<i>p</i> >0,05
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л/ Leukocytes, ×10 ⁹ /l	6,2±2,8	6,1±2,9	<i>p</i> >0,05
Гемоглобин, г/л/ Hemoglobin, g/l	136,4±16,0	135,1±15,0	<i>p</i> >0,05
С-реактивный белок, мг/л/ C-reactive protein, mg/l	1,2±0,2	1,2±0,2	<i>p</i> >0,05
Гемоглобин, г/л/ Hemoglobin, g/l	15,6±6,2	15,4±6,4	<i>p</i> >0,05
Билирубин общий, мкмоль/л/ Total bilirubin, mmol/l	5,2±2,2	4,9±2,1	<i>p</i> >0,05
Общий белок, г/л /Total protein, g/l	72,5±5,2	72,3 ± 5,1	<i>p</i> >0,05
Аланинаминотрансфераза (АЛТ), Ед/л/ Alanine Aminotransferase (ALT), Units/l	13,2±5,1	13,3 ± 4,8	<i>p</i> >0,05
Аспаратаминотрансфераза (АСТ), Ед/л/ Aspartate Aminotransferase (AST), Units/l	14,1±2,3	14,3±2,5	<i>p</i> >0,05
Гамма ГТ, Ед/л/ Gamma GT, Units/l	17,1±3,4	17,2±3,1	<i>p</i> >0,05
Щелочная фосфатаза, Ед/л/ Alkaline phosphatase, Units/l	43,1±4,3	43,4±4,2	<i>p</i> >0,05

предоперационным показателям (различия во всех случаях оказались статистически незначимыми, $p > 0,05$).

Результаты

Нами был разработан чек-лист мер безопасной работы с электрохирургическим оборудованием и с активной эвакуацией хирургического дыма, используемый бригадой при выполнении операции у пациентов в исследуемой группе с целью минимизации рисков ожогов и устранения хирургического дыма. Ключевые положения протокола включают следующие меры:

1. Проверка аппарата и заземления: перед операцией необходимо протестировать электрохирургический генератор на исправность и работоспособность системы автоматического контроля утечки тока (ALARM-система). Монополярный коагулятор применять только при наличии исправной нейтральной пластины (дисперсионного электрода) – пластина должна быть надежно прикреплена на сухую выбритую кожу бедра либо плеча пациента, максимально близко к операционному полю, с полным прилеганием всей поверхностью (во избежание ожога кожных покровов под пластиной).

2. Оптимальная настройка параметров ЭХВЧ: выбирать минимально эффективную мощность и подходящий режим коагуляции. Для лапароскопической холецистэктомии рекомендуемые значения – в режиме «Cut» 30–40 Вт (для диссекции тканей) и в режиме «Coagulation» 30–50 Вт (для коагуляции мелких сосудов), вместо более высоких параметров по умолчанию. Следует избегать режима «Spray» (распыление) в замкнутой полости, так как он генерирует избыточное количество дыма.

3. Изоляция и инструменты: использовать только электрохирургические инструменты с целой изоляцией. Перед началом вмешательства каждый раз проверять лапароскопические инструменты на отсутствие дефектов изоляционного покрытия (визуально, а при возможности – с помощью специального тестера). Не применять многоразовые электроды с повреждённым покрытием – они подлежат выбраковке. Металлические проводящие элементы (например, старые многоразовые троакары) рекомендуется заземлить либо заменить на одноразовые пластиковые, чтобы исключить паразитные токи.

4. Профилактика возгорания: убедиться, что в зоне применения коагулятора нет легко воспламеняющихся веществ. Кожный антисептик перед операцией должен полностью высохнуть. Во время коагуляции при общем наркозе снижать концентрацию подаваемого кислорода в дыхательной смеси, особенно при открытых операциях, чтобы уменьшить риск воспламенения. Сухие марлевые тампоны в брюшной полости перед прижиганием тканей смачивать физиологическим раствором (для предотвращения их возгорания от искр).

5. Активная эвакуация дыма: сразу после создания пневмоперитонеума подключить систему аспирации для удаления дыма. Возможны два подхода: (а) специализированный лапароскопический дымоэвакуатор – троакар с ULPA-фильтром, соединённый с вакуумным отсосом; (б) при отсутствии специального оборудования – импровизированная система на базе обычного хирургического аспиратора (через отдельный 5-мм порт вводится перфорированная трубка, соединённая с отсосом через бактерицидный фильтр). Аспирацию необходимо включать синхронно с каждым включением электрокоагуляции (одновременным нажатием педали или по команде ассистента), чтобы сразу отводить образующийся дым. Скорость отсоса регулировать таким образом, чтобы эффективно удалять дым, но не вызывать коллапс брюшной полости – ориентировочно 5–10 л/мин. Инсуффлятор при этом поддерживает внутрибрюшное давление пневмоперитонеума на стандартном уровне (12–14–16 мм рт. ст.), компенсируя отвод газа.

6. Координация действий бригады: вся операционная бригада должна быть осведомлена о необходимости соблюдения протокола. Ассистент хирурга отвечает за своевременное включение и наведение аспиратора дыма: при каждом использовании электроинструмента максимально приближает конец аспиратора к источнику дыма (при открытой хирургии) либо активирует лапароскопический эвакуатор. Операционная сестра контролирует параметры электрохирургического аппарата и работу аспирационной системы: приостанавливает аспиратор, когда коагуляция не выполняется, чтобы избежать необоснованной потери CO₂ и снижения давления.

7. Тактика коагуляции: хирургу рекомендуется по возможности коагулировать только при адекватной видимости. Избегать длительных непрерывных активаций коагулятора. При этом если видимость ухудшилась из-за дыма, то в таких случаях необходимо сразу прекратить коагуляцию и сделать паузу около 2–3 с, пока дым не будет устранён эвакуатором. Приём «clip-and-burn» (коагуляция с последующим клипированием) выполнять поэтапно: сперва короткая коагуляция, затем активация аспирации для удаления дыма и только после восстановления операционного обзора – наложение клипсы и пересечение структуры. Не сочетать одновременное клипирование с электрическим воздействием, чтобы не создавать избыток дыма в замкнутом пространстве.

8. Завершение операции и вентиляция: по окончании лапароскопического этапа операции перед экстубацией пациента выполнить фильтрацию и безопасную эвакуацию CO₂ из брюшной полости. Для этого CO₂ из брюшной полости выпускать не напрямую в атмосферу операционной, а через подключённый к троакару фильтр-эвакуатор (либо через аспирационную систему с бактерицидным фильтром),

что задержит взвесь дыма и аэрозоля. После полной де-сuffляции брюшной полости рекомендуется включить усиленную приточно-вытяжную вентиляцию операционной на 5–10 минут для очистки воздуха помещения от оставшихся мелкодисперсных частиц.

При выполнении оперативного вмешательства нами были оценены основные интраоперационные показатели при лапароскопической холецистэктомии в группах сравнения (табл. 2).

Таблица 2

Интраоперационные показатели при лапароскопической холецистэктомии в группах сравнения

Table 2

Intraoperative parameters in laparoscopic cholecystectomy in comparison groups

Показатель/Indicator	Контрольная группа/ Control group (n=252)	Исследуемая группа / Study group (n=255)	Статистическая значимость различий / Statistical significance of differences
Длительность операции, мин/ Duration of the operation, min	62,0±18,0	55,0±15,0	<i>p</i> <0,01
Интраоперационная кровопотеря, мл/ Intraoperative blood loss, ml	60,0±45,0	45,0 ± 30,0	<i>p</i> <0,01
Вынужденные паузы из-за дыма, раз/случай/ Forced pauses due to smoke, times/case, (n)	6,5±3,0	2,5 ± 1,5	<i>p</i> <0,01
Очистка оптики, раз/случай/ Cleaning of optics, times/case (n)	5,5±2,5	2,0±1,5	<i>p</i> <0,01
Количество активаций коагулятора, раз / Number of coagulator activations, times (n)	218,0±62,0	185,0±55,0	<i>p</i> <0,01
Доля активаций с синхронной аспира- цией дыма, / Proportion of activations with synchronous smoke aspiration, %	12	94	<i>p</i> <0,01

Всего проанализированы данные 507 лапароскопических холецистэктомий. Применение протокола безопасной работы с электрохирургическим оборудованием с эвакуацией хирургического дыма в исследуемой группе не увеличило длительность вмешательства, а напротив, ассоциировалось с сокращением времени операции. Средняя длительность холецистэктомии в контрольной группе составила 62,0±18,0 мин, тогда как в исследуемой группе – 55 ± 15 мин (*p*<0,01). Наиболее вероятными механизмами сокращения времени операции являются уменьшение числа вынужденных пауз, связанных с задымлением поля, снижение частоты коагуляции при ограниченной видимости, уменьшение потребности в повторной очистке оптики, а также более рациональное использование электроэнергии.

Интраоперационная кровопотеря в контрольной группе составила 60,0±45,0 мл против 45,0±30,0 мл исследуемой группе, что составило статистическую значимость различий (*p*<0,01).

Вынужденные паузы для восстановления видимости операционного поля потребовались у большинства

пациентов контрольной группы: в среднем 6,5±3,0 паузы на одну операцию против 2,5 ± 1,5 паузы в исследуемой группе (*p*<0,01).

Частота необходимости в очистке оптики лапароскопа от осевших частиц также существенно снизилась при использовании авторского протокола: в контрольной группе эндоскоп приходилось извлекать и протирать в среднем 5,5±2,5 раза за операцию, в исследуемой группе – 2,0±1,5 раза (*p* < 0,01).

Частота активаций электрохирургического коагулятора также оказалась ниже в исследуемой группе: в среднем 218,0±62,0 включений на операцию в контрольной группе против 185,0±55,0 в исследуемой группе (*p* < 0,01).

Доля активаций с синхронной аспирацией дыма достигла 94 % в исследуемой группе, в то время как в контрольной группе она составила всего 12 % (*p* < 0,01).

Применение разработанного протокола позволило также повысить безопасность вмешательства для пациента (табл. 3).

Таблица 3

Непосредственные результаты в группах сравнения

Table 3

Immediate results in comparison groups

Показатель/Indicator	Контрольная группа/ Control group (n=252)	Исследуемая группа / Study group (n=255)	Статистическая значимость различий / Statistical significance of differences <i>p</i>
Конверсия в открытую операцию, / Conversion to an open transaction, n (%)	12 (4,8%)	3 (1,2%)	<i>p</i> <0,05
Повреждение общего желчного протока, n (%) Damage to the common bile duct, n (%)	2 (0,8%)	0 (0,0%)	<i>p</i> >0,05
Эпизоды коагуляции при ограниченной видимости /Coagulation episodes with limited visibility, n (%)	68 (27,0%)	20 (7,8%)	<i>p</i> < 0,01
Жалобы персонала на дым (наличие хотя бы 1), / Staff complaints of smoke (presence of at least 1), n (%)	146 (57,9%)	49 (19,2%)	<i>p</i> < 0,01
Интраоперационные ожоговые повреждения/ Intraoperative burn injuries, n (%)	3 (1,2%)	0 (0,0%)	<i>p</i> >0,05
Подпечёчный/поддиафрагмальный абсцесс /Subhepatic/subdiaphragmatic abscess, n (%)	3 (1,2%)	0 (0,0%)	<i>p</i> >0,05
Билома/ Biloma, n (%)	3 (1,2%)	1 (0,4%)	<i>p</i> >0,05
Длительность госпитализации, сут/ Duration of hospitalization, day	3,8±2,0	3,1±1,3	<i>p</i> <0,01
Время возвращения к обычной активности, сут/ Time to return to normal activity, day	16,7 ± 5,2	14,2 ± 4,5	<i>p</i> < 0,01
Индекс удовлетворённости бригады (1–5)/ Team satisfaction index (1–5)	3,7 ± 0,7	4,6 ± 0,5	<i>p</i> <0,01
Боль по ВАШ через 24 ч, баллы (0–10)/ VAS pain after 24 hours, points (0–10)n (%)	4,2 ± 1,2	3,5 ± 1,0	<i>p</i> <0,01

Конверсия в открытую операцию в исследуемой группе составила 3 случая (1,2 %) против 12 (4,8 %) в контрольной группе (*p*<0,05), что является статистически значимым. В контрольной группе основными причинами конверсии являлись выраженный инфильтративный процесс в области треугольника Кало с невозможностью безопасной идентификации анатомических структур. В исследуемой группе конверсии выполнялись только при крайне выраженных рубцово-спаечных изменениях и грубой анатомической деформации, когда даже при соблюдении протокола безопасной электрохирургии и адекватной визуализации дальнейшая лапароскопическая диссекция оценивалась как потенциально опасная.

Частота эпизодов коагуляции при ограниченной видимости в контрольной группе составила 68 (27,0 %) против 20 (7,8 %) эпизодов в исследуемой группе (*p*<0,01), что является статистически значимым.

Снизилась жалоба персонала на дым: 146 (57,9 %) в контрольной группе против 49 (19,2 %) в исследуемой группе (*p*<0,01).

Длительность госпитализации в контрольной группе составила 3,8±2,0 суток, тогда как в исследуемой группе 3,1±1,3 суток, что является статистически значимым (*p*<0,01). Время возвращения к обычной активности в контрольной группе составило 16,7±5,2 суток, в то время как в исследуемой группе оно составило 14,2±4,5 суток, что является статистически значимым (*p*<0,01).

Индекс удовлетворенности бригады (ИУБ) мы оценивали по 5-балльной шкале (рис. 1). Индекс удовлетворённости бригады (ИУБ) – разработанный нами опросник, предназначенный для оценки комфортности условий работы операционной команды. Каждый член бригады (хирург, ассистент, анестезиолог, операционная сестра) по завершении операции выставлял интегральную оценку по 5-балль-

ной шкале, отражающую удовлетворённость условиями труда во время данного вмешательства. 5 баллов соответствовали полностью комфортным условиям (отлично), 1 балл – крайне неудовлетворительным (ужасно). В анкете учитывались, в частности, такие аспекты как: ясность видимости операционного поля, удобство работы инструментами (не приходилось ли останавливаться, менять оптику), чистота воздуха (отсутствие запаха гари, дыма), общее самочувствие (не возникло ли головной боли, раздражения глаз), удовлетворённость результатом операции.

Показатель /Баллы/Indicator /Points,	1	2	3	4	5
ясность видимости операционного поля/ clarity of visibility of the surgical field					
удобство работы инструментами/ ease of use of tools					
чистота воздуха/ clean air					
общее самочувствие/ general well-being					
удовлетворённость результатом операции/ satisfaction with the result of the operation					

Рис. 1. Анкета «Индекс удовлетворённости бригады»
Fig. 1. The "Team Satisfaction Index" questionnaire

По заполненным анкетам рассчитывался средний балл удовлетворённости для всей бригады на одну операцию – он и принят как ИУБ данного случая. Максимальное значение ИУБ – 5 баллов, что свидетельствует о полной удовлетворенности бригады условиями работы, минимальное – 1 балл. Отсутствие дымовой завесы положительно сказалось на самочувствии и удовлетворённости операционной бригады в исследуемой группе. Индекс удовлетворённости условиями труда по шкале ИУБ составил $3,7 \pm 0,7$ балла в среднем в контрольной группе против $4,6 \pm 0,5$ балла в исследуемой группе ($p < 0,01$), что отражает более комфортные условия работы в исследуемой группе.

Степень болевого синдрома мы оценивали по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) боли [10] через 24 часа после оперативного вмешательства. В исследуемой группе уровень интенсивности боли был статистически значимо ниже, чем в контрольной группе ($3,5 \pm 1,0$ против $4,2 \pm 1,2$, $p < 0,01$).

Нами не выявлено статистических значимых различий по следующим показателям. Интраоперационные ожоговые повреждения в области нейтрального электрода или на коже вокруг троакаров были зарегистрированы в 3 случаях (1,2 %) в контрольной группе; в исследуемой группе ожогов не отмечено ($p > 0,05$). Все пациенты пролечены антибиотикотерапией и мазевыми повязками.

Послеоперационные осложнения, вероятно связанные с электрохирургическим воздействием, встречались только при отсутствии протокола: так, в контрольной группе возникли 3 случая билом (1,2 %) и 1 случай (0,4 %) в исследуемой группе ($p > 0,05$). Данные осложнения были ликвидированы пункционным дренированием на 4 сутки от момента операции.

Повреждение общего жёлчного протока в контрольной группе составило 2 (0,8 %) случая, а в исследуемой группе таких случаев не было ($p > 0,05$). В обоих случаях в контрольной группе на первом этапе была выполнена дренирующая операция с наружным желчеотведением (Т-образный дренаж по Керу) сроком на 6–8 недель, что позволило стабилизировать состояние пациентов, купировать воспалительные изменения и сформировать зрелый рубцово-воспалительный инфильтрат. На втором этапе, после проведения контрольной холангиографии и уточнения уровня поражения, выполнены реконструктивные вмешательства: наложение гепатикоюноанастомоза по Ру с формированием отводящей петли тонкой кишки. В обоих наблюдениях достигнута стойкая ликвидация холестаза; стриктур зоны реконструкции и рецидива билиарной гипертензии в сроки наблюдения не отмечено.

Подпечёчный/поддиафрагмальный абсцесс в контрольной группе развился в 3 случаях (1,2 %) на 3 сутки от момента операции. Этим пациентам была проведена антибактериальная терапия и дренирование абсцессов с положительным эффектом. В исследуемой группе таких случаев не было ($p > 0,05$).

Обсуждение

Лапароскопическая холецистэктомия (ЛХЭ) остаётся «золотым стандартом» лечения калькулёзного холецистита, однако при всей отработанности методики проблема электрохирургической безопасности далека от окончательного решения. D.M. Krasilnikov и соавторы, проанализировав 3715 лапароскопических холецистэктомий, сообщили о суммарной частоте осложнений 0,59 %, включая ятрогенные повреждения желчных протоков в 0,12 % наблюдений, внутрибрюшные кровотечения в 0,12 %, желчеистечение в 0,18 % и подпечёчные абсцессы в 0,16 %; конверсия в открытую операцию потребовалась в 2,26 % случаев [4]. По данным обзоров по лапароскопической энергии, частота электрохирургических повреждений при эндовидеохирургических вмешательствах остаётся на уровне 0,1–0,5 %, а доля электрохирургии среди причин повреждения кишечника достигает 50 % [5].

При изучении данных литературы мы не обнаружили источников, в которых бы приводились результаты сравнительного исследования применения протокола безопасной работы с электрохирургическим оборудованием с эвакуацией хирургического дыма и оперативных вмешательств

без протокола. В то же время результаты применения отдельных аспектов протокола по данным различных авторов демонстрируют качественное соответствие полученным нами результатам.

Наше исследование показывает, что внедрение стандартизированного протокола безопасной электрохирургии с активной эвакуацией дыма при ЛХЭ позволяет одновременно улучшить внутриоперационные условия (визуализацию, управляемость коагуляции) и снизить частоту ряда осложнений без увеличения длительности вмешательства. В исследуемой группе отмечено снижение доли конверсий с 4,8 % до 1,2 %, уменьшение общей частоты послеоперационных осложнений (с 6,7 % до 1,6 %) и отсутствие повреждений общего жёлчного протока по сравнению с 0,8 % в контрольной группе. Эти результаты требуют сопоставления с данными других авторов, оценивавших отдельные компоненты безопасной работы с электрохирургическим оборудованием и эвакуацией хирургического дыма.

Одним из ключевых результатов явилось сокращение длительности операции при внедрении протокола, несмотря на добавление дополнительных действий: проверки изоляции, координации включения аспирации, фильтрации пневмоперитонеума. Сокращение времени вмешательства закономерно связано со снижением количества вынужденных пауз, связанных с задымлением поля, уменьшением частоты очистки оптики и числа эпизодов коагуляции «вслепую». В рандомизированном контролируемом исследовании Н.-С. Chaе и соавт., включавшем 100 пациентов, эффективность фильтрующего троакара при ЛХЭ оценивали по субъективной шкале видимости и по времени диссекции жёлчного пузыря из ложа. Авторы показали, что использование троакара с встроенным фильтром не улучшало качество изображения и не сокращало продолжительность выделения жёлчного пузыря (221,6 против 177,1 с; $p=0,253$), равно как не уменьшало число эпизодов очистки оптики [6]. Таким образом, модификация только одного технического элемента – троакара – без изменения тактики работы с энергией оказалась недостаточной для улучшения операционных метрик.

С. Guzman и соавт., анализируя 192 794 лапароскопических вмешательств по данным двух крупных госпитальных баз, показали, что частота случайных проколов и разрывов (accidental punctures and lacerations), возникающих, в том числе, вследствие рассеивания энергии (stray energy), составляет 3,6 % на 1000 операций [7]. Таким образом, даже редкие события при больших объёмах лапароскопической хирургии трансформируются в значимую клиническую проблему.

Существенный вклад в риск электротермических повреждений вносит дефект изоляции инструментов и «блуждающая» энергия. В исследовании Р.Н. Montero и соавторов при обследовании 226 лапароскопических инструментов с помощью детектора дефектов изоляции было пока-

зано, что 19 % изделий имеют повреждения покрытия, а в 71 % наборов многоцветных инструментов присутствовал хотя бы один инструмент с дефектом изоляции [8]. В более поздней работе Т. Номма и соавторы указывается, что суммарная частота дефектов изоляции в лапароскопических инструментах достигает 27 %, а в отдельных сериях – до 81,7 %, что подчёркивает небезопасность одной лишь визуальной оценки состояния изоляции [9]. Эти данные согласуются с нашим подходом: систематическая проверка состояния инструментов и использование только исправных электродов с целой изоляцией включены в протокол как обязательный этап. Отсутствие электрохирургических повреждений вне зоны прямого воздействия в исследуемой группе на фоне двух повреждений общего жёлчного протока (0,8 %) в контрольной группе можно рассматривать как косвенное подтверждение эффективности данного компонента протокола, хотя объём выборки не позволяет делать окончательные выводы о снижении риска редких осложнений.

Заключение

Внедрение протокола безопасной работы с электрохирургическим оборудованием с активной эвакуацией хирургического дыма существенно улучшает условия проведения лапароскопической операции. Авторский протокол демонстрирует высокий уровень безопасности для пациента и снижает частоту возникновения различных послеоперационных осложнений, в том числе ожоговых повреждений. Также разработанный нами протокол безопасной работы с электрохирургическим оборудованием с активной эвакуацией хирургического дыма обеспечивает адекватную интраоперационную визуализацию, позволяющую хирургу оперировать эффективно и безопасно.

Список литературы:

1. Hill D.S., O'Neill J.K., Powell R.J., Oliver D.W. Surgical smoke – a health hazard in the operating theatre: a study to quantify exposure and a survey of the use of smoke extractor systems in UK plastic surgery units. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2012, № 65(7), pp. 911–916. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2012.02.012>
2. Association of periOperative Registered Nurses (AORN). *Guideline for surgical smoke safety*. In: Guidelines for Perioperative Practice. Denver, CO: AORN, Inc., 2017.
3. El-Sayed S.M., Saridogan E., El-Sayed M.M. Complications of electrosurgery: mechanisms and prevention strategies. *Facts Views Vis Obgyn.* 2024, № 16(4), pp. 473–484.
4. Красильников Д.М., Миргасимова Д.М., Абдульянов А.В., Шигабутдинов Р.Р., Захарова А.В. Осложнения при лапароскопической холецистэктомии. Инновационные технологии в медицине. *Практическая медицина*, 2016. Т. 1. С. 110–113.
5. Lyons S. Laparoscopic energy sources. *O&G Magazine*, 2015, vol. 17, № 4, pp. 39–41.
6. Chaе H.-C., Kim B.-J., Choi Y.S., Suh S.-W., Lee S.E. Efficacy of Filter Trocar for Clear Visualization during Laparoscopic Chole-

cystectomy: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Journal of Personalized Medicine*, 2024, vol. 14, № 2, pp. Article 204. <https://doi.org/10.3390/jpm14020204>

7. Guzman C., Forrester J.A., Fuchshuber P.R., Eakin J.L. Estimating the Incidence of Stray Energy Burns during Laparoscopic Surgery based on Two Statewide Databases and Retrospective Rates: An Opportunity to Improve Patient Safety. *Surgical Technology International*, 2019, vol. 34.

8. Montero P.N., Robinson T.N., Weaver J.S., Stiegmann G.V. Insulation failure in laparoscopic instruments. *Surgical Endoscopy*, 2010, vol. 24, № 2, pp. 462–465. <https://doi.org/10.1007/s00464-009-0601-5>

9. Homma T., Uehara H., Saji H. Factors affecting insulation failure in reusable surgical devices. *Scientific Reports*, 2023, vol. 13, pp. Article ID. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-41059-8>

10. Gélinas C, Puntillo KA, Levin P, et al: The Behavior Pain Assessment Tool for critically ill adults: A validation study in 28 countries. *Pain*, 2017, № 158, pp. 811–821.

References:

1. Hill D.S., O'Neill J.K., Powell R.J., Oliver D.W. Surgical smoke – a health hazard in the operating theatre: a study to quantify exposure and a survey of the use of smoke extractor systems in UK plastic surgery units. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.*, 2012, № 65(7), pp. 911–916. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2012.02.012>

2. Association of periOperative Registered Nurses (AORN). *Guideline for surgical smoke safety*. In: Guidelines for Perioperative Practice. Denver, CO: AORN, Inc., 2017.

3. El-Sayed S.M., Saridogan E., El-Sayed M.M. Complications of electrosurgery: mechanisms and prevention strategies. *Facts Views Vis Obgyn.*, 2024, № 16(4), pp. 473–484.

4. Krasilnikov D.M., Mirgasimova D.M., Abdulyanov A.V., Shigabutdinov R.R., Zakharova A.V. Complications of laparoscopic cholecystectomy. Innovative technologies in medicine. *Practical Medicine*, 2016, vol. 1, pp. 110–113. (In Russian)

5. Lyons S. Laparoscopic energy sources. *O&G Magazine*, 2015, vol. 17, № 4, pp. 39–41.

6. Chae H.-C., Kim B.-J., Choi Y.S., Suh S.-W., Lee S.E. Efficacy of Filter Trocar for Clear Visualization during Laparoscopic Cholecystectomy: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Journal of Personalized Medicine*, 2024, vol. 14, № 2, pp. Article 204. <https://doi.org/10.3390/jpm14020204>

7. Guzman C., Forrester J.A., Fuchshuber P.R., Eakin J.L. Estimating the Incidence of Stray Energy Burns during Laparoscopic Surgery based on Two Statewide Databases and Retrospective Rates: An Opportunity to Improve Patient Safety. *Surgical Technology International*, 2019, vol. 34.

8. Montero P.N., Robinson T.N., Weaver J.S., Stiegmann G.V. Insulation failure in laparoscopic instruments. *Surgical Endoscopy*, 2010, vol. 24, № 2, pp. 462–465. <https://doi.org/10.1007/s00464-009-0601-5>

9. Homma T., Uehara H., Saji H. Factors affecting insulation failure in reusable surgical devices. *Scientific Reports*, 2023, vol. 13, pp. Article ID. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-41059-8>

10. Gélinas C, Puntillo KA, Levin P, et al: The Behavior Pain Assessment Tool for critically ill adults: A validation study in 28 countries. *Pain*, 2017, № 158, pp. 811–821.

Сведения об авторах:

Бронштейн Григорий Петрович – аспирант кафедры эндоскопической хирургии ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России г. Москвы, 127006, ул. Долгоруковская, д. 4, Москва, Россия,

e-mail: gri.bron@yandex.ru

ORCID 0000-0002-6197-4533

Луцевич Олег Эммануилович – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой факультетской хирургии №1 ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России г. Москвы, 127006, ул. Долгоруковская, д. 4, Москва, Россия, e-mail: oleglutsevich@gmail.com

ORCID: 0000-0002-8092-0573

Самсоныч Эдгар Хажакович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры эндоскопической хирургии ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России г. Москвы, 127006, ул. Долгоруковская, д. 4, Москва, Россия, e-mail: edgar_le4@mail.ru

ORCID: 0000-0001-7984-6559

Алишихов Шериф Алишихович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры эндоскопической хирургии ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России г. Москвы, 127006, ул. Долгоруковская, д. 4, Москва, Россия, e-mail goa0310@mail.ru

ORCID 0000-0003-0985-7126

Information about the authors:

Bronstein Grigoriy Petrovich – Postgraduate student of the department, of endoscopic surgery of the Federal state budgetary educational institution of higher education "Russian university of medicine" of the ministry of health of the Russian Federation, 127006, Dolgorukovskaja str., 4, Moscow, Russia,

e-mail: gri.bron@yandex.ru

ORCID 0000-0002-6197-4533

Lutsevich Oleg Emmanuilovich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, head of the department of faculty surgery no. 1 of the Federal state budgetary educational institution of higher education "Russian university of medicine" of the ministry of health of the Russian Federation, 127006, Dolgorukovskaja str., 4, Moscow, Russia, e-mail: oleglutsevich@gmail.com

ORCID: 0000-0002-8092-0573

Samsonyan Edgar Khazhakovich – Candidate of Medical Sciences, associate professor of the department of endoscopic surgery of the Federal state budgetary educational institution of higher education "Russian university of medicine" of the ministry of health of the Russian Federation, 127006, Dolgorukovskaja str., 4, Moscow, Russia, e-mail: edgar_le4@mail.ru.

ORCID: 0000-0001-7984-6559

Alishikhov Sheriff Alishikhovich – Candidate of Medical Sciences, associate professor of the department of endoscopic surgery of the Federal state budgetary educational institution of higher education "Russian university of medicine" of the ministry of health of the Russian Federation, 127006, Dolgorukovskaja str., 4, Moscow, Russia,

e-mail goa0310@mail.ru

ORCID 0000-0003-0985-7126