

ОПТИМИЗАЦИЯ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ С ИНДОЦИАНИНОМ ЗЕЛЁНЫМ ПРИ ЛАПАРОСКОПИЧЕСКОЙ ХОЛЕЦИСТЭКТОМИИ

М.В. Косаченко, А.М. Леонович, А.Е. Климов, А.В. Бурлакова

Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Профилактика повреждений желчевыводящих путей при оперативных вмешательствах у больных с калькулёзным холециститом остаётся актуальной проблемой в современной абдоминальной хирургии. Частота повреждений желчных протоков достигает 0,4–2%, а при осложнённых формах — до 5,2%. **Цель исследования** — определение оптимальной дозировки и времени введения индоцианина зелёного (ICG) для повышения эффективности флуоресцентной холангиографии во время лапароскопической холецистэктомии при калькулёзном холецистите. Приоритетной задачей исследования является минимизация риска травм желчных путей посредством чёткой интраоперационной визуализации внепечёчных желчных протоков. **Методы.** Проспективное нерандомизированное исследование проведено на базе Университетского клинического центра имени В.В. Виноградова (филиал) РУДН в период с марта 2024 по апрель 2025 года. В исследование включены 276 пациентов, которым выполнена лапароскопическая холецистэктомия с применением ICG-холангиографии. Использованы дозы индоцианина зелёного (1,25 мг; 2,5 мг; 5 мг; 10 мг), вводимые в разные временные промежутки до начала операции (от 40 минут до 6 часов), а также интраоперационно. Оценивались выраженность флуоресценции, время от момента введения индоцианина зелёного до оптимального свечения желчных протоков и печени для безопасного выполнения лапароскопической холецистэктомии, а также возможность нивелировать гипер- и гипофлуоресценцию изменением настроек оборудования. **Результаты.** Оптимальная визуализация внепечёчных желчных протоков отмечена при дозе 5 мг ICG через 3–5 часов после введения, при дозе 2,5 мг — через 2–3 часа, при дозе 1,25 мг — через 40–120 минут. Интраоперационное введение 1,25 мг обеспечивало быструю визуализацию, но вызывало гиперфлуоресценцию, затрудняющую определение топографии желчных путей, которая нивелировалась настройками оборудования. **Заключение.** Флуоресцентная холангиография с использованием индоцианина зелёного является безопасным и эффективным методом визуализации внепечёчных желчных протоков при лапароскопической холецистэктомии. Наиболее оптимальные дозировки индоцианина зелёного: 1,25 мг за 40–120 минут, 2,5 мг за 2–3 часа и 5 мг за 3–5 часов до вмешательства. Доза 1,25 мг может быть введена интраоперационно с последующей коррекцией настроек оборудования в меню видеосистемы (снизить показатели усиления и насыщенности) для уменьшения эффекта гиперфлуоресценции.

Ключевые слова: калькулёзный холецистит; индоцианин зелёный; флуоресцентная визуализация; лапароскопическая холецистэктомия; оптимизация дозы.

Для цитирования:

Косаченко М.В., Леонович А.М., Климов А.Е., Бурлакова А.В. Оптимизация флуоресцентной визуализации с индоцианином зелёным при лапароскопической холецистэктомии. *Клиническая практика*. 2025;16(2):In Press. doi: 10.17816/clinpract685076 EDN: GHHXHU

Поступила ????.2025

Принята ????.2025

Опубликована online ????.2025

ОБОСНОВАНИЕ

Профилактика повреждений желчевыводящих путей при оперативных вмешательствах у больных с калькулёзным холециститом остаётся актуальной проблемой в современной абдоминальной хирургии [1, 2]. Согласно мировой статистике, ежегодно

проводится свыше миллиона лапароскопических холецистэктомий при калькулёзном холецистите [3, 4], при этом частота повреждений желчных протоков достигает 0,4–2%, а при осложнённых формах — до 5,2%, по данным зарубежных регистров [5, 6]. Основной причиной травматизации желчных

TOPTIMIZATION OF INDOCYANINE GREEN FLUORESCENCE IMAGING IN LAPAROSCOPIC CHOLECYSTECTOMY

M.V. Kosachenko, A.M. Leonovich, A.E. Klimov, A.V. Burlakova

Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Prevention of biliary tract injury during surgical interventions in patients with calculous cholecystitis remains a pressing issue in modern abdominal surgery. The incidence of bile duct injury reaches 0.4–2%, and in complicated forms — up to 5.2%. **AIM:** The study is aimed at determining the optimal dosage and timing of indocyanine green (ICG) administration in order to increase the effectiveness of fluorescence cholangiography during laparoscopic cholecystectomy for calculous cholecystitis. The priority objective of the study is to minimize the risk of biliary tract injury through clear intraoperative visualization of the extrahepatic bile ducts. **METHODS:** A prospective non-randomized study was conducted at the V.V. Vinogradov (branch) of RUDN University in the period from March 2024 to April 2025. The study included 276 patients who underwent laparoscopic cholecystectomy using ICG cholangiography. Doses of indocyanine green (1.25 mg, 2.5 mg, 5 mg, 10 mg) were used, administered at different time intervals before the start of the operation (from 40 minutes to 6 hours), as well as intraoperatively. The severity of fluorescence, the time from the moment of indocyanine green administration to the optimal fluorescence of the bile ducts and liver for safe laparoscopic cholecystectomy, as well as the ability to level out hyper- and hypofluorescence by changing the equipment settings were assessed. **RESULTS:** Optimal visualization of extrahepatic bile ducts was noted with a dose of 5 mg ICG 3–5 hours after administration, with a dose of 2.5 mg ICG after 2–3 hours, with a dose of 1.25 mg ICG after 40–120 minutes. Intraoperative administration of 1.25 mg provided rapid visualization, but caused hyperfluorescence, which made it difficult to determine the topography of the bile ducts, which was leveled by the equipment settings. **CONCLUSION:** Fluorescence cholangiography using indocyanine green is a safe and effective method for visualizing extrahepatic bile ducts in LC. The most optimal dosages of indocyanine green are: 1.25 mg 40–120 minutes before the intervention, 2.5 mg 2–3 hours before the intervention and 5 mg 3–5 hours. A dose of 1.25 mg can be administered intraoperatively with subsequent adjustment of the equipment settings in the video system menu (reduce gain and saturation values) to reduce the hyperfluorescence effect.

Keywords: calculous cholecystitis; indocyanine green; fluorescence imaging; laparoscopic cholecystectomy; dose optimization.

For citation:

Kosachenko MV, Leonovich AM, Klimov AE, Burlakova AV. Optimization of Indocyanine Green Fluorescence Imaging in Laparoscopic Cholecystectomy. *Journal of Clinical Practice*. 2025;16(2):In Press. doi: 10.17816/clinpract685076 EDN: GHXHU

Submitted ????.2025

Accepted ????.2025

Published online ????.2025

протоколов служит неадекватная интраоперационная идентификация анатомических структур, особенно в условиях воспалительных изменений и инфильтрации тканей [7].

Методика флуоресцентной лапароскопии и флуоресцентной холангиографии с применением индоцианина зелёного (indocyanine green, ICG), реализуемая в режиме реального времени, открывает новые возможности в повышении безопасности лапароскопических вмешательств. Особенно важна высокая точность визуализации в случае выра-

женного воспаления, которое ограничивает возможности стандартной анатомической ориентации.

Цель исследования — определение оптимальной дозировки и времени введения индоцианина зелёного (ICG) для повышения эффективности флуоресцентной холангиографии во время лапароскопической холецистэктомии при калькулёзном холецистите. Приоритетной задачей исследования является минимизация риска травм желчных путей посредством чёткой интраоперационной визуализации внепечёчных желчных протоков.

МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проспективное нерандомизированное.

Критерии соответствия

Критерии включения: возраст старше 18 лет; подтвержденный данными инструментальных исследований диагноз калькулезный холецистит; подписанное информированное согласие.

Критерии не включения: Возраст младше 18 лет; беременность

Критерии исключения: Неявка пациента на госпитализацию, отказ от лечения.

Условия проведения

Исследование выполнено на кафедре факультетской хирургии медицинского института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» на базе Университетской клинической больницы имени В.В. Виноградова.

Продолжительность исследования

Период проведения исследования — с марта 2024 по апрель 2025 года.

Описание медицинского вмешательства

При поступлении все больные были обследованы в соответствии с действующими клиническими рекомендациями Минздрава России. Диагноз калькулёзного холецистита являлся показанием для выполнения лапароскопической холецистэктомии с интраоперационной флуоресцентной холангиографией.

Для флуоресцентной холангиографии внутривенно вводился индоцианин зелёный отечественного производства (ООО «Лайф Сайнсес ОХФК») в дозах от 1,25 до 10 мг. Стандартная фасовка препарата — 25 мг лиофилизата во флаконе, разводимого в 10 мл воды для инъекций перед использованием.

Рекомендованные дозировки в инструкции варьируют от 0,25 до 0,5 мг/кг, однако в литературе указываются и меньшие значения — 0,1–0,2 мг/кг [8]. Практический опыт показывает, что эффект флуоресценции зависит в большей степени от количества препарата и его времени введения, нежели от расчёта по массе тела, что связано с техническими характеристиками и чувствительностью оборудования и достаточным уровнем накопления препарата в гепатобилиарной системе.

Методы регистрации исходов

В исследовании использовалось оборудование ведущих производителей, обладающее разными характеристиками инфракрасного излучения с длиной волны для возбуждения флуоресценции от 780 нм до 805 нм: Arthrex 4K (США), ELEPS 4K (Россия), Rubina Carl Storz 4K (Германия), Olympus OTV-S200 (Япония), Stryker PINPOINT HD (Канада), Olympus OTV-S700 (Япония).

Оценка эффективности флуоресценции проводилась визуально на экране монитора. Достаточным считался уровень, при котором была чётко определяема топография структур гепатодуоденальной связки и треугольника Кало.

Обязательным критерием оперативной безопасности было достижение критического вида безопасности (critical view of safety, CVS). Операции проводились в режиме непрерывной флуоресценции на всех этапах.

Статистический анализ

Для представления результатов и статистической обработки данных использовалось ПО Microsoft Excel. Данные представлены как среднее $\pm$ стандартное отклонение.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объекты (участники) исследования

В исследование включено 276 пациентов с клинически и инструментально подтверждённым диагнозом калькулёзного холецистита, из них 78 (28,3%) мужчин и 198 (71,7%) женщин, средний возраст $65,0 \pm 15,6$ года, средний индекс массы тела $32,2 \pm 5,78$ кг/м².

Лапароскопическая холецистэктомия с применением ICG-холангиографии проведена всем 276 пациентам в различных дозировках. Данные представлены на рис. 1.

На начальном этапе исследования у 5 (1,8%) пациентов использовали дозу 10 мг с введением за 6–8 часов до операции, что сопровождалось интраоперационной выраженной флуоресценцией печени, желчного пузыря и внепечёночных желчных протоков, осложняя дифференцировку анатомических структур и мешая уверенной диссекции в треугольнике Кало. В дальнейшем во временных промежутках от 1 до 5 часов с момента введения препарата до начала операции были протестированы дозы 5 мг (у 72 пациентов, 26,1%), 2,5 мг (у 116, 42,0%) и 1,25 мг (у 83, 30,1%).

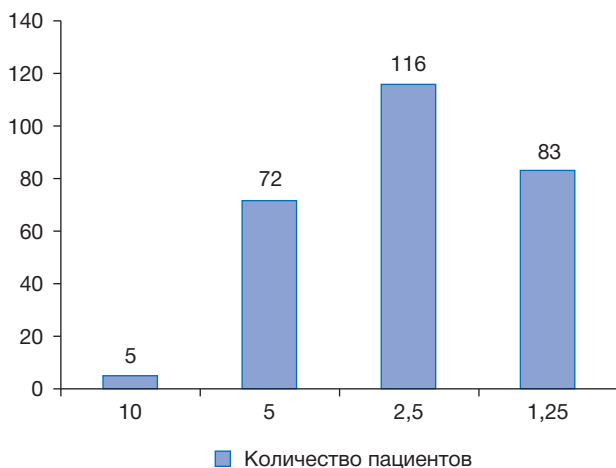


Рис. 1. Распределение пациентов по дозировкам ICG.

Основные результаты исследования

В группе пациентов с дозировкой 5 мг ($n=72$) наилучшие условия для визуализации были достигнуты в интервале 3–4 часов от момента введения ICG. В этом временном окне наблюдалась чёткая флуоресценция внепечёчных желчных протоков при минимальной фоновости или её отсутствии со стороны паренхимы печени. В промежутке от 1 до 3 часов отмечалась гиперфлуоресценция, что затрудняло выделение пузырного протока, идентификацию и определение топографии общего желчного протока. Во временном интервале 3–4 часа от момента введения ICG флуоресценция печени отсутствовала, чётко дифференцировались пузырный проток и общий желчный проток в режиме реального времени. При интервале 4–5 часов визуализация сохранялась, однако интенсивность флуоресценции несколько снижалась, требуя приближения источника света.

Во второй группе ($n=116$) применялась дозировка индоцианина зелёного 2,5 мг. Препарат вводился за 1–4 часа и более до начала вмешательства.

В группе с интервалом 2–3 часа отмечалась наилучшая визуализация: гипофлуоресценция паренхимы печени с оптимальным свечением внепечёчных желчных протоков. При введении ICG за 1–2 часа наблюдалась гиперфлуоресценция, в результате чего ткани имели интенсивное общее свечение, что мешало дифференцировать структуры треугольника Кало. После 3 часов интенсивность свечения снижалась, но анатомия оставалась различимой. При превышении 4 часов отмечался крайне слабый эффект флуоресценции, что требовало коррекции настроек оборудования.

В группе из 83 пациентов препарат вводился в дозе 1,25 мг интраоперационно за 90 минут до хирургического вмешательства.

При введении индоцианина зелёного интраоперационно за 40 минут до операции у пациентов наблюдалась выраженная флуоресценция печени и желчного пузыря, а также области гепатодуоденальной связки, что в начале операции мешало точной анатомической идентификации внепечёчных желчных протоков. При временном интервале введения ICG от 40 до 120 минут интенсивность флуоресценции снижалась до комфортного уровня, что позволяло определять топографию внепечёчных желчных протоков и безопасно проводить операцию с включённым режимом флуоресценции. Сводные данные о дозировках и временных интервалах введения ICG представлены в табл. 1, данные об оптимальных окнах флуоресценции — в табл. 2.

Технические возможности оборудования позволяют регулировать визуальную интенсивность флуоресценции (гипер- и гипофлуоресценцию): для этого в меню настроек блока видеосистемы в разделе режима флуоресценции необходимо скорректировать усиление и насыщенность в зависимости

Таблица 1

Дозировки и временные интервалы введения индоцианина зелёного (indocyanine green, ICG)

Дозировка, мг	Временной интервал, ч	Число пациентов, n (%)
5	1–3	15 (20,8)
	3–4	34 (47,3)
	4–5	23 (31,9)
2,5	1–2	19 (16,3)
	2–3	69 (59,5)
	3–4	25 (21,7)
	>4	3 (2,5)
1,25	≤40 мин	32 (38,5)
	40–120 мин	51 (61,5)

Таблица 2

Оптимальные окна флуоресценции

Доза, мг	Интраоперационное введение	1–2 часа	2–3 часа	3–4 часа	4–5 часов
5					
2,5					
1,25					
Расшифровка					
	Гиперфлуоресценция — сложно дифференцировать структуры				
	Интенсивность окраски печени снижена				
	Оптимальное окно флюоресценции				
	Гипофлуоресценция — слабое свечение				

от потребностей. Яркость и контрастность настраиваются под визуальный комфорт хирурга.

Нежелательные явления

По результатам исследования, в группе из 276 пациентов, перенёвших лапароскопическую холецистэктомию с ICG-флуоресцентной визуализацией внепечёчных желчных протоков, осложнений не выявлено. У 23 (8,3%) пациентов осложнений удалось избежать благодаря чёткому соблюдению техники достижения критического вида безопасности (CVS) и применению интраоперационной флуоресцентной ICG-холангиографии (примеры представлены на рис. 2, 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

Диссекция области треугольника Кало во время лапароскопической холецистэктомии является важным хирургическим этапом, во время которого могут отмечаться серьёзные ятрогенные осложнения [8]. Точное определение пузырного протока и пузырной артерии могут быть крайне затруднительными при выраженных воспалительных изменениях или редких анатомических вариациях в этой зоне. В таких ситуациях флуоресцентная визуализация предоставляет потенциально большие преимущества, облегчает выполнение операции и позволяет избежать повреждения общего желчного протока [9]. Однако на сегодняшний день не существует общепринятого стандарта выполнения флуоресцентной лапароскопии во время холецистэктомии [10]. ICG — это широко используемый водорастворимый краситель, который полностью метаболизируется печенью и выводится исключительно через желчные протоки [11]. Основной механизм действия основан на флуоресценции, излучаемой красителем ICG при воздействии света ближнего инфракрасного диапазона, что позволяет визуализировать анатомические структуры с помощью специализированной системы визуализации [12]. Метод позволяет избирательно подсвечивать различные структуры, включая кровеносные сосуды, желчные протоки и лимфатические сосуды, однако колебания в дозировке и времени введения ICG существенно влияют на качество флуоресцентной визуализации [13]. В частности, более низкие дозы ICG могут увеличить общее время визуализации, в то время

как в этой зоне. В таких ситуациях флуоресцентная визуализация предоставляет потенциально большие преимущества, облегчает выполнение операции и позволяет избежать повреждения общего желчного протока [9]. Однако на сегодняшний день не существует общепринятого стандарта выполнения флуоресцентной лапароскопии во время холецистэктомии [10]. ICG — это широко используемый водорастворимый краситель, который полностью метаболизируется печенью и выводится исключительно через желчные протоки [11]. Основной механизм действия основан на флуоресценции, излучаемой красителем ICG при воздействии света ближнего инфракрасного диапазона, что позволяет визуализировать анатомические структуры с помощью специализированной системы визуализации [12]. Метод позволяет избирательно подсвечивать различные структуры, включая кровеносные сосуды, желчные протоки и лимфатические сосуды, однако колебания в дозировке и времени введения ICG существенно влияют на качество флуоресцентной визуализации [13]. В частности, более низкие дозы ICG могут увеличить общее время визуализации, в то время

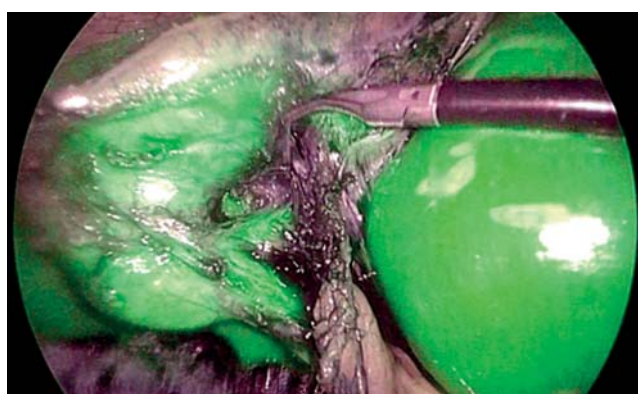


Рис. 2. Синдром Мириззи.



Рис. 3. Повреждение субсегментарного протока.

как более высокие дозы усиливают интенсивность флуоресцентного сигнала [13].

Несмотря на большие теоретические преимущества флуоресцентной лапароскопии с ICG при оперативных вмешательствах на желчевыводящей системе, в настоящее время её клиническое применение носит в основном экспериментальный характер. В систематическом обзоре М. Manasseh и соавт. [10] проанализированы результаты 14 исследований, которые показали безопасность метода и его преимущества в сложных случаях, при этом лишь в единичных исследованиях определялась оптимальная дозировка красителя и время его введения. Ведутся активные споры относительно оптимальной дозировки ICG [14]. Зарубежное исследование, проведённое группой F. Pardo Aranda [13], показало схожий с нашим результат, что наилучшая визуализация достигается при введении 2,5 мг ICG пациентам за 2–6 часов до операции. Примечательно, что эта дозировка не корректировалась в зависимости от веса пациента или индекса массы тела, иначе подобная вариативность усложняла бы точное приготовление растворов ICG и значительно увеличивала нагрузку на медицинский персонал.

Таким образом, для достижения оптимального окна флуоресценции рекомендуются следующие дозировки: 5 мг — при введении за 3–5 часов до операции; 2,5 мг — при введении за 2–3 часа до операции; 1,25 мг — при введении за 40–120 минут до операции. Интраоперационное введение 1,25 мг ICG может применяться в случае необходимости, но требует изменения настроек видеосистемы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В нашем исследовании мы стремились изучить влияние различных доз ICG отечественного производства на интраоперационную визуализацию и их влияние на хирургические и послеоперационные результаты. Это первое подобное исследование с красителем отечественного производства.

Интраоперационная флуоресцентная холангиография с применением индоцианина зелёного доказывает свои безопасность и эффективность в профилактике травм внепечёчных желчных протоков в ходе лапароскопической холецистэктомии у больных калькулёзным холециститом, а возможность регулировать интенсивность свечения настройками оборудования вместе с выбором оптимальных дозировок делает технологию флуоресцентной визуализации управляемой.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. М.В. Косаченко — обработка и обсуждение результатов исследования, написание текста статьи; А.М. Леонович, А.В. Бурлакова — поисково-аналитическая работа, обсуждение результатов исследования, написание текста статьи; А.Е. Климов — руководство лечением пациентов и обсуждение результатов исследования. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы одобрили рукопись, а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части).

Этическая экспертиза. Исследование одобрено локальным этическим комитетом медицинского института РУДН на базе Университетской клинической больницы имени В.В. Виноградова в феврале 2024 года, протокол № 2.

Источники финансирования. Отсутствуют.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При проведении исследования и создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе неприменима, данные могут быть опубликованы в открытом доступе.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внешних рецензента и научный редактор издания.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. M.V. Kosachenko — processing and discussion of research results, manuscript writing; A.M. Leonovich, A.V. Burlakova — search and analytical work, discussion, manuscript writing; A.E. Klimov — management of patient treatment and discussion of research results. The authors made a substantial contribution to the conception of the work,

acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Ethics approval. The study was approved by the local Ethics Committee of the RUDN University Medical Institute at the V.V. Vinogradov University Clinical Hospital in February 2024, Protocol No. 2.

Funding sources. No funding.

Disclosure of interests. The authors have no relationships, activities or interests for the last three years related with for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

Statement of originality. The authors did not use previously published information (text, illustrations, data) while conducting this work.

Data availability statement. The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work, data can be published as open access.

Generative AI. Generative AI technologies were not used for this article creation.

Provenance and peer-review. This paper was submitted to the journal on an initiative basis and reviewed according to the usual procedure. Two external reviewers and the scientific editor of the publication participated in the review.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Alexander HC, Bartlett AS, Wells Cl, et al. Reporting of complications after laparoscopic cholecystectomy: A systematic review. *HPB (Oxford)*. 2018;20(9):786–794. doi: 10.1016/j.hpb.2018.03.004
- Гальперин Э.И., Чевокин А.Ю. «Свежие» повреждения желчных протоков // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2010. № 10. С. 4–10. [Galperin EI, Chevokin Alu. Intraoperative injuries of bile ducts. *N.I. Pirogov Journal of Surgery*. 2010;(10):4–10]. EDN: NQZLLX
- Mallet-Guy P, Kesterns PL. *Syndrome post-cholecystectomy*. Paris: Masson et Cie; 1970.
- Vincenzi P, Mocchegiani F, Nicolini D, et al. Bile duct injuries after cholecystectomy: An individual patient data systematic review. *J Clin Med*. 2024;13(16):4837. doi: 10.3390/jcm13164837
- De Angelis N, Catena F, Memeo R, et al. 2020 WSES guidelines for the detection and management of bile duct injury during cholecystectomy. *World J Emerg Surg*. 2021;16(1):30. doi: 10.1186/s13017-021-00369-w
- Strasberg SM, Hertl M, Soper NJ. An analysis of the problem of biliary injury during laparoscopic cholecystectomy. *J Am Coll Surg*. 1995;180(1):101–125.
- Ostapenko A, Kleiner D. Challenging orthodoxy: Beyond the critical view of safety. *J Gastrointest Surg*. 2023;27(1):89–92. doi: 10.1007/s11605-022-05500-z
- Yang S, Hu S, Gu X, Zhang X. Analysis of risk factors for bile duct injury in laparoscopic cholecystectomy in China: A systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2022;101(37):e30365. doi: 10.1097/MD.00000000000030365
- Kono Y, Ishizawa T, Tani K, et al. Techniques of fluorescence cholangiography during laparoscopic cholecystectomy for better delineation of the bile duct anatomy. *Medicine (Baltimore)*. 2015;94(25):e1005. doi: 10.1097/MD.0000000000001005
- Manasseh M, Davis H, Bowling K. Evaluating the role of indocyanine green fluorescence imaging in enhancing safety and efficacy during laparoscopic cholecystectomy: A systematic review. *Cureus*. 2024;16(11):e73388. doi: 10.7759/cureus.73388
- Serban D, Badiu DC, Davitoiu D, et al. Systematic review of the role of indocyanine green near-infrared fluorescence in safe laparoscopic cholecystectomy (Review). *Exp Ther Med*. 2022;23(2):187. doi: 10.3892/etm.2021.11110
- Papayan G, Akopov A. Potential of indocyanine green near-infrared fluorescence imaging in experimental and clinical practice. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2018;24:292–299. doi: 10.1016/j.pdpdt.2018.10.011
- Pardo Aranda F, Gené Škrabec C, López-Sánchez J, et al. Indocyanine green (ICG) fluorescent cholangiography in laparoscopic cholecystectomy: Simplifying time and dose. *Dig Liver Dis*. 2023;55(2):249–253. doi: 10.1016/j.dld.2022.10.023
- Wang X, Teh CS, Ishizawa T, et al. Consensus guidelines for the use of fluorescence imaging in hepatobiliary surgery. *Ann Surg*. 2021;274(1):97–106. doi: 10.1097/SLA.0000000000004718.

ОБ АВТОРАХ

Автор, ответственный за переписку:

Косаченко Михаил Владимирович, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6;
ORCID: 0000-0002-9735-6219;
eLibrary SPIN: 6638-4286;
e-mail: kosach13@mail.ru

Соавторы:

Леонович Александр Михайлович;
ORCID: 0009-0007-1701-3042;
e-mail: leon_vgmu@mail.ru

Климов Алексей Евгеньевич, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0002-1397-9540;
eLibrary SPIN: 8816-8365;
e-mail: klimov.pfu@mail.ru

Бурлакова Анна Валерьевна;
ORCID: 0000-0002-1248-7579;
eLibrary SPIN: 5285-6367;
e-mail: burlakova.09@list.ru

AUTHORS' INFO

The author responsible for the correspondence:

Mikhail V. Kosachenko, MD, PhD;
address: 6 Miklukho-Maklaya st, Moscow, Russia, 117198;
ORCID: 0000-0002-9735-6219;
eLibrary SPIN: 6638-4286;
e-mail: kosach13@mail.ru

Co-authors:

Alexander M. Leonovich;
ORCID: 0009-0007-1701-3042;
e-mail: leon_vgmu@mail.ru

Aleksei E. Klimov, MD, PhD, Professor;
ORCID: 0000-0002-1397-9540;
eLibrary SPIN: 8816-8365;
e-mail: klimov.pfu@mail.ru

Anna V. Burlakova;
ORCID: 0000-0002-1248-7579;
eLibrary SPIN: 5285-6367;
e-mail: burlakova.09@list.ru