

**Особенности гепатопанкреатобилиарной хирургии
у больных пожилого и старческого возраста****Specifics of hepato-pancreato-biliary surgery in elderly and senile patients**

ISSN 1995-5464 (Print); ISSN 2408-9524 (Online)

<https://doi.org/10.16931/1995-5464.2024-3-60-69>**Опыт применения индоцианина зеленого
при лапароскопической холецистэктомии
у пациентов пожилого и старческого возраста***Кабанов М.Ю.^{1,2}, Глушков Н.И.², Семенцов К.В.^{1,2}, Бояринов Д.Ю.^{1,2},
Фоменко Е.Е.^{1*}, Мянзелин М.Н.¹*¹ СПб ГБУЗ “Госпиталь для ветеранов войн”; 193079, Санкт-Петербург, ул. Народная, д. 21, корп. 2, Российская Федерация² ФГБОУ ВО “Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова” Минздрава России; 195067, Санкт-Петербург, Пискаревский пр., д. 47, Российская Федерация**Цель.** Оценка влияния применения флуоресцентной холангиографии для интраоперационной идентификации внепеченочных желчных протоков на результаты лечения пациентов с желчнокаменной болезнью.**Материал и методы.** В исследование были включены пациенты с желчнокаменной болезнью, которым была выполнена лапароскопическая холецистэктомия: 71 больному – с применением флуоресцентной холангиографии, 69 – стандартная операция. Анализировали интраоперационное повреждение внепеченочных желчных протоков и артерий, продолжительность операций, частоту конверсии, потребность в помощи коллеги, частоту послеоперационных осложнений, продолжительность госпитализации и ее исход.**Результаты.** Флуоресценция пузырного протока была достигнута у всех пациентов, общего желчного протока – у 91%, общего печеночного – у 64%. При оценке зависимости числа и вида осложнений от применения ICG-диагностики выявлены статистически значимые различия ($p < 0,001$, $p = 0,012$), свидетельствующие о преимуществах метода. Вероятность использования помощи другого хирурга в группе ICG была меньше в 35 раз по сравнению с группой стандартной операции (ОШ 0,029; 95% ДИ 0,003–0,319). При выполнении операции с ICG-диагностикой следует ожидать уменьшения продолжительности операции на 34 мин (линейная регрессия).**Заключение.** Применение флуоресцентной холангиографии позволяет уменьшить вероятность развития послеоперационных осложнений, в частности желчеистечения с необходимостью повторной операции. Метод оказывал выраженное влияние на способность хирурга самостоятельно завершить операцию без помощи коллег. Исходы госпитализации, частота повреждений желчных протоков, частота конверсии нуждаются в дальнейшем изучении.**Ключевые слова:** желчнокаменная болезнь; желчные протоки; холецистэктомия; индоцианин зеленый; ICG; флуоресцентная холангиография; критический взгляд на безопасность**Ссылка для цитирования:** Кабанов М.Ю., Глушков Н.И., Семенцов К.В., Бояринов Д.Ю., Фоменко Е.Е., Мянзелин М.Н. Опыт применения индоцианина зеленого при лапароскопической холецистэктомии у пациентов пожилого и старческого возраста. *Анналы хирургической гепатологии*. 2024; 29 (3): 60–69. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2024-3-60-69>

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Application of indocyanine green during laparoscopic cholecystectomy
in elderly and senile patients***Kabanov M.Yu.^{1,2}, Glushkov N.I.^{1,2}, Sementsov K.V.^{1,2}, Boyarinov D.Yu.^{1,2},
Fomenko E.E.^{1*}, Myanzelin M.N.¹*¹ St. Petersburg Hospital for War Veterans; 21 Narodnaya str., Saint Petersburg, 193079, Russian Federation² North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; 47, Piskarevsky av., Saint Petersburg, 195067, Russian Federation**Aim.** To evaluate an effect of fluorescence cholangiography for intraoperative identification of extrahepatic bile ducts on the treatment outcomes of patients with cholelithiasis.

Materials and methods. The study included 71 cholelithiasis patients who underwent laparoscopic cholecystectomy with fluorescence cholangiography and 69 cholelithiasis patients who underwent standard laparoscopic cholecystectomy. The study analyzed intraoperative damage of extrahepatic bile ducts and arteries, duration of surgery, conversion rate, need for colleague assistance, incidence of postoperative complications, hospital length of stay, and outcomes.

Results. Fluorescence of the vesicular duct was achieved in 100% of patients, of the common bile duct – in 91%, and of the common hepatic duct – in 64%. A correlation between the number/type of complications and the application of ICG-diagnostics was found statistically significant ($p < 0.001$, $p = 0.012$), thereby indicating the advantages of the method. The colleague-surgeon assistance was required in the ICG group 35 times less than in the standard surgery group (OR = 0.029; 95% CI = 0.003–0.319). A 34-minute reduction in surgery duration (linear regression) can be expected when performing ICG-guided surgery.

Conclusion. The application of fluorescence cholangiography reduces the probability of postoperative complications, in particular, biliary leakage with the necessity of reoperation. Due to the method, a surgeon appears able to complete the operation independently without colleague assistance. Treatment outcomes, incidence of bile duct injuries, and conversion rate are yet to be investigated.

Keywords: cholelithiasis; bile ducts; cholecystectomy; indocyanine green; ICG; fluorescence cholangiography; critical view of safety

For citation: Kabanov M.Yu., Glushkov N.I., Sementsov K.V., Boyarinov D.Yu., Fomenko E.E., Myanzelin M.N. Application of indocyanine green during laparoscopic cholecystectomy in elderly and senile patients. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB surgery*. 2024; 29 (3): 60–69. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2024-3-60-69> (In Russian)

The authors declare no conflict of interest.

● Введение

Лапароскопическая холецистэктомия (ЛХЭ) является наиболее часто выполняемой операцией в мире и стандартом лечения при желчнокаменной болезни. Несмотря на более чем 20-летний опыт применения этой операции, хирурги по-прежнему сталкиваются с ее тяжелым осложнением – интраоперационным повреждением общего желчного протока (ОЖП) и (или) общего печеночного протока (ОПП). Ятрогенное повреждение желчных протоков при ЛХЭ – редкое, но серьезное осложнение, частота которого варьирует от 0,08 до 1,5% [1, 2]. Такие повреждения зачастую происходят вследствие неправильной идентификации пузырного протока (ПП) на фоне измененной анатомии вследствие рубцово-спаечного процесса или врожденных аномалий [3, 4]. Согласно существующим международным рекомендациям по выполнению ЛХЭ, в течение операции должен быть применен любой метод интраоперационной идентификации желчных протоков [5]. Одним из таких методов является флуоресцентная холангиография (ФХГ) в ближнем инфракрасном свете. Метод требует предоперационного внутривенного введения индоцианина зеленого (ICG) – водорастворимого флуоресцирующего красителя. В крови ICG связывается с белками плазмы, попадает в гепатоциты, которые экскретируют его в желчь в неизменном виде. Поскольку ICG не метаболизируется, препарат практически не имеет противопоказаний к применению, кроме аллергической реакции на само вещество и йод. При освещении ближним инфракрасным светом связанный с белком ICG флуоресцирует при длине волны порядка 840 нм. Ввиду слабого проникновения свет с длиной волны 840 нм редко погло-

щается водой или гемоглобином; это физическое свойство позволяет захватить связанный с белком ICG камерой в инфракрасном свете [6]. Метод привлекателен простотой в применении и интерпретации, неинвазивностью, отсутствием рентгеновского облучения, практически полным отсутствием осложнений.

Цель исследования – оценить влияние применения ФХГ для интраоперационной идентификации внепеченочных желчных протоков на результаты лечения пациентов с желчнокаменной болезнью.

● Материал и методы

В проспективное клиническое исследование были включены пациенты, отвечающие следующим критериям: холелитиаз, выполнение ЛХЭ и полные данные истории болезни. Пациентов исключали при наличии одного из следующих критериев: непереносимость йода, симультанная холецистэктомия, злокачественное поражение желчного пузыря. Пациенты были разделены на 2 группы: в основной группе при ЛХЭ применяли ФХГ, в группе сравнения выполняли стандартную ЛХЭ. В исследование были включены пациенты обоих полов, без возрастных и общесоматических ограничений, с острым и хроническим холециститом. Медиана возраста больных, перенесших стандартную ЛХЭ, составила 58 [40; 69] лет, ЛХЭ с ICG – 70 [56; 82] лет. Выборки оказались однородны по указанным критериям. Следует отметить, что возрастные показатели в целом не репрезентативны для всех учреждений, поскольку СПб ГБУЗ “Госпиталь для ветеранов войн” специализируется на оказании медицинской помощи лицам старшего возраста и оказывает помощь пожилым пациентам

города. В литературе есть данные о повышенной частоте измененной анатомии у пациентов пожилого и старческого возраста, что увеличивает риск интраоперационных повреждений желчных протоков [7].

Все пациенты прошли стандартное обследование, включающее лабораторные методы, УЗИ, рентгенографию грудной клетки и брюшной полости, осмотр анестезиологом и другими специалистами при необходимости. Оценка общесоматического статуса проводили по шкале ASA. Пациентов с острым холециститом ранжировали по шкале TG18 [8]. Характеристика пациентов представлена в табл. 1. Однородность групп была подтверждена по всем критериям, кроме диагноза, – в основной группе значимо меньше было пациентов с хроническим холециститом (35,2 и 36,2%, $p < 0,001$). Исследование было одобрено локальным этическим комитетом. Пациенты были информированы о преимуществах и потенциальном риске ICG-холангиографии. Пациенты, которые были готовы пройти ICG-холангиографию, подписали информированное согласие до операции и были распределены в соответствующую группу.

Описание операции. Пациентов группы сравнения подвергали стандартной ЛХЭ из 4 портов с так называемой американской расстановкой троакаров, учитывали принципы CVS [9]. Пациентам основной группы до операции внутривенно вводили ICG. Первое время применяли дозу и время введения ICG, рекомендованные Дельфийским консенсусом [10]: 2,5 мг за 45 мин до начала операции (разреза кожи). Однако в результате достигали избыточного све-

чения печени, на фоне которого трудно было идентифицировать анатомию желчевыводящей системы. Исходя из того, что концентрация ICG в крови достигает максимума в течение 2 ч, определили, что время введения ICG должно быть не меньше 60 мин до транспортировки пациента в операционную. Следующей когорте пациентов препарат вводили за 60–80 мин – по данным многих источников, это время было оптимальным [11–14]. В результате удалось достичь осмотра ОЖП у всех больных. Пациентам вводили 1 мл ICG (2,5 мг/мл) в локтевую вену примерно за 120–140 мин до операции. Техника холецистэктомии была такой же, как и в обычной группе, за исключением того, что для оценки анатомии внепеченочных желчных протоков использовался ближний инфракрасный свет. Во время проведения исследования применяли две системы осмотра. Обе системы состоят из 4 модулей: источник света, детектор, управление и дисплей. Первая система – Stryker 1688 Advanced Imaging Modalities (AIM) 4K Platform. Вся система управляется Connected OR Hub, обеспечивая бесперебойное подключение к изображениям. Светодиодный источник света AIM10 обеспечивает эндоскопическую видимость в реальном времени и отображение флуоресценции в ближней инфракрасной области. Оптическая система высокой четкости разработана для различения критической анатомии, имеет 9 специализированных настроек камеры, снабжена 5 способами отображения: ENV, IRIS, Clarity, DRE и DESAT. Лапароскопы высокой четкости содержат запатентованную технологию (5,4 мм) для обеспечения обзора в инфракрасном и ближнем ин-

Таблица 1. Характеристика пациентов

Table 1. Patient characteristics

| Параметр | | Число наблюдений, абс. (%) | | p |
|----------|--|----------------------------|--------------------|---------|
| | | стандартная ЛХЭ | ЛХЭ с ICG | |
| Пол | мужской | 25 (36,2) | 29 (40,8) | 0,575 |
| | женский | 44 (63,8) | 42 (59,2) | |
| ASA | I | 19 (27,5) | 19 (26,8) | 0,871 |
| | II | 34 (50) | 29 (40,8) | |
| | III | 16 (23,1) | 23 (32,4) | |
| Диагноз | хронический холецистит | 50 (72,4) | 25 (35,2) | <0,001* |
| | флегмонозный холецистит | 5 (7,2) | 29 (40,8) | |
| | гангренозный холецистит | 11 (15,9) | 13 (18,3) | |
| | эмпиема желчного пузыря водянка желчного пузыря | 2 (2,8) 1 (1,7) | 2 (2,8) 2 (2,8) | |
| TG18 | не применимо | 50 (72,4) | 25 (35,2) | 0,054 |
| | 1-я степень | 11 (15,9) | 26 (36,6) | |
| | 2-я степень | 6 (8,9) | 17 (23,9) | |
| | 3-я степень | 2 (2,8) | 3 (4,2) | |

Примечание. * – здесь и далее различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

фрактальном диапазоне с помощью платформы 1588 AIM. Вторая платформа – Olympus, включает инфракрасный лапароскоп, разработанный для VISERA ELITE II. В режиме наложения инфракрасная линза со сверхнизким рассеиванием позволяет создать исключительно четкую подсветку фона. При помощи рукоятки управления оператор может использовать камеру для фото или видеосъемки хирургической процедуры. Систему можно использовать как обычную лапароскопическую платформу. При переключении режимов система излучает свет в диапазоне NIR (800 нм) для ICG-ангиографии с высоким качеством цветных и флуоресцентных изображений.

Для пациентов группы ЛХЭ с ICG применяли свет в ближнем инфракрасном диапазоне, чтобы исключить наличие aberrантных желчных протоков, различить ОЖП и ПП до и после клипирования последнего. После установки троакаров пациенту придавали положение Фоулера, выполняли инсuffляцию CO₂ до 12 мм рт.ст. Первый обязательный осмотр в режиме NIR проводили до начала диссекции, его цель – выбор места начала безопасной диссекции и ее направления. Второй осмотр выполняли после выделения треугольника Кало, чтобы четко идентифицировать билиарную анатомию и убедиться, что ОЖП и ОПП остаются в стороне. Третий осмотр проводили после клипирования ПП для исключения желчеистечения из его культи и aberrантной анатомии. При необходимости хирург мог дополнительно использовать инфракрасный режим в течение операции.

Все операции фиксировали с помощью записывающей системы платформы. Запись операции начинали от момента входа в брюшную полость и заканчивали после финального осмотра в режиме NIR. Помимо этого, проводили фотофиксацию трех моментов осмотра последовательно в белом и ближнем инфракрасном свете. По желанию хирурга могли быть сделаны дополнительные снимки. В последующем ретроспективно проводили оценку проведения операции, соответствия ее принципам CVS, а также интенсивности свечения различных структур.

В качестве операторов в исследовании принимали участие 15 хирургов, 3 из них не завершили прохождение кривой обучения ЛХЭ и проводили оперативное вмешательство под контролем опытных коллег [15].

Статистическую обработку результатов проводили в программе IBM SPSS. Размер выборки в исследовании определяли с помощью калькулятора Sample Size Calculators for designing clinical research. Анализ был основан на номограмме Альтмана с мощностью 0,8–0,9, уровень *p*-value не менее 0,05. Количественные показатели оценивали на соответствие нормальному распределению с помощью критерия Колмогорова–

Смирнова. При отсутствии нормального распределения количественные данные описывали с помощью медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей (Q1–Q3). Категориальные данные описывали с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполняли с помощью U-критерия Манна–Уитни. Сравнение процентных долей при анализе четырехпольных таблиц сопряженности выполняли с помощью критерия χ^2 Пирсона (при значениях ожидаемого явления >10), точного критерия Фишера (при значениях ожидаемого явления <10). Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполняли с помощью критерия χ^2 Пирсона. Различия считали статистически значимыми при *p* < 0,05.

Прогностическую модель, характеризующую зависимость количественной переменной от факторов, разрабатывали методом линейной регрессии. Построение прогностической модели вероятности определенного исхода выполняли при помощи метода логистической регрессии. Мерой определенности, указывающей на ту часть дисперсии, которая может быть объяснена с помощью логистической регрессии, служил коэффициент R² Найджелкерка. Для оценки диагностической значимости количественных признаков при прогнозировании определенного исхода применяли анализ ROC-кривых. Разделяющее значение количественного признака в точке cut-off определяли по наивысшему значению индекса Юдена.

● Результаты и обсуждение

В исследование включили 140 пациентов. В зависимости от интраоперационной картины все желчные пузыри были классифицированы по шкале Нассара [16]. Группы оказались неоднородны по этому признаку, в основной группе значительно чаще выявляли “трудный” желчный пузырь (табл. 2).

Таблица 2. Распределение пациентов по шкале Нассара

Table 2. Disposition of patients according to the Nassar scale

| Тип желчного пузыря по шкале Нассара | Частота, % | | <i>p</i> |
|--------------------------------------|-----------------|-----------|----------|
| | стандартная ЛХЭ | ЛХЭ с ICG | |
| 1 | 61,9 | 9,9 | <0,001* |
| 2 | 16,7 | 15,5 | |
| 3 | 7,1 | 56,3 | |
| 4 | 7,1 | 18,3 | |
| 5 | 7,1 | – | |

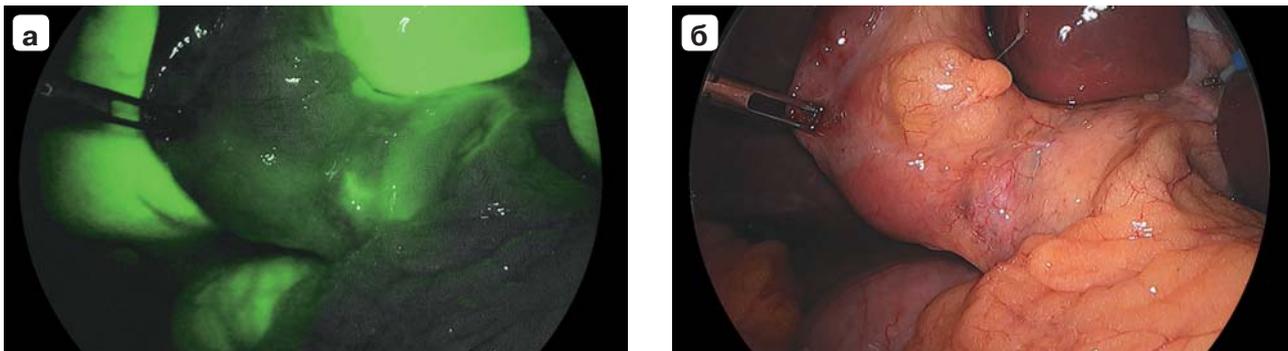


Рис. 1. Интраоперационное эндофото. Осмотр треугольника Кало перед этапом диссекции: **а** – в NIR-режиме; **б** – в белом свете.

Fig. 1. Intraoperative endoscopic image. Inspection of Calot's triangle before the dissection: **a** – NIR imaging; **b** – white light imaging.

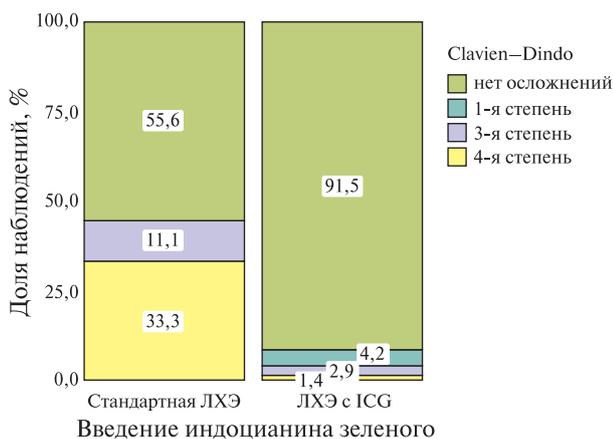


Рис. 2. Анализ степени тяжести осложнений по Clavien–Dindo в зависимости от использования флуоресцентной холангиографии.

Fig. 2. Dependence of complication severity according to Clavien–Dindo on the application of fluorescence cholangiography.

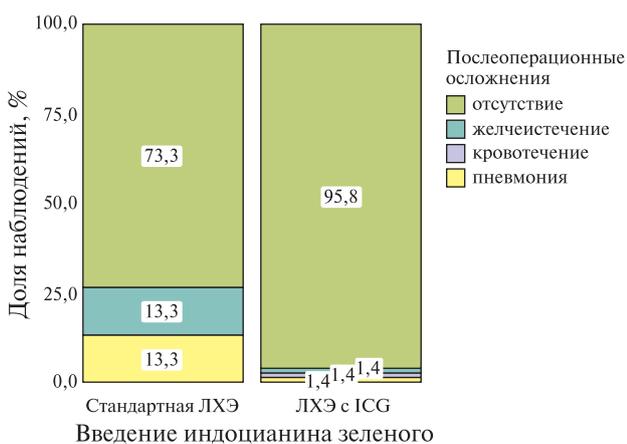


Рис. 3. Анализ частоты послеоперационных осложнений в зависимости от использования флуоресцентной холангиографии.

Fig. 3. Dependence of the incidence of postoperative complications on the application of fluorescence cholangiography.

До диссекции удалось отчетливо увидеть ПП в NIR-режиме у всех пациентов, ФХГ была успешной во всех наблюдениях. Использование ICG обеспечило четкое изображение для оператора по сравнению с нативным изображением (рис. 1). Флуоресценция ОЖП была достигнута у 91% пациентов, ОПП – у 64%.

При оценке зависимости осложнений по шкале Clavien–Dindo (CD) и их вида от применения интраоперационной диагностики были выявлены статистически значимые различия ($p < 0,001$, $p = 0,012$, χ^2 Пирсона; рис. 2, 3, табл. 3). При сопоставлении зависимости результата госпитализации (выписка, летальный исход) от метода операции значимых различий не выявлено ($p = 0,362$; точный критерий Фишера).

Вероятность летального исхода в группе ЛХЭ с ICG была меньше в 3,2 раза по сравнению с группой стандартной ЛХЭ, различия статистически не значимы (отношение шансов (ОШ) 0,314; 95% доверительный интервал (ДИ) 0,032–3,097; рис. 4). Был проведен анализ частоты интраоперационных осложнений в зависимости от метода операции.

Таблица 3. Анализ результатов лечения
Table 3. Analysis of treatment outcomes

| Класс осложнения по CD | Частота, % | | p |
|------------------------|-----------------|-----------|---------|
| | стандартная ЛХЭ | ЛХЭ с ICG | |
| Нет осложнений | 54 (78,2) | 65 (91,5) | <0,001* |
| I | 8 (11,5) | 3 (4,2) | |
| III | 4 (5,7) | 2 (2,8) | |
| V | 3 (4,3) | 1 (1,4) | |

Примечание: * – здесь и далее различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

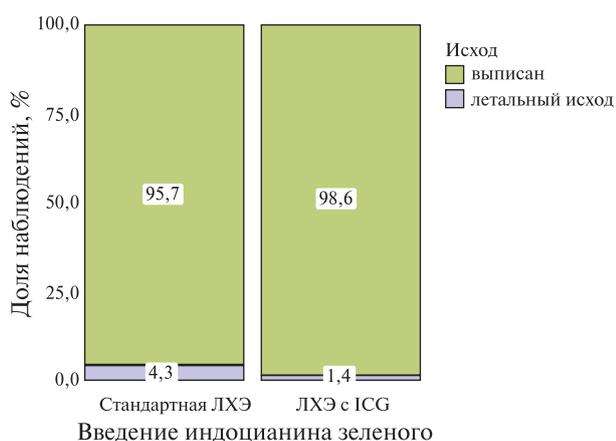


Рис. 4. Анализ исхода в зависимости от использования флуоресцентной холангиографии.

Fig. 4. Dependence of outcomes on the application of fluorescence cholangiography.

Согласно данным табл. 4, при сопоставлении частоты потребности в помощи другого хирурга в зависимости от использования ФХГ были выявлены статистически значимые различия ($p = 0,004$; точный критерий Фишера). При анализе частоты повреждений внепеченочных желчных путей, повреждений правой печеночной артерии, конверсии в зависимости от метода операции не удалось выявить статистически значимых различий ($p = 0,241$; $p = 0,78$; $p = 0,362$; точный критерий Фишера). Вероятность обойтись без помощи коллеги при ЛХЭ с ICG была меньше в 35 раз по сравнению с группой стандартной ЛХЭ (ОШ 0,029; 95% ДИ 0,003–0,319; рис. 5). Вероятность повреждения ОЖП в группе

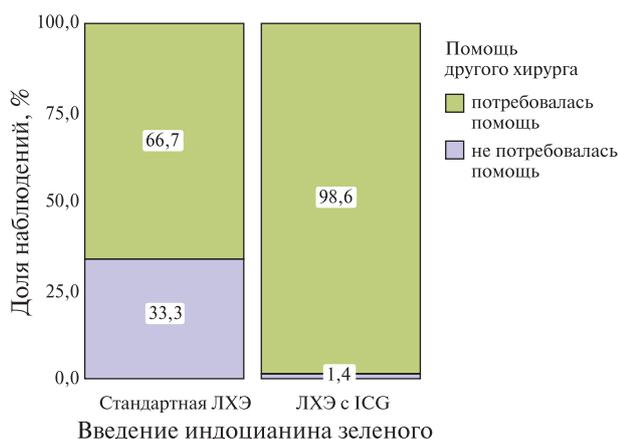


Рис. 5. Анализ частоты потребности в помощи другого хирурга в зависимости от введения индоцианина зеленого.

Fig. 5. Dependence of the need for colleague assistance on the administration of indocyanine green.

Таблица 4. Зависимость частоты интраоперационных осложнений от применения ICG

Table 4. Dependence of the incidence of intraoperative complications on the application of ICG

| Параметр | Категории | Число наблюдений, абс. (%) | | p |
|------------------------------|-----------|----------------------------|-----------|--------|
| | | стандартная ЛХЭ | ЛХЭ с ICG | |
| Помощь коллеги | нет | 60 (66,7) | 70 (98,6) | 0,004* |
| | да | 9 (33,3) | 1 (1,4) | |
| Повреждение желчных протоков | нет | 67 (97,1) | 71 (100) | 0,241 |
| | есть | 2 (2,9) | – | |
| Повреждение артерий | нет | 63 (91,3) | 63 (88,7) | 0,780 |
| | есть | 6 (8,7) | 8 (11,3) | |
| Конверсия | нет | 66 (95,7) | 70 (98,6) | 0,362 |
| | да | 3 (4,3) | 1 (1,4) | |

Примечание: * – здесь и далее различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

ЛХЭ с ICG была меньше в 5,3 раза по сравнению с группой стандартной ЛХЭ, различия не были статистически значимыми (ОШ 0,189; 95% ДИ 0,009–4,005; рис. 6). Вероятность повреждения правой печеночной артерии в группе ЛХЭ с ICG была больше в 1,3 раза по сравнению с группой стандартной ЛХЭ, различия не были статистически значимыми (95% ДИ 0,437–4,065). Вероятность конверсии в группе ЛХЭ с ICG была меньше в 3,2 раза по сравнению с группой стандартной ЛХЭ, различия не были статистически значимыми (ОШ 0,314; 95% ДИ 0,032–3,097).

При оценке продолжительности стационарного лечения в зависимости от применения ФХГ (медиана в группе стандартной ЛХЭ – 8 [7–8] сут,

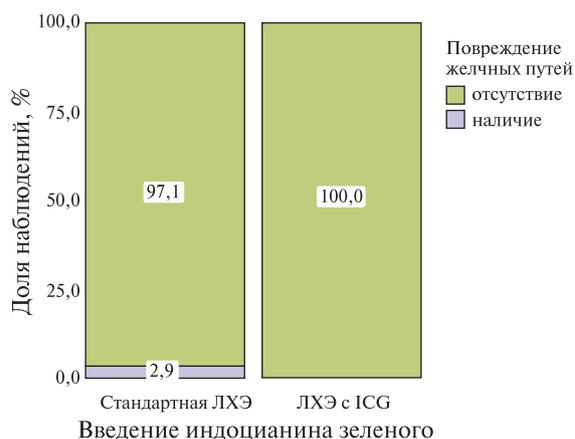


Рис. 6. Анализ частоты повреждений общего желчного протока в зависимости от метода операции.

Fig. 6. Dependence of the incidence of common bile duct injury on the surgery method.

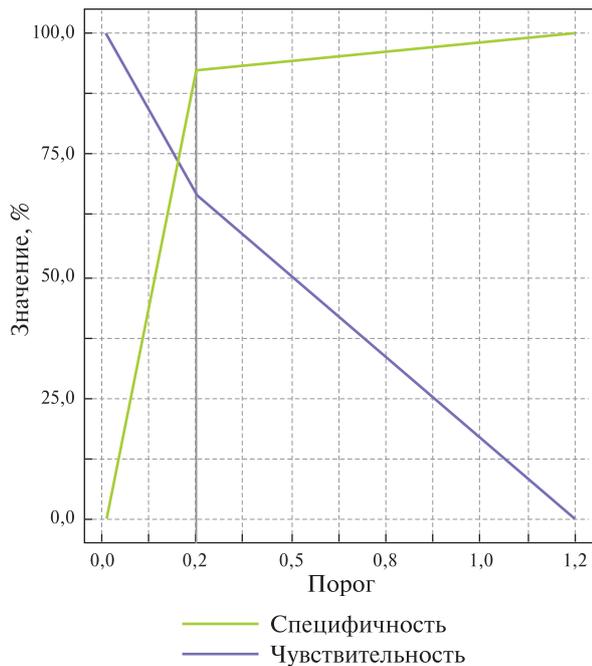


Рис. 7. Анализ чувствительности и специфичности модели в зависимости от пороговых значений логистической функции P.

Fig. 7. Dependence of sensitivity and specificity of the model on the threshold values of the logistic regression.

в группе ЛХЭ с ICG – 8 [8–8] сут) не удалось установить статистически значимых различий ($p = 0,513$; U-критерий Манна–Уитни).

Методом бинарной логистической регрессии была разработана прогностическая модель для определения вероятности потребности в помощи другого хирурга в зависимости от способа операции. Полученная регрессионная модель является статистически значимой ($p = 0,014$). При оценке основной группы вероятность отсутствия потребности в помощи другого хирурга уменьшалась в 23 раза. Пороговое значение логистической функции P в точке cut-off, которому соответствовало наивысшее значение индекса Юдена, составило 0,25, чувствительность – 66,7%, специфичность – 92,1%, положительное прогностическое значение – 89,4, отрицательное прогностическое значение – 73,4. Отсутствие потребности в помощи другого

хирурга прогнозировалось при значении логистической функции P больше этой величины или равном ей (рис. 7).

При отборе предикторов для модели прогнозирования вероятности повреждения ОЖП статистически значимые связи установлены не были. Наблюдаемая зависимость длительности операции от вариантной анатомии, рубцово-спаечного процесса, введения ICG представлена в табл. 5. При наличии у пациента вариантной анатомии треугольника Кало следует ожидать увеличения длительности операции на 52 мин, при наличии рубцово-спаечного процесса – увеличения продолжительности операции на 32 мин, при выполнении ЛХЭ с ICG – уменьшения продолжительности операции на 34 мин.

ФХГ позволяет практически всегда точно определить ПП и ОЖП. ФХГ уменьшает риск послеоперационного желчеистечения, увеличивает уверенность хирурга в своих действиях, следовательно, уменьшает потребность в помощи более опытного коллеги. Ценность ICG в уменьшении частоты конверсий не выяснена. В настоящее время не обладаем всей полнотой данных для формулирования выводов по этому аспекту. В основной группе была 1 конверсия у пациентки с “панцирным животом”. Конверсию выполнили на этапе доступа к треугольнику Кало по причине массивного спаечного процесса.

Не удалось установить прямую зависимость между применением метода и летальностью после операции. В основной группе произошел 1 летальный исход у соматически тяжелой пациентки, причина смерти – острая дыхательная недостаточность на фоне двусторонней вирусной пневмонии. В группе сравнения было 3 летальных исхода, один из них непосредственно связан с интраоперационным повреждением ОЖП на уровне конfluence у пациента с массивным рубцово-спаечным процессом и нарушением топографо-анатомических взаимоотношений в области треугольника Кало. Статистическая значимость частоты повреждений ОЖП между двумя группами не была достигнута. Однако, учитывая фатальные последствия ятрогенного повреждения ОЖП, считаем, метод имеет

Таблица 5. Зависимость продолжительности операции от вариантов анатомии, рубцово-спаечного процесса, применения ФХГ

Table 5. Dependence of surgery duration on the anatomy, cicatricial adhesion, application of fluorescent cholangiography

| В | Стандартная ошибка | t | p |
|------------------------------|--------------------|--------|-----------------|
| Intercept | 111,613 | 16,205 | 6,888 (<0,001*) |
| Вариантная анатомия: наличие | 52,068 | 13,332 | 3,905 (<0,001*) |
| Спайки, рубцы: наличие | 31,963 | 10,566 | 3,025 (0,003*) |
| ЛХЭ с ICG | -33,964 | 16,217 | -2,094 (0,040*) |

клиническую значимость, поскольку он позволил вовсе избежать таких осложнений [17, 18].

Согласно собственным данным и данным мировой литературы, ФХГ может быть особенно полезна хирургам, не прошедшим кривую обучения [19]. Также уменьшается продолжительность операции за счет быстрого достижения CVS.

Ключевым этапом ЛХЭ является диссекция в области треугольника Кало. Это наиболее трудоемкий этап, особенно у пациентов с острым холециститом, острым билиарным панкреатитом, “сморщенным” желчным пузырем, синдромом Мириззи или аномальной анатомией желчевыводящих путей [20, 21]. ICG-диагностика предоставляет хирургу карту билиарного тракта в режиме реального времени.

ICG – нетоксичный флуоресцентный краситель, одобренный для применения в России. В настоящем исследовании внутривенное введение ICG за 120–140 мин до операции позволило оператору достоверно определить анатомию внепеченочных желчных протоков. Также имеем опыт прямого введения ICG в желчный пузырь у пациентов с холецистостомой. В таких ситуациях ФХГ особенно полезна, поскольку после дренирования желчного пузыря холецистэктомию приходится выполнять в условиях выраженного рубцово-спаечного процесса. Имеем опыт проведения таких операций 3 пациентам, во всех наблюдениях отмечено выраженное нарушение синтопии анатомических структур.

● Заключение

Интраоперационная флуоресцентная холангиография может представлять собой быстрый, неинвазивный, технически простой способ получения изображения желчных протоков в реальном времени. Преимущество ICG заключается в высокой изобразительной способности. Применение ФХГ позволяет уменьшить вероятность развития послеоперационных осложнений, в частности желчеистечения с необходимостью повторной операции. Метод оказывает выраженное влияние на способность хирурга самостоятельно завершить операцию без помощи коллег. Такие параметры, как исход госпитализации, частота повреждений желчных протоков, частота конверсии, нуждаются в дальнейшем изучении.

Участие авторов

Кабанов М.Ю. – утверждение окончательного варианта статьи.

Глушков Н.И. – ответственность за целостность всех частей статьи.

Семенов К.В. – редактирование.

Бояринов Д.Ю. – концепция и дизайн исследования.

Фоменко Е.Е. – написание текста статьи.

Мянзелин М.Н. – сбор и анализ данных.

Authors contributions

Kabanov M.Yu. – approval of the final draft of the article.

Glushkov N.I. – responsibility for the integrity of all parts of the article.

Sementsov K.V. – editing.

Boyarinov D.Yu. – concept and design of the study.

Fomenko E.E. – writing text.

Myanzelin M.N. – collection and analysis of data.

● Список литературы [References]

- Esposito C., Corcione F., Settini A., Farina A., Centonze A., Esposito G., Spagnuolo M.I., Escolino M. Twenty-Five year experience with laparoscopic cholecystectomy in the pediatric population – from 10 mm clips to indocyanine green fluorescence technology: long-term results and technical considerations. *J. Laparoendosc. Adv. Surg. Tech.* 2019; 29 (9): 1185–1191. <https://doi.org/10.1089/lap.2019.0254>
- Strasberg S.M. A three-step conceptual roadmap for avoiding bile duct injury in laparoscopic cholecystectomy: an invited perspective review. *J. Hepato-Biliary-Pancreat. Sci.* 2019; 26 (4): 123–127. <https://doi.org/10.1002/jhpb.616>
- Cheruiyot I., Nyaanga F., Kipkorir V., Munguti J., Ndung'u B., Henry B., Ciocchi R., Tomaszewski K. The prevalence of the Rouviere's sulcus: a meta-analysis with implications for laparoscopic cholecystectomy. *Clin. Anat.* 2021; 34 (4): 556–564. <https://doi.org/10.1002/ca.23605>
- Sherwinter D.A. Identification of anomalous biliary anatomy using near-infrared cholangiography. *J. Gastrointest. Surg.* 2012; 16 (9): 1814–1815. <https://doi.org/10.1007/s11605-012-1945-z>
- Brunt L.M., Deziel D.J., Telem D.A., Strasberg S.M., Aggarwal R., Asbun H., Bonjer J., McDonald M., Alseidi A., Ujiki M., Riall T.S., Hammill C., Moulton C.A., Pucher P.H., Parks R.W., Ansari M.T., Connor S., Dirks R.C., Anderson B., Altieri M.S., Tsamalaidze L., Stefanidis D. Safe cholecystectomy multi-society practice guideline and state of the art consensus conference on prevention of bile duct injury during cholecystectomy. *Ann. Surg.* 2020; 272 (1): 3–23. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000003791>
- Pesce A., Piccolo G., Lecchi F., Fabbri N., Diana M., Feo C.V. Fluorescent cholangiography: an up-to-date overview twelve years after the first clinical application. *World J. Gastroenterol.* 2021; 27 (36): 5989–6003. <https://doi.org/10.3748/wjg.v27.i36.5989>
- Yokota Y., Tomimaru Y., Noguchi K., Noda T., Hatano H., Nagase H., Hamabe A., Hirota M., Oshima K., Tanida T., Morita S., Imamura H., Iwazawa T., Akagi K., Dono K. Surgical outcomes of laparoscopic cholecystectomy for acute cholecystitis in elderly patients. *Asian J. Endosc. Surg.* 2019; 12 (2): 157–161. <https://doi.org/10.1111/ases.12613>
- Wakabayashi G., Iwashita Y., Hibi T., Takada T., Strasberg S.M., Asbun H.J., Endo I., Umezawa A., Asai K., Suzuki K., Mori Y., Okamoto K., Pitt H.A., Han H.S., Hwang T.L., Yoon Y.S., Yoon D.S., Choi I.S., Huang W.S., Giménez M.E., Garden O.J., Gouma D.J., Belli G., Derveniz C., Jagannath P., Chan A.C.W., Lau W.Y., Liu K.H., Su C.H., Misawa T., Nakamura M., Horiguchi A., Tagaya N., Fujioka S., Higuchi R., Shikata S., Noguchi Y., Ukai T., Yokoe M., Cherqui D., Honda G., Sugioka A., de Santibañes E., Supe A.N., Tokumura H., Kimura T., Yoshida M., Mayumi T., Kitano S., Inomata M., Hirata K., Sumiyama Y., Inui K., Yamamoto M. Tokyo

- Guidelines 2018: surgical management of acute cholecystitis: safe steps in laparoscopic cholecystectomy for acute cholecystitis (with videos). *J. Hepato-Biliary-Pancreat. Sci.* 2018; 25 (1): 73–86. <https://doi.org/10.1002/jhbp.517>
9. Sgarrella L.I., Gurrado A., Pasculli A., de Angelis N., Memeo R., Prete F.P., Berti S., Ceccarelli G., Rigamonti M., Badessi F.G.A., Solari N., Milone M., Catena F., Scabini S., Vittore F., Perrone G., de Werra C., Cafiero F., Testini M.; SYoN Italian Collaborative Group. The critical view of safety during laparoscopic cholecystectomy: Strasberg yes or no? An Italian Multicentre study. *Surg. Endosc.* 2021; 35 (7): 3698–3708. <https://doi.org/10.1007/s00464-020-07852-6>
 10. Dip F., Aleman J., DeBoer E., Boni L., Bouvet M., Buchs N., Carus T., Diana M., Elli E.F., Hutteman M., Ishizawa T., Kokudo N., Lo Menzo E., Ludwig K., Phillips E., Regimbeau J.M., Rodriguez-Zentner H., Roy M.D., Schneider-Koriath S., Schols R.M., Sherwinter D., Simpfendorfer C., Stassen L., Szomstein S., Vahrmeijer A., Verbeek F.P.R., Walsh M., White K.P., Rosenthal R.J. Use of fluorescence imaging and indocyanine green during laparoscopic cholecystectomy: results of an international Delphi survey. *Surgery.* 2022; 172 (6): S21–S28. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2022.07.012>
 11. Booger L.S.F., Handgraaf H.J.M., Huurman V.A.L., Lam H.D., Mieog J.S.D., van der Made W.J., van de Velde C.J.H., Vahrmeijer A.L. The best approach for laparoscopic fluorescence cholangiography: overview of the literature and optimization of dose and dosing time. *Surg. Innov.* 2017; 24 (4): 386–396. <https://doi.org/10.1177/1553350617702311>
 12. Chen Q., Zhou R., Weng J., Lai Y., Liu H., Kuang J., Zhang S., Wu Z., Wang W., Gu W. Extrahepatic biliary tract visualization using near-infrared fluorescence imaging with indocyanine green: optimization of dose and dosing time. *Surg. Endosc.* 2021; 35 (10): 5573–5582. <https://doi.org/10.1007/s00464-020-08058-6>
 13. Simeonidis S. Comparison of administration of indocyanine green (ICG) for image-guided laparoscopic cholecystectomy – a randomized, controlled, prospective trial [Internet]. clinicaltrials.gov/2022 [updated 2022 Mar. 10; cited 2023 Feb. 9]. Report No.: NCT04908826. Available from: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT04908826>
 14. López-Sánchez J., Garrosa-Muñoz S., Aranda F.P., Škrabec C.G., Pérez R.L., Rodríguez-Fortúnez P., Muñoz-Bellvis L. Dose and administration time of indocyanine green in near-infrared fluorescence cholangiography during laparoscopic cholecystectomy (DOTIG): study protocol for a randomised clinical trial. *BMJ Open.* 2023; 13 (3): e067794. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-067794>
 15. Reitano E., deAngelis N., Schembari E., Carrà M.C., Francone E., Gentili S., La Greca G. Learning curve for laparoscopic cholecystectomy has not been defined: a systematic review. *ANZ J. Surg.* 2021; 91 (9): E554–E560. <https://doi.org/10.1111/ans.17021>
 16. Nassar A.H.M., Hodson J., Ng H.J., Vohra R.S., Katbeh T., Zino S., Griffiths E.A.; Chole Study Group, West Midlands Research Collaborative. Predicting the difficult laparoscopic cholecystectomy: development and validation of a pre-operative risk score using an objective operative difficulty grading system. *Surg. Endosc.* 2020; 34 (10): 4549–4561. <https://doi.org/10.1007/s00464-019-07244-5>
 17. Nawacki Ł., Kozłowska-Geller M., Wawszczak-Kasza M., Klusek J., Znamirowski P., Głuszek S. Iatrogenic injury of biliary tree – single-centre experience. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2022; 31; 20 (1): 781. <https://doi.org/10.3390/ijerph20010781>
 18. Abdelaziz A., Anwar H., Muhammed T. Evaluation of the role of indocyanine green fluoroscopy for intraoperative bile duct visualization and prevention of CBD injury during laparoscopic cholecystectomy. *Al-Azhar Int. Med. J.* 2022; 3 (1): 47–51.
 19. Asai Y., Igami T., Ebata T., Yokoyama Y., Mizuno T., Yamaguchi J., Onoe S., Watanabe N., Nagino M. Application of fluorescent cholangiography during single-incision laparoscopic cholecystectomy in the cystohepatic duct without preoperative diagnosis. *ANZ J. Surg.* 2021; 91 (3): 470–472. <https://doi.org/10.1007/s00464-011-1616-2>
 20. Abdel D.M., Osgood L., Escofet X., Farag M. A new preoperative scoring system to predict difficulty of laparoscopic cholecystectomy and risk of conversion to open surgery. *Indian J. Surg.* 2020; 82 (4): 501–506. <https://doi.org/10.1007/s12262-019-02033-9>
 21. Stanisic V., Milicevic M., Kocev N., Stanisic B. A prospective cohort study for prediction of difficult laparoscopic cholecystectomy. *Ann. Med. Surg.* 2020; 60: 728–733. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2020.11.082>

Сведения об авторах [Authors info]

Кабанов Максим Юрьевич – доктор мед. наук, начальник СПб ГБУЗ “Госпиталь для ветеранов войн”; профессор кафедры общей хирургии ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России. <https://orcid.org/0000-0002-9901-8520>. E-mail: makskabanov@gmail.ru

Глушков Николай Иванович – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой общей хирургии ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России. <https://orcid.org/0000-0001-8146-4728>. E-mail: nikolay.glushkov@szgmu.ru

Семенов Константин Валерьевич – доктор мед. наук, заместитель начальника госпиталя по хирургии СПб ГБУЗ “Госпиталь для ветеранов войн”; доцент кафедры общей хирургии ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России. <https://orcid.org/0000-0001-8146-4728>. E-mail: konstantinsementsov@gmail.com

Бояринов Дмитрий Юрьевич – канд. мед. наук, доцент кафедры общей хирургии ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России; заведующий хирургическим отделением СПб ГБУЗ “Госпиталь для ветеранов войн”. <https://orcid.org/0000-0001-6411-040X>. E-mail: boyarinov@yandex.ru

Фоменко Екатерина Евгеньевна – врач-хирург СПб ГБУЗ “Госпиталь для ветеранов войн”. <https://orcid.org/0009-008-4429-4887>. E-mail: e.e.fomenko@mail.ru

Мяanzeлин Марат Наилевич – врач-хирург СПб ГБУЗ “Госпиталь для ветеранов войн”. <https://orcid.org/00000-0002-5879-2093>. E-mail: mn_myanzelin@mail.ru

Для корреспонденции*: Фоменко Екатерина Евгеньевна – e-mail: e.e.fomenko@mail.ru

Maxim Yu. Kabanov – Doct. of Sci. (Med.), Head of the St. Petersburg Hospital for War Veterans; Professor, Department of General Surgery, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov. <https://orcid.org/0000-0002-9901-8520>. E-mail: makskabanov@gmail.ru

Nikolay I. Glushkov – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of General Surgery, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov. <https://orcid.org/0000-0001-8146-4728>. E-mail: nikolay.glushkov@szgmu.ru

Konstantin V. Sementsov – Doct. of Sci. (Med.), Deputy Head of the St. Petersburg Hospital for War Veterans; Associate Professor, Department of General Surgery, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov. <https://orcid.org/0000-0001-8146-4728>. E-mail: konstantinsementsov@gmail.com

Dmitry Yu. Boyarinov – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Department of General Surgery; Head of the Surgery Unit, St. Petersburg Hospital for War Veterans, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov. <https://orcid.org/0000-0001-6411-040X>. E-mail: boyarinov@yandex.ru

Ekaterina E. Fomenko – Surgeon, St. Petersburg Hospital for War Veterans. <https://orcid.org/0009-008-4429-4887>. E-mail: e.e.fomenko@mail.ru

Marat N. Myanzelin – Surgeon, St. Petersburg Hospital for War Veterans. <https://orcid.org/00000-0002-5879-2093>. E-mail: mn_myanzelin@mail.ru

For correspondence *: Ekaterina E. Fomenko – e-mail: e.e.fomenko@mail.ru

Статья поступила в редакцию журнала 14.03.2024.
Received 14 March 2024.

Принята к публикации 25.06.2024.
Accepted for publication 25 June 2024.