



А. В. Малиновский, М. Н. Майоренко, С. Ю. Бадион, М. М. Галимон  
Одесский национальный медицинский университет

## ПЕРВЫЙ ОПЫТ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ ЛАПАРОСКОПИИ ПРИ ХОЛЕЦИСТЭКТОМИИ, ОПЕРАЦИЯХ НА ВНЕПЕЧЕНОЧНЫХ ЖЕЛЧНЫХ ПРОТОКАХ И ОБОДОЧНОЙ КИШКЕ

**Цель работы** — проанализировать первый опыт использования флуоресцентной лапароскопии при технически трудных холецистэктомиях, ревизии холедоха, лимфодиссекции, резекциях ободочной кишки и для оценки кровоснабжения анастомозированных участков.

**Материалы и методы.** Флуоресцентная лапароскопия применена при 7 холецистэктомиях по поводу острого калькулезного холецистита, 6 лапароскопических ревизиях холедоха для оценки его проходимости (эта методика применена нами впервые), лапароскопической правосторонней гемиколэктомии для оценки кровоснабжения анастомозируемых участков кишечника и открытой резекции поперечной ободочной кишки в ходе лимфодиссекции.

**Результаты и обсуждение.** При холецистэктомиях (флуоресцентная холангиография) уменьшена длительность операции и среднее время до достижения «критического вида безопасности» до 30 мин (в группе сравнения — 45 мин). При интраоперационной ревизии холедоха в одном случае флуоресценции в двенадцатиперстной кишке не выявлено, что свидетельствовало о его непроходимости (вклинение конкремента). В остальных случаях проходимость холедоха была сохранена, что было связано с транзиторным холедохолитиазом. При правосторонней гемиколэктомии с помощью флуоресцентной ангиографии было подтверждено адекватное кровоснабжение культи ободочной кишки. При открытой резекции поперечной ободочной кишки флуоресцентная лимфография с успехом была использована для визуализации апикальных лимфоузлов у устья средней ободочной артерии.

**Выводы.** Первый опыт показал, что флуоресцентная лапароскопия позволяет облегчить и ускорить диссекцию при технически трудной холецистэктомии, оценить проходимость холедоха в ряде случаев (например, при транзиторном холедохолитиазе), оценить кровоснабжение анастомозируемых участков кишечника при резекциях и проконтролировать адекватность лимфодиссекции.

■  
**Ключевые слова:** флуоресцентная лапароскопия, индоцианин зеленый, флуоресцентная холангиография, флуоресцентная ангиография, флуоресцентная лимфография.

Флуоресцентная лапароскопия (ФЛ) — современная технология, позволяющая облегчить выполнение ряда лапароскопических операций и улучшить их результаты за счет определения флуоресценции индоцианина зеленого с помощью специальной видеосистемы. При флуоресценции внепеченочных желчных протоков (флуоресцентная холангиография (ФХ)) можно быстрее и точнее сориентироваться в анатомии при выполнении лапароскопической холецистэктомии, особенно в технически трудных случаях. Нами был предложен вариант использования ФХ не только

для визуализации холедоха, но и для оценки его проходимости в определенных случаях. При резекциях ободочной кишки ФЛ позволяет оценить кровоснабжение анастомозированных участков кишки для профилактики несостоятельности анастомоза (флуоресцентная ангиография (ФА)). При резекциях ободочной кишки ФЛ также используют для визуализации регионарных лимфоузлов в ходе лимфодиссекции (флуоресцентная лимфография), что позволяет выполнить ее в полном объеме. Описаны и другие варианты использования ФЛ: визуализация метастазов печени,

мочеточника, парашитовидних желез, оценка кровоснабжения пищевода и т. д.

**Цель работы** — проанализировать первый опыт использования флуоресцентной лапароскопии при технически трудных холецистэктомиях, ревизии холедоха, лимфодиссекции, резекциях ободочной кишки и для оценки кровоснабжения анастомозированных участков.

#### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Флуоресцентная холангиография для визуализации внепеченочных желчных протоков была использована у 7 пациентов, которым выполняли технически трудную лапароскопическую холецистэктомию. Эти пациенты составили основную группу в данном сравнительном исследовании. Согласно протоколу в основную группу входили пациенты с риском технических трудностей при операции, определяемым при ультразвуковом исследовании органов брюшной полости (блокированный пузырь, множественные крупные конкременты с тугим заполнением пузыря, внутрипеченочное расположение пузыря и признаки паравезикального инфильтрата). В основной группе было 4 пациента с тяжелым хроническим холециститом. Средний возраст пациентов — 52 года (42—76 лет). Мужчин было 2, женщин — 5. Контрольную группу составили 9 пациентов (5 с острым деструктивным холециститом и 4 с тяжелым хроническим холециститом). Средний возраст пациентов — 56 лет (40—78 лет). Мужчин было 2, женщин — 7.

В основной группе при премедикации вводили индоцианин зеленый (Aurogreen, Ауrolаб, Индия) в дозе 0,25 мг/кг массы тела.

Флуоресцентная холангиография для оценки проходимости холедоха была выполнена у 6 пациентов с острым калькулезным холециститом. В двух случаях имел место тяжелый острый билиарный панкреатит (в стадии жирового панкреонекроза) с явлениями желчной гипертензии, в одном случае — прогрессирующая механическая желтуха с дилатацией холедоха до 15 мм, еще в одном — уменьшающаяся механическая желтуха с расширенным до 12 мм холедохом при наличии множественных мелких конкрементов в желчном пузыре и пузырном протоке. В последних двух случаях механическая желтуха протекала на фоне вирусного гепатита и диаметра холедоха 4—5 мм. Во всех случаях во время премедикации вводили индоцианин зеленый.

Флуоресцентная ангиография для оценки кровоснабжения анастомозируемых участков кишки была апробирована при «экономном» варианте правосторонней гемиколэктомии (по поводу аденомы баугиниевой заслонки), при которой был сохранен печеночный изгиб ободочной кишки.

Флуоресцентная лимфография выполнена в открытом варианте и апробирована при резек-

ции поперечно-ободочной кишки в ходе лимфодиссекции в бассейне средней ободочной артерии.

#### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

При применении ФХ для визуализации желчных протоков при «трудной» лапароскопической холецистэктомии (рис. 1, 2) среднее время до достижения критического вида безопасности составляло 30 мин, в контрольной группе — 45 мин. Средняя продолжительность операции составляла соответственно 2,0 ч (1,5—3,0) и 2,5 ч (1,5—4,0). Послеоперационных осложнений в обеих группах не было.

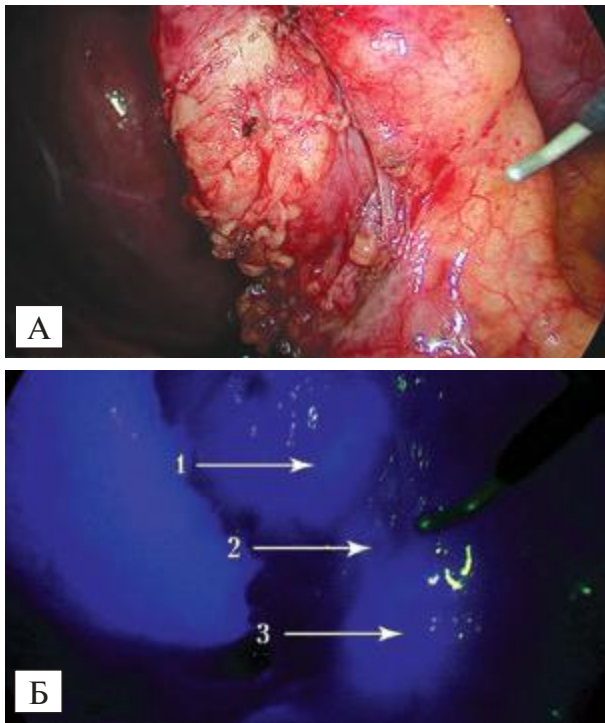
При использовании ФХ для оценки проходимости холедоха в первых двух случаях она показала пассаж индоцианина зеленого в начальные отделы тощей кишки, что свидетельствовало о наличии транзиторного холедохолитиаза. Этим пациентам выполнено только дренирование холедоха по Пиковскому. В послеоперационный период имел место повышенный дебит желчи в течение 2 нед (в среднем — 500 мл), что было обусловлено стойким спазмом сфинктера Одди. Панкреонекроз имел abortивное течение. В обоих случаях через 2 нед после операции холангиография показала отсутствие конкрементов.

В третьем случае флуоресценции в проекции холедоха и в просвете тощей кишки не наблюдалось, что доказало полный блок холедоха конкрементом (рис. 3, 4). Выполнена лапароскопическая холедохотомия, холедохоскопия, единичный конкремент извлечен, холедох дренирован по Керу. Холангиограмма также показала отсутствие конкрементов.

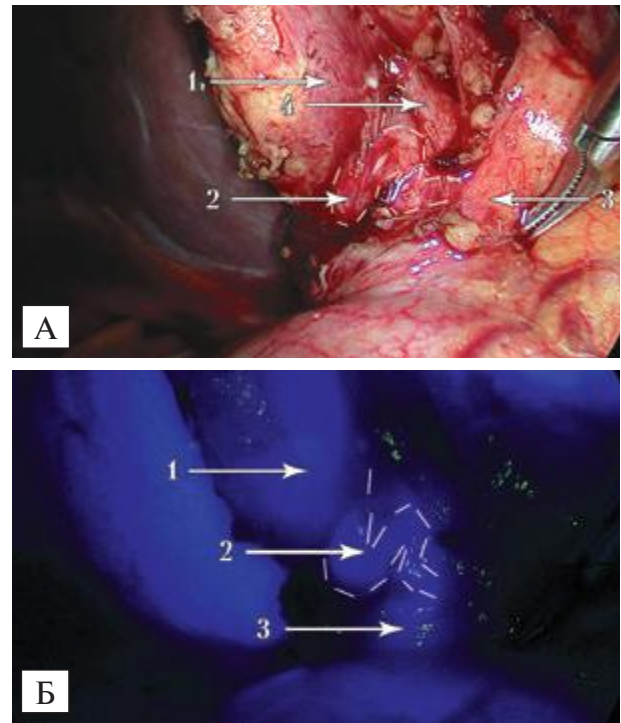
У пациента с множественными мелкими конкрементами, полностью обтурирующими пузырный проток, потребовалась ревизия холедоха, несмотря на сохраненный пассаж индоцианина зеленого в тощую кишку (рис. 5, 6). Ревизия с помощью холедохотомии и видео-холедохоскопии (рис. 7) показала отсутствие конкрементов, то есть транзиторный холедохолитиаз, что было подтверждено данными послеоперационной холангиограммы.

В последних двух случаях имел место транзиторный холедохолитиаз при узком диаметре холедоха на фоне хронического вирусного гепатита. В этих случаях была получена флуоресценция начальных отделов тощей кишки и ревизии холедоха узкого диаметра не потребовалось. Достаточно было выполнить дренирование холедоха по Пиковскому. Холангиограммы показали отсутствие конкрементов и узкий холедох.

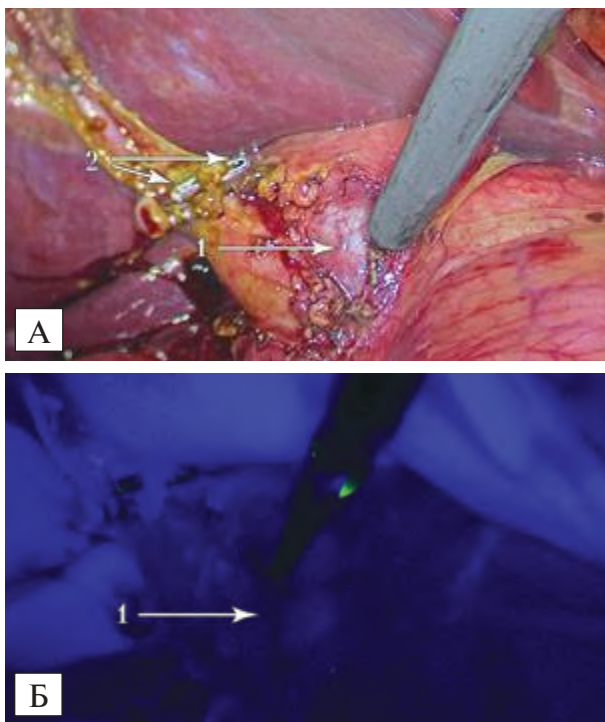
При выполнении ФА при правосторонней гемиколэктомии была получена флуоресценция всей культи поперечно-ободочной кишки, культи анастомозируемого терминального отдела подвздошной кишки и визуализация сосудов терминального отдела подвздошной кишки (рис. 8, 9).



*Рис. 1. Зона трикутника Кало при остро́м флегмонозном холециститі при обычном свете (А) и при осмотре в спектре, близком к инфракрасному (Б): 1 — шейка желчного пузыря; 2 — пузырный проток; 3 — холедох*



*Рис. 2. Идентификация структур для достижения «критического вида безопасности» при остро́м флегмонозном холециститі при обычном свете (А) и при осмотре в спектре, близком к инфракрасному (Б): 1 — шейка желчного пузыря; 2 — пузырный проток; 3 — холедох; 4 — пузырная артерия*



*Рис. 3. Отсутствие флуоресценции желчи в холедохе, доказывающая его полный блок при обычном свете (А) и при осмотре в спектре, близком к инфракрасному (Б): 1 — холедох; 2 — клипсы на пузырном протоке и пузырной артерии*



*Рис. 4. Фиброхоледохоскопия. Конкремент, вызвавший полный блок холедоха*

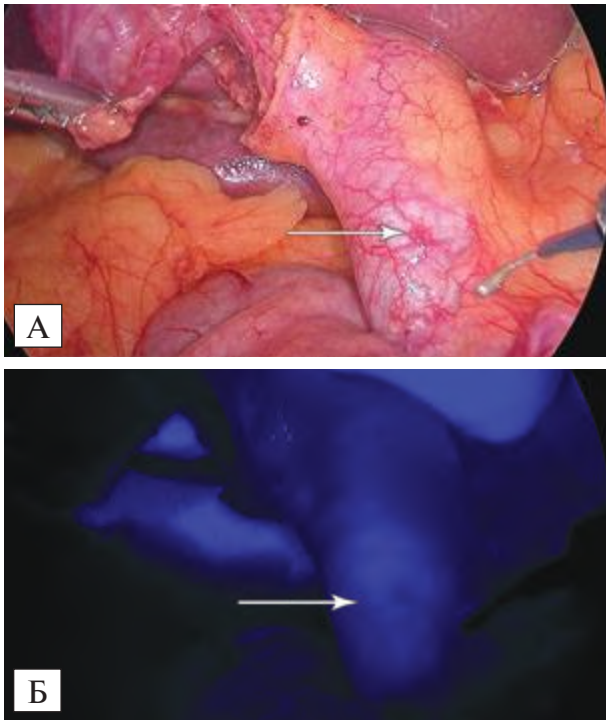


Рис. 5. Визуалізація холедоха (стрелка) при обычном свете (А) и при осмотре в спектре, близком к инфракрасному (Б)

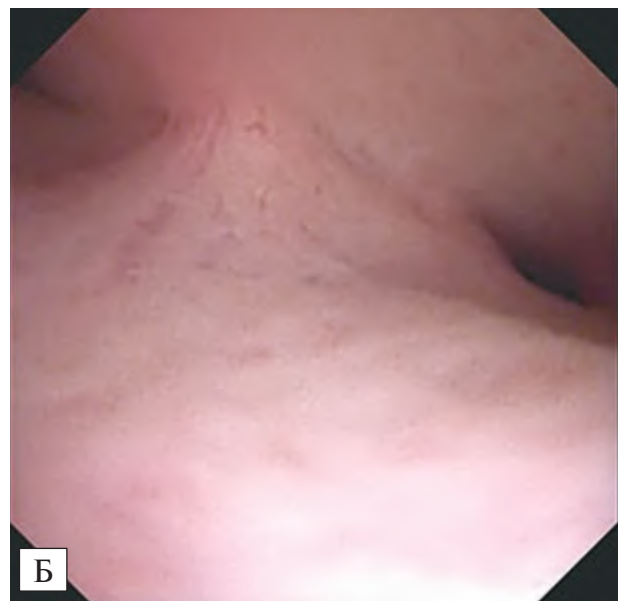


Рис. 7. Видеохоледохоскопия дистальной (А) и проксимальной (Б) части холедоха

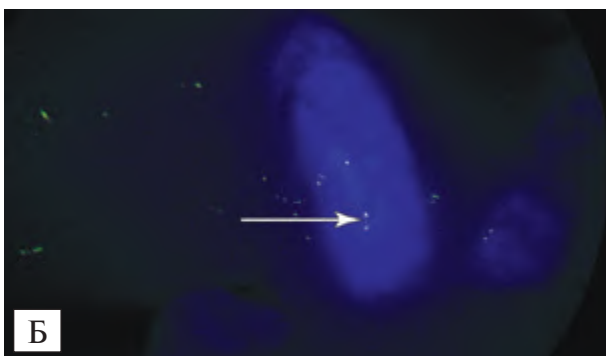


Рис. 6. Флуоресценция желчи в начальных отделах тощей кишки (стрелка), доказывающая проходимость желчных протоков при обычном свете (А) и при осмотре в спектре, близком к инфракрасному (Б)

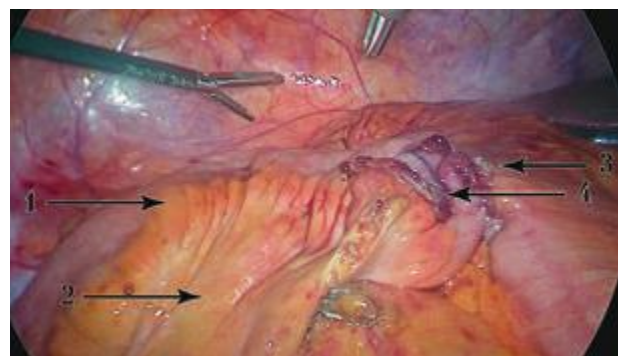


Рис. 8. Вид операционного поля после наложения илеотрансверзоанастомоза: 1 — терминальный отдел подвздошной кишки; 2 — брыжейка терминального отдела подвздошной кишки; 3 — поперечно-ободочная кишка; 4 — илеотрансверзоанастомоз

Флуоресценція була активною в зоні апаратного шва, культи поперечно-ободочної кишки, сформованій на рівні печеночного изгиба, що дозволило не резецировать його. Несостоятельности анастомоза у пацієнтки не було. При виконанні резекції поперечно-ободочної кишки і перитуморозному введенні флуоресцируючого агента відмічено накоплення і флуоресценція середніх ободочних лимфоузлів. Після їх видалення з перев'язкою у основанні середньої ободочної артерії флуоресценція відсутствовала, що дозволило проконтролювати повноту лимфодиссекції (рис. 10—14). При гистологічному дослідженні в цих лимфоузлах були виявлені злокачественні клітини.

Флуоресцентна лапароскопія спеціальною відеосистемою фірми Karl Storz (Німеччина) з використанням індиционіна зеленого має ряд переваг порівняно з лапароскопією в звичайному світлі: візуалізація внепеченочних жєлчных протоків, лімфатических судів і регіонарних лімфоузлів жєлудка, кишєчника, молочної жєлезы, жєнских половых органів і других органів, оцєнка кровоснабжєния кишєчника і других органів, візуалізація метастазів в печєнь і др. [2]. При введенні індиционіна зеленого за 0,5—1,5 ч до операції препарат накоплюється в печєні і видєляється з жєлчью, забезпечує флуоресценцію внепеченочних жєлчных протоків, включає пупырний проток при відсутствєнні його блока, що дозволяє сориєнтуватися в їх анатомії [2]. При введенні препарату паратуморозно або інтратуморозно, наприклад, в ободочну кишку (як лапароскопічески, так і ендоскопічески), в середньому через 30 мин досягається ефект флуоресценції регіонарних лімфоузлів, а також лімфоузлів за межами регіонарного басейна, що дозволяє виконати лімфодиссекцію в більш адекватному об'ємі [2]. При введенні індиционіна зеленого внутривенно, болюсно інтраопераційно, через 2—3 мин можна візуалізувати артеріальні суди брыжєек і степєнь накоплення препарату стєнкою кишєчника або другого органу, що дозволяє після резекції достовірно оцєнити кровоток в анастомозуємих участках [2].

Значительним преимуществом ФХ является удобство ее выполнения по сравнению с рентген-контрастной холангиографией, поскольку последняя требует наличия аппаратуры, специальной операционной и специалиста, тогда как ФХ — лишь введения флуоресцирующего препарата при премедикации. По данным S. N. Osayi и соавт., чувствительность относительно визуализации внепеченочных желчных протоков при ФХ достигала 95 %, при рентген-контрастной холангиографии — 72 % [6]. D. A. van Dam и соавт. отметили, что ФХ статистически значительно снижает время до достижения «критического вида безопасности»

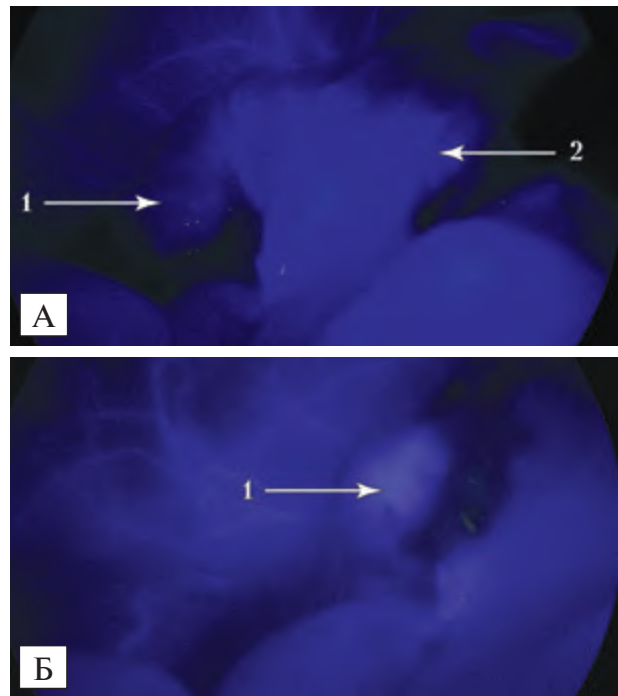


Рис. 9. Осмотр зоны илеотрансверзоанастомоза (А) и культы поперечно-ободочной кишки (Б) в спектре, близком к инфракрасному: 1 — культа поперечно-ободочной кишки; 2 — брыжейка тощей кишки

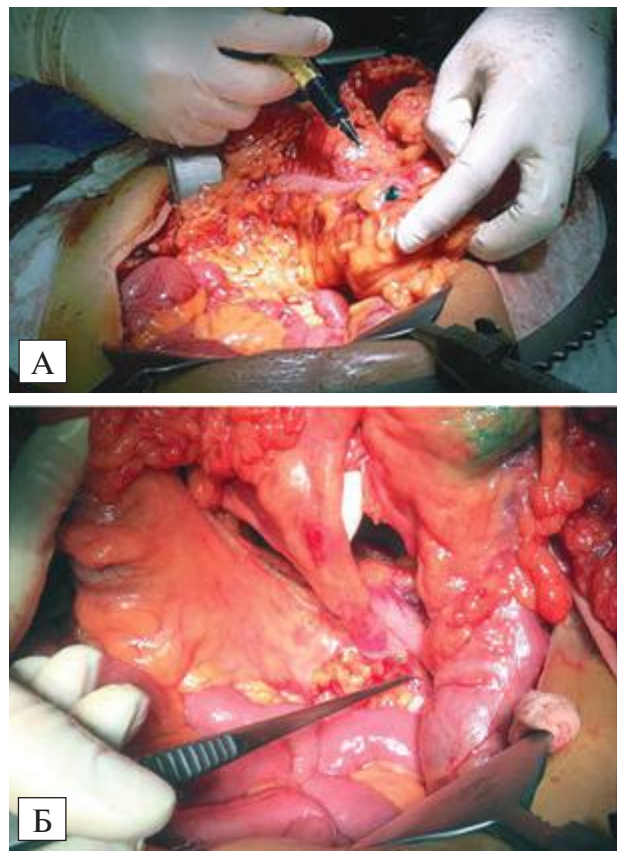
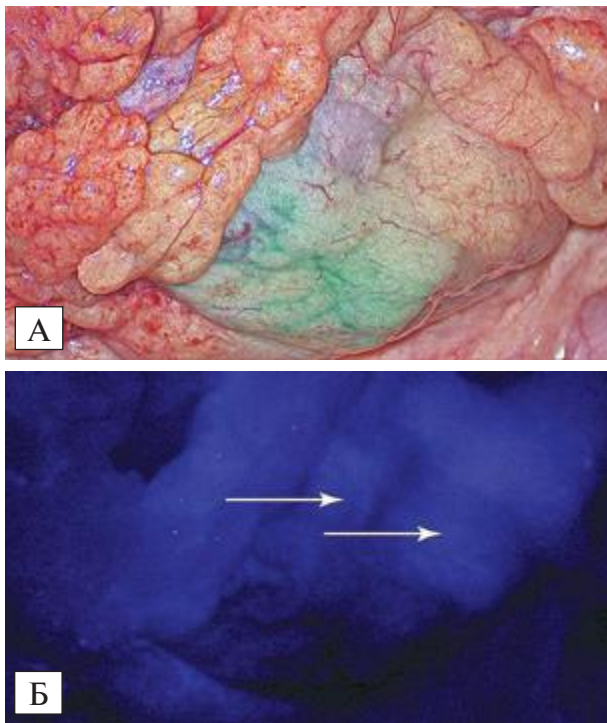
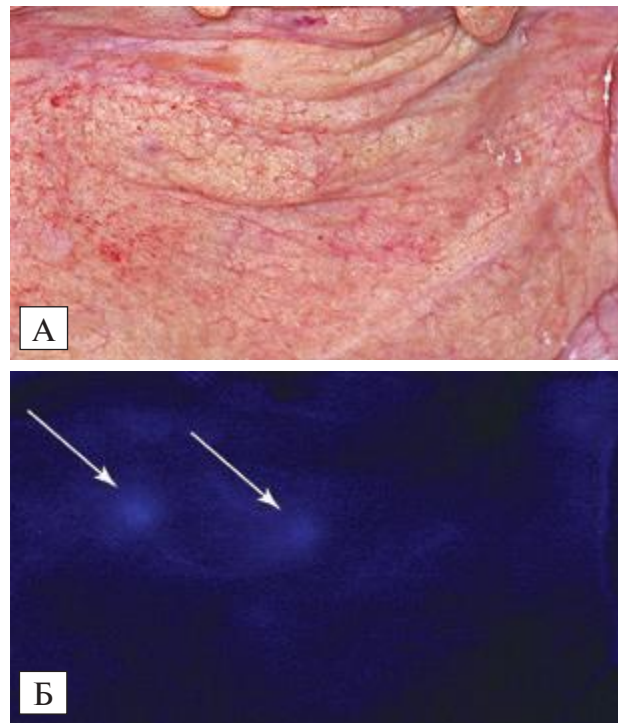


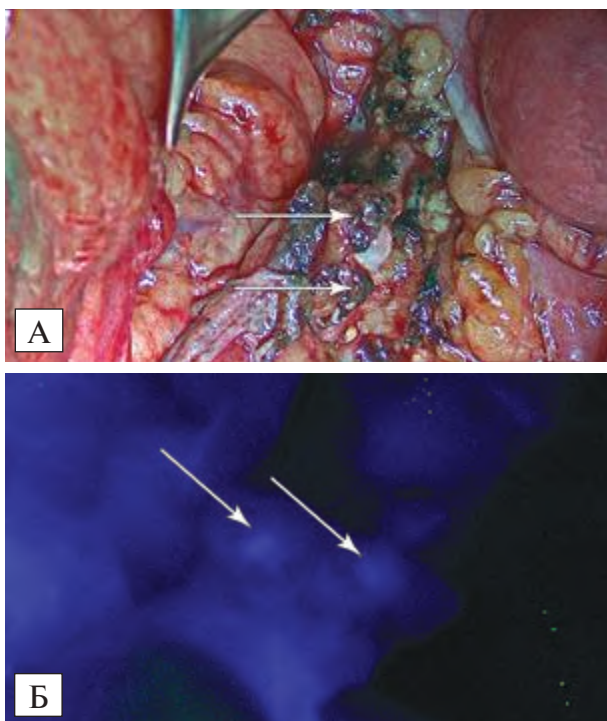
Рис. 10. Начальные этапы флуоресцентной лимфографии: перитуморозное введение индиционина зеленого (А); выделение клиновидного участка брыжейки со средней ободочной артерией (Б)



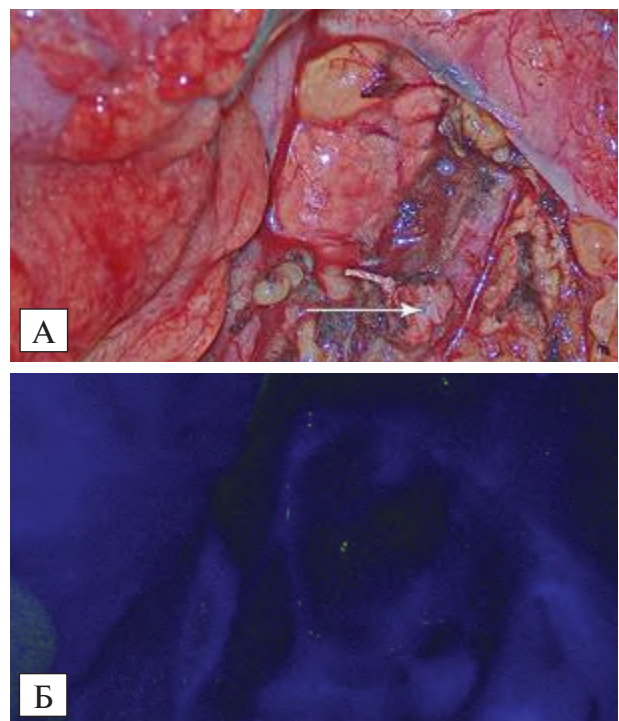
*Рис. 11. Окрашивание тканей в области опухоли (стрелки) при обычном свете (А) и при осмотре в спектре, близком к инфракрасному (Б)*



*Рис. 12. Окрашивание параколярных лимфоузлов (стрелки) при обычном свете (А) и при осмотре в спектре, близком к инфракрасному (Б)*



*Рис. 13. Окрашивание средних ободочных лимфоузлов (стрелки) до лимфодиссекции при обычном свете (А) и при осмотре в спектре, близком к инфракрасному (Б)*



*Рис. 14. Контроль адекватности лимфодиссекции с помощью флуоресценции при обычном свете (А) и при осмотре в спектре, близком к инфракрасному (Б): стрелкой указана культя перевязанной средней ободочной артерии*

при лапароскопической холецистэктомии и позволяет избежать повреждения желчных протоков по сравнению со стандартной лапароскопией [7]. Впервые используя ФХ, мы убедились в упомянутых преимуществах, особенно при затрудненной дифференцировке структур. Нам удалось в 1,5 раза уменьшить длительность операции и время до достижения «критического вида безопасности» и избежать повреждения внепеченочных желчных протоков.

Относительно возможности оценки проходимости внепеченочных желчных протоков, при анализе современной мировой литературы мы не обнаружили указания на возможность использования ФХ. Все работы по ФХ сфокусированы на определении местонахождения внепеченочных желчных протоков во время лапароскопической холецистэктомии. Такое применение ФХ предложено нами впервые.

Описанные случаи свидетельствуют о том, что ФХ можно успешно использовать для оценки проходимости внепеченочных желчных протоков в определенных случаях (подозрение на транзитный холедохолитиаз, биллиарный панкреатит с желчной гипертензией). Именно в этих случаях холангиография может показать полную проходимость холедоха и, таким образом, оказаться напрасной, а ревизия путем холедохотомии может быть технически трудной. Чувствительность и специфичность ФХ относительно оценки проходимости внепеченочных желчных протоков требует дальнейшего изучения.

Одним из технически важных аспектов лапароскопических резекций толстой кишки является кровоснабжение анастомозируемых участков толстой кишки. Частота несостоятельности анастомозов при лапароскопических резекциях ободочной кишки составляет 1–19% и в значительной мере зависит от кровоснабжения [5]. Визуальная оценка кровоснабжения по цвету во многом субъективна. ФА позволяет оценить не только степень кровенаполнения стенки кишки по активности флуоресценции, но и визуализировать конкрет-

ные концевые сосуды, что особенно важно в условиях избыточной жировой клетчатки и инфильтрации брыжеек. В ряде работ было показано, что использование ФА снижает частоту несостоятельности анастомозов в тех случаях, когда она, в частности, изменяла уровень резекции ободочной кишки [4, 5]. Наш первый опыт показал, что ФА позволяет подтвердить адекватное кровенаполнение стенки кишки и визуализировать питающие сосуды в условиях, когда кровоснабжение может быть недостаточным.

Вторым важнейшим аспектом резекций ободочной кишки при раке является полноценная лимфодиссекция. Согласно современным стандартам она должна быть выполнена в составе так называемой мезоколэктомии и должны быть удалены «апикальные» лимфоузлы, то есть расположенные у основания либо *a. ileocolica* и *a. colica media* при правосторонней гемиколэктомии, либо *a. mesenterica inferior* при левосторонней гемиколэктомии [1]. Хотя при правильном соблюдении техники этих операций лимфоузлы удаляются вместе с брыжейкой при перевязке соответствующей артерии у основания, в ряде случаев их визуализация позволяет удалить лимфоузлы, расположенные в стороне от магистрального сосуда. В некоторых случаях возможно сохранение, например, левой ободочной артерии при полной лимфаденэктомии в области основания *a. mesenterica inferior* [3]. Описанный нами случай показал, что визуализация лимфоузлов в области *a. colica media* значительно облегчает лимфодиссекцию.

### ВЫВОДЫ

Первый опыт показал, что флуоресцентная лапароскопия позволяет облегчить и ускорить диссекцию при технически трудной холецистэктомии, оценить проходимость холедоха в ряде случаев (например, при транзитном холедохолитиазе), оценить кровоснабжение анастомозируемых участков кишечника при резекциях и проконтролировать адекватность лимфодиссекции.

*Конфликта интересов нет.*

*Авторы не имеют финансовых отношений с третьими лицами по поводу результатов, описанных в данной статье. Статья финансируется исключительно за собственный счет авторов.*

*Участие авторов: концепция и дизайн исследования — А. М.; сбор материала — М. М., С. Б., М. Г.; обработка материала — С. Б., М. Г.; написание текста — С. Б.; редактирование — М. Г.*

### Литература

1. Bae S. U., Min B. S., Kim N. K. Robotic low ligation of the inferior mesenteric artery for rectal cancer using the firefly technique // *Yonsei Med. J.* — 2015. — Vol. 56 (4). — P. 1028–1035.
2. Boni L., David G., Mangano A. et al. Clinical applications of indocyanine green (ICG) enhanced fluorescence in laparoscopic surgery // *Surg. Endosc.* — 2015. — Vol. 29 (7). — P. 2046–2055.
3. Emile S. H., Elfeki H., Shalaby M., et al. Sensitivity and specificity of indocyanine green near-infrared fluorescence imaging in detection of metastatic lymph nodes in colorectal cancer: Systematic review and meta-analysis // *J. Surg. Oncol.* — 2017. — Vol. 116 (6). — P. 730–740.
4. Jafari M. D., Wexner S. D., Martz J. E. et al. Perfusion Assessment in Laparoscopic Left-Sided/Anterior Resection (PILLAR II): A Multi-Institutional Study // *J. Am. Coll. Surg.* — 2015. — Vol. 220, N 1. — P. 82–92.

5. Kawada K., Hasegawa S., Wada T. et al. Evaluation of intestinal perfusion by ICG fluorescence imaging in laparoscopic colorectal surgery with DST anastomosis // *Surg. Endosc.* — 2017. — Vol. 31. — P. 1061—1069.
6. Osayi S. N., Wendling M. R., Drosdeck J. M. et al. Near-infrared fluorescent cholangiography facilitates identification of biliary anatomy during laparoscopic cholecystectomy // *Surg. Endosc.* — 2015. — Vol. 29 (2). — P. 368—375.
7. Van Dam D. A., Ankersmit M., van de Ven P. et al. Comparing near-infrared imaging with indocyanine green to conventional imaging during laparoscopic cholecystectomy: A prospective crossover study // *J. Laparoendosc. Adv. Surg. Tech. A.* — 2015. — Vol. 25 (6). — P. 486—492.

**А. В. Малиновський, М. М. Майоренко, С. Ю. Бадіон, М. М. Галімон**  
Одеський національний медичний університет

## ПЕРШИЙ ДОСВІД ФЛУОРЕСЦЕНТНОЇ ЛАПАРОСКОПІЇ ПРИ ХОЛЕЦИСТЕКТОМІЇ, ОПЕРАЦІЯХ НА ЖОВЧНИХ ПРОТОКАХ ТА ОБОДОВІЙ КИШЦІ

**Мета роботи** — проаналізувати перший досвід використання флуоресцентної лапароскопії при технічно тяжких холецистектоміях, ревізії холедоха, лімфодисекції, резекціях ободової кишки та для оцінки кровопостачання анастомозованих ділянок.

**Матеріали і методи.** Флуоресцентну лапароскопію застосовано при 7 холецистектоміях з приводу гострого калькульозного холециститу, 6 лапароскопічних ревізій холедоха для оцінки його прохідності (ця методика застосована нами вперше), лапароскопічній правобічній геміколектомії для оцінки кровопостачання анастомозованих ділянок кишечника і при відкритій резекції поперечно-ободової кишки під час лімфодисекції.

**Результати та обговорення.** При холецистектоміях (флуоресцентна холангіографія) зменшено тривалість операції та середній час до досягнення «критичного виду безпеки» до 30 хв (у групі порівняння — 45 хв). При інтраопераційній ревізії холедоха в 1 випадку флуоресценції в дванадцятипалій кишці не виявлено, що свідчило про його непрохідність (вклинення конкременту). В інших випадках прохідність холедоха була збережена, що було пов'язано з транзиторним холедохолітиазом. При правобічній геміколектомії шляхом флуоресцентної ангіографії було підтверджено адекватне кровопостачання кукси ободової кишки. При відкритій резекції попереково-ободової кишки флуоресцентну лімфографію з успіхом було використано для візуалізації апікальних лімфовузлів біля вустя середньої ободової артерії.

**Висновки.** Перший досвід показав, що флуоресцентна лапароскопія дає можливість полегшити і прискорити дисекцію у разі технічно тяжкої холецистектомії, оцінити прохідність холедоха в деяких випадках (наприклад, при транзиторному холедохолітазі), оцінити кровопостачання ділянок кишечника, що анастомозуються при резекціях, і проконтролювати адекватність лімфодисекції.

**Ключові слова:** флуоресцентна лапароскопія, індоціанін зелений, флуоресцентна холангіографія, флуоресцентна ангіографія, флуоресцентна лімфографія.

**A. V. Malinovskyi, M. M. Mayorenko, S. Y. Badion, M. M. Galimon**  
Odesa National Medical University

## THE FIRST EXPERIENCE OF FLUORESCENCE LAPAROSCOPY FOR CHOLECYSTECTOMY, THE BILE DUCTS AND THE COLON SURGERY

**The aim** — to analyse of the first experience with the use of fluorescence laparoscopy (FL) in technically difficult cholecystectomies, revision of the choledochus, lymphodecton, colon resection and to assess the blood supply of the anastomosis sites.

**Materials and methods.** Fluorescence laparoscopy was applied in 7 cholecystectomies for acute calculous cholecystitis, 6 common bile duct laparoscopic revisions to estimate the patency (first-time used technique), laparoscopic right-side hemicolectomy for estimation the blood supply of anastomosing intestinal areas and open resection of the transverse colon during limfodissections.

**Results and discussion.** In cholecystectomies (fluorescence cholangiography), the duration of the operation and the average time to achieve a «critical type of safety» were reduced to 30 minutes compared with the comparison group (45 minutes). During the intraoperative revision of the choledochus in 1 case of fluorescence in the duodenum was not detected, which showed its obstruction (calculus inclusions). In other cases, the choledochal patency was preserved, which was associated with transient choledocholithiasis. With right-sided hemicolectomy by fluorescent angiography, adequate blood supply to the colon stump has been proven. With open resection of the transverse colon, fluorescence lymphography was successfully used to visualize the apical lymph nodes at the mouth of the middle colon artery.

**Conclusions.** The first experience showed that fluorescence laparoscopy allows to facilitate and accelerate dissection in case of technically difficult cholecystectomies, to assess the passage of the common bile duct in distinct cases (for example, transient choledocholithiasis), to evaluate the blood supply of the anastomotic sites in colon resections, and to monitor the adequacy of lymph node dissection.

**Key words:** laparoscopic fluorescence, indocyanine green, fluorescence cholangiography, fluorescence angiography, fluorescence lymphography.