

Техники достижения безопасного выполнения лапароскопической холецистэктомии (обзор литературы)

В. В. Крыжевский, Н. А. Мендель, Ю. В. Павлович

Национальная медицинская академия последипломного образования имени П. Л. Шупика, Киев

Techniques for achieving safe laparoscopic cholecystectomy (Review)

V.V. Kryzhevskii, N.A. Mendel, Yu. V. Pavlovych

Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education, Kiev

Лапароскопическая холецистэктомия (ЛХЭ) наиболее распространена среди других операций на органах брюшной полости в течение последних двух десятилетий и является методом выбора в лечении симптоматического холелитиаза. ЛХЭ имеет ряд известных преимуществ перед открытой методикой, но ее широкое использование привело к увеличению количества билиарных осложнений, превышающее таковое при открытой операции.

Еще в 1990 году Альфред Кушиери в своей редакционной статье называл ЛХЭ началом новой, захватывающей эры хирургии, но предупреждал быть осторожным с широким и быстрым внедрением данной техники, чтобы «избежать последствий и существенной, хирургически вызванной высокой заболеваемости» [1]. Так, двадцать лет спустя, небольшое увеличение частоты ятрогенных повреждений желчных протоков (ПЖП) не принимали во внимание благодаря огромным преимуществам этого малоинвазивного подхода и ЛХЭ стала методом выбора лечения холелитиаза. С течением времени ситуация изменилась и ПЖП стало одним из грозных осложнений ЛХЭ. При этом, не смотря на позитивную динамику кривой обучения хирургов и аккумуляирования ими опыта в лапароскопии, на данном этапе сохраняется тенденция к росту билиарных осложнений, главным образом за счет ятрогенного ПЖП. Это влечет за собой негативные последствия как для пациента, так и для хирурга с колоссальными финансовыми затратами и значительным ухудшением качества жизни пациента. Также ПЖП при ЛХЭ, в отличие от открытой, стали более тяжелыми, поскольку связаны с сопутствующим повреждением сосудов и более проксимальным уровнем травмы. Основная причина ПЖП при ЛХЭ – это неправильная интерпретация анатомии желчевыводящих путей (71%–97% всех случаев), что чаще всего связано с наличием воспаления и васкулобилиарных аномалий в зоне гепатобилиарного треугольника [1, 3]. По последним данным частота повреждения желчных протоков при ЛХЭ остается высокой в пределах 0,4–0,6%, что в два раза превышает показатели при открытой методике. Поскольку ЛХЭ широко применяется во всем мире, общее количество пациентов с ПЖП значительно высока, несмотря на низкий уровень заболеваемости. Это делает этот вид осложнения «редкой, но распространенной» па-

тологией [4]. Для предотвращения осложнений ЛХЭ важно знать и понимать, что такое безопасная лапароскопическая холецистэктомия. В данной статье будут рассмотрены аспекты безопасного выполнения ЛХЭ и техники, необходимые для предотвращения главного ее осложнения – повреждений желчных протоков.

Техники безопасной лапароскопической холецистэктомии

Что такое безопасная ЛХЭ? Это ЛХЭ, выполняемая стандартизированными безопасными техниками, ведущими к предотвращению осложнений. Беспокоясь о проблеме осложнений ЛХЭ, в частности ятрогенного повреждения ЖП, и ставя цель достичь безопасной ЛХЭ, различные международные сообщества (SAGES, WSES, IRCAD) в разные промежутки времени приняли программы, алгоритмы, призванные защитить хирурга и пациента от возникающих опасных ситуаций при ЛХЭ и, особенно, предупредить тяжелые осложнения, связанные с ятрогенным повреждением желчных протоков [3, 5, 6, 7]. Но, учитывая низкую частоту встречаемости последних и невозможность провести мультицентровое рандомизированное исследование, в настоящее время ни одна из предложенных методик не имеет высокой степени доказательства и не может быть заявлена как основная. Хирурги в своей практической деятельности выходят из трудной ситуации в основном полагаясь на собственный опыт и на рекомендации зарубежных коллег, что значительно утяжеляет принятие унифицированных решений в трудных ситуациях и приводит часто к худшим, непредвиденным исходам операции.

Что необходимо для безопасной ЛХЭ? Какие методы делают ЛХЭ безопасной?

Как уже упоминалось выше, единой техники не существует. В литературе предложены множество приёмов. Нами был выполнен синтезирующий анализ последних, который привел к выводам, что только совокупное применение различных подходов может сделать выполнение ЛХЭ безопасной и помочь в предотвращении тяжелых осложнений. Такая ситуация обуславливает непрекращающийся поиск единой техники, которая была бы одновременно безопасна и эффективна, легка в усвоении и воспроизведении, быстрой и экономичной [8].

К методам и техническим приемам безопасной ЛХЭ относятся:

1) предоперационные: тщательное планирование, основанное на результатах клинических, лабораторно-инструментальных исследований.

2) интраоперационные:

– выполнение и достижение критического взгляда на безопасность (КВБ);

– анатомические ориентиры / метки: оценка гепатобилиарного треугольника, расположение – кармана Гартмана, борозды Рувье, лимфатического узла Лунда;

– методы инструментальной визуализации: интраоперационная холангиография, флюоресцентная визуализация с помощью индоцианинового зеленого в ближнем инфракрасном свете, интраоперационная ультразвукография.

Предоперационное планирование

Для предотвращения «тяжелой» ЛХЭ и неожиданного сценария хода операции важно правильно выполнять предоперационное планирование, на этапе которого проводится селекция больных для тех или других методов лечения. Факторами, указывающими на возможность конверсии в открытую холецистэктомию являются: возраст больше 65 лет, мужской пол, продолжительность заболевания больше 72 часов, диагноз острого холецистита, число лейкоцитов в общем анализе крови больше $18 \times 10^9/\text{л}$, индекс массы тела (ИМТ) $\geq 30 \text{ кг}/\text{м}^2$, наличие в анамнезе предыдущих абдоминальных операций в верхнем квадранте живота [9, 10, 11, 12, 13]. Взвешивание и рациональный анализ вышеперечисленных критериев ведет к выбору правильной техники операции и ее оптимальных сроков выполнения, создавая таким образом все условия для безопасной ЛХЭ.

Интраоперационные техники

Критический взгляд безопасности (КВБ)

КВБ сейчас широко применяется при ЛХЭ, вытеснив долго используемую на практике инфундибулярную технику, которая признана всемирными хирургическим сообществом неэффективной и небезопасной [1, 14, 15]. КВБ среди других методов зарекомендовал себя как безопасный, легко обучаемый и действенный способ предотвращения ПЖП, о чем сообщалось во многих недавних исследованиях [16, 17]. Strasberg S. et al. еще в 1995 г. в аналитическом обзоре был опубликован важный метод предотвращения ПЖП и назван «критическим взглядом на безопасность» (КВБ, CVS). Это было краткое описание и иллюстрация без детального изложения техники рационального использования на практике. Поэтому уже в 2010 г он написал детальную статью, посвященную данному методу, где подробно описал его применение на практике [18]. Важно вначале понять, что КВБ не является методом диссекции. Это метод анатомической таргентной идентификации «мишеней» – пузырного протока и артерии [19, 20]. Для достижения КВБ необходимо выполнить три критерия: 1) гепатобилиарный треугольник должен быть полностью очищен от жира и фиброзной ткани так,

чтобы получить 360 – градусный обзор пузырных артерии и протока; 2) нижняя треть желчного пузыря должна быть отделена от ложа печени. 3) две и только две структуры должны входить в желчный пузырь – пузырный проток и пузырная артерия. [18, 21, 22]. Только выполнив все эти требования и достигнув таким образом КВБ можно переходить к клипированию и пересечению структур, продолжая затем дальнейшие этапы операции. Несмотря на то, что КВБ широко известен хирургам, очень часто эта техника не выполняется, а в операционных записках отсутствует запись о том, что КВБ был достигнут. Другой проблемой является не понимание хирургами до конца, что включает в себя понятие КВБ [17, 23]. Так, недавнее голландское исследование, посвященное обзору оперативных записок и видеозаписей ЛХЭ, показало, что КВБ действительно был достигнут только в 10,8% случаев, несмотря на то, что в операционных записках это количество достигало 80% [21, 23]. Поэтому важно всегда не только записывать факт достижения КВБ, но и дополнять его фото или видео документированием (доказано, что в операционных записках именно видеозапись является лучшим методом документирования) [22]. КВБ – это эффективный метод, делающий выполнение ЛХЭ безопасным, предотвращая ятрогенные повреждения желчевыводящих путей, интраоперационную травму сосудов гепатобилиарной зоны [21, 24].

Анатомические ориентиры – метки

Для выполнения безопасной ЛХЭ важно знать и уметь использовать анатомические ориентиры гепатобилиарной зоны, так как неправильная идентификация анатомических структур является основной причиной ятрогенных повреждений билиарных структур при ЛХЭ. На первом этапе диссекции при достижении всех критериев КВБ имеет большое значение находится в правильном анатомическом пространстве, выполняя нужные тракции и контртракции желчного пузыря. Перед диссекцией нужно определиться с анатомическими ориентирами анатомических меток – конфигурация гепатобилиарного треугольника, расположение кармана Гартмана / шейки желчного пузыря, борозды Рувье, лимфатического узла Лунда.

Борозда Рувье это фиксированный анатомический ориентир во время ЛХЭ. Для правильной идентификации необходимо выполнить переднезаднюю и левостороннюю тракции шейки желчного пузыря. Борозда хорошо видна в большинстве случаев (80%) и обычно содержит ветви правой печеночной артерии, правой воротной вены и правого желчного протока. Борозда Рувье достоверно указывает на плоскость расположения важных структур: пузырный проток и артерия всегда лежат выше борозды, а общий печеночный проток ниже ее и, таким образом, и помогает переориентировать хирурга в трудных ситуациях [25]. Во время выделения переднего и заднего вида треугольника Кало диссекция структур должна выполняться в вентрально – краниальном направлении от линии, соединяющей точку начала борозды Рувье и основание четвертого сегмента печени [16, 26]. Борозда Ру-

всье имеет несколько преимуществ по сравнению с треугольником Кало. Треугольник Кало в оперативном учебнике и треугольник Кало во время самой операции часто мало похожи. Необходима тщательная диссекция, чтобы определить структуры, которые образуют границы треугольника. Но такая диссекция не всегда возможна и может быть затруднена из-за последствий острого или рецидивирующего холецистита с воспалением, отеком или фиброзом структур, что приводит к разрушению анатомических ориентиров. Напротив, борозда Рувье, которая остается относительно незатронутой воспалением и фиброзом, является относительно стабильным, легко визуализируемым ориентиром [27]. Лимфатический узел Лунда (также известный как узел Кало или Маскагни) является сторожевым узлом для желчного пузыря и одной из структур в треугольнике Кало. Он был назван в честь американского хирурга Фреда Бейтса Лунда и также был назван узлом Кало, в честь французского хирурга Жана-Франсуа Кало, который описал треугольник, в котором узел обычно лежит [28]. Специалисты рекомендуют выполнять диссекцию во время ЛХЭ латерально по отношению к данному лимфатическому, так как он обычно идентифицируется как впереди лежащий по отношению к пузырной артерии и латерально по отношению к пузырному протоку [29]. Среди всех анатомических меток несомненно наиболее важной является гепатобилиарный треугольник, выделение структур которого должно быть тщательным и технически выполняться как можно ближе к поверхности желчного пузыря. Также стоит правильно визуализировать карман Гартмана, который служит ориентиром расположения шейки желчного пузыря и его артерии с протоком [28].

Интраоперационная холангиография

Интраоперационная холангиография (ИОХГ) является хорошо известным методом визуализации во время ЛХЭ и отработанной методикой среди других интраоперационных методов. Основные цели ИОХГ – это выявление конкрементов желчных протоков, уточнение анатомии билиарного дерева и предотвращение травм желчных протоков [30,31,32].

Показания к применению

Основными целями ИОХГ являются выявление камней желчных протоков, уточнение анатомии желчевыводящих путей и предотвращение травм желчных протоков. Показания к ИОХГ во время лапароскопической холецистэктомии могут включать желтуху или историю желтухи в анамнезе, данные предоперационного УЗИ – общий желчный проток диаметром более 5–7 мм, пузырный проток диаметром более 3 мм, множественные мелкие камни желчного пузыря, нечеткая анатомия, камни общего желчного протока, возможное ятрогенное повреждение протока, желчеистечение и короткий пузырный проток [33, 34].

ИОХГ – как часто использовать?

Рутинное или избирательное использование ИОХГ все еще дискутируется. Сторонники этой методики утверждают, что при правильной интерпретации интраопераци-

онного рентгеноскопического изображения ИОХГ способна снижать тяжесть травм желчных протоков и идентифицировать в них камни [31]. Как показывают результаты Дельфийский консенсуса, способность хирурга выполнять и интерпретировать ИОХГ является одним из пяти основных факторов, имеющих отношение к безопасному выполнению ЛХЭ [7, 34]. В противовес этому другие считают, что ИОХГ является сложным методом, поскольку отнимает много времени и часто сопряжено с неверным толкованием полученных изображений. Также важно учитывать тот факт, что, как описано во многих исследованиях, рутинное использование ИОХГ не приводит к уменьшению ятрогенного повреждения желчных протоков [35, 31, 36]. Учитывая низкую вероятность возникновения холедохолитиаза и доказанное его отсутствие с помощью предоперационной диагностики, нет необходимости использовать ИОХГ рутинно. Кроме того, избирательный подход представляется более разумным и более безопасным, поскольку ИОХГ может привести к неблагоприятным последствиям, таким как ятрогенный панкреатит, ложноположительные результаты при интерпретации снимков, приводящие к ненужному исследованию общего желчного протока, удлинение продолжительности интервенции и увеличение финансовых затрат на операцию [30,30, 37].

Чувствительность и специфичность ИОХГ для выявления патологии желчных протоков

Чувствительность ИОХГ для холедохолитиаза колеблется от 75% до 100%, в то время как специфичность составляет 76,2 – 100%, положительная прогностическая ценность – 94,5% – 100%. Точность ИОХГ варьирует от 92,2% до 99% [33].

ИОХГ, проводимая либо регулярно, либо выборочно, представляет собой важный инструмент в диагностике билиарной патологии во время ЛХЭ. Правильное определение и использование установленных критериев применения ИОХГ может значительно снизить количество бесполезных холангиограмм и сделать ИОХГ полезным методом безопасной ЛХЭ.

Флуоресцентная холангиография ближнего инфракрасного диапазона с использованием индоцианинового зеленого (ICG-NIR)

До недавнего времени не существовало ни одного интраоперационного метода, который мог бы в реальном времени быть полезным для выявления внепеченочной желчной анатомии при ЛХЭ перед клиппированием и пересечением структур. Новая методика, основанная на комбинированном использовании индоцианинового зеленого – флуоресцентного красителя, вводимого внутривенно, и ближнего инфракрасного света, позволяет хирургу получать дополнительную информацию о билиарной анатомии в режиме реального времени во время лапароскопической процедуры [38, 39,40].

ICG-NIR против ИОХГ

ICG-NIR имеет несколько потенциальных преимуществ по сравнению с обычным рентгенографическим ИОХГ.

Во-первых, флуоресцентная холангиография может сэкономить время и избежать повреждения желчных протоков, связанного с введением канюли для инъекции контрастного материала для визуализации желчного дерева. Во-вторых, описанная методика гораздо удобнее. Используя только предоперационную внутривенную инъекцию индоцианинового зеленого, хирурги могут получать флуоресцентные изображения желчевыводящих путей в реальном времени и в любой момент во время операции, не требуя помощи радиологов. В-третьих, флуоресцентная визуализация помогает определить расположение желчных путей по отношению к окружающим органам под разными углами, помогая хирургам понять пространственные взаимоотношения этих структур во время рассечения треугольника Кало [41]. Мало того, ICG-NIR можно использовать многократно во время диссекции без увеличения лучевой или контрастной нагрузки на пациента по сравнению с ИОХГ [42]. Наконец, флуоресцентная холангиография безопасна: она не связана с облучением и риск побочных реакций на инъекцию индоцианинового зеленого невелик (приблизительно 0,003% при дозах, превышающих 0,5 мг/кг) [41]. Основное ограничение ICG-NIR заключается в плохой способности ближнего инфракрасного света проникать в ткани (на глубину всего около 5–10 мм). Это ведет к неинформативности поиска и оценки глубоко расположенных структур. Так, основываясь на данные литературы, визуализация пузырного протока с ICG-NIR лучше, чем при ИОХГ, но при очерчивании общего желчного и печеночного протоков ICG-NIR значительно уступает перед ИОХГ [42,43]. Так, в исследовании Pesce A. et al. частота выявления внепеченочной протокой системы при ICG-NIR варьировала от 71,4 до 100% для пузырного протока, от 33,3 до 100% для холедоха и от 50,0 до 100% для общего печеночного протока, со средневзвешенными значениями 96,2%, 78,1% и 72,0% соответственно [44]. ICG-NIR применима для выявления конкрементов в пузырном протоке, но неэффективна при визуализации холедохолитиаза (возможно по причине флуоресцентного свечения желчи вблизи конкремента) [45,41,35, 44]. При этом качество ICG-NIR контрастировать билиарное дерево может уменьшиться, если опыт хирурга в ЛХЭ ограничен, потому что всегда требуется максимальная очистка треугольника Кало от тканей, которые являются препятствием к проникновению ближнего инфракрасного света [40, 35, 43, 46]. Однако, даже в таких ситуациях флуоресцентная холангиография будет по-прежнему полезной, поскольку к пузырному протоку можно безопасно приблизиться, постепенно делая диссекцию треугольника Кало с использованием флуоресцентных изображений желчных протоков, скрытых в соединительной ткани [41, 35, 47]. Однако, поскольку ИОХГ требует более высоких затрат, более сложной периоперационной логистики, большего радиационного облучения, более широкого использования радиографических контрастных жидкостей, каниюлирования пузырного протока, что само по себе является риском повреждения желч-

ных протоков, ICG-NIR может считаться лучшим вариантом для визуализации желчных путей, чем ИОХГ [39, 42, 48].

Лапароскопическое ультразвуковое исследование (УЗИ)

Альтернативой ИОХГ и ICG-NIR в оценке билиарной анатомии и предотвращении ПЖП является лапароскопическое УЗИ (Л-УЗИ). Лапароскопические гибкие многочастотные ультразвуковые преобразователи с доплеровской системой дают возможность визуализировать не только протоковую систему, но и сосуды гепатобилиарной зоны. Основными преимуществами этого метода есть то, что он может быть выполнен на любом этапе ЛХЭ, позволяет оценивать структуры во взаимных плоскостях, как поперечных, так и продольных, позволяет визуализировать головку поджелудочной железы и возможную ее патологию, может выполняться во время беременности [49, 23]. Преимущества Л-УЗИ перед ИОХГ – более короткое время процедуры, ее неинвазивный характер, исключение каниюляции пузырного протока и отсутствие радиационной нагрузки [49]. Метаанализ, проведенный Aziz O. et al., исследующий диагностическую точность Л-УЗИ и ИОХГ в обнаружении холедохолитиаза, показал, что Л-УЗИ является потенциально полезным методом подтверждения отсутствия камней в холедохе, не требуя при этом дополнительных проколов и манипуляций в треугольнике Кало, как при ИОХГ [50]. Также Л-УЗИ менее трудоемкий и дешевый, но он обладает высокой чувствительностью и специфичностью с точки зрения подтверждения анатомических взаимоотношений и наличия конкрементов желчных протоков [49]. По сравнению с ICG-NIR с помощью Л-УЗИ, не прибегая к использованию каких-либо дополнительных контрастных веществ или технических манипуляций с тканями треугольника Кало, можно идентифицировать холедох, место соединения общего печеночного протока с пузырным, печеночную артерию, воротную вену [51]. Недостатками Л-УЗИ, несомненно, являются длинная кривая обучения, необходимость в специальном оборудовании и ограничения для визуализации желчных протоков [51, 59, 23].

Заключение

ЛХЭ – это широко применяемая техника для лечения симптоматического холелитиаза. Имея преимущества как мини инвазивный метод перед открытой методикой, ЛХЭ не лишена и осложнений, среди которых большую долю занимают повреждения внепеченочных желчных протоков. Важно признать тот факт, что большинство этих травм можно предотвратить, особенно если соблюдается структурированный безопасный подход к выполнению ЛХЭ. Учитывая возрастающую заболеваемость, более высокую смертность, снижение качества жизни, связанные с ПЖП или васкулобилиарными травмами, а также судебномедицинские последствия, важность безопасной техники ЛХЭ нельзя недооценивать [16]. Среди множества техник критический взгляд на безопасность с анатомической оценкой структур гепатобилиарной области и применение интраоперационных визуализационных методик

являются наиболее эффективными методами для предотвращения осложнений ЛХЭ. КВБ не должен расцениваться как догма. Вместо этого рекомендуется использовать его в качестве основы, которая поможет хирургу переоценить каждый этап операции перед продолжением интервенции [52]. Каждый хирург должен знать и уметь использовать анатомические ориентиры, которые, в сочетании с применением других интраоперационных методик, минимизируют риск повреждения желчных путей. ИОХГ – нужный инструмент в профилактике билиарных осложнений, но должна применяться выборочно в зависимости от установленных критериев на предоперационном этапе и в зависимости от находок во время проведения ЛХЭ. Правильная интерпретация холангиограмм – это то, без чего не стоит использовать данную методику. ИОХГ только в сочетании с принципами тщательной диссекции может стать разумным инструментом в руках хирурга. Флуоресцентная холангиография ближнего инфракрасного диапазона с использованием индоцианинового зеленого – относительно новый способ визуализации, который позволяет в режиме реального времени оценить анатомию билиарного дерева, а в случае трудно достижимого КВБ и предотвратить конверсию [39,46]. Эта безопасная и удобная методика может стать стандартной процедурой, обеспечив надежную дорожную карту анатомии билиарного дерева и позволяя хирургам избежать травмирования желчных протоков [41]. Альтернативным способом визуализации является лапароскопическая ультрасонография, с помощью которого удается получить надлежащую визуализацию не только протоковой системы, но и сосудов, не прибегая при этом к использованию контрастных веществ или методов с радиологической нагрузкой.

Выводы

Во всем мире не прекращается непрерывный поиск универсальных способов безопасного выполнения ЛХЭ, что обуславливает наличие множества подходов и техник. Критический взгляд на безопасность следует всегда использовать во время ЛХЭ. Интраоперационную холангиографию или лапароскопическую ультрасонографию рекомендуют проводить выборочно. Флуоресцентная холангиография в ближней инфракрасной области является многообещающим новым методом предотвращения билиарной травмы. Выбор использовать ту или иную технику должен всегда зависеть от интраоперационной ситуации, возможностей и опыта хирурга.

References

- Vettoretto N, Saronni C, Harbi A, Balestra L, Taglietti L, Giovanetti M. Critical View of Safety During Laparoscopic Cholecystectomy. *JLS*. 2011 Jul-Sep; 15(3):322–25. doi: 10.4293/108680811X13071180407474
- Diana M, Soler L, Agnus V, D'Urso A, Vix M, Dallemagne B, et al. Prospective Evaluation of Precision Multimodal Gallbladder Surgery Navigation: Virtual Reality, Near-infrared Fluorescence, and X-ray-based Intraoperative Cholangiography. *Ann Surg*. 2017 Nov;266(5):890–897. doi: 10.1097/SLA.0000000000002400
- Conrad C, Wakabayashi G, Asbun HJ, Dallemagne B, Demartines N, Diana M, et al. IRCAD recommendation on safe laparoscopic cholecystectomy. *Hepatobiliary Pancreat Sci*. 2017 Oct; 24(11):603–15. DOI: 10.1002/jhbp.491
- Iwashita Y, Ohya T, Honda G, Hibi T, Yoshida M, Miura F, et al. What are the appropriate indicators of surgical difficulty during laparoscopic cholecystectomy? Results from a Japan–Korea–Taiwan multinational survey. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*. 2016 Sep;23(9):533–47. doi: 10.1002/jhbp.375.
- Wakabayashi G, Iwashita Y, Hibi T, Takada T, Strasberg SM, Asbun HJ, et al. Tokyo Guidelines 2018: surgical management of acute cholecystitis: safe steps in laparoscopic cholecystectomy for acute cholecystitis (with videos). *J Hepatobiliary Pancreat Sci*. 2018 Jan;25(1):73–86. doi: 10.1002/jhbp.517.
- Ansaloni L, Pisano M, Coccolini F, Peitzmann AB, Fingerhut A, Catena F, et al. 2016 WSES guidelines on acute calculous cholecystitis. *World J Emerg Surg*. 2016 Jun;11:25. doi: 10.1186/s13017-016-0082-5.
- Pucher PH, Brunt LM, Fanelli RD, Asbun HJ, Aggarwal R. SAGES expert Delphi consensus: critical factors for safe surgical practice in laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc*. 2015 Nov;29(11):3074–85. doi: 10.1007/s00464-015-4079-z.
- Manatakis DK, Papageorgiou D, Antonopoulou MI, Stamos N, Agalinos C, Ivros N, et al. Ten-year Audit of Safe Bail-Out Alternatives to the Critical View of Safety in Laparoscopic Cholecystectomy. *World J Surg*. 2019 Jul 16. doi: 10.1007/s00268-019-05082-z.
- Licciardello A, Arena A, Nicosia A, Di Stefano B, Gali G, Arena G, et al. Preoperative risk factors for conversion from laparoscopic to open cholecystectomy. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2014 Dec;18(2 Suppl):60–8. PubMed PMID: 25535194.
- Kara Y, Kalayci MU. Laparoscopic to Open Cholecystectomy: The Risk Factors and the Reasons; A Retrospective Analysis of 1950 Cases of a Single Tertiary Center. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*. 2019 Aug 20. doi: 10.1097/SLE.0000000000000716.
- Ekici U, Tatlı F, Kanlıöz M. Preoperative and postoperative risk factors in laparoscopic cholecystectomy converted to open surgery. *Adv Clin Exp Med*. 2019 Jul;28(7):857–60. doi: 10.17219/acem/81519.
- Krige JE, Jonas E, Hofmeyr S. Instilling a culture of safety for laparoscopic cholecystectomy. *S Afr J Surg*. 2016 Sep;54(3):2–5. PubMed PMID: 28240459.
- Sutcliffe RP, Hollyman M, Hodson J, Bonney G, Vohra RS, Ewen A, Griffiths EA, et al. Preoperative risk factors for conversion from laparoscopic to open cholecystectomy: a validated risk score derived from a prospective U.K. database of 8820 patients. *HPB*. 2016 Nov; 18(11): 922–28. doi: 10.1016/j.hpb.2016.07.015.
- Shaheed M, Mansour Ameen Mohammed MA, Al-Faddagh ZA. Critical view of safety during laparoscopic cholecystectomy. *Bas J Surg*. 2016 June; 22: 33–8. URL: <https://www.iasj.net/iasj?func=fulltext&ald=111182>
- Sanford DE, Strasberg SM. A Simple Effective Method for Generation of a Permanent Record of the Critical View of Safety during Laparoscopic Cholecystectomy by Intraoperative “Doublet” Photography. *J Am Coll Surg*. 2014 Feb;218(2):170–8. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2013.11.003.
- Gupta V, Jain G. Safe laparoscopic cholecystectomy: Adoption of universal culture of safety in cholecystectomy. *World J Gastrointest Surg*. 2019 Feb 27; 11(2): 62–84. doi: 10.4240/wjgs.v11.i2.62
- Zarin M, Khan MA, Khan MA, Maroof Shah SA. Critical view of safety faster and safer technique during laparoscopic cholecystectomy? *Pak J Med Sci*. 2018 May-Jun; 34(3): 574–577. doi: 10.12669/pjms.343.14309
- Strasberg SM1, Brunt LM. Rationale and use of the critical view of safety in laparoscopic cholecystectomy. *J Am Coll Surg*. 2010 Jul;211(1):132–8. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2010.02.053
- Singh K, Singh R, Kaur M. Clinical reappraisal of vasculobiliary anatomy relevant to laparoscopic cholecystectomy. *J Minim Access Surg*. 2017 Oct;13(4): 273–79. doi: 10.4103/jmas.
- Hugh TB. New strategies to prevent laparoscopic bile duct injury—surgeons can learn from pilots. *Surgery*. 2002 Nov;132(5):826–35. DOI: 10.1067/msy.2002.127681/

21. Nijssen MA, Schreinemakers JM, Meyer Z, van der Schelling GP, Crolla RM, Rijken AM. Complications After Laparoscopic Cholecystectomy: A Video Evaluation Study of Whether the Critical View of Safety was Reached. *World J Surg.* 2015 Jul;39(7):1798–803. doi: 10.1007/s00268-015-2993-9.
22. Singh R, Brunt LM. Critical view of safety—its feasibility and efficacy in preventing bile duct injuries. *Ann Laparosc Endosc Surg.* 2018 Jan; 3(2): 1–13. DOI: 10.21037/ales.2017.12.04.
23. Stefanidis D, Chintalapudi N, Anderson-Montoya B, Oommen B, Tobben D, Pimentel M. How often do surgeons obtain the critical view of safety during laparoscopic cholecystectomy? *Surg Endosc.* 2017 Jan; 31(1):142–146. doi: 10.1007/s00464-016-4943-5.
24. Gimenez ME, Houghton EJ, Zeledon ME, Palermo M, Acquafresca, Finger C, et al. The critical view of safety prevents the appearance of biliary injuries? Analysis of a survey. *Arq Bras Cir Dig.* 2018 Jul; 31(2): 1–5. doi: 10.1590/0102-672020180001e1380.
25. Dahmane R, Morjane A, Starc A. Anatomy and Surgical Relevance of Rouviere's Sulcus. *ScientificWorldJournal.* 2013 Nov; 2013: 1–5. doi: 10.1155/2013/254287
26. Lockhart S, Singh-Ranger G. Rouviere's sulcus—Aspects of incorporating this valuable sign for laparoscopic cholecystectomy. *Asian J Surg.* 2018 Jan; 41(1):1–3. doi: 10.1016/j.asjsur.2016.07.012.
27. Mumtaz K.H. Al-Naser MH. Rouviere's Sulcus: A Useful Anatomical Landmark for Safe Laparoscopic Cholecystectomy. *Int J Med Res Health Sci.* 2018; 7(1): 158–161.
28. Arora R, Arora B. Six anatomical landmarks for safe Laparoscopic Cholecystectomy. *International Journal of Enhanced Research in Medicines & Dental Care.* 2014 Dec; 10(1): 30–4
29. Tiang KW, Peng JX, Wysocki AP. Cystic artery lymph node—is it a fixed important landmark during cholecystectomy? *Liver Pancreat Sci.* 2017 Nov; 2(2): 1–2. doi: 10.15761/LPS.1000114 .
30. Kleinubing DR, Riera R, Matos D, Linhares MM. Selective versus routine intraoperative cholangiography for cholecystectomy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018 Feb; 2018(2):1–17. doi: 10.1002/14651858.CD012971.
31. Kay Hock JL, Teo R, Chang Kin Yong S. Tips and Tricks to Perform Intraoperative Cholangiogram during Single Incision Laparoscopy for Cholecystectomy. *Clin Surg.* 2018 Jun; 3(1):1–4. DOI: 10.3619/SJS.1000109.
32. Sanford DE. An Update on Technical Aspects of Cholecystectomy. *Surg Clin North Am.* 2019 Apr;99(2):245–258. doi: 10.1016/j.suc.2018.11.005.
33. Hope WW, Fanelli R, Walsh DS, Narula VK, Price R, Stefanidis D, Richardson WS. SAGES clinical spotlight review: intraoperative cholangiography. *Surg Endosc.* 2017 May;31(5):2007–2016. doi: 10.1007/s00464-016-5320-0.
34. Giulea C, Enciu O, Bîrcă T, Miron A. Selective Intraoperative Cholangiography in Laparoscopic Cholecystectomy. *Chirurgia.* 2016 Jun; 111(1): 26–32. PMID:26988536.
35. Dip F. Fluorescence cholangiography. The Advent of a New Era of Improved Visualization and Safety. 1st ed. Tuttlinger: Endo Press GmbH; 2017. 18p.
36. Metcalfe MS, Ong T, Bruening MH, Iswariah H, Wemyss-Holden SA, Maddern GJ. Is laparoscopic intraoperative cholangiogram a matter of routine? *Am J Surg.* 2004 Apr;187(4):475–81. doi:10.1016/j.amjsurg.2003.12.047.
37. Ford JA, Soop M, Du J, Loveday BP, Rodgers M. Systematic review of intraoperative cholangiography in cholecystectomy. *Br J Surg.* 2012 Feb;99(2):160–7. doi: 10.1002/bjs.7809.
38. Ishizawa T, Tamura S, Masuda K, Aoki T, Hasegawa K, Imamura H, Beck Y, Kokudo N. Intraoperative fluorescent cholangiography using indocyanine green: a biliary road map for safe surgery. *J Am Coll Surg.* 2009 Jan;208(1): 1–4. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2008.09.024.
39. Van Dam DA, Ankersmit M, van de Ven P, van Rijswijk AS, Tuynman JB, Meijerink WJ. Comparing Near-Infrared Imaging with Indocyanine Green to Conventional Imaging During Laparoscopic Cholecystectomy: A Prospective Crossover Study. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2015 Jun;25(6):486–92. doi: 10.1089/lap.2014.0248.
40. Van den Bos J, Wieringa FP, Bouvy ND, Stassen LPS. Optimizing the image of fluorescence cholangiography using ICG: a systematic review and ex vivo experiments. *Surg Endosc.* 2018 Dec;32(12):4820–32. doi: 10.1007/s00464-018-6233-x.
41. Ishizawa T, Bandai Y, Ijichi M, Kaneko J, Hasegawa K, Kokudo N. Fluorescent cholangiography illuminating the biliary tree during laparoscopic cholecystectomy. *Br J Surg.* 2010 Sep;97(9):1369–77. doi: 10.1002/bjs.7125.
42. Vlek SL, van Dam DA, Rubinstein SM, de Lange-de Klerk ESM, Schoonmade LJ, Tuynman JB, et al. Biliary tract visualization using near-infrared imaging with indocyanine green during laparoscopic cholecystectomy: results of a systematic review. *Surg Endosc.* 2017 Jul;31(7):2731–42. doi: 10.1007/s00464-016-5318-7.
43. Alander JT, Kaartinen I, Laakso A, Pätälä T, Spillmann T, Tuchin VV, et al. A Review of Indocyanine Green Fluorescent Imaging in Surgery. *Int J Biomed Imaging.* 2012 Apr; 2012(1): 1–26. doi:10.1155/2012/940585
44. Pesce A, Latteri S, Barchitta M, Portale TR, Di Stefano B, et al. Near-infrared fluorescent cholangiography – real-time visualization of the biliary tree during elective laparoscopic cholecystectomy. *HPB (Oxford).* 2018 Jun; 20(6): 538–45. doi: 10.1016/j.hpb.2017.11.013.
45. Scroggie DL, Claire Jones C. Fluorescent imaging of the biliary tract during laparoscopic cholecystectomy. *Ann Surg Innov Res.* 2014 Aug; 8(5): 1–6. doi: 10.1186/s13022-014-0005-7
46. Pesce A, Diana M. Critical View of Safety During Laparoscopic Cholecystectomy: From the Surgeon's Eye to Fluorescent Vision. *Surg Innov.* 2018 Jun;25(3):197–98. doi: 10.1177/1553350618763200.
47. Ankersmit M, van Dam DA, van Rijswijk A-S, van den Heuvel B, Tuynman JB, Meijerink WJ. Fluorescent Imaging With Indocyanine Green During Laparoscopic Cholecystectomy in Patients at Increased Risk of Bile Duct Injury. *Surg Innov.* 2017 Jun; 24(3): 245–252.
48. Dip F, LoMenzo E, Sarotto L, Phillips E, Todeschini H, Nahmod M, et al. Randomized Trial of Near-infrared Incisionless Fluorescent Cholangiography. *Ann Surg.* 2019 Jan; 1: 1–8. doi: 10.1097/SLA.0000000000003178.
49. Sebastian M, Sroczyński M, Rudnicki J. Using laparoscopic ultrasound to delineate dangerous anatomy during difficult laparoscopic cholecystectomies. *Adv Clin Exp Med.* 2019 Aug;28(8):1037–42. doi: 10.17219/acem/94077.
50. Aziz O, Ashrafian H, Jones C, Harling L, Kumar S, Garas G, et al. Laparoscopic ultrasonography versus intra-operative cholangiogram for the detection of common bile duct stones during laparoscopic cholecystectomy: a meta-analysis of diagnostic accuracy. *Int J Surg.* 2014;12(7):712–9. doi: 10.1016/j.ijsu.2014.05.038.
51. Buddingh KT, Nieuwenhuijs VB, van Buuren L, Hulscher JB, de Jong JS, van Dam GM. Intraoperative assessment of biliary anatomy for prevention of bile duct injury: a review of current and future patient safety interventions. *Surg Endosc.* 2011 Aug;25(8):2449–61. doi: 10.1007/s00464-011-1639-8.
52. Overby DW, Apeltgren KN, Richardson W, Fanelli R; Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons. SAGES guidelines for the clinical application of laparoscopic biliary tract surgery. *Surg Endosc.* 2010 Oct;24(10):2368–86. doi: 10.1007/s00464-010-1268-7.