

ИНТРАОПЕРАЦИОННЫЕ ЧЕКПОЙНТЫ И КОНЦЕПЦИЯ БЕЗОПАСНОЙ ХИРУРГИИ

^{1,2}В. А. Кащенко, ^{1,2}А. А. Богатиков, ^{1,2,3}А. В. Лодыгин, ²Р. В. Павлов, ³Р. Э. Топузов

¹ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России

²ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

³ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Минздрава России

^{1,2}V. A. Kashchenko, ^{1,2}A. A. Bogatikov, ^{1,2,3}A. V. Lodygin, ²R. V. Pavlov, ³R. E. Topuzov

INTRAOPERATIVE CHECKPOINTS AND THE CONCEPT OF SAFE SURGERY

¹Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency

²Saint Petersburg State University

³Mechnikov' North-West State Medical University of the Ministry of Health of Russia

РЕФЕРАТ. В статье представлена новая концепция системы хирургической безопасности. Система представляет собой комплекс периоперационных мероприятий, которые включают стандартизацию всех этапов хирургической помощи: управление качеством, дооперационное моделирование, интраоперационные чекпойнты, навигационные системы вспомогательной визуализации, интраоперационный контроль перфузии тканей и операции в смешанной реальности. Основной акцент в функционировании системы сделан в отношении стандартизации оперативного вмешательства и оценки качества исполнения отдельных элементов (чекпойнтов). Обсуждаются перспективы и проблемы внедрения данной концепции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: интраоперационные чекпойнты, хирургическая безопасность, безопасная хирургия.

SUMMARY. The article presents a new concept of the surgical safety system. The system is a complex of perioperative measures. It includes standardization of all stages of surgical care – quality management, preoperative modeling, intraoperative checkpoints, navigation systems for additional visualization, intraoperative control of tissue perfusion and virtual reality. The main emphasis in the system is on the standardization of surgical intervention and the assessment of the quality of technical skill (for each checkpoint). The prospects and problems of implementing this concept are discussed.

KEY WORDS: intraoperative checkpoints, surgical safety, safe surgery.

Введение

В последние годы произошло много событий, которые составили предпосылки для развития концепции «безопасной хирургии».

Во-первых, хирургическая техника вышла на своеобразное «плато» или более пологий рост и накопленные технологии конкурируют не столько за возможность решения новых хирургических задач, сколько за вероятность решить эти задачи с меньшим риском развития осложнений. В других интерпретациях это звучит как малоинвазивное или функциональное направление развития хирургии, однако в общеметодическом плане это сводится к стремлению уменьшить риски хирургических осложнений.

Во-вторых, проблема обучения хирургии выходит на новый методологический уровень. Для скорейшего преодоления кривой обучения необходима стандартизация оперативного приема и возможность разделения операции на отдельные этапы. В этом вопросе очень важна хорошая воспроизводимость технологий, то есть возможность безопасно выполнить все этапы операции при широкой вариабельности хирургического опыта и способностей. Место виртуозных специалистов-лидеров, способных решить техническую проблему любой сложности, по-прежнему важно,

но на первый план ценностей выходит стабильная безошибочная работа хирурга на высоком потоке стандартных оперативных вмешательств.

В-третьих, происходит повсеместная цифровизация медицинской деятельности. Как бы не хотелось видеть в хирургии только искусство и творчество, мы с неизбежностью погружаемся в цифровой мир и важно сделать этот процесс контролируемым, чтобы не потерять достижений и наработок прославленных хирургических школ.

В-четвертых, обострилась юридическая проблема оценки хирургической ошибки. По данным сайта РОХ, хирургов привлекали к уголовной ответственности по двум статьям: 109 УК РФ «Причинение смерти по неосторожности» и 118 «Причинение тяжкого вреда по неосторожности». Только за 2019 год в отношении всех медиков было возбуждено 2168 уголовных дел. В суд направлено 332 уголовных дела в отношении 366 обвиняемых медицинских работников, что на 10% больше, чем в 2018 году.

Экстраполируя все вышеперечисленное на эндоскопическую хирургию, следует добавить специфические проблемы лапароскопических технологий, являющиеся дополнительными факторами риска развития осложнений: определенная изоляция оперативного

поля от хирургов, отсутствие мануальной пальпации, преимущественно двухмерное изображение, большая зависимость от функционирования оборудования и многое другое.

Цель исследования

Обобщение данных об основных направлениях, нацеленных на предотвращение нежелательных событий и осложнений при проведении хирургических вмешательств, то есть на повышение хирургической безопасности.

Мы выделили следующие направления безопасности в эндовидеохирургии:

- внедрение программы менеджмента качества и безопасности пациентов;
- стандартизация всех этапов хирургической техники;
- разделение операции на ключевые этапы – интраоперационные чекпойнты (checkpoints);
- внедрение навигационных систем вспомогательной визуализации и контроля качества этапов операции.

1. Внедрение программы менеджмента качества и безопасности пациентов

Концепция хирургической безопасности является многокомпонентной. Это определяется стремлением минимизировать риски осложнений на различных уровнях. Первый организационный уровень – система управления качеством медицинской помощи предполагает внедрение управленческих технологий, направленных на предотвращение негативных последствий хирургического лечения. Программа менеджмента качества и безопасности пациентов подразумевает синтез широкого спектра мероприятий: профилактических, лечебно-диагностических, информационных, этических, коммуникационных, управленческих и многих других.

Применительно к эндовидеохирургии в условиях реализации технологически более сложных процессов возрастает риск «случайных» ошибок. Строгий алгоритм действий в соответствии с чек-листом позволяет минимизировать случаи ошибок, связанных с неправильной идентификацией пациента (не установили личность пациента), выполнением другого вида хирургического вмешательства (сделали не ту операцию), неверным выбором стороны вмешательства (перепутали сторону операции), хранением лекарственных средств в похожих упаковках (перепутали лекарство) и т. д. Внедрение эндовидеохирургии привнесло в клиническую практику целый ряд специфических «случайных» ошибок.

Конкретными ожидаемыми событиями внедрения программы менеджмента качества и безопасности пациентов является уменьшение риска неблагоприятных событий, связанных со «случайными» ошибками (ошибка идентификации, ошибка в зоне операции, инородные тела и др.). Однако многие «неслучайные» осложнения также могут успешно предотвращаться

внедрением стандартных алгоритмов и операционных процедур. Например, профилактика ТЭЛА основывается на обязательном использовании компрессионного трикотажа и препаратов низкомолекулярного гепарина в соответствующих группах риска. Другой пример связан с демонстрацией эффективности преабилитации и программы ускоренного выздоровления, которые предполагают стандартизацию многих клинических процессов.

Некоторые систематические обзоры продемонстрировали снижение уровня смертности на 47–62% и числа осложнений – на 36–37% в результате применения хирургического чек-листа [1]. Однако следует отметить, что это данные небольших исследований, а высококачественные исследования не проводились. Тем не менее значительное сокращение числа случаев осложнений и уровня летальности служит аргументом в пользу внедрения стратегии использования чек-листа хирургической безопасности.

Вместе с тем организационные мероприятия за пределами контроля хирургической техники имеют существенные ограничения. Совершенно очевидно, что, если используется крайне рискованная хирургическая техника или некачественная хирургическая практика, риск развития осложнений не удастся существенно снизить исключительно организационными мероприятиями (идентификация, маркировка, тайм-аут и т. д.) не изменив сам оперативный прием. Если иметь в виду многочисленность видов операций, оперативных доступов, несовершенство программ подготовки врачей-хирургов, отличающиеся по продолжительности кривые обучения выполнению разных типов операций, неодинаковое состояние оснащенности больниц, то очевидно, что техника вмешательства является первостепенным объектом для приложения системы управления качеством. Логичным было распространить принципы стандартизации и оценки качества и безопасности действий медицинского персонала именно на оперативный прием.

При выполнении любого хирургического вмешательства достигается определенная цель: удаление патологического очага, остановка кровотечения, проведение реконструкции. Цель достигается путем выполнения определенных действий, составляющих оперативный прием. Обычно выделяют наиболее значимые элементы оперативного приема: мобилизация комплекса, лигирование и пересечение основных сосудов, формирование анастомоза. В рутинной клинической практике не требуется жестко регламентировать последовательность действий оператора и ассистентов и, каким образом хирургическая бригада достигнет цели, не считается важным. Развивая эту концепцию, часто указывают на то, что у каждого хирурга свой стиль оперирования, а хирургия – это искусство, а не технологический процесс. Однако даже в искусстве мы находим немало примеров возможности оценки его уровня и качества. Например,

фигурное катание обладает едва ли большими признаками принадлежности к искусству, однако судьи могут с «аптекарьской точностью» аргументированно оценить выступление участников в баллах (с точностью до сотых долей) и провести распределение мест. Причем оценке поддается не только техника исполнения, но и артистичность. Возникает вопрос: неужели оценка танца приоритетнее и важнее оценки «выступления» хирурга?

Более глубокий анализ данной проблемы свидетельствует о том, что каждая операция состоит из последовательных этапов и технических действий, выполнение которых определяет степень риска и успеха операции. Поэтому первый важный элемент внедрения системы интраоперационной хирургической безопасности – это стандартизация оперативного приема.

2. Стандартизация всех этапов хирургической техники

Стандартизация оперативного приема

Варианты хирургических техник оперативных вмешательств хорошо разработаны. Однако в доступной отечественной литературе подавляющее большинство описаний содержат очень общие суждения и описания и не позволяют стандартизировать элементы операции. Другими словами, прочитав ход операции, хирург не сможет в точности воспроизвести предложенную технику.

Например, в онкологическом мире едва ли не самым популярным понятием являлась «лимфодиссекция в объеме D2». Однако то, что подразумевали различные авторы под этим термином, варьировалось в очень широких пределах.

Именно поэтому на первом этапе внедрения стандартизации мы предложили разделить операции на составные элементы: элементы оперативного доступа, элементы оперативного приема и элементы завершения операции. Мы предположили, что критерием оптимального описания операции будет являться последовательность хорошо воспроизводимых действий хирургической бригады, представленная в речевых модулях. Другими словами, последовательное озвучивание каждого элемента предполагает его четкое исполнение бригадой с итоговым результатом решения всех хирургических задач.

На втором этапе необходимо выделить те ключевые чекпойнты, которые способны оказать наиболее значимое влияние на риск осложнений (критерии безопасности) и адекватное выполнение хирургического приема (критерии качества).

Оценка качества и безопасности операции

Второй уровень развития системы интраоперационной хирургической безопасности – качественная, а затем и количественная оценка качества и безопасности оперативных вмешательств. Внедрение эндовидеохирургии подарило уникальную воз-

Таблица 1

Балльная оценка качества и безопасности хирургической техники

Общие критерии	Начисленные баллы
<i>Категория 1: Ход операции</i>	
Плавное проведение операции	4 очка
Автономность оператора	4 очка
Лидерские способности	4 очка
Сотрудничество с ассистентами	4 очка
<i>Категория 2: Отображение рабочего поля</i>	
Правильное расположение портов доступа	3 очка
Отображение операционного поля в центре монитора	3 очка
Четкое отображение органа-мишени	3 очка
Правильное использование ретрактора	3 очка
Использование недоминирующих щипцов	3 очка
<i>Категория 3: Оперативные методы</i>	
Выбор и надлежащее использование щипцов (доминирующая сторона)	3 очка
Методы натяжения и обработки тканей	3 очка
Надлежащее и плавное использование правильного типа энергии	3 очка
Правильный слой рассечения ткани	5 очков
Правильная идентификация и надлежащая коагуляция или пересечение кровеносных сосудов	5 очков
<i>Категория 4: Наложение швов и завязывание узлов</i>	
Наложение швов	5 очков
Завязывание узлов	5 очков

Таблица 2

**Вопросы для оценки качества и безопасности проведения операций на желудке
(за каждый пункт начисляется по два балла)**

№ п/п	Вопрос	Балл	№ п/п	Вопрос	Балл
1	Правильно ли расположены порты?		11	Правильно ли обработана левая желудочная вена?	
2	Обеспечено ли операционное поле соответствующим отведением печени и т. д.?		12	Правильно ли обработана левая желудочная артерия?	
3	Используются ли подходящие захватные щипцы, которые могут предотвратить повреждение желудка, двенадцатиперстной кишки, тонкого и толстого кишечника?		13	Принимаются ли какие-либо меры для предотвращения повреждения поджелудочной железы?	
4	Захватываются ли ткани с соответствующей силой?		14	Правильно ли удален лимфатический узел № 1?	
5	Захватывается ли стенка желудка или кишечника на всю толщину (все слои)?		15	Правильно ли удален лимфатический узел № 3?	
6	Правильный ли участок вытянут в нужном направлении?		16	Достаточен ли объем диссекции лимфатических узлов?	
7	Нет повреждений серозной оболочки?		17	Безошибочно ли выполнен желудочно-дуоденальный анастомоз?	
8	Нет ли кровотечения, вызванного грубым использованием захватных щипцов?		18	Достаточен ли кровоток в месте анастомоза?	
9	Правильно ли разделена желудочно-ободочная связка?		19	Нет ли чрезмерного натяжения в анастомозе?	
10	Принимаются ли какие-либо меры для предотвращения повреждения толстой кишки?		20	Имеет ли анастомоз хорошую форму?	

возможность записи выполнения оперативного приема и фотофиксации.

Данный подход был реализован в системе оценки качества хирургической гастроэнтерологии в Японии. В начале внедрения эндохирургических технологий поступали сообщения о значительных осложнениях после лапароскопических операций. В некоторых из этих случаев пациенты умирали и рассматривались в качестве судебных дел. Для решения этой проблемы Японское общество эндоскопической хирургии (JSES) в 2001 году учредило Комитет по системе квалификации эндоскопических хирургических навыков, в состав которого вошли хирурги из различных областей. С 2004 года применяется система оценки квалификации эндоскопических хирургических навыков (ESSQS) [2]. В этой системе мастерство хирурга оценивается двумя отдельными аккредитованными судьями, использующими неотредактированное видео операции в двойном слепом режиме со строгими критериями, подобными системе подсчета очков в спортивном фигурном катании. Эта система внесла большой вклад в улучшение и повышение качества работы японских хирургов (табл. 1, 2).

В 2010 году пациент, перенесший роботическую гастрэктомию, умер на 5-й день после операции из-за полиорганной дисфункции в японском учреждении. В отчете Комиссии по расследованию несчастных случаев сделан вывод, что причиной смерти стало интраоперационная компрессия поджелудочной железы роботизированной рукой. Это привело к интраоперационному повреждению поджелудочной железы, аналогичному при дорожно-транспортном

происшествии в варианте травмы рулем. Чтобы предотвратить дальнейшие осложнения роботизированной хирургии, Японское общество эндоскопической хирургии (JSES) в июле 2011 года предложило рекомендации по внедрению роботизированной хирургии. Основным предложением было то, что хирург должен быть сертифицирован Японским обществом гастроэнтерологической хирургии и иметь квалификацию JSES – endoscopic surgical skill qualification system (ESSQS). Другое предложение состояло в том, чтобы медицинская бригада выполняла роботизированную операцию под руководством опытного врача, а именно проктолога, в начальной серии. Это позволило снизить частоту осложнений операции к моменту, когда роботическая операция была одобрена для национально-го медицинского страхования в Японии в 2018 году.

3. Разделение операции на ключевые этапы – интраоперационные чекпойнты (checkpoints)

Чекпойнт (*checkpoint*) – «контрольный пункт», «контрольная точка». Значение checkpoint на спортивных соревнованиях состоит в том, что пока участник не пройдет одну точку, ему не будет засчитана последующая. Мы предложили использовать данный термин для обозначения ключевых этапов операции, которые необходимо выполнить. Мы предполагаем, что их корректное выполнение имеет влияние на качество и безопасность оперативного вмешательства в целом.

Одним из первых и удачных внедрений принципов явились критерии оценки безопасности холецистэктомии. Концепция интраоперационных чекпойнтов при проведении холецистэктомии была представлена

в недавней публикации со ссылкой на приоритетные работы S. M. Strasberg.

Проблема повреждения внепеченочных желчных протоков актуальна для эндовидеохирургии. С первых лет внедрения лапароскопической холецистэктомии повреждение внепеченочных желчных протоков стало «ахиллесовой пятой» малоинвазивной технологии. Несмотря на подробную методическую проработку оперативного приема и высокий уровень обучения специалистов, частота повреждения желчных протоков продолжает оставаться на стабильном уровне, составляя в среднем, по данным экспертов, от 0,5 до 2,7%, в то время как при открытых вмешательствах отмечается несколько меньшая частота – 0,1–2,5% [4].

В 1995 году S. M. Strasberg сформулировал концепцию «критической оценки безопасности» – Critical View of Safety (CVS). Автор подчеркивает, что его методика не является вариантом диссекции, а представляет собой именно систему контроля безопасности, основанную на целевых параметрах. Данная концепция предусматривает три ключевых элемента [5]:

- диссекция пузырно-печеночного пространства (пузырный проток – печеночный проток – печень);
- визуализация только двух трубчатых структур, идущих к желчному пузырю (визуализация холедоха не обязательна);
- мобилизация нижней части желчного пузыря от печени и визуализация нижней 1/3 ложа желчного пузыря (cystic plate).

Чтобы продолжить операцию, хирург должен преодолеть каждую контрольную точку (чекпойнт) с использованием определенных манипуляций. Данное исполнение может быть оценено с точки зрения качества элемента. Мы в своей практике используем трехбалльную систему: критерий не выполнен, критерий выполнен частично, критерий выполнен

полностью. Невыполнение критерия – серьезный фактор риска развития осложнений. Необходим консилиум для оценки ситуации или изменения стратегии оперативного вмешательства (переход на открытую операцию, частичная холецистэктомия). Неполное выполнение критерия допустимо, но оно нацеливает врача на более пристальное внимание к оценке ситуации и использование дополнительных (резервных) технологий контроля безопасности. Полное выполнение критериев чекпойнта составляет комфортные условия для продолжения оперативного приема.

В дальнейшем проводится анализ фотоизображений, и хирург, и (или) руководитель хирургической службы, и (или) консилиум хирургов осуществляют балльную оценку качества реализации критериев безопасности (табл. 3). Выполнение каждого из трех критериев оценивается по трехбалльной шкале для переднего и заднего видов одновременно:

0 – требования по критерию не выполнены;

1 – требования выполнены частично;

2 – требования выполнены полностью с обеих сторон (передний и задний вид).

Таким образом, достижение 6 баллов свидетельствует о высоком уровне безопасности хирургии, в то время как снижение до 3 баллов и ниже – об опасной технике или анатомической ситуации, не позволившей реализовать основные этапы оперативного приема.

Аналогично приведенному примеру на чекпойнты можно разложить любое вмешательство. При этом условно можно выделить чекпойнты преимущественной безопасности и чекпойнты качества оперативного приема. Так, 10 золотых правил паховой герниопластики являются в большей степени чекпойнтами качества, чем безопасности, хотя во многом эти оба фактора взаимозависимы [6] (табл. 4).

Таблица 3

Балльная оценка критериев безопасности на основе анализа интраоперационных фото

Признак	0	1	2
Диссекция тканей пузырно-печеночного пространства	Диссекция тканей недостаточная, нечетко визуализируются все анатомические объекты	Диссекция тканей недостаточно широкая, основные анатомические объекты визуализируются, но возникают сомнения в отдельных деталях	Диссекция тканей широкая и обеспечивает полную мобилизацию нижней трети желчного пузыря и экспозицию всех необходимых для безопасности анатомических структур
Визуализация только двух трубчатых структур, идущих к желчному пузырю	Нечетко визуализируется только одна трубчатая структура	2 трубчатые структуры визуализируются нечетко, появление 3-й структуры	Четко визуализируются только 2 трубчатые структуры
Мобилизация нижней части желчного пузыря от печени и визуализация нижней 1/3 ложа желчного пузыря	Мобилизации нижней части желчного пузыря от печени нет	Мобилизация нижней части желчного пузыря от печени недостаточна, чтобы исключить возможность контакта с желчным протоком	Мобилизация нижней части желчного пузыря от печени достаточная, визуализация не менее нижней 1/3 ложа желчного пузыря

Таблица 4

Чек-лист выполнения основных чекпойнтов при проведении лапароскопической паховой герниопластики (TAPP)

№ п/п	Критерий	Соблюдался ли критерий (правило)?	Присвоенные баллы
1	Линия рассечения брюшины должна располагаться минимум на 4 см выше глубокого пахового кольца и проходить от spina iliaca anterior superior до медиальной пупочной складки для того, чтобы разместить в преперитонеальном пространстве сетку достаточного размера		
2	Диссекция должна проходить в плоскости брюшины, то есть вширь, а не вглубь		
3	Диссекцию производят как минимум на 2 см ниже лобкового симфиза, для того чтобы сетка закрыла бедренный треугольник		
4	Визуализация наружной подвздошной вены и контроль наличия бедренной грыжи		
5	Диссекцию элементов семенного канатика производят до пересечения семявыносящего протока с наружной подвздошной веной		
6	При крупных пахово-мошоночных грыжах дистальную часть грыжевого мешка не выделяют, а отсекают и оставляют в мошонке		
7	При диссекции в области глубокого пахового кольца необходимо определить наличие липомы семенного канатика (она представляет собой разрастание преперитонеальной клетчатки в этой области)		
8	Устанавливаемая сетка всегда должна перекрывать как внутреннее, так и наружное паховое кольцо, а также бедренный треугольник, на 3–4 см		
9	Фиксация сетки не обязательна. Внутреннее паховое кольцо – менее 3 см		
10	При десуффляции необходимо визуализировать правильность расположения сетки, отсутствие дефектов брюшины		

4. Внедрение навигационных систем вспомогательной визуализации и контроля качества этапов операции

Правильное выполнение интраоперационных чекпойнтов можно проводить при помощи навигационной хирургии. Навигация – важный механизм реализации более точного исполнения хирургических элементов и существенный компонент общей хирургической безопасности. Фактически речь идет о дополнительном информационном канале для хирурга, помогающем в принятии хирургических решений (поддержка принятия решений).

В последние годы флуоресцентная навигационная хирургия (ICG-метод) была внедрена в клиническую практику с целью более детальной визуализации анатомических структур. Методика основана на внутривенном или местном введении флуоресцентного вещества (индоцианина зеленого). В инфракрасном свете с определенной длиной волны возможно визуализировать флуоресцентное излучение.

С помощью методики ICG возможно визуализировать внепеченочные желчные протоки (рис. 1). Внедрение метода ICG-флуоресценции во время проведения лапароскопической холецистэктомии позволяет уже до этапа диссекции определить расположение магистральных желчных протоков, особенности индивидуальной анатомии, наличие добавочных протоков, что позволяет получить дополнительные анатомические ориентиры для осуществления оперативного

приема. Флуоресцентная холангиография способна заменить ИОХГ, нивелируя ее недостатки и значительно ускоряя интраоперационную визуализацию, однако необходимы дополнительные исследования для стандартизации метода [6].

Кроме холангиографии ICG-флуоресцентная навигация позволяет получать изображение лимфатической системы и оптимизировать технику лимфодиссекции (рис. 2). Для этого флуоресцент вводится паратуморозно.

При внутривенном введении ICG достигает висцеральных органов в течение 30–45 секунд, что позволяет получить ангиографическое свечение и оценку тканевой перфузии (рис. 3).

В последние годы в качестве метода оценки тканевой перфузии нами внедрена и популяризирована методика визуализирующей фотоплетизмографии (ФПГ). Фотоплетизмография – это оптический метод, при котором обычная видеокамера используется для обнаружения крошечных модуляций, связанных с пульсацией крови в сосудах [7]. Данная методика бесконтактна, чрезвычайно проста и не влияет на гемодинамические процессы в живых органах. Это новый метод, который позволяет улавливать сигналы сердечно-сосудистой системы во внешних слоях органов (рис. 4).

Нами было продемонстрировано, что количественная оценка перфузии крови с помощью ФПГ хорошо согласуется с оценкой, полученной с помощью

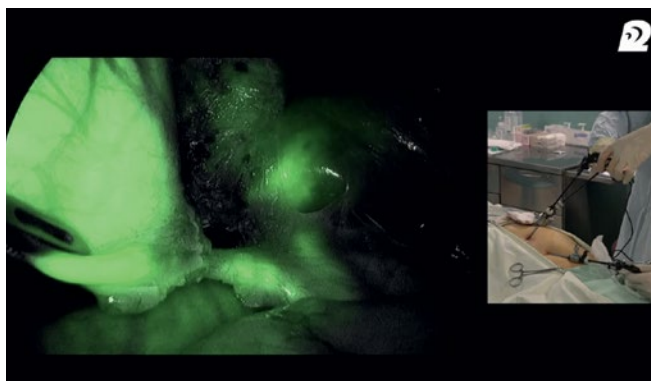


Рис. 1. Этап лапароскопической холецистэктомии. Интраоперационная ICG-флуоресцентная холангиография. Визуализируется желчный пузырь (тракция за карман Гартмана), пузырьный и общий печеночный протоки



Рис. 2. Этап лапароскопической резекции сигмовидной кишки. Зеленое свечение демонстрирует анатомию регионарной системы лимфооттока. ICG введен паратуморозно

ICG-флуоресцентной визуализации во всех исследуемых хирургических случаях [8] (рис. 5). ФПГ может стать объективной системой количественного мониторинга перфузии тканей в операционной благодаря своей простоте, низкой стоимости и отсутствию необходимости в инъекциях каких-либо агентов.

Операции в условиях смешанной реальности

На первом этапе совершенствования взаимодействия хирургической и лучевой служб формируется правильная культура междисциплинарного подхода. На втором этапе диагностический этап перемещается в операционную и совмещается по времени с хирургическим вмешательством в виде смешанной реальности. Это позволяет проводить выполнение чекпойнтов на более высоком безопасном уровне. На рисунке 6 представлен пример операции при местнораспространенной опухоли головки поджелудочной железы с признаками вовлечения мезентерикопортального ствола.

Смешанная реальность позволяет хирургу контролировать структуры, подкрашенные различ-

ными цветами. Во время операции у хирурга есть возможность изменять прозрачность виртуального изображения, выбирать для демонстрации анатомические структуры (только сосуды или только опухоль и т. д.).

Важно подчеркнуть, что все системы навигационной хирургии, включая операции с дополненной реальностью, являются системами безопасности второй линии и дополняют систему стандартизации этапов операции.

Заключение

В работе представлен новый методологический подход к развитию концепции безопасной хирургии. Каждая операция разделяется на ключевые чекпойнты, которые должен пройти хирург во время вмешательства. Исполнение ключевых чекпойнтов может быть оценено количественно, что позволяет объективизировать как качество, так и безопасность оперативной техники. Для оптимизации исполнения чекпойнтов возможно дополнительное использование навигационной



Рис. 3. ICG-флуоресцентная перфузия во время экстракорпорального этапа левосторонней колоректальной резекции. Индоцианин зеленый введен внутривенно. Определяется четкая демаркация хорошей перфузии толстой кишки (зеленый цвет) и плохой (красный цвет)



Рис. 4. Экстракорпоральный этап лапароскопической колоректальной резекции. Установка системы для оценки перфузии кишки методом фотоплетизмографии

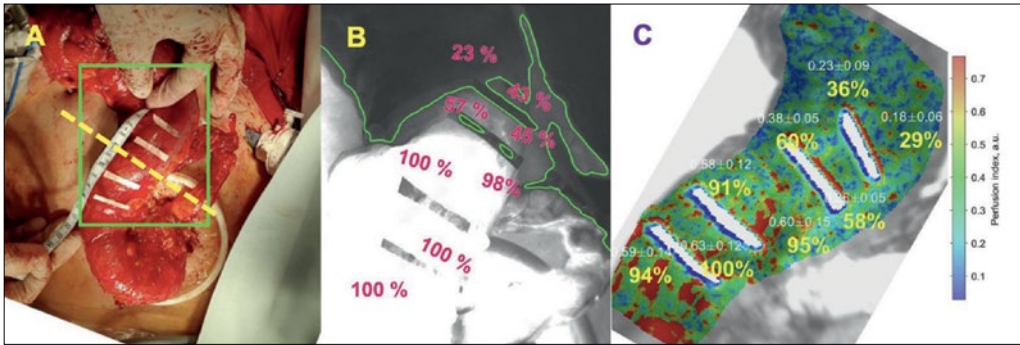


Рис. 5. Двойной количественный контроль перфузии тканей кишки во время экстракорпорального этапа лапароскопической резекции сигмовидной кишки (А): ICG-флуоресценция (В) и iPPG-фотоплетизмография (С). Желтый пунктир на рисунке А – предполагаемая линия пересечения

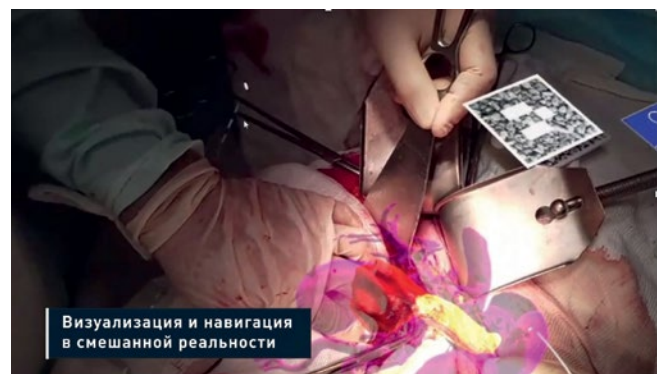


Рис. 6. Дополненная реальность в открытой хирургии поджелудочной железы. Большая опухоль головки (красный цвет) поджелудочной железы (желтый цвет – тело и хвост). Сосуды подкрашены в фиолетовый цвет

хирургии, которая представляет собой дополнительный информационный канал для поддержки принятия решений. Несомненно, что согласование всех чекпойнтов и навигационных технологий должно проводиться в тесном сотрудничестве

с профессиональными сообществами и в последующем, после доказательств эффективности подхода в проспективных рандомизированных исследованиях, находить отражение в клинических рекомендациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cardiovascular assessment by imaging photoplethysmography – a review / S. Zauneder, A. Trumpp, D. Wedekind [et al.] // Biomed. Tech. (Berl.). – 2018. – Vol. 63 (5). – P. 617– 634. – URL: <https://doi.org/10.1515/bmt-2017-0119>
2. Intraoperative visualization and quantitative assessment of tissue perfusion by imaging photoplethysmography: comparison with ICG fluorescence angiography / V. A. Kashchenko, V. V. Zaytsev, V. A. Ratnikov [et al.] // Biomed. Opt. Express. – 2022. – Vol. 13 (7). – P. 3954–3966. – URL: <https://doi.org/10.1364/BOE.462694>
3. Mori T., Kimura K., Kitajima M. Skill accreditation system for laparoscopic gastroenterologic surgeons in Japan // Minimally Invasive Therapy. – 2010. – Vol. 19 (1). – P. 18–23. – URL: <https://doi.org/10.3109/13645700903492969>
4. Results of the Tokyo Consensus Meeting Tokyo Guidelines / T. Mayumi, T. Takada, Y. Kawarada [et al.] // J. Hepatobiliary Pancreat. Surg. – 2007. – Vol. 14 (1). – P. 114–121.
5. Strasberg S. M., Hertl M., Soper N. J. An analysis of the problem of biliary injury during laparoscopic cholecystectomy // J. Am. Coll. Surg. – 1995. – Vol. 180 (1). – P. 101–125.
6. Ten golden rules for a safe MIS inguinal hernia repair using a new anatomical concept as a guide / C. Christiano, F. Marcelo, M. Flavio [et al.] // Surg. Endosc. – 2020. – Vol. 34 (4). – P. 1458–1464. – URL: <https://doi.org/10.1007/s00464-020-07449-z>. Epub 2020 Feb 19
7. The effect of the WHO Surgical Safety Checklist on complication rate and communication / A. Fudickar, K. Hörle, J. Wiltfang [et al.] // Dtsch Arztebl. Int. – 2012. – Vol. 109 (42). – P. 695– 701. – URL: <https://doi.org/10.3238/arztebl.2012.0695>
8. The safe performance of robotic gastrectomy by second-generation surgeons meeting the operating surgeon's criteria in the Japan Society for Endoscopic Surgery guidelines / S. Shibasaki, K. Suda, S. Kadoya [et al.] // Asian J. Endosc. Surg. – 2022. – Vol. 15 (1). – P. 70–81. – URL: <https://doi.org/10.1111/ases.12967>