

**ПОКАЗАТЕЛИ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ И ОКИСЛИТЕЛЬНОГО
МЕТАБОЛИЗМА КИШКИ НА ОСНОВАНИИ ЛАЗЕРНОЙ
ДОПЛЕРОВСКОЙ ФЛОУМЕТРИИ И ЛАЗЕРНОЙ
ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В ОЦЕНКЕ
РИСКА НЕСОСТОЯТЕЛЬНОСТИ АНАСТОМОЗА**

Трушин А.А., *Курсенко Р.В., Вerveкин И.В., Тен О.А., Беляев М.А.,
Захаренко А.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный
медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства
здравоохранения Российской Федерации, 197022, г. Санкт-Петербург,
Российская Федерация, ул. Льва Толстого, д. 6-8;
телефон: 8 (812) 499-68-95; эл. почта: info@lspbgnu.ru

Резюме.

Актуальность Разработка объективного неинвазивного способа интраоперационной оценки жизнеспособности кишки - актуальная проблема современной хирургии. Методика лазерной флуоресцентной спектроскопии (ЛФС) коферментов окислительного метаболизма в комбинации с лазерной доплеровской флоуметрией (ЛДФ) микроциркуляторного русла в проведённых экспериментальных исследованиях показала высокую диагностическую ценность в выявлении необратимой ишемии. Актуальным представляется определение референсных показателей ЛДФ и ЛФС кишки для применения в клинической практике при интраоперационной оценке жизнеспособности, а также значение данной методики в определении риска осложнений, в частности несостоятельности межкишечного анастомоза.

Материалы и методы. На клинической модели ишемии тонкой и толстой кишки, представленной мобилизованным органомкомплексом во время выполнения правосторонней гемиколэктомии (ПГКЭ) по поводу опухоли правых отделов ободочной кишки проанализированы значения ЛДФ и ЛФС в тонкой и толстой кишке. Проанализирована частота несостоятельности

илеотрансверзоанастомоза (ИТА) в послеоперационном периоде и значения ЛДФ и ЛФС анастомозируемых участков кишки. Выполнена оценка значений ЛДФ и ЛФС в прогнозировании риска несостоятельности ИТА.

Результаты. В исследование включено 103 пациента, которым выполнена ПГКЭ в плановом порядке. Средние значения ЛДФ и ЛФС в явно жизнеспособных участках тонкой и толстой кишки значимо не отличались и составили $27,7 \pm 1,54$ п.е. и $1,19 \pm 0,21$ о.е. Частота несостоятельности ИТА составила $n=11$ случаев (10,7%). Среди пациентов с несостоятельностью ИТА выявлено статистически более выраженное отклонение показателей ЛДФ и ЛФС на границе резекции и анастомозирования кишки по сравнению с явно здоровыми интактными отделами кишечника, при этом снижение показателя ЛДФ более, чем на 24,5%, и нарастание показателя ЛФС на более, чем 88,1%, - были значимыми факторами риска несостоятельности анастомоза ($p < 0,0001$).

Выводы. Выраженные отклонения референсных значений микроциркуляции и окислительного метаболизма по данным ЛДФ и ЛФС в анастомозируемых участках кишечника являются значимым фактором риска несостоятельности межкишечного анастомоза. Использование ЛДФ в комбинации с ЛФС представляется полезным методом для объективной интраоперационной оценки жизнеспособности кишки.

Ключевые слова: микроциркуляция; несостоятельность анастомоза; жизнеспособность кишки; флуоресценция; НАДН

Для корреспонденции*: Курсенко Роман Вадимович ,
romakurss@gmail.com

**MICROCIRCULATION AND OXYDATIVE METABOLISM MEASURED BY
LASER DOPPLER FLOWMETRY AND LASER FLUORESCENT
SPECTROSCOPY AND IT'S ROLE IN BOWEL ANASTOMOSIS LEAKAGE
ASSESSMENT**

Trushin A.A., *Kursenko R.V., Vervekin I.V., Ten O.A., Belyaev M.A.,
Zakharenko A.A.

First Pavlov State Medical University of St. Petersburg
197022, Russia, Saint Petersburg, L'va Tolstogo str. 6/8;
phone.: 8 (812) 499-68-95; e-mail: info@1spbgnu.ru

Summary.

Background. Intraoperative objective noninvasive assessment of bowel viability has remained unresolved surgical problem. Laser fluorescent spectroscopy (LFS) of oxidative metabolism and laser doppler flowmetry (LDF) of microcirculation were shown as promising tools in previous experimental studies. Reference numerical rates of LDF and LFS for intraoperative bowel viability assessment and it's role in anastomotic leakage risk assessment are seemed to be useful in clinical practice.

Materials and methods. LDF and LFS numerical rates of small bowel and colon were assessed during elective right hemicolectomy after vascular mobilisation. Frequency of anastomotic leakage and LDF and LFS rates in that cases were analysed. LDF and LFS were analysed as diagnostic tools in anastomotic leakage risk assessment.

Results. N=103 patients were included in study. Mean LDF and LFS rates in viable bowel segments were 27,7 $\pm$ 1,54p.u. and 1,19 $\pm$ 0,21r.u. Anastomotic leakage frequency was 10,7% (n=11).

It was significant microcirculation and oxidative metabolism deterioration by LDF and LFS in anastomotic leakage cases. Decrease of LDF in more than 24,5% and

increase of LFS in more than 88,1% were significant risk factors of anastomotic leakage ($p < 0,0001$).

Conclusion. Microcirculation and oxidative metabolism deterioration of bowel diagnosed intraoperatively by LDF and LFS are significant risk factors for anastomotic leakage. LDF and LFS are clinically useful for intraoperative bowel viability assessment.

Keywords: microcirculation; anastomotic leakage; bowel viability; autofluorescence; NADH

For correspondence: *Kursenko Roman V.*, romakurss@gmail.com

Введение

Несостоятельность анастомоза (НА) является одним из наиболее опасных осложнений колоректальной хирургии.

Несмотря на достижения в технике формирования анастомоза, послеоперационном ведении и диагностике, частота и последствия НА существенно не изменились за последние пятьдесят лет и составляет от 1 до 22% [1, 2]. Особенно обращают на себя внимание летальность у пациентов с несостоятельностью межкишечного анастомоза, которая может достигать 32% [3, 4].

Одним из решающих факторов в профилактике НА является интраоперационная оценка жизнеспособности анастомозируемых участков кишки [5, 6]. До сих пор, наиболее часто используется интраоперационная методика визуальной оценки жизнеспособности кишечной стенки, которая включает следующие параметры: цвет, пульсация сосудов, перистальтика [7]. Такая оценка является субъективной и основана, во многом, на личном опыте хирурга. Стандартные визуальные критерии жизнеспособности не обладают должной чувствительностью и специфичностью и, зачастую, могут приводить к ложноположительным и ложноотрицательным интерпретациям видимых изменений кишечной стенки [8]. Так, пульсация сосудов в жизнеспособной

петле кишки может быть не доступна пальпации на фоне системной гипотонии или периферического ангиоспазма на фоне вазопрессорной поддержки, и наоборот – на начальных этапах деваскуляризированные участки кишки могут активно перистальтировать [9, 10].

Таким образом, объективная и определяемая в количественных параметрах методика интраоперационной оценки жизнеспособности кишечной стенки является необходимым и до сих пор недостающим инструментом в арсенале хирурга.

Одним из основных факторов, влияющих на нежизнеспособность кишечника и риск несостоятельности межкишечных анастомозов, является недостаточность регионарного кровообращения кишечной стенки, которое влечет за собой различные по выраженности функциональные и морфологические изменения [11, 12, 13].

Методика с одновременным применением способов лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) (доставка крови) и лазерной флуоресцентной спектроскопии (ЛФС) (оценка окислительного метаболизма) является достаточно перспективной и неинвазивной [14-17]. Ее применение благодаря объективным показателям позволяет получить более точный анализ обратимости перфузионных и метаболических изменений кишечной стенки, что было продемонстрировано в проведенном нами ранее экспериментальном исследовании на модели ишемии-реперфузии кишки [18].

Использование таких методик представляет потенциал для клинического применения в интраоперационной оценке жизнеспособности кишечника с целью профилактики послеоперационных осложнений, связанных с некрозом стенки кишки и несостоятельностью межкишечных анастомозов [19, 20].

Цель исследования

С целью трансляции полученных нами ранее экспериментальных данных в клиническую работу проведено настоящее наблюдательное исследование с поперечным дизайном по оценке диагностической ценности объективной

методики определения жизнеспособности кишки с помощью комбинированной оценки по уровню микроциркуляции и окислительного метаболизма методами ЛДФ и ЛФС в оценке риска несостоятельности межкишечного анастомоза.

Материалы и методы

Для исследования выбрана операционная модель ишемии кишечника в виде мобилизованного отдела кишки при выполнении правосторонней гемиколэктомии у больных раком правых отделов толстой кишки. Данная модель выглядит предпочтительнее, ввиду более стандартизированных объемов вмешательств при данной локализации опухоли – правосторонняя гемиколэктомия и расширенная правосторонняя гемиколэктомия, а также возможности оценки особенностей микроциркуляции и окислительного метаболизма как в тонкой, так и в толстой кишке.

В исследование включали взрослых пациентов старше 18 лет, проходивших лечение в онкологическом отделении № 1 НИИ хирургии и неотложной медицины ПСПбГМУ им. И.П. Павлова, которым выставлены показания к правосторонней гемиколэктомии в плановом порядке по поводу новообразований правой половины ободочной кишки.

Критерии включения:

- возраст старше 18 лет;
- подписанное пациентом или его законным представителем информированное добровольное согласие;
- показания к оперативному вмешательству по поводу опухоли правых отделов толстой кишки (операбельная опухоль слепой, восходящей, печёночного изгиба ободочной кишки, - без признаков отдалённого метастазирования).

Критерии не включения пациентов:

- анемия средней и среднетяжелой степени на момент операции;
- наличие воспалительных заболеваний кишечника;

-множественные операции на брюшной полости, требующие тяжелого адгезиолизиса;

-периоперационная химиотерапия.

У включённых в исследование пациентов анализировали пол, возраст, сопутствующую патологию, анестезиологический риск по шкале ASA. Анализировали распространённость и клиническую стадию опухоли правых отделов толстой кишки на основании классификации TNM.

У включенных в исследование пациентов после предоперационной подготовки выполнялось оперативное вмешательство. Предпочтительным доступом при отсутствии противопоказаний являлся лапароскопический. Стандартная правосторонняя гемиколэктомия выполнялась при локализации опухоли в слепой и восходящей ободочной кишке. Пересекались следующие сосудистые структуры – подвздошно-ободочные сосуды, правые ободочные сосуды и правые ветви средних ободочных сосудов. Лимфодиссекция проводилась согласно рекомендациям Japanese Society for Cancer of the Colon and Rectum от 2010 г. в стандартном онкологическом объеме – D2 или D3, в зависимости от показаний. По окончании мобилизации и перевязки сосудистых структур, выполнялась минилапаротомия и извлечение мобилизованной кишки, намечалась граница резекции. Проксимальная граница резекции – подвздошная кишка в 15-20 см от илеоцекального угла, дистальная граница – проксимальная или средняя треть поперечной ободочной кишки.

Кишка пересекалась с помощью линейного сшивающего аппарата ETHICON NTLC 75 с последующим погружением культий пересечённых участков кишки нитью PDS 3/0. Реконструктивный этап операции осуществляли формированием илеотрансверзоанастомоза однорядным непрерывным швом нитью PDS 3/0.

Расширенную правостороннюю гемиколэктомию выполняли при локализации опухоли в печеночном изгибе толстой кишки. Принцип техники

вмешательства не отличался от стандартной правосторонней гемиколэктомии, за исключением дополнительной перевязки и пересечения средних ободочных сосудов, а также расширение дистальной границы резекции до дистальной трети поперечной ободочной кишки (рисунок 1).

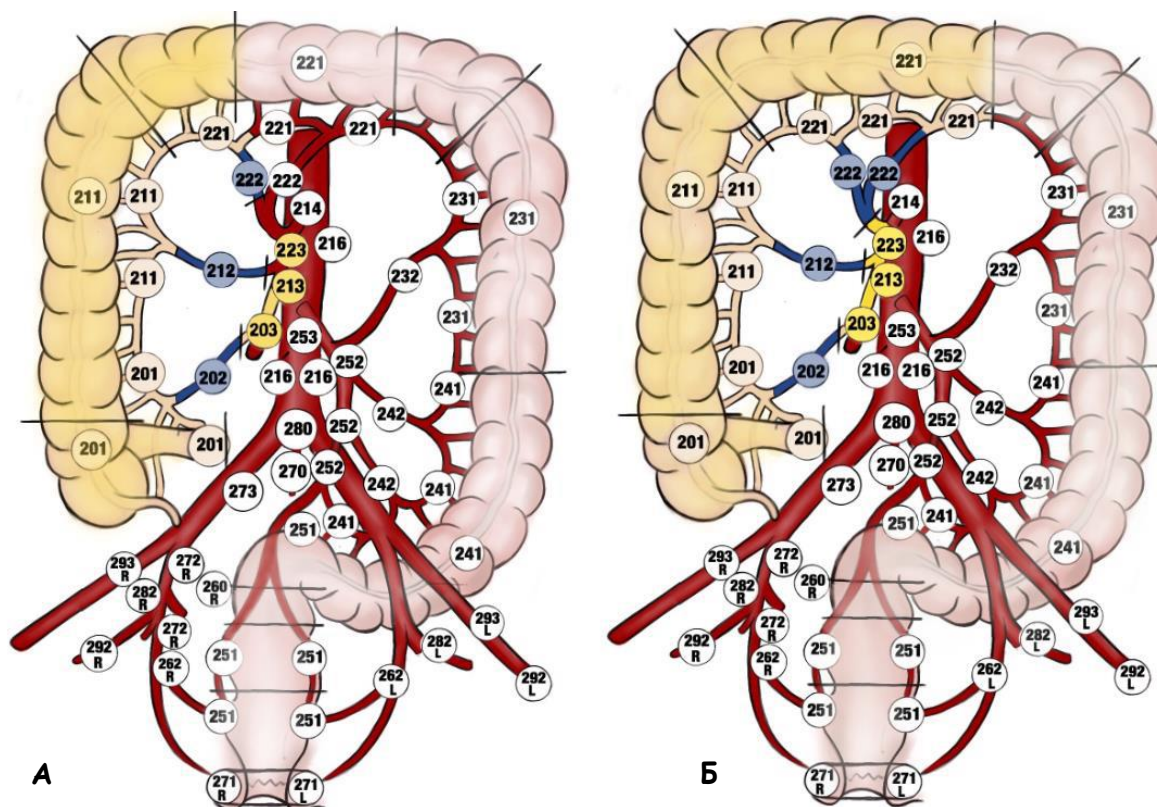


Рисунок 1. Объем операции при опухолях правого фланга толстой кишки
А – правосторонняя гемиколэктомия; Б – расширенная правосторонняя
гемиколэктомия.

Таким образом, операционная модель ишемии кишки была представлена дистальным отделом (около 20 см) подвздошной кишки, слепой и восходящей ободочной кишкой, а также печеночным изгибом ободочной кишки и частью поперечной ободочной кишки, т.е. мобилизованным органокомплексом после пересечения основных сосудистых структур.

Всем пациентам проводилась стандартная интраоперационная визуальная оценка жизнеспособности кишечника. Оценивались следующие параметры: цвет, перистальтика петель кишечника, пульсация краевых сосудов брыжейки.

Параметрами, характерными для жизнеспособной кишки считались: розовый цвет, наличие перистальтики кишечника, сохранённая пульсация брыжеечных сосудов. Визуальная оценка проводилась после пересечения основных сосудистых структур и мобилизации по предварительно намеченным границам резекции кишечника (рисунок 2).



Рисунок 2. Выделенный участок кишечника, с перевязанными сосудами

Измерение уровня микроциркуляции крови и амплитуды флуоресценции коферментов окислительного метаболизма проводились на Лазерном анализаторе периферического кровотока, лимфотока и коферментов ткани «ЛАЗМА-Д» (рег. уд. № РЗН 2017/5844 от 8 июня 2017 г.). (рисунок 3).

После подготовки операционной модели ишемии на примере правосторонней гемиколэктомии проводилась регистрация параметров микроциркуляции и окислительного метаболизма посредством контакта через многожильный светонесущий зонд лазерного излучателя-детектора аппарата с серозной поверхностью исследуемых участков кишки.



Рисунок 3. Диагностический аппарат «ЛАЗМА-Д»

Регистрация показателей производилась отдельно для проксимальной и дистальной границ резекции, которые были на уровне тонкой и толстой кишки, соответственно. Для этого проводилась регистрация показателей в следующих точках: жизнеспособная кишка, планируемый участок пересечения кишки (линия демаркации) и явно нежизнеспособный участок кишки (рисунки 4, 5).

После стабилизации выводимого в интерфейсе программного обеспечения графика аутофлуоресценции и уровня перфузии производилась регистрация амплитуды флуоресценции: Анадн, измеряемой в относительных единицах (о.е.), на длине волны 460 нм, нормированной на амплитуду интенсивности обратно отраженного возбуждаемого флуоресценцию излучения на длине волны 365 нм. Длительность регистрации составляла 30 секунд. В течение регистрации аутофлуоресценции происходила параллельная регистрация значений показателя микроциркуляции (ПМ), измеряемых в перфузионных единицах (п.е.), в течение 30 секунд.

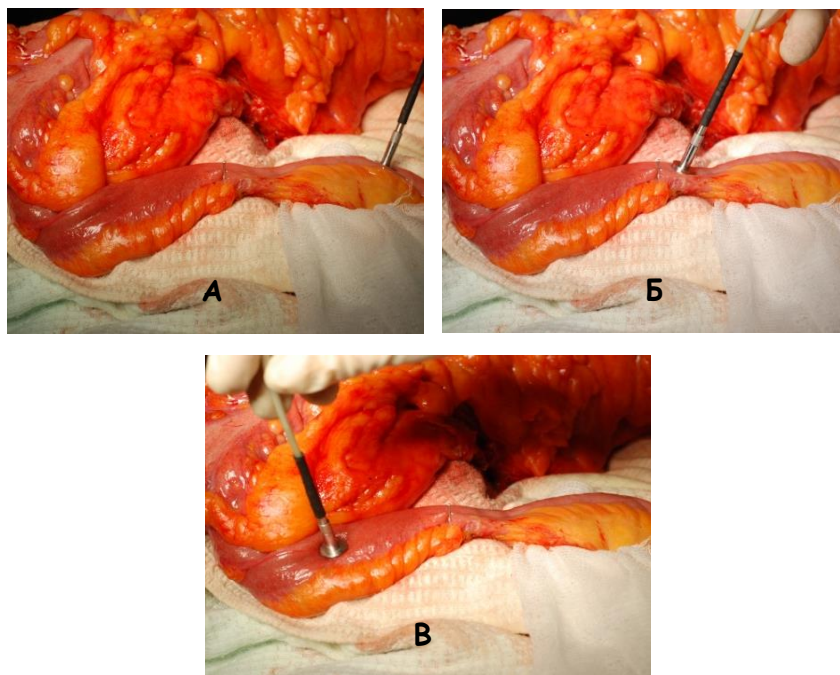


Рисунок 4 – Регистрация показателей ЛДФ и ЛФС тонкой кишки

А - жизнеспособный участок; Б – демаркация, В - явно ишемизированный участок.



Рисунок 5 – Регистрация показателей ЛДФ и ЛФС толстой кишки

А – жизнеспособный участок; Б – демаркация; В – явно ишемизированный участок.

Данные обрабатывались программным обеспечением и сохранялись в базу данных для последующей оценки.

Проводилось сравнение показателей ЛДФ и НАДН-флуоресценции между визуально жизнеспособным и визуально нежизнеспособным участками кишки с целью оценки достоверности различия данных показателей.

Также проводился анализ разницы значений показателей ЛДФ и НАДН-флуоресценции с визуально жизнеспособного участка кишки и с области демаркации на границе предполагаемой резекции с оценкой репрезентативности и равномерности данного показателя.

Среди пациентов оценивали частоту несостоятельности илеотрансверзоанастомоза, общую частоту послеоперационных осложнений, длительность койко-дня.

Пациентов, в зависимости, от наличия несостоятельности илеотрансверзоанастомоза, условно делили на две группы, которые сравнивали между собой по значениям ЛДФ и ЛДФ при формировании илеотрансверзоанастомоза.

Также в периоперационном периоде у всех пациентов анализировали длительность операции, объём кровопотери, объём выполненной операции: правосторонняя гемиколэктомия или расширенная правосторонняя гемиколэктомия.

Дизайн исследования представлен на рисунке 6.

От каждого пациента получено письменное информированное согласие. Исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации ВМА (1964г.) в редакции 2013г и действующими в России правилами «Надлежащей клинической практики». Исследование одобрено локальным этическим комитетом ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова.

Оценка равномерности полученных значений ЛДФ и НАДН-флуоресценции проведена с использованием критерия Колмогорова-Смирнова.

Статистическая значимость отличий значений ЛДФ и НАДН-флуоресценции на разных участках ишемии кишки оценивалась по парному t-тесту Стьюдента в случае нормального распределения значений или по критерию Уилкоксона в случае ненормального распределения значений.

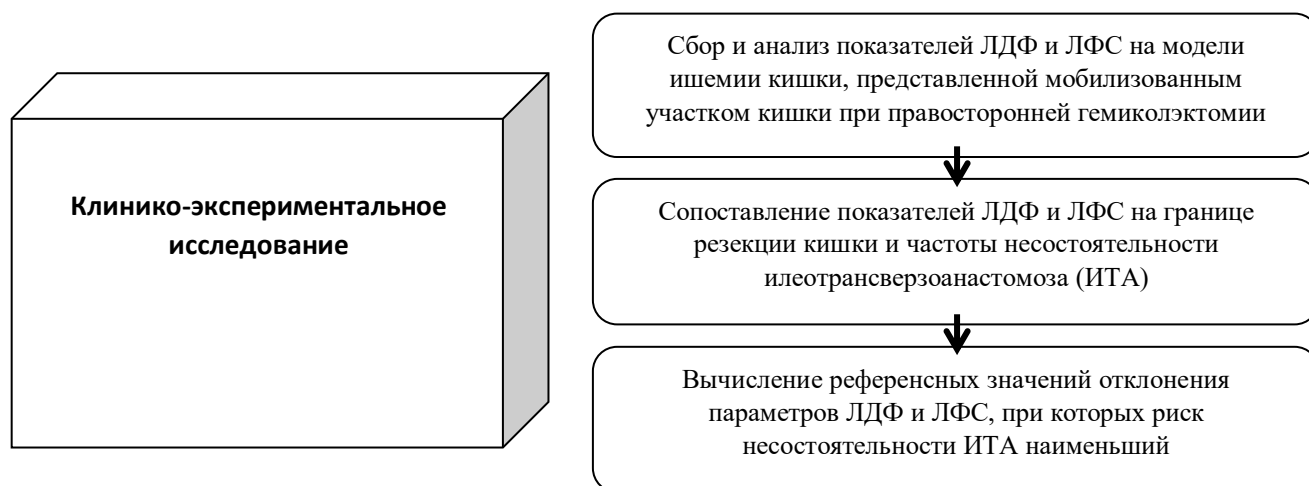


Рисунок 6. Дизайн исследования

Для описания числовых шкал в сравниваемых группах пациентов по признаку несостоятельности илеотрансверзоанастомоза использовались среднее значение и стандартное отклонение в формате « $M \pm S$ ». Сопоставление двух групп по числовым показателям проводилось с использованием t-теста Стьюдента в случае нормального распределения или U-теста Манна-Уитни в случае ненормального распределения. Категориальные переменные анализировались с использованием теста хи-квадрат.

Среди случаев несостоятельности илеотрансверзоанастомоза проанализированы наиболее значимые факторы риска этого осложнения, в том числе влияние инструментальных параметров микроциркуляции и окислительного метаболизма (ПМ и Анадн) на риск несостоятельности илеотрансверзоанастомоза.

На основании выявленных факторов риска произведена попытка построения логистической регрессионной модели прогнозирования несостоятельности илеотрансверзоанастомоза.

Для построения модели использована логистическая множественная регрессия с пошаговым последовательным методом включения факторов в

модель до момента, когда изменение коэффициента AuROC будет незначительно.

Для анализа структуры логистической регрессионной модели применялись коэффициенты регрессии и показатели изменения рисков, а также отношение шансов. Для оценки статистической значимости каждого фактора рассчитывали уровень P на основе критерия Вальда.

Для оценки качества построенной модели применялась оценка площади под ROC-кривой (AuROC). Значения AuROC меньше 0,7 соответствовали низкому прогнозируемому качеству построенной модели, значения от 0,7 до 0,8 - среднему уровню, AuROC выше 0,8 – высокому уровню.

За статистически значимый уровень достоверности принято значение $p < 0,05$.

Статистический анализ был проведен с использованием программного обеспечения Microsoft Excel и программ Statistica 10 и SAS JMP 11.

Результаты

В исследование включено 103 пациента.

Основной возраст пациентов составил 60-74 года ($n=46$; 44,7%), по полу в незначительном соотношении преобладали женщины ($n=58$; 56,3%).

Наиболее частая локализация опухоли была представлена восходящим отделом ободочной кишки ($n=43$, 41,7%). У большинства пациентов диагностирована III клиническая стадия онкопроцесса ($n=47$, 46,5%). Анестезиологический риск по ASA в основном соответствовал 3 степени ($n=64$, 62,1%). При этом наиболее частой сопутствующей системной патологией были гипертоническая болезнь (ГБ) ($n=85$, 82,5%) и ишемическая болезнь сердца (ИБС) ($n=30$, 29,1%).

В большинстве случаев операция была выполнена лапароскопическим доступом ($n=90$, $n=87,4\%$). В $n=13$ случаях (12,6%) предпринимался открытый доступ, что было обусловлено распространённостью опухоли с врастанием в

брюшную стенку (n=5), противопоказаниями к карбоксиперитонеуму на фоне значимой сердечно-сосудистой и лёгочной патологии (n=6), конверсией доступа вследствие кровотечения, не поддающегося гемостазу в условиях лапароскопического доступа. В большинстве случаев выполнялась стандартная правосторонняя гемиколэктомия (ПГКЭ) (n=82, 79,6%).

Время операции составило $205,41 \pm 67,17$ мин (100-455мин). Объём кровопотери значительно варьировал и составил $191,89 \pm 139,68$ мл.

Характеристики включённых пациентов представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристика включённых пациентов

Возрастные группы	Всего	Доля, %
60-74 года	46	44,7%
75-90 лет	37	35,9%
45-59 лет	20	19,4%
Пол	Всего	Доля, %
Женский	58	56,3%
Мужской	45	43,7%
Диагноз по отделам	Всего	Доля, %
Восходящий отдел	43	41,7%
Печеночный изгиб	33	32,0%
Слепая кишка	27	26,2%
Клиническая стадия	Всего	Доля, %
III стадия	47	46,5%
II стадия	32	31,7%
I стадия	22	21,8%

Сопутствующий ASA, цифры	Всего	Доля, %
1	4	3,9%
2	35	34,0%
3	64	62,1%
Тип операции	Всего	Доля, %
Лапароскопия	90	87,4%
Открытая	13	12,6%
Операция ПГКЭ	Всего	Доля, %
ПГКЭ	82	79,6%
Расширенная ПГКЭ	21	20,4%
Показатель	N (%)	M ± S
Время операции, мин	103 (100,00%)	205,41 ± 67,17
Кровопотеря, мл	103 (100,00%)	191,89 ± 139,68

Получены средние значения показателей ЛДФ и ЛФС в трех точках измерения:

1 точка - здоровая кишка ($M \pm S$):

ПМ 27,70 +/- 1,54 п.е. и А(надн) 1,19 +/- 0,21 о.е. – здоровая подвздошная кишка.

ПМ 28,73 ± 1,81 п.е. и А(надн) 1,16 ± 0,15 о.е. – здоровая поперечная ободочная кишка.

2 точка – граница резекции (демаркация).

ПМ 22,07 ± 1,52 п.е. и А(надн) 2,04 ± 0,37 о.е. – граница резекции, подвздошная кишка.

ПМ 22,78 ± 2,00 п.е. и А(надн) 1,99 ± 0,20 о.е. – граница резекции, поперечная ободочная кишка.

3 точка – кишка с явными визуальными признаками ишемии

ПМ $16,05 \pm 1,92$ п.е. и А(надн) $2,93 \pm 0,27$ о.е. – ишемия визуально, подвздошная кишка.

ПМ $15,66 \pm 2,41$ п.е. и А(надн) $2,91 \pm 0,18$ о.е. – ишемия визуально, поперечная ободочная кишка.

Полученные значения представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Показатели микроциркуляции и окислительного метаболизма в различных участках визуальных тонкой и толстой кишки после этапа мобилизации правой половины ободочной кишки

Показатель	N (%)	M $\pm$ S	(Min; Max)
Показатели			
Подвздошная кишка			
ПМ, здоровая подвздошная кишка, п.е.	103 (100,00%)	$27,70 \pm 1,54$	(25,82; 32,42)
А(надн), здоровая подвздошная кишка, о.е.	103 (100,00%)	$1,19 \pm 0,21$	(0,80; 1,46)
ПМ, граница резекции, подвздошная кишка, о.е.	103 (100,00%)	$22,07 \pm 1,52$	(19,15; 26,34)
А(надн), граница резекции, подвздошная кишка, о.е.	103 (100,00%)	$2,04 \pm 0,37$	(1,06; 2,87)
ПМ, ишемия визуально, подвздошная кишка, п.е.	103 (100,00%)	$16,05 \pm 1,92$	(11,45; 21,23)
А(надн), ишемия визуально, подвздошная кишка, о.е.	103 (100,00%)	$2,93 \pm 0,27$	(0,99; 3,27)
Поперечная ободочная кишка			
ПМ, здоровая поперечная	103	$28,73 \pm 1,81$	(26,34; 32,77)

ободочная кишка, п.е.	(100,00%)		
А(надн), здоровая поперечная ободочная кишка, о.е.	103 (100,00%)	$1,16 \pm 0,15$	(0,87; 1,50)
ПМ, граница резекции, поперечная ободочная кишка, о.е.	103 (100,00%)	$22,78 \pm 2,00$	(15,01; 27,97)
А(надн), граница резекции, поперечная ободочная кишка, о.е.	103 (100,00%)	$1,99 \pm 0,20$	(1,61; 2,59)
ПМ, ишемия визуально, поперечная ободочная кишка, п.е.	103 (100,00%)	$15,66 \pm 2,41$	(4,59; 22,44)
А(надн), ишемия визуально, поперечная ободочная кишка, о.е.	103 (100,00%)	$2,91 \pm 0,18$	(2,42; 3,27)

Полученные данные имели выраженную вариабельность значений у каждого пациента, что не позволяло выделить среднее значение, которое бы позволяло достоверно определить жизнеспособность кишечной стенки. Это может объясняться влиянием множества факторов на показатели у конкретного пациента: длительностью операции, сопутствующей патологией, ведением анестезии с применением вазопрессорных препаратов, интраоперационной кровопотерей.

При сравнении показателей ЛДФ и НАДН-флуоресценции с области визуально жизнеспособного и нежизнеспособного участков кишечника выявлены значимые различия показателей микроциркуляции и окислительного метаболизма ($p < 0,05$). (Таблица 3).

Таблица 3.

**Различие показателей ЛДФ и флуоресценции НАДН между
визуально жизнеспособным и ишемизированными участками кишки**

	Тонкая кишка жизнеспосо бная (n=103)	Тонкая кишка ишемия (n=103)	Р	Толстая кишка жизнеспосо бная (n=103)	Толстая кишка ишемия (n=103)	Р
(ПМ (п.е.) М+/-S	27,70 ± 1,54	16,05 ± 1,92	P<0,05	28,73 ± 1,81	15,66 ± 2,41	P<0,05
Анадн) (о.е.) М+/-S	1,19 ± 0,21	2,93 ± 0,27	P<0,05	1,16 ± 0,15	2,91 ± 0,18	P<0,05

В послеоперационном периоде средний койко-день составил $10,30 \pm 6,40$ дней. Общая частота послеоперационных осложнений составила n=23 случаев (22,3%). Из них наибольшую долю составили нетяжёлые осложнения 1-2 степени по Clavien-Dindo (n=14, 13,6%). Частота несостоятельности ИТА составила n=11 случаев (10,7%). Во всех случаях несостоятельность ИТА сопровождалась развитием перитонита и требовала выполнения повторного оперативного вмешательства с последующей интенсивной терапией пациента в условиях реанимации (Clavien-Dindo 4). Среди всех случаев лечения наблюдалось n=2 летальных исхода (1,9%). Один летальный исход наступил вследствие несостоятельности ИТА с развитием распространенного перитонита, полиорганной недостаточности и септического шока у пациента с сопутствующим инсулинозависимым сахарным диабетом (n=1). Второй случай летального исхода возник на фоне развития острого инфаркта миокарда в послеоперационном периоде у пациента с сопутствующей ИБС (n=1). (Таблица 4).

Таблица 4.

Характеристики послеоперационного периода

Показатель	N (%)	M ± S		
Койко-день	97 (94,17%)	10,30 ± 6,40		
Показатель		Всего	Число случаев, абс	Доля случаев, %
Осложнения				
Послеоперационные осложнения		103	23	22,3%
Осложнения Clavien-Dindo 4		103	11	10,7%
Несостоятельность илеотрансверзоанастомоза (ИТА)		103	11	10,7%
Осложнения Clavien-Dindo 1		103	9	8,7%
Осложнения Clavien-Dindo 2		103	5	4,8%
Осложнения Clavien-Dindo 3		103	3	2,9%
Clavien Dindo 5, летальный исход		103	2	1,9%

В предыдущем экспериментальном исследовании нами выявлена более высокая диагностическая ценность оценки жизнеспособности кишки по разнице показателей ЛДФ и НАДН-флуоресценции между явно жизнеспособным и исследуемым участками кишки. При этом получаемые значения сравнивались с известным допустимым их отклонением, которое определялось между гистологически жизнеспособным и пограничным (с обратимыми ишемическими изменениями) участками кишки [18].

Мы провели аналогичный анализ и поиск допустимого отклонения значений ЛДФ и ЛФС при оценке жизнеспособности кишки в настоящем исследовании. Проведен анализ отклонений значений ЛДФ и ЛФС между жизнеспособным участком кишки и участком кишки у линии демаркации.

Значение допустимого отклонения показателей микроциркуляции (dПМ) и окислительного метаболизма по уровню амплитуды флуоресценции НАДН (dАнадн) рассчитывались следующим образом:

$$dПМ(\%) = \frac{ПМ(жизнеспособная кишка) - ПМ(демаркация)}{ПМ(жизнеспособная кишка)}$$

$$dАнадн(\%) = \frac{Анадн(жизнеспособная кишка) - Анадн(демаркация)}{Анадн(жизнеспособная кишка)}$$

Для поиска значений допустимого отклонения показателей микроциркуляции и окислительного метаболизма, которые не должны повлиять на необратимость ишемических изменений кишечной стенки и риск несостоятельности анастомоза мы разделили всех пациентов (n=103) на две группы в зависимости от наличия или отсутствия несостоятельности илеотрансверзоанастомоза (ИТА) в послеоперационном периоде. При этом пограничным значением отклонения считали максимальное отклонение показателей микроциркуляции и окислительного метаболизма в группе пациентов с состоятельным ИТА (таблица 5).

При анализе разниц значений между жизнеспособным участком кишки и линией демаркации распределения значений показателей микроциркуляции и НАДН-флуоресценции между пациентами были репрезентативными и равномерными при оценке по критерию Колмогорова – Смирнова (p=0,714; p=0,526).

При анализе значений разницы показателей микроциркуляции и окислительного метаболизма в группах в зависимости от наличия или отсутствия несостоятельности ИТА выявлено статистически значимое их отличие между группами.

Таблица 5.

Значения отклонения показателей микроциркуляции (dПМ) и окислительного метаболизма по уровню амплитуды флуоресценции НАДН (dАнадн) между жизнеспособным участком кишки и линией демаркации

Показатель	N (%)	M ± S
Показатели		
Подвздошная кишка		
Разница ПМ между: подвздошная кишка здоровая и подвздошная кишка на границе резекции; %	103 (100,00%)	20,32 ± 3,32
Разница А(надн) между: подвздошная кишка здоровая и подвздошная кишка на границе резекции; %	103 (100,00%)	-72,97 ± 25,64
Поперечная ободочная кишка		
Разница ПМ между: поперечная ободочная кишка здоровая и поперечная ободочная кишка на границе резекции, %	103 (100,00%)	20,70 ± 4,75
Разница А(надн) между: поперечная ободочная кишка здоровая и поперечная ободочная кишка на границе резекции, %	103 (100,00%)	-70,89 ± 26,52

При этом значимые отличия были зафиксированы для разницы этих значений между жизнеспособной кишкой и кишкой на границе резекции (кроме показателя разницы Анадн подвздошной кишки, в которой, вероятно на фоне более развитой пристеночной и внутривисцеральной системы коллатералей

сосудов реже происходит угнетение окислительного метаболизма на фоне пересечения брыжеечных сосудов) (таблица 6).

Таблица 6.

**Характеристики пациентов в зависимости от наличия или
отсутствия несостоятельности ИТА**

Показатель	Несостоятельность илеотрансверзоанастомоза (ИТА)		Уровень Р
	Нет (N=92)	Есть (N=11)	
Показатели			
Гемоглобин, г/л	115,49 ± 18,98	106,45 ± 11,41	0,0572
Подвздошная кишка			
ПМ, здоровая подвздошная кишка, п.е.	27,64 ± 1,51	28,23 ± 1,75	0,2784
А(надн), здоровая подвздошная кишка, о.е.	1,19 ± 0,21	1,18 ± 0,22	0,9319
ПМ, граница резекции, подвздошная кишка, о.е.	22,11 ± 1,54	21,75 ± 1,38	0,8351
Разница ПМ между: подвздошная кишка здоровая и подвздошная кишка на границе резекции; %	20,02 ± 3,04	22,85 ± 4,46	0,0271
А(надн), граница резекции, подвздошная кишка, о.е.	2,03 ± 0,37	2,10 ± 0,34	0,4484
Разница А(надн) между: подвздошная кишка здоровая и подвздошная кишка на	-72,03 ± 26,13	-80,80 ± 20,34	0,0546

границе резекции; %			
ПМ, ишемия визуально, подвздошная кишка, п.е.	$16,00 \pm 1,94$	$16,53 \pm 1,68$	0,5182
А(надн), ишемия визуально, подвздошная кишка, о.е.	$2,92 \pm 0,27$	$3,02 \pm 0,20$	0,1683
Поперечная ободочная кишка			
ПМ, здоровая поперечная ободочная кишка, п.е.	$28,63 \pm 1,84$	$29,58 \pm 1,24$	0,0632
А(надн), здоровая поперечная ободочная кишка, о.е.	$1,18 \pm 0,15$	$1,12 \pm 0,16$	0,1005
ПМ, граница резекции, поперечная ободочная кишка, о.е.	$22,90 \pm 2,02$	$21,75 \pm 1,55$	0,0781
Разница ПМ между: поперечная ободочная кишка здоровая и поперечная ободочная кишка на границе резекции, %	$20,01 \pm 4,40$	$26,49 \pm 3,61$	<0,0001
А(надн), граница резекции, поперечная ободочная кишка, о.е.	$1,98 \pm 0,18$	$2,06 \pm 0,29$	0,3003
Разница А(надн) между: поперечная ободочная кишка здоровая и поперечная ободочная кишка на границе резекции, %	$-67,10 \pm 24,27$	$-102,60 \pm 23,99$	<0,0001
ПМ, ишемия визуально, поперечная ободочная кишка, п.е.	$15,58 \pm 2,50$	$16,31 \pm 1,34$	0,3129

А(надн), ишемия визуально, поперечная ободочная кишка, о.е.	$2,92 \pm 0,19$	$2,83 \pm 0,17$	0,1189
Операция			
Время операции, мин	$202,3 \pm 64,3$	$231,6 \pm 86,9$	0,3308
Кровопотеря, мл	$174,0 \pm 113,4$	$341,8 \pm 233,1$	0,0239

Для тонкой кишки наиболее значимые различия обнаружены для показателей «Разница ПМ между: подвздошная кишка здоровая и подвздошная кишка на границе резекции; %» в группе несостоятельности ИТА по отношению к группе без несостоятельности (в среднем на 2,8; $P = 0,0271$) (Рисунок 7).

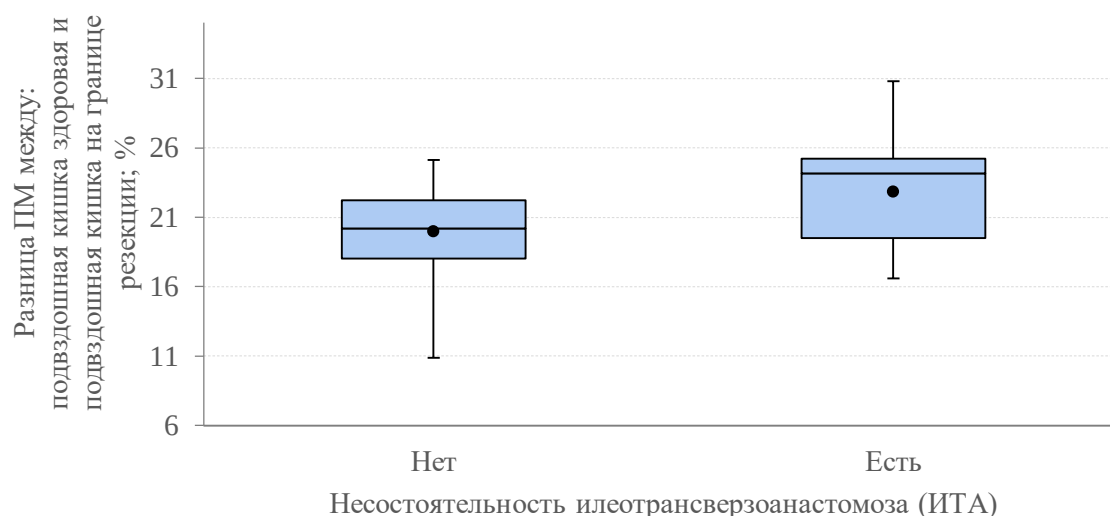


Рисунок 7. Диаграммы размаха по показателю «Разница ПМ между: подвздошная кишка здоровая и подвздошная кишка на границе резекции; %» в группах сравнения «Несостоятельность илеотрансверзоанастомоза (ИТА)».

Для толстой кишки в группе несостоятельности ИТА по отношению к группе без несостоятельности наиболее значимые различия обнаружены для следующих показателей: 1) «Разница А(надн) между: поперечная ободочная кишка здоровая и поперечная ободочная кишка на границе резекции, %» (в среднем на 35,5 %; $P < 0,0001$); 2) «Разница ПМ между: поперечная ободочная

кишка здоровая и поперечная ободочная кишка на границе резекции, %» (в среднем на 6,5 %; $P < 0,0001$);

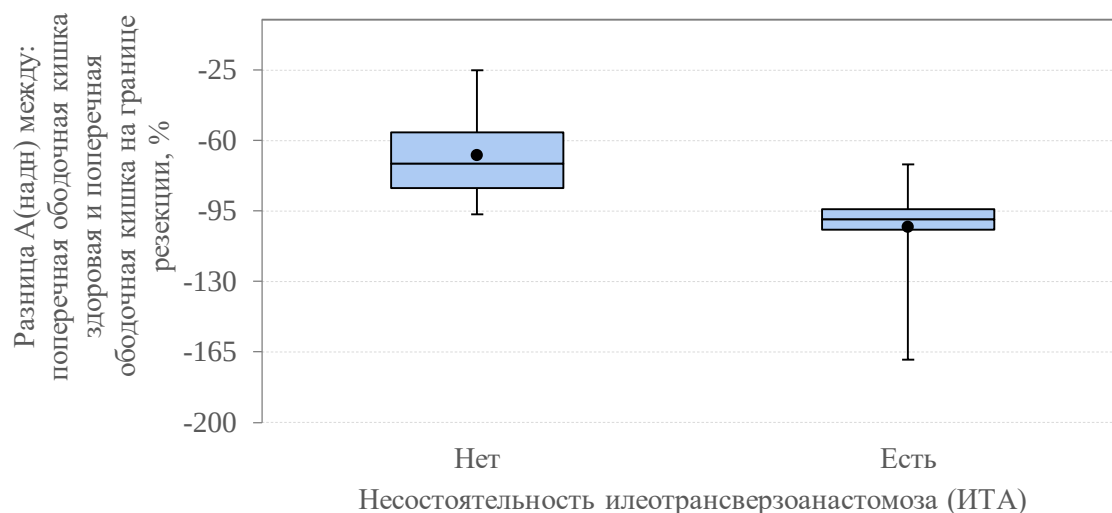


Рисунок 8 Диаграммы размаха по показателю «Разница A(надн) между: поперечная ободочная кишка здоровая и поперечная ободочная кишка на границе резекции, %» в группах сравнения «Несостоятельность илеотрансверзоанастомоза (ИТА)».

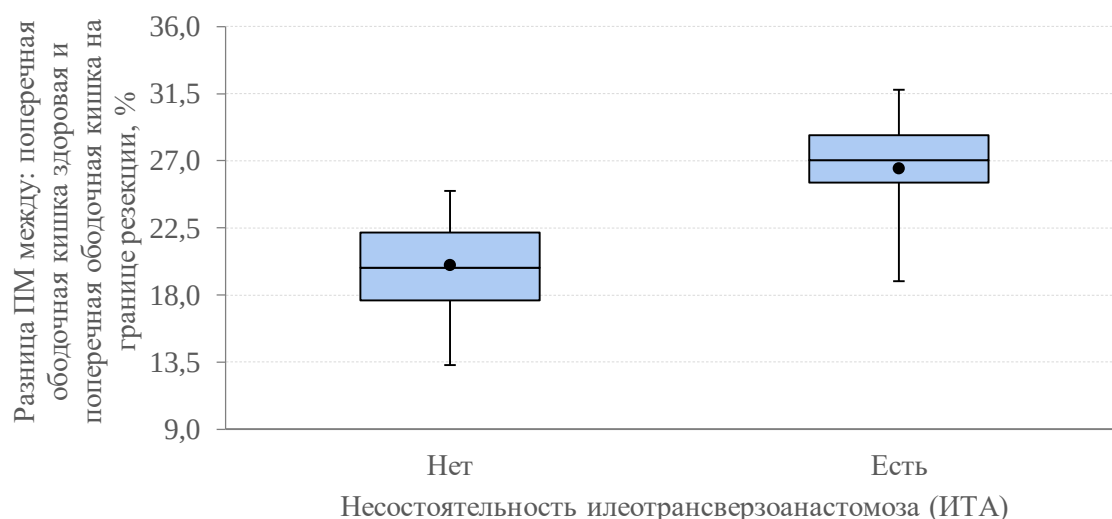


Рисунок 9 Диаграммы размаха по показателю «Разница ПМ между: поперечная ободочная кишка здоровая и поперечная ободочная кишка на границе резекции, %» в группах сравнения «Несостоятельность илеотрансверзоанастомоза (ИТА)».

Стоит отметить, что изолированные, абсолютные значения показателей микроциркуляции и окислительного метаболизма тонкой и толстой кишки на границе резекции (демаркации) в большинстве случаев статистически не различались в обеих группах.

Другим фактором, влияющим на возникновение несостоятельности ИТА был объём кровопотери ($173,97 \pm 113,38$ мл против $341,82 \pm 233,14$ мл, $p=0,0239$). При этом в случаях большого объёма кровопотери также регистрировали более выраженные изменения показателей микроциркуляции и окислительного метаболизма при последующей инструментальной оценке жизнеспособности кишки.

Также в группе с несостоятельностью ИТА чаще встречалась системная патология: ишемическая болезнь сердца и сахарный диабет, влияющие на регионарную перфузию и микроциркуляцию органов и тканей (Таблица 7).

При этом среди пациентов с несостоятельностью ИТА и с указанной сопутствующей патологией и большими показателями интраоперационной кровопотери также регистрировали и более выраженные отклонения показателей микроциркуляции и окислительного метаболизма на уровне резекции по данным ЛДФ и ЛФС.

Таким образом, среди параметров, повлиявших на риск несостоятельности ИТА, оказались стандартные факторы, такие как: интраоперационная кровопотеря, сопутствующая сердечно-сосудистая патология, сахарный диабет. При этом применение ЛДФ и ЛФС при пересечении кишки позволило зарегистрировать значимые отклонения регионарных показателей микроциркуляции и окислительного метаболизма в этой зоне, что потенциально может быть предиктором несостоятельности ИТА.

Таблица 7.

**Сравнение группы с несостоятельностью ИТА в зависимости от
интраоперационных особенностей и сопутствующей патологии.**

Показатель	Несостоятельность илеотрансверзоанастомоза (ИТА)		Уровень Р	
	Нет (N=92)	Есть (N=11)		
Операция				
Время операции, мин	202,28 ± 64,30	231,55 ± 86,94	0,3308	
Кровопотеря, мл	173,97 ± 113,38	341,82 ± 233,14	0,0239	
Несостоятельность илеотрансверзоанастомоза (ИТА)				
Показатель	Нет (N=92)	Есть (N=11)	Всего	Уровень Р (df=1)
Сопутствующие заболевания				
ГБ	74 (80,43%)	11 (100,00%)	85	0,1063
ИБС	24 (26,09%)	6 (54,55%)	30	0,0496
СД	10 (10,87%)	4 (36,36%)	14	0,0197
ХБП	14 (15,38%)	3 (27,27%)	17	0,3176
ХОБЛ	8 (8,70%)	0 (0,00%)	8	0,3085
ЯБЖ	13 (14,13%)	1 (9,09%)	14	0,6448
МКБ	6 (6,52%)	0 (0,00%)	6	0,3828
ЖКБ	20 (21,98%)	0 (0,00%)	20	0,0829

Таким образом, показатели допустимых отклонений значений ЛДФ и ЛФС, при которых не наступала несостоятельность ИТА для тонкой кишки составили dПМ(20,02 ± 3,04%) и dАнадн(-72,03 ± 26,13%). Аналогичные показателей для толстой кишки составили dПМ(20,01 ± 4,40%) и dАнадн(-67,10

$\pm 24,27\%$), при этом данные значения для тонкой и толстой кишки статистические не различались ($p>0,05$) (Таблица 8).

Таблица 8.

Допустимые отклонения показателей микроциркуляции и окислительного метаболизма в тонкой и толстой кишке.

	Тонкая кишка (n=103)	Толстая кишка (n=103)	p
Отклонение перфузии ткани (dПМ: M+/-S (п.е.); %)	5,53 $\pm$ 0,88 п.е.; 20,02 $\pm$ 3,04%	5,73 $\pm$ 1,34 п.е.; 20,01 $\pm$ 4,40%	P=0,08
Отклонение окислительного метаболизма (dАнадн) M+/-S (о.е.); %	-0,84 $\pm$ 0,26 о.е.; -72,03 $\pm$ 26,13%	-0,78 $\pm$ 0,24 о.е.; -67,10 $\pm$ 24,27%	P=0,07

Для оценки основных факторов риска в развитии несостоятельности ИТА был проведен прогностический статистический однофакторный анализ. Статистическая значимость влияния факторов на бинарную целевую переменную осуществлялась с помощью критерия Хи-квадрат Пирсона. Все показатели сортировались по убыванию значимости (статистика Хи-квадрат), и, таким образом, были отобраны ключевые факторы развития рисков события «Несостоятельность илеотрансверзоанастомоза (ИТА)».

В таблице 9 представлен список основных факторов риска несостоятельности ИТА.

Таблица 9.

Основные факторы риска несостоятельности ИТА

Фактор	Несостоятельность илеотрансверзоанастом оза (ИТА): частота (риск, %)		Изменен ие риска (95% ДИ)	Относител ьный риск (95% ДИ)	Уровень Р
	Фактор: Нет	Фактор: Есть			
Разница ПМ между: поперечная ободочная кишка здоровая и поперечная ободочная кишка на границе резекции, % $\geq 24,5$	2 (2,2%)	9 (69,2%)	67,0 (41,7; 92,3)	31,15 (7,55; 128,57)	<0,0001
Разница А(надн) между: поперечная ободочная кишка здоровая и поперечная ободочная кишка на границе резекции, % < - 88,1	1 (1,2%)	10 (52,6%)	51,4 (28,9; 74,0)	44,21 (6,02; 324,85)	<0,0001
Разница А(надн) между: подвздошная	6 (6,5%)	5 (45,5%)	38,9 (9,1; 68,8)	6,97 (2,54; 19,11)	<0,0001

кишка здоровая и подвздошная кишка на границе резекции; % < - 91,7					
Кровопотеря, мл $\geq$ 300,0	4 (4,9%)	7 (33,3%)	28,5 (7,8; 49,1)	6,83 (2,20; 21,18)	0,0002
Разница ПМ между: подвздошная кишка здоровая и подвздошная кишка на границе резекции; % $\geq$ 23,3	4 (5,0%)	7 (30,4%)	25,4 (6,0; 44,8)	6,09 (1,95; 18,99)	0,0005
Операция ПГКЭ (Расширенная ПГКЭ)	5 (6,1%)	6 (28,6%)	22,5 (2,5; 42,5)	4,69 (1,58; 13,88)	0,0029
Сопутствующий ASA, цифры (3, 1)	0 (0,0%)	11 (16,2%)	16,2	-	0,0118
Гемоглобин, г/л < 105,0	4 (5,6%)	7 (21,9%)	16,2 (0,9; 31,5)	3,88 (1,22; 12,33)	0,0135
СД (Есть)	7 (7,9%)	4 (28,6%)	20,7 (-3,6; 45,0)	3,63 (1,22; 10,82)	0,0197
Клиническая стадия (III стадия, I стадия)	0 (0,0%)	10 (14,5%)	14,5	-	0,0233

На основании таблицы 9 все из указанных факторов имеют статистическую значимость влияния на несостоятельность

илеотрансверзоанастомоза (ИТА) с диапазоном уровней рисков от 14,5% до 81,8%. Лидирующими статистически значимыми факторами с повышением уровней рисков от 52,6% до 81,8% являются «Разница ПМ между: поперечная ободочная кишка здоровая и поперечная ободочная кишка на границе резекции, $\% \geq 24,5$ » и «Разница А(надн) между: поперечная ободочная кишка здоровая и поперечная ободочная кишка на границе резекции, $\% < -88,1$ ».

По результатам проведенного однофакторного анализа ключевыми факторами развития риска «Несостоятельность илеотрансверзоанастомоза (ИТА)» являются «Разница ПМ между: поперечная ободочная кишка здоровая и поперечная ободочная кишка на границе резекции, $\% \geq 24,5$ » и «Разница А(надн) между: поперечная ободочная кишка здоровая и поперечная ободочная кишка на границе резекции, $\% < -88,1$ » с уровнями абсолютного риска несостоятельности ИТА более 52,6%. Наличие одного из факторов повышает уровень риска несостоятельности ИТА более чем в 31,2 раза.

В связи с отсутствием достоверных различий в допустимых отклонениях значений ЛДФ и ЛФС в толстой и тонкой кишке за допустимое отклонение нами приняты единые значения ЛДФ и ЛФС для тонкой и толстой кишки.

Таким образом для жизнеспособного кишечника допустимое отклонение значения ЛДФ составляет « $\leq 24,5\%$ », а допустимое отклонение ЛФС « $\geq -88,1\%$ ».

В связи с этим нами разработан способ комбинированной персонализированной интраоперационной оценки жизнеспособности кишки.

При данном способе жизнеспособность кишки оценивают комбинированно по показателям микроциркуляции и тканевому содержанию кофермента окислительного метаболизма восстановленного никотинамиддинуклеотида (НАДН).

Показатели микроциркуляции и окислительного метаболизма регистрируют последовательно в визуально явно жизнеспособном и исследуемом участках кишки. Определяют разницы значений между этими

показателями и сравнивают с известными допустимыми отклонениями этих значений, считая допустимыми разницу значений для показателя микроциркуляции кровотока (ПМ) не более «24,5%», показателя амплитуды флуоресценции кофермента НАДН (Анадн) – не более «-88,1%» по модулю, и оценивают кишечную стенку как жизнеспособную при одновременном наличии допустимых значений разницы по двум показателям.

Обсуждение

Объективная и определяемая в количественных параметрах методика интраоперационной оценки жизнеспособности кишечной стенки является необходимым и до сих пор недостающим инструментом в арсенале хирурга.

Целью настоящего исследования явилось определение персонализированных параметров микроциркуляции и амплитуды флуоресценции коферментов окислительного метаболизма, определяющих жизнеспособность кишечной стенки у пациентов хирургического профиля.

Ранее нами исследованы возможности инструментальной объективной интраоперационной оценки жизнеспособности кишки на основании оценки микроциркуляции и окислительного метаболизма с помощью методов лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) кровотока и лазерной флуоресцентной спектроскопии (ЛФС) амплитуды флуоресценции кофермента восстановленного никотинадениндинуклеотида (НАДН) [18].

Была показана пропорциональная зависимость между показателями ЛДФ и ЛФС и степенью морфологических изменений в стенке кишки, подвергнутой ишемических-реперфузионному повреждению. Также было обнаружено, что начальные и изменяющиеся в динамике показатели микроциркуляции и окислительного метаболизма в абсолютных значениях являются переменными, что может быть обусловлено особенностями анатомии кровоснабжения, состояния гемодинамики в данный конкретный момент на фоне течения операции, проводимой фармакологической поддержки. При этом было показано, что относительные значения изменения этих показателей

микроциркуляции и окислительного метаболизма в динамике является более константным и диагностическим точным в определении критического ишемического повреждения кишки. Также было продемонстрировано, что непосредственная комбинация объективной интраоперационной оценки жизнеспособности кишки одновременно ЛДФ и ЛФС обладает большей чувствительностью и специфичностью.

В представленном исследовании данные экспериментального исследования были экстраполированы для дальнейшего изучения возможностей ЛДФ и ЛФС в оценке жизнеспособности кишки в реальной клинической практике на примере модели ишемии кишки во время выполнения правосторонней гемиколэктомии. Выбранный вид оперативного вмешательства позволил проанализировать инструментальные изменения микроциркуляции и окислительного метаболизма как в тонкой, так и в толстой кишке при их ишемическом состоянии после выполнения мобилизации участка подвздошной кишки и правой половины ободочной кишки. Показано, что методика инструментальной оценки методами ЛДФ и ЛФС была выполнима в интраоперационных условиях. На основании последующего анализа послеоперационных осложнений, а именно частоты несостоятельности илеотрансверзоанастомоза (ИТА) и сопоставления этих случаев с показателями ЛДФ и ЛФС на выбранных участках пересечения кишки была продемонстрирована связь между инструментальными показателями микроциркуляции и окислительного метаболизма и риском несостоятельности ИТА. При этом также подтверждены данные предыдущего экспериментального исследования, при котором наибольшую точность в диагностике необратимой ишемии имеет степень изменения показателей ЛДФ и ЛФС между жизнеспособным и подвергнутым ишемией участком кишки, что нивелирует индивидуальные особенности каждого пациента, обуславливающие высокую вариабельность значений микроциркуляции и окислительного метаболизма в конкретный момент времени. На основании анализа данных вычислены

значения допустимого отклонения инструментальных показателей жизнеспособности кишки: для показателя микроциркуляции кровотока не более «24,5%», Анадн – не более «-88,1%» по модулю, при этом можно оценивать кишечную стенку как жизнеспособную при одновременном наличии допустимых значений разницы по двум показателям. Данные значения были одинаковыми как для тонкой, так и для толстой кишки. Эффективность применения данных инструментальных значений в интраоперационном определении жизнеспособности кишки была подтверждена проведением однофакторного анализа рисков несостоятельности анастомоза, по результатам которого было показано, что наличие превышения допустимого отклонения показателей ЛДФ и ЛФС в зоне пересечения кишки может повышать риск несостоятельности кишечного анастомоза более, чем в 31,2 раз.

Выводы

Определены референсные пороговые значения в оценке жизнеспособности кишечной стенки, которые статистически значимо влияют на возникновение послеоперационных осложнений: для ПМ - не более «24,5%», Анадн – не более «-88,1%» по модулю

При интраоперационной оценке жизнеспособности кишки в дополнение к стандартной визуальной оценке рекомендуется применять объективные инструментальные методы оценки микроциркуляции и окислительного метаболизма, такие как комбинацию лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) и лазерной флуоресцентной спектроскопии (ЛФС). При выявлении значимого отклонения показателей ЛДФ и ЛФС при инструментальной интраоперационной объективной оценке кишки с целью профилактики послеоперационных осложнений, связанных с несостоятельностью межкишечного анастомоза, следует изменить границу резекции кишки в сторону более кровоснабжаемого участка.

Использование такого способа персонализированной объективной оценки жизнеспособности кишечной стенки перед формированием

межкишечного анастомоза является безопасной методикой и потенциально позволит снизить частоту осложнений, связанных с несостоятельностью межкишечного анастомоза. Необходимы дальнейшие исследования по оценке эффективности объективной интраоперационной оценке жизнеспособности кишки с использованием методик ЛДФ и ЛФС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sartelli M. The challenge of post-operative peritonitis after gastrointestinal surgery. *Updates Surg.* 2015; 67(4): 373-381.
2. 2015 European Society of Coloproctology collaborating group. The relationship between method of anastomosis and anastomotic failure after right hemicolectomy and ileocaecal resection: an international snapshot audit. *Colorectal Dis.* 2017; 38(1): 42-49.
3. Кащенко В.А., Лодыгин А.В., Волкова Е.С. и др. ICG-флуоресцентная навигация в колоректальной хирургии. *Клиническая больница.* 2019; (28)2: 12-17. [Kashchenko V.A., Lodygin A.V., Volkova E.S., Napalkov A.N., Korobicyna A.M. ICG-fluorescent navigation in colorectal surgery. *The Hospital No 2.* 2019; 2(28): 12–7. (in Russian)].
4. Dyess D.L., Bruner B.W., Donnell C.A., et al. Intraoperative evaluation of intestinal ischemia: a comparison of methods. *South Med. J.* 1991; 84(8): 966-974.
5. Kingham T.P., Pachter H.L. Colonic Anastomotic Leak: Risk Factors, Diagnosis, and Treatment. *J. Am. College Surg.* 2009(2): 269-278.
6. Urbanavičius L., Pattyn P., Putte D.V., Venskutonis D. How to assess intestinal viability during surgery: A review of techniques. *World J. Gastrointest Surg.* 2011; 3(5): 59-69.
7. Horgan P.G., Gorey T.F. Operative assessment of intestinal viability. *Surg. Clin. North Am.* 1992; 72: 143-155.

8. Karliczek A., Harlaar N.J., Zeebregts C.J.. et al. Surgeons lack predictive accuracy for anastomotic leakage in gastrointestinal surgery. *Int. J. Colorectal Dis.* 2009; 24(5). 569-576.
9. Bulkley G.B., Zuidema G.D., Hamilton S.R., et al. Intraoperative determination of small intestinal viability following ischemic injury: a prospective, controlled trial of two adjuvant methods (Doppler and fluorescein) compared with standard clinical judgment. *Ann. Surg.* 1981; 193: 628-637.
10. Strand-Amundsen R.J., Reims H.M., Reinholt F.P., et al. Ischemia/reperfusion injury in porcine intestine – Viability assessment. *World J. Gastroenterol.* 2018; 24(18): 2009-2023.
11. Vignali A., Gianotti L., Braga M., et al. Altered microperfusion at the rectal stump is predictive for rectal anastomotic leak *Dis. Colon Rectum.* 2000; 43(1): 76-82.
12. Chiu C.J., McArdle A.H., Brown R., et al. Intestinal mucosal lesion in low-flow states. *Arch. Surg.* 1970; 101(4): 478-483. doi: 10.1001/archsurg.1970.01340280030009.
13. Blikslager A.T., Moeser A.J., Gookin J.L., et al. Restoration of barrier function in injured intestinal mucosa. *Physiol. Rev.* 2007; 87: 545-564.
14. Власов Т.Д., Корнюшин О.В., Папаян Г.В. Возможности аутофлуоресцентной органоскопии при ишемическом и реперфузионном повреждении тонкой кишки *in vitro*. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2009; 2: 73-75. [Vlasov T.D., Kornjushin O.V., Papajan G.V. Possibilities of autofluorescence organoscopy in ischemic and reperfusion injury of the small intestine *in vitro*. *Regionarnoe krovoobrashhenie i mikrocirkuljacija.* 2009; 2: 73-75. (In Russian)].
15. Rose, J. High-resolution intravital NADH fluorescence microscopy allows measurements of tissue bioenergetics in rat ileal mucosa. *Microcirculation.* 2006; 13(1): 41-47.

16. Сидоров В.В., Рыбаков Ю.А., Гукасов В.М. Диагностический подход для оценки состояния микроциркуляторно-тканевой системы с использованием лазерных технологий и температурной функциональной пробы. *Иноватика и экспертиза*. 2018; 22(1): 135-141. [Sidorov V.V., Rybakov Ju.A., Gukasov V.M. A diagnostic approach to assessing the state of the microcirculatory tissue system using laser technologies and temperature functional testing. *Innovatika i jekspertiza*. 2018; 22(1): 135-141. (In Russian)].
17. Klauke H., Minor T., Vollmar B., et al. Microscopic analysis of NADH fluorescence during aerobic and anaerobic liver preservation conditions: A noninvasive technique for assessment of hepatic metabolism. *Cryobiology*. 1998; 36(2): 108-114. doi: 10.1006/cryo.1997.2068.
18. Захаренко А.А., Беляев М.А., Трушин А.А., и др. Комбинированная оценка жизнеспособности кишки методами лазерной доплеровской флоуметрии и лазерной флуоресцентной спектроскопии. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2021; 20(2): 70-76. <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2021-20-2-70-76> [Zaharenko A.A., Beljaev M.A., Trushin A.A., et al. Combined assessment of intestinal viability using laser Doppler flowmetry and laser fluorescence spectroscopy. *Regionarnoe krovoobrashhenie i mikrocirkuljacija*. 2021; 20(2): 70-76. (In Russian)].
19. Хрипун А.И., Прямиков А.Д., Шурыгин С.Н., и др. Лазерная доплеровская флоуметрия в выборе объема резекции кишечника у больных острым артериальным нарушением мезентериального кровообращения. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2012; 10: 40-44. [Hripun A.I., Prjamikov A.D., Shurygin S.N., et al. Laser Doppler flowmetry in choosing the volume of intestinal resection in patients with acute arterial disturbance of mesenteric circulation. *Hirurgija. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 2012; 10: 40-44. (In Russian)].
20. Беляев А.М., Суров Д.А., Семенцов К.В. Одноэтапные операции при левосторонней толстокишечной непроходимости. *Вестник хирургии им.*

И.И. Грекова. 2010; 169(4): 36-38. [Beljaev A.M., Surov D.A., Semencov K.V. One-stage operations for left-sided colonic obstruction. Vestnik hirurgii im. I.I. Grekova. 2010; 169(4): 36-38. (In Russian)].