

ОНКОЛОГИЯ

УДК 616.348-006.6-089.819

<https://doi.org/10.18705/3034-7270-2025-1-4-69-78>

ПУТИ РАЗВИТИЯ МИНИИНВАЗИВНОЙ ХИРУРГИИ КОЛОРЕКТАЛЬНОГО РАКА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

И.Л. Черниковский, Э.М. Чир-Чир

Московская городская онкологическая больница № 62 департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ. Колоректальный рак остается одной из наиболее значимых онкологических проблем. Хирургическое лечение является ключевым компонентом радикального лечения, а его развитие связано с внедрением и совершенствованием миниинвазивных технологий. В обзоре анализируются три основных направления улучшения результатов лечения колоректального рака: онкологические, непосредственные и функциональные результаты. Рассматривается эволюция от лапароскопии к роботической и трансанальной хирургии, обсуждаются преимущества и ограничения каждого метода, включая данные крупных рандомизированных исследований. Особое внимание уделено стратегиям снижения частоты несостоятельности анастомоза, таким как интраоперационная оценка перфузии с помощью индоцианина зеленого, интракорпоральное анастомозирование и минидоступы для извлечения препарата. Освещены современные подходы к органосохраняющим операциям при раке прямой кишки. Перспективы развития связываются с дальнейшей миниатюризацией, интеграцией искусственного интеллекта, умных инструментов и персонализацией хирургического лечения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: колоректальный рак, миниинвазивная хирургия, лапароскопия, роботическая хирургия, тотальная мезоректумэктомия, трансанальная хирургия, несостоятельность анастомоза, индоцианин зеленый, интракорпоральный анастомоз, функциональные результаты, органосохраняющие операции

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Черниковский И.Л., Чир-Чир Э.М. Пути развития миниинвазивной хирургии колоректального рака (обзор литературы). *Российский хирургический журнал*. 2025;1(4):69–78. <https://doi.org/10.18705/3034-7270-2025-1-4-69-78>; <https://elibrary.ru/QFECAB>

PATHWAYS OF DEVELOPMENT IN MINIMALLY INVASIVE SURGERY FOR COLORECTAL CANCER (LITERATURE REVIEW)

I.L. Chernikovsky, E.M. Chir-Chir

Moscow City Oncological Hospital No. 62, Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia

ABSTRACT. Colorectal cancer remains a major oncological challenge. Surgical intervention is a cornerstone of radical treatment, and its progress is closely linked to the adoption and refinement of minimally invasive techniques. This review analyzes three key areas for improving colorectal cancer treatment outcomes: oncological, perioperative, and functional results. It traces the evolution from laparoscopy to robotic and transanal surgery, discussing the advantages and limitations of each method, including data from major randomized trials. Special attention is paid to strategies for reducing anastomotic leak rates, such as intraoperative perfusion assessment with indocyanine green, intracorporeal anastomosis, and minimized specimen extraction incisions. Modern organ-preserving approaches for rectal cancer are also highlighted.

Future directions are associated with further miniaturization, the integration of artificial intelligence, smart instruments, and the personalization of surgical care.

KEYWORDS: *colorectal cancer, minimally invasive surgery, laparoscopy, robotic surgery, total mesorectal excision, transanal surgery, anastomotic leak, indocyanine green, intracorporeal anastomosis, functional outcomes, organ-preserving surgery*

FOR CITATION: Chernikovskiy I.L., Chir-Chir E.M. Pathways of development in minimally invasive surgery for colorectal cancer (literature review). *Russian Surgical Journal*. 2025;1(4):69–78. <https://doi.org/10.18705/3034-7270-2025-1-4-69-78>; <https://elibrary.ru/QFECAB> (In Russ.).

Колоректальный рак остается одной из наиболее распространенных злокачественных опухолей в мире, занимая третье место по заболеваемости и второе по смертности среди других онкологических заболеваний [1]. Хирургическая резекция в фасциальном футляре с лимфодиссекцией в трех направлениях является краеугольным камнем радикального лечения локализованных и локально-распространенных форм заболевания. Традиционная открытая хирургия, несмотря на свою эффективность, сопряжена со значительной травматичностью, послеоперационной болью, длительным восстановлением и риском осложнений, таких как раневая инфекция и спаечная болезнь [2].

Пути улучшения результатов хирургического лечения больных с КРР имеют три основных направления: увеличение общей (OS) и безрецидивной выживаемости (DFS); совершенствование непосредственных результатов лечения; улучшение функциональных результатов операций.

Онкологические результаты

Внедрение лапароскопической техники в 1990-х годах стало началом миниинвазивной революции в колоректальной хирургии. Скепсис, связанный с возможным ухудшением онкологических результатов лапароскопического доступа, способствовал проведению крупных рандомизированных клинических исследований (РКИ) – COLOR, COST, CLASICC [3–5]. Эти исследования доказали сопоставимость, но не преимущество лапароскопии в сравнении с открытой операцией по онкологическим исходам при раке ободочной кишки. Однако для рака прямой кишки, особенно нижнеампулярного отдела в сложном тазу, лапароскопический доступ сопровождался техническими сложностями (ограниченная маневренность инструментов, 2D-визуализация, тремор), что привело к более высоким показателям конверсии и подняло вопросы о качестве мезоректумэктомии (ТМЭ) [6]. Если для лапароскопической резекции при раке ободочной кишки множественные РКИ и метаанализы подтверждают сопоставимость OS и DF с открытой операцией [3, 4, 7, 11], то для рака прямой кишки аналогичные данные оказались менее однозначными. РКИ

(COLOR II, COREAN, ACOSOG Z6051, ALaCaRT) показали [12, 13, 14, 15] сравнимые показатели качества ТМЭ (полнота мезоректума, циркулярный край резекции) в большинстве, но не во всех исследованиях (ACOSOG Z6051 и ALaCaRT не достигли строгого критерия не меньшей эффективности по комбинированному показателю «качество мезоректума + негативный CRM»).

Продemonстрирована сопоставимая частота положительного CRM (циркулярного края резекции), а также сопоставимая частота локальных рецидивов, общей выживаемости (ОВ) и безрецидивной выживаемости (БРВ) при длительном наблюдении (особенно в COLOR II и COREAN) [16, 17]. Таким образом, достижение негативного CRM является одной из главных целей хирургии рака прямой кишки, так как является основным фактором прогноза. Тем не менее частота положительного циркулярного края резекции до сих пор остается в диапазоне от 2,4 до 12,1 %, что требует совершенствования хирургического метода.

В последние годы развитие оперативного лечения рака прямой кишки развивалось по нескольким направлениям. Одно из них – внедрение трансанальной тотальной мезоректумэктомии. Роль указанной методики сегодня оценивается, как спорная. Несмотря на преимущества (прямая визуализация дистальной границы опухоли и упрощение диссекции в узком тазу), продемонстрированные в нескольких моноцентровых исследованиях [22], и сопоставимость онкологических результатов (CRM, качество мезоректума, выживаемость) с лапароскопической ТМЭ в опытных центрах [23], опубликованы сообщения о кластерах неблагоприятных онкологических исходов (межцентровое исследование Norwegian moratorium). В связи с этим разработаны структурированные учебные программы (например, международный курс TaTME) и протоколы отчетности [36]. Долгосрочные результаты метода еще ожидаются в крупных РКИ (COLOR III и GRECCAR II) [24, 25]. Второй, и как представляется, более перспективный путь – внедрение роботической ТМЭ. Несмотря на всеобщий оптимизм в отношении роботической хирургии рака прямой кишки, данные крупного РКИ ROLARR показали лишь тенденцию к снижению

частоты положительного CRM [18]. Другие мета-анализы подтверждают онкологическую адекватность [19, 20] роботического доступа и демонстрируют лишь сопоставимые с лапароскопией долгосрочные данные (пятилетняя ОВ, БРВ) [21]. И хотя имеются моноцентровые ретроспективные сравнительные исследования, показавшие преимущества роботической хирургии в отношении трехлетней ОВ и БРВ [21], преимущества роботизированной хирургии рака прямой кишки в отношении онкологических результатов пока не очевидны. Что подтверждается данными национального регистра США по сравнению лапароскопической и роботической хирургии рака прямой кишки. Анализ лечения более чем 7600 пациентов показал сопоставимую общую выживаемость.

Несколько лет назад опубликованы интересные данные о влиянии несостоятельности анастомоза (НА) и инфекционных осложнений на онкологическую выживаемость, что открыло новые возможности для улучшения онкологических результатов исключительно совершенствованием хирургического этапа лечения. Показано, что несостоятельность колоректального анастомоза увеличивает риск развития локального рецидива в два раза, а инфекционные осложнения снижают ОВ на 10 % [26]. Таким образом, все меры профилактики несостоятельности межкишечного анастомоза, которые будут рассмотрены, безусловно влияют на долгосрочные результаты хирургического лечения КРР.

Непосредственные результаты

Известно, что множественные упомянутые РКИ и метаанализы подтверждают преимущества лапароскопического доступа в отношении интраоперационной кровопотери, интенсивности послеоперационной боли и потребности в анальгетиках, восстановления функции ЖКТ, сроков госпитализации, частоты раневых инфекций и косметического результата [3, 4, 7, 11–15]. Роботическая хирургия часто показывает дополнительные преимущества перед лапароскопией в снижении конверсии (особенно для прямой кишки) и, в некоторых исследованиях, в снижении частоты серьезных послеоперационных осложнений (\geq IIIa) [18–20]. Тем не менее остается еще несколько точек приложения усилий хирургов для улучшения непосредственных результатов лечения колоректального рака: снижение частоты НА; снижение частоты осложнений в области послеоперационной раны; снижение уровня болевого синдрома; снижение частоты послеоперационных грыж; улучшение косметических результатов.

Частота НА варьирует в зависимости от уровня анастомоза: наиболее высока при низких передних резекциях прямой кишки (до 19 %), ниже при левосторонних гемиколэктомиях (1–10 %)

и наименьшая при правосторонних резекциях (1–5 %) [8]. Последствия НА катастрофичны: десятикратное увеличение риска смерти, кратное увеличение риска рецидива рака, значительное ухудшение функциональных результатов (особенно при резекции прямой кишки), длительная госпитализация, повторные операции и высокие финансовые затраты [26]. На всех трех этапах лечения (пред-, интра- и послеоперационный) имеется возможность профилировать НА. Предоперационная профилактика заключается в обязательной коррекции нутритивного статуса, так как взаимосвязь нутритивной недостаточности (гипоальбуминемия <30 г/л, потеря веса >10 –15 %) и НА анастомоза убедительно продемонстрирована в исследованиях [27].

Указывается и изучается ряд значимых факторов прогноза в отношении НА: гликемический статус и его коррекция в диапазоне 6–10 ммоль/л [28]; отказ от курения не менее, чем за четыре недели до операции; оптимизация стероидной терапии у больных с длительной терапией кортикостероидами [29]. Особое внимание последнее время уделяется предоперационной подготовке кишечника и пероральной антибиотикопрофилактике, особенно для левосторонних резекций. Метаанализы показывают, что комбинация механической очистки (чаще полиэтиленгликоль) и пероральных антибиотиков (неомицин/метронидазол или др.) значительно снижает риск инфекционных осложнений, а некоторые исследования указывают на потенциальное снижение частоты НА, особенно при низких анастомозах [30]. Известное отечественное исследование REPCA trial досрочно остановлено в связи с явным преимуществом в группе с пероральной антибиотикопрофилактикой в отношении НА.

Однако наибольший интерес представляют именно хирургические стратегии и инновации, которые могут приводить к снижению частоты НА. К фундаментальным правилам безопасного формирования анастомоза относят отсутствие натяжения в области анастомоза (последнее может приводить к ишемии и механической деформации линии швов/скобок) и обеспечение адекватного кровоснабжения анастомозируемых участков кишечника [31]. С целью профилактики натяжения предложено рутинно мобилизовывать селезеночный изгиб при резекциях прямой кишки, что по данным нескольких исследований может приводить к значимому снижению частоты НА. Кроме того, наблюдается тенденция к уменьшению объема резекции ободочной кишки, особенно это актуально для левых отделов (например, резекция селезеночного изгиба при опухолях соответствующей локализации вместо левосторонней гемиколэктомии), что способствует формированию анастомоза в более благоприятных условиях [27]. Существуют исследования и косвенные данные, указывающие на потенциальное

снижение риска НА при менее обширных резекциях/манипуляциях в рамках онкологических операций. Опубликованный в 2021 г. анализ большой базы данных NSQIP показал, что более обширная резекция брыжейки (СМЕ) при правосторонней гемиколэктомии связана со значительным увеличением частоты НА (3,5 vs 1,9 %, $p < 0,001$) и других серьезных осложнений по сравнению со «стандартной» резекцией [26]. Позже опубликованы и данные SAGES, которые показали, что увеличение длины резецированной кишки было независимым фактором риска НА (OR 1,03 per cm, 95 % CI 1,01–1,05, $p = 0,003$) [32].

Интраоперационная оценка перфузии анастомоза – критически важный аспект. Субъективная оценка (цвет, пульсация, кровоточивость краевого сосуда) часто недостаточна. Индоцианин зеленый (ICG) с флуоресцентной визуализацией – сегодня наиболее перспективная технология. Внутривенное введение ICG, его накопление в тканях и визуализация в ближнем инфракрасном диапазоне (NIRF) позволяют объективно оценить перфузию тканей в режиме реального времени [8]. Исследования (включая РКИ) демонстрируют, что использование ICG для определения уровня резекции и оценки перфузии концов кишки приводит к значимому снижению частоты НА [9, 10, 33]. Хирург может точно определить границу хорошо перфузируемой ткани и принять решение о дополнительной резекции. В целом, существующие метаанализы показывают снижение риска НА при использовании ICG на 50–60 %.

В отношении НА наиболее дискуссионным вопросом остается фактор использования механических степлеров. Более того, учитывая непрерывно растущий выбор производителей и постоянно совершенствующиеся технологии не позволяют провести исследования высокой степени доказательности, которые показали бы преимущества той или иной технологии. Очевидно, что механический шов обеспечивает стандартизацию. Метаанализы не выявляют значимой разницы в частоте НА между ручным и механическим швом при колоректальных анастомозах [34]. Выбор определяется опытом хирурга, анатомией, доступностью оборудования и конкретной ситуацией (например, ручной шов может быть предпочтителен при толстой/отечной стенке). Интраоперационная проверка целостности анастомоза (воздушная проба) позволяет выявить и устранить технические дефекты [35]. Хотя прямая связь со снижением клинической НА не всегда подтверждается РКИ, тест считается стандартом интраоперационного контроля качества. Также обязательной остается проверка целостности «колец» ткани после использования циркулярного степлера [36].

В качестве инноваций ближайшего будущего, которые позволят снизить частоту НА, можно отметить тканевую инженерию и биологические

материалы (исследуются биodeградируемые каркасы (scaffolds), покрытые клетками или факторами тканевого роста, для укрепления линии анастомоза и стимуляции заживления) [37]. Ведутся исследования по совершенствованию флуоресцентной визуализации: разработка новых флуорофоров, количественная оценка перфузии (интенсивность сигнала, время накопления/вымывания ICG), интеграция с интраоперационной КТ/МРТ [38]. Начали применяться в практике так называемые «умные» шовные материалы и скрепки: материалы, пролонгированно высвобождающие антибиотики, противовоспалительные агенты или факторы роста [39]. Шире используется искусственный интеллект и прогностическое моделирование: использование машинного обучения для анализа предоперационных данных и интраоперационных параметров (включая изображения ICG) для точной стратификации риска НА у конкретного пациента и персонализации хирургической тактики [40]. Роботизированная хирургия привнесла в практику использование роботических смарт-степлеров, и, хотя преимущества в снижении НА по сравнению с лапароскопией не доказаны, роботические системы могут облегчить выполнение сложных анастомозов в малом тазу за счет лучшей визуализации и маневренности инструментов [18]. Кроме того, в отношении других видов послеоперационных осложнений, таких как общее число осложнений по классификации Clavien – Dindo и илеус, робот-ассистированные колоректальные операции не показали статистически значимого преимущества [19, 20].

Учитывая широкое внедрение миниинвазивной хирургии КРР, актуальнее становится вопрос о выборе минидоступа для извлечения препарата. Недостатки популярного на заре освоения лапароскопической колоректальной хирургии параумбиликального доступа заставили искать другие решения, такие как доступ по Пфанненштилю (поперечный надлобковый разрез), стомический (через место планируемой стомы), трансректальный (NOSE – Natural Orifice Specimen Extraction) и трансвагинальный (NOSE). Среди всех трансабдоминальных доступов лучше всех себя зарекомендовал именно доступ по Пфанненштилю. Несколько крупных метаанализов убедительно показали его преимущество в отношении послеоперационных инцизионных грыж, как по сравнению с продольной минилапаротомией (1,9 % против 9,8 %) [41], так и по сравнению с поперечным минидоступом в мезогастррии (0,9 % против 3,7 %) [42]. Убедительно продемонстрированы такие преимущества минидоступа по Пфанненштилю, как снижение интенсивности послеоперационной боли, лучший косметический эффект и онкологическая безопасность [43]. Тем не менее недостаточно широкое использование такого доступа

объясняется необходимостью выполнения полностью лапароскопической или роботической резекции с формированием интракорпорального межкишечного анастомоза (ИКА). Те же условия требуются и для транслюминальной экстракции препарата.

Формирование анастомоза интракорпорально до сих пор остается спорной опцией, несмотря на ряд исследований, показавших преимущества такого подхода. Это связано с некоторыми предубеждениями хирургов, считающих ИКА более технически сложным, менее безопасным в отношении интраабдоминальной инфекции и НА, и требующим больших временных затрат. Однако ряд метаанализов показал преимущества ИКА при правосторонних резекциях в отношении частоты осложнений, продолжительности госпитализации и инфекций в области послеоперационной раны [44].

Обращают на себя внимание еще два метаанализа, по данным одного из которых ИКА при правосторонней гемиколэктомии способствовал значимому снижению уровня послеоперационной боли и более раннему восстановлению функции кишечника [45], а второй показал снижение частоты несостоятельности при ИКА с 2,9 до 1,3 % [46]. Столь же однозначных результатов для левосторонних резекций продемонстрировано не было, однако похожие тенденции были отмечены. Опасения, связанные с необходимостью более высокой квалификации хирурга и более длительной кривой обучения, не нашли подтверждения в научных исследованиях. Время на освоение техники выполнения ИКА оказалось незначительным (около 20 операций) [47], также не было выявлено разницы в результатах лечения пациентов, которым ИКА формировался опытным хирургом и хирургом, осваивающим методику [48]. Отсутствие стандартизации методики формирования ИКА (ручные или аппаратные, изоперистальтические или антиперистальтические и т.д.) мешает проведению крупных доказательных исследований, целью которых стало бы выявление преимуществ интракорпорального анастомозирования.

Еще один широко обсуждаемый способ минимизировать хирургическую травму после колоректальных резекций – транслюминальное извлечение препарата (NOSE). Число публикаций на эту тему неуклонно растет, Guan в 2018 г. была также предложена классификация NOSE для колоректальной хирургии (10 типов), и осуществлена попытка стандартизировать указанные хирургические технологии [49]. Несколько метаанализов, сравнивающих стандартное трансабдоминальное извлечение препарата с NOSE, выявили преимущества последнего в снижении интенсивности послеоперационной боли, уменьшении частоты осложнений в области послеоперационной раны, более коротком сроке восстановления кишечной

функции при сопоставимых онкологических результатах или суррогатных показателях онкологической адекватности вмешательства [50]. Большинство исследований отмечают ограничения в применении данной методики, связанные с полом пациента, наличием висцерального ожирения, а также размерами опухоли. Для трансвагинальной экстракции указывают 5 см, для трансректальной – 3 см, как предел для выполнения NOSE. Некоторые авторы указывают на возможные сложности, ассоциированные с параканкротным воспалением, рубцово-спаечным процессом в тазу, необходимостью более тщательной подготовки кишечника. Кроме того, большинство исследований сравнивают послеоперационные результаты колоректальных резекций NOSE с продольной срединной минилапаротомией или доступом по Мак-Бурнею, в то время как, учитывая указанные данные, было бы корректно в качестве контрольной группы выбрать пациентов с минидоступом по Пфанненштилю. Ключевыми факторами успеха являются адекватный отбор пациентов, опыт хирургической команды и соблюдение мер для предотвращения контаминации. Долгосрочные онкологические результаты требуют дальнейшего изучения в крупных РКИ.

Функциональные результаты

Вопросы, связанные с качеством жизни после колоректальной хирургии, чаще всего касаются именно операций на прямой кишке. Это обусловлено крайне сложным комплексом функций указанного отдела кишечника. Стремление сохранить как можно большую функционирующую часть прямой кишки отражается в следующих тенденциях: расширение показаний к локальным методам иссечения ранних форм рака прямой кишки; расширение показаний для выполнения сфинктеросохраняющих резекций; внедрение в практику стратегии Watch-and-Wait. Первые два аспекта имеют отношение непосредственно к хирургии, и, следовательно, будут рассмотрены. Современные подходы к оперативному лечению раннего рака прямой кишки представляют собой баланс между онкологической радикальностью и сохранением органа.

Успех локального иссечения аденокарциномы прямой кишки напрямую зависит от безупречного отбора пациентов с минимальным риском лимфогенного метастазирования. Основными критериями отбора являются: клиническая стадия cT1 и благоприятная cT2 (по данным эндоскопии и визуализации), хорошо или умеренно дифференцированная аденокарцинома без лимфоваскулярной и перинеуральной инвазии, размерами менее 3–4 см в диаметре, занимающая менее 1/3 окружности кишки. Важным критерий – отсутствие фиксации при пальцевом исследовании. Обязателен также подтвержденный с помощью высококачественной

МРТ органов малого таза индекс N0 [51]. Принципиально локальные методы иссечения новообразований прямой кишки можно разделить на трансанальное иссечение (трансанальная эндоскопическая микрохирургия – ТЭМ, трансанальная мининвазивная хирургия – ТМХ) и эндоскопическую подслизистую диссекцию (ЭПД). Методологические различия заключаются в том, что ТЭМ и ТМХ – это процедура, выполняемая через просвет прямой кишки с использованием специализированного оборудования. Она позволяет провести полнослойную или подслизисто-мышечную резекцию стенки кишки с захватом здоровых тканей, а ЭПД – это процедура, выполняемая гибким эндоскопом, целью которой является селективное удаление слизистого и подслизистого слоев единым блоком без резекции мышечного слоя.

Обе указанные методики сопоставимо эффективны в отношении качества удаленного препарата и долгосрочных результатов [52]. Тем не менее каждая из методик имеет свои преимущества и недостатки. Главное преимущество ТЭМ – возможность удаления опухолей с инвазией в мышечный слой (T2) с захватом прилежащей мезоректальной клетчатки при сравнимых с ЭПД возможностях определения глубины инвазии (sm1 vs sm3) и, следовательно, риска метастазов в лимфоузлы. Исследования, сравнивающие эти две методики противоречивы. Так, данные одного метаанализа показали преимущества ЭПД в доле en-block резекций и меньшей частоте осложнений и локальных рецидивов [53]. В другом обзоре продемонстрировано преимущество трансанального иссечения в частоте R-0 резекций, при более длительном послеоперационном периоде и наличии случаев мочевого дисфункции [54]. Есть мнение, что трансанальное иссечение технически удобнее при опухолях, расположенных в дистальных отделах прямой кишки. Однако функциональные результаты и уровень болевого синдрома после ЭПД могут быть несколько лучшими, что объясняется отсутствием фактора растяжения сфинктера во время выполнения процедуры. Кроме того, очевидный вывод, что трансанальное иссечение показано при опухолях нижеампулярного отдела прямой кишки и вероятной инвазией в мышечный слой, привел к идее выполнять ТЭМ или ТМХ пациентам с изначально T2–T3 стадией после почти полного ответа на неоадьювантное лечение. Известное РКИ, целью которого было показать преимущество такого подхода при тщательной селекции, не достигло заявленных целей, однако показало относительную безопасность метода, расширение возможностей сохранения органа и перспективы дальнейших исследований в этом направлении [55].

При более продвинутых стадиях рака прямой кишки борьба идет за расширение возможностей сохранения сфинктерного аппарата или его

элементов при сохранении адекватных онкологических результатов. Исторически дистальная локализация опухоли (ниже 5 см от анального края) являлась показанием к выполнению брюшно-промежностной экстирпации прямой кишки с формированием постоянной колостомы.

За последние два десятилетия парадигма лечения кардинально изменилась. Развитие неоадьювантной терапии, совершенствование хирургических технологий и внедрение концепции ТМЭ позволили расширить показания к сфинктеросохраняющим операциям. Прежде всего, в нескольких исследованиях доказано, что безопасный дистальный клиренс при резекции прямой кишки по поводу рака может составлять до 1 см [56]. В ряде серий случаев, вошедших в упомянутые исследования, продемонстрирован безопасный клиренс 5 мм (такие резекции названы «близко-сбритыми»). Rullier еще в 2013 г. предложил выделить четыре типа резекций при дистальном раке прямой кишки [57]:

- при дистальном крае опухоли, расположенном более чем в 1 см (супраанальная) от анального канала, – передняя резекция прямой кишки с колоанальным анастомозом;
- в случаях, когда указанная дистанция менее 1 см (юкстаанальная), – парциальная интрасфинктерная резекция (ИСП);
- интраанальная локализация (инвазия во внутренний сфинктер) – тотальная ИСП;
- инвазия в наружный сфинктер – брюшно-промежностная экстирпация прямой кишки.

Интерсфинктерная резекция стала революционной сфинктеросохраняющей техникой в лечении ультранизкого дистального рака прямой кишки, позволив избежать постоянной колостомы у значительной части пациентов. Однако функциональные результаты предельно низких резекций прямой кишки неоднозначны. Частота major синдрома низкой передней резекции (LARS) после ИСП колеблется от 40 до 70 %. Около 30–50 % пациентов сообщают о необходимости использования гигиенических прокладок. И только 10–30 % пациентов имеют «удовлетворительную» функцию кишечника спустя год после операции [58]. Кроме того, в когортных исследованиях, напрямую сравнивающих качество жизни и функциональные результаты ИСП и брюшно-промежностной экстирпации прямой кишки, не было показано однозначного преимущества ИСП. Современные исследования сфокусированы на совершенствовании селекции пациентов, интраоперационной нейросохранности и разработке мультимодальных программ послеоперационной реабилитации. Кроме того, к улучшению функциональных результатов может привести и совершенствование хирургической техники, в особенности внедрение мининвазивной и роботической хирургии.

Заключение

Перспективы развития миниинвазивной коло-ректальной хирургии находятся в плоскости дальнейшей миниатюризации (микролапароскопия, гибкая эндоскопия для NOTES), разработки «умных» инструментов и искусственного интеллекта (интеграция искусственного интеллекта для реальной интраоперационной навигации, автоматического распознавания структур, прогнозирования осложнений, персонализированных рекомендаций), совершенствования гибридной операционной (совмещение миниинвазивной хирургии с интраоперационной лучевой терапией (IORT)) или других локализованных методов лечения, улучшения обучения (виртуальная и дополненная реальность (VR/AR), продвинутые симуляторы, объективная оценка навыков на основе видеоаналитики искусственного интеллекта). Важным аспектом является фокусировка на функциональных исходах и качестве жизни: разработка методов для минимизации LARS, улучшения мочеполовой функции, ускорения восстановления (ERAS протоколы).

Миниинвазивная хирургия прочно заняла лидирующие позиции в лечении колоректального рака. От доказанной эффективности лапароскопии при раке ободочной кишки до стремительного развития роботической хирургии и инновационных транслуминальных методов при раке прямой кишки, миниинвазивная хирургия продолжает эволюционировать. Пациентам предлагаются значительные преимущества в виде меньшей травматичности, снижения послеоперационной боли, более быстрого восстановления и лучших функциональных результатов без ущерба для онкологических принципов радикальности и долгосрочной выживаемости. Современные тенденции включают повсеместное внедрение интракорпорального анастомоза и ICG-флуоресценции, расширение показаний и оптимизацию роботических техник, стандартизацию и безопасное внедрение TaTME, а также интеграцию передовых технологий визуализации, навигации и искусственного интеллекта. Роботическая хирургия также демонстрирует явные преимущества при выполнении сложных резекций прямой кишки в узком тазу, снижая частоту конверсии и потенциально улучшая качество мезоректумэктомии. Несмотря на успехи, остаются вопросы стоимости, обучения и оптимального выбора метода для конкретного пациента. Открытая хирургия сохраняет свою важную, хотя и более ограниченную, роль в арсенале колоректального хирурга-онколога.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Соответствие нормам этики. Авторы заявляют об отсутствии использования генеративного искусственного интеллекта.

Compliance with ethical principles. The authors declare no use of Generative AI in the preparation of this manuscript.

Список литературы / References

1. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2021;71(3):209–249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>.
2. Veldkamp R, Kuhry E, Hop WC, et al. COlon cancer Laparoscopic or Open Resection Study Group (COLOR). Laparoscopic surgery versus open surgery for colon cancer: short-term outcomes of a randomised trial. *Lancet Oncol.* 2005;6(7):477–484. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(05\)70221-7](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(05)70221-7).
3. Nelson H, Sargent D, Wieand HS, et al. A comparison of laparoscopically assisted and open colectomy for colon cancer. *N Engl J Med.* 2004;350(20):2050–2059. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa032651>.
4. Guillello PJ, Quirke P, Thorpe H, et al. Short-term endpoints of conventional versus laparoscopic-assisted surgery in patients with colorectal cancer (MRC CLASICC trial): multicentre, randomised controlled trial. *Lancet.* 2005;365(9472):1718–1726. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)66545-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)66545-2).
5. Jayne DG, Thorpe HC, Copeland J, et al. Five-year follow-up of the Medical Research Council CLASICC trial of laparoscopically assisted versus open surgery for colorectal cancer. *Br J Surg.* 2010;97(11):1638–1645. <https://doi.org/10.1002/bjs.7160>.
6. Kang SB, Park JW, Jeong SY, et al. Open versus laparoscopic surgery for mid or low rectal cancer after neoadjuvant chemoradiotherapy (COREAN trial): short-term outcomes of an open-label randomised controlled trial. *Lancet Oncol.* 2010;11(7):637–645. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(10\)70131-5](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(10)70131-5).
7. Völkel V, Draeger T, Gerken M, et al. Long-term oncologic outcomes after laparoscopic vs. open colon cancer resection: a high-quality population-based analysis in a Southern German district. *Surg Endosc.* 2018;32(10):4138–4147. <https://doi.org/10.1007/s00464-018-6158-4>.
8. Jafari MD, Wexner SD, Martz JE, et al. Perfusion assessment in laparoscopic left-sided/anterior resection (PILLAR II): a multi-institutional study. *J Am Coll Surg.* 2015;220(1):82–92. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2014.09.015>.


9. De Nardi P, Elmore U, Maggi G, et al. Intraoperative angiography with indocyanine green to assess anastomosis perfusion in patients undergoing laparoscopic colorectal resection: results of a multicenter randomized controlled trial. *Surg Endosc.* 2020;34(1):53–60. <https://doi.org/10.1007/s00464-019-06730-0>.
10. Ris F, Liot E, Buchs NC, et al. Near-Infrared Anastomotic Perfusion Assessment Network VOIR. Multicentre phase II trial of near-infrared imaging in elective colorectal surgery. *Br J Surg.* 2018;105(10):1359–1367. <https://doi.org/10.1002/bjs.10844>.
11. Lee JE, Joh YG, Yoo SH, et al. Long-term outcomes of laparoscopic surgery for colorectal cancer. *J Korean Soc Coloproctol.* 2011;27(2):64–70. <https://doi.org/10.3393/jksc.2011.27.2.64>.
12. Fleshman J, Branda M, Sargent DJ, et al. Effect of laparoscopic-assisted resection vs open resection of stage II or III rectal cancer on pathologic outcomes: the acosog z6051 randomized clinical trial. *JAMA.* 2015;314(13):1346–1355. <https://doi.org/10.1001/jama.2015.10529>.
13. Stevenson AR, Solomon MJ, Lumley JW, et al. ALaCaRT investigators. Effect of laparoscopic-assisted resection vs open resection on pathological outcomes in rectal cancer: the ALaCaRT randomized clinical trial. *JAMA.* 2015;314(13):1356–1363. <https://doi.org/10.1001/jama.2015.12009>.
14. Jeong SY, Park JW, Nam BH, et al. Open versus laparoscopic surgery for mid-rectal or low-rectal cancer after neoadjuvant chemoradiotherapy (COREAN trial): survival outcomes of an open-label, non-inferiority, randomised controlled trial. *Lancet Oncol.* 2014;15(7):767–774. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(14\)70205-0](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(14)70205-0).
15. van der Pas MH, Haglind E, Cuesta MA, et al. COLOrectal cancer Laparoscopic or Open Resection II (COLOR II) Study Group. Laparoscopic versus open surgery for rectal cancer (COLOR II): short-term outcomes of a randomised, phase 3 trial. *Lancet Oncol.* 2013;14(3):210–218. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(13\)70016-0](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(13)70016-0).
16. Bonjer HJ, Koedam TWA, Bootsma BT, et al. Laparoscopic vs open resection for rectal cancer: long-term oncologic results of the COLOR II randomized clinical trial. *JAMA Surg.* 2021;156(8):692–700.
17. Park JW, Kang SB, Hao J, et al. Open versus laparoscopic surgery for mid or low rectal cancer after neoadjuvant chemoradiotherapy (COREAN trial): 10-year follow-up of an open-label, non-inferiority, randomised controlled trial. *Lancet Gastroenterol Hepatol.* 2021;6(7):569–577. [https://doi.org/10.1016/S2468-1253\(21\)00094-7](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(21)00094-7).
18. Jayne D, Pigazzi A, Marshall H, et al. Effect of robotic-assisted vs conventional laparoscopic surgery on risk of conversion to open laparotomy among patients undergoing resection for rectal cancer: the ROLARR randomized clinical trial. *JAMA.* 2017;318(16):1569–1580. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.7219>.
19. Prete FP, Pezzolla A, Prete F, et al. Robotic versus laparoscopic minimally invasive surgery for rectal cancer: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Ann Surg.* 2018;267(6):1034–1046. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002523>.
20. Law WL, Zhang C, Cheng L, et al. Robotic versus laparoscopic surgery for mid and low rectal cancer: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Dis Colon Rectum.* 2021;64(9):1055–1064.
21. Zou J, Zhu H, Tang Y, et al. Robotic versus laparoscopic surgery for rectal cancer: an updated systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Surg.* 2025;25:86. <https://doi.org/10.1186/s12893-025-02805-z>.
22. Ma B, Gao P, Song Y, et al. Transanal total mesorectal excision (taTME) for rectal cancer: a systematic review and meta-analysis of oncological and perioperative outcomes compared with laparoscopic total mesorectal excision. *BMC Cancer.* 2016;16:380. <https://doi.org/10.1186/s12885-016-2428-5>.
23. Wasmuth HH, Faerden AE, Myklebust TÅ, et al. Transanal total mesorectal excision for rectal cancer has been suspended in Norway. *Br J Surg.* 2020;107(1):121–130. <https://doi.org/10.1002/bjs.11459>.
24. Deijen CL, Vasmel JE, de Lange-de Klerk ESM, et al. COLOR (COLOrectal cancer Laparoscopic or Open Resection) study group. Ten-year outcomes of a randomised trial of laparoscopic versus open surgery for colon cancer. *Surg Endosc.* 2017;31(6):2607–2615. <https://doi.org/10.1007/s00464-016-5270-6>.
25. Whiteford MH, Denk PM, Swanström LL. Feasibility of radical sigmoid colectomy performed as natural orifice transluminal endoscopic surgery (NOTES) using transanal endoscopic microsurgery. *Surg Endosc.* 2007;21(10):1870–1874. <https://doi.org/10.1007/s00464-007-9552-x>.
26. Walker KG, Bell SW, Rickard MJ, et al. Anastomotic leakage is predictive of diminished survival after potentially curative resection for colorectal cancer. *Ann Surg.* 2004;240(2):255–259. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000133186.81222.08>.
27. Burden ST, Gibson DJ, Lal S, et al. Pre-operative oral nutritional supplementation with dietary advice versus dietary advice alone in weight-losing patients with colorectal cancer: single-blind randomized controlled trial. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2017;8(3):437–446. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12170>.
28. Dhatriya K, Levy N, Kilvert A, et al. Joint British Diabetes Societies. NHS Diabetes guideline for the perioperative management of the adult patient with diabetes. *Diabet Med.* 2012;29(4):420–433. <https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2012.03582.x>.
29. Nguyen GC, Elnahas A, Jackson TD. The impact of preoperative steroid use on short-term outcomes following surgery for inflammatory bowel disease. *J Crohns Colitis.* 2014;8(12):1661–1667. <https://doi.org/10.1016/j.crohns.2014.07.007>.
30. Güenaga KF, Matos D, Wille-Jørgensen P. Mechanical bowel preparation for elective colorectal surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;2011(9):CD001544. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001544.pub4>.
31. 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. <https://doi.org/10.1007/BF02237248>.

32. Shen X, Zhou C, Hua Q, et al. Impact of operation duration on short-term and long-term prognosis in patients undergoing radical colorectal surgery. *J Cancer*. 2022;13(4):1160–1167. <https://doi.org/10.7150/jca.65817>.
33. Boni L, Fingerhut A, Marzorati A, et al. Indocyanine green fluorescence angiography during laparoscopic low anterior resection: results of a case-matched study. *Surg Endosc*. 2017;31(4):1836–1840. <https://doi.org/10.1007/s00464-016-5181-6>.
34. Choy PYG, Bissett IP, Docherty JG, et al. Stapled versus handsewn methods for ileocolic anastomoses. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2007;3:1–20.
35. Ricciardi R, Roberts PL, Marcello PW, et al. Anastomotic leak testing after colorectal resection: what are the data? *Arch Surg*. 2009;144(5):407–411. <https://doi.org/10.1001/archsurg.2009.43>.
36. Lustosa SA, Matos D, Atallah AN, Castro AA. Stapled versus handsewn methods for colorectal anastomosis surgery: a systematic review of randomized controlled trials. *Sao Paulo Med J*. 2002;120(5):132–136. <https://doi.org/10.1590/s1516-31802002000500002>.
37. Anthis AHC, Hu X, Matter MT, et al. Chemically stable, strongly adhesive sealant patch for intestinal anastomotic leakage prevention. *Adv Funct Mater*. 2021;31:2007099.
38. Diana M, Noll E, Diemunsch P, et al. Enhanced-reality video fluorescence: a real-time assessment of intestinal viability. *Ann Surg*. 2014;259(4):700–707. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e31828d4ab3>.
39. Urbanavičius L, Pattyn P, de Putte DV, Venskutonis D. How to assess intestinal viability during surgery: a review of techniques. *World J Gastrointest Surg*. 2011;3(5):59–69. <https://doi.org/10.4240/wjgs.v3.i5.59>.
40. Taha-Mehlitz S, Wentzler L, Angehrn F, et al. Machine learning-based preoperative analytics for the prediction of anastomotic leakage in colorectal surgery: a swiss pilot study. *Surg Endosc*. 2024;38(7):3672–3683. <https://doi.org/10.1007/s00464-024-10926-4>.
41. Guo J, Yang D, Zhang B, et al. The safety of Pfannenstiel incision for specimen extraction in laparoscopic colorectal surgery for colorectal cancer: a systematic review and meta-analysis. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*. 2024;19(1):1–10. <https://doi.org/10.5114/wiitm.2023.134194>.
42. Lee L, Abou-Khalil M, Liberman S, et al. Incidence of incisional hernia in the specimen extraction site for laparoscopic colorectal surgery: systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc*. 2017;31(12):5083–5093. <https://doi.org/10.1007/s00464-017-5573-2>.
43. Takeda Y, Goto K, Kamada T, et al. Postoperative pain and incisional hernia of specimen extraction sites for minimally invasive rectal cancer surgery: comparison of periumbilical midline incision versus pfannenstiel incision. *Journal of Clinical Medicine*. 2025;14(8):2697. <https://doi.org/10.3390/jcm14082697>.
44. Wei P, Li Y, Gao J, et al. Intracorporeal versus extracorporeal anastomosis in laparoscopic right hemicolectomy: an updated systematic review and meta-analysis of randomized control trials. *Dig Surg*. 2024;41(5–6):224–244. <https://doi.org/10.1159/000541373>.
45. Hajibandeh S, Hajibandeh S, Mankotia R, et al. Meta-analysis of randomised controlled trials comparing intracorporeal versus extracorporeal anastomosis in laparoscopic right hemicolectomy: upgrading the level of evidence. *Updates Surg*. 2021;73(1):23–33. <https://doi.org/10.1007/s13304-020-00948-7>.
46. Emile SH, Elfeki H, Shalaby M, et al. Intracorporeal versus extracorporeal anastomosis in minimally invasive right colectomy: an updated systematic review and meta-analysis. *Tech Coloproctol*. 2019;23(11):1023–1035. <https://doi.org/10.1007/s10151-019-02079-7>.
47. Marchesi F, Pinna F, Percalli L, et al. Totally laparoscopic right colectomy: theoretical and practical advantages over the laparo-assisted approach. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2013;23(5):418–424. <https://doi.org/10.1089/lap.2012.0420>.
48. Мельников П.В., Черниковский И.Л., Каннер Д.А. и др. Безопасность интракорпоральных анастомозов при правосторонних гемиколэктомиях на этапе прохождения кривой обучения. *Хирургия и онкология*. 2020;10:37–42. <https://doi.org/10.17650/2686-9594-2020-10-1-37-42>.
Melnikov PV, Chernikovskiy IL, Kanner DA, et al. Safety of intracorporeal anastomoses in right-sided hemicolectomies during the learning curve. *Surgery and oncology*. 2020;10:37–42. (In Russ.). <https://doi.org/10.17650/2686-9594-2020-10-1-37-42>.
49. Guan X, Liu Z, Longo A, et al. International Alliance of NOSES. International consensus on natural orifice specimen extraction surgery (NOSES) for colorectal cancer. *Gastroenterol Rep*. 2019;7(1):24–31. <https://doi.org/10.1093/gastro/goy055>.
50. Brincat SD, Lauri J, Cini C. Natural orifice versus trans-abdominal specimen extraction in laparoscopic surgery for colorectal cancer: meta-analysis. *BJS Open*. 2022;6(3):zrac074. <https://doi.org/10.1093/bjsopen/zrac074>.
51. Glynne-Jones R, Wyrwicz L, Tiret E, et al. ESMO guidelines committee. Rectal cancer: ESMO clinical practice guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann Oncol*. 2017;28(4):22–40. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdx224>.
52. Saito Y, Uraoka T, Yamaguchi Y, et al. A prospective, multicenter study of 1111 colorectal endoscopic submucosal dissections (with video). *Gastrointest Endosc*. 2010;72(6):1217–1225. DOI: 10.1016/j.gie.2010.08.004.
53. Karniadakis I, Papadakis SP, Argyroy A, et al. Comparative efficacy and safety of endoscopic submucosal dissection versus transanal endoscopic microsurgery for the treatment of rectal polyps: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Gastroenterol Hepatol*. 2025. <https://doi.org/10.1097/MEG.0000000000002996>.
54. Naughton AP, Ryan ÉJ, Bardon CT, et al. Endoscopic management versus transanal surgery for early primary or early locally recurrent rectal neoplasms—a systematic review and

meta-analysis. *Int J Colorectal Dis.* 2020;35(12):2347–2359. <https://doi.org/10.1007/s00384-020-03715-7>.


55. Rullier E, Vendrely V, Asselineau J, et al. Organ preservation with chemoradiotherapy plus local excision for rectal cancer: 5-year results of the GRECCAR 2 randomised trial. *Lancet Gastroenterol Hepatol.* 2020;5(5):465–474. [https://doi.org/10.1016/S2468-1253\(19\)30410-8](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(19)30410-8).
56. Bujko K, Rutkowski A, Chang GJ, et al. Is the 1-cm rule of distal bowel resection margin in rectal cancer based on clinical evidence? A Systematic Review. *Indian J Surg Oncol.* 2012;3(2):139–146. <https://doi.org/10.1007/s13193-012-0158-y>.
57. Rullier E, Denost Q, Vendrely V, et al. Low rectal cancer: classification and standardization of surgery. *Dis Colon Rectum.* 2013;56(5):560–567. <https://doi.org/10.1097/DCR.0b013e31827c4a8c>.
58. Martin ST, Heneghan HM, Winter DC. Systematic review of outcomes after intersphincteric resection for low rectal cancer. *Br J Surg.* 2012;99(5):603–612. <https://doi.org/10.1002/bjs.8677>.

Авторы

Черниковский Илья Леонидович  – канд. мед. наук, заведующий хирургическим отделением онкоколопроктологии (хирургия, онкология), Московская городская онкологическая больница № 62 департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия, odindra@mail.ru

Чир-Чир Эмиль Марленович – врач-хирург, онколог хирургического отделения онкоколопроктологии (хирургия, онкология), Московская городская онкологическая больница № 62 департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия, surgeon.chirchir@gmail.com

Authors

Chernikovskiy Ilya L.  – Candidate of Medical Sciences, Head of the Surgical Department of Oncocoloproctology (Surgery, Oncology), Moscow City Oncological Hospital No. 62, Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia, odindra@mail.ru

Chir-Chir Emil M. – Surgeon, Oncologist of the Surgical Department of Oncocoloproctology (Surgery, Oncology), Moscow City Oncological Hospital No. 62, Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia, surgeon.chirchir@gmail.com

Поступила 24.08.2025

Принята 11.09.2025

Опубликована 23.12.2025

Received 24.08.2025

Accepted 11.09.2025

Publication 23.12.2025