

<https://doi.org/10.33878/2073-7556-2024-23-4-74-85>



Влияет ли доступ при хирургическом лечении рака прямой кишки у пожилых пациентов на послеоперационные осложнения и онкологическую безопасность?

Половинкин В.В.^{2,3}, Ширалиев Р.М.-А.¹, Ермаков Е.А.¹, Доронин Н.В.¹,
Бальян А.С.², Халафян А.А.⁴, Кармасева В.С.³

¹ГБУЗ «Клинический онкологический диспансер №1» Минздрава Краснодарского края (ул. Димитрова, д. 146, г. Краснодар, 350040, Россия)

²ГБУЗ «Научно-исследовательский институт — Краевая клиническая больница №1 им. проф.

С.В. Очаповского» Минздрава Краснодарского края (ул. 1 Мая, д. 167, г. Краснодар, 350086, Россия)

³ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России (ул. Седина, д. 4, г. Краснодар, 350063, Россия)

⁴ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» (ул. Ставропольская, д. 149, г. Краснодар, 350040, Россия)

РЕЗЮМЕ

У пожилых пациентов радикальная операция по поводу рака прямой кишки выполняется реже, чем у молодых, оптимальный объем остается спорным вопросом.

ЦЕЛЬ: оценить влияние доступа на послеоперационные осложнения и онкологическую безопасность у пожилых пациентов.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ: в многоцентровое ретроспективное исследование были включены 179 пожилых пациентов (60–74 лет), оперированных в 2021–2023 гг. по поводу средне- и нижнеампулярного рака прямой кишки T1–3N0–N2bM0. Пациенты по доступу были распределены в три группы: роботические (РОБ) — $n = 62$, лапароскопические (ЛАП) — $n = 55$, открытые операции (ОТКР) — $n = 62$. Сравнивали показатели предоперационного, интраоперационного, послеоперационного периодов, результаты патогистологического исследования. Для прогнозирования несостоятельности анастомоза (НА) использовали нейросетевое моделирование.

РЕЗУЛЬТАТЫ: медиана кровопотери составила 150 (100; 200) мл при ОТКР против 100 (50; 100) при РОБ и ЛАП, медиана времени операции 255 (210; 300) мин. — при РОБ против 180 (150; 240) мин. — при ЛАП и 140 (120; 150) мин. — при ОТКР. При РОБ и ЛАП анастомоз формировался в 61 (98,4%) и 54 (98,2%) случаях против 45 (72,6%) при ОТКР ($p = 0,00001$). Во время ЛАП селезеночный изгиб мобилизовали в 54 (98,2%), ОТКР — в 55 (88,7%), РОБ — в 50 (80,7%) ($p = 0,01$) случаях. Частота конверсии при ЛАП — 10,9% (6/55), РОБ — 1,6% (1/62) ($p = 0,00001$). Послеоперационные осложнения при ОТКР — 48 (77,4%) против 31 (50%) при РОБ и 12 (21,8%) — ЛАП ($p = 0,02$). Гнойно-септические осложнения преобладали при ОТКР. Дистальный и циркулярный клиренс, качество мезоректумэктомии, количество исследованных и пораженных лимфоузлов не различались. Однако хорошее качество мезоректумэктомии преобладало при РОБ и ОТКР. Препаратов удовлетворительного качества было больше при ЛАП. Наиболее важными предикторами НА явились: II степень по ASA, неoadъювантная химиолучевая терапия, I и IIa стадии заболевания, анастомоз «конец-в-конец», индекс коморбидности по Charlson 3–4 балла, опыт хирурга 20–40 операций в год по поводу рака прямой кишки. Наименее важные предикторы — уровень перевязки брыжеечных сосудов и доступ.

ВЫВОДЫ: способ доступа не оказывает влияния на частоту НА. По результатам патогистологического исследования все три доступа обеспечивают соблюдение онкологических принципов оперирования. РОБ и ЛАП в сравнении с ОТКР сопровождаются меньшей кровопотерей, более быстрым восстановлением функции кишечника, но увеличивают продолжительность операции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: пожилые пациенты, рак прямой кишки, робот-ассистированная хирургия, лапароскопическая хирургия, послеоперационные осложнения

КОНФИКТ ИНТЕРЕСОВ: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

ФИНАНСИРОВАНИЕ: источники финансирования отсутствуют

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Половинкин В.В., Ширалиев Р.М.-А., Ермаков Е.А., Доронин Н.В., Бальян А.С., Халафян А.А., Кармасева В.С. Влияет ли доступ при хирургическом лечении рака прямой кишки у пожилых пациентов на послеоперационные осложнения и онкологическую безопасность? Колопроктология. 2024; т. 23, № 4, с. 74–85. <https://doi.org/10.33878/2073-7556-2024-23-4-74-85>

Does a surgical access for rectal cancer in older patients affect postoperative morbidity and oncological safety?

Vadim V. Polovinkin^{2,3}, Ruslan M.-A. Shiraliev¹, Evgeny A. Ermakov¹,
Nikolai V. Doronin¹, Arman S. Balyan², Alexan A. Khalafyan⁴,
Valeria S. Karmaseva³

¹Clinical Oncology Dispensary No. 1 (Dimitrova st., 146, Krasnodar, 350040, Russia)

²Scientific Research Institute Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1 (1 Maya st., 167, Krasnodar, 350086, Russia)

³Kuban State Medical University (Sedina st., 4, Krasnodar, 350063, Russia)

⁴Kuban State University (Stavropolskaya st., 149, Krasnodar, 350040, Russia)

ABSTRACT *AIM: to evaluate the effect of a surgical access on postoperative morbidity and oncological safety in older patients. PATIENTS AND METHODS: a multicenter retrospective study included 179 patients aged 60–74 years who underwent surgery for middle and low rectal cancer (T1-3N0-N2bM0) in 2021-2023. The patients were divided into 3 groups: the first ones underwent robotic (ROB) surgery (n = 62), the second — laparoscopic (LAP) surgery (n = 55), and the third — open (OPEN) surgery (n = 62). Parameters of pre-, intra-, and postoperative periods and histopathological findings were evaluated. Neural network modeling was used to predict anastomotic leakage (AL).*

RESULTS: the blood loss was 150 (100; 200) ml with OPEN versus 100 (50; 100) with ROB and LAP, the operation time was 255 (210; 300) min with ROB versus 180 (150; 240) min with LAP and 140 (120; 150) min with OPEN. In ROB and LAP groups, anastomoses were formed in 61 (98.4%) and 54 (98.2%) cases compared with 45 (72.6%) cases in the OPEN group (p = 0.00001). The splenic flexure was mobilized in 54 (98.2%) cases in the LAP group, 55 (88.7%) cases in the OPEN group, and 50 (80.7%) cases in the ROB group (p = 0.01). Conversion rates were 10.9% (6/55) and 1.6% (1/62) in LAP and ROB groups, respectively (p = 0.00001). Postoperative complications in the OPEN group occurred in 48 (77.4%) cases compared with 31 (50%) and 12 (21.8%) in ROB and LAP groups (p = 0.02). Inflammatory complications predominated in the OPEN group. Distal and lateral margins, the quality of mesorectal excision, and the number of examined and affected lymph nodes did not differ. However, the good quality of mesorectal excision prevailed in ROB and OPEN groups, where as the satisfactory quality was more common in the LAP group. The most important predictors of AL were American Society of Anesthesiologists (ASA) physical status II, neoadjuvant chemoradiotherapy, stage I and IIa cancer, end-to-end anastomosis, Charlson Comorbidity Index scores of 3–4, and surgeon's experience (20–40 operations for rectal cancer per year). The least important predictors were the level of mesenteric vessel ligation and the access.

CONCLUSIONS: the surgical access does not affect the AL rate. The histology revealed that all the 3 approaches ensure compliance with principles of oncological safety. Compared with open surgery, robotic and laparoscopic surgery result in less blood loss and faster recovery of intestinal function; however, the operation time increases.

KEYWORDS: older patients, rectal cancer, robot-assisted surgery, laparoscopic surgery, postoperative complications

CONFLICT OF INTEREST: the authors declare no conflict of interest

FINANCING: the study was not funded

FOR CITATION: Polovinkin V.V., Shiraliev R.M.-A., Ermakov E.A., Doronin N.V., Balyan A.S., Khalafyan A.A., Karmaseva V.S. Does a surgical access for rectal cancer in older patients affect postoperative morbidity and oncological safety? *Koloproktologia*. 2024;23(4):74–85. (in Russ.). <https://doi.org/10.33878/2073-7556-2024-23-4-74-85>

АДРЕС ДЛЯ ПЕРЕПИСКИ: Руслан Магомед-Аминович Ширалиев, ГБУЗ «Клинический онкологический диспансер №1» Минздрава Краснодарского края, ул. Димитрова, д. 146, Краснодар, 350040, Россия; e-mail: g-unit-09@bk.ru

ADDRESS FOR CORRESPONDENCE: Ruslan M.-A. Shiraliev, Clinical Oncology Dispensary No. 1, Dimitrova st., 146, Krasnodar, 350040, Russia; e-mail: g-unit-09@bk.ru

Дата поступления — 19.06.2024

Received — 19.06.2024

После доработки — 05.09.2024

Revised — 05.09.2024

Принято к публикации — 01.11.2024

Accepted for publication — 01.11.2024

ВВЕДЕНИЕ

Колоректальный рак характерен для пациентов в возрасте старше 50 лет с пиком заболеваемости в 65–70 лет [1].

Хирургическое вмешательство является основным методом лечения, однако в реальности у пожилых (60–74 лет) радикальная операция выполняется значительно реже, чем у пациентов более молодых возрастных групп, и предпочтения отдаются менее

агрессивным хирургическим вмешательствам [2]. Связано это с выраженной коморбидностью этой категории пациентов, что в итоге становится причиной повышения частоты послеоперационных осложнений, менее благоприятных функциональных и онкологических результатов [3].

Пожилые пациенты часто исключаются из исследований или недостаточно представлены в них [4]. Тем не менее, хирургическая тактика при раке прямой кишки продолжает широко обсуждаться, и до сих пор остаются неясными вопросы влияния коморбидности, ИМТ, состояния пациента пожилого возраста на течение интра- и послеоперационного периодов [5].

Широкое применение лапароскопии в онкологии продемонстрировало неоспоримое преимущество этой малоинвазивной технологии над открытой хирургией в плане безопасности и хорошей переносимости как молодыми, так и пожилыми пациентами. Даже выполнение у больных нижеампулярным раком прямой кишки такой травматичной операции как экстралеваторная брюшно-промежностная экстирпация, но с лапароскопическим абдоминальным этапом, становится эффективным и относительно безопасным хирургическим вмешательством [3,6,7]. Тем не менее, лапароскопическая методика в сравнении с открытой хирургией имеет ряд нежелательных особенностей. Кроме технических недостатков (отсутствие тактильных ощущений, использование двухмерных технологий передачи изображения, ограниченная подвижность инструментов, длительность обучения, в начале которого повышена частота конверсий) существуют и клинические ограничения (необходим строгий отбор пациентов пожилого возраста в связи с длительностью процедуры и наличием у них сопутствующих заболеваний). Кроме того, у пациентов старших возрастных групп, особенно мужского пола, низко расположенные опухоли прямой кишки часто являются препятствием для применения лапароскопического подхода [8].

Для преодоления технических трудностей и расширения возможностей хирургов, ограниченных пределами обычных лапароскопических операций, разработаны и в настоящее время широко применяются роботические хирургические системы. Однако факторы риска развития интра- и послеоперационных осложнений после роботизированных технологий в сравнении с лапароскопическим подходом у пожилых пациентов с раком прямой кишки в научных публикациях обсуждаются крайне редко [5,9,10].

ЦЕЛЬ

Установить влияние доступа (роботического, лапароскопического или традиционного открытого)

на частоту послеоперационных осложнений и онкологическую безопасность у пациентов пожилого возраста, оперированных по поводу средне- и нижеампулярного рака прямой кишки.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Проведено двучетное ретроспективное когортное сравнительное исследование, основанное на информации о результатах лечения пациентов из электронной базы, внесенной проспективно, с января 2021 по декабрь 2023 гг. Все больные оперированы в онкоколопроктологических отделениях ГБУЗ «КОД №1» Минздрава Краснодарского края и ГБУЗ «НИИ-ККБ №1 им. проф. С.В. Очаповского» Минздрава Краснодарского края по поводу рака прямой кишки с применением лапароскопической и роботической технологий и традиционного открытого доступа.

Критерии включения в исследование:

1. Возраст пациентов от 60 до 74 лет.
2. Подтвержденный диагноз рака средне- и нижеампулярного отделов прямой кишки cT1-3N0-N2bM0.
3. Физический статус пациентов по классификации ASA 2–3 балла.

Критерии невключения:

1. Нижеампулярная локализация опухоли, не позволявшая выполнить низкую переднюю резекцию прямой кишки, что потребовало выполнения брюшно-промежностной экстирпации.

За указанный период по поводу рака средне- и нижеампулярного отделов прямой кишки выполнено 471 оперативное вмешательство. Критериям включения и не включения соответствовали 179 пациентов. В зависимости от методики проведения хирургического вмешательства они были распределены в три группы: РОБ (оперативное вмешательство с помощью робот-ассистированной методики) — $n = 62$, ЛАП (оперативное вмешательство с помощью лапароскопической методики) — $n = 55$ и ОТКР (оперативное вмешательство выполнялось традиционно с использованием открытого доступа) — $n = 62$.

Операции во всех группах выполнялись стандартно, за исключением доступа в брюшную полость, и включали следующие этапы: 1) мобилизацию левой половины ободочной кишки с высокой перевязкой нижней брыжеечной артерии или ее перевязкой ниже отхождения левой ободочной артерии, а также с мобилизацией или без мобилизации селезеночного изгиба ободочной кишки; 2) нервосберегающая меzfасциальная мобилизация прямой кишки (тотальная мезоректумэктомия) с пересечением ее ниже опухоли на уровне ректо-анального перехода; 3) формирование колоректального анастомоза «конец-в-конец»

или «бок-в-конец» с помощью степлерного циркулярного сшивающего аппарата или завершение операции формированием одностольной колостомы; 4) формирование превентивной илео- или колостомы.

В группах «РОБ» и «ЛАП» операцию начинали с установки оптического и рабочих троакаров в общепринятых точках, мобилизацию левой половины ободочной кишки выполняли медиолатерально, препарат извлекали через минилапаротомный разрез по Пфаненштилю. Завершали операцию ушиванием минилапаротомного разреза и ран после извлечения троакаров.

В группе «ОТКР» доступ обеспечивали лапаротомией от мечевидного отростка до лобка, мобилизацию левой половины ободочной кишки выполняли латеромедиально и завершали операцию ушиванием указанной лапаротомной раны.

В группах сравнения изучали такие показатели как пол, возраст, ИМТ, локализация новообразования, стадия заболевания, индекс коморбидности по Charlson, физический статус пациентов по классификации ASA, проведение неоадьювантной терапии, объем оперативного вмешательства, опыт хирурга, объем интраоперационной кровопотери, продолжительность операции, частота конверсии, уровень перевязки нижних брыжеечных сосудов, частота мобилизации селезеночного изгиба, интраоперационные и послеоперационные осложнения, результаты патогистологического исследования удаленного препарата.

Статистический анализ

Статистическая обработка выполнялась с использованием пакета STATISTICA 13.3 (Tibco, USA). Исследование распределения количественных показателей критерием χ^2 Пирсона показало несоответствие нормальному закону ($p < 0,05$), поэтому для их описания использовали триаду статистик Me (Q1; Q3), где Me — медиана, Q1; Q3 — нижний и верхний квартиль. Для сравнения количественных показателей в группах по «Доступу», поскольку их количество более двух применили непараметрический критерий Краскела-Уоллиса. Структуру и степень взаимосвязи между категориальным показателем «Доступ» и другими категориальными показателями анализировали при помощи таблиц сопряженности посредством критерия χ^2 Пирсона. При $p < 0,05$ взаимосвязи и отличия между показателями считали статистически значимыми. Нейросетевые модели для прогноза принадлежности больных к изучаемым группам категориальных целевых показателей, определяющих тип осложнений, строили по непрерывным и категориальным клиничко-лабораторным показателям, характеризующим их состояние. Использовали нейронные

сети с прямой связью — многослойные перцептроны (Multilayered perception — MLP). Для построения модели при помощи датчика случайных чисел пациенты были разделены на обучающую, контрольную и тестовую выборки. Ключевым фактором в оценке прогностических свойств нейросети считали производительность (точность сети) на тестовой выборке, которую определяли как долю правильно классифицированных наблюдений в %.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Характеристика групп сравнения

Незначительное различие в сравниваемых группах было установлено между значениями возраста пациентов. В группе открытой хирургии возраст несколько больше, чем в двух других группах, в группе роботической хирургии возраст также больше, чем в лапароскопической, однако в обоих случаях статистически недостоверно. Кроме того, в группе открытой хирургии статистически значимо было больше пациентов, у которых ранее выполнялись операции на органах брюшной полости. Причем между этими категориальными переменными была умеренная статистически значимая взаимосвязь. Еще две переменные с умеренной взаимосвязью «Неоадьювантная терапия» и «Опыт хирурга» обуславливают статистически значимое отличие групп. Химиолучевая терапия чаще проводилась в группах роботической и лапароскопической хирургии, тогда как изолированная лучевая терапия — в группе открытого доступа. В группах, где применялись роботическая и лапароскопическая технологии, оперировали хирурги, имеющие опыт более 40 операций в год по поводу рака прямой кишки. Традиционный открытый доступ применяли хирурги с опытом менее 20 и 20–40 операций в год на прямой кишке по поводу онкопатологии (Табл. 1).

Интраоперационный период

Среди переменных, характеризующих интраоперационный период, в подавляющем большинстве случаев в сравниваемых группах были существенные различия. Статистически значимо отличался объем кровопотери. Эта переменная имела большее значение в группе открытой хирургии. Статистически значимо больше времени уходило на выполнение операций с применением роботической технологии. Умеренная статистически значимая взаимосвязь была между доступом и частотой формирования колоректального анастомоза, видом анастомоза. При применении роботической и лапароскопической технологий анастомоз формировался почти в 100% наблюдений, тогда как в группе открытой хирургии — чуть более чем

Таблица 1. Общая характеристика групп сравнения
Table 1. General characteristics of the study groups

Показатели	РОб N = 62	ЛАП N = 55	ОТКР N = 62	p-value
Возраст, лет	67 (62; 69)	66 (61; 70)	68 (64; 72)	1,00 ^{p12} ; 0,06 ^{p13} ; 0,05 ^{p23}
ИМТ, кг/м ²	27 (24; 30)	26 (24; 29)	27 (25; 31)	1,00 ^{p12} ; 1,00 ^{p13} ; 0,83 ^{p23}
Пол				0,07 ^a
мужской	31 (50%)	24 (43,6%)	40 (64,5%)	
женский	31 (50%)	31 (56,4%)	22 (35,5%)	
Локализация новообразования				0,59 ^a
среднеампулярный	48 (77,4%)	43 (78,2%)	44 (70,9%)	
нижеампулярный	14 (22,6%)	12 (21,8%)	18 (29,1%)	
Стадия заболевания				0,67 ^a
0 стадия	0	1 (1,8%)	1 (1,6%)	
1 стадия	17 (27,4%)	16 (29,1%)	13 (20,9%)	
2a стадия	30 (48,4%)	22 (40%)	23 (37,1%)	
2b стадия	1 (1,6%)	1 (1,8%)	1 (1,6%)	
2c стадия	0	0	2 (3,2%)	
3a стадия	3 (4,8%)	7 (12,7%)	5 (8,1%)	
3b стадия	9 (14,5%)	6 (10,9%)	12 (19,4%)	
3c стадия	2 (3,2%)	2 (3,6%)	5 (8,1%)	
Индекс коморбидности по Charlson				0,39 ^a
1–2 балла	0	1 (1,8%)	0	
3–4 балл	39 (62,9%)	37 (67,3%)	35 (56,5%)	
5 баллов	23 (37,1%)	17 (30,9%)	27 (43,6%)	
Физический статус по ASA				0,23 ^a
II	40 (64,5%)	44 (80%)	45 (72,6%)	
III	22 (35,5%)	11 (20%)	17 (27,4%)	
Объем операции				0,11 ^a
стандартная	61 (98,4%)	54 (98,2%)	57 (91,9%)	
комбинированная	1 (1,6%)	1 (1,8%)	5 (8,1%)	
Предыдущие операции	9 (14,5%)	13 (23,6%)	30 (48,4%)	0,0001 ^a
Неoadьювантная терапия				0,01 ^a
не проводилась	14 (22,6%)	13 (23,6%)	12 (19,4%)	
ХЛТ	45 (72,6%)	35 (63,6%)	32 (51,6%)	
ЛТ	2 (3,2%)	7 (12,7%)	17 (27,4%)	
ХТ	1 (1,6%)	0	1 (1,6%)	
Опыт хирурга (количество операций по поводу рака прямой кишки в год)				< 0,0001 ^a
< 20	0	5 (9,1%)	10 (16,1%)	
20–40	44 (71%)	38 (69,1%)	52 (83,9%)	
> 40	18 (29%)	12 (21,8%)	0	

Примечание: p_{12} , p_{13} , p_{23} – уровни значимости критерия Краскела-Уоллиса сравнения групп РОБ с ЛАП, РОБ с ОТКР, ЛАП с ОТКР; a — критерий χ^2 Пирсона; при $p < 0,05$ различия статистически значимые

в 2/3 случаев. В подавляющем большинстве наблюдений при применении малоинвазивных технологий анастомоз формировался по типу «конец-в-конец», тогда как при открытой хирургии «бок-в-конец». Частота формирования превентивной или постоянной кишечной стомы в сравниваемых группах также имела статистически значимое различие. Превентивная петлевая колостома во всех сравниваемых группах применялась с одинаковой частотой. Петлевая же илеостома с целью протекции анастомоза накладывалась преимущественно в группах роботического и лапароскопического доступов. Что касается концевой колостомы (операции Гартмана), то она формировалась в основном в группе открытой хирургии. Также установлена слабая, но статистически значимая взаимосвязь между способом доступа и частотой

мобилизации селезеночного изгиба ободочной кишки. При лапароскопических вмешательствах мобилизация селезеночного изгиба производилась почти в 100% наблюдений. Реже чем в группах лапароскопической и открытой хирургии селезеночный изгиб мобилизовывался при применении роботической технологии. В частоте уровня перевязки нижней брыжеечной артерии, дренирования брюшной полости, гемотрансфузии во время операции статистически значимого различия не было. Также сравниваемые группы не различались по частоте интраоперационных осложнений (Табл. 2).

Если сравнивать группы роботической и лапароскопической хирургии, то важен показатель частоты конверсии в открытый доступ. Из 7 случаев конверсии только 1 (14,3%) пришелся на роботическую

Таблица 2. Результаты интраоперационного периода у пациентов сравниваемых групп
Table 2. Intraoperative period results in the study groups

Показатели	РОБ N = 62	ЛАП N = 55	ОТКР N = 62	p-value
Кровопотеря, мл Me (Q1; Q3)	100 (50; 100)	100 (50; 100)	150 (100; 200)	1,00 ^{p12} ; < 0,0001 ^{p13} ; < 0,0001 ^{p23}
Время операции, мин Me (Q1; Q3)	255 (210; 300)	180 (150; 240)	140 (120; 150)	0,0006 ^{p12} ; < 0,000 ^{p13} ; < 0,0001 ^{p23}
Интраоперационные осложнения				0,44 ^a
кровотечение	1 (1,6%)	0	2 (3,2%)	
перфорация	1 (1,6%)	0	0	
нет осложнений	60 (96,8%)	0	60 (96,8%)	
Формирование анастомоза	61 (98,4%)	54 (98,2%)	45 (72,6%)	< 0,0001 ^a
Вид анастомоза				< 0,0001 ^a
«конец-в-конец»	59 (95,2%)	53 (96,4%)	43 (69,4%)	
«бок-в-конец»	2 (3,2%)	1 (1,8%)	2 (3,2%)	
нет анастомоза	1 (1,6%)	1 (1,8%)	17 (27,4%)	
Стома				< 0,0001 ^a
нет стомы	7 (11,3%)	5 (9,1%)	1 (1,6%)	
петлевая колостома	36 (58,1%)	36 (65,5%)	43 (69,4%)	
концевая колостома	1 (1,6%)	1 (1,8%)	17 (27,4%)	
петлевая илеостома	18 (29%)	13 (23,6%)	1 (1,6%)	
Уровень перевязки нижней брыжеечной артерии				0,38 ^a
высокая	61 (98,4%)	55 (100%)	62 (100%)	
низкая	1 (1,6%)	0	0	
МСИ	50 (80,7%)	54 (98,2%)	55 (88,7%)	0,01 ^a
Дренирование брюшной полости	60 (96,8%)	55 (100%)	60 (96,8%)	0,40 ^a
Гемотрансфузия во время операции	2 (3,2%)	0	0	0,14 ^a

Примечание: p_{12} , p_{13} , p_{23} — уровни значимости критерия Краскела-Уоллиса сравнения групп РОБ с ЛАП, РОБ с ОТКР, ЛАП с ОТКР; a — критерий χ^2 Пирсона; при $p < 0,05$ различия статистически значимые

технологию, 6 (85,7%) — на лапароскопическую. Причинами конверсии во время лапароскопических вмешательств были плотный опухолевый инфильтрат 2 (3,6%), выраженный спаечный процесс 2 (3,6%), и в ситуациях, когда хирургу при отсутствии перечисленных сложностей, не удавалось выполнить мобилизацию прямой кишки 2 (3,6%). При применении роботической технологии конверсия выполнялась лишь в одном случае — по причине обильного кровотечения из брыжейки ободочной кишки 1 (1,6%).

Послеоперационный период

Восстановление кишечной перистальтики и первый стул (или начало функционирования кишечной стомы) статистически значимо быстрее происходило в группах роботической и лапароскопической хирургии. Частота возврата в отделение интенсивной терапии и реанимации после перевода в палату в сравниваемых группах не имело статистической значимости, хотя чаще это происходило с пациентами из группы открытой хирургии. Причиной возврата пациентов, у которых применялся роботический или лапароскопический доступ, была повторная операция в связи с возникшими осложнениями 3 (4,8%) и 1 (1,8%), соответственно, тогда как в группе открытой хирургии также в связи с повторной операцией

и/или развившейся послеоперационной энцефалопатией и острой дыхательной недостаточностью. В целом послеоперационные осложнения чаще возникали в группе открытой хирургии. Если сравнивать оба малоинвазивных доступа, то после операции осложнения чаще развивались в группе роботической хирургии. Статистически значимое различие в сравниваемых группах обусловлено превалированием в группе открытой хирургии гнойно-септических осложнений. Степень тяжести послеоперационных осложнений также статистически значимо различалась в группах сравнения. Преваляровали осложнения II, IIIa, IIIb в группе открытой хирургии. Умер в раннем послеоперационном периоде (V степень тяжести) один из пациентов в группе лапароскопического доступа (Табл. 3).

Частота повторных операций в группах применения роботической, лапароскопической технологий и традиционного открытого доступа составила 4 (6,5%), 1 (1,8%) и 5 (8,1%), соответственно. Причинами повторных операций в группе роботической хирургии в двух наблюдениях была несостоятельность колоректального анастомоза, в одном — кровотечение и еще в одном — нагноение минилапаротомной раны. В группе лапароскопии повторно оперировали один раз по поводу несостоятельности анастомоза.

Таблица 3. Результаты послеоперационного периода в сравниваемых группах
Table 3. Postoperative period results in the study groups

Показатели	РОБ N = 62	ЛАП N = 55	ОТКР N = 62	p-value
Восстановление перистальтики, сутки Me (Q1; Q3)	1 (1; 1)	1 (1; 1)	1,5 (1; 2)	0,87 ^{p12} ; 0,06 ^{p13} ; 0,003 ^{p23}
Стул/функционирование стомы, сутки Me (Q1; Q3)	2 (2; 3)	2 (2; 2)	3 (2; 3)	1,00 ^{p12} ; 0,007 ^{p13} ; 0,002 ^{p23}
Возврат в отделение интенсивной терапии и реанимации	2 (3,2%)	1 (1,8%)	6 (9,7%)	0,10 ^a
Наличие послеоперационных осложнений	19 (30,6%)	6 (10,9%)	27 (43,5%)	0,03 ^a
Частота послеоперационных осложнений:				0,01 ^a
Лимфоррея	1 (1,6%)	1 (1,8%)	0	
Пневмония	2 (3,2%)	0	4 (6,5%)	
Несостоятельность анастомоза	6 (9,6%)	2 (3,6%)	3 (4,8%)	
Несостоятельность культи прямой кишки	0	0	1	
Кровотечение	2 (3,2%)	0	1 (1,6%)	
Дисфункция мочевых путей	0	1 (1,8%)	1 (1,6%)	
Эвентрация	0	0	1 (1,6%)	
Нагноение послеоперационной раны	5 (8,1%)	1 (1,8%)	8 (12,9%)	
Гематома	2 (3,2%)	0	1 (1,6%)	
Серома	0	0	6 (9,6%)	
Абсцесс	1 (1,6%)	1 (1,8%)	2 (3,2%)	
Степень тяжести осложнений по Clavien-Dindo:				0,05 ^a
1	49 (79%)	49 (89,1%)	40 (64,5%)	
2	11 (17,7%)	5 (9,1%)	18 (29%)	
3a	0 (0%)	0 (0%)	1 (1,6%)	
3b	2 (3,2%)	0 (0%)	3 (4,8%)	
4	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	
5	0 (0%)	1 (1,8%)	0 (0%)	

Примечание: p_{12} , p_{13} , p_{23} — уровни значимости критерия Краскела-Уоллиса сравнения групп РОБ с ЛАП, РОБ с ОТКР, ЛАП с ОТКР; a — критерий χ^2 Пирсона; при $p < 0,05$ различия статистически значимые

В группе открытой хирургии один раз в связи с несостоятельностью колоректального анастомоза и трижды — по поводу гнойно-септических осложнений. Послеоперационный койко-день был больше в группе открытой хирургии 11 (9; 12) против 9 (8; 12) (РОБ), $p = 0,08$ и 9 (8; 11) (ЛАП), $p = 0,06$. Статистическая значимость отличия в обоих случаях не достигнута.

Оценка результатов патогистологического исследования

По результатам патогистологического исследования удаленного препарата было выявлено лишь одно статистически значимое различие в значении наибольшего размера новообразования, усиливающее неравенство сравниваемых групп. В группе традиционного открытого доступа этот показатель имел большее значение. По гистологическому типу опухоли, частоте поражения апикального лимфоузла, лимфоваскулярной и перинеуральной инвазии статистически значимых различий в группах не было (Табл. 4). Такие показатели как «Расстояние до дистальной линии резекции, см», «Хирургический клиренс, мм», «Количество исследованных лимфоузлов», «Количество пораженных лимфоузлов» не различались в сравниваемых группах. Также не было статистически значимого различия среди групп

по показателям «Опухолевая ткань в дистальном крае резекции» и «Качество мезоректумэктомии». Однако хорошее качество (Grade 3) мезоректумэктомии преобладало при применении роботической технологии и открытой традиционной хирургии. Препаратов удовлетворительного качества (Grade 2) было больше в группе лапароскопической хирургии. В этой же группе у одного пациента обнаружено наличие опухолевой ткани в дистальном крае резекции.

Нейросетевое прогнозирование осложнений

Нейросетевые модели строили для прогнозирования значений целевых категориальных показателей «Послеоперационные осложнения, все», «Гнойно-септические осложнения» и «Несостоятельность анастомоза». Предикторы модели были представлены 14 количественными и 29 категориальными показателями, характеризующими состояние больных. Для построения моделей 179 больных датчиком случайных чисел были разделены на обучающую, контрольную и тестовую выборку по 127 (75%), 26 (15%) и 26 (15%) чел. На первых двух выборках сеть обучается, на третьей — определяется, насколько хорошо она прогнозирует «новые» данные, не участвовавшие в обучении. Поэтому наиболее важной характеристикой прогностических свойств сети является производительность (точность) сети на тестовой выборке,

Таблица 4. Результаты патогистологического исследования в группах сравнения
Table 4. Histopathological findings in the study groups

Показатели	РОб N = 62	ЛАП N = 55	ОТКР N = 62	p-value
Наибольший размер опухоли, мм Me (Q1; Q3)	30 (20; 42)	25 (15; 40)	38 (30; 42)	1,00 ^{p12} ; 0,11 ^{p13} ; 0,02 ^{p23}
Гистологический тип опухоли аденокарцинома аденокарцинома слизистая перстневидно-клеточный рак	60 (96,8%) 2 (3,2%) 0 (0%)	54 (98,2%) 1 (1,8%) 0 (0%)	58 (93,6%) 3 (4,8%) 1 (1,6%)	0,59 ^a
Состояние апикального лимфоузла	1 (1,6%)	1 (1,8%)	0 (0%)	0,58 ^a
Лимфоваскулярная инвазия	5 (8,1%)	6 (10,9%)	3 (4,8%)	0,47 ^a
Периневральная инвазия	3 (4,8%)	5 (9,1%)	5 (8,1%)	0,64 ^a
Расстояние до дистальной линии резекции, см Me (Q1; Q3)	3 (2; 5)	3 (2; 5)	4 (2; 5)	1,00 ^{p12} ; 1,00 ^{p13} ; 1,00 ^{p23}
Хирургический клиренс, мм Me (Q1; Q3)	15 (12; 20)	18 (15; 20)	15 (12; 20)	0,71 ^{p12} ; 1,00 ^{p13} ; 0,44 ^{p23}
Количество исследованных лимфоузлов Me (Q1; Q3)	13 (12; 14)	12 (12; 15)	12 (12; 15)	1,00 ^{p12} ; 1,00 ^{p13} ; 1,00 ^{p23}
Количество пораженных лимфоузлов Me (Q1; Q3)	0 (0; 0)	0 (0; 1)	0 (0; 1)	1,00 ^{p12} ; 0,55 ^{p13} ; 1,00 ^{p23}
Опухолевая ткань в дистальном крае резекции	0 (0%)	1 (1,8%)	0 (0%)	0,32 ^a
Качество мезоректумэктомии Grade 3 Grade 2 Grade 1	50 (80,7%) 5 (8,1%) 7 (11,3%)	38 (69,1%) 14 (25,5%) 3 (5,5%)	50 (80,7%) 7 (11,3%) 5 (8%)	0,07 ^a

Примечание: p₁₂, p₁₃, p₂₃ — уровни значимости критерия Краскела-Уоллиса сравнения групп РОБ с ЛАП, РОБ с ОТКР, ЛАП с ОТКР; а — критерий χ^2 Пирсона; при p < 0,05 различия статистически значимые

определяемой как доля правильно классифицированных объектов. Для послеоперационных гнойно-септических осложнений из 1000 построенных и обученных сетей были выбраны сети MLP 96-25-2 и MLP 96-12-2 с производительностями (%) на 3 выборках — 98,43; 92,31; 92,31 и 90,55; 96,15; 96,15. Первое число в обозначении сетей — 96 указывает на число входных нейронов, равное сумме количества 13 непрерывных предикторов и количества значений, принимаемых 31 категориальным предиктором. Второе число — 25 и 12 означают число скрытых нейронов, третье число — 2 определяет количество выходных нейронов в модели, соответствующих числу значений целевых переменных «Послеоперационные осложнения, все», «Гнойно-септические осложнения — да, нет». При высоких производительностях выбранных сетей точности прогноза на тестовой выборке в группах больных с осложнениями (да) составили 66,67% и 0%. При этом чувствительность и специфичность построенных нейросетевых моделей равны, соответственно, 66,67%; 100% и 0%; 100%. Это означает, что очень плохо прогнозируются больные с осложнениями и безошибочно — больные без осложнений. Высокие результаты были достигнуты для несостоятельности анастомоза. Точность прогноза построенной нейросети MLP 96-8-2 на обучающей, контрольной и тестовой выборке достигла максимального возможного значения — по 100%. То есть в тестовой выборке все больные с несостоятельностью

анастомоза, и все больные, у которых колоректальный анастомоз состоятельный, сетью были правильно классифицированы. Чувствительность и специфичность модели составили, соответственно, по 100%. Предикторы по важности в нейросетевой модели распределились в последовательности: «Физический статус по ASA», «Неoadьювантная терапия», «Стадия заболевания», «Вид анастомоза», «Индекс коморбидности по Charlson» и «Опыт хирурга». Наименее важными предикторами определены «Длительность операции, мин.», «Уровень перевязки брыжеечных сосудов» и «Доступ».

Частотный анализ бинарной переменной «Несостоятельность анастомоза (нет/есть)» позволил нам детализировать частоту этого осложнения у полученных предикторов. Чаше несостоятельность колоректального анастомоза происходила у пациентов при наличии II степени физического состояния по ASA 7 (70%) против 3 (30%) при III степени. При проведении предоперационной химиолучевой терапии 5 (50%) против 1 (10%) при проведении только предоперационной лучевой терапии и 4 (40%), когда неoadьювантная терапия не проводилась, а при применении химиотерапии это осложнение не развилось ни в одном случае. При I и IIa стадии заболевания — 8 (80%); при формировании колоректального анастомоза «конец-в-конец» — 10 (100%); при индексе коморбидности по Charlson 3-4 — 9 (90%) против 1 (10%) — при значении

индекса 5 баллов и 0% — при 1–2 балла). При опыте хирурга 20–40 операций в год на прямой кишке по поводу рака 7 (70%) против 1 (10%) — у хирургов с опытом < 20 операций в год и 2 (20%) — у хирургов с опытом > 40 операций в год.

ОБСУЖДЕНИЕ

Стратегия лечения пациентов пожилого возраста в большей части основана на результатах лечения более молодых возрастных групп, что не позволяет объективизировать особенности ведения этого контингента пациентов. В связи с этим актуальным является выявление факторов риска развития послеоперационных осложнений в этой когорте больных с учетом способа хирургического доступа, который может оказывать влияние на течение послеоперационного периода [12].

Согласно сравнительному анализу ретроспективно набранных групп, разделенных по способу доступа, выявлено наличие значимого отличия. В группе открытой хирургии средний возраст пациентов был выше. Кроме того, в этой же группе было больше пациентов, у которых ранее выполнялись операции на органах брюшной полости. Этим же пациентам в большинстве наблюдений проводилась изолированная предоперационная лучевая терапия, а не химиолучевая как в группах сравнения. Оперативные вмешательства в группе традиционной открытой хирургии выполнялись менее опытными хирургами (< 20 и 20–40 операций в год на прямой кишке по поводу рака), чем в миниинвазивных группах (> 40 операций в год на прямой кишке по поводу рака). По результатам исследования удаленных препаратов группа открытой хирургии значимо отличалась значением наибольшего размера новообразования. У этих пациентов также отличался и интраоперационный период: был больше объем кровопотери, реже накладывался колоректальный анастомоз, и операция чаще заканчивалась формированием концевой колостомы. Частота осложнений у этой категории больных была значимо выше в основном за счет нагноений послеоперационных ран, что существенно удлиняло период пребывания в стационаре. Эти факты свидетельствуют о том, что открытый доступ применялся у более сложных пациентов и сравнение их с пациентами, у которых использовали лапароскопическую или роботическую технологии, снижает объективность полученных результатов. Тем не менее, на фоне существенного неравенства в группах сравнения частота интраоперационных осложнений в целом не различалась. Полученные результаты подтверждают исследования, посвященные вероятности

развития интра- и послеоперационных осложнений после хирургии рака прямой кишки [13–16].

На фоне результатов лечения пациентов в группе открытой хирургии выгодно отличались результаты в группах применения лапароскопической и роботической технологий, особенно быстрым восстановлением функции кишечника в послеоперационном периоде [17]. В целом в представленном исследовании миниинвазивные технологии в сравнении с открытой хирургией продемонстрировали свою безопасность у пожилых пациентов. Сравнивая между собой результаты вмешательств из лапароскопического и роботического доступов, мы подтвердили данные многих других исследований о том, что роботическая технология существенно снижает частоту конверсий в открытый доступ — 1,6% против 10,9%, но более продолжительна по времени выполнения — 255 (210; 300) против 180 (150; 240), $p = 0,0006$. Так же установлено, что частота повторных операций в группах применения роботической, лапароскопической технологий и традиционного открытого доступа существенно не отличалась — 4 (6,5%), 1 (1,8%) и 5 (8,1%), соответственно. За счет большего количества послеоперационных осложнений в группе открытого доступа в сравнении с применением миниинвазивных технологий — 4 (6,5%), 1 (1,6%) и 1 (1,6%), соответственно [18–20], послеоперационный койко-день был больше в группе открытой хирургии 11 (9; 12) против 9 (8; 12) (РОБ), $p = 0,08$ и 9 (8; 11) (ЛАП), $p = 0,06$. Статистическая значимость отличия в обоих случаях не достигнута.

Одним из самых важных и благоприятных фактов, установленных в нашем исследовании, является результат патогистологического исследования удаленных препаратов. Он позволяет утверждать, что все три анализируемых доступа, несмотря на наличие существенных различий, обеспечивают качественное выполнение основных этапов операции в соответствии с онкологическими требованиями. Хотим лишь отметить, что наиболее качественные препараты (Grade 3) были получены при использовании роботической технологии и открытой хирургии (80,7% и 80,7% против 69,1% при лапароскопических операциях), хотя различие это не имело статистической значимости ($p = 0,07$). Многие похожие исследования так же показали качественное выполнение основных этапов операции в соответствии с онкологическими требованиями при применении как традиционной открытой хирургии, так и миниинвазивных лапароскопической и роботической методик [21–23].

Несостоятельность межкишечного анастомоза является одним из самых грозных жизнеугрожающих осложнений в колоректальной хирургии, которое может возникнуть примерно у 20% пациентов, перенесших

резекцию левых отделов толстой кишки, переднюю или низкую переднюю резекцию прямой кишки [23]. Точные причины развития несостоятельности колоректального анастомоза так до сих пор и не установлены. Предложено множество теорий, объясняющих механизм возникновения этого осложнения, в том числе плохая перфузия анастомозируемых концов толстой кишки, натяжение в зоне анастомоза, неблагоприятное влияние кишечного микробиома на процесс заживления анастомоза и т.д. [13,24–26]. Работ, посвященных выяснению влияния хирургического доступа на частоту несостоятельности колоректального анастомоза, нами не обнаружено. В рамках представленного исследования выполнено построение нейросетевой модели для прогнозирования развития несостоятельности колоректального анастомоза. В результате установлено, что наиболее важными предикторами явились «Физический статус по ASA», «Неоадъювантная терапия», «Стадия заболевания», «Вид анастомоза», «Индекс коморбидности по Charlson» и «Опыт хирурга». Наименее важными предикторами определены «Длительность операции, мин.», «Уровень перевязки брыжеечных сосудов» и «Доступ».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ретроспективный анализ не позволяет обеспечить однородность в группах роботической лапароскопической и традиционной открытой хирургии, так как в группу открытой хирургии заведомо попадают более сложные пациенты, а случайное распределение их в анализируемые группы сравнения нельзя считать корректным. Этот факт требует дальнейшего поиска способа определения показаний для применения малоинвазивных технологий и открытого доступа у пациентов пожилого возраста, страдающих раком средне- и нижеампулярного отделов прямой кишки.

ВЫВОДЫ

1. По результатам построения нейросетевой прогностической модели установлено, что способ доступа (роботический, лапароскопический или традиционный открытый) не оказывает влияния на частоту несостоятельности колоректального анастомоза.
2. Факторами риска развития несостоятельности колоректального анастомоза являются: II степень тяжести физического статуса пациента по классификации ASA, проведение предоперационной химиолучевой или лучевой терапии, формирование

колоректального анастомоза «конец-в-конец», индекс коморбидности по Charlson 3–4 балла, опыт хирурга 20–40 низких передних резекций прямой кишки в год по поводу рака прямой кишки.

3. Оценка результатов патогистологического исследования удаленных препаратов позволяет утверждать, что все три анализируемых доступа обеспечивают в одинаковой мере соблюдение онкологических принципов оперирования пациентов, страдающих раком средне- и нижеампулярного отделов прямой кишки.

4. Роботическая и лапароскопическая технологии в сравнении с открытой хирургией обеспечивают меньшую интраоперационную кровопотерю, более быстрое восстановление функции кишечника в послеоперационном периоде, но увеличивают продолжительность операции.

5. Частота конверсии в открытый доступ меньше при применении роботической технологии оперирования в сравнении с лапароскопической.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ

Концепция и дизайн исследования: *Половинкин В.В.*
Сбор и обработка материалов: *Ермаков Е.А., Доронин Н.В., Бальян А.С.*

Статистическая обработка: *Халафян А.А.*

Написание текста: *Половинкин В.В., Ширалиев Р.М.-А., Кармасева В.С.*

Редактирование: *Половинкин В.В.*

AUTHORS CONTRIBUTION

Concept and design of the study: *Vadim V. Polovinkin*
Collection and processing of the material: *Evgeny A. Ermakov, Nikolai V. Doronin, Arman S. Balyan*
Statistical processing: *Alexan A. Khalafyan*
Writing of the text: *Vadim V. Polovinkin, Ruslan M.-A. Shiraliev, Valeria S. Karmaseva*
Editing: *Vadim V. Polovinkin*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (ORCID)

Половинкин Вадим Владимирович — д.м.н., главный внештатный специалист-колопроктолог Министерства здравоохранения Краснодарского края, заведующий колопроктологическим отделением НИИ — ККБ №1 им. проф. С.В. Очаповского; заведующий кафедрой общей хирургии, Кубанский государственный медицинский университет; ORCID 0000-0003-3649-1027; SPIN-код: 2837–3913

Ширалиев Руслан Магомед-Аминович — врач-онколог, онкологическое отделение (абдоминальной онкологии) №5, Клинический онкологический диспансер №1; ORCID 0000-0002-7346-4610

Ермаков Евгений Алексеевич — к.м.н., заместитель главного врача по хирургической помощи,

Клинический онкологический диспансер №1; ORCID 0009-0003-7280-2360; SPIN-код: 7388-9323

Доронин Николай Владимирович — врач-онколог, онкологическое отделение (абдоминальной онкологии) №5, Клинический онкологический диспансер №1; ORCID 0000-0003-2429-0834

Бальян Арман Станиславович — к.м.н., врач-онколог, заведующий отделением абдоминальной онкологии №2 НИИ — ККБ №1 им. проф. С.В. Очаповского; ORCID 0009-0003-6622-6184

Халафян Алексан Альбертович — д.т.н., доцент кафедры анализа данных и искусственного интеллекта ФПМ, Кубанский государственный университет; ORCID 0000-0003-2324-3649; SPIN-код: 3917-6210

Кармасева Валерия Сергеевна — студентка 5-го курса, лечебный факультет, Кубанский государственный медицинский университет; ORCID 0009-0001-0609-9449

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS (ORCID)

Vadim V. Polovinkin — 0000-0003-3649-1027

Ruslan M.-A. Shiraliev — 0000-0002-7346-4610

Evgeny A. Ermakov — 0009-0003-7280-2360

Nikolai V. Doronin — 0000-0003-2429-0834

Arman S. Balyan — 0009-0003-6622-6184

Alexan A. Khalafyan — 0000-0003-2324-3649

Valeria S. Karmaseva — 0009-0001-0609-9449

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Huang CK, Shih CH, Kao YS. Elderly Rectal Cancer: An Updated Review. *Curr Oncol Rep*. 2024;26(2):181–90. doi: [10.1007/s11912-024-01495-9](https://doi.org/10.1007/s11912-024-01495-9)
- De Nes LCF, Heil TC, Verhoeven RHA, et al. Impact of Age on Multimodality Treatment and Survival in Locally Advanced Rectal Cancer Patients. *Cancers (Basel)*. 2022;14(11):2741. doi: [10.3390/cancers14112741](https://doi.org/10.3390/cancers14112741)
- Бакасов И.А., Сидоров Д.В., Ложкин М.В., и соавт. Лапароскопическая экстралеваторная брюшно-промежностная экстирпация у больных раком нижнеампулярного отдела прямой кишки. *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена*. 2020;9(2):16–21. doi: [10.17116/onkolog2020902116](https://doi.org/10.17116/onkolog2020902116) / Bakasov I.A., Sidorov D.V., Lozhkin M.V., et al. Laparoscopic extralevator abdominoperineal extirpation in low rectal cancer patients. *Onkologiya. Zhurnalimeni P.A. Gertsena*. 2020;9(2):16–21. (in Russ.). doi: [10.17116/onkolog2020902116](https://doi.org/10.17116/onkolog2020902116)
- Dickstein DR, Powers AE, Vujovic D, et al. Clinical and Therapeutic Considerations for Older Adults with Head and Neck Cancer. *Clin Interv Aging*. 2023;18:409–22. doi: [10.2147/CIA.S366155](https://doi.org/10.2147/CIA.S366155)
- Kim YJ. Colorectal Cancer Surgery in Elderly Patients. *Ann Coloproctol*. 2017;33(4):121–2. doi: [10.3393/ac.2017.33.4.121](https://doi.org/10.3393/ac.2017.33.4.121)
- Дроздов Е.С., Костромицкий Д.Н., Круглов В.Г., и соавт. Пятилетний опыт лапароскопических вмешательств у больных раком прямой кишки. *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена*. 2020;9(1):14–22. doi: [10.17116/onkolog2020901114](https://doi.org/10.17116/onkolog2020901114) / Drozdov E.S., Kostromitsky D.N., Kruglov V.G., et al. Five-year experience with laparoscopic interventions in patients with colorectal cancer. *Onkologiya. Zhurnalimeni P.A. Gertsena*. 2020;9(1):14–22. (in Russ.). doi: [10.17116/onkolog2020901114](https://doi.org/10.17116/onkolog2020901114)
- Каприн А.Д., Иванов С.А., Ерыгин Д.В., и соавт. Лапароскопические операции в лечении больных местнораспространенным раком прямой кишки — непосредственные результаты. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2019; (8–2):6–15. doi: [10.17116/hirurgia20190826](https://doi.org/10.17116/hirurgia20190826) / Kaprin A.D., Ivanov S.A., Erygin D.V., et al. Laparoscopic surgery in patients with locally advanced rectal cancer — short-term outcomes. *Khirurgiya. Zhurnalim. N.I. Pirogova*. 2019;(8–2):6–15. (in Russ.). doi: [10.17116/hirurgia20190826](https://doi.org/10.17116/hirurgia20190826)
- Nacion AJD, Park YY, Yang SY, et al. Critical and Challenging Issues in the Surgical Management of Low-Lying Rectal Cancer. *Yonsei Med J*. 2018;59(6):703–16. doi: [10.3349/ymj.2018.59.6.703](https://doi.org/10.3349/ymj.2018.59.6.703)
- 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):1569–80. doi: [10.1001/jama.2017.7219](https://doi.org/10.1001/jama.2017.7219)

10. Park JS, Lee SM, Choi GS, et al. Comparison of Laparoscopic Versus Robot-Assisted Surgery for Rectal Cancers: The COLRAR Randomized Controlled Trial. *Ann Surg*. 2023;278(1):31–8. doi: [10.1097/SLA.0000000000005788](https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000005788)

11. Халафян А.А. STATISTICA 6. Математическая статистика с элементами теории вероятностей. М.: Бином. 2010; 496 с. / Khalafyan A.A. STATISTICA 6. Mathematical statistics with elements of probability theory. М.: Binom. 2010; 496 p. (in Russ.).

12. Baek JH, Pastor C, Pigazzi A. Robotic and laparoscopic total mesorectal excision for rectal cancer: a case-matched study. *Surg Endosc*. 2011;25(2):521–5. doi: [10.1007/s00464-010-1204-x](https://doi.org/10.1007/s00464-010-1204-x)

13. Bakker IS, Grossmann I, Henneman D, et al. Risk factors for anastomotic leakage and leak-related mortality after colonic cancer surgery in a nationwide audit. *Br J Surg*. 2014;101(4):424–32. doi: [10.1002/bjs.9395](https://doi.org/10.1002/bjs.9395)

14. Ghezzi TL, Luca F, Valvo M, et al. Robotic versus open total mesorectal excision for rectal cancer: comparative study of short and long-term outcomes. *Eur J Surg Oncol*. 2014;40(9):1072–9. doi: [10.1016/j.ejso.2014.02.235](https://doi.org/10.1016/j.ejso.2014.02.235)

15. Nitsche U, Späth C, Müller TC, et al. Colorectal cancer surgery remains effective with rising patient age. *Int J Colorectal Dis*. 2014;29(8):971–9. doi: [10.1007/s00384-014-1914-y](https://doi.org/10.1007/s00384-014-1914-y)

16. Park EJ, Kang J, Hur H, et al. Different clinical features according to the anastomotic leakage subtypes after rectal cancer surgeries: contained vs. free leakages. *PLoS One*. 2018;13(12):e0208572. doi: [10.1371/journal.pone.0208572](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208572)

17. Xu P, Lv Y, Niu Z, et al. Faster postoperative recovery by robotic-assisted surgery in elderly patients with sigmoid colon and rectal cancer. *Clinical Surgical Oncology*. 2022;1(1):100007. doi: [10.1016/j.cson.2022.100007](https://doi.org/10.1016/j.cson.2022.100007)

18. Jayne D. Robotics in Colorectal Surgery. *Coloproctology*. 2017;71–86. doi: [10.1007/978-3-319-55957-5_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-55957-5_4)

19. Ngu JC, Kim SH. Robotic surgery in colorectal cancer: the way forward or a passing fad. *J Gastrointest Oncol*. 2019;10(6):1222–8. doi: [10.21037/jgo.2019.04.01](https://doi.org/10.21037/jgo.2019.04.01)

20. Wells LE, Smith B, Honaker MD. Rate of conversion to an open procedure is reduced in patients undergoing robotic colorectal surgery: A single-institution experience. *J Minim Access Surg*. 2020;16(3):229–34. doi: [10.4103/jmas.JMAS_318_18](https://doi.org/10.4103/jmas.JMAS_318_18)

21. Vilsan J, Maddineni SA, Ahsan N, et al. Open, Laparoscopic, and Robotic Approaches to Treat Colorectal Cancer: A Comprehensive Review of Literature. *Cureus*. 2023;15(5):e38956. doi: [10.7759/](https://doi.org/10.7759/)

[cureus.38956](#)

22. Williamson AJ, Alverdy JC. Influence of the Microbiome on Anastomotic Leak. *Clin Colon Rectal Surg.* 2021;34(6):439–46. doi: [10.1055/s-0041-1735276](#)
23. Zarnescu EC, Zarnescu NO, Costea R. Updates of Risk Factors for Anastomotic Leakage after Colorectal Surgery. *Diagnostics (Basel).* 2021;11(12):2382. doi: [10.3390/diagnostics11122382](#)
24. Fang AH, Chao W, Ecker M. Review of Colonic Anastomotic Leakage and Prevention Methods. *J Clin Med.* 2020;9(12):4061. doi: [10.3390/jcm9124061](#)
25. Park EJ, Cho MS, Baek SJ, et al. Long-term oncologic outcomes of robotic low anterior resection for rectal cancer: a comparative study with laparoscopic surgery. *Ann Surg.* 2015;261(1):129–37. doi: [10.1097/SLA.0000000000000613](#)
26. Williamson T, Song SE. Robotic Surgery Techniques to Improve Traditional Laparoscopy. *JSLs.* 2022;26(2):e2022.00002. doi: [10.4293/JSLs.2022.00002](#)
27. Bektaş M, Tuynman JB, Costa Pereira J, et al. Machine Learning Algorithms for Predicting Surgical Outcomes after Colorectal Surgery: A Systematic Review. *World J Surg.* 2022;46(12):3100–10. doi: [10.1007/s00268-022-06728-1](#)
28. Javed H, Olanrewaju OA, Ansah Owusu F, et al. Challenges and Solutions in Postoperative Complications: A Narrative Review in General Surgery. *Cureus.* 2023;15(12):e50942. doi: [10.7759/cureus.50942](#)
29. Feng Q, Yuan W, Li T, et al. REAL Study Group. Robotic versus laparoscopic surgery for middle and low rectal cancer (REAL): short-term outcomes of a multicentre randomised controlled trial. *Lancet Gastroenterol Hepatol.* 2022;7(11):991–1004. doi: [10.1016/S2468-1253\(22\)00248-5](#)
30. Qiu H, Yu D, Ye S, et al. Long-term oncological outcomes in robotic versus laparoscopic approach for rectal cancer: A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg.* 2020;80:225–30. doi: [10.1016/j.ijso.2020.03.009](#)
31. Zhao DB, Wu YK, Shao YF, et al. Prognostic factors for 5-year survival after local excision of rectal cancer. *World J Gastroenterol.* 2009;15(10):1242–5. doi: [10.3748/wjg.15.1242](#)