

На правах рукописи

ТРЕТЬЯКОВ
ЕВГЕНИЙ ГЕННАДИЕВИЧ

**РОБОТИЧЕСКИЙ И МИНИ-ЛАПАРОТОМНЫЙ ДОСТУПЫ В ХИРУРГИИ
БРЮШНОГО ОТДЕЛА АОРТЫ**

3.1.15. – сердечно-сосудистая хирургия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва – 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет).

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

Комаров Роман Николаевич

Официальные оппоненты:

Чупин Андрей Валерьевич – доктор медицинских наук, заведующий отделением сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России.

Виноградов Роман Александрович – доктор медицинских наук, заведующий отделением сосудистой хирургии ГБУЗ «НИИ – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского» Министерства здравоохранения Краснодарского края.

Ведущая организация: ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского» Министерства науки и ВО РФ, г. Москва.

Защита диссертации состоится «_____» _____ 2025 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета 21.1.029.01 (Д 208.073.03) в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии имени академика Е.И. Чазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (адрес: ул. Академика Чазова, 15А, Москва, 121552).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на сайте ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России <https://cardio.ru>.

Автореферат разослан «_____» _____ 2025 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета,

кандидат медицинских наук

Галяутдинов Дамир Мажитович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

Малоинвазивные доступы в хирургии брюшного отдела аорты представляют собой различные техники и процедуры, которые позволяют хирургам осуществлять операции на аорте с возможностью минимального травматического повреждения органов и тканей пациента. Эти методы стали альтернативой большим открытым операциям с использованием традиционных высоко травматичных доступов. Среди преимуществ малоинвазивных доступов, несомненно, выделяются следующие: меньшие разрезы, меньшая травматичность, быстрое восстановление и сокращение времени госпитализации. Эти способствует снижению риска осложнений и повышению качества жизни пациентов. Однако, не все случаи заболеваний инфраренального отдела аорты могут быть прооперированы, используя малоинвазивные методики. В некоторых сложных клинических ситуациях, все еще, могут быть использованы классические доступы.

Согласно национальным клиническим рекомендациям по ведению пациентов с аневризмами брюшной аорты (АБА) и синдромом Лериша от 2022 г. – при лечении пациентов с АБА во многих случаях используется продольный лапаротомный доступ, однако использование лапароскопических, мини и роботизированных доступов так же допустимо, но отмечается, что использование мининвазивных методик представляют собой ряд технических трудностей, требующих большого опыта в лапароскопической хирургии и должны быть рекомендованы для применения в узкоспециализированных центрах. Несмотря на проделанную работу, в литературе отсутствуют рандомизированные исследования по сравнению тех или иных малоинвазивных доступов, что делает вопрос их сравнения в операциях на брюшном отделе аорты актуальным для современной хирургии.

Цель исследования

Сравнить и оценить эффективность применения роботического и мини-лапаротомного доступов у пациентов с патологией брюшного отдела аорты.

Задачи исследования

1. Оценить интраоперационные результаты у пациентов с патологией брюшного отдела аорты, оперированных с применением роботического и мини-лапаротомного доступов.

2. Выполнить анализ интраоперационных осложнений при применении роботического и мини-лапаротомного доступов при хирургии брюшного отдела аорты.
3. Оценить особенности течения раннего послеоперационного периода при применении роботического и мини-лапаротомного доступов у пациентов с патологией брюшного отдела аорты.
4. Оценить зависимость послеоперационного болевого синдрома при мини-лапаротомном доступе от длины кожного разреза и силы натяжения брюшного ретрактора.
5. Смоделировать кривую обучения роботической методике при хирургии брюшного отдела аорты.

Научная новизна исследования

Впервые выполнена работа, посвященная сравнению мини-лапаротомного и роботического доступов, оценке их преимуществ и недостатков относительно друг друга.

Доказано, что применение роботического доступа по сравнению с мини-лапаротомным при хирургии брюшного отдела аорты сопряжено с более низкими значениями средней длительности операции, среднего времени пережатия аорты и объема интраоперационной кровопотери несмотря на большую частоту конверсий в полную срединную лапаротомию.

Определено, что применение роботического доступа в хирургии брюшной аорты по сравнению с мини-лапаротомным чаще сопровождается интраоперационными осложнениями в большинстве случаев связанными с развитием кровотечений из шунта, обусловленными отсутствием обратной тактильной связи и устраняемыми наложением одиночных узловых швов.

Доказано, что в раннем послеоперационном периоде частота осложнений выше при применении мини-лапаротомного доступа в хирургии брюшного отдела аорты по сравнению с роботическим доступом, что обусловлено более частой встречаемостью лимфореи и поверхностного инфицирования послеоперационной раны.

Представлены доказательства того, что оптимальным размером длины кожного разреза при мини-лапаротомии в хирургии брюшного отдела аорты является кожный разрез размером 9 – 10 см, при котором достигается наименьшая степень выраженности болевого синдрома и наименьшая сила давления на мягкие ткани передней брюшной стенки.

Теоретическая и практическая значимость исследования

Показано, что использование роботического доступа дает возможность использовать большую степень свободы движения роботического инструмента по сравнению с кистью хирурга, имея число степеней свободы вращательных и поступательных движений внутри объекта, которое на 1 движение больше у роботической руки, что и обеспечивает большую степень свободы манипуляций.

Продemonстрировано, что для выбора варианта малоинвазивной процедуры необходимо учитывать возможности визуализации операционного поля (3 D при роботическом доступе и мини-ассистент при мини-лапаротомии), необходимость выполнения пневмоперитонеума, наличие полной тактильной обратной связи и выраженность послеоперационного болевого синдрома по шкале ВАШ.

Доказано, что степень послеоперационного болевого синдрома находится в прямой зависимости от силы давления браншей ретрактора на мягкие ткани передней брюшной стенки и в обратной зависимости от длины разреза.

Определено, что для подготовки специалистов, проводящих процедуры на брюшном отделе аорты с использованием роботического доступа требуется выполнение минимум 31-й процедуры за минимальный период в 18 мес.

Методология и методы исследования

Ретроспективное когортное исследование выполнено на базе клиники аортальной и сердечно-сосудистой хирургии УКБ №1 ФГАОУ ВО «Первый Московский Государственный Медицинский Университет имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет). В исследование включено 102 пациента с патологиями брюшного отдела аорты в соответствии с критериями включения и исключения, которым в период с 2018 г по 2023 гг. выполнены процедуры с использованием роботического и мини-лапаротомного доступов. У части исследуемых хирургическое лечение было выполнено с использованием роботического доступа (n = 31, группа 1). Остальным пациентам выполняли мини-лапаротомный доступ (n = 71, группа 2). Выполнен анализ следующих исходных параметров пациентов: возраст, пол, вес, рост, индекс массы тела (ИМТ), тип телосложения, а также типов выполненных хирургических вмешательств. В интраоперационном периоде группы пациентов оценивали и сравнивали по объему интраоперационной кровопотери (мл), средней длительности операции (мин),

среднему времени пережатия аорты (мин), частоте конверсий в полную срединную лапаротомию. В раннем послеоперационном периоде группы исследуемых пациентов сравнивали по количеству и характеристикам осложнений, выраженности послеоперационного болевого синдрома, частоте реопераций, продолжительности койко-дня в стационаре, выживаемости в 30-ти дневный период. Составлена кривая обучения процедуре с использованием роботического доступа (группа 1). В рамках исследования выполнено сопоставление силы натяжения ретрактора на переднюю брюшную стенку с длиной кожного разреза и степенью выраженности послеоперационного болевого синдрома по ВАШ при мини-лапаротомном доступе (группа 2). Статистическую обработку данных выполняли с помощью программы Statistica 8.0, StatSoft, Inc, США.

Положения, выносимые на защиту

1. Интраоперационные результаты применения роботического доступа при хирургии брюшного отдела характеризуется лучшими показателями по сравнению с мини-лапаротомным доступом.
2. Более частое развитие кровотечений из шунта при роботическом доступе по сравнению с мини-лапаротомным, связанное с отсутствием обратной тактильной связи и устраняемое интраоперационно наложением дополнительных одиночных узловых швов не влияет на течение интра- и раннего послеоперационных периодов, госпитальную летальность и длительность пребывания в стационаре.
3. Частота осложнений в раннем послеоперационном периоде, ассоциированная с большей частотой лимфореи и поверхностного инфицирования послеоперационной раны и устраняемая консервативными мероприятиями за время госпитализации выше в группе мини-лапаротомного доступа по сравнению с роботическим.
4. Кожный разрез при мини-лапаротомии размером 9 – 10 см является оптимальным за счет наименьшей степени выраженности послеоперационного болевого синдрома, вследствие наименьшей силы давления бранши ретрактора на мягкие ткани передней брюшной стенки.
5. Уменьшение количества интраоперационных осложнений и снижение продолжительности процедур с использованием роботической методики требует обучения специалистов по разработанному регламенту, предполагающему минимальное обучение сроком в 18 мес. с учетом минимального выполнения 31-й процедуры.

Степень достоверности и апробация результатов

Предложенная сравнительная оценка и характеристика двух малоинвазивных доступов применяется в Клинике аортальной и сердечно-сосудистой хирургии УКБ №1 ФГАОУ ВО «Первом Московском Государственном Медицинском Университете имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), в отделении сердечно-сосудистой хирургии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Клиника Башкирского государственного медицинского университета».

Автором был проведен сравнительный анализ и дана сравнительная характеристика ближайших результатов операций, при поражении инфраренального отдела аорты с использованием мини-лапаротомного и роботического доступов. Автором разработан дизайн исследования и при непосредственном участии проведены исследования и оценены их результаты. Методы, применяемые для получения результатов исследования, для выполнения статистического анализа использованы автором работы в необходимом объеме и в соответствии с поставленной целью и задачами. Автором сформулированы выводы, практические рекомендации и основные положения, выносимые на защиту.

Апробация диссертации состоялась 7 февраля 2025 г. на расширенном заседании кафедры сердечно-сосудистой хирургии ИПО ФГАОУ ВО «Первом Московском Государственном Медицинском Университете имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет).

Материалы диссертации доложены на XXXIX Международной конференции «Горизонты современной ангиологии, сосудистой и рентгенэндоваскулярной хирургии» 16.06.2024 г., г. Москва; XXX Всероссийском съезде сердечно-сосудистых хирургов. XI Конференция с международным участием «Креативная кардиология и кардиохирургия» 24.11.2024 г. – 27.11.2024 г., г. Москва.

По теме диссертации опубликовано 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации результатов кандидатских диссертаций.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Методы исследования и характеристика больных

Выполнено сравнительное ретроспективное исследование, в которое вошло 102 пациента с патологиями брюшного отдела аорты, которые были включены в исследование

в соответствии с критериями включения и исключения. **Критерии включения:** пациенты старше 40 лет с различными патологиями инфраренального отдела аорты, прооперированные с использованием либо роботического, либо мини-лапаротомного доступа. **Критерии исключения:** пациенты с неотложными состояниями; пациенты с высокой степенью ожирения (ИМТ более 40 кг/м^2); пациенты в возрасте до 40 лет; тяжелая сопутствующая патология сердечно-сосудистой или иной системы, выявленная в ходе предоперационной подготовки, не позволяющая выполнить операцию с использованием роботического или мини-лапаротомного доступов. Сформированы две группы для сравнительного анализа. В группу 1 вошли пациенты ($n = 31$) со стеноотических и окклюзивными заболеваниями аорто-фemorального сегмента инфраренального отдела аорты, оперированные с использованием роботического доступа в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Клиника Башкирского государственного медицинского университета» Министерства здравоохранения Российской Федерации в период с 2022 по 2023 гг. В группу 2 вошли пациенты ($n = 71$) с заболеваниями инфраренального отдела аорты, оперированные с использованием мини-лапаротомного доступа в клинике аортальной и сердечно-сосудистой хирургии УКБ №1 ФГАОУ ВО «Первом Московском Государственном Медицинском Университете имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет) в период с 2018 по 2022 гг.

Выполнен анализ следующих исходных параметров пациентов: возраст, пол, вес, рост, ИМТ, тип телосложения, а также типов выполненных хирургических вмешательств.

Проведена сравнительная оценка характеристик малоинвазивных доступов в хирургии брюшного отдела аорты (визуализация оперативного поля, число степеней свободы движения механической системы, обратная тактильная связь, наличие кожных разрезов длиной более 5 см, создание пневмоперитонеума, послеоперационный болевой синдром по визуально-аналоговой шкале боли (ВАШ). В интраоперационном периоде группы пациентов оценивали и сравнивали по объему интраоперационной кровопотери (мл), средней длительности операции (мин), среднему времени пережатия аорты (мин), частоте конверсий в полную срединную лапаротомию. В раннем послеоперационном периоде группы исследуемых пациентов сравнивали по количеству и характеристикам осложнений, выраженности послеоперационного болевого синдрома, частоте реопераций, продолжительности койко-дня в стационаре, выживаемости в 30-ти дневный период. В

рамках исследования послеоперационного болевого синдрома при мини-лапаротомном доступе выполнено сопоставление силы натяжения ретрактора на переднюю брюшную стенку с длиной кожного разреза и выраженности интенсивности послеоперационного болевого синдрома по ВАШ (группа 2). При оценке степени натяжения брюшного ретрактора применена формула:

$$T = 2g (m1) (m2) / m1 + m2 \quad (1)$$

где T – сила натяжения на нескольких нитях;

m1 – масса первого объекта; m2 – масса второго объекта; g – ускорение силы тяжести.

Массу банши ретрактора рассчитывали по формуле:

$$m = F/g \quad (2)$$

где F – сила натяжения на объекте; g – ускорение силы тяжести; m – масса объекта.

Всем пациентам в раннем послеоперационном периоде проводилось обезболивание (препарат группы нестероидных противовоспалительных средств с выраженным анальгезирующим действием – кеторолак).

Из 102 пациентов общей когорты 89 (87,2 %) пациентов были мужского пола и 13 (1,8 %) – женского. Средний возраст больных составил $63,50 \pm 4,62$ лет (от 41 до 84 лет). Группа 1 (роботический доступ) и группа 2 (мини-лапаротомный доступ) были сопоставимы по возрастным, гендерным и антропометрическим характеристикам. Стоит отметить, что подавляющее большинство пациентов в обеих группах, были нормостениками (48 % и 49 % соответственно) «Таблица 1».

Таблица 1 – Сравнительная характеристика исходных данных (возраст, пол, индекс массы тела, тип телосложения) пациентов в исследуемых группах 1 и 2

Параметры	Группа 1 (роботический доступ) n = 31	Группа 2 (мини-лапаротомный доступ) n = 71	p =
Возраст, лет (Me $\pm$ SD)	66 $\pm$ 7,637	61 $\pm$ 10,817	0,0218
Мужчины, n (%)	29 (96)	59 (83)	0,217
Женщины, n (%)	2 (4)	12 (17)	0,217
ИМТ, кг/м ² (Me $\pm$ SD)	23 $\pm$ 1,952	23 $\pm$ 1,869	>0,999
Астеники, n (%)	10 (32)	19 (26)	0,635
Нормостеники, n (%)	15 (48)	35 (49)	1,000
Гиперстеники, n (%)	6 (20)	17 (25)	0,797

Характеристика группы 1 и группы 2 по нозологическим формам заболеваний представлена в «Таблице 2», статистически значимых различий между группами не отмечено.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика групп по нозологическим формам заболеваний

Параметры	Группа 1 (роботический доступ) n = 31	Группа 2 (мини-лапаротомный доступ) n = 71	p =
Аневризмы брюшного отдела аорты, n (%)	9 (29,1)	25 (35,3)	0,650
Синдром Лериша, n (%)	22 (70,9)	46 (64,7)	0,650

Характеристика, выполненных оперативных вмешательств для группы 1 представлена на «Рисунке 1», а для группы 2 на «Рисунке 2».

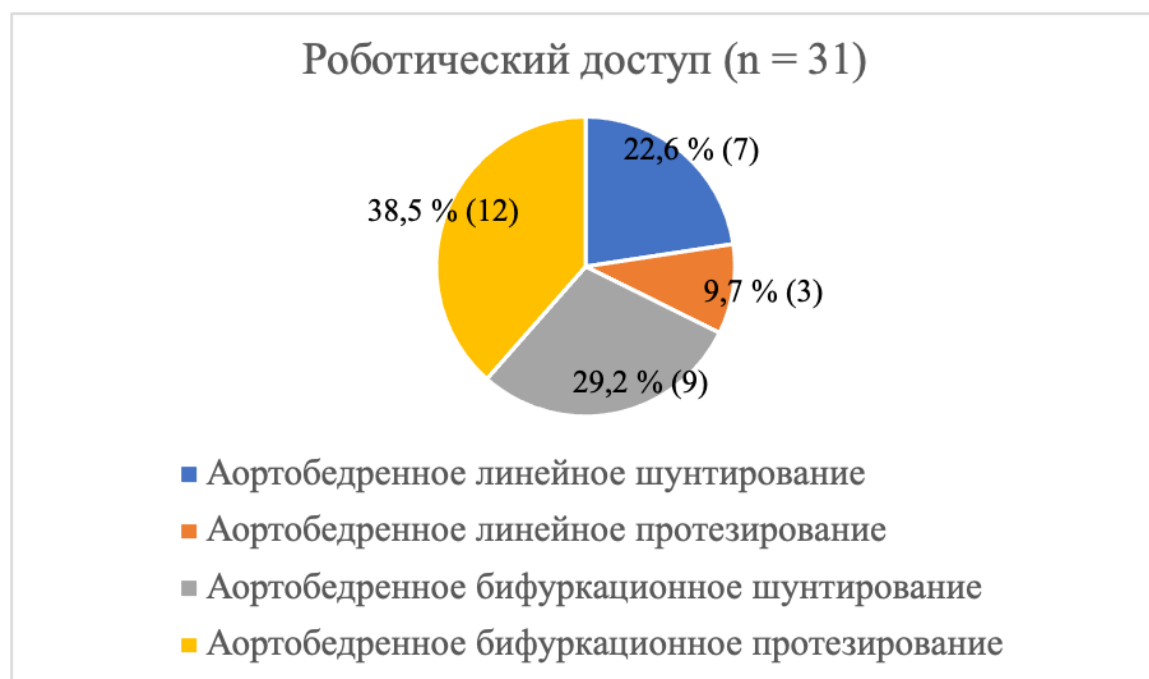


Рисунок 1 – Характеристика проведенных операций с использованием роботического доступа в процентном и количественном отношении

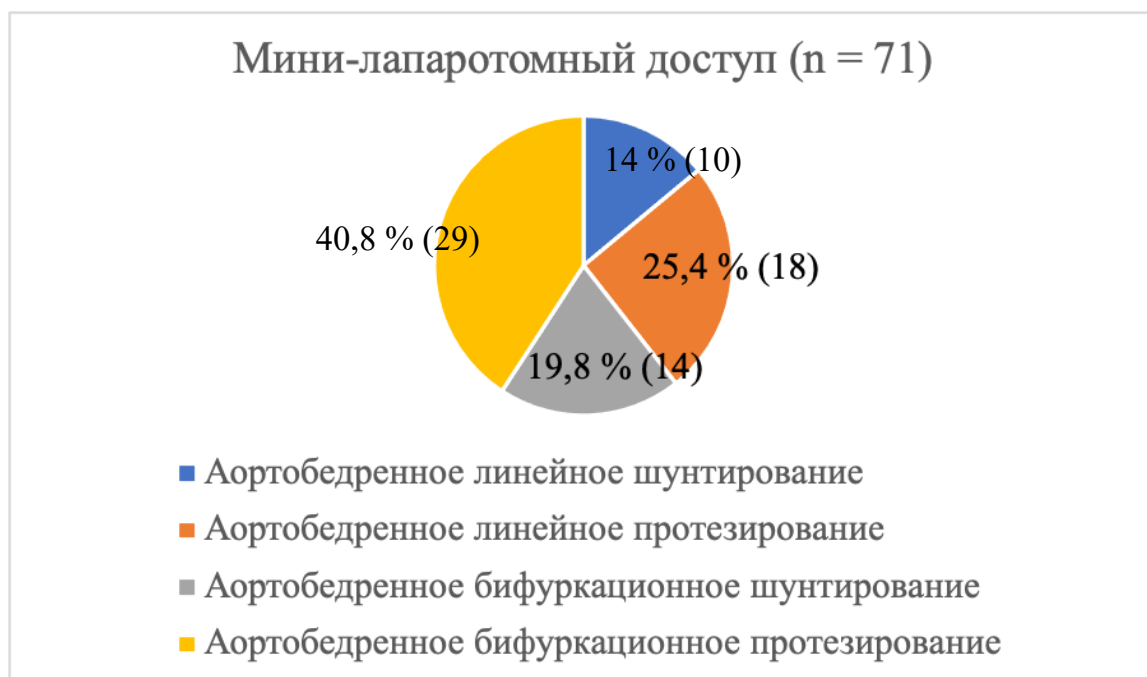


Рисунок 2 – Характеристика проведенных операций с использованием мини-лапаротомного доступа в процентном и количественном отношении

В группе 1 чаще выполнялось аортобедренное бифуркационное протезирование (12/31 – 38,5 %), что в соотношении из общего количества пациентов группы 1 составило 1 : 2,5. В группе пациентам прооперированных с использованием мини-лапаротомного доступа, так же в большем количестве было проведено аортобедренное бифуркационное протезирование (29/71 – 40,8 %), что в соотношении из общего количества пациентов группы 2 составило 1 : 2,4. Сравнительный анализ частоты различных типов операций для группы 1 и группы 2 представлены в «Таблице 3», группы были сопоставимы по типам, выполненных вмешательств.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика методов хирургического лечения заболеваний брюшной аорты и используемых доступов в исследуемых группах.

Параметры	Группа 1 (роботический доступ) n = 31	Группа 2 (мини- лапаротомный доступ) n = 71	p =
Аортобедренное линейное шунтирование, n (%)	7 (22,6)	10 (14)	0,386
Аортобедренное линейное протезирование, n (%)	3 (9,7)	18 (25,4)	0,109

Продолжение таблицы 3

Параметры	Группа 1 (роботический доступ) n = 31	Группа 2 (мини- лапаротомный доступ) n = 71	p =
Аортобедренное бифуркационное шунтирование, n (%)	9 (29,2)	14 (19,8)	0,313
Аортобедренное бифуркационное протезирование, n (%)	12 (38,5)	29 (40,8)	1,000

Статистическая обработка данных. Был применен пакет статистических программ Statistica 8.0, StatSoft, Inc, США. Количественные показатели сравнивали, используя модуль описательной статистики: среднее арифметическое значение (M), стандартное отклонение (SD) медиана и границы первого и третьего квартилей. Парные групповые сравнения проводились при помощи t-критерия и критериев Манна-Уитни, хи-квадрат и точного критерия Фишера. Различия считались достоверными при величине $p < 0,05$. Корреляция между величинами рассчитывались параметрическим методом, путем определения коэффициента корреляции Пирсона (r). Корреляция интерпретировалась при помощи шкалы Чеддока: слабой при $r < 0,3$, средней при $0,3 < r < 0,5$, сильной при $0,5 < r < 0,7$, и очень сильной $r > 0,7$.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выполнен сравнительный анализ, включенных в исследование интраоперационных параметров, группы 1 и группы 2 «Таблица 4».

Таблица 4 – Сравнительная характеристика интраоперационных показателей группы 1 и группы 2

Параметры	Группа 1 (роботический доступ), n = 31	Группа 2 (мини- лапаротомный доступ), n = 71	p =
Средняя длительность операции, мин (Me $\pm$ SD)	135 $\pm$ 35,859	240 $\pm$ 104,003	<0,0001
Среднее время пережатия аорты, мин (Me $\pm$ SD)	19 $\pm$ 5,850	49 $\pm$ 8,352	<0,0001

Продолжение таблицы 4

Параметры	Группа 1 (роботический доступ), n = 31	Группа 2 (мини- лапаротомный доступ), n = 71	p =
Конверсия (в полную срединную лапаротомию), n (%)	3 (9,6)	0 (0)	0,026
Объем интраоперационной кровопотери, мл (Me $\pm$ SD)	400 $\pm$ 300,027	700 $\pm$ 1185,297	0,169

Анализ показал, что средняя длительность операции, среднее время пережатия аорты были статистически значимо ниже в группе 1 (роботический доступ) по сравнению с группой 2 (мини-доступ) – $p < 0,0001$ и $p < 0,0001$ соответственно. Объем интраоперационной кровопотери не имел статистически значимого различия ($p = 0,169$). Необходимо отметить, что в 3-х случаях (9,6 %) у пациентов 1-й группы потребовалась конверсия процедуры из роботического доступа в полную срединную лапаротомию, в то время как при мини-лапаротомном доступе не было случаев конверсии ($p = 0,026$).

Анализ общей частоты осложнений, развившихся в интра- и раннем послеоперационном периоде у больных группы 1 показал, что всего осложнения были зарегистрированы в 9 (29 %) случаях. Наиболее частыми осложнениями были кровотечение из шунта, которое развилось в 4-х (12,9 %) случаях и тромбоз шунта, который развился также в 4-х (12,9 %) случаях «Рисунок 3».

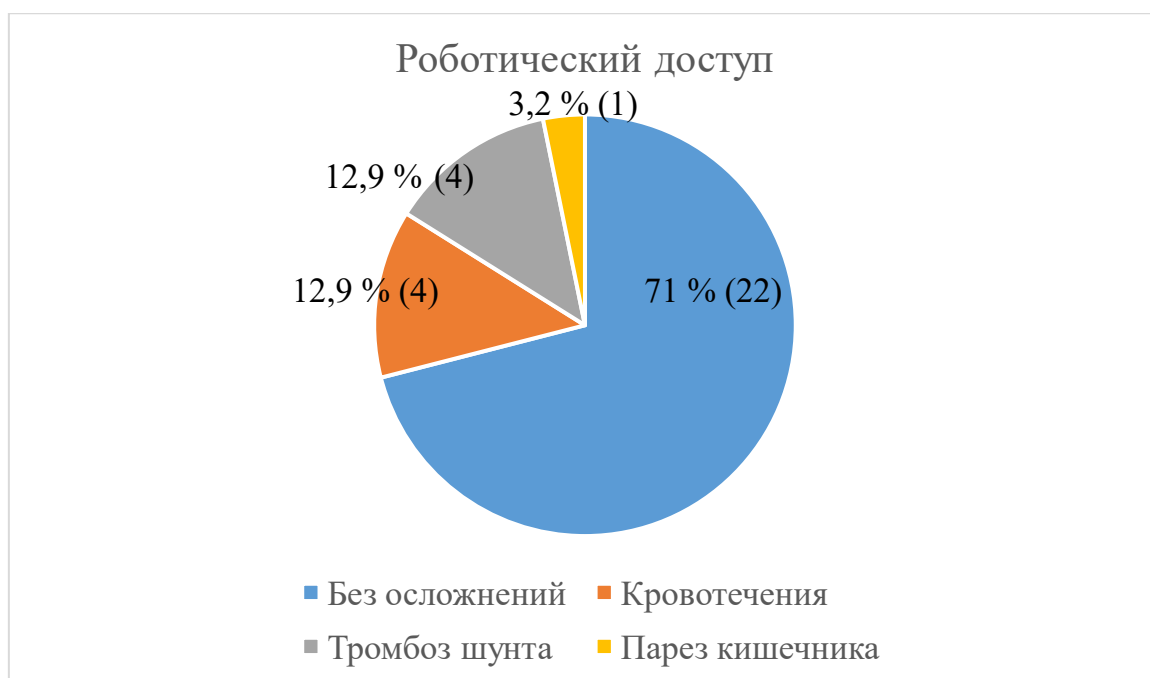


Рисунок 3 – Осложнения в интра- и раннем послеоперационном периоде при использовании роботического доступа

Характеристика осложнений интра- и раннего послеоперационного периодов при применении роботического доступа (группа 1) представлена в «Таблице 5».

Таблица 5 – Характеристика осложнений в интра- и раннем послеоперационном периоде у пациентов группы 1

Параметры	Группа 1 (роботический доступ), n = 31
Интраоперационные осложнения:	
Кровотечение, n (%)	4 (12,9)
Тромботические осложнения (тромбоз шунта), n (%)	1 (3,2)
Осложнения в раннем послеоперационном периоде:	
Тромботические осложнения (тромбоз шунта), n (%)	3 (9,6)
Лимфорея нижних конечностей, n (%)	0 (0)
Поверхностное инфицирование послеоперационной раны, n (%)	0 (0)
Парез кишечника, n (%)	1 (3,2)
Всего осложнений, n (%)	9 (29)

Во всех 4-х (12,9 %) случаях развившееся кровотечение из шунта было остановлено интраоперационно путем накладывания дополнительных одиночных узловых швов. В 1-м (3,2 %) случае интраоперационно развившийся тромбоз шунта потребовал выполнения тромбэктомии, а 3 (9,6 %) случая тромбоза шунта, развившегося в раннем послеоперационном периоде потребовало реоперации с выполнением полной срединной лапаротомии и тромбэктомии. Парез кишечника наблюдался у 1 (3,2 %) пациента, разрешить его удалось при помощи назогастрального дренирования, медикаментозной стимуляции кишечника и проведением очистительных клизм. Случаев лимфореи и поверхностного инфицирования послеоперационной раны не было.

Анализ общей частоты осложнений, развившихся в интра- и раннем послеоперационном периоде у больных группы 2 показал, что всего осложнения были зарегистрированы в 18 (28 %) случаях. К более частым осложнениям при применении мини-лапаротомного доступа следует отнести лимфорею (7 – 9,8 % пациентов) из послеоперационных ран на бедрах, а также инфекционные осложнения в виде поверхностного инфицирования послеоперационной раны (6 – 8,4 % пациентов) «Рисунок 4».

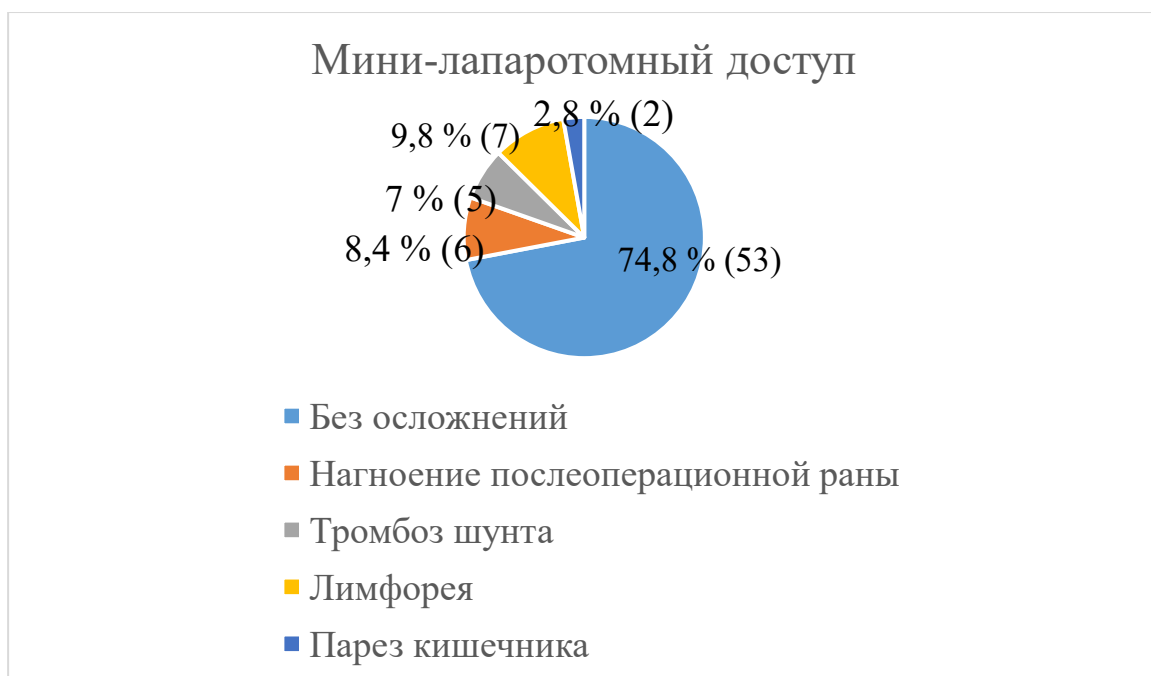


Рисунок 4 – Осложнения в интра- и раннем послеоперационном периодах при использовании мини-лапаротомного доступа

Характеристика осложнений интра- и раннего послеоперационного периодов при применении мини-лапаротомного доступа (группа 2) представлена в «Таблице 6».

Таблица 6 – Характеристика осложнений в интра- и раннем послеоперационном периоде у пациентов группы 2

Параметры	Группа 2 (мини-лапаротомный доступ), n = 71
Интраоперационные осложнения:	
Кровотечение, n (%)	0 (0)
Тромботические осложнения (тромбоз шунта), n (%)	2 (2,8)
Осложнения в раннем послеоперационном периоде:	
Тромботические осложнения (тромбоз шунта), n (%)	3 (4,2)
Лимфорея нижних конечностей, n (%)	7 (9,8)
Поверхностное инфицирование послеоперационной раны, n (%)	6 (8,4)
Парез кишечника, n (%)	2 (2,8)
Всего осложнений, n (%)	18 (28)

В группе 2 случаев кровотечения из шунта не было, в 2-х (2,8 %) случаях интраоперационно развившийся тромбоз шунта потребовал выполнения тромбэктомии, а 3 (4,2 %) случая тромбоза шунта, развившегося в раннем послеоперационном периоде потребовало реоперации с выполнением полной срединной лапаротомии и тромбэктомии. Парез кишечника наблюдался у 2-х (2,8 %) пациентов, разрешить его удалось при помощи назогастрального дренирования, медикаментозной стимуляции кишечника и проведением очистительных клизм. Во всех 7-и (9,8 %) случаях лимфорей проводилось компрессионное бинтование в течение 1 – 2-х суток эластическим бинтом с переменной повязок при ее намокании. Все случаи завершились первичным заживлением без явлений инфицирования протеза. При наличии поверхностного инфицирования раны (6 – 8,4 % случаев) проводилось консервативное лечение в виде антибактериальной терапии цефалоспоридами 3-го поколения, а также местная обработка послеоперационной раны антисептическими растворами в течении 7-и дней, все случаи завершились первичным заживлением. Результаты сравнительного анализа осложнений, частоты реопераций, продолжительности

койко-дня в стационаре, выживаемости в 30-ти дневный период для групп 1 и 2 представлены в «Таблице 7».

Таблица 7 – Сравнительная характеристика результатов хирургического лечения пациентов в исследуемых группах 1 и 2

Параметры	Группа 1 (роботический доступ), n = 31	Группа 2 (мини- лапаротомный доступ), n = 71	p =
Осложнения: (интраоперационные), n (%)	5 (16,1)	2 (2,8)	0,026
- кровотечение, n (%)	4 (12,9)	0 (0)	0,007
- тромботические осложнения (тромбоз шунта), n (%)	1 (3,2)	2 (2,8)	1,000
Осложнения: (ранние послеоперационные), n (%)	1 (3,2)	15 (21,1)	0,035
- лимфорея, n (%)	0 (0)	7 (9,8)	0,098
- поверхностное инфицирование послеоперационной раны, n (%)	0 (0)	6 (8,5)	0,174
- парез кишечника, n (%)	1 (3,2)	2 (2,8)	1,000
Частота реопераций в раннем послеоперационном периоде, n (%)	3 (9,6)	3 (4,2)	0,365
Койко-день в стационаре Me [Q1 – Q3]	9 [7,75 – 13]	11 [10 – 13]	0,0136
Выживаемость в 30-ти-дневный период, n (%)	31 (100)	71 (100)	1,000

Анализ показал, что интраоперационные осложнения статистически значимо чаще развились у пациентов группы 1 по сравнению с группой 2 ($p = 0,026$), что связано с большей частотой кровотечений из шунта ($p = 0,007$) в группе 1. В то время как для группы 2 характерна статистически значимо более частая встречаемость осложнений в раннем послеоперационном периоде ($p = 0,035$) по сравнению с группой 1. Это обусловлено более частой встречаемостью лимфорей и поверхностного инфицирования послеоперационной раны, которые, однако, не достигли статистически значимой разницы. Продолжительность койко-дня не имела различий между группами. Летальных случаев не было и соответственно выживаемость составила 100 % в обеих группах.

Сравнительный анализ малоинвазивных доступов в хирургии брюшного отдела аорты представлен в «Таблице 8».

Таблица 8 – Сравнительная характеристика малоинвазивных доступов в хирургии брюшного отдела аорты

Параметры	Группа 1 (роботический доступ) n = 31	Группа 2 (мини-лапаротомный доступ) n = 71
Визуализация оперативного поля	3D	мини-ассистент
Число степеней свободы движения механической системы	7	6
Обратная тактильная связь	–	+
Наличие кожных разрезов длиной более 5 см (5 – 10 см)	–	+
Создание пневмоперитонеума	+	–
Послеоперационный болевой синдром по ВАШ, баллы	2	5

Данные, представленные в «Таблице 8», отражают тот факт, что визуализация операционного поля (3D или мини-ассистент) различается в зависимости от выбранного хирургом доступа (роботический или мини-лапаротомный). В этой связи хирург изначально может выбрать более удобный для него вариант визуализации операционного поля.

Отдельное значение имеет такой параметр, как число степеней свободы механической системы, которое определяется числом вращательных и поступательных движений объекта относительно его положения внутри пациента. Так, при использовании роботического доступа число степеней свободы движения равняется 7-и, при мини-лапаротомном – 6-ти. Соответственно, при прочих равных условиях роботическая рука позволяет сделать на 1 движение больше и тем самым обеспечивает большую степень свободы манипуляций, по сравнению с кистью хирурга, что отражает преимущество роботической техники. К преимуществам роботического доступа необходимо отнести и отсутствие разрезов более 5 см. Однако, необходимо учитывать и тот факт, что при роботическом доступе необходимо создание пневмоперитонеума, который может привести к развитию таких осложнений, как повреждение кишечной стенки. В тоже время, мини-лапаротомный доступ имеет свои технические преимущества по сравнению с роботическим, к которым необходимо отнести полную тактильную обратную связь.

Отдельное значение имеет интенсивность болевого синдрома после операции. Нами определено, что в группе с использованием мини-лапаротомного доступа этот показатель (по шкале ВАШ) составил 5 баллов, с использованием роботического доступа – 2 балла, что

указывает на преимущества роботического метода. а в случаях конверсии роботического доступа в полную срединную лапаротомию – 7 баллов. Представленные нами, сравнительные характеристики малоинвазивных доступов, применяемых в хирургии брюшной аорты, отражают не только преимущества и недостатки каждого из анализируемых методов, но и указывают на то, что соотношение преимущество/недостаток метода по числу положительных факторов склоняется в пользу роботического метода.

Было проведено исследование по сопоставлению и соотношению длины разреза, выраженности послеоперационного болевого синдрома и силы натяжения брюшного ретрактора в группе пациентов, прооперированных с использованием мини-лапаротомного доступа. Сила натяжения брюшного ретрактора измерялась с использованием электрического динамометра (единица измерения – Ньютон). За основу расчета была взята формула для расчета натяжения на нескольких нитях. Для этого была использована формула: $T = 2g (m1) (m2) / m1 + m2$. Масса бранши ретрактора рассчитывалась по формуле $m = F / g$. При мини-лапаротомном доступе натяжение брюшного ретрактора проводилось не в вертикальной позиции с использованием грузов, а в горизонтальной, где условные участки нити натяжения находились на равноудаленных участках 2-х противоположных ретракторов, что соответственно приводит к тому, что в любом случае сила натяжения в каждом из участков будет одинаковым, даже если оба конца будут натягиваться горизонтально и силами разных величин. Расчет силы натяжения ретрактора при длине кожного разреза 5 – 6 см, 7 – 8 см, 9 – 10 см проводился на равноудаленных участках ретрактора, где $m1$ – масса бранши ретрактора с одной стороны и $m2$ – масса бранши ретрактора с другой равноудаленной стороны, g – ускорение силы тяжести и составила:

1. для длины разреза 5 – 6 см: $T = 2 (9,8) (35*30) / 35 + 30$; $T = 19,6*1050 / 65$; $T = 316,6$ Ньютон; $m1 = 343 / 9,8 = 35$ кг, $m2 = 294 / 9,8 = 30$ кг,
2. для длины разреза 7 – 8 см: $T = 2 (9,8) (29*26) / 29 + 26$; $T = 19,6*754 / 55$; $T = 268,7$ Ньютон; $m1 = 282/9,8 = 29$ кг, $m2 = 255 / 9,8 = 26$ кг,
3. для длины разреза 9 – 10 см: $T = 2(9,8) (25*24) / 25 + 24$; $T = 19,6*600 / 49$; $T = 240$ Ньютон; $m1 = 245 / 9,8 = 25$ кг; $m2 = 236 / 9,8 = 24$ кг.

Сравнительная характеристика силы натяжения ретрактора на переднюю брюшную стенку к выраженности болевого синдрома при мини-лапаротомном доступе представлена в «Таблице 9».

Таблица 9 – Сравнительная характеристика силы натяжения ретрактора на переднюю брюшную стенку к выраженности болевого синдрома при мини-лапаротомном доступе

Длина кожного разреза, см.	Сила натяжения ретрактора на брюшную стенку, Ньютон	Выраженность болевого синдрома по ВАШ (баллы)	Количество пациентов в группе 2 (n = 71), n (%)	p
5 – 6	316,6 ± 1,188	5	18 (25,3)	p¹⁻² < 0,0001
7 – 8	268,7 ± 0,318	4	23 (32,3)	p²⁻³ < 0,0001
9 – 10	240 ± 0,861	3	30 (42,4)	p¹⁻³ < 0,0001

П р и м е ч а н и е – 1 – длина кожного разреза 5 – 6 см, 2 – длина кожного разреза 7 – 8 см, 3 – длина кожного разреза 9 – 10 см

Разрезы длиной 5 – 6 см были выполнены 18-ти пациентам (25,3 %), при этом давление баншей ретрактора составило 316,6 Ньютон, а выраженность болевого синдрома оценивалась в 5 баллов. Разрезы длиной 7 – 8 см были выполнены 23-м пациентам (32,3 %), при этом давление баншей ретрактора составило 268,7 Ньютон, а выраженность болевого синдрома оценивалась в 4 балла. Разрезы длиной 9 – 10 см были выполнены 30-ти пациентам (42,4 %), при этом давление баншей ретрактора составило 240 Ньютон, а выраженность болевого синдрома оценивалась в 3 балла. На этом основании можно заключить, что 9 – 10 см – это оптимальный размер длины разреза в группе мини-лапаротомии, при котором достигается наименьшая степень выраженности болевого синдрома и наименьшая сила давления на мягкие ткани передней брюшной стенки.

Была составлена кривая обучения процедуре с использованием роботического доступа. Использованы критерии производительности, выражающиеся в количестве проведенных операций за 2022 г. (16 процедур) и за 2023 г. (15 процедур), критерий максимальной и минимальной продолжительности выполнения процедуры «Рисунок 5» и «Рисунок 6».

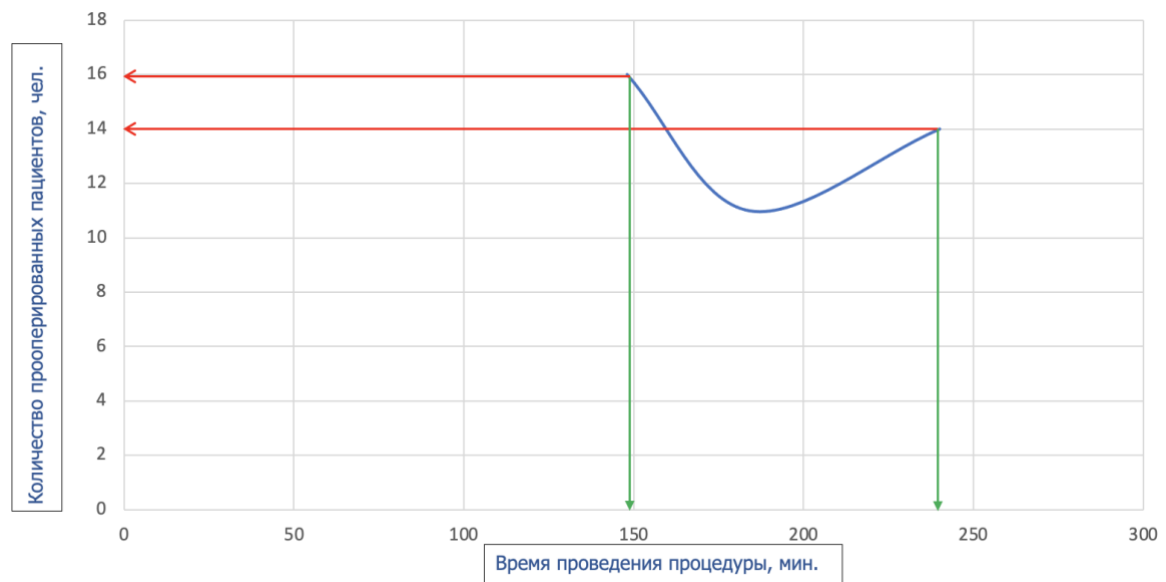


Рисунок 5 – Кривая обучения операций с использованием роботического доступа за 2022 г.

Минимальное время операций с применением роботического доступа в 2022 г. составило 148 мин, и достигло этого значения с учетом проведения 11 процедур.

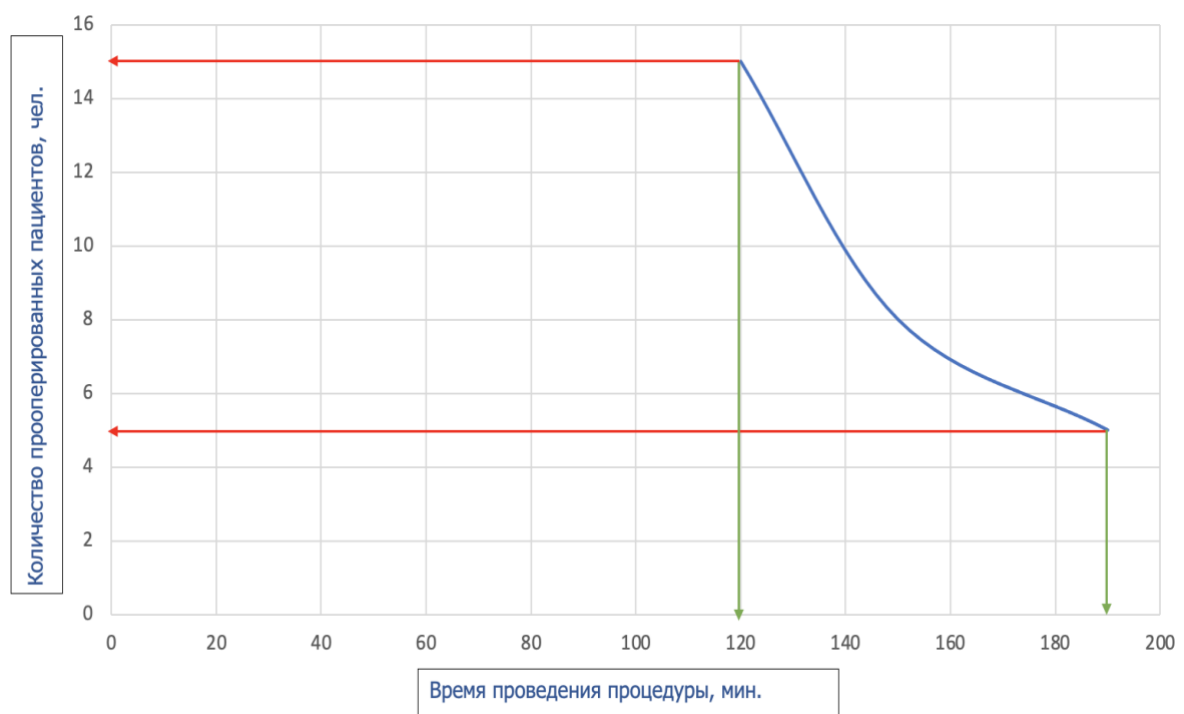


Рисунок 6 – Кривая обучения операций с использованием роботического доступа за 2023 г.

Минимальное время операций с применением роботического доступа в 2023 г. составило 120 мин., и достигло этого значения с учетом проведения 8 процедур.

Анализ количества осложнений за весь период освоения роботической методики представлен в «Таблице 10».

Таблица 10 – Осложнения при роботической методике за весь период ее освоения

Параметры	Операции 2022 г. (n = 16)	Операции 2023 г. (n = 15)	Общее число операций за 2022 – 2023 гг. (n = 31)
Кровотечение, n (%)	3 (18,7)	1 (6,7)	4 (12,9)
Тромботические осложнения (тромбоз шунта), n (%)	2 (12,5)	2 (13,3)	4 (12,9)
Лимфорей нижних конечностей, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Поверхностное инфицирование послеоперационной раны, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Парез кишечника, n (%)	1 (6,3)	0 (0)	1 (3,2)
Всего осложнений, n (%)	6 (37,5)	3 (20)	9 (29)

По характеру осложнений мы видим, что за 2022 г. наблюдалось у 3-х пациентов (9,6 %) кровотечение, у 2-х (6,4 %) – тромботические осложнения, потребовавшие проведение тромбэктомии и конверсии в полную срединную лапаротомию и 1 случай (3,2 %) пареза кишечника, пролеченный консервативно.

За 2023 г. у 1-го пациента (3,2 %) наблюдалось кровотечение, у 2-х (6,4 %) – тромботические осложнения, потребовавшие проведение тромбэктомии и только в 1 случае была конверсия в полную срединную лапаротомию. Таким образом, есть прямо пропорциональная зависимость между длительностью операций, количеством выполняемых процедур и количеством послеоперационных осложнений. Так в 2022 г. если самая длительная операция выполнялась в течении 240 мин. (14 процедур), то в 2023 г. уже в течении 190 мин. (5 процедур). Минимальная длительность операция в 2022 г. составила 148 мин и была достигнута при выполнении 11 процедур, а в 2023 г. минимальная длительность операции составила 120 мин, что было достигнуто при выполнении 15 процедур. В то же время, если количество послеоперационных осложнений в 2022 г. составило 6 (19,3 %), то в 2023 г. уже 3 (9,6 %) от общего количества осложнений в данной группе. Анализ смоделированной кривой обучения позволяет сделать заключение, что при

освоении роботической методики период в 18 мес. и выполнение 31-й процедуры позволяет снизить как продолжительность процедуры, так и количество осложнений.

ВЫВОДЫ

1. Применение роботического доступа по сравнению с мини-лапаротомным при хирургии брюшного отдела аорты сопряжено с более низкими значениями средней длительности операции ($135 \pm 35,859$ против $240 \pm 104,003$, $p < 0,0001$) и среднего времени пережатия аорты ($19 \pm 5,850$ против $49 \pm 8,352$, $p < 0,0001$), большей частотой конверсий в полную срединную лапаротомию ($3 / 9,6 \%$ против $0 / 0 \%$, $p = 0,026$).
2. Применение роботического доступа по сравнению с мини-лапаротомным доступом чаще сопровождается интраоперационными осложнениями ($5 / 16,1 \%$ против $2 / 2,8 \%$, $p = 0,026$), что связано с большей частотой развития кровотечений из шунта ($4 / 12, 9 \%$ против $0 / 0 \%$, $p = 0,007$), обусловленными отсутствием обратной тактильной связи и устраняемыми наложением одиночных узловых швов.
3. В раннем послеоперационном периоде частота осложнений выше при применении мини-лапаротомного доступа в хирургии брюшного отдела аорты по сравнению с роботическим ($1 / 3,2 \%$ против $15 / 21,1 \%$, $p = 0,035$), что связано с более частой встречаемостью лимфореи, поверхностного инфицирования послеоперационной раны и сопряжено с увеличением койко-дня ($9 [7,75 - 13]$ против $11 [10 - 13]$, $p = 0,0136$).
4. Оптимальным размером длины кожного разреза при мини-лапаротомии в хирургии брюшного отдела аорты является кожный разрез размером 9 – 10 см, при котором достигается наименьшая сила давления на мягкие ткани передней брюшной стенки ($240 \pm 0,861$ Ньютон) и наименьшая степень выраженности болевого синдрома (3 балла по ВАШ).
5. Смоделированная кривая обучения показывает, что минимальное освоение роботической методики происходит за период в 18 мес. и при выполнении 31-й процедуры, позволяя снизить как продолжительность процедуры, так и количество осложнений.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При операциях на брюшной аорте и выборе роботического или мини-лапаротомного доступа оперирующему хирургу необходимо учитывать как преимущества, так и недостатки каждого из методов, которые включают в себя визуализацию операционного поля, число степеней свободы манипуляций, длину кожного разреза, необходимость

пневмоперитонеума, обратную тактильную связь и интенсивность болевого синдрома в послеоперационном периоде.

2. Длину кожного разреза при мини-лапаротомном доступе у пациентов с патологией брюшной аорты необходимо определять с учетом выраженности болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде по шкале ВАШ (5 баллов при длине разреза 5 – 6 см, 4 балла при длине разреза 7 – 8 см, и 3 балла при длине разреза 9 – 10 см).

3. Для подготовки специалистов, планирующих проводить операции с использованием роботического доступа важным аспектом в освоении данной методики является анализ количества выполняемых процедур с эквивалентом в их качество путем оценки характеристик интра- и послеоперационных осложнений, возникающий за период в 18 мес. и проведением, как минимум 31 процедуры одним специалистом.

СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Комаров, Р.Н. Лапароскопическое аорто-бедренное бифуркационное протезирование инфраренального отдела аорты при синдроме Лериша / Р.Н. Комаров, **Е.Г. Третьяков**, Б.М. Тлисов [и др.] // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2024. – Т. 17. – № 4. – С. 470–474.
2. Комаров, Р.Н. Малоинвазивные доступы в хирургии брюшного отдела аорты / Р.Н. Комаров, **Е.Г. Третьяков**, Е.А. Голубов // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2024. – Т. 17. – № 5. – С. 527–531.
3. Комаров, Р.Н. Минилапаротомный и робот-ассистированный доступы в хирургии брюшного отдела аорты / Р.Н. Комаров, А.А. Долганов, В.В. Плечев, **Е.Г. Третьяков** [и др.] // Госпитальная медицина. Наука и практика. – 2024. – Т. 7. – № 3. – С. 29 – 32.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АБА – Аневризма брюшной аорты;

ВАШ – Визуальная аналоговая шкала боли;

ИМТ – Индекс массы тела