

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*На правах рукописи*

Бахишев Тарлан Энвербегович

**Робот-ассистированные реконструкции при стенно-окклюзионном  
поражении аорто-подвздошного сегмента**

3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия

Диссертация  
на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Научный руководитель  
доктор медицинских наук, доцент  
Виноградов Роман Александрович

Краснодар – 2025

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	14
1.1. Развитие робототехники .....	14
1.2. Развитие эндовидеохирургии в сердечно-сосудистой хирургии .....	21
1.3. Использование робототехники в хирургии аорты.....	27
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	38
2.1. Клинико-anamнестическая характеристика и методология исследования.....	38
2.2. Открытые оперативные вмешательства.....	46
2.3. Технический аспект выполнения робот-ассистированных вмешательств при окклюзионно-стенотическом поражении аорто- подвздошного сегмента.....	50
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОТКРЫТЫХ И РОБОТ-АССИСТИРОВАННЫХ РЕКОНСТРУКЦИЙ АОРТО-ПОДВЗДОШНОГО СЕГМЕНТА.....	71
3.1. Госпитальные результаты открытых и робот-ассистированных реконструкций аорто-подвздошного сегмента.....	71
3.1.1. Осложнения в госпитальном периоде после открытых и робот- ассистированных вмешательств.....	79
3.2. Отдаленные результаты открытых и робот-ассистированных реконструкций аорто-подвздошного сегмента.....	84
3.2.1. Показатели выживаемости после открытых и робот- ассистированных операций.....	84
3.2.2. Возникновение грыж послеоперационного рубца после открытых и робот-ассистированных вмешательств.....	88
3.3. Определение предикторов осложнений в раннем послеоперационном периоде после реконструктивных операций на аорто-подвздошном сегменте.....	90

3.4. Оценка экономической эффективности использования робота da Vinci при выполнении реконструкций аорто-подвздошного сегмента.....	93
3.5. Оценка кривой обучаемости на работе da Vinci.....	98
3.6. Оценка качества жизни пациентов после реконструкций аорто-подвздошного сегмента .....	105
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ .....	117
4.1. Обсуждение госпитальных послеоперационных результатов и осложнений реконструкций аорто-подвздошного сегмента после открытых и робот-ассистированных реконструкций.....	117
4.2. Обсуждение отдаленных результатов открытых и робот-ассистированных реконструкций .....	120
4.3. Обсуждение факторов риска возникновения осложнений после открытых и робот-ассистированных реконструкций аорто-подвздошного сегмента.....	122
4.4. Определение показаний и противопоказаний для выполнения робот-ассистированных реконструкций аорто-подвздошного сегмента.....	124
4.5. Оценка экономической эффективности использования робот-ассистированных реконструкций аорто-подвздошного сегмента.....	126
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	128
ВЫВОДЫ.....	131
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	133
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	134
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	136

## ВВЕДЕНИЕ

### **Актуальность темы исследования и степень ее разработанности**

На сегодняшний день лечение заболеваний аорто-подвздошного сегмента остается одной из наиболее актуальных проблем сосудистой хирургии. Оклюзионно-стенотические поражения аорто-подвздошного сегмента и артерий нижних конечностей составляют до 20% от всех заболеваний сердечно-сосудистой системы [37]. По данным R. B. Rutherford и соавт. (2005), у 90% пациентов с симптомами артериальной недостаточности нижних конечностей выявляется распространенное поражение сосудов: при этом у 65% поражены как аорто-подвздошный, так и бедренно-подколенный сегменты [122].

Основным методом лечения патологии аорто-подвздошного сегмента является хирургическое лечение. За небольшой период существования хирургии аорто-подвздошного сегмента было разработано множество техник хирургических вмешательств с применением различных видов специализированных хирургических инструментов, усовершенствовано анестезиологическое пособие, разработаны различные виды доступов: от широкой лапаротомии до различных ретроперитонеальных доступов [4]. Усовершенствование хирургических вмешательств привело к развитию малотравматичных доступов в открытой хирургии, к разработке и внедрению эндоваскулярной хирургии с внутрисосудистыми реконструкциями. Совершенствование методик в малоинвазивной хирургии также способствовало развитию эндовидеохирургических вмешательств – от лапароскопических до робот-ассистированных.

При всем многообразии существующих хирургических методов «золотым стандартом» лечения протяженных окклюзионно-стенотических поражений аорто-подвздошного сегмента остаются открытые реконструкции, как операции с наибольшей длительностью проходимости зон реконструкции [21]. Пятилетняя проходимость сосудистых протезов в аорто-подвздошном сегменте составляет 85–

90%, десятилетняя проходимость – 75-80% [68]. Учитывая положительные стороны открытой хирургии и стремление к уменьшению операционной травмы, в современной сосудистой хирургии активное развитие получили робот-ассистированные вмешательства.

Роботизированная хирургия является инновационным направлением в современной медицине [30]. Среди различных отраслей хирургии робот-ассистированные оперативные вмешательства являются одними из самых динамически развивающихся, их преимущества уже высоко оценили и хирурги, и пациенты [2].

Первые идеи использования робототехники в хирургии возникли еще 50 лет назад, когда группа исследователей NASA впервые разработала концепт роботизированной хирургии, однако ввиду плохой передачи сигнала проект был приостановлен [17]. Спустя годы в мире неоднократно осуществлялись попытки создать универсальный проект, который позволял бы выполнять малоинвазивные операции, результаты которых превосходили бы достижения открытых оперативных вмешательств [17, 30].

Началом новой эпохи развития роботизированной хирургии можно считать 1999 г., когда компания Computer Motion презентовала новый проект ZEUS [88]. Данный хирургический комплекс был разработан для кардиохирургических вмешательств (в 2001 г. выполнено первое робот-ассистированное маммарокоронарное шунтирование), однако далее произошла его валидизация в другие специальности. Широкому применению данного роботизированного хирургического комплекса препятствовал ряд недочетов: нечеткое изображение, которое требовало ношения 3D очков для преобразования двухмерного изображения, громоздкость комплекса. Также система блокировалась при неправильном расположении троакаров [34]. С закрытием компании Computer Motion в 2003 г. система ZEUS завершила свое существование. Началась новая эпоха компании Intuitive Surgical Inc. (Sunnyvale, CA, USA) и роботизированного хирургического комплекса da Vinci [42].

Бурное развитие эндоваскулярной хирургии и малый опыт

лапароскопической сосудистой хирургии являются основными факторами скромных результатов робот-ассистированных сосудистых вмешательств. С целью уменьшения операционной травмы и улучшения послеоперационного периода в сосудистую хирургию активно внедряли лапароскопию, однако длительность окклюзии и технические сложности выполнения анастомоза препятствовали использованию этого метода. С помощью роботизированных хирургических комплексов удастся преодолеть ограничения традиционных лапароскопических инструментов. Благодаря трехмерному изображению, 10-кратному увеличению, подвижности манипуляторов в 7-ми плоскостях, выполнение аорто-подвздошных реконструкций с использованием робототехники становится безопасным и малотравматичным методом оперативного лечения [2, 42].

Несмотря на развитие эндоваскулярной хирургии, выполнение аорто-бедренного шунтирования остается «золотым стандартом» лечения пациентов с окклюзионно-стенотической патологией аорто-подвздошного сегмента [31]. «Классическая» хирургическая техника, применяемая при окклюзионно-стенотическом поражении аорто-подвздошного сегмента, предполагает выполнение травматичных трансабдоминальных либо забрюшинных доступов к абдоминальному отделу аорты и подвздошным артериям, что связано с высокой кровопотерей, рисками инфекционных осложнений и длительным периодом реабилитации пациентов. Использование робот-ассистированных технологий в сосудистой хирургии может улучшить результаты открытых оперативных вмешательств: снизить кровопотерю и травматичность оперативных вмешательств, улучшить визуализацию и прецизионность движений, сократить время пребывания в стационаре и реабилитационный период пациента [109].

Существенный вклад в развитие робот-ассистированных операций в России внесли В.Н. Павлов и соавт. (2018), Ю.Л. Шевченко и соавт. (2019), А.В. Гавриленко и соавт. (2020), Ш.Б. Саая и соавт. (2020). Специалисты продемонстрировали первичный опыт выполнения робот-ассистированных вмешательств и госпитальные результаты. Однако не были даны оценки отдаленным результатам вмешательств, качеству жизни пациентов, экономической

эффективности выполнения робот-ассистированных операций. Таким образом, отсутствуют исследования, оценивающие в полном объеме результаты хирургического лечения пациентов с окклюзионно-стенотической патологией аорто-подвздошного сегмента. В связи с этим требуется дальнейшая разработка технических аспектов реконструктивных операций и исследования их результатов у этой сложной когорты больных.

С учётом ограниченного опыта в данной области, изучение результатов робот-ассистированных аорто-подвздошных реконструкций при окклюзионно-стенотических поражениях остаётся актуальным и требует дальнейшего научного обоснования.

### **Цель исследования**

Улучшить результаты хирургического лечения больных с атеросклеротическим окклюзионно-стенотическим поражением аорто-подвздошного сегмента путем выполнения робот-ассистированных вмешательств.

### **Задачи исследования**

1. Провести сравнительный анализ ранних послеоперационных результатов робот-ассистированных и открытых реконструкций аорто-подвздошного сегмента при окклюзионно-стенотическом поражении.
2. Изучить и провести анализ отдаленных результатов и осложнений открытых и роботических реконструкций аорто-подвздошного сегмента при атеросклеротическим окклюзионно-стенотическом поражении.
3. Выявить предикторы осложнений в раннем послеоперационном периоде после робот-ассистированных реконструкций пациентам с атеросклеротическим окклюзионно-стенотическим поражением аорто-подвздошного сегмента.
4. Определить показания и противопоказания к выполнению робот-ассистированного вмешательства.

5. Разработать технические аспекты робот-ассистированных реконструкций при окклюзионно-стенотической патологии аорто-подвздошного сегмента.

6. Оценить экономическую эффективность использования роботизированного комплекса при реконструктивных операциях на аорто-подвздошном сегменте.

### **Научная новизна**

1. Впервые проведен сравнительный анализ госпитальных и отдалённых (средний срок наблюдения – около 24 месяцев) результатов робот-ассистированных реконструкций аорто-подвздошного сегмента при стенозо-окклюзионном поражении с оценкой качества жизни пациентов.

2. Разработан способ наложения зажима на абдоминальный отдел аорты при выполнении робот-ассистированного вмешательства (патент РФ на изобретение № 2023125618/14(056571) от 05.10.2023).

3. Разработан способ обеспечения доступа к бедренным артериям при хирургическом вмешательстве в паховой области (патент РФ на изобретение № 2823938 от 03.07.2023)

4. Впервые издан атлас по робот-ассистированной сосудистой хирургии с пошаговым описанием всех этапов выполнения робот-ассистированных реконструкций аорто-подвздошного сегмента [3].

5. Впервые рассчитана экономическая эффективность выполнения робот-ассистированных вмешательств на аорто-подвздошном сегменте.

### **Теоретическая и практическая значимость исследования**

Получение новой информации о структуре послеоперационных осложнений в госпитальном и отдаленном периодах наблюдения после открытых и робот-ассистированных аорто-подвздошных реконструкций позволит оптимизировать исходы реваскуляризации у пациентов с атеросклеротическим окклюзионно-

стенотическим поражением аорто-подвздошного сегмента.

Изучение полного комплекса клинико-демографических, ангиографических, интраоперационных факторов, ассоциированных с развитием послеоперационных осложнений различных видов аорто-подвздошных реконструкций, будет способствовать повышению качества реализуемой реконструкции аорто-подвздошного сегмента в условиях хронической ишемии конечности.

Разработанные технические аспекты выполнения робот-ассистированных реконструкций аорто-подвздошного сегмента, способствуют минимизации рисков осложнений, снижению операционной травмы, улучшению послеоперационной реабилитации и повышению качества жизни пациентов.

Внедрение в практическую деятельность разработанного доступа к бедренным артериям позволит формировать дистальные анастомозы с ОБА с помощью робототехники, что позволит обойтись без стандартного бедренного доступа. Данный доступ уменьшит травматизацию, снизит количество осложнений и ускорит послеоперационную реабилитацию пациентов.

### **Методология и методы исследования**

В основу данной работы легли основные результаты исследований российских и зарубежных ученых в области лечения пациентов с использованием робот-ассистированных вмешательств у пациентов с патологией аорто-подвздошного сегмента. Для решения задач, которые были поставлены перед данным исследованием, проводились клинические и инструментальные исследования пациентов с атеросклеротическим поражением аорто-подвздошного сегмента и хронической артериальной недостаточностью на стационарном и амбулаторном этапах наблюдения, на базе ГБУЗ «Научно-исследовательского института – Краевая клиническая больница № 1 имени профессора С.В. Очаповского» (НИИ – ККБ № 1), г. Краснодар, Россия. Результаты исследований, полученные в ходе проведенной работы, подвергались статистической обработке. Исследование одобрено этическим комитетом Кубанского государственного

медицинского университета (протокол № 123, дата одобрения 08.09.2023).

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Пациенты после открытых реконструкций аорто-подвздошного сегмента ввиду большой операционной травмы имеют длительный период реабилитации в сравнении с пациентами после робот-ассистированных реконструкций.

2. Результаты хирургического лечения открытых и робот-ассистированных вмешательств сопоставимы, однако, длительность нахождения пациентов в стационаре и на листе нетрудоспособности у пациентов после робот-ассистированного вмешательства значительно меньше. Кроме того, значительно улучшено качество жизни после роботизированных реконструктивных вмешательств.

3. Разработан технический аспект выполнения реконструктивных вмешательств на аорто-подвздошном сегменте при окклюзионно-стенотическом поражении с использованием робота da Vinci.

### **Внедрение результатов исследования в практику**

Научные положения и практические рекомендации, полученные в результате проведенного исследования, внедрены в клиническую практику отделения сосудистой хирургии №1 и №2 ГБУЗ «Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского» Минздрава Краснодарского края.

Материалы данного исследования применяются в образовательном процессе на кафедре кардиологии и кардиохирургии и кафедре ангиологии и сосудистой хирургии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России.

## **Степень достоверности и апробация результатов**

Диссертационная работа выполнена по плану научно-исследовательской работы в рамках фундаментальной темы НИИ.

Достоверность полученных результатов подтверждает достаточный объем выборки (188 пациентов), использование современных методов инструментальных исследований, непосредственное участие автора в сборе данных и их анализе, а также использование современных методов статистического анализа.

Основные положения диссертационного исследования доложены на XIV съезде хирургов России (Москва, 2022), XXXVIII Международной конференции «Горизонты современной ангиологии, сосудистой хирургии и флебологии» (Москва, 2023), XXIX Всероссийском съезде сердечно-сосудистых хирургов (Москва, 2023), Двадцать шестой ежегодной сессии Национального медицинского исследовательского центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева Минздрава России с Всероссийской конференцией молодых ученых (Москва, 2023), IV съезде Казахстанского общества сосудистых хирургов (Алматы, Казахстан, 2023), ежегодном 24-м конгрессе Азиатского общества сосудистых хирургов (Анталья, Турция, 2023), XXXIX Международной конференции «Горизонты современной ангиологии, сосудистой хирургии и флебологии» (Москва, 2024), ежегодном 25-м конгрессе Азиатского общества сосудистых хирургов (Бангкок, Таиланд, 2024), XXXX Международная конференция «Современные подходы в лечении заболеваний сосудов» (Санкт-Петербург, 2025), ежегодном 26-м конгрессе Азиатского общества сосудистых хирургов (Сингапур, 2025).

## **Личный вклад автора**

Автор принимал непосредственное участие в проведении операций на аорто-подвздошном сегменте и курировал пациентов в периоперационном периоде. Им лично выполнен сбор материала, создана база данных, проведена статистическая

обработка. По теме диссертационной работы опубликованы статьи, разработаны технические аспекты выполнения аорто-подвздошных реконструкций с использованием робототехники, издан атлас с описанием всех робот-ассистированных вмешательств, а также получены патенты на способы обеспечения доступа к бедренным артериям (патент РФ на изобретение № 2823938 от 03.07.2023) и наложения зажима на брюшной отдел аорты (патент РФ на изобретение № 2023125618/14(056571) от 05.10.2023).

### **Публикации**

По результатам диссертационного исследования опубликовано 17 научных трудов, в том числе 4 статьи в изданиях перечня ВАК при Минобрнауки России и входящих в международную цитатно-аналитическую базу данных Scopus. Получено 2 патента РФ на изобретение. Соискатель является соавтором атласа по робот-ассистированной сосудистой хирургии.

### **Конфликт интересов**

Данное исследование не имело финансовой поддержки и было выполнено без наличия финансовых или иных конфликтов интересов.

### **Структура и объем диссертации**

Работа изложена на 155 страницах машинописного текста, состоит из введения, 4-х глав (обзора литературы, материалы и методы исследования, результаты собственных исследований и их обсуждение), заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы. Работа содержит 36 таблиц и 36 рисунков. Библиографический список включает 137 источников, из них – 95 зарубежных авторов.

## **Благодарности**

Автор выражает глубокую признательность академику РАН Владимиру Алексеевичу Порханову за инициативу в развитии робот-ассистированной сосудистой хирургии и всестороннюю поддержку, сделавшую возможным выполнение всех вмешательств. Искренняя благодарность адресуется профессору Владимиру Леонидовичу Медведеву за содействие и постоянную поддержку в развитии сосудистой роботической хирургии. Особая признательность выражается научному руководителю Роману Александровичу Виноградову за внимание, помощь и руководство в проведении исследования. Отдельные слова благодарности автор адресует родителям за терпение, понимание и постоянную поддержку на протяжении работы над диссертацией.

## ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. Развитие робототехники

Идея воспроизводства самого себя с помощью механической конструкции робота существовала в воображении человека последние 3 тыс. лет. Однако использование роботов в медицине имеет всего лишь 30-летнюю историю [88].

Применение роботов в хирургии обусловлено потребностью современного человека в достижении двух целей: удаленного управления (телеприсутствия) и выполнения повторяющихся и точных задач. Осуществление первой цели было достигнуто в 1951 г., когда Р. Герц, работая в Комиссии по атомной энергии (США), разработал первую механическую руку с телеуправлением для работы с опасными радиоактивными материалами [68]. Следующая цель была достигнута в 1961 г., когда Дж. Девол и Д. Энгельбергер разработали первого промышленного робота под названием Unimate для General Motors. Эти успешные эксперименты стали определяющими факторами для внедрения робототехники во все остальные промышленные области по всему миру [64, 130]. Впервые понятие «робот» упомянуто в 1920-х и 1940-х гг., когда К. С'арек и И. Азимов в своих трудах упоминали данную формулировку [56]. Официальное определение термина «робот» было опубликовано институтом роботов Америки в 1979 г., как «программируемый многофункциональный манипулятор, предназначенный для перемещения материалов, деталей, специализированных устройств посредством различных запрограммированных движений для выполнения задач» [45, 56].

Роботизированные технологии имеют непродолжительную историю, идея их применения в хирургии возникла более 50 лет назад [116]. Старт развитию был дан после начала сотрудничества NASA с исследовательским центром из Стэнфорда при поддержке военных США. Основная первоочередная концепция – телеприсутствие. Однако, данный проект не имел продолжения по причине плохой передачи сигнала, что затрудняло использование робототехнологий [3, 30].

История применения робототехники началась в конце 1980-х гг. с внедрения

роботизированной ортопедической системы ROBODOC (Integrated Surgical Systems, Сакраменто, США), разработанной для выполнения замены тазобедренного сустава [98]. Доктор Y.S. Kwoh и соавт. (1988) доложили о первом в мире случае использования в клинических условиях роботизированной хирургической системы PUMA 560 в 1985 г. при проведении пункции головного мозга [49]. Благодаря успешному опыту использования в клинических условиях PUMA 560 в нейрохирургии (1985) данный хирургический комплекс был применен (1988) при выполнении трансуретральной резекции предстательной железы [30, 88].

В 1995 г. для выполнения динамической компьютерной томографии (КТ) в нейрохирургии была разработана роботическая система MINERVA. Однако ее применение не имело развития ввиду существенного неудобства: требовалось постоянное нахождение пациента в аппарате КТ, что ограничивало его использование [52].

В это же время (1994) американская компания Computer Motion выпустила специальную роботизированную хирургическую систему AESOP (Automatic Endoscopic System for Optimal Positioning, США), которая была предназначена для автоматического определения положения эндоскопа. В последующем через два года у данной системы появилась функция голосового управления команды хирургов. Развитие AESOP позволило обеспечить 7 степеней свободы движений и фиксацию к операционному столу. Данные преимущества являлись основными, по мнению ряда авторов. Это позволяло выполнять вмешательства с использованием системы AESOP без вовлечения в операцию ассистентов. Уже к 1999 г. в мире было выполнено более 80 тыс. операций [27, 88].

Далее роботизированные технологии развивались в направлении дистанционной телероботической хирургии. Computer Motion после запуска проекта AESOP в 1994 г. спустя 5 лет выпустила проект ZEUS. С помощью инновационного хирургического комплекса было выполнено первое в мире робот-ассистированное маммарокоронарное шунтирование. Данный хирургический комплекс разрабатывался для кардиохирургии, однако преимущества и

возможности данной системы позволили использовать ее в различных специальностях. В частности, выполнена первая в мире трансатлантическая операция: хирург физически находился в Нью-Йорке, а пациент – в Страсбурге. Быстрая скорость передачи сигнала позволила выполнить вмешательства в дистанционном режиме. Применение хирургического комплекса было успешным, но имелся ряд минусов, которые препятствовали развитию данного направления: нечеткое изображение по причине ношения очков для 3D изображения с целью преобразования двухмерного изображения в трехмерное, размеры и громоздкость комплекса, что затрудняло размещение комплекса в неподготовленную операционную. Также при неправильном расположении троакаров система препятствовала выполнению оперативного вмешательства. Таким образом, американская компания Computer Motion в 2003 г. прекратила свое существования, однако в это время уже наблюдалось активное применение эндовидеохирургии. В 1999 г. была разработана хирургическая система da Vinci Intuitive Surgical Inc. (Саннивейл, штат Калифорния, США), которая являлась прямым конкурентом компании Computer Motion. В 2004 г. компания Intuitive Surgical Inc приобрела компанию Computer Motion [34].

С момента разработки (1999) по сегодняшний день роботизированный хирургический комплекс da Vinci является наиболее востребованным в эндовидеохирургии [34, 104]. По данным литературы, в 2017 г. в мире было установлено более 4400 систем для различных хирургических направлений: гинекологии, урологии, абдоминальной хирургии, торакальной хирургии, сердечно-сосудистой хирургии, хирургии головы и шеи и т. д. [34, 69, 106, 125, 136]. В 2018 г. за год в мире было выполнено более 1 млн роботических операций, при этом общее количество операций с использованием хирургической системы da Vinci достигло 7,2 млн. Только в нашей стране за 2023 г. проведено 4 812 операций, лидером по количеству стал НИИ – ККБ №1 им. проф. С.В. Очаповского (г. Краснодар), в котором находятся два хирургических комплекса: da Vinci Si и da Vinci Xi. В десяти городах России установлено более 40 робот-ассистированных комплексов da Vinci [3].

Все существующие роботизированные хирургические комплексы отличаются друг от друга по следующим основным критериям: тип консоли может быть открытого и закрытого типа; манипуляторы системы могут быть отдельными (и с тележкой либо фиксированными к операционному столу) либо быть в единой тележке; по управлению оптической камеры могут подразделяться на системы с ручным управлением, с голосовым управлением и с управлением взглядом; системы с наличием и отсутствием обратной тактильной связи [34, 44, 46, 66, 85, 119, 136-137]. В настоящее время применение роботизированной хирургической системы da Vinci является «золотым стандартом» в мире роботических комплексов [26, 49, 74, 76, 85, 119, 136-137].

В настоящее время существует линейка поколений хирургической системы da Vinci: standart (1999), da Vinci S (2006), da Vinci Si (2009), da Vinci Xi (2014), da Vinci SP (2019) [34, 86].

Роботизированные хирургические системы, такие как da Vinci, являются одним из величайших достижений современной хирургии [76, 85]. Эти системы позволяют значительно повысить точность, безопасность и эффективность хирургических вмешательств, открывая новые возможности в лечении пациентов. Основное преимущество заключается в минимально инвазивном подходе, который обеспечивает выполнение операций через небольшие разрезы. Это позволяет снизить операционную травму, уменьшить объем кровопотери, сократить риск инфекционных осложнений и ускорить восстановление пациентов [44, 46, 85].

Одной из ключевых особенностей системы является высокоточная визуализация. Хирург работает с трехмерным изображением высокого разрешения, которое предоставляет возможность видеть операционное поле с многократным увеличением. Это позволяет различать мельчайшие анатомические структуры, такие как нервы, сосуды и лимфатические узлы, что особенно важно при сложных вмешательствах, например, в онкологической хирургии или при работе с сосудами [34, 44, 46, 69, 76, 85, 126].

Манипуляторы системы da Vinci обладают уникальной маневренностью. Они способны вращаться на 540 градусов, что делает возможным доступ к

труднодоступным анатомическим зонам. Такая гибкость инструментов особенно ценна при работе в узких пространствах, например, в области таза или при реконструктивных операциях на сосудах. Кроме того, система устраняет дрожание рук хирурга, что минимизирует риск случайного повреждения тканей и обеспечивает стабильность движений даже при выполнении самых деликатных манипуляций [34, 44, 69, 76, 85, 106].

Эргономика системы также играет важную роль. Управление роботизированными инструментами осуществляется через консоль, что позволяет хирургу находиться в комфортной позе даже при длительных операциях. Это снижает физическое и психологическое напряжение, улучшая концентрацию и уменьшая вероятность ошибок [34, 44, 46, 69, 76, 85, 106, 126].

Система da Vinci универсальна и применяется в различных направлениях хирургии, включая урологию, кардиохирургию, гинекологию и онкологию. В каждой из этих областей робот позволяет выполнять операции с высокой точностью, которые раньше были возможны только с открытым доступом. Долгосрочные результаты таких вмешательств впечатляют: пациенты реже сталкиваются с осложнениями, быстрее возвращаются к привычной жизни, а функциональные результаты сохраняются на высоком уровне [34, 44, 46, 69, 76, 119, 127].

Роботизированные технологии продолжают развиваться, интегрируя искусственный интеллект, автоматизацию и телехирургию. Система da Vinci становится не только инструментом для выполнения операций, но и платформой для дальнейшего прогресса медицины. Она помогает обеспечить минимальный риск и максимальную эффективность лечения, делая хирургические вмешательства безопаснее и доступнее для пациентов [46, 69, 76].

Роботизированный хирургический комплекс da Vinci основан на принципах дистанционной телемедицины и является единственным и неоспоримым лидером в современной роботической хирургии [3, 30, 42]. Данный хирургический комплекс представлено тремя основными компонентами:

- консоль хирурга;

- тележка пациента (консоль пациента);
- оптическая система [3, 42].

Консоль хирурга является панелью управления всей системы, откуда врач-консольный хирург (оператор) управляет инструментами и камерой во время выполнения оперативного вмешательства при помощи двух джойстиков [3]. Трехмерное изображение, передающееся системой из двух параллельных камер, создает эффект погружения, что улучшает качество изображения, исчезает необходимость ношения специальных очков. Благодаря точной передаче движений хирурга на манипуляторов системы нивелируется тремор и обеспечивается возможность прецизионной диссекции тканей [3, 31, 42]. С усовершенствованием данного хирургического комплекса были созданы комфортные условия для консольного хирурга, так как уровень посадки хирурга у консоли можно регулировать [3].

Тележка пациента или консоль пациента является той частью системы, которая несет на себе рабочие манипуляторы и находится в прямом контакте с больным [3, 26]. Имеется 3 манипулятора с инструментами и один манипулятор с закрепленной в нем камерой, начиная с 4-го поколения da Vinci Xi. Инструменты EndoWrist, использующиеся для выполнения роботических операций, созданы по подобию запястья человека и имеют 7 степеней свободы движений: в то время как лапароскопические инструменты имеют 4 степени свободы движений (человеческая кисть имеет 6 степеней свободы движений). Набор инструментов разнообразен: зажимы, ножницы, иглодержатели, скальпель и т. д. (всего около 40 типов) [3].

Оптическая система или видеостойка – часть роботизированного хирургического комплекса (РХК) для обработки изображения с камеры, закрепленной на консоли пациента. Дополнительное оборудование располагается на стойке оборудования: инсуффлятор, коагулятор, аспиратор, ирригатор, источник света [3, 60].

В настоящее время, помимо работа da Vinci, существуют прочие роботизированные хирургические комплексы. Например, система Senhance

Surgical Robotic System, которая изначально носила название ALF-X и была разработана компанией Sofar (Италия) [3, 89]. Данный хирургический комплекс состоит из консоли хирурга, монитора с 3D-изображением, четырех роботических манипуляторов и лапароскопических инструментов, позволяющих добиться обратной тактильной связи, а также управления камерой с помощью глаз [56]. Также данный комплекс не связан с расходным материалом, многоразовые инструменты являются базовыми лапароскопическими, которые имеют ограничения в движении (четыре плоскости движений). Данный комплекс в основном используется в гинекологии и колопроктологии [111, 114, 122, 126].

В Южной Корее в 2015 г. была представлена роботическая система MSR-500 REVO-I, которая успешно прошла испытания на животных. С 2017 г. допущена к использованию в клинической практике Управлением по контролю качества продуктов и лекарств (FDA) Кореи. Однако в литературе отсутствуют сообщения о клиническом использовании данного роботического комплекса. Роботизированная система REVO-I имеет схожий принцип устройства с роботом da Vinci. Состоит из консоли хирурга, тележки пациентам с четырьмя роботическими манипуляторами, 3D камеры и многоразовых инструментов. Учитывая отсутствие в литературе статей по клиническому использованию данного комплекса, разработчики применяли в гинекологических (реконструкции маточных труб), урологических (резекции почки) и общехирургических (холицистэктомии) вмешательствах на свиньях. Отличительной чертой данного комплекса является наличие обратной тактильной чувствительности и большой резерв использования инструментов (до 20 операций, в отличие от робота da Vinci, у которого резерв использования составляет 10 операций). Однако у корейских разработчиков не получилось добиться того объема движений, который имеется у американского аналога – робота da Vinci [62, 111, 114].

Роботизированная система MiroSurge (Германский центр авиации и космонавтики (German Aerospace Center), Оберпфaffenхофен, Германия), которая находится на этапе разработки 10-го прототипа, является уникальной в своем роде РХК. Состоит из 3-х легких роботических рук, которые непосредственно крепятся

к операционному столу, и консоли хирурга. Данные манипуляторы обладают объемом движений соответствующий объему кисти, а также обратной тактильной связью [3].

Одним из новых проектов в системе роботических технологий является система Avatera, которая является разработкой немецкой компании Avateramedical (Йена, Германия) в сотрудничестве с компаниями Force Dimension (Ньон, Швейцария) и Tuebingen Scientific (Тюбинген, Германия). Данный хирургический комплекс состоит из консоли хирурга закрытого типа, оптической системы с 3D-изображением, а также четырех манипуляторов, которые передают движения рук хирурга и обладают шестью степенями свободы движений. На сегодняшний день есть данные об экспериментальных операциях, выполненных с помощью данного комплекса [3, 27, 30, 98].

На сегодняшний день также широкой популярностью пользуются такие однопортовые роботические системы, как da Vinci SP (2019) и робот-ассистированная система от компании Titan Medical (2016). Последняя представлена консолью хирурга открытого типа, оптической системой с 3D-изображением и двумя гибкими инструментами. Хирургический комплекс разрабатывался для выполнения холицистэктомии [3, 30, 42].

## **1.2. Развитие эндовидеохирургии в сердечно-сосудистой хирургии**

Внедрение эндовидеохирургии в сердечно-сосудистую хирургию стало важным шагом в развитии минимально инвазивных методов лечения заболеваний сердца и сосудов. Целью данного направления является уменьшение операционной травмы, снижение рисков послеоперационных осложнений и ускорение восстановления пациентов. Использование видеокамеры и эндоскопического оборудования позволяет хирургу точно и минимально инвазивно выполнять операции, что значительно снижает травматизацию тканей и способствует более быстрому восстановлению пациента [46, 48, 85, 106].

Одним из основных преимуществ эндовидеохирургии является возможность

проведения сложных вмешательств через небольшие разрезы, что снижает болевой синдром и сокращает продолжительность госпитализации. Меньший объем вмешательства также способствует снижению риска инфекционных осложнений, таких как нагноение ран, а также уменьшает вероятность образования послеоперационных рубцов. Благодаря точности, с которой хирург может контролировать процесс операции через видеомонитор, повышается безопасность вмешательства, особенно при работе с труднодоступными участками, такими как коронарные артерии или сосуды в области аорты [34, 42, 59, 69, 85].

За последние десятилетия эндовидеохирургические технологии прочно вошли в арсенал сердечно-сосудистой хирургии, продемонстрировав значительное улучшение послеоперационных исходов. Как показывают многочисленные клинические исследования [33, 46, 51, 54, 86, 109], переход на малоинвазивные методики позволил добиться впечатляющих результатов. Пациенты после таких операций отмечают сокращение периода реабилитации до 2–4-х суток [8, 77], при этом восстановление основных функций организма происходит значительно быстрее – в 90% случаев переход на естественное питание осуществляется уже к третьим суткам после вмешательства.

Особого внимания заслуживает существенное снижение частоты послеоперационных осложнений. Статистические данные свидетельствуют о уменьшении инфекционных осложнений с 12% до 3–4%, тромбоэмболических – с 8% до 2–3%, а случаев послеоперационных кровотечений – с 5% до 1–2% [33, 46]. Эти впечатляющие результаты стали возможны благодаря целому ряду технических достижений, среди которых особо следует отметить выполнение сложных коронарных анастомозов с точностью, превышающей 95% [51, 54], а также разработку методик минимально инвазивных вмешательств на клапанах через разрезы длиной всего 3–4 см.

Лапароскопические операции на брюшной аорте при синдроме Лериша демонстрируют значительное снижение частоты послеоперационных осложнений по сравнению с традиционными открытыми вмешательствами. Клинические исследования показывают уменьшение частоты послеоперационных грыж и

эвентраций в 3–4 раза, снижение риска нарушений моторно-эвакуаторной функции ЖКТ на 60–70%, а также значительное уменьшение пульмональных (с 15–20% до 5–7%), кардиальных (на 40–45%) и инфекционных (в 4–5 раз) осложнений. При этом современные технические возможности позволяют выполнять такие вмешательства со средней продолжительностью 6–8 часов, временем пережатия аорты 60–120 минут и объемом кровопотери около 600 мл [1]. Эти показатели свидетельствуют о значительном прогрессе в снижении операционной травмы при сохранении радикальности хирургического лечения.

Однако, несмотря на очевидные преимущества, лапароскопический подход в сердечно-сосудистой хирургии имеет ряд существенных ограничений. Наибольшие технические сложности возникают при формировании проксимального анастомоза, где, по данным исследований [8, 77, 100], в 12% случаев отмечается недостаточная герметичность швов, в 8–10% – сужение просвета, а в 5–7% – травматизация прилегающих сосудов. Эти технические сложности напрямую влияют на послеоперационные показатели: частота сердечных осложнений достигает 7,7%, легочных (связанных с необходимостью создания пневмоперитонеума) – 6,6%, а общая летальность при лапароскопических вмешательствах на аорте составляет 3,7% [8, 77, 100].

Исторический экскурс в развитие эндовидеохирургии позволяет лучше понять современное состояние этого направления. Отправной точкой стала пионерская работа Y.M. Dion и соавт. (1993) по лапароскопическому аорто-бедренному шунтированию [44, 87, 112, 127]. Однако, как показали последующие исследования [26], подавляющее большинство успешных вмешательств выполнялось при окклюзионно-стенотических поражениях, в то время как лечение аневризматической патологии оставалось серьезной технической проблемой.

В настоящее время перспективы развития эндовидеохирургии связаны, прежде всего, с внедрением роботизированных технологий [2, 3, 17, 26, 30, 32, 103]. Их ключевыми преимуществами стали: трехмерная визуализация, устраняющая основной недостаток традиционной лапароскопии [26]; наличие семи степеней свободы у хирургических инструментов; а также возможность выполнения

анастомозов с герметичностью до 98,5%. Альтернативным направлением развития являются минидоступные технологии, позволяющие сократить срок госпитализации до 8–10 суток и снизить стоимость лечения на 25–30% благодаря использованию специальных самоудерживающихся ретракторов [8, 77, 100, 107].

Учитывая стремительное развитие эндовидеохирургических технологий, особый интерес представляет анализ современных подходов к решению технических сложностей, возникающих при выполнении минимально инвазивных вмешательств. Особенно актуальными становятся вопросы, связанные с оптимизацией формирования сосудистых анастомозов, минимизацией времени ишемии и совершенствованием инструментария для работы в ограниченном пространстве. Эти аспекты требуют детального рассмотрения, поскольку именно они во многом определяют дальнейшие перспективы развития малоинвазивной сердечно-сосудистой хирургии

Впоследствии в литературе увеличилось количество публикаций об успешном использовании лапароскопических реконструкций аорто-подвздошного сегмента. Однако большинство из них было посвящено хирургическому лечению атеросклеротических окклюзионно-стенотических поражений, и лишь малая часть – аневризм аорто-подвздошного сегмента. Это связано с технически более сложными манипуляциями при выполнении резекций аневризмы и протезирования аорты [26].

Учитывая основные положительные аспекты малоинвазивных вмешательств, лапароскопическая сосудистая хирургия не получила большой популярности среди сосудистых хирургов. Основными причинами стали: эффект рычагов в лапароскопической хирургии, двухмерное нечеткое изображение, сложность формирования анастомозов и выделения магистральных артерий (в частности, в брюшном отделе аорты). Данные аспекты препятствовали развитию сосудистой эндовидеохирургии до этапа внедрения робототехники [2, 3, 26, 30, 71, 72, 101]. Роботизированные технологии позволяют преодолеть ограничения при использовании традиционных лапароскопических инструментов, благодаря чему стало возможным выполнение безопасных реконструкций аорто-подвздошного

сегмента [26, 66].

В этом контексте роботическая аортальная хирургия представляет собой значительный шаг вперед. Использование роботизированных систем, таких как da Vinci, позволяет значительно улучшить точность и маневренность при проведении сосудистых вмешательств, благодаря увеличенной визуализации и возможности работать с высокой степенью точности [33, 58, 78, 108]. Роботическая система предоставляет хирургу доступ к более сложным участкам аорты, значительно сокращая операционную травму и уменьшая риск послеоперационных осложнений [31, 47, 83, 114]. Преимущества, такие как трехмерная визуализация, возможность выполнения точных движений с микромиллиметровой точностью и минимизация операционного стресса, делают роботизированную хирургию более привлекательной для выполнения сложных аортальных операций, что способствует улучшению долгосрочных результатов лечения [35, 44, 60, 80, 86].

Робот-ассистированные вмешательства в сердечно-сосудистой хирургии начинают свою историю в 1998 г., когда А. Carpentier и соавт. провели первую эндоскопическую реконструкцию митрального клапана с использованием робототехники. Уже в 2000 г. группа авторов доложила об успешной пластике митрального клапана, выполненной с использованием робототехники [85].

Внедрение робототехники в коронарную хирургию происходило поэтапно: первоначально выполнялся этап выделения внутренней грудной артерии с последующим шунтированием открытым стандартным способом через срединную стернотомию [29, 89, 90, 94]. Далее осуществлялось выполнение полностью эндоскопического коронарного шунтирования, но на остановленном сердце. С накоплением опыта в Париже в больнице Broussais было выполнено первое аортокоронарное шунтирование на работающем сердце с использованием робототехники, причем данное вмешательство было полностью эндоскопическим [3, 26].

Роботизированные технологии использовались при различных сосудистых патологиях: как при патологии аорты, так и ее ветвей. Применялись различные виды реконструкций: пластика сосудов, шунтирование, протезирование. Активно

использовались робототехнологии при экстравазальных компрессионных синдромах [3].

В 2001 г. выполнена первая пластика аневризмы почечной артерии с использованием робототехники [96]. В 2014 г. представлен опыт выполнения резекции аневризмы печеночной артерии у пациента, 67 лет, с неспецифическими болями в правом подреберье [115]. Упоминания о резекции аневризмы селезеночной артерии были приведены в 2001 г. [113]. В России резекция аневризмы селезеночной и печеночной артерии впервые выполнена в 2022 г. в НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского. В стенах краснодарского учреждения выполнены различные виды реконструктивных вмешательств на висцеральных ветвях, в частности, на селезеночной артерии. В описанном случае у пациента с гигантской аневризмой печеночной артерии, ввиду тесного прилегания аневризмы к желчевыводящим протокам и большого риска их повреждений, выполнена резекция аневризмы и аутовенозное протезирование общей и собственной печеночной артерий [130].

Робот-ассистированные вмешательства на магистральных сосудах при компрессионных синдромах являются основным направлением в современной сосудистой роботической хирургии [3, 26, 59]. Экстравазальная компрессия чревного ствола остается патологией, которая требует обширного травматичного доступа к устью чревного ствола, и, соответственно, длительной реабилитации больных. Эндоваскулярные вмешательства не имеют большого успеха при экстравазальных компрессиях, так как зачастую возникает миграция либо поломка стентов. В таких случаях выполнение эндовидеохирургических вмешательств является наиболее оптимальным способом лечения [3].

По данным N.P. Jaik и соавт. (2019), первая в мире операция по декомпрессии чревного ствола с применением робототехники проведена в 2007 г. Операция выполнена 23-летней девушке с сильными болями в животе. При дообследовании выявлена экстравазальная компрессия чревного ствола с пиковой скоростью кровотока до 357 см/с. Длительность оперативного вмешательства составляла 168 мин, кровопотеря была минимальной. В послеоперационном периоде болевой

синдром был полностью купирован, пациентка выписана в первые сутки после операции. Повторное дуплексное сканирование показало снижение скорости кровотока в чревном стволе и постоянную скорость 145 см/с [57].

Первое упоминание о видеоскопической поясничной сипатэктомии в стране приводится в статье Ю.В. Белова и соавт. (2015), при описании пациента с дистальным поражением артерий нижних конечностей [4, 7].

### **1.3. Использование робототехники в хирургии аорты**

Современная хирургия брюшной аорты существенно изменилась с внедрением малоинвазивных технологий, позволяющих снизить травматичность вмешательств при сохранении их радикальности [11-15, 41, 109]. По сравнению с традиционными открытыми операциями, требующими обширных разрезов и длительного восстановления, такие методики обеспечивают уменьшение операционной травмы, сокращение сроков госпитализации (в среднем до 5–7 дней), снижение частоты послеоперационных осложнений, включая инфекции раны, парез кишечника и дыхательную недостаточность, а также более быстрое возвращение пациентов к активной жизни [3, 31, 59, 62].

Малоинвазивные доступы при операциях на брюшной аорте направлены на выполнение вмешательств с минимальным повреждением окружающих тканей и органов [13-15, 54]. Их развитие стало ответом на высокую травматичность традиционных вмешательств. Преимущества включают снижение риска интра- и послеоперационных осложнений, ускорение реабилитации и улучшение качества хирургического лечения [12-15].

Однако возможности минимально инвазивных методов ограничены при сложных патологиях инфраренального и супраренального отделов аорты, где требуется высокая точность, тонкая диссекция и сложные реконструктивные этапы. В таких случаях всё ещё используется открытый доступ [30, 37, 55, 62, 64, 87]. Поиск технологий, сочетающих точность и малую травматичность, привёл к внедрению робототехнических систем в сосудистую хирургию [2, 11, 24, 41, 57, 61,

90, 115].

Роботизированная хирургия брюшной аорты стала следующим этапом развития малоинвазивных подходов [19, 23, 22, 26, 37, 66, 97, 121]. Роботические комплексы обеспечивают повышенную точность манипуляций, трёхмерную визуализацию высокого разрешения и большую свободу движений инструментов, что позволяет выполнять сложные реконструктивные операции в труднодоступных анатомических зонах. Это расширяет показания к малоинвазивным вмешательствам, включая случаи, ранее требовавшие открытой операции [23, 26, 28, 31, 34, 123].

Внедрение робототехнологий в сосудистую хирургию, включая операции на аорте, сопряжено с рядом вызовов, обусловленных развитием других минимально инвазивных подходов [31, 51, 58, 70, 132]. Современные методы лечения, основанные на минимизации операционной травмы, уже прочно вошли в клиническую практику, предлагая быстрый послеоперационный восстановительный период и снижение риска осложнений [70, 74, 98]. На этом фоне робот-ассистированные операции требуют обоснования своей уникальной роли, особенно в случаях сложных анатомических изменений или у пациентов с тяжелой сопутствующей патологией [46, 51, 54, 62, 133].

При становлении данного направления, как и в любом другом разделе хирургии, сосудистые хирургии стремилась к уменьшению операционной травмы с сохранением результатов хирургических операций. С целью минимизации объема травматизации и улучшения реабилитационного периода бурное развитие получила эндоваскулярная хирургия [26].

Стоит отметить, что в России, как и в других странах, существуют противоречия в отношении выбора метода хирургического лечения патологии аорто-подвздошного сегмента. Каждый способ хирургического лечения имеет свои недостатки и преимущества. Эндоваскулярные вмешательства являются малотравматичными, ввиду чего послеоперационный период у данного метода наиболее короткий. Однако эндоваскулярные вмешательства применимы только для непротяженных окклюзионно-стенотических поражений. Согласно

Трансатлантическому межнациональному консенсусу, который стандартизировал показания для проведения открытых и эндоваскулярных вмешательств (Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease 2007 (TASC II), поражения типа А и типа В являются прямым показанием к эндоваскулярным вмешательствам (тип А лучше поддаются эндоваскулярным вмешательствам, поражения типа В являются предпочтительнее для эндоваскулярных вмешательств). При поражениях типа С и D эндоваскулярные вмешательства не применимы и открытые вмешательства являются наиболее предпочтительными. Согласно европейским рекомендациям 2017 г. (ESC Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS), при протяженных поражениях аорто-подвздошного сегмента (более 5 см) рекомендовано выполнение открытых вмешательств [81, 134].

Несмотря на ограниченность эндоваскулярных вмешательств на аорто-подвздошном сегменте, данные операции имеют различные осложнения в послеоперационном периоде: гематомы в области пункции (по данным И.И. Затевахина и соавт. (2004) – около 2,3%), эксравазации и разрывы артерий (около 9,5%), тромбозы в области реконструкции (около 1%), образование псевдоаневризм (от 0,5 до 9%) и артериовенозных фистул (менее 1%) [9, 43, 67, 95, 99, 101].

Открытые вмешательства на аорто-подвздошном сегменте при протяженных атеросклеротических поражениях обладают рядом преимуществ, которые делают их предпочтительным выбором в определенных клинических ситуациях [32, 58, 82, 84]. Одним из ключевых преимуществ является возможность полной реконструкции пораженного сегмента, что особенно важно при протяженных стенозах, кальцификации стенок артерий или хронических окклюзиях [31, 38–40, 47, 61]. Врач-хирург получает прямой доступ к зоне поражения, что позволяет визуально контролировать процесс восстановления кровотока и обеспечивает надежность операции.

В отличие от эндоваскулярных методов, открытые вмешательства менее

подвержены риску рестеноза или тромбоза в долгосрочной перспективе, особенно у пациентов с тяжелыми формами атеросклероза [32, 62, 67]. Использование аутовен или синтетических протезов позволяет добиться более стабильного результата, снижая необходимость повторных вмешательств. Кроме того, открытые операции позволяют устранить сопутствующие анатомические изменения, такие как аневризмы или значительное расширение артериальных стенок, что не всегда возможно при эндоваскулярном подходе [32, 58, 95, 125].

Еще одним важным аспектом является универсальность открытых операций. Они менее ограничены техническими возможностями оборудования, такими как диаметр проводников, длина стентов или необходимость использования специфических устройств для кальцинированных сосудов [5, 6, 21, 47, 57, 65, 83, 96]. Это делает открытые вмешательства предпочтительными в сложных клинических случаях, когда эндоваскулярные технологии могут быть технически невозможны или сопряжены с высоким риском осложнений [32, 47, 56, 62].

Учитывая вышеизложенные факты, наиболее оптимальным способом лечения протяженных аорто-подвздошных атеросклеротических поражений являются открытые реконструктивные вмешательства. Однако ввиду высокого риска развития осложнений в связи с травматизацией (в 2% развивается ишемия кишечника, в 4–7% – спаечный процесс, в 5,7% – вентральные грыжи) при открытых вмешательствах и на основе результатов реконструкций протяженных окклюзий в сосудистую хирургию была успешно внедрена эндовидеохирургия [51, 79].

Робот-ассистированная хирургия становится важным дополнением к традиционным открытым методам лечения, особенно в сосудистой хирургии. Технологические возможности роботических систем позволяют выполнять сложные реконструктивные вмешательства на аорто-подвздошном сегменте с минимальной операционной травмой [32, 47, 49, 69, 105, 135]. Это достигается за счет высокой точности манипуляций, минимизации объема разрезов и уменьшения риска повреждения окружающих тканей. Такие особенности методики делают ее особенно ценной для пациентов с высоким операционным риском или

сопутствующими заболеваниями, которые ограничивают возможности традиционных открытых операций [32, 48, 70, 86].

При этом долгосрочные результаты робот-ассистированных вмешательств могут быть сопоставимы или превосходить результаты открытых операций [32, 48, 70, 86]. Роботизированные технологии обеспечивают восстановление кровотока с высокой степенью эффективности, снижая вероятность рецидивов или необходимости повторных процедур [32, 59, 62, 63, 75]. Таким образом, робот-ассистированная хирургия не заменяет, а дополняет открытую хирургию, предлагая альтернативу, которая сочетает преимущества минимальной инвазивности с надежностью традиционных методов лечения [32, 59, 86, 97].

История развития роботизированной хирургии аорто-подвздошного сегмента датируется 2002 г., когда W. Wisselink и соавт. (2002) впервые опубликовали в своей статье результаты первых успешных робот-ассистированных реконструкций аорто-подвздошного сегмента у пациентов с атеросклеротическим окклюзионно-стенотическим поражением. В двух случаях выполнялось аорто-бедренное шунтирование с формированием проксимального анастомоза «конец в бок». Время операции составило 290 и 260 мин, а время формирования анастомоза с аортой – 48 и 37 мин соответственно. Потеря крови в обоих случаях была менее 200 мл. Пациенты успешно выписаны на 4- и 6-е сутки после операций [108, 112].

R. Kolvenbach и соавт. (2004) опубликовали серию исследований, куда вошли 47 пациентов с инфраренальной аневризмой аорты, которым выполнены эндовидеохирургические вмешательства. 10 пациентам проведены робот-ассистированные вмешательства с использованием робота ZEUS, остальным пациентам – лапароскопические вмешательства. Среднее время операции составляло  $242,5 \pm 40,5$  мин, время окклюзии –  $95,9 \pm 21,6$  мин. Двум пациентам потребовалась конверсия. Авторы не отмечали случаев госпитальной летальности [91].

Чешский хирург M. Dvořák и соавт. (2011) представили опыт выполнения 45 реконструкций при стенно-окклюзионном поражении на аорто-подвздошном сегменте с использованием робота da Vinci. Всего было выполнено 22 линейных

аорто-фemorальных шунтирования, 2 линейных подвздошно-бедренных шунтирования и 21 бифуркационное аорто-бедренное шунтирование. Этап формирования дистальных анастомозов осуществлялся с использованием стандартных открытых доступов и открытого способа формирования анастомоза с бедренными артериями. Длительность формирования проксимального анастомоза составляла 23 мин (от 18 до 50 мин), время окклюзии – 60 мин (от 40 до 95 мин), длительность оперативного вмешательства – 295 мин (от 180 до 475 мин). В трех случаях выявлены госпитальные осложнения в виде тромбоза зоны реконструкции по причине плохого русла оттока. Всем пациентам выполнены реконструктивные вмешательства на артериях нижних конечностей с целью улучшения оттока русла. Из поздних осложнений отмечено образование грыжи в месте установки роботического порта (2,2%). Авторы статьи считают, что возможности робота da Vinci позволяют устранить недостатки лапароскопической хирургии, в частности, при формировании анастомозов на магистральных сосудах. Благодаря возможностям робототехники выполнение эндовидеохирургических сосудистых вмешательств становится безопасным за счет высокой точности движений и минимизации кровопотери. По мнению авторов, данный способ реконструкции аорто-подвздошного сегмента имеет перспективы ввиду достижения результатов, сопоставимых с открытыми вмешательствами, однако с улучшенным послеоперационным периодом [127].

С 2003 по 2016 гг. на основе нескольких серий из различных центров по всему миру были опубликованы результаты лапароскопических операций с использованием робота на аорто-подвздошном сегменте. Коэффициент конверсии варьировал от 1,3 до 25%, уровень смертности – от 0 до 3,5%. При этом в центрах с большим объемом оперативной деятельности наблюдались как более высокие показатели успешных вмешательств, так и более частые осложнения, что отражает сложность выполняемых операций и опыт команды [102].

J.C. Lin и соавт. (2012) в своей работе поделились опытом использования робота Da Vinci при выполнении реконструктивных операций при аневризмах аорты и при окклюзионно-стенотическом поражении аорто-подвздошного

сегмента. Всего выполнена 21 операция за период с 2006 по 2010 г. При проведении роботических операций конверсия потребовалась в одном случае у пациента с аневризмой аорты. Среднее время выделения аорты с использованием робота da Vinci составило 113,1 мин, а среднее время окклюзии аорты – 86 мин. Для имплантации протеза авторам потребовалось выполнение 15 мини-лапаротомий (длиной до 13 см). Авторы статьи утверждают, что данный метод требует отдаленных результатов наблюдений, однако уже на госпитальном этапе можно отметить улучшенный реабилитационный потенциал после операции [110].

V. Jongkind и соавт. (2011) поделились опытом выполнения 28 робот-ассистированных реконструкций (с 2002 по 2007 г.) аорто-подвздошного сегмента при окклюзионно-стенотическом поражений. В четырех случаях выявлены осложнения на госпитальном этапе. В одном случае развился обширный инфаркт миокарда, который стал причиной смерти пациента. В двух случаях возникло кровотечение из анастомоза, в одном случае возник тромбоз зоны реконструкции, потребовавший повторного открытого вмешательства в объеме тромбэктомии. Среднее время операций составило 350 мин (от 225 до 589 мин), среднее время окклюзии – 65 мин (от 25 до 205 мин). Объем кровопотери в среднем составил 1125 мл (от 100 до 5800 мл), длительность нахождения в отделении интенсивной терапии – 1 день (от 1 до 16 дней), а длительность пребывания в стационаре составила в среднем 5 дней (от 3 до 57 дней). Авторы отмечают важную роль ассистенции в роботизированной сосудистой хирургии ввиду высокого риска кровотечений, связанных с этапом наложения зажима на аорту. Таким образом, роботизированная сосудистая хирургия имеет большие перспективы развития в современной сосудистой хирургии по причине сочетания преимуществ как открытой, так и малоинвазивной хирургии [97].

Серия статей, посвященная роботизированной сосудистой хирургии, опубликована чешским хирургом P. Štádlер и соавт. (2016). Авторы сообщили о большой группе пациентов (379 пациентов), прооперированных с помощью робота da Vinci. Оперативные вмешательства выполнялись по поводу различных патологий: окклюзионно-стенотического поражения аорты и подвздошных

артерий, аневризм аорты-подвздошного сегмента, аневризм висцеральных ветвей, экстравазальных компрессий чревного ствола. В 13 случаях потребовалась конверсия (3,4%). Летальность в первые 30 дней составила 0,26%. Протезная инфекция была выявлена в 2-х случаях (0,5%). По поводу окклюзионно-стенотического (TASC C и D) аорто-подвздошного сегмента были выполнены 224 операции со средним временем оперативного вмешательства 194 мин (диапазон – 127–315 мин). Время окклюзии аорты составило 37 мин. Средняя длительность пребывания в стационаре – 5 дней. Опираясь на огромный опыт применения роботизированной сосудистой хирургии, авторы пришли к выводу, что основное преимущество данных оперативных вмешательств заключается в скорости выполнения операций и относительной простоте формирования анастомозов [109, 118, 124, 129].

В России первое аорто-бедренное шунтирование выполнено на базе НМХЦ им. Н.И. Пирогова в 2009 г. [30]. Ш.Б. Саая и соавт. (2020) опубликовали статью, в которой был описан опыт выполнения 40 роботизированных реконструкций аорто-подвздошного сегмента с 2013 по 2019 г. Из них 31 операция выполнена по поводу окклюзионно-стенотического поражения, 9 операций – по поводу ликвидации аневризмы инфраренального отдела аорты. Конверсия потребовалась в 2-х случаях. Среднее время формирования анастомоза с аортой составило 51 мин (от 30 до 90 мин). В одном случае потребовалось повторное вмешательство по поводу кровотечения из анастомоза. Авторы считают, что наибольшим преимуществом роботизированных операций является минимальная операционная травма, малая кровопотеря и точные движения манипуляторов [33].

А.В. Гавриленко и соавт. (2020) опубликовали первый случай успешного подвздошно-глубокобедренного шунтирования в РНЦХ им. Б.В. Петровского пациенту с хронической артериальной недостаточностью 2Б ст. Время оперативного вмешательства составило 235 мин, время окклюзии – 35 мин. Авторы отмечают положительный опыт использования роботизированного хирургического комплекса при окклюзионно-стенотической патологии аорто-подвздошного сегмента [32].

В отечественной практике накоплен значительный опыт выполнения робот-ассистированных реконструкций аорто-подвздошного сегмента. Так, в ФГБУЗ «НИИ–ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского» Министерства здравоохранения Краснодарского края с 2014 года применяются роботизированные хирургические комплексы, включая системы третьего и четвёртого поколений. В период с 2022 по 2023 год в клинике выполнено 150 реконструкций аорто-подвздошного сегмента при окклюзионно-стенотических поражениях и аневризмах. Это на сегодняшний день один из крупнейших зарегистрированных клинических опытов в стране. В числе проведённых вмешательств — первые в России робот-ассистированное торако-бедренное шунтирование с использованием открытых доступов, тотальное эндовидеохирургическое торако-бедренное шунтирование, а также аорто-подвздошное квадрифуркационное протезирование при аневризме брюшного отдела аорты III типа по классификации А.В. Покровского. [3].

Р.Н. Комаров и соавт. (2024) провели сравнительный анализ госпитальных результатов робот-ассистированных и открытых реконструкций из мини-доступа (мини-лапаротомии). За 2022 и 2023 г. было выполнено 21 бифуркационное и 10 линейных аорто-бедренных шунтирований. Количество госпитальных осложнений (10 пациентов, 32,3%) в группе робот-ассистированных вмешательств превысило количество в контрольной группе (3 пациента; 4,2%). Таким образом, основными преимуществами робот-ассистированных вмешательств являются сокращение продолжительности операций, отсутствие инфекционных осложнений и уменьшение интраоперационной кровопотери [19].

В России роботическая сосудистая хирургия, включая операции на аорте, находится на этапе активного развития и становления [2, 3, 47, 70, 84]. Несмотря на относительно небольшой опыт, накопленный отечественными специалистами, робот-ассистированные технологии уже демонстрируют значительный потенциал в улучшении хирургических результатов [33, 47, 69, 92]. Дальнейшее накопление клинических данных и проведение сравнительных исследований с традиционными методами будут способствовать объективной оценке их эффективности и определению оптимальных показаний к применению.

Современное развитие роботической хирургии брюшной аорты открывает перспективные возможности для улучшения качества лечения пациентов с данной патологией [32, 59, 99]. Однако для полноценного и обоснованного внедрения этого инновационного подхода в клиническую практику, а также для объективной оценки его преимуществ и ограничений по сравнению с традиционными хирургическими методиками требуется углубленное исследование нескольких ключевых аспектов, включая клиничко-функциональные результаты, экономические показатели и хирургические параметры выполнения вмешательств.

Анализ существующей научной литературы демонстрирует, что несмотря на очевидные технические преимущества роботических систем — такие как улучшенная визуализация операционного поля, повышение маневренности хирургических инструментов и устранение физиологического тремора — многие клинически значимые вопросы остаются недостаточно изученными и требуют дальнейшей системной проработки [21, 47, 75, 79, 99, 110, 120]. В частности, необходимы комплексные исследования, посвящённые следующим направлениям:

Клиничко-функциональные результаты [59, 87, 120, 108]:

- Сравнительная оценка сроков реабилитации и периода нетрудоспособности после различных типов вмешательств;
- Изучение динамики показателей качества жизни с использованием валидизированных опросников, охватывающих как физическое, так и психоэмоциональное состояние пациентов;
- Оценка долгосрочной эффективности хирургических вмешательств с наблюдением на сроках 1–2 года и более.

Экономические аспекты [47, 58, 73, 103]:

- Формирование модели полной стоимости лечения, учитывающей не только затраты на приобретение и обслуживание роботизированных комплексов, но и расходы на материалы, анестезию, пребывание в стационаре и реабилитационные мероприятия;
- Применение методологии анализа «затраты–результат» для определения экономической обоснованности робот-ассистированных вмешательств в

сравнении с традиционными открытыми вмешательствами методами лечения.

Хирургические параметры:

- Оптимизация техники выполнения сосудистых анастомозов с учётом специфики робот-ассистированных операций;
- Разработка технических аспектов проведения вмешательств, включая стандартизацию положения пациента на операционном столе, рациональное размещение троакаров и последовательность этапов оперативного вмешательства для обеспечения максимальной точности и безопасности;
- Создание и внедрение алгоритмов профилактики и ранней диагностики специфических осложнений, характерных для данного вида вмешательств.

Особое значение приобретает всестороннее изучение влияния роботических вмешательств на аорто-подвздошном сегменте именно с точки зрения качества жизни пациентов [47, 87, 124]. Ключевые показатели для оценки включают:

- Динамику выраженности болевого синдрома в послеоперационном периоде;
- Особенности психологической адаптации и эмоционального статуса;
- Восстановление социальной и профессиональной активности, отражающее функциональную интеграцию пациента в повседневную жизнь.

Проведение данных исследований позволит не только объективно оценить преимущества и ограничения малоинвазивных робот-ассистированных технологий, но и сформировать оптимальные клинические алгоритмы лечения пациентов с стено-окклюзионным поражением аорто-подвздошного сегмента.

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### 2.1. Клинико-anamнестическая характеристика и методология исследования

В данное исследование включены 188 пациентов с атеросклеротическим окклюзионно-стенотическим поражением аорто-подвздошного сегмента, которым выполнены реконструктивные вмешательства открытым либо эндовидеохирургическим способом с января 2022 по декабрь 2023 г. в ГБУЗ «Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского» Министерства здравоохранения Краснодарского края. Все исследуемые пациенты были разделены на 2 группы, в зависимости от способа лечения:

Группа 1 – пациенты, которым выполнены открытые реконструкции аорто-подвздошного сегмента с 2022 по 2023 г. (90 больных – 47,9% от включенных в исследование).

Группа 2 – пациенты, которым выполнены робот-ассистированные вмешательства с 2022 по 2023 г. (98 больных – 52,1% от включенных в исследование).

Критерии включения в исследование:

1. Наличие атеросклеротического окклюзионно-стенотического поражения аорто-подвздошного сегмента (С и D по TASC II).
2. Отсутствие декомпенсированной коморбидной патологии (сахарный диабет, хроническая сердечная недостаточность и т. д.).
3. Хроническая артериальная недостаточность нижних конечностей ПБ–IV ст., согласно классификации Фонтейна-Покровского.

Критерии невключения:

1. Декомпенсированная коморбидная патология.
2. Отказ пациента от анкетирования в отдаленные сроки после операции.

Для оценки тяжести поражения использовалась классификация Фонтейна-Покровского [14]. Во всех случаях, по данным мультиспиральной компьютерной

томографии (МСКТ) с ангиографией, было выявлено протяженное атеросклеротическое окклюзионное поражение аорто-подвздошного сегмента, соответствующее типу С и D, согласно трансатлантическому консенсусу (TASC II).

Выбор метода реваскуляризации осуществлялся на основании решения мультидисциплинарного консилиума, включающего сосудистого хирурга, эндоваскулярного хирурга, врача-кардиолога, врача-анестезиолога и реаниматолога. Все робот-ассистированные вмешательства проводились двумя консольными хирургами, обладающим значительным опытом в выполнении открытых операций на аорто-подвздошном сегменте. Открытые вмешательства выполнялись десятью хирургами, имеющими достаточную квалификацию для проведения подобных операций. В рамках исследования проведен статистический анализ интраоперационных параметров, включая продолжительность операции, объем кровопотери, время формирования проксимального анастомоза и время доступа к аорте, с целью оценки различий между исследуемыми группами.

В исследовании были определены единые конечные точки, которые оценивались как в госпитальном, так и в отдаленном периоде наблюдения. К ним относили: летальный исход, инфаркт миокарда (ИМ), острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК), тромбоз шунта, кровотечение  $\geq 3b$  по классификации Bleeding Academic Research Consortium (BARC), требующее хирургической ревизии, инфицирование послеоперационной раны, лимфорею, повреждение мочеточника, ампутацию конечности, пневмонию, десерозацию кишечника и кишечную непроходимость. Дополнительно анализировалась комбинированная конечная точка, включавшая сумму всех перечисленных осложнений.

В госпитальном периоде акцент делался на оценке непосредственных хирургических исходов и частоты ранних осложнений. В отдалённом периоде (Ме [Q1; Q3]: открытый способ – 24 [21,79; 37] мес., робот-ассистированный способ – 23 [20,7; 30] мес.) оценивались те же конечные точки, что обеспечивало сопоставимость результатов.

Кроме того, в ходе исследования были проанализированы следующие параметры: длительность госпитализации пациентов в обеих группах, время

пребывания в отделении интенсивной терапии, особенности послеоперационного периода с оценкой потребности в анальгезирующей терапии и её объёма, а также продолжительность пребывания пациентов на больничном в послеоперационном периоде. На основе интра- и послеоперационных данных дана оценка кривой обучаемости при робот-ассистированных вмешательствах. Дизайн исследования представлен на Рисунке 1.



Рисунок 1 – Дизайн исследования

Медиана возраста в двух группах была сопоставима и составляла в открытой и робот-ассистированной группе 63 и 63,5 лет соответственно. Распределение по полу между группами также было идентично - группе открытых операций мужчины составили 96,7%, женщины – 3,3%, тогда как в группе робот-ассистированных вмешательств мужчины – 91,8%, женщины – 8,2%.

Среднее значение индекса массы тела (ИМТ) в обеих группах было

сопоставимым и статистически значимо не различалось:  $25,58 \pm 3,75$  кг/м<sup>2</sup> в группе открытых вмешательств и  $25,21 \pm 4,00$  кг/м<sup>2</sup> в группе робот-ассистированных вмешательств ( $p=0,513$ ). Распределение пациентов по категориям ИМТ в зависимости от применённого способа лечения представлено в Таблице 1.

Таблица 1 – Распределение индекса массы тела в зависимости от способа лечения

Показатели	Способ лечения		<i>p</i>
	Открытый способ (n=90)	Робот-ассистированное вмешательство (n=98)	
ИМТ, М (SD)	25,58 (3,75)	25,21 (4,00)	0,513
Ниже нормального веса (<18,5)	43 (47,8%)	49 (50,0%)	0,721
Нормальный вес (18,51–25)	38 (42,2%)	34 (34,7%)	
Избыточный вес (25,01–30)	6 (6,7%)	11 (11,2%)	
Ожирение 1 ст. (30,01–35)	2 (2,2%)	2 (2,0%)	
Ожирение 2 ст. (35,01–40)	1 (1,1%)	2 (2,0%)	

В Таблице 2 представлено распределение пациентов по сопутствующей патологии в зависимости от выбранного способа лечения. Группы были полностью сопоставимы. Каждый десятый страдал от СД, у каждого пятого в анамнезе имелся ИМ, у каждого двадцатого в анамнезе – ОНМК, в подавляющем большинстве больные страдали от артериальной гипертензии (АГ) различной степени.

Таблица 2 – Клинико-anamнестические характеристики, в зависимости от способа лечения

Показатели		Способ лечения		<i>p</i>
		Открытый способ (n=90)	Робот- ассистированное вмешательство (n=98)	
ПИМ, абс. (%)		24 (26,7%)	22 (22,4%)	0,502
ОНМК, абс. (%)		8 (8,9%)	5 (5,1%)	0,392
СД 2тип, абс. (%)		14 (15,6%)	12 (12,2%)	0,511
ИБС, абс. (%)		15 (16,7%)	22 (22,4%)	0,319
АГ, абс. (%)		90(100,0%)	98 (100,0%)	–
ХСН, абс. (%)		36 (40,0%)	39 (39,8%)	0,977
ХОБЛ, абс. (%)		30 (33,3%)	31 (31,6%)	0,804
Степень АГ, абс. (%)	1-я степень АГ	44 (48,9%)	39 (39,8%)	0,196
	2-я степень АГ	30 (33,3%)	31 (31,6%)	
	3-я степень АГ	16 (17,8%)	28 (28,6%)	

В Таблице 3 представлены данные о выраженности хронической ишемии нижних конечностей, в зависимости от группы. Согласно классификации Фонтейна-Покровского, ИБ ст. чаще всего была диагностирована в обеих группах и составляла свыше 60% от всех показателей.

Таблица 3 – Выраженность хронической ишемии нижних конечностей в зависимости от способа лечения согласно классификации Фонтейна-Покровского

Показатели	Категории	Способ лечения		p
		Открытый способ	Робот-ассистированное вмешательство	
Хроническая артериальная недостаточность (ХАН), абс. (%)	ХАН IIБ ст.	56 (62,2%)	62 (63,3%)	0,325
	ХАН III ст.	22 (24,4%)	29 (29,6%)	
	ХАН IV ст.	12 (13,3%)	7 (7,1%)	

### Методы обследования пациентов

Все пациенты проходили стандартную методику предоперационного обследования, включающую сбор анамнеза, антропометрическую диагностику (рост, вес, расчет индекса массы тела), инструментальные методы исследования (триплексное сканирование (ТС) брахицефальных артерий (БЦА) и артерий нижних конечностей (н/к), ЭхоКГ, ФГДС, ультразвуковая доплерография артерий н/к с определением лодыжечно-плечевого индекса, МСКТ аорты и артерий нижних конечностей с контрастированием, рентген грудной клетки), лабораторную диагностику (общий анализ крови, биохимический анализ крови, коагулограмма, общий анализ мочи, кровь на антитела к гепатитам и ВИЧ).

Пациентам, у которых функциональный класс стенокардии составлял свыше 1, выполнялась коронарография с последующим обсуждением этапности лечения на клинической конференции.

### Общий осмотр, сбор жалоб, изучение анамнеза

Общий осмотр является первостепенным и самым простым методом обследования пациента, проясняющим картину хирургического анамнеза больного

и уровень поражения артериальной системы. Особое внимание необходимо обращать на длительность заболевания, расстояние дистанции безболевого ходьбы (ДББХ), уровень отсутствия пульсации на магистральных артериях, сопутствующие заболевания, а также коморбидный фон и наличие в анамнезе оперативных вмешательств на брюшной полости. Полученные данные позволяют рассматривать наиболее подходящий способ лечения и объем оперативного вмешательства, прогнозировать предстоящие сложности во время операций.

### **Физикальное обследование**

Обследование пациентов включало пальпацию артерий нижних конечностей с целью оценки состояния периферического кровотока. Особое внимание уделялось осмотру передней брюшной стенки для выявления послеоперационных рубцов и вентральных грыж, так как данные изменения рассматривались как потенциальные проявления спаечного процесса, что необходимо учитывать при формировании доступа и установке роботических троакаров. Кроме того, на контрольных осмотрах оценивалось наличие вентральных грыж, развитие которых оказывало неблагоприятное влияние на качество жизни пациентов.

### **Инструментальные и лабораторные методы исследований**

Всем пациентам во время предоперационной подготовки с целью комплексного обследования проводилась рентгенография органов грудной полости. ЭхоКГ выполнялась с целью исключения наличия кардиальной патологии и определения сократительной способности миокарда левого желудочка. С целью исключения мультифокального поражения атеросклероза всем пациентам выполнялось триплексное сканирование брахиоцефальных артерий. В случаях гемодинамического поражения брахиоцефальных артерий пациенты обсуждались на клинической конференции для определения этапности лечения. Для оценки степени развития коллатерального кровообращения выполнялось ультразвуковое

доплерографическое исследование (УЗДГ) артерий нижних конечностей с определением лодыжечно-плечевого индекса, что позволяло судить о компенсированности кровообращения. У метода УЗДГ артерий нижних конечностей с определением лодыжечно-плечевого индекса существует вероятность высокой погрешности, что требует оценки данных и сравнения с клинической картиной (ДББХ).

Мультиспиральная компьютерная томография аорты и артерий нижних конечностей с контрастным усилением является наиболее точным ангиографическим методом исследования, который выполняется всем пациентам с патологией аорто-подвздошного сегмента. МСКТ позволяет оценить протяженность атеросклеротического поражения и наличие в стенках артерий кальция, который является фактором, определяющим объем вмешательства. Также с помощью МСКТ возможно получить дополнительную информацию об анатомических особенностях пациентов перед выполнением оперативного вмешательства, а с целью их более точного изучения выполняется трехмерное моделирование с реконструкцией.

В исследовании выполняли перечень стандартных лабораторных анализов перед хирургическим лечением: общий анализ крови, биохимический анализ крови, коагулограмма, общий анализ мочи, исследование крови на наличие антител к ВИЧ, HCV, HBsAg, RW, определение группы крови с резус-фактором.

### **Оценка кривой обучаемости**

Все оперативные вмешательства выполнялись в плановом порядке. Открытые оперативные вмешательства осуществлялись 13 врачами-хирургами отделения сосудистой хирургии № 1 НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского. Робот-ассистированные вмешательства выполнялись двумя консольными хирургами с большим опытом работы в открытой аортальной хирургии и без опыта в эндовидеохирургии. Для построения кривой обучаемости был проведён анализ интраоперационных и послеоперационных показателей, отражающих технические

и клинические аспекты освоения методики. В качестве основных критериев использовались: общая продолжительность операции, время выполнения доступа к аорте, длительность пережатия аорты и формирование проксимального анастомоза. Дополнительно учитывалась частота послеоперационных осложнений. Совокупная оценка указанных параметров позволила объективизировать процесс формирования операционных навыков и выделить этапы стабилизации хирургической техники.

## 2.2. Открытые оперативные вмешательства

Открытые оперативные вмешательства на аорто-подвздошном сегменте выполнялись различными стандартными доступами (Рисунок 2) [4].

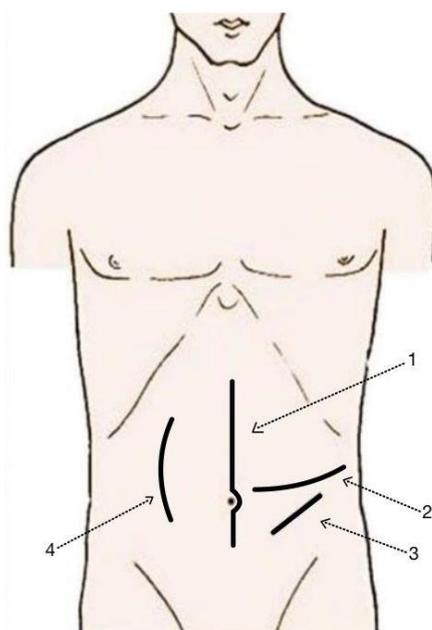


Рисунок 2 – Доступы к абдоминальному отделу аорты. 1 – лапаротомия, 2 – забрюшинный доступ по Rob, 3 – доступ по Н.И. Пирогову, 4 – параректальный доступ по Carstensen

Выбор определенного доступа оставался на усмотрение хирурга, в зависимости от уровня предполагаемого формирования проксимального анастомоза, типа телосложения, степени ИМТ, наличия ранее выполненного доступа в брюшной полости в анамнезе. У больных с наличием в анамнезе

срединной лапаротомии рассматривались варианты выполнения забрюшинных доступов. При наличии в анамнезе забрюшинных доступов, хирурги изучали вопрос о выполнении срединной лапаротомии. Это связано с высоким риском наличия спаечного процесса в области оперативного вмешательства (интраабдоминальные спайки). Пациенты с ранее выполненной операцией в брюшной полости в анамнезе не рассматривались для выполнения робот-ассистированных вмешательств.

Выполнение срединной лапаротомии для выделения аорто-подвздошного сегмента не отличается от стандартного доступа. Осуществляется разрез по срединной линии живота. После ревизии органов брюшной полости поперечную кишку, окутав в увлажненную тканную пленку, отводят кверху, а петли тонкого кишечника, окутанные таким же образом, отводят вправо. Сигмовидную кишку отводят в левый нижний квадрант. Далее выполняют разрез париетальной брюшины напротив аорты с захватом связки Трейца. При необходимости выполняют мобилизацию левой почечной вены. После выделения передней поверхности инфраренального отдела аорты выполняют мобилизацию аорты по всей ее окружности с подготовкой участка для наложения аортальных зажимов и формирования проксимального анастомоза.

Забрюшинные доступы, на наш взгляд, в хирургии аорто-подвздошных реконструкций считаются наиболее предпочтительными, так как они минимизируют риски развития послеоперационных парезов кишечника и позволяют снизить травматичность вмешательства. В рамках нашего исследования применялись различные варианты хирургических доступов: параректальный доступ по Carstensen, забрюшинный доступ по Rob и доступ по Пирогову. Каждый из методов выбирался индивидуально, с учетом анатомических особенностей пациента, степени поражения сосудов и технических требований операции. Такой подход обеспечивал оптимальные условия для выполнения реконструкции, уменьшал риск осложнений и способствовал более быстрому восстановлению пациентов.

При выполнении забрюшинный доступ по Rob с целью увеличения

расстояния (разгиба) между концом XII ребра и гребнем подвздошной кости пациента укладывают в специальное положение: плечи располагают под углом 45°, левая рука находится в подвешенном состоянии кпереди и вверх. С целью уменьшения глубины операционной раны при доступе на аорту под поясничный отдел позвоночного столба укладывают валик, скрученный из операционного белья. Разрез выполняют слева, отступив от пупка на 2 пальца, и далее продолжают в латеральном направлении до передней подмышечной линии. Далее рассекают наружную и внутреннюю косые мышцы живота, также рассекают левую прямую мышцу живота. Волокна поперечной мышцы раздвигают. Мобилизуют брюшину и оттесняют вправо и кверху до тех пор, пока доступ не достигнет проекции толстой кишки спереди и мочеточника, и гонадной вены сзади, оставляя почку и мочеточник позади. Далее аорту выделяют от парааортальной клетчатки и подготавливают площадку для наложения зажимов на инфраренальный отдел аорты и формирования проксимального анастомоза.

Параректальный доступ осуществляется при положении пациента на спине без ротации плеч. Для удобства хирургов и уменьшения глубины раны под поясничный отдел позвоночника подкладывается валик. Разрез выполняют слева по спигелиевой линии от уровня передней верхней ости подвздошной кости до края реберной дуги. Далее рассекают наружную и внутреннюю косые мышцы и поперечную мышцу живота. Мобилизуют брюшину и оттесняют ее вправо. Следующим этапом после оттеснения брюшины визуализируют подвздошно-поясничную мышцу. Визуализация мышцы необходима с целью минимизации риска повреждения мочеточника. По мочеточнику отделяют почку и оставляют ее слева. Это позволяет наиболее удобно визуализировать забрюшинное пространство. Далее выделяют инфраренальный отдел аорты для наложения зажимов и формирования проксимального зажима.

Забрюшинный доступ по Пирогову применялся преимущественно при реконструктивных вмешательствах на подвздошных артериях, а также в случаях необходимости визуализации терминального отдела аорты. Операция выполнялась в положении пациента на спине. Кожный разрез наносили от точки, расположенной

на 3–4 см выше передней верхней подвздошной ости, параллельно паховой связке и направляли к наружному краю прямой мышцы живота. После послойного рассечения тканей производили мобилизацию брюшины с её последующим смещением медиально. Это обеспечивало доступ к поясничной мышце и забрюшинному пространству, где выполнялась последовательная диссекция и выделение наружной, общей и внутренней подвздошных артерий.

Выполнение торако-бедренного шунтирования является методом выбора лечения пациентов при невозможности выполнения аорто-бедренного шунтирования (в случае тотального кальциноза абдоминального отдела аорты, выраженного спаечного процесса в забрюшинном пространстве) (Рисунок 3). При выполнении торако-бедренного шунтирования выполняют доступы в грудной клетке для формирования проксимального анастомоза, забрюшинный доступ – для проведения протеза в забрюшинной пространстве и стандартные доступы к бедренным артериям.

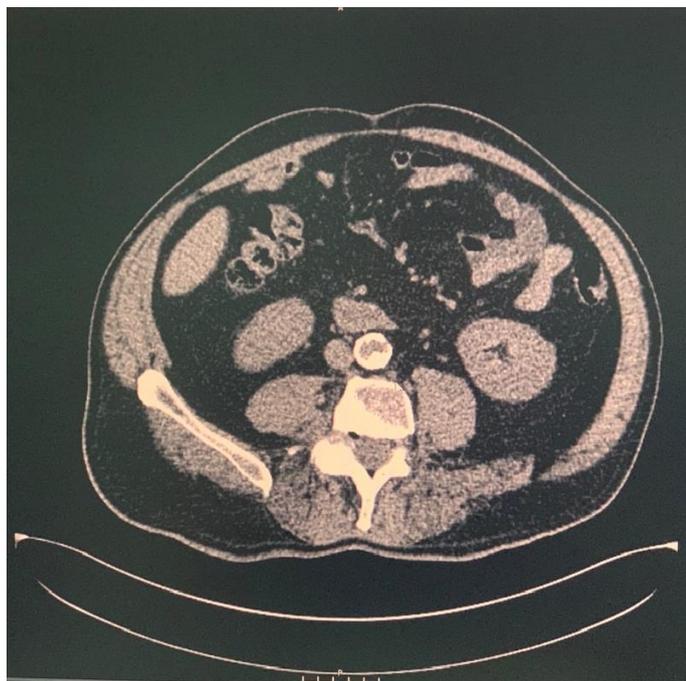


Рисунок 3 – МСКТ пациента с тотальным кальцинозом абдоминального отдела аорты

Для выполнения торако-бедренного шунтирования пациента располагают на спине с ротацией тела на 45° вправо. Левую руку отводят вверх и направо. Для выделения нисходящего отдела грудной части аорты выполняют переднебоковую

торакатомию в V межреберье длиной 7–10 см. С целью проведения протеза в забрюшинное пространство выполняется забрюшинный доступ: параректальный доступ по Carstensen или забрюшинный доступ по Rob. Особенностью забрюшинных доступов при выполнении торако-бедренного шунтирования является то, что брюшину оттесняют вправо вместе с почкой. Капсулу Героты, окружающую почку, мобилизуют вместе с брюшиной. Таким образом освобождается левый боковой канал для расположения протеза забрюшинно ортотопически. После выделения нисходящего отдела грудной части аорты и выполнения забрюшинного доступа выполняют разрез диафрагмы в области сухожильного центра для проведения протеза из грудной полости в брюшную (Рисунок 4). Далее формируют проксимальный анастомоз «конец в бок» с боковым отжатием нисходящего грудного отдела аорты.

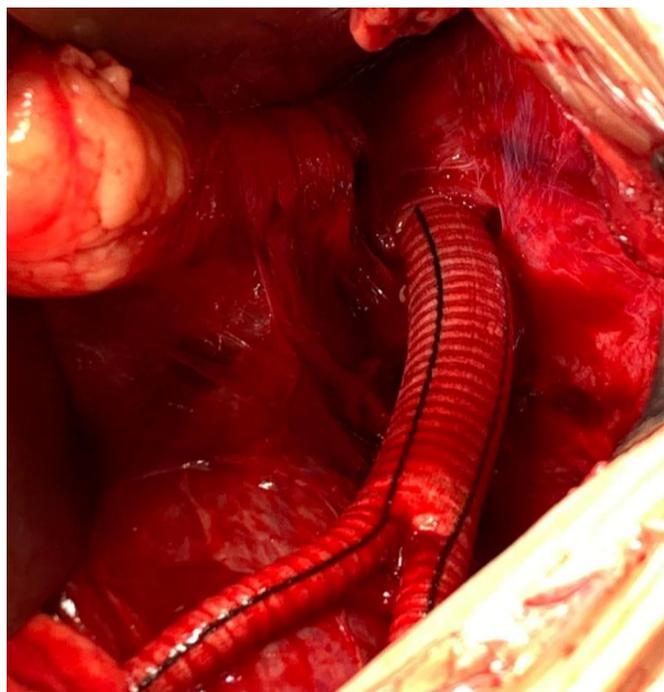


Рисунок 4 – Проведение синтетического протеза через сухожильный центр диафрагмы из брюшной полости в грудную полость

### **2.3. Технический аспект выполнения робот-ассистированных вмешательств при окклюзионно-стенотическом поражении аорто-подвздошного сегмента**

Выполнение различных реконструктивных операций (ЛАБШ, АББШ, ТББШ)

на аорто-подвздошном сегменте имеет общие основные этапы, включающие: расположение пациента на операционном столе, расположение троакаров и выбор режима работы на работе da Vinci, осуществление доступа к инфраренальному отделу аорты, формирование проксимального анастомоза между аортой или общей подвздошной артерией и синтетическим протезом, проведение протеза ретроперитонеально, формирование дистального анастомоза, дренирование и ушивание.

### **Оборудование для выполнения робот-ассистированных вмешательств**

Роботизированный хирургический комплекс da Vinci представляет собой сложную роботизированную платформу, основанную на использовании миниинвазивного подхода и предназначенную для расширения возможностей врача-хирурга. Состоит из трех основных блоков: консоли пациента, консоли врача-хирурга и видеостойки и блока управления камерой.

Консоль хирурга – это рабочее место хирурга-оператора, который управляет инструментами внутри тела человека. Хирург располагается за пределами стерильного стола и осуществляет движения с помощью джойстиков, которые удерживает большим и указательным пальцами. Манипуляторы повторяют движения кистей хирурга, тем самым руки хирурга виртуально находятся внутри операционного поля. С помощью педалей консоли хирурга можно активировать коагуляцию инструментов, фокусировать камеру и переключать манипуляторы между собой.

Консоль пациента представляет собой переносной блок-системы РХК, оснащенный манипуляторами, которые погружаются в тело человека и, повторяя движения кистей хирурга, осуществляют вмешательство. Манипуляторы покрывают одноразовыми стерильными чехлами, что способствует поддержанию стерильности оперативного вмешательства и минимизации рисков инфекционных осложнений. Система da Vinci позволяет передавать микродвижения рук хирурга в соответствующей точности инструментов внутри человека, исключая тремор рук

оперирующего хирурга. Система da Vinci оснащена инструментами EndoWrist, которые управляются кончиками пальцев. Манипуляторы обладают высокой прецизионностью манипуляций с объемом движений, превосходящим возможности рук человека (манипуляторы обладают 7 степенями свободы движений, кисть человека может осуществлять движения в 6 плоскостях). Видеостойка предназначена для цифровой обработки изображения, получаемого со стереоскопической камеры. Благодаря улучшенным технологиям скорость передачи изображения во время выполнения вмешательства соответствует реальному времени. Консольный хирург получает сверхточное трехмерное изображение с возможностью увеличения в 10-ти кратном размере.

Робот-ассистированные аорто-подвздошные реконструкции выполняют в специализированной операционной, оснащенной РХК da Vinci со всеми модулями. При этом тележка пациента (консоль пациента) находится справа от больного. Два ассистента находятся слева и справа от пациента с целью контроля действий роботизированных манипуляторов и оказания помощи консольному хирургу при выполнении вмешательства (Рисунок 5).

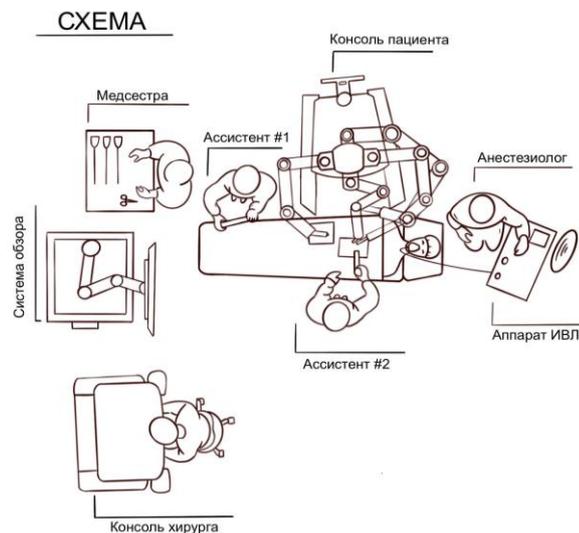


Рисунок 5 – Расположение РХК и операционной бригады в операционной [2]

При выполнении робот-ассистированных вмешательств на аорто-подвздошном сегменте необходимым условием является наличие готового стерильного набора инструментов для выполнения открытой аортальной операции

в случае возникновения угрозы жизни пациенту и необходимости конверсии.

### **Схема расположения пациента на операционном столе и троакаров для выполнения аорто-подвздошных реконструкций**

При выполнении робот-ассистированного вмешательства ввиду сложности трансабдоминального доступа на аорто-подвздошном сегменте особое внимание чрезвычайно важно уделять предоперационной подготовке пациента. При ненадлежащей предоперационной подготовке пациента при выделении забрюшинно расположенной аорты и подвздошных артерий, раздутые петли кишечника затрудняют выполнение оперативного вмешательства и увеличивают риск возникновения осложнений.

С целью краниального отведения петель кишечника при выполнении робот-ассистированного вмешательства головной конец пациента опускают книзу (положение Тренделенбурга), что улучшает оперативный доступ и минимизирует риск повреждения кишечника (Рисунок 6).



Рисунок 6 – Положение пациента на операционном столе (положение Тренделенбурга) [3]

При выполнении робот-ассистированных вмешательств в случаях, когда дистальный анастомоз с бедренными артериями осуществляется стандартным открытым способом, первым этапом формируют доступ к бедренным артериям.

Открытый бедренный доступ при выполнении робот-ассистированных вмешательств ничем не отличается от стандартного доступа. Единственным примечанием является лишь то, что при выделении общей бедренной артерии следует минимизировать диссекцию тканей под паховой складкой, так как чрезмерное выделение общей бедренной артерии (ОБА) под паховой складкой до аортального этапа может привести к утечке газа из брюшной полости в бедренную рану, что, в свою очередь, создаст сложности для консольного хирурга при выполнении основного этапа операции.

Следующим этапом осуществляют установку троакаров. Расположение троакаров при выполнении аорто-подвздошных реконструкций неизменно, вне зависимости от выполняемого объема вмешательства (линейное аорто-бедренное шунтирование, аорто-бедренное бифуркационное шунтирование). Лишь исключение составляет торако-бедренное шунтирование, при котором проксимальный анастомоз формируют между нисходящей грудной аортой и основной ветвью бифуркационного протеза. Схема расположения троакаров при выполнении аорто-подвздошного шунтирования, аортоподвздошно/бедренного бифуркационного шунтирования и при выполнении торако-бедренного/подвздошного шунтирования и формировании дистальных анастомозов с использованием робототехники представлена на Рисунке 7.

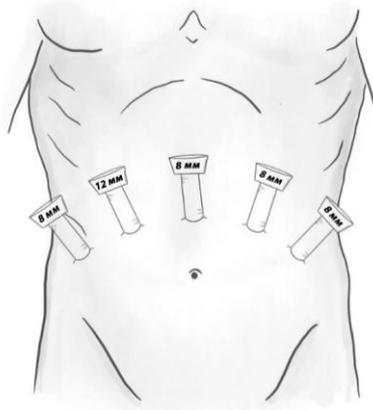


Рисунок 7 – Расположение троакаров при выполнении АББШ/ЛАБШ [3]

Троакары устанавливают в положении пациента на спине. По срединной линии на 5 см выше пупочного кольца с использованием иглы Вереща выполняют

карбокситеритонеум. Поддерживаемое давление в брюшной полости – 14–16 мм рт. ст. Далее игла Вереша удаляется из брюшной полости и через данную точку слепым способом устанавливаются 8 мм троакары (троакар для эндоскопа). Через данный троакар вводят эндоскоп (с углом обзора 30 °) и выполняют ревизию брюшной полости. После ревизии при отсутствии противопоказаний (выраженный спаечный процесс и наличие патологических образований) продолжают устанавливать следующие троакары: по параректальной линии слева на 4–5 см выше пупочного кольца устанавливают троакар 8 мм для третьего роботического манипулятора. Далее по параректальной линии справа на 4–5 см выше пупочного кольца устанавливают 12 мм ассистентский троакар. Отступив на 10 см латеральнее справа и слева, устанавливают 8 мм троакары для первого и четвертого роботических манипуляторов. Далее головной конец пациента опускают (положение Тренделенбурга) и фиксируют троакары к манипуляторам робота da Vinci Xi. На этапе начального развития роботизированной сосудистой хирургии дополнительно устанавливали 5 мм троакар для аспирации (между видеооптическим троакаром и троакаром 3-го роботического манипулятора). Необходимость в установке 5 мм троакара исчезла, так как накоплен достаточный опыт для ассистенции одного троакара. При выполнении торако-бедренного шунтирования пациент находится на правом боку с ротацией тела вправо на 45 ° и отведением левой верхней конечности вправо и вверх (Рисунок 8).

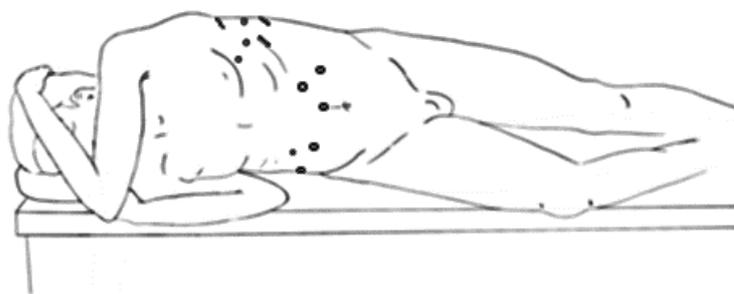


Рисунок 8 – Положение пациента на операционном столе и расположение троакаров при торако-бедренном бифуркационном шунтировании [3]

Абдоминальный этап заключается в левосторонней ротации нисходящей

ободочной кишки и забрюшинном проведении протеза. В случаях формирования дистальных анастомозов с подвздошными артериями (торако-подвздошное шунтирование) троакары располагают в стандартном положении (Рисунок 7). При наложении дистальных анастомозов с бедренными артериями расположение троакаров имеет иную схему ввиду отсутствия роботического этапа формирования дистальных анастомозов (Рисунок 9).

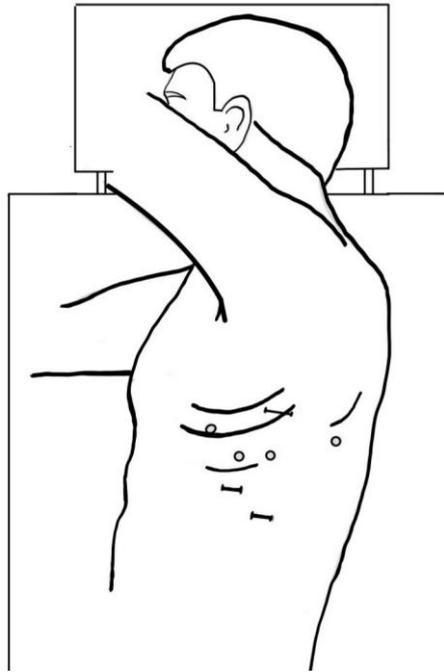


Рисунок 9 – Расположение троакаров в грудной клетке [3]

Схема расположения троакаров в грудной клетке при формировании проксимального анастомоза между нисходящей частью грудного отдела аорты представлена на Рисунке 8. На уровне задней подмышечной линии в левой грудной области в VI межреберье устанавливают видеооптический троакар 8 мм. Далее медиальнее видеооптического троакара на уровне средней подмышечной линии в VI межреберье устанавливают троакар 8 мм для 2-го роботического манипулятора. По передней подмышечной линии в V межреберье устанавливают троакар 8 мм для 1-го роботического манипулятора. По лопаточной линии в V межреберье устанавливают троакар 8 мм для 4-го роботического манипулятора. Для наложения аортальных зажимов на нисходящую часть грудного отдела аорты (с целью боковой отжати стенки аорты) выполняют мини-торакотомии длиной до 3 см: в

VIII межреберье между видеооптическим троакарном и 4-м роботическим манипулятором; по задней подмышечной линии между видеооптическим троакарном и 4-м роботическим манипулятором в IV межреберье. Для удобства ассистенции (проведение игл, аспирации и помощи при формировании анастомоза) выполняют мини-тораотомию длиной до 3 см в VII межреберье между видеооптическим троакарном и 2-м роботическим манипулятором.

Абдоминальные троакарны при выполнении левосторонней ротации и при отсутствии роботического этапа формирования дистальных анастомозов имеют иное расположение в отличие от стандартного. В данном случае роботические троакарны устанавливают по белой линии: на 2 см медиальнее справа на уровне пупочного кольца устанавливают 8 мм троакар для эндоскопа. Далее на 7 см краниальнее и дистальнее от него устанавливают троакарны для первого и третьего роботического манипулятора. Затем на 5–7 см краниальнее от третьего роботического манипулятора по белой линии устанавливают 8 мм троакар для четвертого манипулятора. Ассистентский троакар устанавливают по параректальной линии слева: на уровне пупочного кольца устанавливают 12 мм троакар (Рисунок 10).

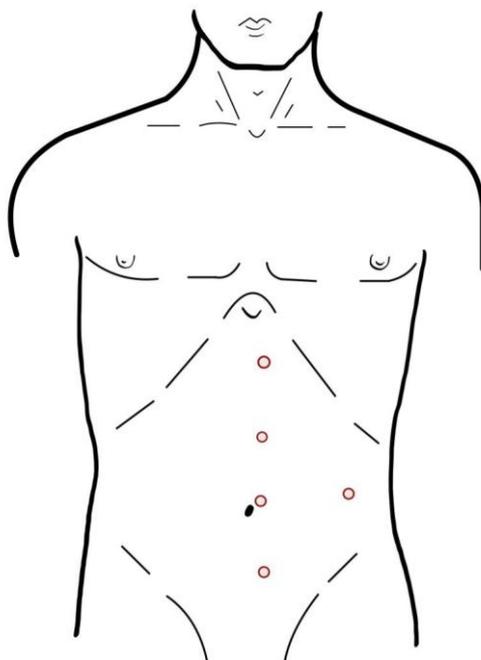


Рисунок 10 – Расположение абдоминальных троакарнов при выполнении левосторонней ротации и формировании открытых дистальных анастомозов

## Осуществление доступа к аорте и подвздошным артериям с использованием робота da Vinci

Для выделения аорты и подвздошных артерий необходим следующий инструментарий: биполярный зажим Maryland, эндоскоп с углом обзора 30 °, окончатый зажим ProGrasp, роботические изогнутые монополярные ножницы.

Доступ к аорто-подвздошному сегменту осуществляется рассечением заднего листка брюшины на соответствующем участке (над терминальным отделом аорты). Задний листок брюшины над аортой приподнимается окончатым зажимом и коагулируется, а затем тупо рассекается биполярным зажимом Maryland (Рисунок 11).

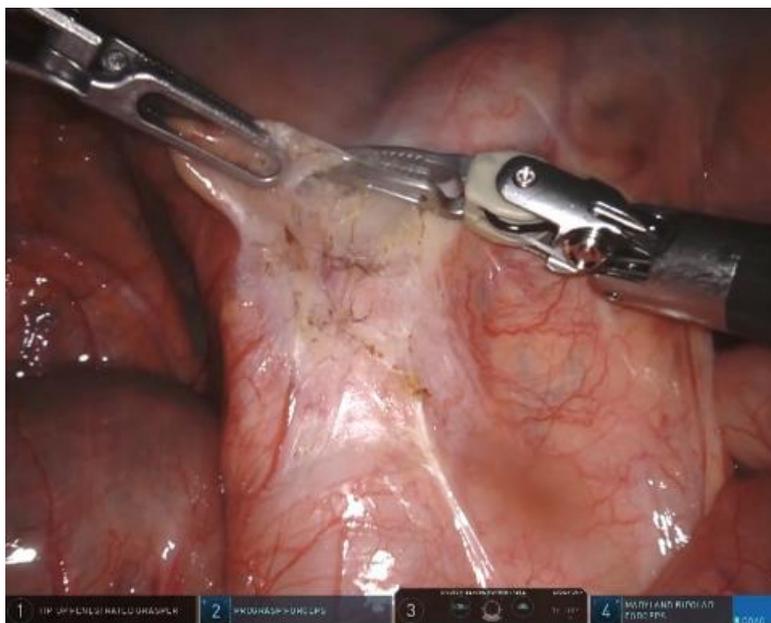


Рисунок 11 – Рассечение заднего листка брюшины над терминальным отделом аорты [3]

После рассечения брюшины над терминальным отделом аорты выполняют выделение аорты и подвздошных артерий по всей окружности. При выделении можно использовать изогнутые монополярные ножницы, которые используются как биполярные ножницы в открытой хирургии аорты. Поясничные артерии при выделении аорты клипируют клип-аппликатором Hem-o-lok с целью минимизации кровопотери при выполнении основного этапа операции (Рисунок 12).

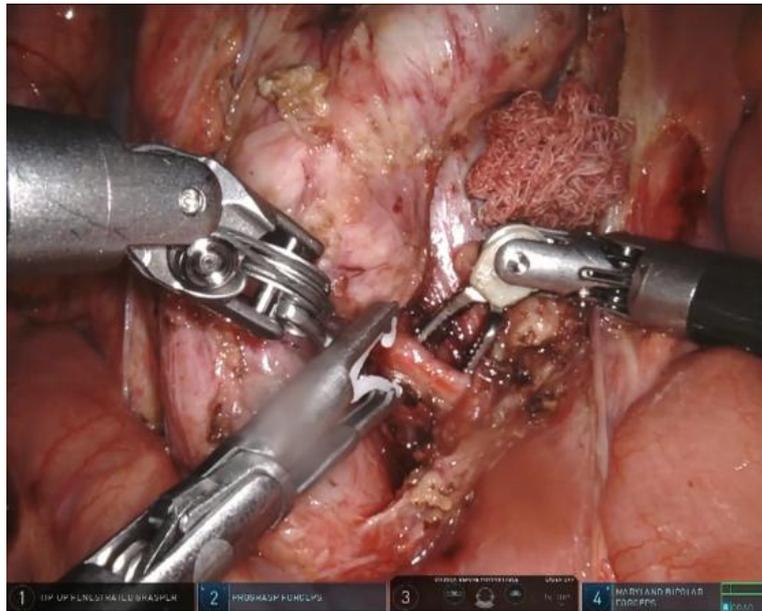


Рисунок 12 – Клипирование поясничных артерий [3]

После выделения аорты и общих подвздошных артерий выполняют наложение зажимов на артерии для формирования анастомоза. В связи с этим ассистент через ассистентский троакар заводит зажим для наложения/снятия зажимов типа «бульдог» и пережимает сосуды (Рисунок 13). Перед окклюзией аорты выполняют гепаринизацию и снижают систолическое артериальное давление до 90–110 мм рт. ст.

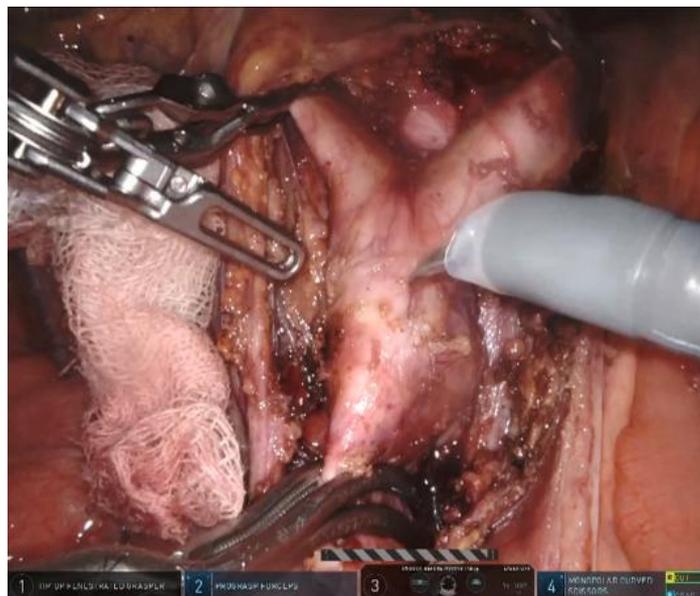


Рисунок 13 – Окклюзия аорты и общих подвздошных артерий [3]

При осуществлении подвздошно-бедренного шунтирования принципы

выделения подвздошных артерий не отличаются от аорто-бедренного шунтирования. Отличие заключается лишь в том, что задний листок брюшины рассекается над соответствующий подвздошной артерией. Выделение терминального отдела аорты не требуется.

### **Осуществление левосторонней ротации и выделение нисходящей части грудного отдела аорты**

Для выполнения левосторонней ротации нисходящей ободочной кишки и выделения нисходящей части грудного отдела аорты необходим следующий инструментарий: биполярный зажим Maryland, эндоскоп с углом обзора 30 °, окончатый зажим ProGrasp, роботические изогнутые монополярные ножницы.

Учитывая положение пациента на правом боку, кишечник смещен в ту же сторону. С целью полной левосторонней ротации следует выполнить выделение нисходящей ободочной кишки: биполярным зажимом Maryland подтягивается париетальный листок брюшины, который, в свою очередь, коагулируется и срезается монополярными ножницами вдоль латерального края нисходящей ободочной кишки на всем протяжении до селезеночного угла, а также до тех пор, пока левый фланк брюшной полости не будет отделен и визуализирован до левого купола диафрагмы (Рисунок 14).

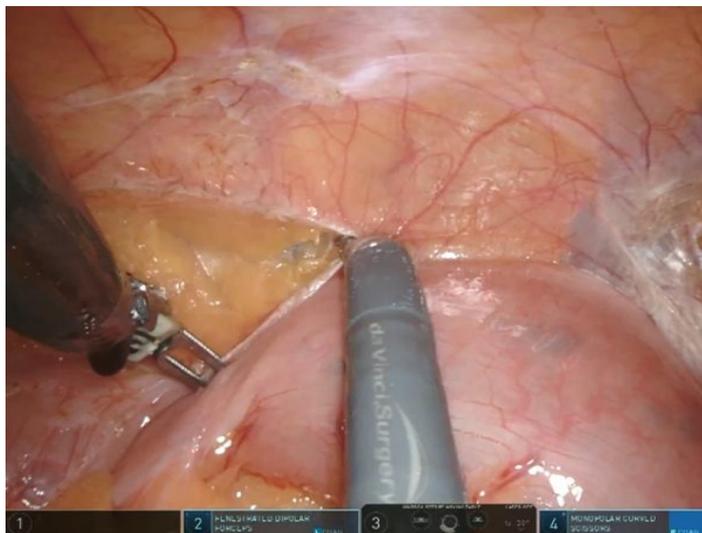


Рисунок 14 – Выполнение левосторонней ротации нисходящей ободочной кишки [3]

В случае формирования дистальных анастомоз при помощи РХК da Vinci Xi после выполнения левосторонней ротации выполняют выделение подвздошных/бедренных артерий соответственно области формирования дистальных анастомозов. Брюшина приподнимается зажимом над терминальным отделом НПА и рассекается и коагулируется (Рисунок 15). Далее НПА выделяют от паравазальной клетчатки. При необходимости формирования дистальных анастомозов с ОБА выполняют «подпаховый» доступ к бедренным артериям. Для этого дистальные ветви НПА клипируют, что позволяет мобилизовать НПА и выделить ОБА. Для визуализации ОБА свободным манипулятором приподнимается паховая складка, что позволяет создать пространство в данной области и работать с артерией (выделение и формирование дистального анастомоза).

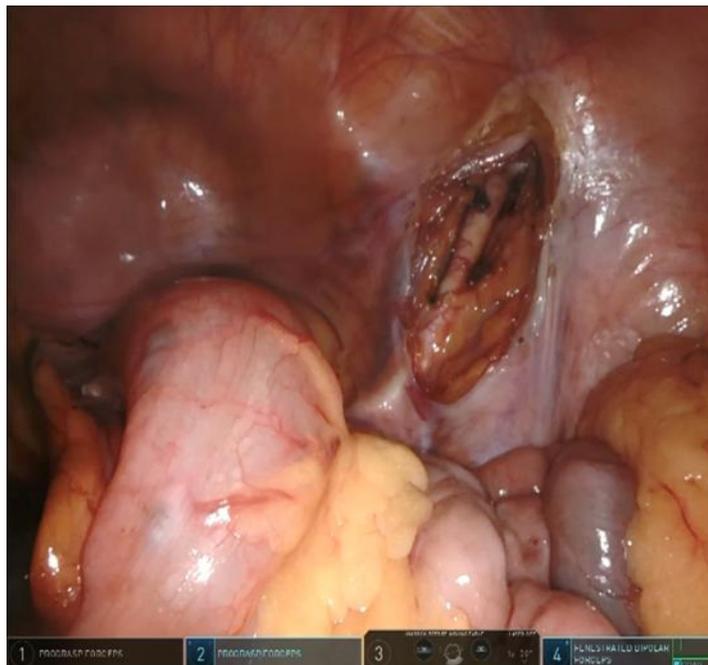


Рисунок 15 – Рассечение заднего листка брюшины и выделение НПА [3]

После выполнения абдоминального этапа с целью исключения травматизации легкого при выполнении основного этапа из акта дыхания отключают левое легкое. После подключения всех манипуляторов осуществляется смещение коллабированного левого легкого роботическим манипулятором для визуализации боковой поверхности нисходящей грудной аорты. Тупым способом

биполярным зажимом выделяется и коагулируется плевра от нисходящей грудной аорты на протяжении соответствующего участка предполагаемого анастомоза. В данном случае применяется следующий алгоритм действий: роботическим манипулятором (окончатым зажимом) приподнимается плевра, при помощи биполярного зажима Maryland плевра коагулируется и рассекается. При выделении нисходящей грудной аорты межреберные артерии клипируются ассистентом через мини-торакотомное отверстие клип-аппликатором Hem-o-lok следующим образом: консольный хирург отодвигает плевру и аорту манипуляторами, визуализируя межреберную артерию, ассистент клипирует артерию в приустьевом отделе (Рисунок 16).



Рисунок 16 – Клипирование межреберной артерии [3]

Следующим этапом ассистент заводит синтетический протез в брюшную полость и укладывает протез в левом боковом фланке. Основную браншу синтетического протеза проводят к сухожильному центру диафрагмы, в свою очередь консольный хирург осуществляет рассечение сухожильного центра диафрагмы коагуляцией. Таким образом синтетический протез проводят из брюшной полости в грудную полость.

## Формирование проксимального анастомоза

Формирование проксимального анастомоза по типу «конец протеза в бок аорты» между инфраренальным отделом аорты и проксимальным концом синтетического протеза (формирование проксимального анастомоза у линейных и бифуркационных протезов технически не отличается) имеет свои особенности. После того, как на аорту и общие подвздошные артерии были наложены зажимы типа «бульдог» выполняется аортотомия (формируют «окно» для проксимального анастомоза). Далее осуществляют замену в манипуляторе: вместо изогнутых роботических ножниц в брюшную полость вводят роботический иглодержатель. Также ассистент вводит через ассистентский троакар синтетический бифуркационный протез и моноволоконный шовный материал № 4/0: 2 нити, связанные между собой узлами в количестве 7–10 и длиной 7 см (Рисунок 17).

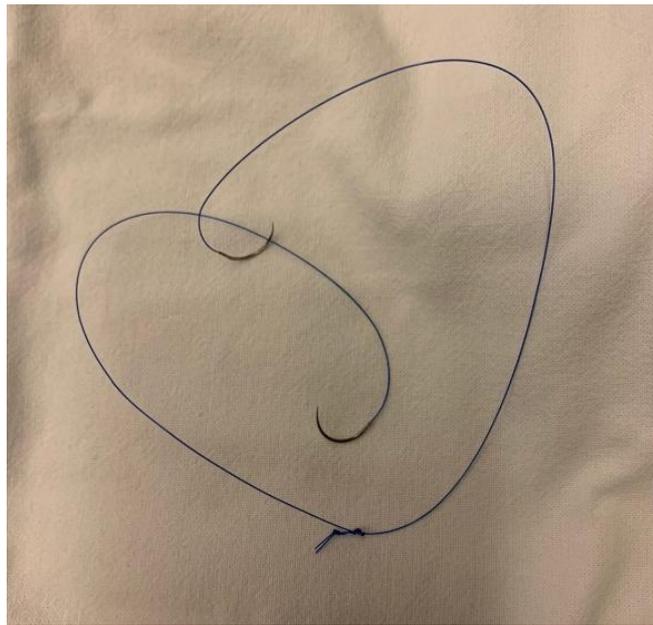


Рисунок 17 – Подготовленный шовный материал перед формированием анастомоза [3]

Для удобства хирурга, вместо окончатого зажима, в брюшную полость можно ввести дополнительно иглодержатель, что позволит ускорить формирование анастомоза. Выполняется вкол в заднюю стенку протеза снаружи сначала одной, затем другой иглой последовательно. Далее выполняется вкол в аорту изнутри сначала одной, затем другой иглой (Рисунок 18).

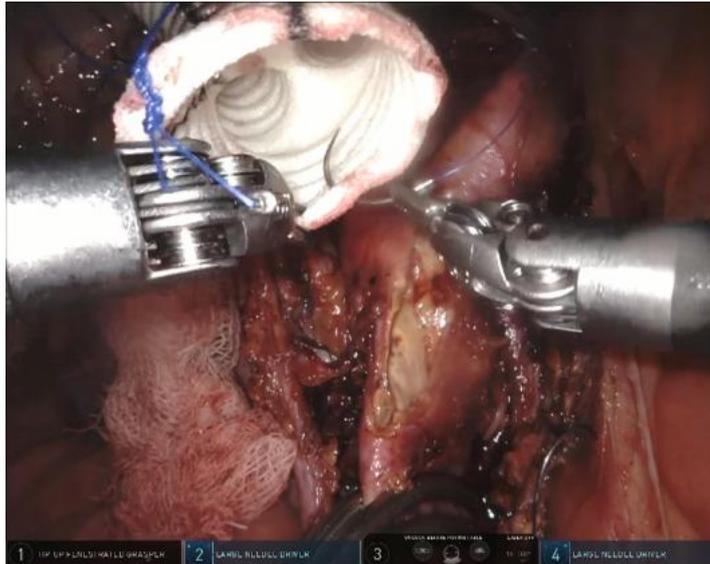


Рисунок 18 – Формирование проксимального анастомоза [3]

Последовательно накладываются стежки по всей длине анастомоза. При этом следует протягивать стежки и не допускать их ослабления (Рисунок 19).

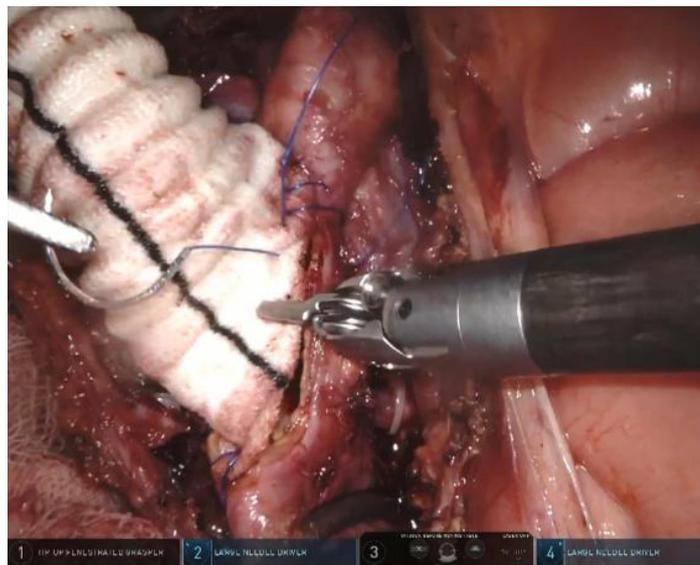


Рисунок 19 – Формирование проксимального анастомоза [3]

После наложения стежков по всей длине анастомоза нити связываются между собой узлами в количестве 7–10. Далее ассистент накладывает зажим на синтетический протез, при этом снимая поочередно зажимы с аорты и подвздошных артерий. Осуществляется адаптация проксимального анастомоза. Область анастомоза обкладывается марлевой салфеткой.

Формирование проксимального анастомоза между нисходящей частью

грудного отдела аорты и основной браншей синтетического бифуркационного протеза: формирование проксимального анастомоза осуществляется с помощью бокового отжатия аорты. Для этого ассистенты заводят боковые зажимы для бокового отжатия аорты и накладывают их навстречу друг другу таким образом, чтобы стенка аорты была изолирована от кровотока. Далее хирург осуществляет аортотомию в стенке изолированного участка аорты (формирует «окно» для проксимального анастомоза) (Рисунок 20).

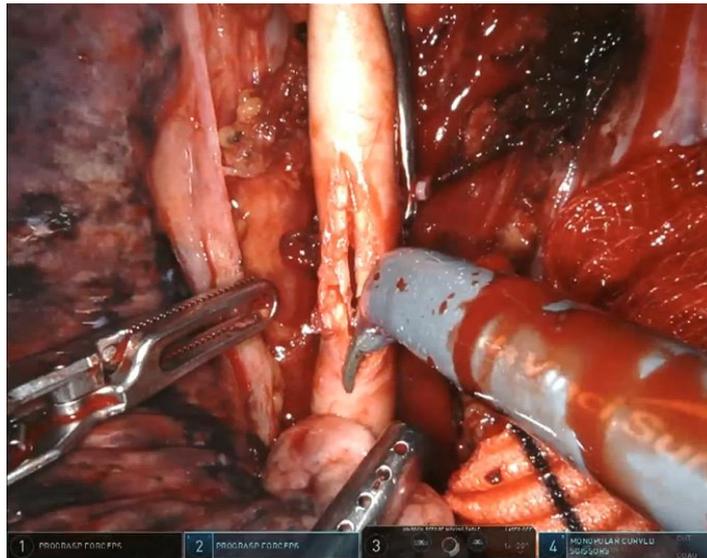


Рисунок 20 – Боковое отжатие нисходящей грудной аорты и аортотомия [3]

Следующим этапом ассистенты осуществляют замену инструмента: вместо изогнутых ножниц в 4-м манипуляторе в грудную полость вводят роботический иглодержатель. Затем ассистентом через мини-торакотомное отверстие с помощью лапароскопического иглодержателя вводится заранее подготовленный моноволоконный шовный материал №3/0: 2 нити длиной около 10 см с иглой связываются между собой не менее 10 узлами. Проксимальный анастомоз формируется между нисходящей грудной аортой и основной браншей бифуркационного протеза по типу «конец в бок». Вкол начинают снаружи основной бранши бифуркационного протеза с области «пятки» предполагаемого анастомоза, этой же иглой производится вкол изнутри аорты. Следующей нитью также осуществляется вкол протеза снаружи и изнутри аорты. Таким образом, узел остается снаружи анастомоза. Первоначальные стежки при формировании

анастомоза не затягиваются, «пятка» прошивается методом «парашюта» (Рисунок 21).

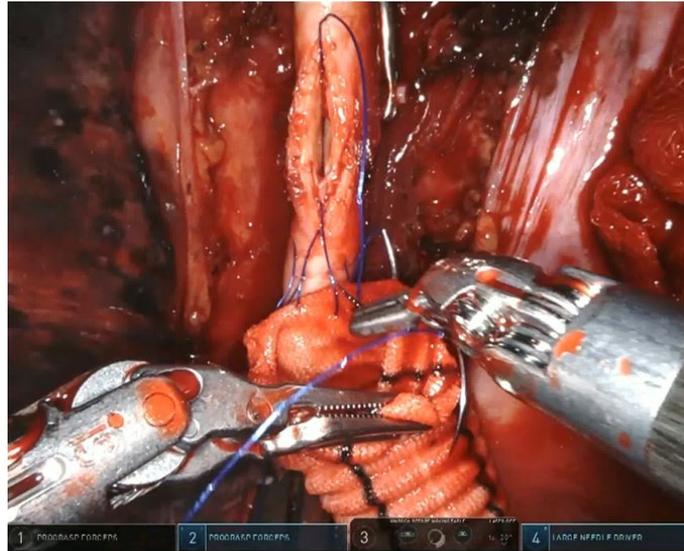


Рисунок 21 – Формирование проксимального анастомоза [3]

После наложения нескольких стежков одной, затем другой иглой, нити затягиваются. Далее накладывают стежки по одной стороне анастомоза, затем по другой стороне, в конце их завязывают между собой не менее 10 узлами. Ввиду отсутствия обратной тактильной связи с целью профилактики недотяжения стежков через каждые 2–3 стяжка рекомендуем контрольно протягивать их. Далее через нижнее мини-торакаотомное отверстие в грудную полость заводится аортальный зажим для его наложения на основную ветвь протеза. Область анастомоза закладывается сухими салфетками. Поочередно снимаются боковые зажимы с аорты, адаптируя проксимальный анастомоз (Рисунок 22).

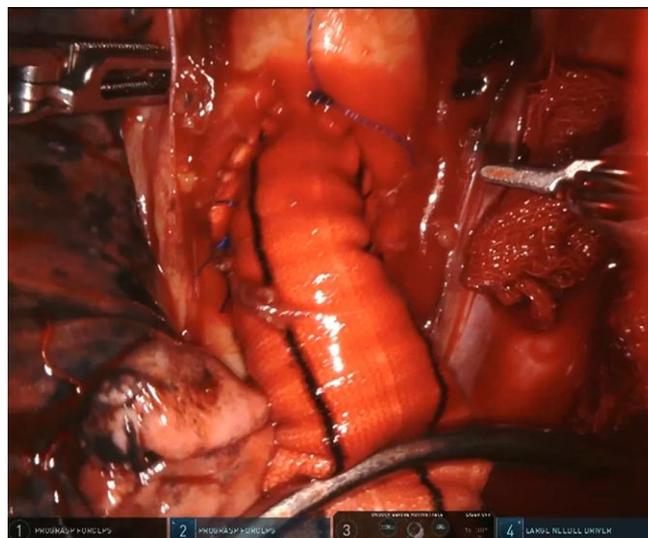


Рисунок 22 – Адаптация проксимального анастомоза [3]

## Ретроперитонеальное проведение синтетического протеза

Ретроперитонеальное проведение браншей протеза осуществляется двумя способами: с ассистентом с использованием аортального зажима (при открытом бедренном доступе) и без ассистента (при формировании дистального анастомоза с помощью робототехники). В первом случае ассистенты из бедренных доступов проводят аортальный зажим по ходу подвздошных артерий, при этом хирург приподнимает край заднего листка брюшины, пока конец зажима не появится в области аорты. Далее зажим «захватывает» браншу протеза и протягивается по ходу подвздошных артерий к бедренному доступу (Рисунок 23).

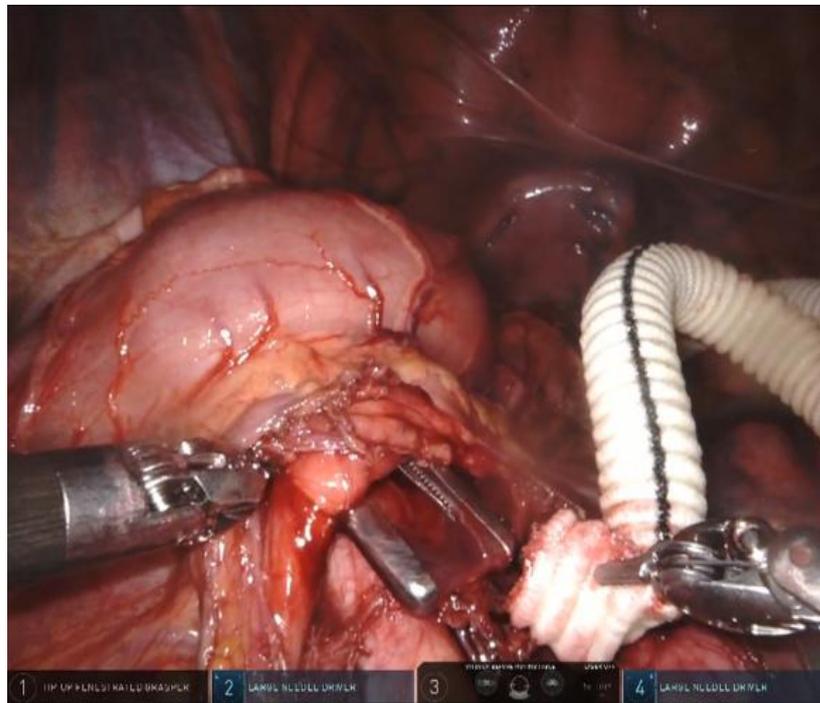


Рисунок 23 – Ретроперитонеальное проведение бранши протеза в открытый бедренный доступ

При формировании дистального анастомоза с использованием РХК синтетический протез проводится в область формирования дистального анастомоза. Для этого консольный хирург приподнимает задний листок брюшины и выделяет переднюю стенку ОПА, а затем и НПА таким образом, что освобождается пространство для проведения протеза. Далее хирург окончательным

зажимом проводит протез под задним листком брюшины по ходу подвздошных сосудов в предполагаемую область формирования дистального анастомоза. Свободный манипулятор при этом не опускает задний листок брюшины (Рисунок 24).

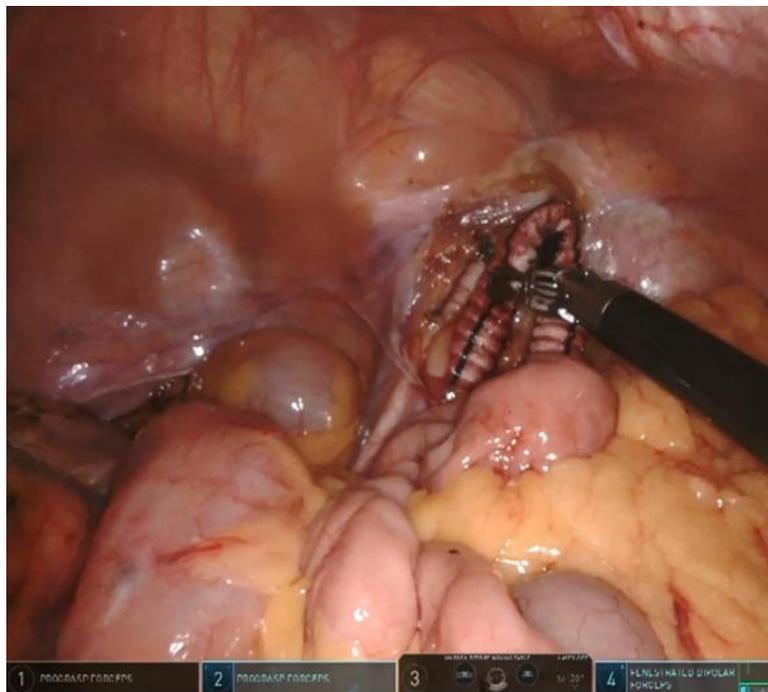


Рисунок 24 – Ретроперитонеальное проведение синтетического протеза [3]

### **Формирование дистального анастомоза с использованием роботизированного хирургического комплекса**

Принцип формирования дистального анастомоза при выполнении различных реконструкций не отличается. Дистальный анастомоз формируется между подвздошными артериями или ОБА по типу «конец протеза в бок артерии». Формирование анастомоза начинается после наложение зажимов на артерию типов «бульдог». Затем осуществляется замена инструментов: консольному хирургу подключают изогнутые монополярные роботические ножницы, которыми хирурги выполняет артериотомию (выкраивает «окно» для будущего анастомоза). Далее хирург срезает синтетический протез (ранее проведенный ретроперитонеально) соответственно длине, необходимой для выполнения реконструкции. Осуществляют замену инструментов: вместо изогнутых монополярных ножниц в

брюшную полость заводят роботический иглодержатель. В брюшную полость ассистент заводит шовный материал № 4/0: связанные между собой нити длиной 10 см в количестве 7–10 узлов. Выполняют вкол в протез снаружи в области «пятки» анастомоза, а далее в артерию: вовнутрь сначала одной, затем второй иглой так, чтобы концы игл были снаружи, затем концы игл связывают между собой несколько раз, тем самым «сажая» протез на область анастомоза. Следующие стежки накладывают с каждой стороны до «носика» анастомоза, где нити связываются между собой не менее 7–10 узлами! Перед вязанием концов нитей ассистент приоткрывает зажим с протеза и снова его накладывает на протез (профилактика воздушной эмболии) (Рисунок 25).

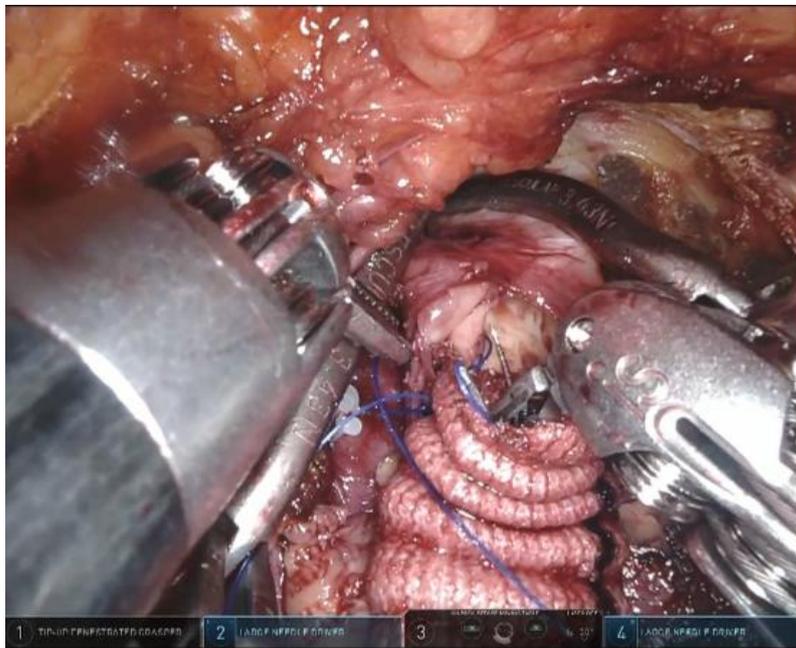


Рисунок 25 – Формирование дистального анастомоза [3]

### Методы исследования качества жизни пациентов

С целью оценки качества жизни пациентов после выполнения реконструкции аорто-подвздошного сегмента в двух группах проводилась оценка болевого синдрома в первые сутки по шкале ВАШ, а также определялась длительность нахождения на больничном у официально трудоустроенных пациентов посредством телефонного опроса. Дополнительно использовался опросник MOSSF-36 (Medical Outcomes Study 36-item – Short Form health survey),

рекомендованный в Европе для оценки качества жизни пациентов с хронической ишемией нижних конечностей [18, 20, 36]. Это позволило получить более полное представление о состоянии пациентов и эффективности выполненных вмешательств.

### **Методы статистического анализа**

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 4.1.4 (разработчик ООО «Статтех», Россия). Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1–Q3). Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью U-критерия Манна-Уитни. Сравнение процентных долей при анализе четырехпольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия хи-квадрат Пирсона (при значениях ожидаемого явления более 10). Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия хи-квадрат Пирсона. Различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Для выявления предикторов послеоперационных осложнений у пациентов с различными типами лечения был использован метод бинарной логистической регрессии. Отбор переменных производился с использованием пошагового исключения предикторов, не оказывающих статистически значимого влияния на исследуемый фактор при  $p > 0,05$ . Для каждой полученной переменной, вошедшей в анализ, были рассчитаны отношения шансов (ОШ) с 95% доверительным интервалом (95% ДИ). Проверка эффективности модели произведена с помощью построения ROC-кривой.

## ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОТКРЫТЫХ И РОБОТ-АССИСТИРОВАННЫХ РЕКОНСТРУКЦИЙ АОРТО-ПОДВЗДОШНОГО СЕГМЕНТА

### 3.1. Госпитальные результаты открытых и робот-ассистированных реконструкций аорто-подвздошного сегмента

При атеросклеротическом стенно-окклюзионном поражении аорто-подвздошного сегмента выполнялись различные виды хирургических вмешательств, включая как традиционные открытые операции, так и робот-ассистированные методы. В Таблицах 4 и 5 представлено распределение пациентов в зависимости от типа оперативного вмешательства. В обеих группах чаще всего проводилось линейное аорто-бедренное шунтирование, которое выполнялось более чем в 64% случаев. Проксимальный анастомоз преимущественно создавался на уровне брюшного отдела аорты (в 87,23% случаев), тогда как в 12,77% случаев он формировался с нисходящей грудной аортой.

Таблица 4 – Виды всех оперативных вмешательств

Показатель	Категории	Абс.	%	95% ДИ
Операция	Аорто-бедренное бифуркационное шунтирование (АББШ)	41	21,8	16,1–28,4
	Линейное аорто-бедренное шунтирование (ЛАБШ)	123	65,4	58,2–72,2
	Торако-бедренное бифуркационное шунтирование (ТББШ)	20	10,6	6,6–16,0
	Эндартеэктомия из подвздошных артерий (ЭАЭ из ПА)	4	2,1	0,6–5,4

Таблица 5 – Вид оперативного вмешательства в зависимости от способа лечения

Показатели	Категории	Способ лечения		p
		Открытый способ (n=90)	Робот-ассистированное вмешательство (n=98)	
Операция, абс. (%)	Аорто-бедренное бифуркационное шунтирование (АББШ)	22 (24,4%)	19 (19,4%)	0,782
	Линейное аорто-бедренное шунтирование (ЛАБШ)	58 (64,4%)	65 (66,3%)	
	Торако-бедренное бифуркационное шунтирование (ТББШ)	8 (8,9%)	12 (12,2%)	
	Эндартеэктомия из подвздошных артерий (ЭАЭ из ПА)	2 (2,2%)	2 (2,0%)	

Открытые оперативные вмешательства применялись с использованием трансперитонеального или забрюшинного доступа. При трансперитонеальном доступе выполнялась срединная лапаротомия. При забрюшинных доступах в основном осуществлялись параректальный доступ по Carstensen и забрюшинный доступ по Rob, изредка применялся доступ по Пирогову. При выполнении открытого торако-бедренного шунтирования осуществлялись переднебоковая торакотомия, забрюшинный доступ (для проведения синтетического протеза) и доступ к бедренным артериям для формирования дистальных анастомозов. В Таблице 6 приведены виды доступов при выполнении аорто-подвздошных реконструкций.

Наиболее частыми доступами при выполнении открытых вмешательств были: при выполнении АББШ – параректальный доступ по Carstensen; при выполнении ЛАБШ – параректальный доступ по Carstensen; при выполнении торако-бедренного шунтирования – отдельные доступы (торакотомия и забрюшинный доступ по Rob); при ЭАЭ из подвздошных артерий выполнялась из

доступа по Пирогову.

Таблица 6 – Доступы при выполнении аорто-подвздошных реконструкций

Показатель	Категории	Абс.	%	95% ДИ
Доступ при открытых операциях	Лапаротомия	19	10,1	6,2–15,3
	Параректальный доступ по Carstensen	34	18,1	12,9–24,3
	Забрюшинный доступ по Rob	24	12,8	8,4–18,4
	Доступ по Пирогову	5	2,7	0,9–6,1
	Торако-бедренное шунтирование	8	4,3	1,9–8,2
Робот-ассистированные вмешательства		98	52,1	44,7–59,5

В Таблице 7 приведены виды доступов, в зависимости от вида оперативного вмешательства.

Таблица 7 – Доступы в зависимости от объема оперативного вмешательства

Показатели	Категории	Операция				Р
		АББШ	ЛАБШ	ТББШ	ЭАЭ из ПА	
Доступ, абс. (%)	Лапаротомия	6 (14,6%)	13 (10,6%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	<0,001 * РЛАБШ – ТББШ< 0,001
	Параректальный доступ по Carstensen	10 (24,4%)	24 (19,5%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	
	Забрюшинный доступ по Rob	6 (14,6%)	18 (14,6%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	
	Доступ по Пирогову	0 (0,0%)	3 (2,4%)	0 (0,0%)	2 (50,0%)	
	Торакс-бедренное шунтирование	0 (0,0%)	0 (0,0%)	8 (40,0%)	0 (0,0%)	
	Робот-ассистированные вмешательства	19 (46,3%)	65 (52,8%)	12 (60,0%)	2 (50,0%)	

Примечание: \* различия статистически значимы ( $p < 0,05$ )

Из всех аорто-подвздошных реконструкций (188 операций), 3,2% (6 операций) составляли повторные оперативные вмешательства, выполненные по поводу тромбоза ранее осуществленных аорто-подвздошных реконструкций. Все повторные вмешательства проводились открытым способом, так как при повторном вмешательстве сохраняется высокий риск спаечного процесса.

Четырем пациентам (2,1%), помимо реконструкции аорто-подвздошного сегмента, дополнительно проведены одномоментно бедренно-подколенные шунтирования ввиду окклюзии поверхностной бедренной артерии и слабого развития глубокой бедренной артерии. Инфраингинальные реконструкции выполнялись как в группе открытых вмешательств, так и в группе робот-ассистированных вмешательств (Таблица 8).

В Таблице 8 приведены данные о повторных вмешательствах на аорто-подвздошном сегменте и дополнительном одномоментном выполнении бедренно-подколенного шунтирования.

Медиана длительности пребывания пациентов в отделении сосудистой хирургии после робот-ассистированных вмешательств была статистически ниже ( $p < 0,001$ ). Медиана пребывания в отделении интенсивной терапии в обеих группах была одинаковой, однако интерквартильный размах имел значимые отличия (в группе открытых вмешательств разбросы данных были больше ( $p < 0,011$ )).

Таблица 8 – Повторные и дополнительные вмешательства при выполнении реконструктивных вмешательств аорто-подвздошного сегмента

Показатели	Способ лечения		<i>p</i>
	Открытый способ (n=90)	Робот-ассистированное вмешательство (n=98)	
Повторные операции, абс. (%)	6 (6,7%)	0 (0,0%)	0,011*
Дополнительная реконструкция (бедренно-подколенное шунтирование), абс. (%)	2 (2,2%)	2 (2,0%)	0,845
Примечание: * различия статистически значимы ( $p < 0,05$ )			

После операции пациенты находились в отделении интенсивной терапии с последующим переводом в отделение сосудистой хирургии (Таблица 9).

Таблица 9 – Длительность пребывания в стационаре в зависимости от способа лечения

Показатели	Способ лечения		<i>p</i>
	Открытый способ (n=90)	Робот-ассистированное вмешательство (n=98)	
Койко/день после операции, Ме [IQR]	8,00 [7,00; 10,00]	5,00 [4,00; 6,00]	<0,001*
Койко/день реанимация, Ме [IQR]	1,00 [1,00; 2,00]	1,00 [1,00; 1,00]	0,011*

Примечание: \* различия статистически значимы ( $p < 0,05$ )

В Таблице 10 представлены основные результаты реконструкций аорто-подвздошного сегмента. Максимальный объем интраоперационной кровопотери составил 2500,0 мл и был зарегистрирован однократно. Данный случай был обусловлен прорезыванием нитей швов на проксимальном анастомозе при выполнении открытого аорто-бедренного протезирования. Ввиду повторного наложения зажима на аорту и прошивания проксимального анастомоза длительность окклюзии аорты и формирования проксимального анастомоза составили 125 мин и 120 мин соответственно.

Таблица 10 – Основные результаты реконструкций аорто-подвздошного сегмента

Показатели	Me	Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub>	min	max
Объем кровопотери	200,00	100,00 – 400,00	20,00	2500,00
Время операции (мин)	167,50	130,00 – 205,00	55,00	340,00
Время окклюзии аорты (мин)	35,00	25,00 – 45,00	13,00	95,00
Время формирования проксимального анастомоза	30,00	20,00 – 36,25	8,00	90,00
Время доступа к аорто-подвздошному сегменту	30,00	20,00 – 35,00	10,00	105,00

В Таблице 11 представлены основные результаты хирургического лечения, в зависимости от способа лечения. При анализе результатов выявлены статистически значимые различия в значениях длительности вмешательства и объема кровопотери. Объем кровопотери и время длительности операции в группе эндовидеохирургических вмешательств были статистически значимо меньше, что связано с отсутствием большого травматичного доступа, который требует этапа послойного ушивания. Отсутствие данного этапа (при выполнении робот-ассистированных вмешательств ушивается апоневроз и троакарные отверстия одним узловым швом после достижения гемостаза ран) позволяет минимизировать кровопотерю и ускорить время выполнения оперативного вмешательства. Однако на отдельных этапах операции, в частности при формировании анастомоза с аортой и во время её окклюзии, в группе открытых вмешательств отмечались статистически значимо меньшие показатели: время формирования анастомоза было короче на 3 минуты, а длительность окклюзии – на 2,5 минуты по сравнению с группой робот-ассистированных вмешательств. Время окклюзии аорты считалось до наложения зажима на сосудистый протез ниже анастомоза, что позволяло пустить нативное русло. Наличие столь незначительной разницы во времени между группами при выполнении вмешательства не оказывает влияния на результаты хирургического лечения.

Таблица 11 – Результаты хирургического лечения в зависимости от способа лечения

Показатели	Способ лечения		P
	Открытый способ (n=90)	Робот-ассистированное вмешательство (n=98)	
Объем кровопотери (мл), Me [IQR]	400,00 [200,00; 600,00]	150,00 [100,00; 200,00]	< 0,001*
Время операции (мин), Me [IQR]	190,00 [150,00; 210,00]	155,00 [130,00; 205,00]	<0,001*
Время окклюзии аорты (мин), Me [IQR]	32,50 [25,00; 40,00]	35,50 [25,00; 45,00]	0,017*

Показатели	Способ лечения		<i>p</i>
	Открытый способ (n=90)	Робот-ассистированное вмешательство (n=98)	
Время формирования проксимального (мин), Me [IQR]	27,50 [20,00; 35,00]	30,00 [25,00; 40,00]	0,011*
Доступа к аорте (мин), Me [IQR]	30,00 [30,00; 35,00]	30,00 [20,00; 50,00]	0,107
Примечание: * различия статистически значимы ( $p < 0,05$ )			

Важно отметить, ввиду разного объема травматизации тканей при выполнении открытых и робот-ассистированных вмешательств, выраженность болевого синдрома в двух группах больных в пооперационном периоде была разной. Интенсивность болевого синдрома оценивалась на основании объема и продолжительности проводимой анальгезирующей терапии в послеоперационном периоде. Показатели обезболивания в сравниваемых группах существенно различались. В группе пациентов, перенесших робот-ассистированные вмешательства, выраженность болевого синдрома была значительно ниже. Продолжительность применения анальгетиков также варьировалась: в данной группе обезболивающая терапия потребовалась лишь в течение первых суток после операции (Таблицы 12, 13).

Для купирования боли использовались преимущественно нестероидные противовоспалительные препараты с выраженным анальгезирующим эффектом (кеторолак 30 мг/мл), а также опиоидные анальгетики, включающие средства со смешанным механизмом действия (трамадол 50 мг/мл) и агонисты опиоидных рецепторов (промедол 20 мг/мл).

Таблица 12 – Длительность и объем анальгезирующей в зависимости от способа лечения

Показатели	Способ лечения		p
	Открытый способ (n=90)	Робот-ассистированное вмешательство (n=98)	
Длительность анальгезии (дней), Me [IQR]	4,00 [3,00; 4,00]	1,00 [1,00; 2,00]	<0,001*
Кеторолак (30 мг/мл), амп, Me [IQR]	3,00 [2,00; 3,00]	1,00 [1,00; 1,00]	<0,001*
Трамадол (50 мг/мл), амп, Me [IQR]	2,00 [0,00; 2,00]	0,00 [0,00; 0,00]	<0,001*
Промедол (20 мг/мл), амп, Me [IQR]	1,00 [0,00; 2,00]	0,00 [0,00; 0,00]	<0,001*
Примечание: * различия статистически значимы ( $p<0,05$ )			

Таблица 13 – Потребность в анальгезирующей терапии в зависимости от способа лечения

Показатели	Способ лечения		p
	Открытый способ (n=90)	Робот-ассистированное вмешательство (n=98)	
Кеторолак (30 мг\мл), абс. (%)	90 (100,0%)	98 (100,0%)	–
Трамадол (50 мг/мл), абс. (%)	57 (63,3%)	17 (17,3%)	<0,001*
Промедол (20 мг\мл), абс. (%)	49 (54,4%)	12 (12,2%)	<0,001*
Примечание: * различия статистически значимы ( $p<0,05$ )			

Объем применения анальгетиков в послеоперационном периоде значительно различался между исследуемыми группами. Хотя кеторолак применялся во всех случаях, его суммарное количество в группе открытых хирургических вмешательств было почти втрое выше по сравнению с робот-ассистированными операциями. Частота назначения трамадола также была существенно выше в группе открытых вмешательств – примерно в 3,4 раза по сравнению с робот-ассистированной группой. Аналогичная тенденция наблюдалась и при использовании промедола, который назначался примерно в 4,5 раза чаще при открытых операциях.

Эти различия указывают на достоверно меньшую потребность в обезболивании у пациентов после робот-ассистированных вмешательств, что свидетельствует о более щадящем характере данной методики и ее благоприятном

влиянии на восстановительный период.

Меньшая травматизация тканей, отсутствие крупных хирургических разрезов и сниженный уровень операционного стресса способствуют более легкому течению послеоперационного периода. В результате пациенты быстрее восстанавливаются, потребность в анальгетиках снижается, уменьшается вероятность осложнений, а реабилитация проходит быстрее и с меньшими ограничениями в повседневной жизни.

### 3.1.1. Осложнения в госпитальном периоде после открытых и робот-ассистированных вмешательств

Оценка госпитальных результатов осуществлялась без особенностей: учитывались различные виды осложнений, которые влияли на увеличение длительности нахождения пациентов в стационаре, в зависимости от варианта хирургического лечения.

Группа открытых вмешательств характеризовалась более высоким уровнем осложнений, при этом статистическая значимость данного показателя отсутствовала (Таблица 14).

Таблица 14 – Количество осложнений в зависимости от способа лечения

Категории	Способ хирургического лечения		<i>p</i>
	Открытый способ (n=90)	Робот-ассистированное вмешательство (n=98)	
Наличие осложнений	10 (11,1%)	6 (6,1%)	0,297

Виды возникших осложнений в послеоперационном периоде приведены в Таблице 15.

Таблица 15 – Виды осложнений в зависимости от способа лечения

	Категории	Способы лечения		<i>p</i>
		Открытый способ (n=90)	Робот-ассистированное вмешательство (n=98)	
Осложнение, абс. (%)	Тромбоз	2 (2,2%)	2 (2,0%)	0,385
	Кровотечение из анастомоза	0 (0,0%)	1 (1,0%)	
	Повреждение мочеточника	1 (1,1%)	1 (1,0%)	
	Инфицирование раны	3 (3,3%)	0 (0,0%)	
	Кишечная непроходимость	2 (2,2%)	0 (0,0%)	
	ОИМ	1 (1,1%)	0 (0,0%)	
	кровотечение из троакара	0 (0,0%)	1 (1,0%)	
	мезентериальный тромбоз	1 (1,1%)	1 (1,0%)	

В группе роботизированных операций большинство осложнений приходилось на первые 30 вмешательств, что соответствовало начальному этапу освоения технологии. В этот период хирургическая команда проходила процесс адаптации к работе с роботизированной системой, что сопровождалось определёнными техническими трудностями. Среди них отмечались кровотечения из троакарных отверстий и повреждение мочеточника. Возникновение кровотечения из области анастомоза, как правило, было связано с недостаточным натяжением шовного материала при его наложении, что объясняется ограниченным опытом работы с данной методикой. Поскольку контроль натяжения швов осуществляется визуально, он требует определённой степени навыка, приобретаемого с практикой.

С накоплением клинического опыта и улучшением технических приёмов

длительность операций постепенно сокращалась, что свидетельствует о положительной динамике обучаемости и, как следствие, способствовало улучшению хирургических исходов.

Отдельные случаи тромбозов в зоне реконструкции были обусловлены неудовлетворительным оттоком крови, связанным с окклюзией поверхностной бедренной артерии. В данных ситуациях пациентам было выполнено дополнительно бедренно-подколенное шунтирование с целью улучшения русла оттока. В подобных случаях целесообразно рассматривать возможность одномоментной коррекции двух артериальных блоков – аорто-подвздошного и бедренного сегментов.

Инфицирование послеоперационных ран встречалось только в группе открытых реконструктивных вмешательств. Риски инфекционных осложнений в данной группе больных повышены в сравнении с эндовидеохирургическими вмешательствами ввиду большой травматизации, обширных доступов. В группу «Инфицированные раны» отнесены случаи, потребовавшие выполнения хирургических обработок с наложением ВАК-повязок. Ситуации без инфицирования области вмешательства, которое удалось купировать с помощью консервативной терапии (антибактериальная терапия), в данную группу осложнений не вошли. Также в данную группу не вошли случаи лимфореи послеоперационных ран. Лимфорея возникала в группе открытых реконструкций (5 случаев; 5,56 %) без необходимости проведения хирургических вмешательств. В большинстве случаев лимфорея в послеоперационном периоде возникала при открытых бедренных доступах и их удавалось купировать консервативной терапией (ограничение жидкости, сохранение страховочного дренажа, постельный режим с возвышенным положением нижних конечностей, ограничение белковой пищи). Ведение пациентов на консервативной терапии в течение 3–4-х суток позволяло справиться с обильным лимфотическим отделяемым.

Такое осложнение, как кровотечение из проксимального анастомоза, встречалось однократно в группе робот-ассистированных вмешательств. Кровотечение возникло при формировании дистального анастомоза. Это было

связано с тем, что пуск кровотока по протезу привел к прорезыванию уже истонченной нити (нить при формировании анастомоза протягивается роботическим иглодержателем, который при усиленном нажатии может ее сдавить до истончения). Данное неконтролируемое кровотечение было устранено после экстренной конверсии, что позволило избежать большой кровопотери (700 мл). В одном случае после выполнения робот-ассистированного вмешательства в послеоперационном периоде на фоне антикоагулянтной терапии у пациента сформировалась гематома брюшной стенки (400 мл), что потребовало ревизии и санации гематомы. У пациента с атеросклеротическим окклюзионно-стенотическим атеросклеротическим поражением аорто-подвздошного сегмента компенсаторно развивается коллатеральное кровообращение в виде надчревных артерий. В данном случае при выполнении робот-ассистированного вмешательства была повреждена *a. epigastrica inferior*. Далее у последующих пациентов перед установкой троакаров надчревные артерии маркировались под УЗИ контролем (Рисунок 25).



Рисунок 25 – Маркировка надчревных артерий перед установкой троакаров;  
1 – надчревные артерии

Госпитальная летальность в обеих группах не превышала 2%. В группе

робот-ассистированных вмешательств летальный исход был обусловлен развитием мезентериального тромбоза (n=1). Схожий случай отмечен и в группе открытых операций (n=1). Возникновение мезентериального тромбоза потребовало проведения повторного хирургического вмешательства с резекцией некротизированного участка кишечника. Это осложнение, сопровождающееся острой ишемией, вызывает обширное повреждение тканей и выраженную токсемию, что, в свою очередь, приводит к системному воспалительному ответу с последующим развитием полиорганной недостаточности и прогрессирующей дисфункцией жизненно важных органов.

Кроме того, в группе открытых вмешательств зарегистрирован ещё один летальный исход, связанный с острым инфарктом миокарда, осложнившимся развитием острой сердечной недостаточности, которая стала непосредственной причиной смерти пациента (Таблица 16).

Таблица 16 – Летальность в госпитальном периоде

	Открытый способ (n=90)	Робот-ассистированное вмешательство (n=98)	<i>p</i>
Летальный исход	2 (2,22%)	1 (1,02%)	0,776

С целью детализации осложнений проведен анализ видов осложнений, в зависимости от вида доступа, который использовался при выполнении оперативного вмешательства. У группы пациентов, у которых использовалась срединная лапаротомия, встречалось такое осложнение, как кишечная непроходимость (2 случая; 10,5%). Данной группе больных с послеоперационным парезом кишечника требовалась консервативная терапия в условиях отделения интенсивной терапии, постановка спинальной анальгезии, постоянная стимуляция перильстатики кишечника. Пациентам, у которых по данным УЗИ ОБП на 3-и сутки зафиксирован парез кишечника, была выполнена КТ органов брюшной полости с внутривенным контрастированием с целью устранения органической

причины непроходимости. Выполнения хирургических вмешательств у данной группы пациентов в объеме ревизии ОБП не потребовалось (Таблица 17).

Таблица 17 – Кишечная непроходимость в зависимости от типа доступа

Показатели	Доступ						p
	Лапаротомия	Параректальный	Люмботомия	Пирогова	Торакобедренное шунтирование	робот	
Непроходимость, абс. (%)	2 (10,5%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0,003* РЛапаротомия – робот = 0,018
Примечание: * различия статистически значимы ( $p < 0,05$ )							

Повреждения мочеточника зафиксированы в одном случае при выполнении открытых реконструкций (из лапаротомного доступа) и в одном случае при выполнении робот-ассистированного вмешательства. По нашему мнению, этого осложнения возможно избежать при выполнении забрюшинных доступов по причине лучшей визуализации (визуализация поясничной мышцы, а далее мочеточника является ориентиром при выполнении забрюшинных доступов, что позволяет оттеснить брюшной мешок в противоположную сторону с контролем мочеточника).

### **3.2. Отдаленные результаты открытых и робот-ассистированных реконструкций аорто-подвздошного сегмента**

#### **3.2.1. Показатели выживаемости после открытых и робот-ассистированных операций**

Статистический анализ выживаемости проведен с помощью языка программирования R и использованием IBM® SPSS® Statistics 26,0. С помощью

формирования таблиц дожития анализировали выживаемость пациентов в группах исследования в различные периоды наблюдения. Для анализа кумулятивной функции выживаемости использовали метод Каплана-Мейера с построением соответствующих кривых (Таблица 18) (Рисунок 26). Статистически достоверными считали отличия при  $p < 0,05$ .

Таблица 18 – Таблица выживаемости Каплана-Мейера при открытом и робот-ассистированном типах лечения

Тип лечения	Реконструкция проходима	Количество наблюдений	Количество событий	Медиана выживаемости	95% ДИ
Открытый	Нет	15	3	–	24; –
	Есть	60	0	–	–
Робот-ассистированный	Нет	10	2	24	24; –
	Есть	77	2	–	–

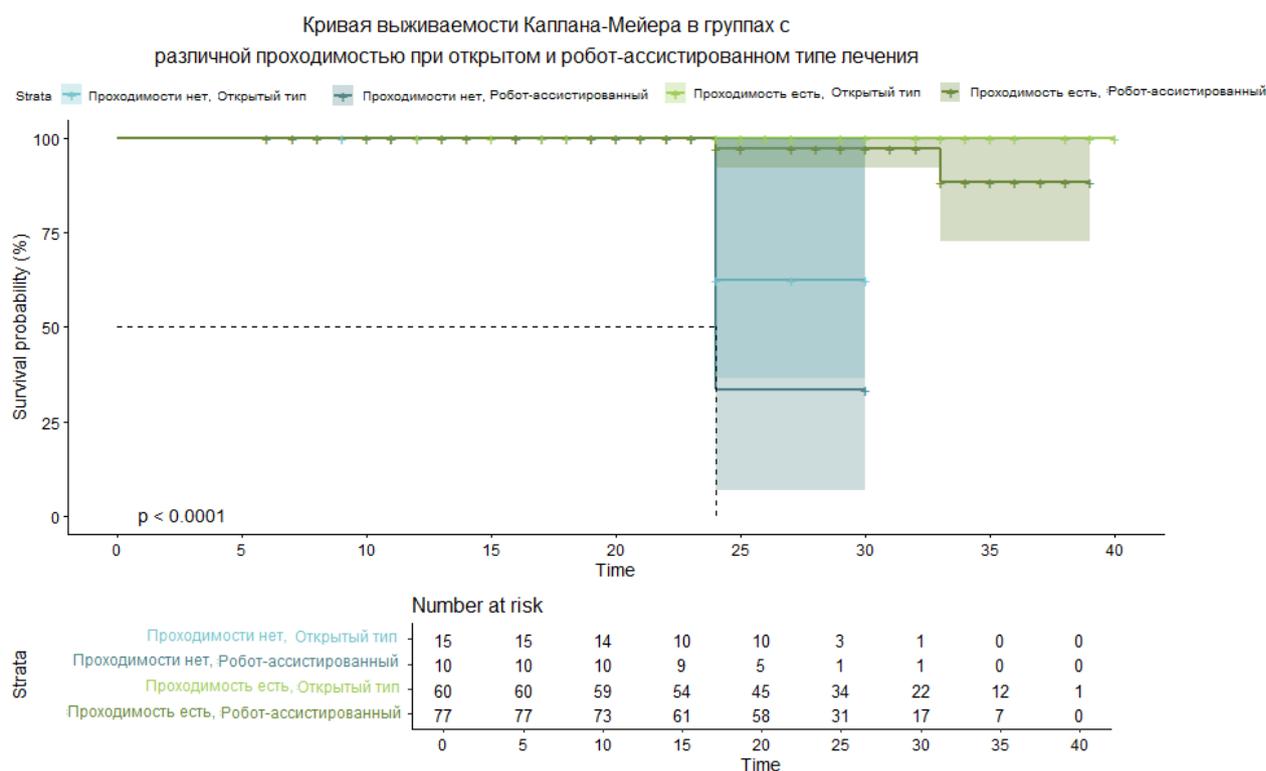


Рисунок 26 – Кривая выживаемости Каплана-Мейера для пациентов с открытым и робот-ассистированным типом лечения и различной проходимостью

По итогам анализа выживаемости пациентов при открытом и робот-ассистированном типах лечения были выявлены статистически значимые различия между больными с наличием проходимости реконструкции и ее отсутствием



Показатель	Реконструкция проходима						Реконструкция не проходима					
	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0
Доля терминальных случаев	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0
Доля выживших	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1
Накопленная доля выживших к концу интервала	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1
Стд. накопленная доля выживших к концу интервала	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0
Плотность вероятности	0	0	0	0	0,083	0	0	0	0	0	0	0
Стандартная ошибка плотности вероятности	0	0	0	0	0,034	0	0	0	0	0	0	0
Коэф. смертности	0	0	0	0	0,11	0	0	0	0	0	0	0
Стандартная ошибка коэф. смертности	0	0	0	0	0,06	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 20 – Таблица дожития при робот-ассистированном способе лечения

Показатель	Реконструкция проходима						Реконструкция не проходима						
	0	6	12	24	30	36	0	6	12	24	30	36	40
Время начала интервала	0	6	12	24	30	36	0	6	12	24	30	36	40
Число достигших интервала	10	10	9	7	3	1	77	77	66	59	37	17	6
Число выбываний в течение интервала	0	1	2	4	0	1	0	11	7	22	19	10	6
Число подвергающихся риску	10	9,5	8	5	3	0,5	77	71,5	62,5	48	27,5	12	3
Число терминальных случаев	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0
Доля терминальных случаев	0	0	0	0	0,67	0	0	0	0	0	0,04	0,08	0
Доля выживших	1	1	1	1	0,33	1	1	1	1	1	0,96	0,92	1
Накопленная доля выживших к концу интервала	1	1	1	1	0,33	0,33	1	1	1	1	0,96	0,88	0,88
Стд. накопленная доля выживших к концу интервала	0	0	0	0	0,27	0,27	0	0	0	0	0,04	0,08	0,08
Плотность вероятности	0	0	0	0	0,111	0	0	0	0	0	0,006	0,013	0
Стандартная ошибка плотности вероятности	0	0	0	0	0,045	0	0	0	0	0	0,006	0,013	0
Коэф. смертности	0	0	0	0	0,17	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0
Стандартная ошибка коэф. смертности	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0

Таким образом, проведенный анализ выживаемости, позволяет сделать

вывод о наличии значительно более высоких рисков летальных исходов при развитии непроходимости реконструкций как при открытом, так и при робот-ассистированном типе лечения.

### 3.2.2. Возникновение грыж послеоперационного рубца после открытых и робот-ассистированных вмешательств

При оценке отдаленных результатов отмечались случаи развития послеоперационных грыж у пациентов, которые являлись на контрольный осмотр к врачу-ангиохирургу. В Таблице 21 приведены данные по развитию грыж после выполнения реконструктивных вмешательств.

Таблица 21 – Описательная статистика по развитию грыж после операций

Показатель	Категории	Абс.	%	95% ДИ
Грыжа п/о раны	Наличие	10	5,3	2,6–9,6
	Отсутствие	178	94,7	90,4–97,4

В 5,3% случаев (10 пациентов) после операций развились грыжи послеоперационного рубца. Для выявления причин проведен анализ зависимости развития грыж от выбранного способа лечения (Таблица 22).

Таблица 22 – Данные по развитию послеоперационных грыж, в зависимости от способа лечения

Показатели	Категории	Способ лечения		<i>p</i>
		Открытый способ (n=90)	Робот-ассистированное вмешательство (n=98)	
Грыжа п/о раны	Наличие	10 (11,1%)	0 (0,0%)	0,001*
	Отсутствие	80 (88,9%)	98 (100,0%)	

Примечание: \* различия статистически значимы ( $p < 0,05$ )

В 100% случаев грыжи послеоперационного рубца возникали после открытых реконструктивных операций и были связаны с большой травматизацией вмешательства. При оценке грыжи послеоперационной раны учитывался доступ, которым выполнялась аорто-подвздошная реконструкция. В Таблице 23 приведены данные по частоте развития грыж, в зависимости от вида доступа.

Таблица 23 – Данные по развитию послеоперационных грыж в зависимости от доступа

Показатели	Категории	Грыжа п/о раны		<i>p</i>
		Наличие	Отсутствие	
Доступ, абс. (%)	Лапаротомия (n=19)	3 (30,0%)	16 (20,0%)	0,562
	Параректального доступ по Carstensen (n=34)	3 (30,0%)	31 (38,8%)	
	Забрюшинный доступ по Rob (n=24)	4 (40,0%)	20 (25,0%)	
	Доступ по Пирогова (n=5)	0 (0,0%)	5 (6,2%)	
	Торакс-бедренное шунтирование (n=8)	0 (0,0%)	8 (10,0%)	

Среди вариантов хирургического доступа при открытых оперативных вмешательствах наибольшая частота развития послеоперационных грыж отмечалась при использовании забрюшинного доступа по Rob ( $p=0,562$ ). Лапаротомный и параректальный доступы по Carstensen занимали последующие позиции по частоте возникновения грыж. При этом риск грыжеобразования после лапаротомного доступа составлял 15%, что превышало аналогичный показатель для доступа по Carstensen (8,8%) ( $p=0,655$ ).

### 3.3. Определение предикторов осложнений в раннем послеоперационном периоде после реконструктивных операций на аорто-подвздошном сегменте

Анализ результатов осуществлялся при помощи статистических пакетов для языка программирования R.

В уравнение логистической регрессии по предикторам осложнений оперативного вмешательства были включены переменные: сахарный диабет (ОШ= 6.400, 95% ДИ: 1,66-24.27), степень ожирения согласно индексу массы тела (ОШ= 0,28, 95% ДИ: 0,08-0,71). Такие факторы, как тип лечения, объем кровопотери, длительность операции, время окклюзии, время доступа к аорте, время формирования проксимального анастомоза, ПИМ, ХСН, ХОБЛ, ИБС и курение были исключены из анализа, так как не были ассоциированы с осложнениями после операции ( $p < 0.05$ ).

При проверке качества модели порогом отсечения была выбрана точка пересечения кривых специфичности, чувствительности и эффективности (Рисунок 27).

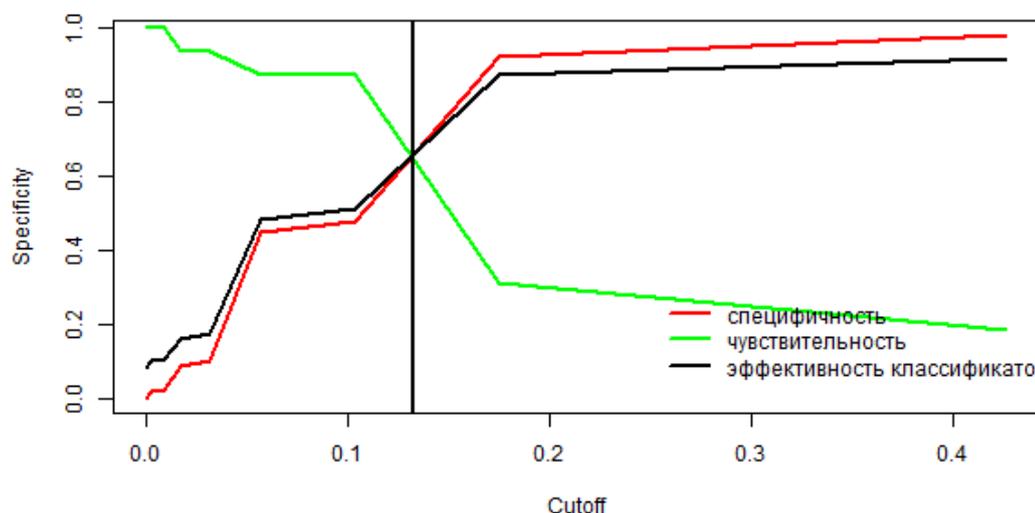


Рисунок 27 – График кривых специфичности, чувствительности и эффективности классификатора

Качество полученной модели оценивалось с помощью построения ROC-кривой. Площадь под кривой (AUC) составила 0,7198 (Рисунок 28).

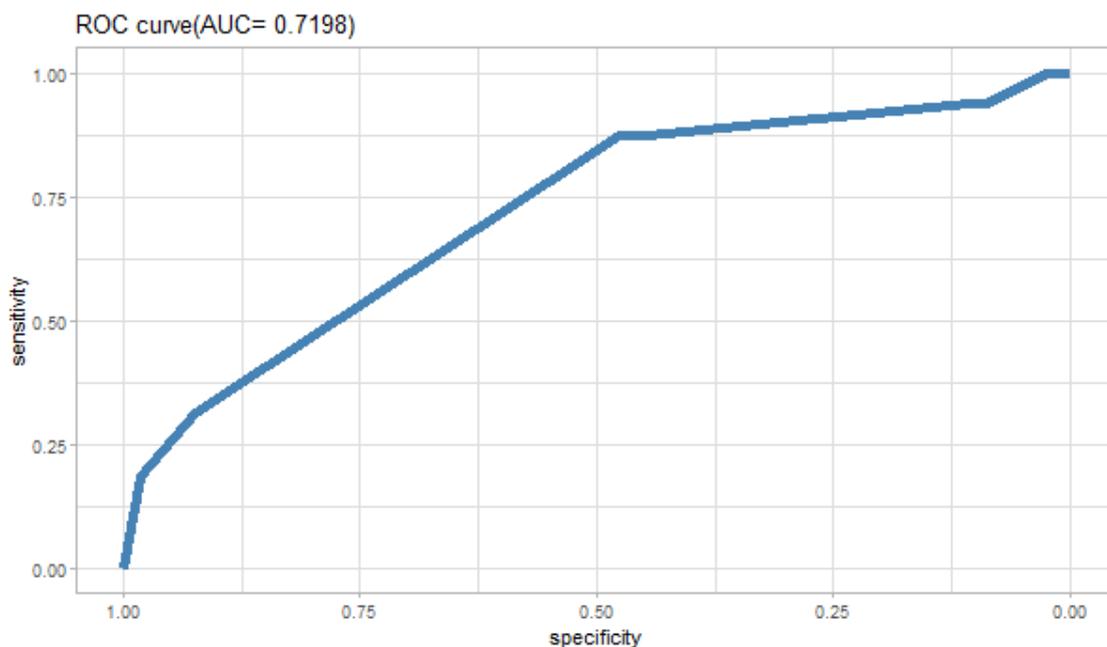


Рисунок 28 – График кривых специфичности, чувствительности и эффективности классификатора при различных типах лечения

Таким образом, наибольшее влияние на развитие осложнений имело наличие сахарного диабета ( $p < 0,01$ ). В меньшей степени на развитие осложнений в послеоперационном периоде оказывал показатель степени ожирения в соответствии с ИМТ ( $p < 0,05$ ). При этом, согласно результатам расчетов, наличие сахарного диабета увеличивал риск развития осложнений на 40%, в то время как влияние степени ожирения оказывало обратный эффект: высокая степень ожирения не ассоциировалась с осложнениями, напротив, снижало вероятность их развития на 28% в случаях робот-ассистированных реконструкций.

Для дополнительного анализа предикторов осложнений каждого из типов лечения, была построена логистическая регрессия для открытого типа лечения и для робот-ассистированного типа.

По итогам логистической регрессии для робот-ассистированного типа единственным предиктором, вошедшим в модель, стал факт наличия сахарного диабета второго типа (ОШ= 9.22, 95% ДИ: 1.518-56.902). Все остальные факторы были исключены из анализа, так как не были ассоциированы с осложнениями после операции ( $p < 0.05$ ).

При проверке качества модели порогом отсечения была выбрана точка

пересечения кривых специфичности, чувствительности и эффективности (Рисунок 29).

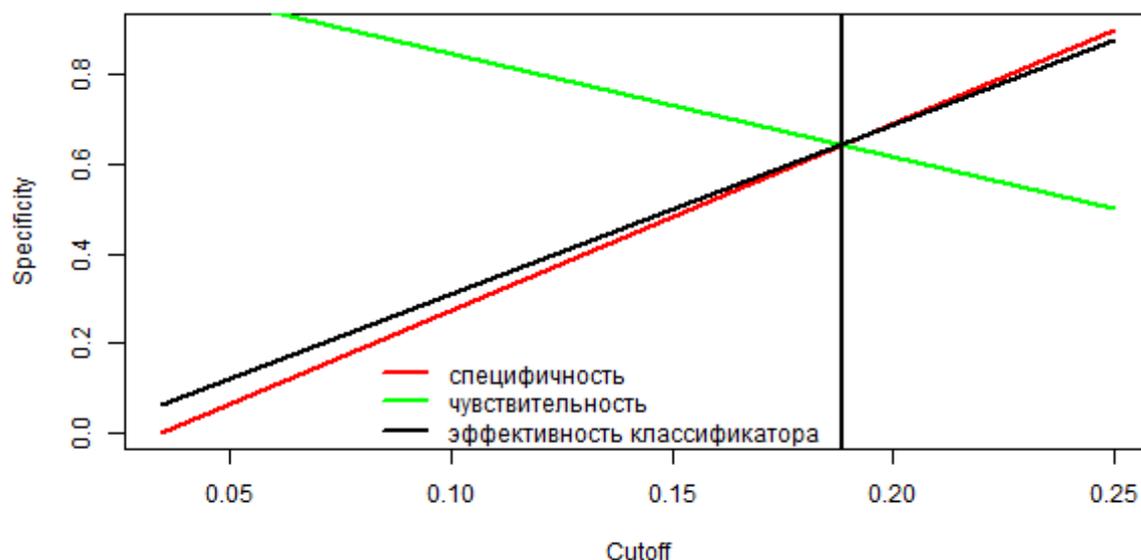


Рисунок 29 – График кривых специфичности, чувствительности и эффективности классификатора

Качество полученной модели оценивалось с помощью построения ROC-кривой. Площадь под кривой (AUC) составила 0,701 (Рисунок 30).

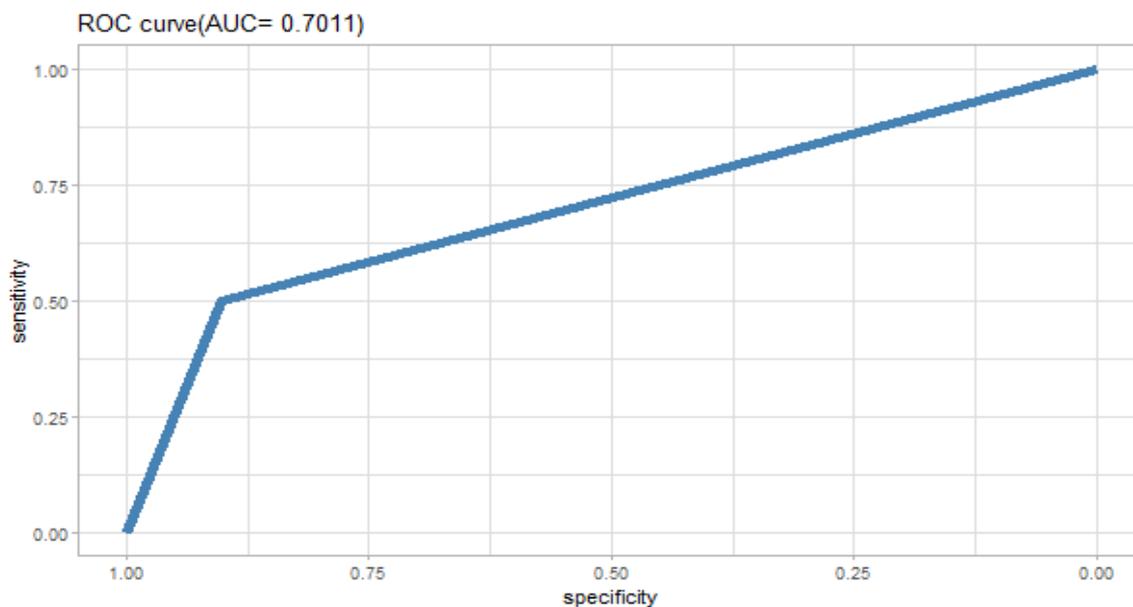


Рисунок 30 – График кривых специфичности, чувствительности и эффективности классификатора при открытом типе лечения

Таким образом, наибольшее влияние на развитие осложнений при робот-ассистированном типе имел лишь один показатель: наличие сахарного диабета 2

типа ( $p < 0,05$ ). При этом, ассоциация предиктора была прямо пропорциональна риску развития осложнений, что говорит о том, что пациенты с СД 2 типа подвергались большему риску послеоперационных осложнений.

По итогам логистической регрессии для открытого типа статистически значимых предикторов послеоперационных осложнений выявлено не было.

### **3.4. Оценка экономической эффективности использования робота da Vinci при выполнении реконструкций аорто-подвздошного сегмента**

Согласно существующим документам, регламентирующим оказание высокотехнологичной медицинской помощи (ВМП) в 2024 г., реконструкции аорто-подвздошного сегмента относятся к 55 и 60 группам ВМП. И, соответственно, по 55 группе ВМП (код вида ВМП 14.00.55.001) методы лечения включают в себя эндоваскулярные, хирургические, гибридные операции на аорте и магистральных сосудах, а также аневризмэктомия аорты с пластикой или без пластики ее ветвей со средним нормативом финансовых затрат на медицинскую помощь 407 216,00 рублей. Робот-ассистированные вмешательства на магистральных сосудах не внесены и не выделены в регламентирующих приказах. Учитывая одинаковую оплату и отсутствие отдельного кода ВМП для робот-ассистированных операций на аорт-подвздошном сегменте, проведено исследование для анализа экономической эффективности использования робототехники в сосудистой хирургии [20].

Для оценки экономической эффективности проведен сравнительный анализ между двумя группами пациентов, которым выполнены реконструктивные операции на аорто-подвздошном сегменте открытым способом и с помощью робота da Vinci за 2022–2023 гг. Всего выполнено 188 операций по аорто-подвздошном сегменте, среди них 90 операций открытым способом (47,9%), 98 операций с помощью робота da Vinci (52,1%).

Выполнение открытых вмешательств осуществлялись стандартно под эндотрахеальным наркозом с использованием трансабдоминальных и

забрюшинных доступов. При выполнении торако-бедренного шунтирования выполнялась торакотомия в 4–5-е межреберье из забрюшинного доступа для проведения протеза в забрюшинное пространство.

Невысокая цена при выполнении открытых реконструкций аорто-подвздошного сегмента включает в себя использование минимального количества расходного материала, используемого для выполнения оперативного лечения. Для выполнения реконструкций использовались синтетические протезы производства Германии и Великобритании (при квадрифуркационном шунтировании).

При проведении открытых аорто-подвздошных реконструкций инструментарий является многоразовым и базовым, в качестве расходного материала используются синтетические протезы. Важно отметить, что синтетические протезы и шовный материал как при открытых, так и робот-ассистированных вмешательствах идентичны. Для клипирования поясничных артерий в открытой хирургии и в эндовидеохирургии используются одноразовые клипсы. В случае прошивания поясничных артерий шовный материал в обоих случаях также идентичен. Робот-ассистированные вмешательства выполнялись с использованием РХК da Vinci Xi (4-го поколения). Поставляемые расходные материалы, включая инструменты и чехлы для манипуляторов, являются комплектующими производителя и не производятся в РФ.

Реконструкции аорто-подвздошного сегмента с использованием робота da Vinci выполнялись под сбалансированной эндотрахеальной анестезией с созданием карбоксиперитонеума за счет инфуляции углекислым газом.

При робот-ассистированном вмешательстве использовались стандартные многоразовые троакары 8 мм для 4-х роботических манипуляторов. Для аспирации крови и заведения шовного материала и синтетических протезов в брюшную полость применялись ассистентские троакары 5 и 12 мм. Основные инструменты хирургической системы Da Vinci XI, которые использовались для выполнения реконструкций аорто-подвздошного сегмента, были: монополярные изогнутые ножницы, биполярный окончатый зажим Maryland, окончатый зажим ProGrasp, роботический иглодержатель. Каждый инструмент роботизированного

хирургического комплекса обладает резервом эксплуатации, который позволяет их использовать в 10 операциях, затем они подлежат замене.

В настоящее время, в РФ отсутствуют аналоги хирургического комплекса Da Vinci Xi, который изначально имеет высокую стоимость и является основным фактором финансовых расходов при роботических сосудистых реконструкциях. При эксплуатации хирургической системы Da Vinci условно многоразовыми расходными материалами являются сами инструменты манипуляторов с ограниченным ресурсом использования.

Анализ экономических затрат был выполнен путем суммирования всех затраченных финансовых средств для данных групп больных в течение 2022–2023 гг. При анализе экономической эффективности лечения больных в первую очередь оценивали стоимость госпитализации, хирургического лечения и стоимость расходных материалов, а также стоимость всего лечения согласно критериям качества оказания помощи пациентам с патологией аорто-подвздошного сегмента, включая расходы на инструментальные и лабораторные методы исследований в период госпитализации [25] (Таблица 24).

Таблица 24 – Характеристика больных по пребыванию в стационаре в зависимости от способа лечения

Показатели	Способы лечения		<i>p</i>
	Открытый способ (n=90)	Робот-ассистированные вмешательства (n=98)	
Койко/день после операции, Ме [IQR]	8,00 [7,00; 10,00]	5,00 [4,00; 6,00]	<0,001*
Койко/день реанимация после операции, Ме [IQR]	1,00 [1,00; 2,00]	1,00 [1,00; 1,00]	0,001*
Время операции, мин, Ме [IQR]	190,00 [150,00; 210,00]	155,00 [130,00; 205,00]	<0,001*
Примечание: * различия статистически значимые ( $p < 0,05$ )			

По критериям продолжительности пребывания больных в стационаре и в отделении реанимации более короткий срок потребовался пациентам, которым

были выполнены эндовидеохирургические реконструкции аорто-подвздошного сегмента. При этом частота осложнений в раннем послеоперационном периоде не имела статистически значимой разницы.

Основная стоимость лечения пациентов с патологией аорто-подвздошного сегмента с учетом количества осложнений, длительности пребывания пациентов в стационаре, стоимости оперативного лечения представлена в Таблице 25.

Таблица 25 – Основные расходы после открытых и робот-ассистированных методов лечения

Критерии	Открытый способ (n=90)	Робот-ассистированные вмешательства (n=98)
Общий срок госпитализации пациентов (к/д) ОСХ + АРО	1056	1085
Лечение в условиях отделения сосудистой хирургии		
Всего пребывание в ОСХ (к/д)	837	938
Стоимость койко-дня в ОСХ	8 240	
Стоимость расходного материала для проведения операции без учета дорогостоящего расходного материала (входит в койко/день)	2 635	
<b>Затраты на пребывание (сумма итоговая)</b>	6 896 880	7 729 120
Анестезиологическое пособие и лечение в отделении реанимации		
Всего срок пребывания в АРО	219	147
Стоимость пребывания в АРО (1 сут.)	27 700	
Затраты на пребывание в АРО	6 066 300	4 071 900
Стоимость анестезии	19 418	
Всего продолжительность анестезии (час)	281,5	264,28
Затраты на анестезию	5 466 167	5 131 524,76
<b>ИТОГО</b>	11 532 467	9 203 424,76
Лабораторная и инструментальная диагностика		
Затраты на лабораторно-инструментальные исследования	13 380	
<b>ВСЕГО</b>	1 204 200	1 311 240
Затраты на дорогостоящий материал и операцию		
	5 473 806	32 450 277
Амортизация системы da Vinci Xi		7 196 300,63
Затраты на госпитализацию с учетом операции и расходного материала		
	25 107 353	57 890 362,39
Затраты на одного пациента		
	278 970,59	590 718,00

Изначально стоимость роботизированного хирургического комплекса da Vinci Xi (на момент покупки 26.11.2021г.) составляла 330 442 376,0 рублей. Срок полезного использования или смена системы рекомендована в среднем через 12 лет. Оптимальная нагрузка на РХК – 350 операций в год. Ресурс хирургического комплекса, по заявке производителя, составляет 4 000–4 500 операций. Для анализа амортизации системы нами принято в расчет максимальное количество операций, на которые рассчитана система (4 500 операций).

Пациенты, которым были выполнены реконструктивные вмешательства аорто-подвздошного сегмента как открытым способом, так и с помощью робототехники, после проведенного лечения находились на листе временной нетрудоспособности; пациенты после открытых вмешательств наблюдались у хирурга по месту жительства в среднем около 17 дней, пациенты после эндовидеохирургических вмешательств – около 9 дней (Таблица 26).

Таблица 26 – Расчет затрат на реабилитацию пациентов после открытых и робот-ассистированных вмешательств

Критерии	Открытый способ (n=90)	Робот-ассистированные вмешательства (n=98)
Количество пациентов на больничном (%)	50 чел.; 55,56%	51 чел.; 52%
Количество дней на больничном	1 668	890
Среднее количество дней на больничном	33	17
Стоимость 1-го дня временной нетрудоспособности (на 1-го человека)	2 164,56	
Стоимость пособия по временной нетрудоспособности (на 1-го человека)	71 430,48	36 797,52
Затраты на листы нетрудоспособности	3 610 486,08	1 926 458,4

Согласно приказу № 2510/9362-34 от 21 августа 2000 г. об ориентировочных сроках пребывания на больничном листе, при выполнении реконструкции аорто-подвздошного сегмента, максимальный срок пребывания на больничном листе

составляет 70–80 дней [23].

Затраты, связанные с оплатой листов временной нетрудоспособности, рассчитывались исходя из средней заработной платы населения Краснодарского края на 2023 г., которая составляла 64 937,00 рублей. Для расчета принималось во внимание тот факт, что у сотрудника имелся максимальный возможный для его возраста страховой стаж (при страховом стаже более 8 лет выплата – 100%; при стаже 5–8 лет – 80%; при стаже менее 5 лет – 60%), а в календарном месяце 30 дней.

Анализ представленных данных показывает, что затраты на реконструкцию аорто-подвздошного сегмента при окклюзионно-стенотических поражениях с использованием роботизированной системы da Vinci Xi приблизительно в два раза превышают расходы на проведение открытых реконструктивных вмешательств. Вместе с тем робот-ассистированные операции обладают рядом преимуществ, в том числе более благоприятным послеоперационным восстановлением. У пациентов, перенесших эндовидеохирургическое вмешательство, отмечается значительно более короткий срок пребывания в стационаре ( $p < 0,001$ ), в отделении реанимации и интенсивной терапии ( $p < 0,001$ ), а также уменьшение продолжительности временной нетрудоспособности ( $p < 0,001$ ). Затраты на реабилитацию, в частности связанные с длительностью пребывания пациентов на больничном, в случае робот-ассистированных вмешательств оказываются в два раза ниже по сравнению с открытыми операциями.

### **3.5. Оценка кривой обучаемости на работе da Vinci**

Робот-ассистированные сосудистые вмешательства выполнены исключительно врачами сосудистыми хирургами НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского. До проведения робот-ассистированных вмешательств сосудистые хирурги не обладали навыками эндовидеохирургии (навыки лапароскопических вмешательств отсутствовали). Все оперативные вмешательства выполнялись одной командой хирургов, состав хирургов в виде двух консольных хирургов и ассистентов был неизменен, что позволяет оценить динамику освоения методики и

системы.

Для оценки кривой обучаемости дана оценка как длительности выполнения оперативных вмешательств в целом, так и отдельных ее этапов (время доступа к аорте, ее окклюзии и формирование анастомоза), что отражено на Рисунках 31–33. Диаграммы позволяют оценить тенденцию к уменьшению длительности выполнения оперативных вмешательств с накоплением опыта у хирургов, оперирующих с помощью робота da Vinci. Накопление опыта консольного хирурга, а также опыта ассистентов в лапароскопической хирургии способствовало уменьшению длительности оперативного вмешательства. Немаловажное значение имеет опыт ассистентов в лапароскопии, поскольку в роботической хирургии ассистенция осуществляется лапароскопическим путём. Ассистенты осуществляют наложение зажимов на аорту и протезы, выполняют аспирацию крови для лучшей визуализации вмешательства, предотвращают утечку газа из брюшной полости, что так же критично при выполнении робот-ассистированных вмешательств, а также следят за предотвращением конфликтов манипуляторов.

Длительность оперативного вмешательства считается от первого разреза хирурга при установке троакаров до ушивания троакарных отверстий. Время доступа к аорте – от установки манипуляторов к троакарам до окклюзии аорты для формирования анастомозов. Время окклюзии аорты – от времени наложения зажимов на аорту до снятия зажимов. Время формирования анастомоза – от времени выполнения аортотомии до завязывания узлов нитями на анастомозе. Время прошивания анастомоза, в случае необходимости, закладывалось аналогично времени окклюзии аорты.

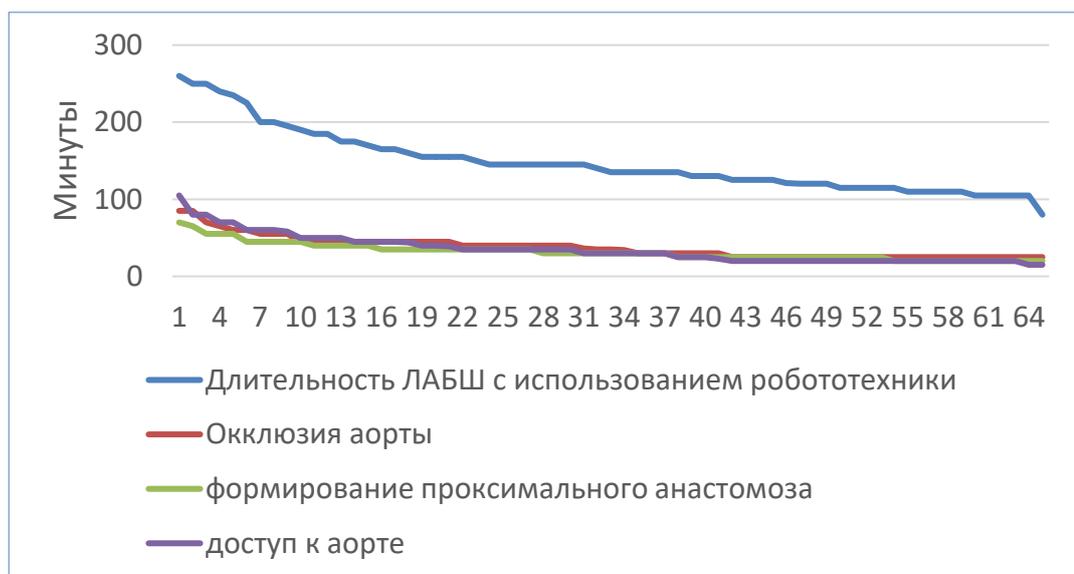


Рисунок 31 – Диаграмма кривой обучаемости линейному аорто-бедренного шунтированию с использованием робототехники

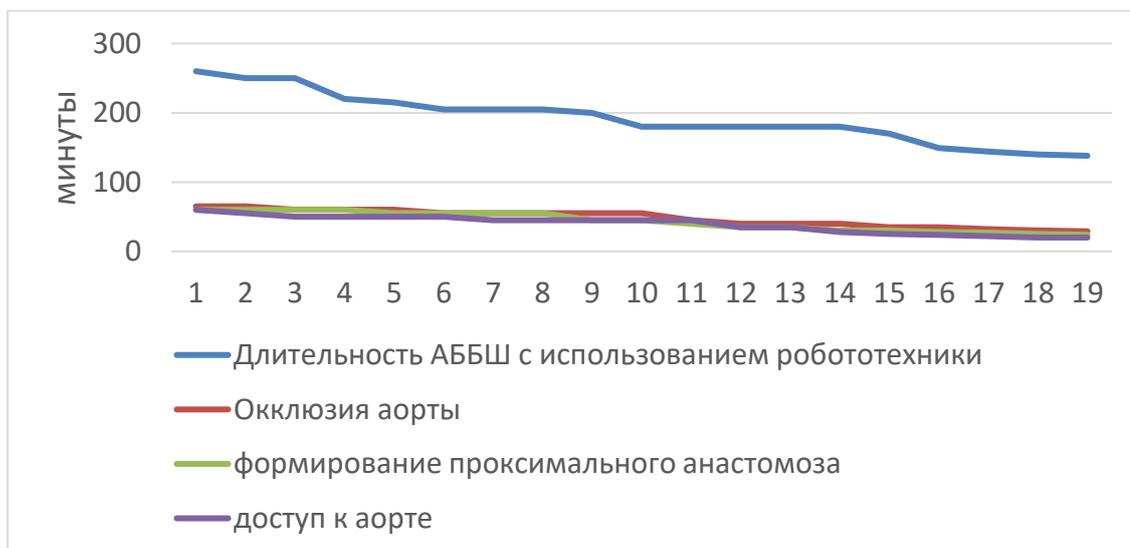


Рисунок 32 – Диаграмма кривой обучаемости аорто-бедренному бифуркационному шунтированию с использованием робототехники

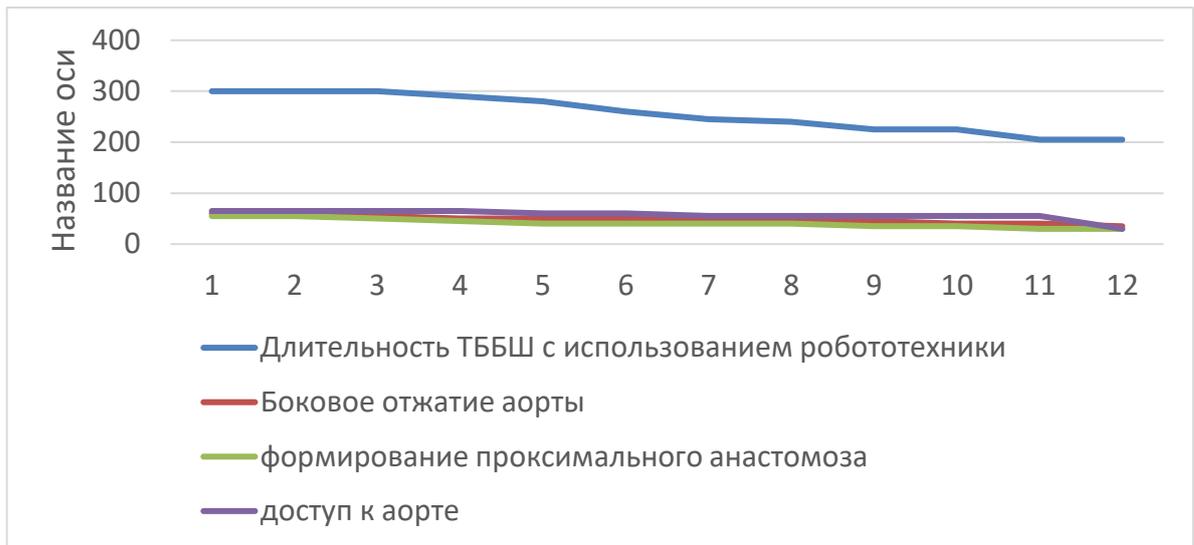


Рисунок 33 – Диаграмма кривой обучаемости торако-бедренному шунтированию с использованием робототехники

При оценке кривой обучаемости прослеживается тенденция к уменьшению длительности выполнения оперативного вмешательства, вне зависимости от его сложности: линейное, бифуркационное аорто-бедренное шунтирование, шунтирование от нисходящей грудной аорты.

Длительность выполнения линейного аорто-бедренного шунтирования уменьшилась в 2 раза уже на 43-й операции (первое робот-ассистированное линейное аорто-бедренное шунтирование длилось 250 мин, продолжительность 43-й операции – 125 мин). Опыт выполнения более 65 линейных аорто-бедренных шунтирований позволяет уменьшить длительность вмешательства до 105 мин. Уменьшение длительности вмешательства осуществляется за счет сокращения времени выполнения определенных этапов: доступа к аорте (от 105 до 15 мин), окклюзии аорты (от 85 до 25 мин), времени формирования анастомозов (от 70 до 20 мин). Внедрение роботизированного хирургического комплекса в хирургию окклюзионно-стенотического поражения аорто-подвздошного сегмента реализовывалось постепенно. Выполнение сложных реконструкций (аорто-бедренное шунтирование, торако-бедренное шунтирование) осуществлялось после накопления достаточного опыта в линейном шунтировании.

Для более тщательного анализа кривой обучаемости использован метод кумулятивной суммы (CUSUM – cumulative sum). Метод кумулятивной суммы

(CUSUM – cumulative sum) используется для количественной оценки процесса обучения и анализа кривых накопления опыта. Он позволяет объективно отслеживать динамику освоения технических навыков путём регистрации последовательных результатов вмешательств и выявления отклонений от заданного эталонного уровня. Каждое наблюдение (успешное или неудачное выполнение этапа процедуры) вносит вклад в построение кривой, отражающей тренды в накоплении опыта. Таким образом, метод CUSUM способствует выявлению момента достижения операционной компетентности, позволяет определить продолжительность фазы обучения и обеспечивает основу для сравнительного анализа между различными операторами или технологиями. Указанный подход получил широкое распространение в оценке обучаемости при внедрении малоинвазивных и робот-ассистированных вмешательств в различных хирургических дисциплинах.

Графики CUSUM отражают процесс обучения ЛАБШ (n=64), АББШ (n=19), ТББШ (n=12) с применением робототехники, позволяя выделить три ключевых периода освоения вмешательства. Для всех анализируемых видов операций методом CUSUM установлено последовательное прохождение трёх характерных фаз обучаемости:

1. Фаза освоения (начальный этап обучения) – характеризуется восходящим трендом CUSUM-кривой, обусловленным увеличенным временем выполнения вмешательств и их отдельных этапов вследствие недостаточной моторной координации и ограниченного опыта хирурга.

2. Фаза плато – отражает стабилизацию временных показателей с минимальными колебаниями, свидетельствующими о достижении базового уровня уверенного выполнения операций.

3. Фаза улучшения навыка – сопровождается нисходящим участком кривой, указывающим на сокращение времени выполнения вмешательств, повышение технической эффективности и воспроизводимости действий.

Штрихованными линиями отмечены номера попыток, в которых CUSUM, для вычисления которой было использовано среднее по каждой выборке данных

(см. формулу), достигает своего максимума. Это указывает на то, что время, затрачиваемое на проведение соответствующих элементов операции, сокращается с обучением и становится меньше выборочного среднего в данных точках. Таким образом, фаза освоения сменяется фазой улучшения навыка по прохождении плато.

$$S_n = \sum_{k=1}^n \Delta_k, \Delta_k = x_k - \bar{x}$$

где,  $S_n$  – CUSUM для ряда из  $n$  слагаемых.  $\Delta_k$  – отклонение значения  $x_k$  времени, затрачиваемого на  $k$ -м шаге проведения операции, от среднего значения  $\bar{x}$  для всей операции.

Линейное аорто-бедренное шунтирование (Рисунок 34). Фаза обучения (1–17 попытки) характеризуется высокой вариабельностью и увеличенным временем выполнения операций, в этот период хирург осваивает базовые навыки и принципы работы с роботом. Во время фазы плато (17–23 попытки) наблюдается стабилизация показателей, кривая CUSUM достигает максимума, а выполнение операций становится более уверенным и точным. В фазе улучшения навыка (23–65 попытки) происходит снижение времени выполнения всех этапов, что свидетельствует о росте эффективности и уверенности хирурга.

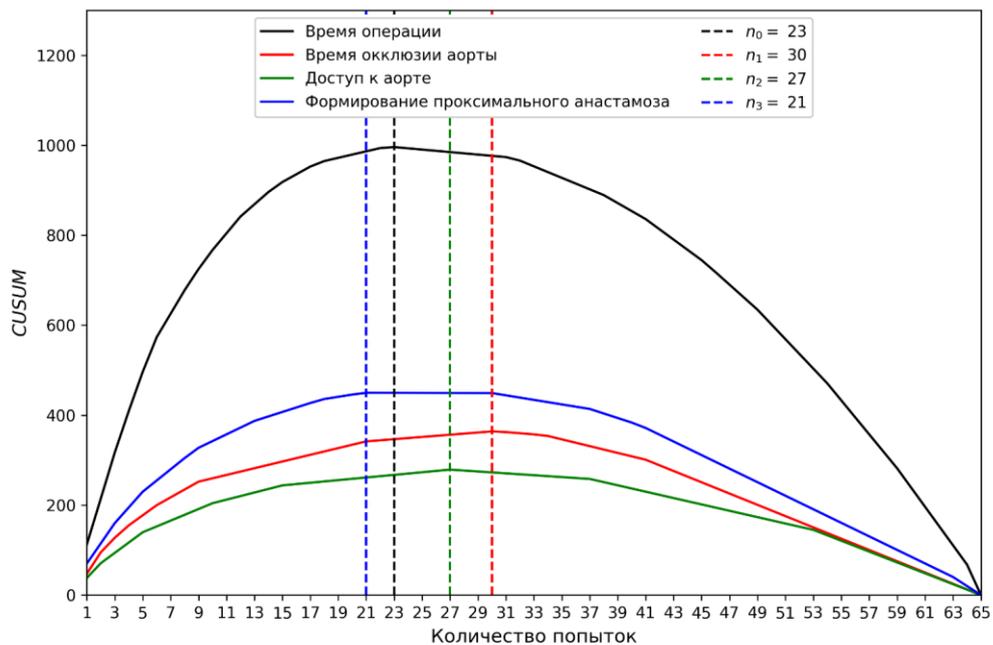


Рисунок 34 – Кривая обучения выполнения линейного аорто-бедренного шунтирования с использованием робототехники

Аорто-бедренное бифуркационное шунтирование (Рисунок 35). Фаза обучения (1–6 попытки) сопровождается быстрым ростом кривых CUSUM и увеличенным временем выполнения операций, что отражает процесс начального освоения техники. Во время фазы плато (6–9 попытки) показатели стабилизируются, хирург приобретает уверенность и точность в действиях. В фазе улучшения навыка (9–19 попытки) наблюдается уменьшение времени всех этапов операции, что свидетельствует об уверенном владении методикой и росте эффективности.

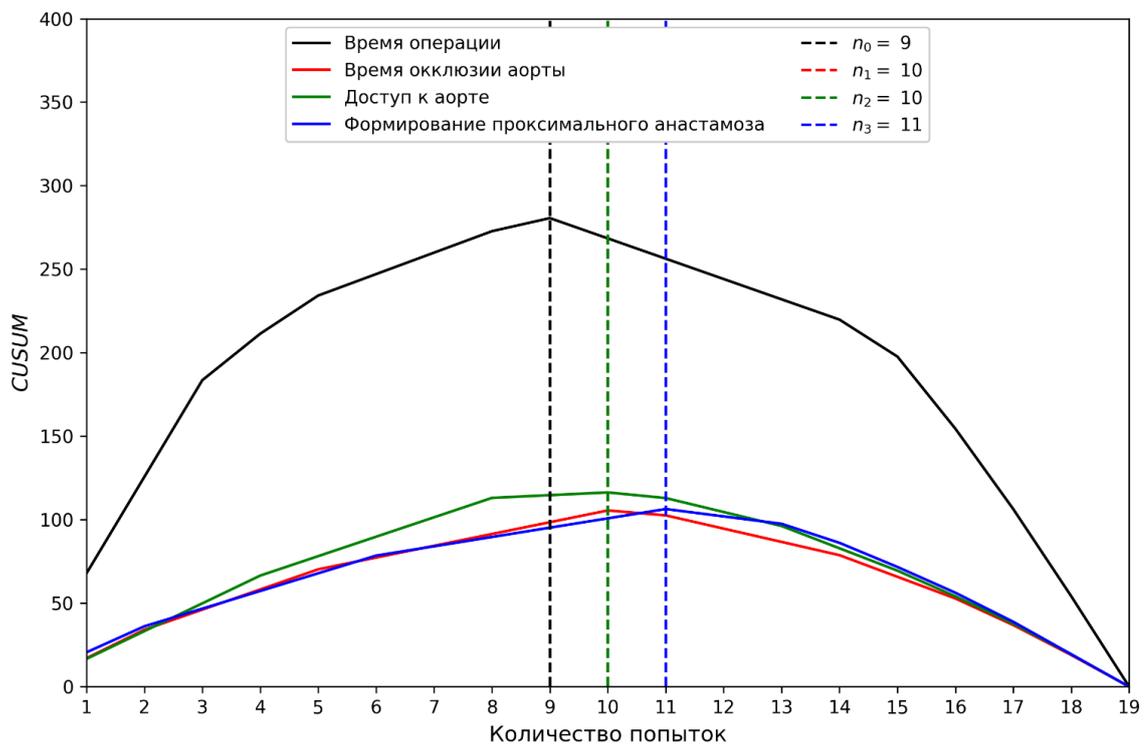


Рисунок 35 – Кривая обучения выполнения аорто-бедренному бифуркационному шунтированию с использованием робототехники

Торако-бедренное бифуркационное шунтирование (Рисунок 36). Фаза обучения (1–4 попытки) сопровождается ростом кривых CUSUM и увеличенным временем выполнения, что отражает начальное освоение техники. Во время фазы плато (4–6 попытки) показатели стабилизируются, а действия хирурга становятся более уверенными. В фазе улучшения навыка (6–12 попытки) отмечается снижение времени на всех этапах операции, что указывает на рост эффективности и отработку навыков.

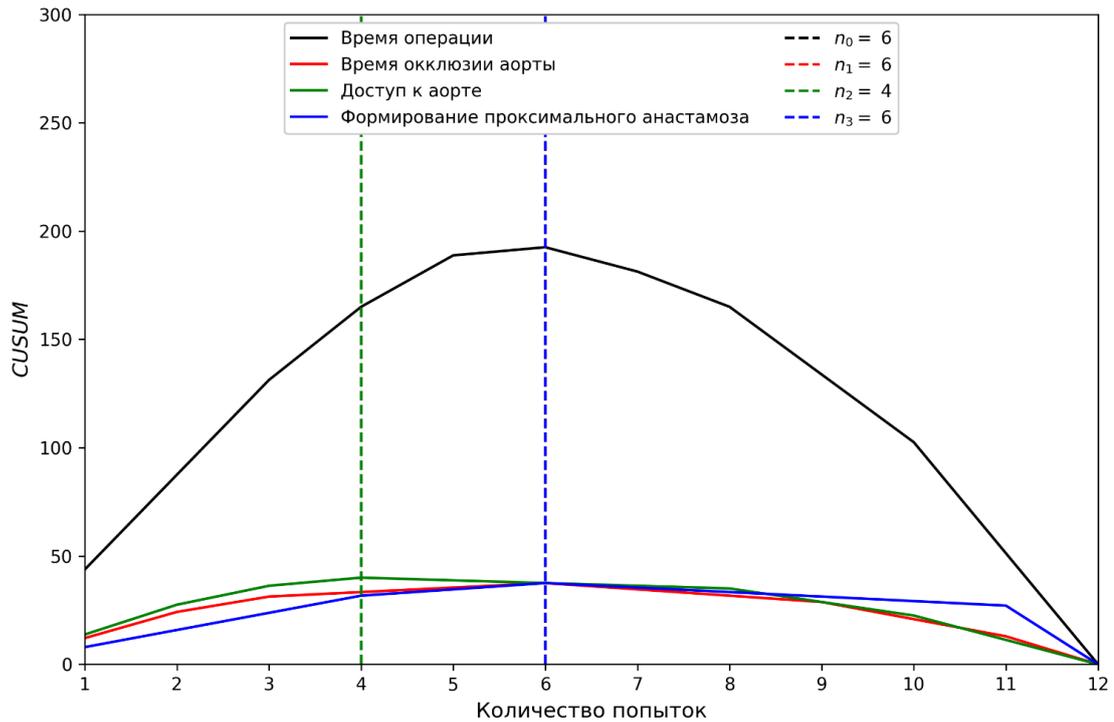


Рисунок 36 – Диаграмма кривой обучаемости торакобедренному шунтированию с использованием робототехники

Команда сосудистых хирургов НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского впервые в РФ выполнила торако-бедренное шунтирование. Приобретенный опыт способствовал, помимо сокращения времени проведения операции, уменьшению объема ее травматического воздействия. Первые торако-бедренные шунтирования осуществлялись с использованием открытых забрюшинных (для проведения протеза) и бедренных (для формирования дистальных анастомозов) доступов к бедренным артериям. Разработка специального доступа к бедренным артериям позволила сформировать анастомоз с помощью робота da Vinci. Выполнение левосторонней ротации нисходящей ободочной кишки позволило исключить открытые доступы при выполнении торако-бедренного шунтирования.

### 3.6. Оценка качества жизни пациентов после реконструкций аорто-подвздошного сегмента

Для комплексной оценки результатов открытых и робот-ассистированных

способов хирургического лечения следует оценивать качество жизни пациентов после вмешательств. Особенно важна оценка болевого синдрома в послеоперационном периоде ввиду разной травматичности вмешательств и, соответственно, определенных сроков реабилитации пациентов. Оценка качества жизни рекомендована к рассмотрению, как отдельный критерий оценки эффективности лечения, по значимости не уступающий клиническому и экономическому.

Существуют различные методики определения качества жизни, включая опросники качества жизни, тредмил-тесты. Для больных с хронической ишемией нижних конечностей используется опросник MOSSF-36 (Medical Outcomes Study 36-item – Short Form health survey), который рекомендован в Европе для оценки качества жизни после лечения [18, 20, 36].

Опросник включает себя 36 вопросов, на основе 8 шкал оценивается как физическое, так и психологическое состояние пациента. Показатели каждой шкалы варьируют от 0 до 100, где показатель 100 – полное здоровье. Первые 4 шкалы отражают физический компонент здоровья (физическое и ролевое функционирование, интенсивность боли, общее состояние здоровья), а последующие 4 отражают психологическое состояние (жизненная активность, социальное и ролевое функционирование, психическое состояние).

С использованием опросника MOSSF-36 было изучено состояние 188 пациентов, которым выполнялись реконструкции аорто-подвздошного сегмента. Из них 90 пациентов – после открытых реконструкций, 98 пациентов – после робот-ассистированных вмешательств. Качество жизни оценивалось до операции, через 1, 3, 6, 12 месяцев после проведенного хирургического лечения (Таблица 27).

Таблица 27 – Способ лечения в зависимости от степени хронической артериальной недостаточности

Показатели	Категории	Способ лечения		<i>p</i>
		Открытый способ (n=90)	Робот-ассистированный способ (n=98)	
Хроническая артериальная недостаточность, абс. (%)	4 ст. (n=19)	12 (13,3%)	7 (7,1%)	0,325
	3 ст. (n=51)	22 (24,4%)	29 (29,6%)	
	2Б ст. (n=118)	56 (62,2%)	62 (63,3%)	

Основная часть оперированных пациентов имела хроническую артериальную недостаточность 2Б ст. (62,77%) и в группе открытых вмешательств (62,2%), и в группе робот-ассистированных операций (63,3%).

В Таблице 28 приведены основные данные опросника MOSSF-36 до выполнения оперативного вмешательства, которые имели статистически значимые отличия в зависимости от степени ишемии нижних конечности.

Таблица 28 – Показатели опросника MOSSF-36 до выполнения оперативного вмешательства в зависимости от степени хронической артериальной недостаточности

Показатели	Хроническая артериальная недостаточность			<i>p</i>
	2Б ст.	3 ст.	4 ст.	
Физическое функционирование, Me [IQR]	40,00 [35,00; 45,00]	25,00 [25,00; 45,00]	20,00 [15,00; 22,50]	<0,001* $p_{\text{ХАН 3-ХАН 2Б}} < 0,001$ $p_{\text{ХАН 4 - ХАН 2Б}} < 0,001$ $p_{\text{ХАН 4 - ХАН 3}} < 0,001$

Ролевое функционирование, Ме [IQR]	50,00 [50,00; 55,00]	15,00 [15,00; 55,00]	15,00 [10,00; 15,00]	< 0,001* р <sub>ХАН 3 – ХАН 2Б</sub> < 0,001 р <sub>ХАН 4 – ХАН 2Б</sub> < 0,001 р <sub>ХАН 4 – ХАН 3</sub> = 0,028
Интенсивность боли, Ме [IQR]	50,00 [50,00; 55,00]	25,00 [25,00; 50,00]	25,00 [17,50; 25,00]	< 0,001* р <sub>ХАН 3 – ХАН 2Б</sub> < 0,001 р <sub>ХАН 4 – ХАН 2Б</sub> < 0,001 р <sub>ХАН 4 – ХАН 3</sub> = 0,029
Общее состояние здоровья, Ме [IQR]	50,00 [45,00; 55,00]	45,00 [40,00; 50,00]	40,00 [30,00; 40,00]	< 0,001* р <sub>ХАН 3 – ХАН 2Б</sub> < 0,001 р <sub>ХАН 4 – ХАН 2Б</sub> < 0,001 р <sub>ХАН 4 – ХАН 3</sub> = 0,013
Жизненная активность, Ме [IQR]	55,00 [50,00; 55,00]	40,00 [40,00; 55,00]	40,00 [32,50; 40,00]	< 0,001* р <sub>ХАН 3 – ХАН 2Б</sub> < 0,001 р <sub>ХАН 4 – ХАН 2Б</sub> < 0,001 р <sub>ХАН 4 – ХАН 3</sub> = 0,008
Социальное функционирование, Ме [IQR]	60,00 [55,00; 65,00]	55,00 [50,00; 60,00]	50,00 [40,00; 50,00]	< 0,001* р <sub>ХАН 3 – ХАН 2Б</sub> < 0,001 р <sub>ХАН 4 – ХАН 2Б</sub> < 0,001 р <sub>ХАН 4 – ХАН 3</sub> = 0,007
Эмоциональное состояние, Ме [IQR]	50,00 [50,00; 55,00]	30,00 [30,00; 50,00]	30,00 [25,00; 30,00]	< 0,001* р <sub>ХАН 3 – ХАН 2Б</sub> < 0,001 р <sub>ХАН 4 – ХАН 2Б</sub> < 0,001 р <sub>ХАН 4 – ХАН 3</sub> = 0,025
Психическое здоровье, Ме [IQR]	50,00 [50,00; 50,00]	45,00 [45,00; 50,00]	45,00 [25,00; 45,00]	< 0,001* р <sub>ХАН 3 – ХАН 2Б</sub> < 0,001 р <sub>ХАН 4 – ХАН 2Б</sub> < 0,001 р <sub>ХАН 4 – ХАН 3</sub> = 0,044
Примечание: * различия статистически значимые (р<0,05)				

По всем 8 шкалам у пациентов с критической ишемией нижних конечностей (ХАН 3–4 ст.) были статистически значимо снижены данные в сравнении с пациентами с ХАН 2 Б ст. Лишь физическое функционирование имело отличие между группами пациентов с ХАН 3 и 4 степени, статистически значимо ниже было в группе с артериальной недостаточностью 4 степени.

1. Физическое функционирование (Physical Functioning) отражает

ограничение физической активности, связанное с состоянием здоровья (самообслуживание, ходьба). Снижение данного показателя свидетельствуют о том, что физическая активность пациента снижена ввиду его здоровья. В Таблице 29 отражены данные пациентов по шкале физического функционирования до выполнения оперативных вмешательств, а также через 1, 3, 6, 12 месяцев после операции.

Таблица 29– Физическое функционирование пациентов до операции и через 1, 3, 6, 12 месяцев

Показатели	Способ лечения		<i>p</i>
	Открытый способ (n=90)	Робот- ассистированный способ (n=98)	
Физическое функционирование до выполнения оперативного вмешательства, Me [IQR]	35,00 [25,00; 40,00]	35,00 [25,00; 45,00]	0,405
Физическое функционирование через 1 месяц, Me [IQR]	40,00 [40,00; 55,00]	55,00 [55,00; 60,00]	<0,001*
Физическое функционирование через 3 месяца, Me [IQR]	45,00 [45,00; 45,00]	60,00 [55,00; 60,00]	<0,001*
Физическое функционирование через 6 месяцев, Me [IQR]	55,00 [50,00; 55,00]	55,00 [55,00; 60,00]	<0,001*
Физическое функционирование через 12 месяцев, Me [IQR]	45,00 [45,00; 50,00]	60,00 [60,00; 65,00]	<0,001*
Примечание: * различия статистически значимые ( $p<0,05$ )			

При оценке состояния физического функционирования медиана до выполнения оперативного вмешательства в обеих группах составила 35 баллов. Через 1, 3, 6, 12 месяцев после операций физическое функционирование статистически значимо увеличивалось в каждой группе, однако в группе пациентов, которым выполнены робот-ассистированные вмешательства данные были выше ( $p<0,001$ ), что свидетельствует о лучшем самочувствии пациентов

после малоинвазивных вмешательств.

2. Ролевое функционирование (Role physical functioning) отражает ограничение в общественной деятельности из-за проблем со здоровьем (работа, повседневная деятельность). В Таблице 30 приведены данные шкалы ролевого функционирования до оперативного вмешательства, а также через 1, 3, 6, 12 месяцев, в зависимости от способа лечения.

Таблица 30 – Ролевое функционирование до операции и через 1, 3, 6, 12 месяцев

Показатели	Способ лечения		<i>p</i>
	Открытый способ (n=90)	Робот- ассистированный способ (n=98)	
Ролевое функционирование до операции, Ме [IQR]	50,00 [15,00; 55,00]	50,00 [15,00; 55,00]	0,369
Ролевое функционирование через 1 месяц, Ме [IQR]	45,00 [40,00; 55,00]	50,00 [40,00; 55,00]	0,975
Ролевое функционирование через 3 месяца, Ме [IQR]	45,00 [45,00; 50,00]	55,00 [35,00; 55,00]	0,936
Ролевое функционирование через 6 месяцев, Ме [IQR]	40,00 [35,00; 50,00]	50,00 [40,00; 55,00]	<0,001*
Ролевое функционирование через 12 месяцев, Ме [IQR]	45,00 [45,00; 50,00]	60,00 [50,00; 60,00]	<0,001*

Примечание: \* различия статистически значимые ( $p < 0,05$ )

При оценке ролевого функционирования в группе открытых вмешательств данные через 6 и 12 месяцев свидетельствуют о снижении повседневной активности пациентов, ограничении физической состояния пациентов ( $p < 0,001$ ). В группе робот-ассистированных вмешательств уменьшения данных не зафиксировано, через 3 и 12 месяцев повседневная активность пациентов увеличивалась.

3. Интенсивность боли (bodily pain) отражает способность заниматься

повседневной активностью, включая домашнюю работу. Низкие данные по этой шкале свидетельствуют о том, что боль ограничивает пациента в повседневной жизни. В Таблице 31 приведены данные шкалы интенсивности боли до операции, а также через 1, 3, 6, 12 месяцев, в зависимости от способа хирургического лечения.

Таблица 31 – Интенсивность боли до операции и через 1, 3, 6, 12 месяцев после открытых и робот-ассистированных вмешательств

Показатели	Способ лечения		<i>p</i>
	Открытый способ (n=90)	Робот- ассистированный способ (n=98)	
Интенсивность боли до операции, Ме [IQR]	50,00 [25,00; 55,00]	50,00 [25,00; 55,00]	0,508
Интенсивность боли через 1 месяц, Ме [IQR]	65,00 [60,00; 65,00]	70,00 [65,00; 70,00]	< 0,001*
Интенсивность боли через 3 месяца, Ме [IQR]	65,00 [55,00; 65,00]	65,00 [60,00; 65,00]	0,009*
Интенсивность боли через 6 месяцев, Ме [IQR]	60,00 [60,00; 60,00]	70,00 [65,00; 70,00]	< 0,001*
Интенсивность боли через 12 месяцев, Ме [IQR]	60,00 [60,00; 65,00]	70,00 [65,00; 70,00]	< 0,001*
Примечание: * различия статистически значимые ( $p < 0,05$ )			

При анализе интенсивности боли до операции и через 1, 3, 6, 12 месяцев все пациенты отметили уменьшение болевого синдрома. Однако пациенты в группе робот-ассистированных вмешательств имели статистически значимо меньший болевой синдром ( $p < 0,001$ ), ввиду малой травматизации оперативного вмешательства.

4. Общее состояние здоровья (General Health) – оценка общего состояния здоровья самим пациентом в настоящее время и дальнейшие перспективы. В Таблице 32 приведены данные шкалы общего состояния здоровья пациентов до

операции и через 1, 3, 6, 12 месяцев, в зависимости от способа хирургического лечения.

Таблица 32 – Общее состояние здоровья до операции и через 1, 3, 6, 12 месяцев

Показатели	Способ лечения		<i>p</i>
	Открытый способ (n=90)	Робот-ассистированный способ (n=98)	
Общее состояние здоровья до, Ме [IQR]	50,00 [40,00; 50,00]	50,00 [40,00; 55,00]	0,166
Общее состояние здоровья через 1 месяц, Ме [IQR]	50,00 [50,00; 55,00]	50,00 [45,00; 55,00]	0,606
Общее состояние здоровья через 3 месяца, Ме [IQR]	50,00 [45,00; 50,00]	50,00 [45,00; 60,00]	0,045*
Общее состояние здоровья через 6 месяцев, Ме [IQR]	45,00 [45,00; 55,00]	55,00 [55,00; 60,00]	<0,001*
Общее состояние здоровья через 12 месяцев, Ме [IQR]	55,00 [50,00; 55,00]	60,00 [55,00; 60,00]	<0,001*
Примечание: * различия статистически значимые ( $p < 0,05$ )			

При анализе данных улучшение состояния общего здоровья пациенты отметили через 12 месяцев после открытых вмешательств, а после робот-ассистированных вмешательств уже через 6 месяцев ( $p < 0,001$ ).

5. Жизненная активность (Vitality) отражает полноту сил и энергии, при низких данных – бессилие, быструю утомляемость, уменьшение жизненной активности. В Таблице 33 представлены данные шкалы жизненной активности до операции и через 1, 3, 6, 12 месяцев после операции, в зависимости от способа хирургического лечения.

Таблица 33 – Жизненная активность до операции и через 1, 3, 6, 12 месяцев после открытых и робот-ассистированных операций

Показатели	Способ лечения		p
	Открытый способ (n=90)	Робот-ассистированный способ (n=98)	
Жизненная активность до операции, Me [IQR]	50,00 [40,00; 55,00]	55,00 [40,00; 55,00]	0,033*
Жизненная активность через 1 месяц, Me [IQR]	50,00 [50,00; 55,00]	70,00 [65,00; 70,00]	<0,001*
Жизненная активность через 3 месяца, Me [IQR]	55,00 [55,00; 60,00]	70,00 [65,00; 70,00]	<0,001*
Жизненная активность через 6 месяцев, Me [IQR]	55,00 [55,00; 60,00]	70,00 [65,00; 75,00]	<0,001*
Жизненная активность через 12 месяцев, Me [IQR]	50,00 [50,00; 55,00]	75,00 [65,00; 75,00]	<0,001*
Примечание: * различия статистически значимые ( $p<0,05$ )			

По данным опросника, уже через месяц после робот-ассистированных вмешательств пациенты отмечали выраженный прирост жизненной активности и ощущение энергии ( $p<0,001$ ). В группе открытых операций показатели жизненной активности оставались сопоставимыми с дооперационным уровнем.

6. Социальное функционирование отражает способность к общению и взаимодействию в обществе: низкие значения указывают на выраженные ограничения. В таблице 34 представлены результаты этой шкалы до операции и через 1, 3, 6 и 12 месяцев после лечения.

Оценивая данные социального функционирования в обеих группах соизмеримые данные, за исключением данных через 1 месяц, где группа пациентов после робот-ассистированных вмешательств имеет большее значение ( $p<0,001$ ). Однако через 6 месяцев в группе пациентов после открытых вмешательств значение превышали в сравнении с группой пациентов после робот-

ассистированных вмешательств.

Таблица 34 – Социальное функционирование до операции и через 1, 3, 6, 12 месяцев после операции, в зависимости от способа хирургического лечения

Показатели	Способ лечения		<i>p</i>
	Открытый способ (n=90)	Робот-ассистированный способ (n=98)	
Социальное функционирование до операции, Me [IQR]	60,00 [50,00; 60,00]	57,50 [50,00; 65,00]	0,231
Социальное функционирование через 1 месяц, Me [IQR]	75,00 [70,00; 75,00]	85,00 [75,00; 85,00]	<0,001*
Социальное функционирование через 3 месяцев, Me [IQR]	80,00 [75,00; 80,00]	80,00 [80,00; 85,00]	<0,001*
Социальное функционирование через 6 месяцев, Me [IQR]	80,00 [75,00; 80,00]	75,00 [75,00; 80,00]	0,007*
Социальное функционирование через 12 месяцев, Me [IQR]	70,00 [65,00; 70,00]	70,00 [65,00; 85,00]	<0,001*
Примечание: * различия статистически значимые ( $p < 0,05$ )			

7. Эмоциональное состояние (role emotional) – отражает эмоциональное состояние, которое мешает выполнять повседневную работу или какую-либо повседневную деятельность (уменьшение объема работы, снижение ее качества, увеличение затрат времени на работу и т. д.). В Таблице 35 приведены данные шкалы эмоционального состояния пациентов до операции и через 1, 3, 6, 12 месяцев в зависимости от метода хирургического лечения.

Таблица 35 – Эмоциональное состояние пациентов до операции и через 1, 3, 6, 12 месяцев после открытых и робот-ассистированных операций

Показатели	Способ лечения		p
	Открытый способ (n=90)	Робот- ассистированный способ (n=98)	
Эмоциональное состояние до операции, Me [IQR]	50,00 [30,00; 50,00]	50,00 [30,00; 50,00]	0,365
Эмоциональное состояние через 1 месяц, Me [IQR]	55,00 [50,00; 55,00]	75,00 [65,00; 75,00]	<0,001*
Эмоциональное состояние через 3 месяца, Me [IQR]	60,00 [55,00; 60,00]	65,00 [60,00; 75,00]	<0,001*
Эмоциональное состояние через 6 месяцев, Me [IQR]	65,00 [60,00; 70,00]	70,00 [60,00; 70,00]	0,007*
Эмоциональное состояние через 12 месяцев, Me [IQR]	65,00 [60,00; 65,00]	70,00 [65,00; 70,00]	<0,001*
Примечание: * различия статистически значимые ( $p < 0,05$ )			

При оценке результатов шкалы эмоционального состояния пациентов отмечается улучшение показателей, вне зависимости от способа лечения ( $p < 0,001$ ). Однако в группе пациентов после робот-ассистированных вмешательств показатели превышали значения группы пациентов после открытых операций, что свидетельствует об их более стабильном психическом состоянии.

8. Психическое здоровье (mental health) отражает наличие депрессии, тревоги, положительные эмоции. Малые значения данной шкалы свидетельствуют о наличии тревожных расстройств. В Таблице 36 отражены данные шкалы психического здоровья пациентов до операции и через 1, 3, 6, 12 месяцев после выполнения оперативного вмешательства, в зависимости от способа лечения.

Таблица 36 – Психическое здоровье пациентов до операции и через 1, 3, 6, 12 месяцев после открытых и робот-ассистированных вмешательств

Показатели	Способ лечения		<i>p</i>
	Открытый способ (n=90)	Робот-ассистированный способ (n=98)	
Психическое здоровье до операции, Me [IQR]	50,00 [45,00; 50,00]	50,00 [45,00; 50,00]	0,764
Психическое здоровье через 1 месяц, Me [IQR]	60,00 [55,00; 60,00]	85,00 [80,00; 95,00]	< 0,001*
Психическое здоровье через 3 месяца, Me [IQR]	60,00 [60,00; 70,00]	80,00 [75,00; 90,00]	< 0,001*
Психическое здоровье через 6 месяцев, Me [IQR]	55,00 [55,00; 60,00]	80,00 [75,00; 85,00]	< 0,001*
Психическое здоровье через 12 месяцев, Me [IQR]	55,00 [55,00; 55,00]	70,00 [65,00; 70,00]	< 0,001*
Примечание: * различия статистически значимые ( $p < 0,05$ )			

При анализе шкалы психического здоровья выявлено, что исходные показатели у пациентов обеих групп не различались. Уже через 1 месяц после операции в группе робот-ассистированных вмешательств отмечалось значительное улучшение психического состояния по сравнению с пациентами после открытых операций, и данная разница сохранялась на всех последующих этапах наблюдения (3, 6 и 12 месяцев) ( $p < 0,001$ ). В группе открытых вмешательств значения шкалы оставались относительно стабильными или снижались с течением времени, в то время как в группе робот-ассистированных операций показатели оставались достоверно выше, что отражает более выраженное улучшение психического здоровья и эмоционального состояния пациентов.

## ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

### 4.1. Обсуждение госпитальных послеоперационных результатов и осложнений реконструкций аорто-подвздошного сегмента после открытых и робот-ассистированных реконструкций

В мировой литературе приводятся разные данные результатов хирургического лечения стенно-окклюзионного поражения аорто-подвздошного сегмента. Тромбоз после аорто-бедренного бифуркационного шунтирования, по различным источникам, является самым распространенным осложнением в раннем послеоперационном периоде и может достигать до 10–25%. Основными причинами тромбоза бранши протеза, как отмечают авторы, являются плохое русло оттока, перекрут бранши протеза и технические погрешности при формировании анастомоза [16, 54, 55]. Кровотечения в послеоперационном периоде регистрировались в 2% случаев и были связаны с неадекватным гемостазом [53, 54, 91]. Ишемия кишечника – в 2% случаев и являлась основной причиной летальных исходов (до 75%) [129–131]. Летальность в раннем послеоперационном периоде после открытых реконструкций аорто-подвздошного сегмента, по данным литературы, может достигать 3% [105].

Сравнительный анализ госпитальных результатов хирургического лечения пациентов с поражением аорто-подвздошного сегмента, прооперированных открытым и робот-ассистированным способом, позволил выявить особенности течения послеоперационного периода и характер возникающих осложнений в зависимости от выбранного хирургического подхода.

Несмотря на отсутствие статистически значимых различий в частоте послеоперационных осложнений между группами, в группе открытых реконструкций отмечено абсолютное большее количество клинически значимых неблагоприятных событий. Это включало инфицирование послеоперационных ран ( $n=3$  против  $n=0$ ), кишечную непроходимость ( $n=2$  против  $n=0$ ) при лапаротомном доступе, а также сердечно-сосудистые осложнения ( $n=3$  против  $n=2$ ). Более

высокая травматичность и выраженность операционной агрессии, характерные для открытых вмешательств, вероятно, способствовали большему риску послеоперационных осложнений. Эти данные согласуются с известными особенностями традиционной сосудистой хирургии, где широкие операционные доступы и значительный объем вмешательств увеличивают риск послеоперационных проблем.

В группе робот-ассистированных операций значительная часть осложнений наблюдалась на ранних этапах внедрения методики и была связана с техническими сложностями и ограниченным опытом работы команды с новым оборудованием. К характерным осложнениям этого периода относились кровотечения из троакарных отверстий ( $n=1$ ), повреждения мочеточников ( $n=1$  против  $n=1$ ), а также случаи кровотечения из зоны анастомоза ( $n=0$  против  $n=1$ ). Особенности визуального контроля и инструментальных манипуляций с натяжением шовного материала, присущие робот-ассистированным вмешательствам, требуют высокой степени точности и адаптации, что подтверждается снижением частоты осложнений с накоплением опыта. Возникновение таких осложнений, как повреждение надчревной артерии, позволило внедрить профилактические меры (в том числе её предварительную маркировку), что иллюстрирует адаптивный потенциал метода и возможность повышения его безопасности при дальнейшем использовании.

Сравнение ключевых показателей хирургического лечения также демонстрирует ряд различий. Время операции в группе робот-ассистированных вмешательств в среднем превышало аналогичный показатель в группе открытых операций, особенно на начальных этапах внедрения технологии, что объясняется процессом освоения методики и необходимостью более тщательной диссекции тканей. При этом отмечено снижение времени ишемии (аортальной окклюзии), что, в совокупности с меньшей травматичностью вмешательства, вероятно, повлияло на более благоприятное течение послеоперационного периода. У пациентов после робот-ассистированных вмешательств наблюдалась тенденция к сокращению длительности пребывания в отделении реанимации и стационаре в целом. Это может быть связано с отсутствием обширных разрезов, меньшим объёмом

кровопотери и снижением интенсивности болевого синдрома, что способствует более быстрой мобилизации и началу реабилитации.

Летальность в обеих группах оставалась низкой. В группе робот-ассистированных вмешательств зафиксирован один случай летального исхода, связанный с развитием мезентериального тромбоза. В группе открытых операций отмечено два летальных исхода — один также был обусловлен мезентериальной ишемией, а второй — острым инфарктом миокарда, осложнившимся сердечной недостаточностью. Таким образом, летальность в группе открытых вмешательств составила 2,2%, тогда как в группе робот-ассистированных вмешательств данный показатель был значительно ниже и составил лишь 1,02%. Эти данные указывают на потенциальную тяжесть ишемических осложнений, независимо от метода вмешательства, и необходимость их ранней диагностики и лечения.

Особое внимание следует уделить выраженности болевого синдрома в послеоперационном периоде. У пациентов, перенёсших открытые реконструктивные вмешательства, болевой синдром был более выраженным, что требовало более интенсивной анальгезии, в ряде случаев с применением наркотических анальгетиков. Это связано с большой травматичностью открытых доступов, вовлечением обширных слоёв мягких тканей и мышц, а также значительным натяжением кожных и фасциальных структур при лапаротомии. В свою очередь, у пациентов после робот-ассистированных операций болевой синдром был менее выражен, и в большинстве случаев ограничивался применением ненаркотических анальгетиков, что способствовало более ранней активизации и улучшению общего самочувствия.

В целом, оценка госпитального этапа лечения показала, что как открытые, так и робот-ассистированные вмешательства имеют свои особенности, преимущества и ограничения. Частота и характер осложнений зависят не только от типа оперативного вмешательства, но и от технической оснащённости, уровня подготовки хирургической команды, а также этапа освоения выбранной технологии. Следует отметить, что менее выраженный болевой синдром после робот-ассистированных вмешательств, меньшая травматизация тканей и более

быстрая реабилитация пациентов представляют собой значимые клинические преимущества данного метода, особенно при условии накопленного опыта и соблюдения стандартов техники безопасности.

#### **4.2. Обсуждение отдаленных результатов открытых и робот-ассистированных реконструкций**

По данным различных авторов, первичная проходимость аорто-бедренных шунтов в первые два года составляет свыше 95%, трехлетняя проходимость – 93%, вторичная проходимость – 97% [29, 75]. Однако встречаются данные, свидетельствующие о первичной проходимости не выше 90,1%, при этом трёхлетняя проходимость составляет 82,6% [93]. По данным J.V. Gabel и соавт. (2019), которые проанализировали осложнения у 400 пациентов после открытых реконструкций аорто-подвздошного сегмента, 30-дневная смертность составила 5%, годовая смертность – 11%, пятилетняя – около 30%, в 7% случаев развились грыжи послеоперационных ран [128].

Анализ отдалённых результатов хирургического лечения пациентов с поражением аорто-подвздошного сегмента продемонстрировал ключевое значение проходимости зоны реконструкции как определяющего фактора выживаемости вне зависимости от выбранного хирургического подхода. Полученные данные как при открытом, так и при робот-ассистированном типе вмешательств показали достоверные статистические различия в выживаемости пациентов с сохранённой проходимостью сосудистых реконструкций по сравнению с теми, у кого развилась окклюзия ( $p < 0,05$ ).

Анализ выживаемости по методу Каплана–Мейера показал статистически значимые различия между пациентами с сохранённой проходимостью реконструкции и с её отсутствием ( $p < 0,0001$ ). При открытых вмешательствах летальных исходов в группе с проходимостью зарегистрировано не было ( $n=60$ ), тогда как среди пациентов с окклюзией реконструированного сегмента ( $n=15$ ) умерли трое (20%). Вероятность летального исхода в этой подгруппе к концу

наблюдения достигала 50%, тогда как при сохранённой проходимости сосудистого русла данный показатель приближался к нулю. При робот-ассистированных операциях также выявлена выраженная зависимость исходов от состояния реконструкции: при проходимости ( $n=77$ ) зафиксировано два летальных исхода (2,6%), тогда как при её отсутствии ( $n=10$ ) летальность составила 20%, и медиана выживаемости в этой подгруппе ограничилась 24 месяцами.

Сравнительный анализ кривых выживаемости продемонстрировал, что основной риск терминальных событий концентрировался в интервале 24–30 месяцев после вмешательства. При этом в обеих группах лечения (открытой и робот-ассистированной) сохранение проходимости реконструкции ассоциировалось с благоприятным прогнозом и высокой кумулятивной выживаемостью. В то же время развитие тромбоза или окклюзии шунта сопровождалось достоверным увеличением риска летального исхода, что подчёркивает ключевое значение поддержания долговременной проходимости сосудистых реконструкций независимо от выбранного хирургического подхода.

Анализ таблиц дожития и кривых Каплана-Мейера подтвердил, что наибольший риск летальных исходов концентрируется в первые 2,5 года после оперативного вмешательства. Это требует особого внимания к динамическому наблюдению пациентов в данный период с акцентом на раннюю диагностику возможной дисфункции шунта или сегмента реконструкции. Отсутствие достоверных различий в медиане выживаемости между группами свидетельствует о том, что в отдалённой перспективе решающим фактором остаётся не метод хирургического вмешательства сам по себе, а качество выполненной реконструкции и её долговременная проходимость.

Таким образом, данные отдалённого наблюдения демонстрируют, что эффективность как открытых, так и робот-ассистированных вмешательств в значительной степени определяется гемодинамической состоятельностью реконструированного сегмента. Минимизация риска тромбоза, ранняя диагностика нарушений проходимости и контроль сопутствующих факторов риска (атеросклероз, гиперкоагуляция, несоблюдение режима терапии) являются

приоритетными задачами постоперационного ведения пациентов.

Развитие послеоперационных грыж является одним из значимых аспектов отдалённого периода наблюдения. По результатам анализа, грыжи в области послеоперационного рубца были выявлены у 5,3% пациентов, обратившихся на контрольный осмотр. Все случаи (100%) грыжеобразования зарегистрированы в группе открытых реконструктивных вмешательств, что, вероятно, обусловлено высокой травматичностью операции и повреждением нервов и мышечно-апоневротических структур передней брюшной стенки. Наибольшая частота послеоперационных грыж наблюдалась при использовании забрюшинного доступа по Rob, тогда как лапаротомный и параректальный доступы по Carstensen сопровождались меньшим числом подобных осложнений. Так, риск грыжеобразования после лапаротомии составил 15%, тогда как при параректальном доступе — 8,8%. В группе робот-ассистированных вмешательств послеоперационные грыжи не отмечались, что, по всей видимости, связано с минимальной инвазивностью вмешательства и сниженной травматизацией тканей ( $p < 0,001$ ). Вместе с тем, по данным литературы, развитие грыж после робот-ассистированных операций возможно в 2,2% случаев [7], тогда как после открытых реконструкций этот показатель составляет 5–7% [51, 128], что подтверждает наблюдаемую в настоящем исследовании тенденцию.

#### **4.3. Обсуждение факторов риска возникновения осложнений после открытых и робот-ассистированных реконструкций аорто-подвздошного сегмента**

В современной литературе, по данным различных источников, к предикторам развития осложнений относят различные факторы. В частности, оценка проходимости реконструкции зависит от русла оттока, которая осуществляет «разгрузку» шунта. Так, у пациентов при бифуркационном шунтировании чаще тромбоз одной из бранши протеза возникал на стороне окклюзированной ПБА (ГБА не осуществляла достаточную разгрузку шунта). Это связано с повышением периферического сопротивления, которое приводит к уменьшению скорости

кровотока в шунте и стазу крови, что в свою очередь провоцирует тромбоз зоны реконструкции. Мультиsegmentарное поражение артерий является одним из факторов, влияющих на проходимость реконструкции. Различные авторы отмечают, что проходимость аорто-бедренных шунтов при проходимом бедренно-подколенном сегменте оказывается на 10–15% выше [10, 27, 96].

Важным аспектом анализа результатов хирургического лечения стало выявление факторов, ассоциированных с развитием осложнений на госпитальном этапе. С этой целью была проведена многофакторная логистическая регрессия с применением пошагового исключения переменных, не оказывавших значимого влияния. Исследование показало, что наличие сопутствующего сахарного диабета 2 типа является достоверным предиктором осложнений в раннем послеоперационном периоде. Установлено, что пациенты с этим диагнозом имели значительно более высокий риск развития осложнений вне зависимости от применяемого хирургического подхода (ОШ = 6,4; 95% ДИ: 1,66–24,27;  $p < 0,01$ ).

Дополнительный анализ, проведённый отдельно для подгрупп пациентов в зависимости от типа вмешательства, подтвердил данный вывод: при робот-ассистированном типе лечения сахарный диабет также оказался единственным значимым предиктором (ОШ = 9,22; 95% ДИ: 1,518–56,902;  $p < 0,05$ ). Это подчёркивает необходимость внимательной оценки метаболического статуса при предоперационном планировании, особенно у пациентов, отобранных для малоинвазивных вмешательств.

Другие изученные клиничко-операционные параметры, включая длительность операции, объём кровопотери, время окклюзии, тип доступа, наличие сердечно-сосудистой патологии, заболевания лёгких, курение и индекс массы тела, не продемонстрировали статистически значимой связи с риском осложнений в анализируемой выборке. Полученные данные подчеркивают, что не столько технические характеристики вмешательства, сколько сопутствующие заболевания пациента могут играть ключевую роль в формировании ранних послеоперационных осложнений.

Таким образом, полученные результаты позволяют рассматривать наличие

сахарного диабета как один из ведущих факторов риска при планировании хирургического лечения. Выявление уязвимых категорий пациентов на предоперационном этапе может способствовать более точному прогнозированию риска осложнений и совершенствованию алгоритмов послеоперационного ведения.

#### **4.4. Определение показаний и противопоказаний к выполнению робот-ассистированных реконструкций аорто-подвздошного сегмента**

Согласно клиническим рекомендациям по диагностике и лечению заболеваний артерий нижних конечностей от 2019 г., при поражении аорто-подвздошного сегмента с учетом локализации и протяженности поражения при технической возможности необходимо рассмотреть возможность выполнения эндоваскулярного или гибридного вмешательства, принимая во внимание меньшую инвазивность (класс I, уровень доказательства C). В случае соответствия пациенту объема открытого вмешательства при окклюзиях аорто-подвздошного сегмента необходимо рассмотреть вопрос о выполнении аорто-(би)-фemorального шунтирования (класс IIa, уровень доказательности B) [21]. В национальных рекомендациях 2023 г. пациентам с атеросклеротическим окклюзионно-стенотическим поражением аорты и подвздошных артерий рекомендуется выполнение реконструкции открытым или эндоваскулярным способом. При этом выбор способа реконструкции определяют члены сосудистой команды, в зависимости от клинической ситуации (уровень убедительности C, уровень достоверности 5) [35].

Учитывая данные исследования, ранние и поздние результаты хирургического лечения открытых и робот-ассистированных вмешательств, а также итоги реабилитационного периода, робот-ассистированные вмешательства являются предпочтительным видом вмешательств при атеросклеротическом окклюзионно-стенотическом поражении аорто-подвздошного сегмента типа C и D по TASC II. Частота развития осложнений и их характеристика сопоставимы с

открытыми вмешательствами, однако длительность нахождения пациентов в отделении интенсивной терапии, в стационаре, а также на листе нетрудоспособности свидетельствует о более результативном послеоперационном периоде. Улучшенный послеоперационный период в группе пациентов после эндовидеохирургических вмешательств является следствием малой операционной травмы при выполнении аорто-подвздошных реконструкций. Отсутствие полостного доступа, минимальная кровопотеря, сохранение показателей открытых вмешательств являются основными преимуществами робот-ассистированных аорто-подвздошных реконструкций.

Противопоказания к выполнению робот-ассистированных сосудистых реконструкций аорто-подвздошного сегмента являются стандартными, как для любого раздела эндовидеохирургии: выраженные заболевания респираторной системы во избежание пневмоперитонеума; внутриабдоминальные спайки, препятствующие расположению портов; непереносимость не физиологичных положений (положение Тренделенбурга), ранее перенесенные реконструктивные вмешательства на аорто-подвздошном сегменте [50].

Всемирное общество неотложной хирургии (World Society of Emergency Surgery (WSES)) опубликовало ряд исследований (3 тематических отчета, 3 серии случаев и 4 ретроспективных сравнительных когортных исследования), в которых описывали результаты использования робототехники в экстренной хирургии. Общество неотложной хирургии отмечает безопасность использования робототехники в неотложной хирургии, однако есть некоторые опасения, связанные с возможностью использования робототехники в ночное время, увеличением длительности вмешательства и увеличением расходов на оперативное вмешательство. Авторы считают, что робот-ассистированная хирургия не должна рассматриваться как противопоказание в экстренной хирургии при адекватной подготовке хирургической команды [117]. По данным ряда исследований по выполнению робот-ассистированных реконструкций на аорто-подвздошном сегменте, к противопоказаниям относятся такие причины, как: отсутствие технической возможности к выполнению реконструктивного и

эндовидеохирургического вмешательств [85-90, 97, 102].

#### **4.5. Оценка экономической эффективности использования робот-ассистированных реконструкций аорто-подвздошного сегмента**

Сравнительный анализ открытых и робот-ассистированных реконструкций аорто-подвздошного сегмента выявил значимые различия как в клинических, так и в экономических аспектах лечения. Полученные результаты демонстрируют, что, несмотря на более высокую себестоимость робот-ассистированных операций, формируемую за счёт эксплуатации высокотехнологичного оборудования и специализированных расходных материалов, общее финансовое бремя лечения и реабилитации в этой группе пациентов оказывается более сбалансированным благодаря благоприятному течению послеоперационного периода.

Так, продолжительность пребывания пациентов в стационаре после вмешательства в группе открытых реконструкций составила 8,0 [7,0; 10,0] койко-дней, тогда как после робот-ассистированных операций – 5,0 [4,0; 6,0] койко-дней ( $p < 0,001$ ). Схожая динамика отмечалась и при анализе длительности пребывания в отделении реанимации: 1,0 [1,0; 2,0] суток у пациентов после открытых операций против 1,0 [1,0; 1,0] суток в группе робот-ассистированных вмешательств ( $p = 0,001$ ). Таким образом, использование робототехники позволяет сократить расходы на койко-дни, интенсивную терапию и медикаментозное обеспечение.

Длительность самой операции также оказалась меньше при применении роботизированного комплекса: 155,0 [130,0; 205,0] минут против 190,0 [150,0; 210,0] минут при открытых вмешательствах ( $p < 0,001$ ). Сокращение времени вмешательства является важным фактором как для оптимизации анестезиологического пособия, так и для снижения стоимости пребывания в операционном блоке.

Финансовый анализ показал, что общие расходы на госпитализацию одного пациента в группе открытых реконструкций составили 278 970,6 руб., тогда как при робот-ассистированных операциях – 590 718,0 руб. Увеличение стоимости

объясняется высокой ценой расходных материалов (32,5 млн руб. против 5,5 млн руб.) и амортизацией хирургической системы da Vinci Xi (7,2 млн руб.). При этом прямые затраты на реанимацию были значительно ниже у пациентов, оперированных с применением робототехники: 4,07 млн руб. против 6,07 млн руб. в группе открытых вмешательств.

Важным показателем экономической эффективности является длительность временной нетрудоспособности. В группе открытых операций пациенты находились на больничном в среднем 33 дня, тогда как после робот-ассистированных вмешательств – 17 дней ( $p < 0,001$ ). Соответственно, расходы на оплату листков нетрудоспособности составили 3,61 млн руб. и 1,93 млн руб., что подтверждает двукратное снижение социальных затрат в пользу робот-ассистированной хирургии.

Таким образом, робот-ассистированные вмешательства на аорто-подвздошном сегменте демонстрируют клинические преимущества, выражающиеся в сокращении времени операции, уменьшении продолжительности пребывания в стационаре и реанимации, а также более быстром восстановлении трудоспособности. Несмотря на увеличение прямых затрат на хирургическое лечение, суммарные расходы системы здравоохранения и социального страхования в долгосрочной перспективе могут снижаться за счёт уменьшения затрат на реабилитацию и выплаты по временной нетрудоспособности. Это позволяет рассматривать внедрение робототехники в сосудистую хирургию не только как технологическое усовершенствование, но и как потенциально экономически оправданное направление развития высокотехнологичной медицинской помощи.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вопросы выбора способа лечения пациентов с атеросклеротическим поражением аорто-подвздошного сегмента всегда являлись темой дискуссий у сосудистых хирургов. В настоящее время определены чёткие алгоритмы относительно эндоваскулярных вмешательств и открытых реконструкций для пациентов с поражением аорто-подвздошного сегмента. Однако в связи с активным развитием эндовидеохирургии и внедрением ее в сосудистую хирургию роль робот-ассистированных вмешательств в действующих клинических рекомендациях остаётся неопределённой.

Проведённое исследование показало, что робот-ассистированные реконструкции аорто-подвздошного сегмента являются безопасным и эффективным хирургическим подходом при окклюзионно-стенотическом поражении инфраренального отдела аорты и подвздошных артерий. Несмотря на сопоставимую частоту осложнений с открытыми операциями, робот-ассистированные вмешательства продемонстрировали ряд значимых преимуществ в раннем послеоперационном периоде. Ключевыми факторами их клинической эффективности стали меньшая травматичность доступа, снижение объема кровопотери, уменьшение выраженности болевого синдрома и потребности в анальгезирующей терапии, что способствовало сокращению сроков пребывания в отделении реанимации и стационаре, более быстрой мобилизации и началу реабилитации пациентов.

Сравнительный анализ госпитальных результатов показал, что наиболее частыми осложнениями после открытых реконструкций являлись инфекция послеоперационной раны, кишечная непроходимость и сердечно-сосудистые события. В то время как в группе робот-ассистированных вмешательств осложнения чаще регистрировались на ранних этапах освоения методики и были связаны с техническими сложностями. С накоплением опыта хирургической команды их частота достоверно снижалась, что подтверждает адаптивный потенциал метода и возможность его безопасного широкого применения.

Важным наблюдением стало значительное различие в выраженности болевого синдрома. У пациентов, перенёсших открытые вмешательства, отмечалась необходимость в применении наркотических анальгетиков, тогда как при робот-ассистированных операциях адекватный контроль боли достигался с использованием ненаркотических средств. Это обстоятельство не только улучшало субъективное качество жизни, но и ускоряло процесс восстановления функциональной активности.

Анализ отдалённых результатов подтвердил, что решающим фактором выживаемости пациентов после реконструкции аорто-подвздошного сегмента является сохранение проходимости зоны вмешательства, независимо от хирургического метода. При этом риск летального исхода в случае окклюзии реконструкции достигал 50–67%, тогда как при сохранённой проходимости он оставался минимальным. Наибольший риск тромбоза и смертельных исходов концентрировался в первые 2,5 года после операции, что подчёркивает необходимость интенсивного диспансерного наблюдения именно в данный период.

Результаты исследования показали также, что сахарный диабет 2 типа является независимым предиктором ранних послеоперационных осложнений как при открытых, так и при робот-ассистированных вмешательствах. Другие клинико-операционные факторы, включая длительность операции, объём кровопотери и индекс массы тела, статистически значимого влияния не продемонстрировали. Эти данные указывают на необходимость тщательной предоперационной оценки метаболического статуса и комплексного ведения пациентов с сопутствующими заболеваниями.

Отдельного внимания заслуживает анализ развития послеоперационных грыж. В исследовании они регистрировались только в группе открытых реконструкций (5,3%), преимущественно при использовании забрюшинного доступа. В группе робот-ассистированных операций случаев грыжеобразования отмечено не было, что связано с минимальной травматизацией передней брюшной стенки. Этот результат подтверждает важность выбора малоинвазивных методик для снижения отдалённых осложнений и улучшения качества жизни.

С экономической точки зрения робот-ассистированные реконструкции характеризуются более высокими прямыми расходами, связанными с эксплуатацией оборудования и расходными материалами. Однако они обеспечивают достоверное сокращение продолжительности госпитализации, пребывания в реанимации и периода временной нетрудоспособности, что снижает суммарное финансовое бремя лечения в долгосрочной перспективе. Таким образом, несмотря на высокую себестоимость операций, использование робототехники в сосудистой хирургии может быть экономически оправданным благодаря уменьшению косвенных затрат здравоохранения и социального страхования.

Итогом проведённой работы стало создание первого в мире интерактивного атласа по робот-ассистированной сосудистой хирургии, включающего пошаговое описание реконструкций аорто-подвздошного сегмента, интраоперационные фотографии, иллюстративные схемы и видеоматериалы. Это пособие формирует уникальную образовательную базу для хирургов и способствует развитию робот-ассистированных технологий в сосудистой хирургии.

Таким образом, робот-ассистированные вмешательства при окклюзионно-стенотическом поражении аорто-подвздошного сегмента можно рассматривать как эффективную альтернативу традиционным открытым реконструкциям. Они позволяют достичь сопоставимых клинических результатов при меньшей операционной травматичности, обеспечивают более благоприятное течение послеоперационного периода и создают условия для быстрого восстановления трудоспособности. Совокупность полученных данных подтверждает целесообразность дальнейшего внедрения и развития робот-ассистированных технологий в сосудистой хирургии как перспективного направления высокотехнологичной медицинской помощи.

## ВЫВОДЫ

1. Установлено, что госпитальные результаты при робот-ассистированных реконструкциях аорто-подвздошного сегмента сопоставимы с открытыми вмешательствами. Частота тромбоза зоны реконструкции составила 2,0% против 2,2% соответственно. После открытых операций чаще отмечались парез кишечника (2,2%) и инфицирование ран (3,3%). Робот-ассистированные вмешательства сопровождались меньшей кровопотерей (150 мл [100; 200] против 400 мл [200; 600];  $p < 0,001$ ), сокращением длительности госпитализации (5 [4; 6] против 8 [7; 10] койко-дней;  $p < 0,001$ ) и снижением потребности в анальгезии: длительность обезболивания составила 1 [1; 2] день против 4 [3; 4];  $p < 0,001$ , трамадол применялся у 17,3% против 63,3%;  $p < 0,001$ , промедол — у 12,2% против 54,4% пациентов;  $p < 0,001$ .

2. Выявлено, что проходимость реконструкции является ключевым фактором выживаемости. При открытых вмешательствах среди пациентов с сохраненной проходимостью ( $n=60$ ) летальных исходов не было, тогда как при ее отсутствии ( $n=15$ ) умерли 3 пациента (летальность 20%, вероятность смерти к концу наблюдения — 50%;  $p < 0,001$ ). При робот-ассистированных реконструкциях в группе с проходимостью ( $n=77$ ) летальность составила 2,6% (2 пациента), тогда как при ее отсутствии ( $n=10$ ) погибло 2 (20%) пациента ( $p < 0,001$ ). Послеоперационные грыжи возникали только после открытых вмешательств (10,1%), при робот-ассистированных реконструкциях они не наблюдались (0 %;  $p=0,001$ ).

3. Определено, что основным предиктором осложнений в раннем послеоперационном периоде при робот-ассистированных реконструкциях является сахарный диабет 2 типа (ОШ=9,22; 95% ДИ: 1,5–56,9;  $p < 0,05$ ). У пациентов с диабетом риск осложнений увеличивался почти в 9 раз. Для открытых операций достоверных предикторов осложнений выявлено не было.

4. Сформулированы показания к робот-ассистированным реконструкциям: поражения аорто-подвздошного сегмента типа С и D по TASC II, отсутствие выраженного кальциноза и грубого спаечного процесса. К противопоказаниям

относятся ранее выполненные реконструкции, массивные внутриабдоминальные спайки и невозможность создания пневмоперитонеума.

5. Разработаны технические приёмы выполнения робот-ассистированных реконструкций (линейных и бифуркационных шунтирующих операций аорто-подвздошного сегмента), включающие детальное описание ключевых этапов: выделение аорты и подвздошных артерий, наложение зажима, формирование проксимальных и дистальных анастомозов и проведение протеза.

6. Установлено, что прямые расходы на робот-ассистированные реконструкции в 2,1 раза выше, чем при открытых операциях (590 718 против 278 970 руб. на одного пациента). Однако более быстрое восстановление трудоспособности сокращает затраты на оплату больничных листов в 1,9 раза (1,9 млн против 3,6 млн руб.), что подтверждает экономическую эффективность метода при комплексной оценке.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Включать робот-ассистированные реконструкции аорто-подвздошного сегмента как стандартный вариант оперативного лечения при стенно-окклюзионных поражениях (тип С и D по TASC II), при отсутствии противопоказаний к созданию карбоксиперитонеума и без тяжелого спаечного процесса.

2. При внедрении робот-ассистированных реконструкций необходимо соблюдать разработанный операционный протокол, включая особенности позиционирования пациента на операционном столе, установку троакаров, наложение зажима на аорту и дистальный доступ к подвздошным/бедренным артериям.

3. В практической деятельности целесообразно организовать программу подготовки и обучения специалистов (хирургов и ассистентов) робот-ассистированным реконструкциям сосудов, с обязательным прохождением симуляционной подготовки и последовательной кривой обучения, перед самостоятельным выполнением сложных операций.

4. Осуществлять систематический контроль пациентов в послеоперационном периоде после выполненных реконструкций аорто-подвздошного сегмента, с обязательной оценкой проходимости зоны вмешательства. При выявлении признаков окклюзии или критического снижения проходимости следует рассматривать вопрос о выполнении повторной реваскуляризации.

5. Рекомендуется разработка специализированного кода финансирования робот-ассистированных вмешательств на аорто-подвздошном сегменте, учитывая подтверждённую экономическую эффективность данных операций, для оптимизации распределения ресурсов в системе здравоохранения.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

АББП – аортобедренное бифуркационное протезирование

АПБП – аорто-подвздошное бифуркационное протезирование

АББШ – аортобедренное бифуркационное шунтирование

АГ – артериальная гипертония

АРО – анестезиолого-реанимационное отделение

БЦА – брахиоцефальные артерии

ВАШ – визуальная аналоговая шкала боли

ВМП – высокотехнологичная медицинская помощь

ГБА – глубокая бедренная артерия

ДББХ – дистанция безболевой ходьбы

ДИ – доверительный интервал

ИБС – ишемическая болезнь сердца

ИМ – инфаркт миокарда

КТ АГ – компьютерная томография с ангиографией

ЛАБШ – линейное аорто-бедренное шунтирование

МФА – мультифокальный атеросклероз

МЕ – медиана

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

НГА – нисходящая грудная аорта

ОБА – общая бедренная артерия

ОБП – органы брюшной полости

ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения

ОР – отношение рисков

ОШ – отношение шансов

ПА – позвоночные артерии

ПБА – поверхностная бедренная артерия

ПИКС – постинфарктный кардиосклероз

ПКА – подколенная артерия

РХК – роботизированный хирургический комплекс

СД – сахарный диабет

ТББШ – торако-бедренное бифуркационное шунтирование

УЗДГ – ультразвуковая доплерография сосудов

УЗИ – ультразвуковое исследование

ФГДС – фиброгастродуоденоскопия

ФК – функциональный класс

ХИНК – хроническая ишемия нижних конечностей

ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких

ХПН – хроническая почечная недостаточность

ХСН – хроническая сердечная недостаточность

ЭАЭ – эндартерэктомия

ЭхоКГ – эхокардиография

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Андреев, А.А. Автоматизированные и роботизированные системы в хирургической практике / А.А. Андреев, А.А. Глухов, А.П. Остроушко [и др.]. – Текст: непосредственный // Наука и инновации в медицине. – 2024. – № 9 (3). – С. 231–236.
2. Аорто-бедренное бифуркационное шунтирование с использованием робототехники / В. А. Порханов, Р. А. Виноградов, А. Б. Закеряев [и др.]. – Текст: электронный // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2023. – № 16 (3). – С. 332–337. – URL: <https://www.mediasphera.ru/issues/kardiologiya-i-serdechno-sosudistaya-khirurgiya/2023/3/1199663852023031332> (дата обращения: 13.02.2024).
3. Атлас по робот-ассистированной сосудистой хирургии / под ред. В. А. Порханова. – Москва: PRESFACTOR, 2024. – 152 с. – Текст: непосредственный.
4. Белов, Ю. В. Руководство по сосудистой хирургии с атласом оперативной техники / Ю. В. Белов. – 2-е изд. – Москва: МИА, 2011. – 464 с. – ISBN 978-5-8948-1860-3. – Текст: непосредственный.
5. Гибридная операция при окклюзии терминального отдела аорты у больного с хронической критической ишемией конечности (клиническое наблюдение) / Д. Д. Сыромятников, А. Э. Маркаров, А. А. Щеголев [и др.]. – Текст: непосредственный // Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал им. академика А. В. Покровского. – 2024. – № 30 (2). – С. 106–111.
6. Гибридные технологии в лечении хронической ишемии нижних конечностей / С. А. Папоян, А. А. Щеголев, И. С. Абрамов [и др.] – Текст: непосредственный // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2021. – № 63 (4). – С. 277–286.
7. Двусторонняя видеоэндоскопическая поясничная симпатэктомия при хронической ишемии нижних конечностей / Ю. В. Белов, В. В. Комаров, О. А. Виноградов [и др.]. – Текст: электронный // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. – 2015. – № 8. – С. 70–73. – URL: <https://www.mediasphera.ru/issues/khirurgiya-zhurnal-im-n-i-pirogova/2015/8/downloads/ru/030023-12072015812> (дата обращения: 09.06.2023).

8. Дюсупов, А.А. Предупреждение осложнений в хирургии окклюзии аорто-подвздошного сегмента / А.А. Дюсупов, Б.С. Буланов, Д.Б. Аужанов [и др.] – Текст: непосредственный // Наука и Здравоохранение. – 2019. – № 21 (4). – С. 72–79.

9. Затевахин, И. И. Баллонная ангиопластика при ишемии нижних конечностей: Руководство для врачей / И. И. Затевахин, В. Н. Шиповский, В. Н. Золкин. – Москва: Медицина, 2004. – С. 25–29. – Текст: непосредственный.

10. Затевахин, И. И. Превентивные повторные операции как один из путей улучшения хирургического лечения больных с поздними аорто-подвздошными и бедренно-подколенными реокклюзиями / И. И. Затевахин, Г. В. Говорунов, В. Е. Комраков // Материалы всесоюзной конференции «Актуальные вопросы хирургии сердца и сосудов». – Алма-Ата, 1987. – С. 106. – ISBN 5-225-04287-2. Текст: непосредственный.

11. Козловский, Б.В. Выбор метода реконструкции подвздошных артерий у больных с хронической критической ишемией: эндартерэктомия или протезирование / Б.В. Козловский, И.П. Михайлов, Е.В. Кунгурцев [и др.]. – Текст: непосредственный // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2021. – № 4. – С. 15–20.

12. Комаров, Р.Н. Малоинвазивные доступы в хирургии брюшного отдела аорты / Р.Н. Комаров, Е.Г. Третьяков, Е.А. Голубов. – Текст: непосредственный // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2024. – № 17 (5). – С. 527–531.

13. 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.]. – Текст: непосредственный // Госпитальная медицина. Наука и практика. – 2024. – № 7 (3). – С. 29–32.

14. Комаров, Р.Н. Минилапаротомный и роботический доступы в хирургии брюшного отдела аорты / Р.Н. Комаров, А.А. Долганов, В.В. Плечев, Е.Г. Третьяков Е.Г. [и др.]. – Текст: непосредственный // Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия. – 2023. – №3 (3). – С. 19–25.

15. Комаров, Р.Н. Лапароскопический и робот-ассистированный доступы в хирургии брюшного отдела аорты / Р.Н. Комаров, Е.Г. Третьяков, Е.А. Голубов,

Д.В. Мурылев. – Текст: непосредственный. // Эндоскопическая хирургия. – 2025. – № 31 (3). – С. 13–20.

16. Кохан, Е. П. Избранные лекции по ангиологии / Е. П. Кохан, И. К. Заварина. – Москва: Наука, 2000. – 383 с. – ISBN 5-02-005188-8. – Текст: непосредственный.

17. Кригер, А. Г. Робот-ассистированные операции в абдоминальной хирургии / А. Г. Кригер, С. В. Берелавичус. – Москва: Медпрактика-М, 2017. – 132 с. – ISBN 978-5-98803-375-2. – Текст: непосредственный.

18. Мартемьянов, С. В. Оценка качества жизни больных в отдаленном периоде после реконструктивной операции на артериях нижних конечностей / С. В. Мартемьянов, Е. А. Уваров, О. В. Сафонова. – Текст: непосредственный // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2004. – № 10 (2). – С. 129–135.

19. Миналапаротомный и робот-ассистированный доступы в хирургии брюшного отдела аорты / Р. Н. Комаров, А. А. Долганов, В. В. Плечев [и др.]. – Текст: электронный // Госпитальная медицина: наука и практика. – 2024. – № 7 (3). – С. 29–32. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=67990003> (дата обращения: 02.09.2024). – Режим доступа: Научная электронная библиотека Elibrary.RU.

20. Мясоедова, Н. А. Оценка качества жизни при различных сердечно-сосудистых заболеваниях / Н. А. Мясоедова, Э. Б. Тхостова, Ю. Б. Белоусов. – Текст: электронный // Качественная клиническая практика. – 2002. – № 1. – С. 53–57. – URL: <https://www.clinvest.ru/jour/article/view/251/258> (дата обращения: 10.10.2023).

21. Национальные рекомендации по диагностике и лечению заболеваний артерий нижних конечностей / Ассоциация сердечно-сосудистых хирургов России, Российское общество ангиологов и сосудистых хирургов, Российское общество хирургов [и др.]. – Москва, 2019. – 89 с. – URL: [https://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations\\_LLA\\_2019.pdf](https://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations_LLA_2019.pdf) (дата обращения: 05.06.2023). – Текст: электронный.

22. О Программе государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи на 2024 год и на плановый период 2025 и 2026

годов: Постановление Правительства Российской Федерации от 28.12.2023 г. № 2353. – Текст: электронный // Официальное опубликование правовых актов : [сайт]. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202312290105> (дата обращения: 22.08.2024).

23. Ориентировочные сроки временной нетрудоспособности при наиболее распространенных заболеваниях и травмах (в соответствии с МКБ-10): [утверждены Министерством здравоохранения Российской Федерации и Фондом социального страхования Российской Федерации от 21 августа 2000 г. N 2510/9362-34, 02-08/10-1977П]. – Текст: электронный // Концорциум Кодекс: [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902358945> (дата обращения: 16.04.2024).

24. Покровский, А. В. Перспективы и действительность в лечении атеросклеротических поражений аорты / А. В. Покровский, А. Е. Зотиков. – Москва: ИПС, 1996. – 190 с. – Текст: непосредственный.

25. Приказ ГБУЗ «НИИ-ККБ №1» от 4 сентября 2020 г. № 202-ОД, от 3 марта 2023 г. №38-ОД «Об утверждении предельно максимальных цен на платные услуги». – <https://rek.krasnodar.ru/documents/npa/meditsinskie-uslugi-lekarstvennye-sredstva-i-izdeliya-meditsinskogo-naznacheniya/84657> (дата обращения: 31.08.2020)

26. Применение робототехники в сосудистой хирургии (обзор литературы) / Т. Э. Бахишев, Р. А. Виноградов, А. Б. Закеряев [и др.]. – Текст: непосредственный // Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал им. академика А.В. Покровского. – 2023. – № 29 (4). – С. 130–136.

27. Пушкарь, Д. Ю. Робот-ассистированная радикальная простатэктомия: руководство для врачей / Д. Ю. Пушкарь, К. Б. Колонтарев. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 384 с. – ISBN 978-5-9704-3055-2. – Текст: непосредственный.

28. Ратнер, Г. Л. Ранние реокклюзии аорто-подвздошного сегмента / Г. Л. Ратнер, И. Н. Серафимович, С. Д. Крюков. – Текст: непосредственный // Хирургия. – 1985. – № 12. – С. 91–94.

29. Реваскуляризация при поражении артерий аорто-подвздошного сегмента. Обзор литературы и клинические примеры / М. А. Чернявский, В. А. Неверов, Н. В. Сусанин [и др.]. – Текст: электронный // Неотложная медицинская помощь.

Журнал им. Н. В. Склифосовского. – 2021. – № 10 (4). – С. 760–768. – URL: <https://www.jnmp.ru/jour/article/view/1281/1003> (дата обращения: 10.12.2023). – DOI: 10.23934/2223-9022-2021-10-4-760-768.

30. Робот-ассистированная эндовидеохирургия / под ред. Ю. Л. Шевченко, О. Э. Карпова. – Москва: ДПК Пресс, 2019. – 380 с. – ISBN 978-5-91976-125-9. – Текст: непосредственный.

31. Робот-ассистированное линейное подвздошно-бедренное шунтирование / А. Б. Закеряев, Р. А. Виноградов, Т. Э. Бахишев [и др.]. – DOI 10.17116/hirurgia202304183. – Текст: электронный // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. – 2023. – № 4. – С. 83–88. – URL: <https://www.mediasphera.ru/issues/khirurgiya-zhurnal-im-n-i-pirogova/2023/4/1002312072023041083> (дата обращения: 22.01.2024).

32. Робот-ассистированное подвздошно-глубокобедренное шунтирование у пациента с атеросклерозом артерий нижних конечностей (клиническое наблюдение) / А. В. Гавриленко, Н. Н. Аль-Юсеф, А. В. Абрамян [и др.]. – Текст: электронный // Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал им. акад. Б. В. Петровского. – 2020. – Т. 8, № 1. – С. 108–111. – URL: [https://www.cesurg.ru/ru/jarticles\\_cesurg/406.html?SSr=270134da1021ffffff27c\\_\\_07e8090c151b2b-7aa3](https://www.cesurg.ru/ru/jarticles_cesurg/406.html?SSr=270134da1021ffffff27c__07e8090c151b2b-7aa3) (дата обращения: 09.06.2024). – DOI 10.33029/2308-1198-2020-8-1-108-111.

33. Робот-ассистированные операции при патологии аорто-подвздошного сегмента: наш опыт / Ш. Б. Саая, А. А. Рабцун, И. В. Попова [и др.]. – Текст: непосредственный // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2020. – Т. 26, № 4. – С. 90–96. DOI 10.33529/ANGIO2020409.

34. Робот-ассистированные хирургические системы: учебно-методические рекомендации № 76 / Д. Ю. Пушкарь, К. Б. Колонтарев, А. В. Говоров, В. В. Дьяков. – Москва: АБВ-пресс, 2018. – 25 с. – ISBN 978-5-903018-56-0. – Текст: непосредственный.

35. Российское общество ангиологов и сосудистых хирургов. Рекомендации: Критическая ишемия нижних конечностей (КИНК) / Российское общество

ангиологов и сосудистых хирургов. – 2023. – 79 с. – URL: <https://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2023/ischaemia/ischaemia.pdf> (дата обращения: 05.06.2023). – Текст: электронный.

36. Савин, В. В. Сравнение показателя качества жизни у больных пожилого и старческого возраста с критической ишемией нижних конечностей после сосудисто-реконструктивных операций и ампутаций / В. В. Савин. – Текст: непосредственный // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2001. – № 7 (1). – С. 54–59.

37. Сердечно-сосудистые заболевания в Российской Федерации на рубеже веков: смертность, распространенность, факторы риска / Л. А. Бокерия, И. Н. Ступаков, И. В. Самородская, Ю. М. Ботнар. – Текст: непосредственный // Бюллетень НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. – 2007. – № 8 (5). – С. 5–11.

38. Симакова, И. А. Оптимальный путь реваскуляризации артерий нижних конечностей при хронической ишемии, угрожающей потерей конечностей / И. А. Симакова, В. С. Аракелян, В. Г. Папиташвили. – Текст: непосредственный // Бюллетень НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. – 2024. – № 25 (4). – С. 279–287. – DOI: 10.24022/1810-0694-2024-25-4-279-287.

39. Сыромятников, Д. Д., Маркаров, А. Э., Щеголев, А. А. [и др.]. Гибридная операция при окклюзии терминального отдела аорты у больного с хронической критической ишемией конечности (клиническое наблюдение) – Текст: непосредственный // Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал им. академика А.В. Покровского. – 2024. – № 30 (2). – С. 106–111. – DOI 10.33029/1027-6661-2024-30-2-106-111.

40. Фаталиев, Г. Б. Гибридные операции в лечении пациентов с многоуровневым поражением артерий нижних конечностей / Г. Б. Фаталиев, В. С. Аракелян, А. А. Шубин. – Текст: непосредственный // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2021. – № 27 (3). – С. 173–179. – DOI 10.33529/ANGIQ2021321.

41. Хамитов, Ф.Ф. Вариант повторной реконструктивной операции у больного с инфицированием аорто-бедренного протеза, аорто-дуоденальной

фистулы и стриктурой правого и левого мочеточника / Ф.Ф. Хамитов, А.В. Шефер, Е.А. Кузубова, Гаджимурадов [и др.] – Текст: непосредственный // Московский хирургический журнал. – 2023. – № 4. – С. 9–14.

42. Шевченко, Ю. Л. От Леонардо Да Винчи к роботу «Да Винчи» / Ю. Л. Шевченко. – Текст: электронный // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н. И. Пирогова. – 2012. – № 7 (1). – С. 15–20. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21752395> (дата обращения: 12.12.2023). – Режим доступа: Научная электронная библиотека Elibrary.RU.

43. Acute Complications after Balloon-assisted Maturation / T. DerDerian, A. Hingorani, P. Boniviscage [et al.]. – Text: electronic // Annals of Vascular Surgery. – 2014. – Vol. 28, No 5. – P. 1275–1279. – URL: [https://www.annalsofvascularsurgery.com/article/S0890-5096\(14\)00075-2/abstract](https://www.annalsofvascularsurgery.com/article/S0890-5096(14)00075-2/abstract) (date of access: 09.06.2024). – Mode of access: subscription. – DOI 10.1016/j.avsg.2013.12.030.

44. A Historical Perspective of the Evolution of Laparoscopic Surgeries in Urology / N. A. Soputro, B. H. Dias, M. V. Kochikar [et al.]. – Text: electronic // Journal of Endourology. – 2022. – Vol. 36, No 10. – P. 1277–1284. – URL: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/end.2022.0194> (date of access: 19.04.2024). – Mode of access: subscription. – DOI 10.1089/end.2022.0194.

45. A history of robots: from science fiction to surgical robotics / N. G. Hockstein, C. G. Gourin, R. A. Faust, D. J. Terris. – Text: electronic // Journal of Robotic Surgery. – 2007. – Vol. 1, No 2. – P. 113–118. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4247417/> (date of access: 11.07.2023). – DOI: 10.1007/s11701-007-0021-2.

46. Albani, J. M. The role of robotics in surgery: a review / J. M. Albani. – Text: unmediated // Missouri Medicine. – 2007. – Vol. 104, No 2. – P. 166–172.

47. Albani, J. M. Virtual Reality-Assisted Robotic Surgery Simulation / J. M. Albani, D. I. Lee. – Text: electronic // Journal of Endourology. – 2007. – Vol. 21, No 3. – P. 285–287. – URL: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/end.2007.9978> (date of access: 23.03.2024). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1089/end.2007.9978.

48. Antecedentes, desarrollo y situación actual de la robótica en cirugía / J. Romero Otero, P. Paparel, D. Atreya [et al.]. – Text: unmediated // Archivos Españoles de Urología. – 2007. – Vol. 60, No 4. – P. 335–341. – DOI: 10.4321/s0004-06142007000400002.

49. A robot with improved absolute positioning accuracy for CT guided stereotactic brain surgery / Y. S. Kwoh, J. Hou, E. A. Jonckheere, S. Hayati. – Text: electronic // IEEE Transactions on Biomedical Engineering. – 1988. – Vol. 35, No 2. – P. 153–160. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1354> (date of access: 15.04.2023). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1109/10.1354.

50. Balbay, M. D. Robot-assisted radical cystectomy: patient selection and special considerations / M. D. Balbay, E. Koc, A. E. Canda. – Text: electronic // Robotic Surgery: Research and Reviews. – 2017. – Vol. 4. – P. 101–106. – URL: <https://www.dovepress.com/robot-assisted-radical-cystectomy-patient-selection-and-special-consid-peer-reviewed-fulltext-article-RSRR> (date of access: 15.10.2023). – DOI: 10.2147/RSRR.S119858.

51. Björck, M. Incidence and Clinical Presentation of Bowel Ischaemia After Aortoiliac Surgery—2930 Operations from a Population-based Registry in Sweden / M. Björck, D. Bergqvist, T. Troëng. – Text: electronic // European Journal of Vascular and Endovascular Surgery. – 1996. – Vol. 12, No 2. – P. 139–144. – URL: [https://www.ejves.com/article/S1078-5884\(96\)80098-0/pdf](https://www.ejves.com/article/S1078-5884(96)80098-0/pdf) (date of access: 25.01.2024). – DOI: 10.1016/s1078-5884(96)80098-0.

52. Bramhe, S. Robotic Surgery: A Narrative Review / S. Bramhe, S. S. Pathak. – Text : electronic // Cureus. – 2022. – Vol. 14, No 9. – URL: <https://www.cureus.com/articles/107062-robotic-surgery-a-narrative-review#!/> (date of access: 09.05.2024). – DOI: 10.7759/cureus.29179.

53. Brewster, D. C. Complications of aortic and lower extremity procedures / D. C. Brewster. – Text: unmediated // Vascular Diseases: Surgical & Interventional Therapy / edited by D. E. Strandness Jr., A. van Breda. – New York: Churchill Livingstone, 1994. – P. 1151–1178.

54. Brewster, D. C. Direct reconstruction for aortoiliac occlusive disease / D. C.

Brewster. – Text: unmediated // *Vascular Surgery* / edited by R. B. Rutherford. – Saunders, 1999. – P. 943–972.

55. Brewster, D. C. Direct reconstruction for aortoiliac occlusive disease / D. C. Brewster. – Text: unmediated // *Vascular Surgery* / R. B. Rutherford, K. Wayne Johnston. – 6<sup>th</sup> ed. – Saunders, 2005. – Vol. 1. – P. 1106–1137.

56. Capek, K. The Meaning of “R.U.R.” / K. Capek. – Text: electronic // *The Saturday Review*. – 1923. – July 21. – Vol. 136, No 3534. – P. 79. – URL: [https://archive.org/details/sim\\_saturday-review-uk\\_the-saturday-review\\_1923-07-21\\_136\\_3534/page/79/mode/1up](https://archive.org/details/sim_saturday-review-uk_the-saturday-review_1923-07-21_136_3534/page/79/mode/1up) (date of access: 09.05.2024).

57. Celiac Artery Compression Syndrome: Successful Utilization of robotic-Assisted Laparoscopic Approach / N. P. Jaik, S. P. Stawicki, N. S. Weger, J. J. Lukaszcyk. – Text: electronic // *Journal of Gastrointestinal and Liver Diseases*. – 2007. – Vol. 16, No 1. – P. 93–96. – URL: <https://www.jgld.ro/jgld/index.php/jgld/article/view/2007.1.13/1209> (date of access: 24.05.2023).

58. Cirugía robótica: Historia e impacto en la enseñanza / R. Valero, Y. H. Ko, S. Chauhan [et al.]. – DOI 10.1016/j.acuro.2011.04.005. – Text: electronic // *Actas Urológicas Españolas*. – 2011. – Vol. 35, No 9. – P. 540–545. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0210480611001902> (date of access: 09.06.2024). – Mode of access: subscription.

59. Computer-Assisted Instrumentation during Endoscopic Transaxillary First Rib Resection for Thoracic Outlet Syndrome: A Safe Alternate Approach / B. D. Martinez, C. S. Wiegand, P. Evans [et al.]. – Text : electronic // *Vascular*. – 2005. – Vol. 13, No 6. – P. 327–335. – URL: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1258/rsmvasc.13.6.327> (date of access: 10.10.2023). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1258/rsmvasc.13.6.327.

60. Cost analysis of supply chain management of Da Vinci surgical instruments: A retrospective study / G. Luo, D. Liao, W. Lin [et al.]. – Text: unmediated // *Technology and Health Care*. – 2022. – Vol. 30, No 5. – P. 1233–1241. – DOI: 10.3233/THC-213563.

61. Diggs, L. P. Da Vinci's ascent: Continually broadening the scope of robotic

thoracic surgery / L. P. Diggs, R. T. Ripley. – Text: electronic // *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. – 2018. – Vol. 156, No 2. – P. E133–E134. – URL: [https://www.jtcvs.org/article/S0022-5223\(18\)30391-X/fulltext](https://www.jtcvs.org/article/S0022-5223(18)30391-X/fulltext) (date of access: 10.10.2023). – DOI: 10.1016/j.jtcvs.2018.02.028.

62. DLR MiroSurge: a versatile system for research in endoscopic telesurgery / U. Hagn, R. Konietschke, A. Tobergte [et al.]. – Text: electronic // *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*. – 2010. – Vol. 5. – P. 183–193. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11548-009-0372-4> (date of access: 13.06.2023). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1007/s11548-009-0372-4.

63. Dvorák, M. Roboticky asistované cévní rekonstrukce aorto-ilické oblasti / M. Dvorák, T. Novotný, R. Staffa. – Text: unmediated // *Rozhledy v chirurgii*. – 2011. – Vol. 90, No 1. – P. 42–45.

64. Engelberger, J. F. *Robots in Service* / J. F. Engelberger. – MIT Press, 1989. – Text: unmediated.

65. Ernst, C. B. Prevention of intestinal ischemia following abdominal aortic reconstruction / C. B. Ernst. – Text: unmediated // *Surgery*. – 1983. – Vol. 93, No 1. – P. 102–106.

66. Fourneau, I. Hand-assisted laparoscopy versus conventional median laparotomy for aortobifemoral bypass for severe aorto-iliac occlusive disease. — a prospective randomised study / I. Fourneau, T. Sabbe, K. Daenens, A. Nevelsteen // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2006. – Vol. 32. – No 6. – P. 645-650.

67. Franz, R. W. Delayed pseudoaneurysm repair: A case report / R. W. Franz, C. Hughart. – Text: electronic // *The International Journal of Angiology*. – 2007. – Vol. 16, No 3. – P. 119–120. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2733020/> (date of access: 15.12.2023). – DOI: 10.1055/s-0031-1278263.

68. Frederick, M. Leriche syndrome / M. Frederick, J. Newman, J. Kohlwes. – Text: electronic // *Journal of General Internal Medicine*. – 2010. – Vol. 25, No 10. – P. 1102–1104. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11606-010-1412-z> (date of access: 27.03.2024). – DOI: 10.1007/s11606-010-1412-z.

69. Frenkel, C. H. Telesurgery's Evolution During the Robotic Surgery Renaissance and a Systematic Review of its Ethical Considerations / C. H. Frenkel. – Text: electronic // *Surgical Innovation*. – 2023. – Vol. 30, No 5. – P. 595–600. – URL: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/15533506231169073> (date of access: 19.04.2024). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1177/15533506231169073.

70. From Illusion to Reality: A Brief History of Robotic Surgery / M. V. Marino, G. Shabat, G. Gulotta, A. L. Komorowski. – Text: electronic // *Surgical Innovation*. – 2018. – Vol. 25, No 3. – P. 291–296. – URL: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1553350618771417> (date of access: 09.06.2024). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1177/1553350618771417.

71. Garrett, H.E. Jr. Robot-assisted laparoscopic aortobifemoral bypass: initial experience developing a new program / H. E. Garrett Jr., J.D. Fernandez, C. Porter // *Journal Robotic Surgery*. – 2008. – Vol. 2. – No 4. – P. 247–251.

72. Gloviczki, P. The road to medical innovations / P. Gloviczki, P. F. Lawrence // *Journal Vascular Surgery*. – 2020. – Vol. 71. – No 1. – P. 1.

73. Goertz, R. C. Fundamentals of general-purpose remote manipulators / R. C. Goertz. – Text: unmediated // *Nucleonics*. – 1952. – Vol. 10, No 11. – P. 36–42.

74. Haidegger, T. A robotsebészet hódítása--sikerek, kudarcok, kihívások / T. Haidegger. – Text: electronic // *Orvosi hetilap*. – 2010. – Vol. 151, No 41. – P. 1690–1696. – URL: <https://akjournals.com/view/journals/650/151/41/article-p1690.xml> (date of access: 09.06.2024). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1556/OH.2010.28964.

75. Haimovici's Vascular Surgery. Principles and Techniques / edited by H. Haimovici, E. Ascer, L. H. Hollier [et al.]. – Oxford: Blackwell Science, 1995. – 1387 p. – Text: unmediated.

76. Hargest, R. Five thousand years of minimal access surgery: 3000BC to 1850: early instruments for viewing body cavities / R. Hargest. – Text: electronic // *Journal of the Royal Society of Medicine*. – 2020. – Vol. 113, No 12. – P. 491–496. – URL: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0141076820967913> (date of access: 20.10.2023). – DOI: 10.1177/0141076820967913.

77. Helgetveit, I. Totally laparoscopic aortobifemoral bypass surgery in the

treatment of aortoiliac occlusive disease or abdominal aortic aneurysms – a systematic review and critical appraisal of literature / I. Helgetveit, A.H. Krog // *Vascular Health and Risk Management*. – 2017. – Vol. 13. – P. 187–199.

78. Hughes, S. P. Surgeon-anatomist to robotic technician? The evolving role of the surgeon over three centuries / S. P. Hughes, I. Macintyre. – Text: electronic // *Journal of the Royal Society of Medicine*. – 2022. – Vol. 115, No 12. – P. 460–468. – URL: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/01410768221133568> (date of access: 14.06.2023). – DOI: 10.1177/01410768221133568.

79. Incision and abdominal wall hernias in patients with aneurysm or occlusive aortic disease / J. D. Raffetto, Y. Cheung, J. B. Fisher [et al.]. – Text: electronic // *Journal of Vascular Surgery*. – 2003. – Vol. 37, No 6. – P. 1150–1154. – URL: [https://www.jvascsurg.org/article/S0741-5214\(03\)00147-2/fulltext](https://www.jvascsurg.org/article/S0741-5214(03)00147-2/fulltext) (date of access: 11.04.2024). – DOI: 10.1016/s0741-5214(03)00147-2.

80. Indrakusuma, R. Prophylactic Mesh Reinforcement versus Sutured Closure to Prevent Incisional Hernias after Open Abdominal Aortic Aneurysm Repair via Midline Laparotomy: A Systematic Review and Meta-Analysis / R Indrakusuma, H. Jalalzadeh, J.E. van der Meij [ et al.] // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2018. – Vol. 56. – No 1. – P. 120-128.

81. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II) / L. Norgren, W. R. Hiatt, J. A. Dormandy [et al.]. – Text: electronic // *Journal of Vascular Surgery*. – 2007. – Vol. 45, No 1 Suppl S. – S. S5–S67. – URL: [https://www.jvascsurg.org/article/S0741-5214\(06\)02296-8/fulltext](https://www.jvascsurg.org/article/S0741-5214(06)02296-8/fulltext) (date of access: 22.05.2023). – DOI: 10.1016/j.jvs.2006.12.037.

82. Intestinal ischemia complicating abdominal aortic surgery / D. C. Brewster, D. P. Franklin, R. P. Cambria [et al.]. – Text: unmediated // *Surgery*. – 1991. – Vol. 109, No 4. – P. 447–454.

83. Kim, D. K. Robot-assisted Partial Nephrectomy with the REVO-I Robot Platform in Porcine Models / D. K. Kim, D. W. Park, K. H. Rha. – Text: electronic // *European Urology*. – 2016. – Vol. 69, No 3. – P. 541–542. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0302283815011859> (date of

access: 09.02.2024). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1016/j.eururo.2015.11.024.

84. Kypson, A. P. Robotic Applications in Cardiac Surgery / A. P. Kypson, W. R. Chitwood. – Text: electronic // International Journal of Advanced Robotic Systems. – 2004. – Vol. 1, No 2. – URL: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.5772/5624> (date of access: 10.06.2023). – DOI: 10.5772/5624.

85. Kypson, A. P. Robotic cardiovascular surgery / A. P. Kypson, W. R. Chitwood. – Text: electronic // Expert Review of Medical Devices. – 2006. – Vol. 3, No 3. – P. 335–343. – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1586/17434440.3.3.335> (date of access: 01.11.2023). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1586/17434440.3.3.335.

86. Laparoscopic Vascular Surgery: A Systematic Review / D. Nio, J. Diks, W. A. Bemelman [et al.]. – Text: electronic // European Journal of Vascular & Endovascular Surgery. – 2007. – Vol. 33, No 3. – P. 263–271. – URL: [https://www.ejves.com/article/S1078-5884\(06\)00576-4/fulltext](https://www.ejves.com/article/S1078-5884(06)00576-4/fulltext) (date of access: 15.04.2023). – DOI: 10.1016/j.ejvs.2006.10.004.

87. Laparoscopy-assisted aortobifemoral bypass / Y. M. Dion, N. Katkhouda, C. Rouleau, A. Aucoin. – Text: unmediated // Surgical Laparoscopy & Endoscopy. – 1993. – Vol. 3, No 5. – P. 425–429.

88. Leal Ghezzi, T. 30 Years of Robotic Surgery / T. Leal Ghezzi, O. Campos Corleta. – Text: electronic // World Journal of Surgery. – 2016. – Vol. 40, No 10. – P. 2550–2557. – URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1007/s00268-016-3543-9> (date of access: 23.06.2023). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1007/s00268-016-3543-9.

89. Lengyel, B.C. Robot-assisted vascular surgery: literature review, clinical applications, and future perspectives / B.C. Lengyel, P. Chinnadurai, S.J. Corr [ et al.] // Journal Robotic Surgery – 2024. – Vol. 18, No 1. – P. 328.

90. Marak, J.R. Leriche syndrome: clinical and diagnostic approach of a rare infrarenal aortoiliac occlusive disease / J.R. Marak, S. Narayan, N.R. Lal [ et al.] // Radiol Case Rep. – 2023. – Vol. 19, No 2. – P. 540-546.

91. Measurement of systolic femoral arterial pressure during reactive hyperemia.

An estimate of aortoiliac disease / B. J. Brenner, J. K. Raines, R. C. Darling, W. G. Austen. – Text: unmediated // *Circulation*. – 1974. – Vol. 50, No 2. – P. II259–II267.

92. MICA - A new generation of versatile instruments in robotic surgery / S. Thielmann, U. Seibold, R. Haslinger [et al.]. – Text: electronic // 2010 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. – Taipei, 2010. – P. 871–878. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5649984> (date of access: 29.06.2023). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1109/iros.2010.5649984.

93. Midterm outcomes of endovascular treatment with bare metal stents for Leriche syndrome patients / B. Zhang, G. Niu, Z. Yan [et al.]. – Text: electronic // *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*. – 2021. – Vol. 32, No 1. – P. 83–88. – URL: <https://academic.oup.com/icvts/article/32/1/83/5998289> (date of access: 25.11.2023). – DOI: 10.1093/icvts/ivaa223.

94. Moran, M. E. The da Vinci Robot / M. E. Moran. – Text: electronic // *Journal of Endourology*. – 2006. – Vol. 20, nr 12. – P. 986–990. – URL: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/end.2006.20.986> (date of access: 10.02.2023). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1089/end.2006.20.986.

95. Morgan, R. Current Treatment Methods for Postcatheterization Pseudoaneurysms / R. Morgan, A. M. Belli. – Text: electronic // *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. – 2003. – Vol. 14, No 6. – P. 697–710. – URL: [https://www.jvir.org/article/S1051-0443\(07\)60346-7/abstract](https://www.jvir.org/article/S1051-0443(07)60346-7/abstract) (date of access: 20.03.2023). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1097/01.rvi.0000071089.76348.6a.

96. Multivariate analysis of long-term results after an axillobifemoral bypass in patients with aortoiliac occlusive disease / T. Onohara, K. Romori, M. Kume [et al.]. – Text: unmediated // *The Journal of Cardiovascular Surgery*. – 2000. – Vol. 41, No 6. – P. 905–910.

97. Novotný, T. The learning curve of robot-assisted laparoscopic aortofemoral bypass grafting for aortoiliac occlusive disease / T. Novotný, M. Dvorák, R. Staffa. – Text: electronic // *Journal of Vascular Surgery*. – 2011. – Vol. 53, No 2. – P. 414–420. – URL: [https://www.jvascsurg.org/article/S0741-5214\(10\)02181-6/fulltext](https://www.jvascsurg.org/article/S0741-5214(10)02181-6/fulltext) (date of access: 20.03.2023).

07.06.2024). – DOI: 10.1016/j.jvs.2010.09.007.

98. Origins of Robotic Surgery: From Skepticism to Standard of Care / E. I. George, T. C. Brand, A. LaPorta [et al.]. – Text: electronic // Journal of the Society of Laparoscopic & Robotic Surgeons. – 2018. – Vol. 22, No 4. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6261744/> (date of access: 23.06.2023). – DOI: 10.4293/JSLS.2018.00039.

99. Pezzullo, J. A. Postcatheterization Pseudoaneurysms: New Developments in the Diagnosis and Treatment With Ultrasound / J. A. Pezzullo, J. J Cronan. – Text: electronic // Ultrasound Quarterly. – 2001. – Vol. 17, No 4. – P. 227–234. – URL: [https://journals.lww.com/ultrasound-quarterly/abstract/2001/12000/postcatheterization\\_pseudoaneurysms\\_\\_new.4.aspx](https://journals.lww.com/ultrasound-quarterly/abstract/2001/12000/postcatheterization_pseudoaneurysms__new.4.aspx) (date of access: 17.07.2023). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1097/00013644-200112000-00004.

100. Piltcher-da-Silva, R. Incisional hernias after vascular surgery for aortoiliac aneurysm and aortoiliac occlusive arterial disease: has prophylactic mesh changed this scenario? / R. Piltcher-da-Silva, P. Soares, D.O. Hutten [ et al.] // Aorta (Stamford). – 2023. – Vol. 11, No 3. – P. 107–111.

101. Postcatheterization Pseudoaneurysm: Results of US-guided Percutaneous Thrombin Injection in 240 Patients / K. Krueger, M. Zaehringer, D. Strohe [et al.]. – Text: electronic // Radiology. – 2005. – Vol. 236, No 3. – P. 1104–1110. – URL: <https://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/radiol.2363040736> (date of access: 09.06.2024). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1148/radiol.2363040736.

102. Püschel, A. Robot-assisted techniques in vascular and endovascular surgery / A. Püschel, C. Schafmayer, J. Groß. – Text: electronic // Langenbeck's Archives of Surgery. – 2022. – Vol. 407, No 5. – P. 1789–1795. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00423-022-02465-0> (date of access: 09.06.2024). – DOI: 10.1007/s00423-022-02465-0.

103. Qadan, M. The evolving application of single-port robotic surgery in general surgery / M. Qadan, M. J. Curet, S. M. Wren. – Text: electronic // Journal of Hepato-Biliary-Pancreatic Sciences. – 2014. – Vol. 21, No 1. – P. 26–33. – URL:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jhbp.37> (date of access: 15.08.2023). – DOI: 10.1002/jhbp.37.

104. Ranev, D. History of Computer-Assisted Surgery / D. Ranev, J. Teixeira. – Text: electronic // *Surgical Clinics of North America*. – 2020. – Vol. 100, No 2. – P. 209–218. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0039610919301562> (date of access: 10.10.2023). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1016/j.suc.2019.11.001.

105. Reoperation for aortofemoral graft limb occlusion: optimal methods and long-term results / D. C. Brewster, G. H. Meier 3rd, R. C. Darling [et al.]. – Text: unmediated // *Journal of Vascular Surgery*. – 1987. – Vol. 5, No 2. – P. 363–374.

106. Review of the developmental history of robotic surgery / C. Y. Li, J. W. Wang, J. T. Jia, N. W. Zhang. – Text: unmediated // *Zhonghua yi shi za zhi*. – 2010. – Vol. 40, No 4. – P. 229–233.

107. Richarz, S. Open aneurysm repair in patients with concomitant abdominal aortic aneurysm and aorto-iliac occlusive disease is associated with a high mortality and surgical complication rate / S. Richarz, S. Aghlmandi, A. Zdroveac // *Swiss Medical Wkly*. – 2021. – Vol. 151. – P. w30050.

108. Robotic-assisted abdominal aortic surgery: evidence and techniques / R. Rusch, G. Hoffmann, M. Rusch [et al.]. – Text: electronic // *Journal of Robotic Surgery*. – 2022. – Vol. 16, No 6. – P. 1265–1271. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11701-022-01390-0> (date of access: 12.12.2023). – DOI: 10.1007/s11701-022-01390-0.

109. Robot assisted Aortic and Non-aortic Vascular Operations / P. Štádler, L. Dvořáček, P. Vitásek, P. Matouš. – Text: electronic // *European Journal of Vascular & Endovascular Surgery*. – 2016. – Vol. 52, No 1. – P. 22–28. – URL: [https://www.ejves.com/article/S1078-5884\(16\)00112-X/fulltext](https://www.ejves.com/article/S1078-5884(16)00112-X/fulltext) (date of access: 23.06.2023). – DOI: 10.1016/j.ejvs.2016.02.016.

110. Robotic-assisted aortic surgery with and without minilaparotomy for complicated occlusive disease and aneurysm / J. C. Lin, S. A. Kaul, A. Bhandari [et al.]. – Text: electronic // *Journal of Vascular Surgery*. – 2012. – Vol. 55, No 1. – P. 16–22. –

URL: [https://www.jvascsurg.org/article/S0741-5214\(11\)01594-1/fulltext](https://www.jvascsurg.org/article/S0741-5214(11)01594-1/fulltext) (date of access: 22.02.2024). – DOI: 10.1016/j.jvs.2011.06.103.

111. Robot-assisted Fallopian tube transection and anastomosis using the new REVO-I robotic surgical system: feasibility in a chronic porcine model / A. Abdel Raheem, I. S. Troya, D. K. Kim [et al.]. – Text: electronic // *BJU International*. – 2016. – Vol. 118, No 4. – P. 604–609. – URL: <https://bjui-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bju.13517> (date of access: 12.07.2024). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1111/bju.13517.

112. Robot-assisted laparoscopic aortobifemoral bypass for aortoiliac occlusive disease: A report of two cases / W. Wisselink, M. A. Cuesta, C. Gracia, J. A. Rauwerda. – Text: electronic // *Journal of Vascular Surgery*. – 2002. – Vol. 36, No 5. – P. 1079–1082. – URL: [https://www.jvascsurg.org/article/S0741-5214\(02\)00282-3/pdf](https://www.jvascsurg.org/article/S0741-5214(02)00282-3/pdf) (date of access: 12.05.2024) – DOI: 10.1067/mva.2002.128312.

113. Robot-Assisted Treatment of Splenic Artery Aneurysms / P. C. Giulianotti, N. C. Buchs, A. Coratti [et al.]. – Text: electronic // *Annals of Vascular Surgery*. – 2011. – Vol. 25, No 3. – P. 377–383. – URL: [https://www.annalsofvascularsurgery.com/article/S0890-5096\(10\)00481-4/abstract](https://www.annalsofvascularsurgery.com/article/S0890-5096(10)00481-4/abstract) (date of access: 09.10.2023). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1016/j.avsg.2010.09.014.

114. Robotic cholecystectomy using Revo-i Model MSR-5000, the newly developed Korean robotic surgical system: a preclinical study / J. H. Lim, W. J. Lee, D. W. Park [et al.]. – Text: electronic // *Surgical Endoscopy*. – 2017. – Vol. 31, No 8. – P. 3391–3397. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00464-016-5357-0> (date of access: 09.06.2024). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1007/s00464-016-5357-0.

115. Robotic resection of a common hepatic artery aneurysm / C. Salloum, R. Memeo, D. Subar [et al.]. – Text: electronic // *Journal of Robotic Surgery*. – 2014. – Vol. 8, No 3. – P. 295–297. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11701-013-0445-9> (date of access: 13.01.2024). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1007/s11701-013-0445-9.

116. Robotics Today, Robotics Institute of America (RIA) News, Spring, 1980, p 7.

117. Robotic surgery in emergency setting: 2021 WSES position paper / N. de'Angelis, J. Khan, F. Marchegiani [et al.]. – Text: electronic // World Journal of Emergency Surgery. – 2022. – Vol. 17, No 1. – URL: <https://wj.es.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13017-022-00410-6> (date of access: 23.05.2024). – DOI: 10.1186/s13017-022-00410-6.

118. Robotic vascular surgery, 150 cases / P. Štádler, L. Dvoracek, P. Vitasek, P. Matous. – Text: electronic // The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery. – 2010. – Vol. 6, No 4. – P. 394–398. – URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/rcs.344> (date of access: 23.05.2024). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1002/rcs.344.

119. Robotische Assistenzsysteme für die Chirurgie: Aktuelle Entwicklungen und Schwerpunkte der Forschung / J. Klodmann, C. Schlenk, S. Borsdorf [et al.]. – Text: electronic // Der Chirurg. – 2020. – Vol. 91, No 7. – P. 533–543. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00104-020-01205-8> (date of access: 10.10.2023). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1007/s00104-020-01205-8.

120. Robots in the Operating Room—The History / D. R. Ewing, A. Pigazzi, Y. Wang, G. H. Ballantyne. – Text : electronic // Seminars in Laparoscopic Surgery. – 2004. – Vol. 11, No 2. – P. 63–71. – URL: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/107155170401100202> (date of access: 15.09.2023). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1177/107155170401100202.

121. Rusch, R. Robotic-assisted abdominal aortic surgery: evidence and techniques / R. Rusch, G. Hoffmann, M. Rusch [ et al.] // Journal Robotic Surgery. – 2022. – Vol. 16, No 6. – P. 1265–1271.

122. Rutherford, R. B. Vascular Surgery / R. B. Rutherford, K. Wayne Johnston. – 6<sup>th</sup> ed. – Saunders, 2005. – P. 1107. – Text: unmediated.

123. Ruurda, J.P. Robot-assisted versus standard videoscopic aortic replacement. a comparative study in pigs / J.P. Ruurda, W. Wisselink, M.A. Cuesta [ et al.] // European Journal of Vascular and Endovascular Surgery. – 2004. – Vol. 27. – P. 501–506.

124. Současné možnosti roboticky asistované cévní chirurgie / P. Stádler, L. Dvořáček, P. Vitásek, P. Matous. – Text: unmediated // *Rozhledy v chirurgii*. – 2010. – Vol. 89, No 1. – P. 28–32.

125. The history of robotics in urology / B. J. Challacombe, M. S. Khan, D. Murphy, P. Dasgupta. – Text: electronic // *World Journal of Urology*. – 2006. – Vol. 24, No 2. – P. 120–127. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00345-006-0067-1> (date of access: 22.02.2024). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1007/s00345-006-0067-1.

126. The new robotic TELELAP ALF-X in gynecological surgery: single-center experience / F. Fanfani, G. Monterossi, A. Fagotti [et al.]. – Text: electronic // *Surgical Endoscopy*. – 2016. – Vol. 30, No 1. – P. 215–221. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00464-015-4187-9> (date of access: 04.06.2023). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1007/s00464-015-4187-9.

127. Total laparoscopically and robotically assisted aortic aneurysm surgery: a critical evaluation / R. Kolvenbach, E. Schwierz, S. Wasilljew [et al.]. – Text: electronic // *Journal of Vascular Surgery*. – 2004. – Vol. 39, No 4. – P. 771–776. – URL: [https://www.jvascsurg.org/article/S0741-5214\(03\)01576-3/fulltext](https://www.jvascsurg.org/article/S0741-5214(03)01576-3/fulltext) (date of access: 19.05.2024). – DOI: 10.1016/j.jvs.2003.10.050.

128. Trans-Atlantic Inter-Society Consensus Class D Aortoiliac Lesions: A Comparison of Endovascular and Open Surgical Outcomes / J. A. Gabel, S. C. Kiang, A. M. Abou-Zamzam Jr. [et al.]. – Text: electronic // *AJR. American Journal of Roentgenology*. – 2019. – Vol. 213, No 3. – P. 696–701. – URL: <https://www.ajronline.org/doi/10.2214/AJR.18.20918> (date of access: 15.10.2023). – DOI: 10.2214/AJR.18.20918.

129. Uplatnění robotického systému da Vinci v cévní chirurgii / P. Štádler, L. Dvořáček, P. Vitásek, P. Matouš. – Text: unmediated // *Rozhledy v chirurgii*. – 2017. – Vol. 96, No 2. – P. 63–68.

130. US Patent No. 2988237. Programmed article transfer: No. 474574: Filed Dec. 10, 1954; Patented June 13, 1961 / G. C. Devol Jr. – 13 p.

131. US Patent No. 2632574. Remote-control manipulator: No. 133440: Filed Dec.

16, 1949: Patented Mar. 24, 1953 / R. C. Goertz. – 29 p.

132. Veroux, P. Aortic surgery and laparoscopy: still a future in the endovascular surgery era? / P. Veroux, V. Ardita, A. Giaquinta [ et al.] // *Annali Italiani di Chirurgia*. – 2016. – Vol. 87. – P. S0003469X17025866.

133. Wooten, C. Anatomical significance in aortoiliac occlusive disease / C. Wooten, M. Hayat, M. du Plessis, A. Cesmebasi [et al.] // *Clinical Anatomy*. – 2014. – Vol. 27, No 8. – P. 1264–1274.

134. Writing Committee, Members. 2022 ACC/AHA guideline for the diagnosis and management of aortic disease: A report of the American Heart Association/American College of Cardiology Joint Committee on Clinical Practice Guidelines / Writing Committee Members; Isselbacher EM, Preventza O, Hamilton Black J 3rd, [et al.] // *Journal Thoracic Cardiovascular Surgery*. – 2023. – Vol. 166, No 5. – P.e182-e331.

135. Xia, S. B. Development status of telesurgery robotic system / S. B. Xia, Q. S. Lu. – Text: electronic // *Chinese Journal of Traumatology*. – 2021. – Vol. 24, No. 3. – P. 144–147. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8173578/> (date of access: 09.06.2024). – DOI: 10.1016/j.cjtee.2021.03.001.

136. Yates, D. R. From Leonardo to da Vinci: the history of robot-assisted surgery in urology / D. R. Yates, C. Vaessen, M. Roupert. – Text: electronic // *BJU International*. – 2011. – Vol. 108, No. 11. – P. 1708–1714. – URL: <https://bjui-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1464-410X.2011.10576.x> (date of access: 09.06.2024). – Mode of access: subscription. – DOI: 10.1111/j.1464-410X.2011.10576.x.

137. Zastosowanie robotów w chirurgii ginekologicznej / M. Hibner, P. Marianowski, I. Szymusik, M. Wielgós. – Text: unmediated // *Ginekologia polska*. – 2012. – Vol. 83, No. 12. – P. 934–938.