

На правах рукописи

Бахишев Тарлан Энвербегович

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

3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Краснодар – 2025

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, доцент **Виноградов Роман Александрович**

Официальные оппоненты:

Папоян Симон Ашотович, доктор медицинских наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения Института непрерывного образования и профессионального развития, профессор кафедры

Аракелян Валерий Сергеевич, доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации, отдел хирургии артериальной патологии, руководитель отдела

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского»

Защита состоится «___» _____ 2026 года в ___ часов на заседании объединенного диссертационного совета 99.2.078.02, созданного на базе ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России по адресу: 390026 г. Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на официальном сайте ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России (390026, г. Рязань, ул. Шевченко, д. 34, корп. 2) и на сайте www.rzgmu.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2026 г.

Ученый секретарь
объединенного диссертационного совета,
доктор медицинских наук, доцент

Н.Д. Мжаванадзе

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования и степень ее разработанности

Стенно-окклюзионные поражения аорто-подвздошного сегмента представляют собой одну из наиболее сложных форм хронической ишемии нижних конечностей и остаются предметом постоянного интереса сосудистых хирургов. На протяжении долгого времени развитие оперативных технологий было направлено на совершенствование методов реконструкции магистральных сосудов и повышение эффективности реваскуляризации (Шевченко Ю.Л., Карпов О.Э., 2019; Кригер А.Г., Берелавичус С.В., 2017). Первые концепции применения роботизированных систем в хирургии, предложенные ещё в конце XX века, обозначили перспективность малоинвазивных технологий, однако ограниченные технические возможности ранних платформ сдерживали их широкое внедрение (Leal Ghezzi T., Campos Corleta O., 2016).

Несмотря на развитие эндоваскулярных вмешательств, открытые реконструктивные операции до сих пор остаются основным методом лечения пациентов с протяжёнными стенозами и окклюзиями аорто-подвздошного сегмента (Комаров Р.Н. и соавт., 2025; Štádler P. et al., 2016). Аорто-бедренное шунтирование и линейные подвздошно-бедренные реконструкции демонстрируют высокую долгосрочную проходимость, но сопровождаются существенными недостатками, связанными с инвазивностью традиционного хирургического доступа. Трансабдоминальные и забрюшинные доступы характеризуются выраженной операционной травмой, значительной кровопотерей, риском инфекционных осложнений, нарушением целостности тканей и органов, а также длительным болевым синдромом (Порханов В.А. и соавт., 2023). Все это приводит к затяжному периоду реабилитации и снижению качества жизни пациентов, особенно при наличии сопутствующих заболеваний. Эндоваскулярные методы лечения, активно внедряющиеся в клиническую практику, позволяют уменьшить травматичность вмешательства и ускорить восстановление. Однако при протяжённых, кальцинированных или сложных атеросклеротических поражениях результаты ангиопластики и стентирования

остаются недостаточно удовлетворительными: отмечаются высокие показатели рестенозов, технические ограничения в обеспечении адекватной дилатации и снижение долговременной проходимости вмешательства (Štádlér P. et al., 2016). В таких ситуациях эндоваскулярные технологии не могут полностью заменить открытые реконструкции.

На этом фоне особый интерес представляет робот-ассистированная хирургия, объединяющая преимущества малоинвазивных подходов с высокой точностью и надёжностью сосудистых анастомозов. Роботизированные комплексы, такие как da Vinci, обеспечивают трёхмерную визуализацию с кратным увеличением, устранение тремора, подвижность инструментов в семи степенях свободы и возможность выполнения тончайших микрососудистых манипуляций (Шевченко Ю.Л., 2012). Эти характеристики позволяют снизить операционную травму, кровопотерю, частоту послеоперационных осложнений, ускорить восстановление и улучшить качество жизни пациентов (Комаров Р.Н. и соавт., 2023).

Клинический опыт последних лет демонстрирует, что робот-ассистированные реконструкции аорто-подвздошного сегмента могут стать оптимальным решением при стенно-окклюзионных поражениях, где открытые вмешательства слишком травматичны, а эндоваскулярные — недостаточно эффективны. Таким образом, внедрение робот-ассистированных технологий в сосудистую хирургию является перспективным направлением, способным устранить ограничения традиционных методов и улучшить результаты лечения данной категории пациентов.

Исходя из этого, изучение эффективности и безопасности робот-ассистированных реконструкций при стенно-окклюзионном поражении аорто-подвздошного сегмента является актуальной научной и клинической задачей.

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 работы

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.

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

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 ангиологии и сосудистой хирургии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России.

Степень достоверности и апробация работы

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.

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 рисунка. Библиографический список включает 137 источников, из них – 95 зарубежных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

В данное ретро-проспективное исследование включены 188 пациентов с протяжённым окклюзионно-стенотическим поражением аорто-подвздошного сегмента (категории C и D по TASC II), которым выполнены открытые либо робот-ассистированные реконструктивные вмешательства в период с января 2022 по декабрь 2023 гг.

Пациенты распределены на две когорты:

1. Группа открытых реконструкций — пациенты, которым выполнены открытые операции на аорто-подвздошном сегменте (n=90; 47,9%).

2. Группа робот-ассистированных вмешательств — пациенты, которым выполнены эндовидеохирургические робот-ассистированные реконструкции (n=98; 52,1%).

Критериями включения являлись: хроническая артериальная недостаточность нижних конечностей IIБ–IV ст. по Фонтейну-Покровскому, отсутствие декомпенсированной сопутствующей патологии и подтверждённое по МСКТ протяжённое атеросклеротическое поражение аорто-подвздошного сегмента.

Когорты были сопоставимы по возрасту, полу, ИМТ и структуре коморбидности, включая ИБС, СД 2 типа, ХСН и ХОБЛ. Большинство пациентов в обеих группах имели IIБ стадию ишемии конечностей.

Оценка эффективности и безопасности вмешательств проводилась по

унифицированным конечным точкам, включавшим летальность, ИМ, ОНМК, тромбоз шунта, значимые кровотечения ($\geq 3b$ по BARC), инфекционные и специфические хирургические осложнения, а также комбинированную конечную точку. Госпитальные и отдалённые результаты оценивались в сопоставимые сроки наблюдения.

Дополнительно анализировались интраоперационные параметры (продолжительность операции, кровопотеря, время доступа и формирования анастомоза), а также показатели послеоперационного восстановления — длительность госпитализации, потребность в анальгетиках, время пребывания в ОИТ и сроки нетрудоспособности. Проведена оценка кривой обучаемости робот-ассистированной техники, подсчитана экономическая эффективность и проанализировано качество жизни пациентов после данных реконструктивных вмешательств.

Технический аспект выполнения робот-ассистированных вмешательств при окклюзионно-стенотическом поражении аорто-подвздошного сегмента

Робот-ассистированные реконструкции на аорто-подвздошном сегменте (ЛАБШ, АББШ, ТББШ) включают единые ключевые этапы: позиционирование пациента, установку троакаров, создание трансабдоминального доступа, выделение аорты и подвздошных артерий, формирование проксимального и дистального анастомозов, ретроперитонеальное проведение протеза и завершение вмешательства.

Оборудование и принципы работы системы da Vinci

Роботизированный комплекс da Vinci обеспечивает трёхмерную визуализацию, фильтрацию тремора и семь степеней свободы инструментов. Система включает консоль хирурга, консоль пациента и видеостойку. Инструменты EndoWrist позволяют выполнять прецизионные манипуляции в ограниченном пространстве. Ассистенты контролируют работу манипуляторов и обеспечивают безопасность. Предусмотрен набор для экстренной конверсии.

Позиционирование пациента и размещение троакаров

Важнейший элемент – предоперационная подготовка. Для доступа

головной конец стола опускают (положение Тренделенбурга), что позволяет отвести петли кишечника краниально и снизить риск их повреждения. При стандартных аорто-бедренных и аорто-подвздошных реконструкциях троакары располагают по срединной и параректальным линиям, создавая пневмоперитонеум 14–16 мм рт. ст. Схема установки троакаров постоянна, обеспечивая оптимальный вектор движений манипуляторов при выделении аорты и формировании анастомозов. При торако-бедренных вмешательствах применяют иные схемы позиционирования пациента и расстановки троакаров для доступа к нисходящей грудной аорте.

Доступ к аорте и подвздошным артериям

Задний листок брюшины рассекают над терминальным отделом аорты или соответствующим участком подвздошных артерий. Выделение магистральных сосудов выполняют с использованием биполярного зажима и монополярных ножниц, а поясничные или межрёберные артерии клипируют для предотвращения кровопотери. После циркулярной мобилизации сосудов ассистент накладывает зажимы типа «бульдог» для выполнения анастомозов.

При торако-бедренных шунтированиях дополнительно выполняют левостороннюю ротацию нисходящей ободочной кишки, обеспечивая доступ к нисходящей грудной аорте, где анастомоз выполняют под боковым отжатием.

Формирование проксимального анастомоза

Проксимальный анастомоз («конец протеза в бок аорты») формируется после аортотомии с использованием монофиламентных швов. Последовательное наложение стежков выполняется роботическими иглодержателями с обязательной подтяжкой нитей для обеспечения герметичности. При торако-бедренных реконструкциях анастомоз формируют аналогично, но под боковым отжатием грудной аорты.

Ретроперитонеальное проведение протеза

Бранши протеза проводят ретроперитонеально к зоне дистального анастомоза либо с помощью ассистента через открытый бедренный доступ, либо полностью робот-ассистированно, приподнимая задний листок брюшины и

формируя тоннель вдоль подвздошных сосудов.

Формирование дистального анастомоза

Дистальный анастомоз («конец протеза в бок артерии») выполняется по стандартным принципам: артериотомия, последовательное наложение швов с обеих сторон и окончательная адаптация «носика» и «пятки» анастомоза. Перед завершением этапа ассистент контролирует протез для исключения воздушной эмболии.

Открытые оперативные вмешательства

Выбор доступа определяли уровень анастомоза, телосложение, ИМТ и анамнез операций. После лапаротомий предпочтительны забрюшинные доступы (риск спаек), после забрюшинных — лапаротомия. Пациентов с обширными интраабдоминальными вмешательствами в робот-программу не включали. Использовали срединную лапаротомию (обзор инфраренальной аорты), доступы: параректальный по Carstensen, по Rob (при ожирении, глубокой аорте), по Пирогову (при реконструкции подвздошных артерий). Торако-бедренное шунтирование – при невозможности стандартной реконструкции (тотальный кальциноз, выраженные спайки): переднебоковая торакотомия, проведение протеза через диафрагму с забрюшинным туннелированием через доступ по Carstensen или Rob.

Методы статистического анализа

Статистическая обработка выполнена с использованием специализированного ПО. Количественные данные представлены в виде медианы и квартилей [Me; Q1; Q3], категориальные – как абсолютные значения и доли. Для межгруппового сравнения применяли критерий Манна-Уитни и χ^2 Пирсона. Различия считали значимыми при $p < 0,05$. Факторы риска послеоперационных осложнений определяли с помощью бинарной логистической регрессии с пошаговым исключением незначимых переменных ($p > 0,05$). Для значимых предикторов рассчитывали отношение шансов и 95% доверительные интервалы, качество модели оценивали по ROC-кривой.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Госпитальные результаты открытых и робот-ассистированных реконструкций аорто-подвздошного сегмента

Выполнено 188 реконструкций при поражениях аорто-подвздошного сегмента: линейное аорто-бедренное шунтирование (ЛАБШ) – 123 (65,4%), аорто-бедренное бифуркационное шунтирование (АББШ) – 41 (21,8%), торако-бедренное бифуркационное шунтирование (ТББШ) – 20 (10,6%), эндартерэктомия – 4 (2,1%). В группе открытых вмешательств (n=90): ЛАБШ – 58, АББШ – 22, ТББШ – 8, эндартерэктомия – 2. В группе робот-ассистированных (n=98): ЛАБШ – 65, АББШ – 19, ТББШ – 12, эндартерэктомия – 2 (p=0,782). Открытые доступы: лапаротомия (19), параректальный по Carstensen (34), по Rob (24), по Пирогову (5), торакотомия с доступом по Rob (8). Повторные вмешательства: 6 в открытой группе (6,7%), 0 в робот-ассистированной (p=0,011).

При робот-ассистированных операциях медиана пребывания в стационаре – 5 дней против 8 (p<0,001), в ОРИТ – 1 день (p=0,011), кровопотеря – 150 мл против 400 (p<0,001), время операции – 155 мин против 190 (p<0,001). Время окклюзии аорты (35,5 vs 32,5 мин; p=0,017) и формирования анастомоза (30 vs 27,5 мин; p=0,011) незначительно больше при робот-ассистированных вмешательствах, что не влияло на безопасность.

Болевой синдром после робот-ассистированных операций ниже: длительность анальгезии – 1 день против 4 (p<0,001), кеторолак – 1 амп. против 3 (p<0,001), трамадол и промедол не применялись (против 2 и 1 амп. при открытых). Это подтверждает меньшую травматичность робот-ассистированных вмешательств и ускорение восстановления.

Осложнения в госпитальном периоде после открытых и робот-ассистированных вмешательств

Оценка госпитальных результатов показала, что осложнения встречались чаще при открытых вмешательствах (10 случаев, 11,1%) по сравнению с робот-ассистированными (6 случаев, 6,1%), однако различие статистически незначимо

($p=0,297$). В группе открытых операций возникали тромбозы – 2 (2,2%), повреждение мочеточника – 1 (1,1%), инфицирование раны – 3 (3,3%), кишечная непроходимость – 2 (2,2%), острый инфаркт миокарда – 1 (1,1%) и мезентериальный тромбоз – 1 (1,1%). В группе робот-ассистированных вмешательств зарегистрированы тромбозы – 2 (2,0%), повреждение мочеточника – 1 (1,0%), кровотечение из анастомоза – 1 (1,0%) и кровотечение из троакара – 1 (1,0%) ($p=0,385$ для тромбозов).

Большинство осложнений при робот-ассистированных операциях приходилось на первые 30 вмешательств (начальный этап освоения). С накоплением опыта частота кровотечений из троакарных отверстий и повреждений мочеточника снижалась. Повторные тромбозы были связаны с недостаточным оттоком крови и требовали дополнительного бедренно-подколенного шунтирования.

Инфицирование ран (потребовавшее ВАК-терапии) и лимфорей (5 случаев, 5,6%) встречались только при открытых вмешательствах. При робот-ассистированных операциях зафиксированы одно кровотечение из проксимального анастомоза (устранено конверсией, кровопотеря 700 мл) и одна гематома брюшной стенки (400 мл, потребовала ревизии).

Госпитальная летальность составила 2,2% (2 случая) при открытых и 1,0% (1 случай) при робот-ассистированных вмешательствах ($p=0,776$). Причины – мезентериальный тромбоз и острый инфаркт миокарда.

Кишечная непроходимость возникала только после срединной лапаротомии – 2 случая (10,5%; $p=0,003$ при сравнении с роботом $p=0,018$). Повреждения мочеточника отмечены в одном случае при лапаротомии и одном при робот-ассистированном доступе. Наиболее безопасны в этом отношении забрюшинные доступы, обеспечивающие четкую визуализацию мочеточника.

Таким образом, робот-ассистированные вмешательства демонстрируют низкий уровень осложнений, особенно при накоплении опыта, тогда как открытые операции сопровождаются более высокой травматизацией, риском инфицирования и кишечной непроходимости. Летальность в обеих группах

оставалась минимальной и не отличалась статистически.

Отдаленные результаты открытых и робот-ассистированных реконструкций аорто-подвздошного сегмента

Анализ выживаемости пациентов проводился с использованием метода Каплана-Мейера. В группе открытых вмешательств при наличии проходимости реконструкции летальных исходов не зафиксировано, тогда как при отсутствии проходимости из 15 пациентов трое умерли (20%). Медиана выживаемости для открытого типа лечения не достигнута ни при нормальной, ни при отсутствующей проходимости. Кумулятивная доля выживших к концу исследования составила 50% при отсутствии проходимости и близка к 100% при её наличии.

В группе робот-ассистированных вмешательств зарегистрированы четыре терминальных случая: по два события в каждой подгруппе – с проходимостью и без неё. Летальность составила 20% при отсутствии проходимости и 2,6% при нормальной проходимости реконструкции. Медиана выживаемости достигнута только в подгруппе с отсутствием проходимости и составила 24 месяца. Кумулятивная доля выживших к концу периода наблюдения равнялась 67% при отсутствии проходимости и 12% при её наличии (Рисунок 1).

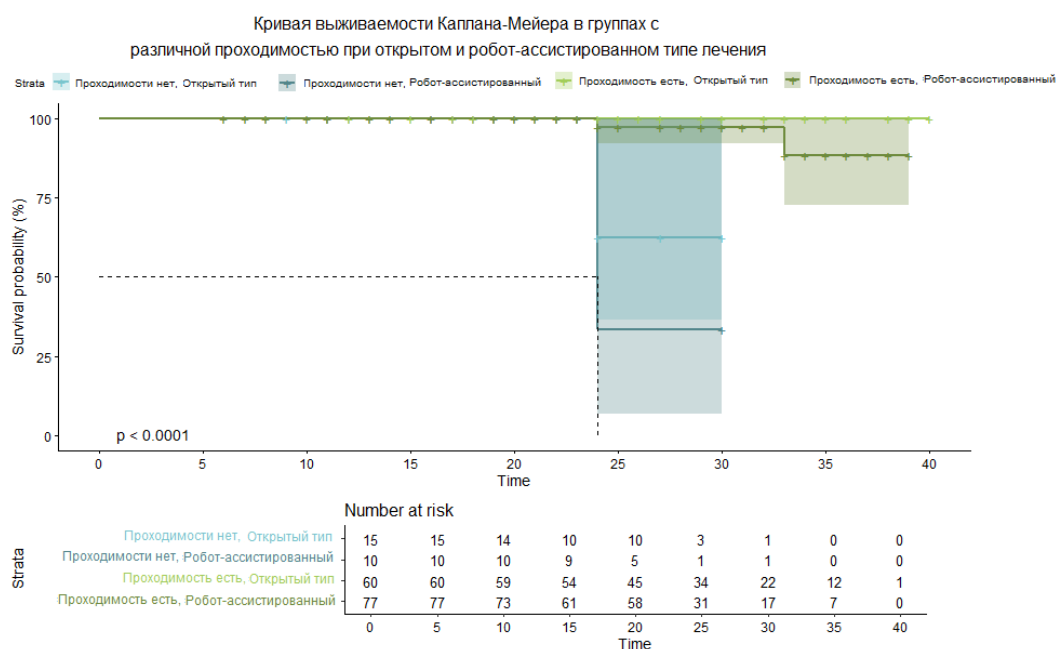


Рисунок 1 – кривая выживаемости Каплана-Мейера для пациентов с открытым и робот-ассистированным типом лечения и различной проходимостью

Таким образом, анализ выживаемости демонстрирует, что отсутствие проходимости реконструкции существенно повышает риск летального исхода как при открытых, так и при робот-ассистированных вмешательствах ($p < 0,0001$). Основная часть терминальных случаев наблюдалась на 24-30 месяцев после операции.

При оценке отдаленных результатов после реконструктивных вмешательств у пациентов зарегистрированы случаи развития послеоперационных грыж. После открытых реконструктивных вмешательств послеоперационные грыжи зарегистрированы у 10 пациентов (11,1%), в группе робот-ассистированных операций грыж не было ($p = 0,001$). Частота грыж составила: при забрюшинном доступе по Rob – 4 из 24 (40%), лапаротомии – 3 из 19 (30%), параректальном доступе по Carstensen – 3 из 34 (30%); доступ по Пирогову и торако-бедренное шунтирование грыж не вызывали ($p = 0,562$). Риск грыжи после лапаротомии – 15%, после параректального доступа – 8,8% ($p = 0,655$). Таким образом, грыжеобразование связано преимущественно с травматичными открытыми доступами, особенно забрюшинным по Rob и лапаротомным.

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

Анализ выполнен с использованием языка программирования R. В модель бинарной логистической регрессии включены два значимых предиктора: сахарный диабет (ОШ=6,40; 95% ДИ 1,66–24,27; $p < 0,01$) и степень ожирения по ИМТ (ОШ=0,28; 95% ДИ 0,08–0,71; $p < 0,05$). Остальные факторы исключены за отсутствием статистической значимости ($p > 0,05$). При проверке качества модели порогом отсечения была выбрана точка пересечения кривых специфичности, чувствительности и эффективности (Рисунок 2). Площадь под ROC-кривой (AUC) составила 0,7198 (Рисунок 3). Наличие сахарного диабета увеличивало риск осложнений на 40%, высокая степень ожирения снижала вероятность их развития на 28% при робот-ассистированных реконструкциях.

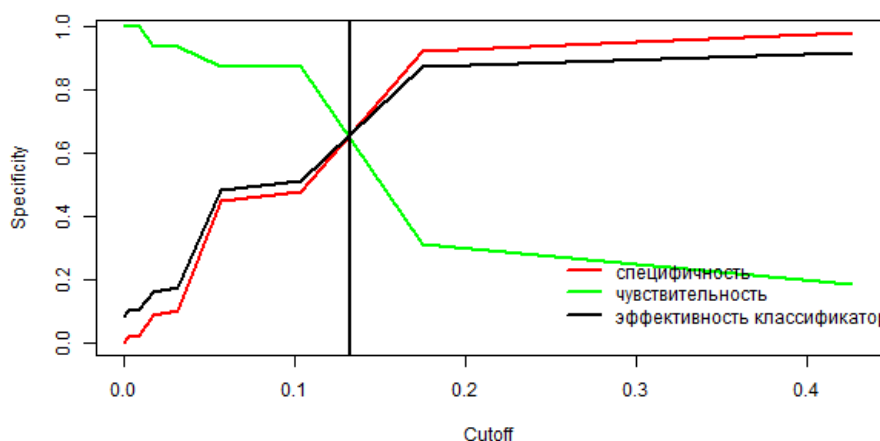


Рисунок 2 – График кривых специфичности, чувствительности и эффективности классификатора

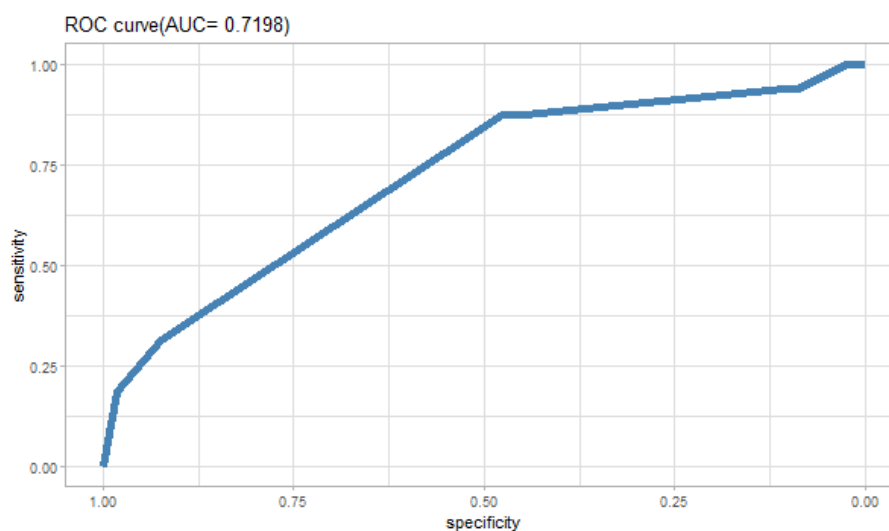


Рисунок 3 – График кривых специфичности, чувствительности и эффективности классификатора при различных типах лечения

Дополнительно была построена логистическая регрессия отдельно для каждого типа хирургического вмешательства. Для робот-ассистированного типа единственным значимым предиктором оказался сахарный диабет второго типа (ОШ = 9,22; 95% ДИ: 1,518–56,902). Порог отсечения был выбран аналогично предыдущей модели (Рисунок 4), качество модели оценено с помощью ROC-кривой, AUC составила 0,701 (Рисунок 5). Это подтверждает прямую зависимость наличия сахарного диабета 2 типа от риска послеоперационных осложнений при робот-ассистированных вмешательствах ($p < 0,05$).

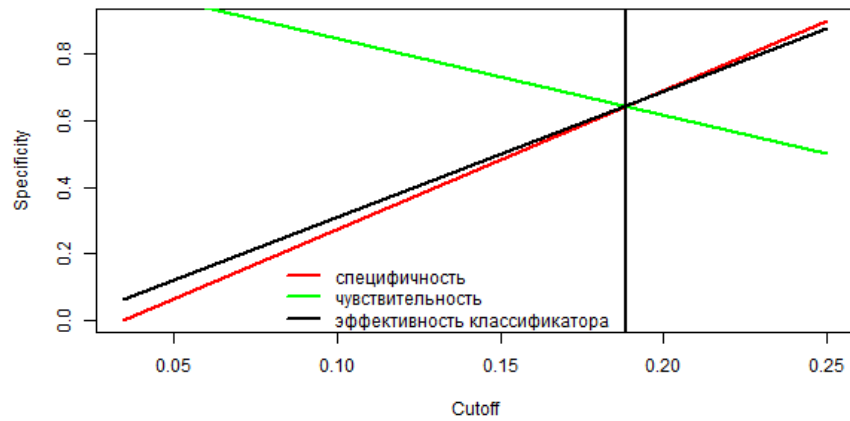


Рисунок 4 – График кривых специфичности, чувствительности и эффективности классификатора

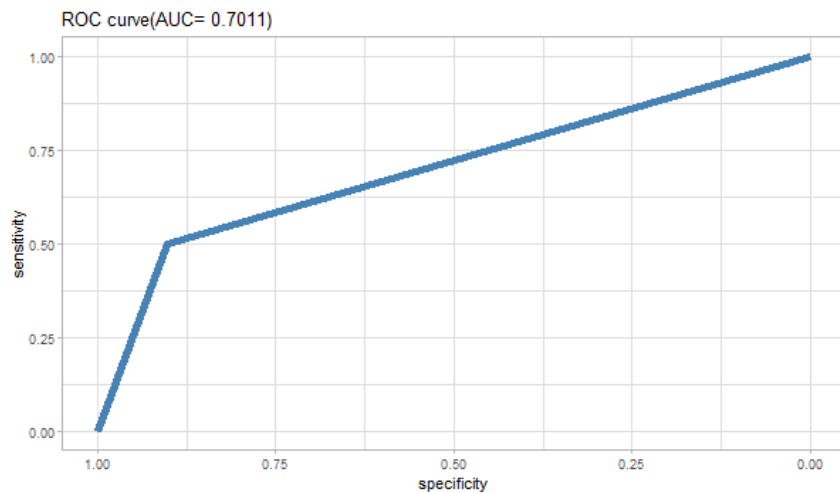


Рисунок 5 – График кривых специфичности, чувствительности и эффективности классификатора при открытом типе лечения

Для открытого типа вмешательств статистически значимых предикторов послеоперационных осложнений выявлено не было.

Оценка экономической эффективности использования робота da Vinci при выполнении реконструкций аорто-подвздошного сегмента

Согласно нормативам ВМП 2024 г., реконструкции аорто-подвздошного сегмента относятся к группам 55 и 60. Методы лечения включают эндоваскулярные, хирургические и гибридные операции, средний норматив затрат – 407216 руб. Робот-ассистированные вмешательства не выделены отдельным кодом, поэтому проведено исследование их экономической эффективности.

В 2022-2023 гг. выполнено 188 операций: 90 открытым способом (47,9%) и 98 с помощью робота da Vinci Xi (52,1%). Использовались стандартные эндотрахеальная анестезия, трансабдоминальные и забрюшинные доступы; расходные материалы и протезы идентичны в обеих группах. Робот-ассистированные операции выполнялись с троакарами 8 мм для манипуляторов и ассистентскими 5-12 мм, с использованием монополярных ножниц, биполярного зажима Maryland, зажима ProGrasp и роботического иглодержателя; инструменты рассчитаны на 10 операций.

Пациенты после робот-ассистированных вмешательств имели более короткую госпитализацию (5 [4;6] дней против 8 [7;10], $p<0,001$), пребывание в реанимации 1 [1;1] против 1 [1;2] дней ($p=0,001$) и меньшую длительность операции (155 [130;205] мин против 190 [150;210] мин, $p<0,001$).

Общие расходы на лечение: открытый способ – 25107353 руб. (278970,59 руб. на пациента), робот-ассистированные вмешательства – 57890362 руб. (590718,00 руб. на пациента). Амортизация da Vinci Xi рассчитана на 4500 операций.

Средняя продолжительность временной нетрудоспособности — открытый способ 33 дня, робот-ассистированные вмешательства 17 дней ($p<0,001$); затраты на пособия — 3610486,08 руб. и 1926458,4 руб. соответственно.

Таким образом, робот-ассистированные операции примерно в два раза дороже, но обеспечивают более короткую госпитализацию, реанимацию и реабилитацию, снижая сопутствующие расходы почти в два раза ($p<0,001$).

Оценка кривой обучаемости на работе da Vinci

Робот-ассистированные сосудистые вмешательства выполняла команда хирургов НИИ-ККБ № 1, ранее не имевших навыков эндовидеохирургии. Анализировалась длительность операций и этапов: доступ к аорте, окклюзия, формирование анастомоза. С накоплением опыта время операций сокращалось.

Освоение проходило в три фазы (по методу CUSUM): обучения, плато и улучшения навыка. Для линейного аорто-бедренного шунтирования (ЛАБШ, $n=64$) фазы: 1-17, 17-23, 23-65 операции; для аорто-бедренного бифуркационного

шунтирования (АББШ, n=19): 1-6, 6-9, 9-19; для торако-бедренного (ТББШ, n=12): 1-4, 4-6, 6-12.

В ЛАБШ время операции сократилось вдвое к 43-й операции (с 250 до 125 мин) и до 105 мин после 65 операций за счёт уменьшения времени доступа (105→15 мин), окклюзии (85→25 мин) и анастомоза (70→20 мин). Первые ТББШ выполнялись с открытыми доступами, с накоплением опыта удалось полностью перейти на робот-ассистированные вмешательства.

Оценка качества жизни пациентов после реконструкций аорто-подвздошного сегмента

Проведено проспективное исследование качества жизни 188 пациентов после реконструкций аорто-подвздошного сегмента с использованием опросника MOS SF-36. Сравнивались группы открытых (n=90) и робот-ассистированных (n=98) вмешательств. Статистический анализ выявил достоверное превосходство ($p<0,001$) робот-ассистированной методики по всем шкалам опросника. Наибольшие различия отмечены в показателях физического функционирования, интенсивности боли и жизненной активности.

Полученные данные демонстрируют значительное улучшение качества жизни пациентов после робот-ассистированных вмешательств в сравнении с открытыми операциями. Преимущества малоинвазивного подхода особенно выражены в показателях психического здоровья и социального функционирования, что подтверждает его высокую клиническую эффективность и важность внедрения в практику сосудистой хирургии.

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 сохранённой проходимостью ($n=60$) летальных исходов не было, тогда как при её 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 её 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 тяжёлого 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 РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Бахишев, Т.Э.** Метод реваскуляризации нижних конечностей при “don't touch” инфраренального отдела аорты с применением робототехники / Т.Э. Бахишев // Всероссийская конференция с международным участием «Новая сосудистая хирургия». – Ростов-на-Дону, 28–29 апреля 2023. – С. 4.
2. Роботические аорто-подвздошные реконструкции / **Т.Э. Бахишев**, А.Б. Загеряев, Р.А. Виноградов [и др.] // Материалы двадцать шестой ежегодной сессии НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева с Всероссийской конференцией молодых ученых. – Москва, 14–16 мая 2023. – С. 61.
3. Опыт выполнения 100 операций на аорто-подвздошном сегменте с использованием робота Da Vinci / Р.А. Виноградов, А.Б. Загеряев, **Т.Э. Бахишев** [и др.] // Материалы XXXVIII Международной конференции по сосудистой и рентгенэндоваскулярной хирургии. – Москва, 23–25 июня 2023. – С. 62-63.
4. Применение робототехники в сосудистой хирургии (обзор литературы) / **Т.Э. Бахишев**, Р.А. Виноградов, А.Б. Загеряев [и др.] // Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал имени академика А.В. Покровского. – 2023. – Т. 29, № 4. – С. 130–136. – DOI: 10.33029/1027-6661-2023-29-4-130-136.
5. Торакобедренное бифуркационное шунтирование с использованием робототехники / В.А. Порханов, А.Б. Загеряев, Р.А. Виноградов, **Т.Э. Бахишев** [и др.] // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2023. – Т. 31, № 4. – С. 663–670. – DOI: 10.17816/PAVLOVJ248977.
6. Аорто-бедренное бифуркационное шунтирование с использованием робототехники / В.А. Порханов, Р.А. Виноградов, А.Б. Загеряев, **Т.Э. Бахишев** [и др.] // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2023. – Т. 16, № 3. – С. 332–337. – DOI: 10.17116/kardio202316031332.
7. Робот-ассистированное линейное подвздошно-бедренное шунтирование / А.Б. Загеряев, Р.А. Виноградов, **Т.Э. Бахишев** [и др.] // Хирургия. Журнал имени Н.И. Пирогова. – 2023. – № 4. – С. 83–88. – DOI: 10.17116/hirurgia202304183.
8. Experience in performing 150 operations on the aorto-iliac-femoral segment using the DA VINCI robot / A. Zakeryaev, R. Vinogradov, **T. Bakhishev** [et al.] // The abstract book of The 24th Congress of Asian Society for Vascular Surgery (ASVS) in Conjunction with 18th Asian Venous Forum and The 21st Congress of the Turkish Society for Vascular and Endovascular Surgery. – Antalya, Turkey, November 30 – December 3, 2023.
9. Атлас по робот-ассистированной сосудистой хирургии / под ред. В.А. Порханова. – Москва : PRESFACTOR, 2024. – 152 с. – ISBN 978-5-6051432-6-0.
10. Патент на изобретение RU 2823938 С1. Способ обеспечения доступа к бедренным артериям при хирургическом вмешательстве в паховой области / Загеряев А.Б., Виноградов Р.А., **Бахишев Т.Э.** [и др.] // Правообладатель: ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России. – № 2023117596; зарегистр. 30.07.2024; опубл. 30.07.2024. – EDN: CVKVSX.
11. Сравнительный анализ ближайших результатов и осложнений робот-ассистированных и открытых реконструкций аорто-подвздошного сегмента / А.Б. Загеряев, Р.А. Виноградов, **Т.Э. Бахишев** [и др.] // Горизонты современной ангиологии, сосудистой и рентгенэндоваскулярной хирургии : Материалы XXXIX Международной конференции, Москва, 14–16 июня 2024 года. – Москва : Российское общество ангиологов и сосудистых хирургов, 2024. – С. 187-188. – EDN WVICCO.

12. Оценка экономической эффективности использования роботического хирургического комплекса при реконструктивных операциях на аорто-подвздошном сегменте / А.Б. Закеряев, Р.А. Виноградов, **Т.Э. Бахишев** [и др.] // Горизонты современной ангиологии, сосудистой и рентгенэндоваскулярной хирургии : Материалы XXXIX Международной конференции, Москва, 14–16 июня 2024 года. – Москва : Российское общество ангиологов и сосудистых хирургов, 2024. – С. 190-191. – EDN DTQBVVD.
13. Роботические технологии в сосудистой хирургии / А.Б. Закеряев, Р.А. Виноградов, **Т.Э. Бахишев** // Материалы I Кубанского конгресса хирургов «Инновационные технологии в хирургии». – Сочи, 18–20 октября 2024. – С. 9.
14. The role of robotics in the pathology of the abdominal aorta and its branches / A. Zakeryaev, **T. Bakhishev**, R. Vinogradov // The abstract book of 25th Congress of the Asian Society for Vascular Surgery (ASVS). – Bangkok, December 3-6, 2024.
15. Патент на изобретение RU 2833193 C1. Способ наложения зажима на абдоминальный отдел аорты при выполнении робот-ассистированного вмешательства / Закеряев А.Б., Виноградов Р.А., Бутаев С.Р., **Т.Э. Бахишев** [и др.] // Правообладатель: ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России. – № 2023128450; зарегистр. 14.01.2025; опубл. 14.01.2025. – EDN: IKGOQW.
16. Тотальное эндовидеохирургическое торако-бедренное бифуркационное шунтирование с использованием робототехники / А.Б. Закеряев, Р.А. Виноградов, **Т.Э. Бахишев** [и др.] // Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия. – 2025. – Т. 1, № 1. – С. 21-28. – DOI 10.64218/3033-5426-2025-1-1-21-28. – EDN YSHGUC.
17. **Бахишев, Т.Э.** Отдаленные результаты робот-ассистированных реконструкций аорто-подвздошного сегмента при стено-окклюзионном поражении / Т.Э. Бахишев // XXXX Международная конференция «Современные подходы в лечении заболеваний сосудов». – Санкт-Петербург, 12–14 июня 2025. – С. 28.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АББШ – аортобедренное бифуркационное шунтирование
 ВМП – высокотехнологичная медицинская помощь
 ДИ – доверительный интервал
 ИБС – ишемическая болезнь сердца
 ИМТ – индекс массы тела
 ЛАБШ – линейное аорто-бедренное шунтирование
 МЕ – медиана
 КТ – компьютерная томография
 ОБА – общая бедренная артерия
 ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения
 ОР – отношение рисков
 ОШ – отношение шансов
 ПИМ – перенесенный инфаркт миокарда
 СД – сахарный диабет
 ТББШ – торако-бедренное бифуркационное шунтирование
 УЗИ – ультразвуковое исследование
 ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких
 ХПН – хроническая почечная недостаточность
 ХСН – хроническая сердечная недостаточность