

БАНГАРОВ РИЗВАН ЮННАДИЕВИЧ

**ДЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА КРОВООБРАЩЕНИЯ:
ОПТИМИЗАЦИЯ ХИРУРГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ**

3.1.14 – трансплантология и искусственные органы

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

Доктор медицинских наук

Халилулин Тимур Абдулнаимович

Официальные оппоненты:

Шаталов Константин Валентинович – доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе, заведующий кардиохирургическим отделением (детским) №5 Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр сердечного-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации..

Попов Вадим Анатольевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом кардиохирургии Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии имени академика Е.И. Чазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита диссертации состоится «30» июня 2026 г. в 14 ⁰⁰ часов на заседании Диссертационного Совета ДСТИО 001.21 при ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Минздрава России по адресу: 123182, Москва, ул. Щукинская, дом 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Минздрава России, а также на сайте <http://www.transpl.ru>.

Автореферат разослан « »

2026 г.

Ученый секретарь

диссертационного Совета ДСТИО 001.21

кандидат ветеринарных наук

Волкова Елена Алексеевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

За последние десятилетия механическая поддержка кровообращения (МПК) обходами левого желудочка (Left Ventricular Assist Devices, LVAD) стала неотъемлемым методом лечения терминальной сердечной недостаточности [Patel S., 2016]. Первоначально устройства длительной механической поддержки кровообращения (ДМПК) использовались как "мост к трансплантации" (Bridge to Transplant, BTT), однако со временем их применение расширилось, включив стратегии "мост к выздоровлению" (Bridge to Recovery, BTR) и "терапию конечного назначения" (Destination Therapy, DT) у пациентов, которым трансплантация противопоказана [Patel S., 2016]. В США, по данным крупных трансплантационных центров, до реформы системы распределения донорских органов (UNOS) около 47% пациентов, ожидающих донорское сердце, использовали устройства длительной механической поддержки кровообращения, однако после введения новой шестиступенчатой системы приоритетов (Status 1–6) эта доля снизилась примерно до 14% [Mullan C. W., 2021]. При этом, согласно отчётам регистра INTERMACS, доля пациентов, получающих трансплантацию сердца (ТС) в течение трёх лет после имплантации устройств длительной механической поддержки кровообращения, сократилась с 56,5% до 46%, в то время как доля пациентов, сохраняющих хорошее качество жизни на фоне функционирующего устройства без трансплантации, возросла с 24,1% до 38,1%. Эти данные отражают как изменения в подходах к распределению органов, так и рост эффективности современной механической поддержки кровообращения как самостоятельной терапевтической стратегии [Yuzefpolskaya M., 2023].

Наиболее актуальные данные регистра INTERMACS, а также ведущих зарубежных клиник определяют новый вектор использования устройств длительной механической поддержки кровообращения, заключающийся в необходимости оценки возможностей долгосрочной терапии пациентов с терминальной сердечной недостаточностью, что потом ограничивает возможности дальнейшего лечения (включая трансплантацию) и повышает риск повторных госпитализаций. Исследования показывают, что кабель–ассоциированные инфекции (КАИ) и прогрессирующая правожелудочковая недостаточность являются основными факторами, вынуждающими переводить пациентов из категории "терапии конечного назначения" в группу кандидатов на трансплантацию сердца [Yuzefpolskaya M., 2023; Hariri I. M., 2022].

Несмотря на достигнутые успехи, в настоящее время отсутствуют единые стандарты ведения пациентов с длительной механической поддержкой кровообращения, а существующие методы коррекции осложнений не всегда обеспечивают удовлетворительный результат. Оптимизация хирургических подходов, направленная на коррекцию этих осложнений, является актуальной задачей современной кардиохирургии [Mullan C. W., 2021; Yuzefpolskaya M., 2023].

Цель исследования

Улучшение клинических результатов имплантации устройств длительной механической поддержки кровообращения у пациентов с терминальной хронической сердечной недостаточностью.

Задачи исследования

1. Оценить эффективность применения устройств длительной механической поддержки кровообращения у пациентов с терминальной хронической сердечной недостаточностью на основании анализа динамики параметров легочной гипертензии, толерантности к физической нагрузке, показателей качества жизни и выживаемости пациентов.

2. Выявить частоту и сроки развития кабель–ассоциированных инфекционных осложнений у пациентов после имплантации устройств длительной механической поддержки кровообращения.

3. Разработать алгоритм и оценить эффективность лечения кабель–ассоциированных инфекционных осложнений у пациентов с имплантированными устройствами длительной механической поддержки кровообращения.

4. Определить показания и возможность трансплантации сердца у пациентов с развившимися кабель–ассоциированными инфекционными осложнениями, находящихся на терапии имплантируемыми устройствами длительной механической поддержки кровообращения.

5. Разработать хирургические подходы к трансплантации сердца у пациентов с ранее имплантированными устройствами длительной механической поддержки кровообращения.

Научная новизна исследования

Определено влияние применения устройств длительной механической поддержки кровообращения на величину легочной гипертензии и качество жизни пациентов в раннем послеоперационном периоде.

Впервые разработаны алгоритмы диагностики и лечения кабель–ассоциированных инфекционных осложнений, способствующие продлению срока эксплуатации устройств.

Определена частота и сроки развития кабель–ассоциированных инфекционных осложнений, требующих хирургической коррекции у пациентов с длительно функционирующими устройствами механической поддержки левого желудочка.

Впервые установлен критерий перевода пациентов с тяжелым течением кабель–ассоциированных инфекционных осложнений на фоне терапии имплантируемыми устройствами длительной механической поддержки кровообращения левого желудочка в кандидаты на трансплантацию сердца.

Впервые выполнен сравнительный анализ результатов трансплантации сердца у пациентов после длительной механической поддержки левого желудочка, оперированных по модифицированному алгоритму трансплантации сердца, и у реципиентов после предшествующих открытых кардиохирургических вмешательств без имплантации устройств длительной механической поддержки кровообращения.

Сформулирован и апробирован хирургический подход к трансплантации после имплантации устройств длительной механической поддержки кровообращения, включающий превентивную вено–артериальную экстракорпоральную мембранную оксигенацию, отсроченный запуск искусственного кровообращения, эксплантацию комплекса «сердце – устройство длительной механической поддержки кровообращения» единым блоком и модифицированную методику трансплантации сердца, которая позволяет провести часть операции на работающем сердце, тем самым сократив период тепловой ишемии и длительность искусственного кровообращения.

Теоретическая и практическая значимость

Разработана концепция повышения эффективности и безопасности имплантации систем вспомогательного кровообращения пациентам с терминальной хронической сердечной недостаточностью при длительной механической поддержке кровообращения и последующей трансплантации сердца, основанная на сочетании модифицированных хирургических подходов к профилактике и лечению осложнений.

Внедрение алгоритмов диагностики и лечения кабель–ассоциированных инфекций позволило снизить риск инфекционных осложнений, продлить срок функционирования устройств механической поддержки и уменьшить потребность в трансплантации.

Пошаговый алгоритм трансплантации после длительной механической поддержки левого желудочка сердца, основанный на учёте конструктивных особенностей устройства и стандартизации этапов эксплантации, повысит безопасность и воспроизводимость результатов при его применении в других трансплантационных центрах.

Оптимизация хирургической тактики позволит снизить риски интраоперационных и ранних послеоперационных осложнений, сократить сроки госпитализации и повысить выживаемость пациентов, перенесших трансплантацию сердца после длительной механической поддержки кровообращения.

Методология и методы исследования

Исследование носит ретроспективный характер и основано на анализе историй болезней 148 пациентов, находившихся под наблюдением в федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России) в 2012–2025 гг., которым выполнялись имплантация устройств длительной механической поддержки левого желудочка и/или ортотопическая трансплантация сердца. В рамках работы выполнены три взаимосвязанных раздела: первый был направлен на оценку эффективности терапии устройствами длительной механической поддержки кровообращения у 56 пациентов и включал анализ динамики гемодинамических показателей малого круга кровообращения, функционального состояния, качества жизни, а также 90-дневной выживаемости; второй включал ту же когорту пациентов с имплантированными устройствами длительной механической поддержки кровообращения и был посвящён изучению кабель–ассоциированных инфекционных осложнений – их клинических проявлений, микробиологического профиля и результатов лечения; третий охватывал 14 пациентов, перенёсших трансплантацию сердца после длительной механической поддержки, и содержал сопоставление ее исходов с таковыми у 92 реципиентов после ранее выполненных кардиохирургических вмешательств. Сравнение проводилось по ключевым периоперационным и ранним послеоперационным исходам. Для анализа использовались электронные истории болезни, протоколы операций, микробиологические заключения и данные визуализационных методов. Первичная обработка материала осуществлялась в MS Excel 2021, последующий статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 3.1.10 (разработчик ООО "Статтех", Россия).

Объект исследования

148 пациентов, перенесших имплантацию устройств длительной механической поддержки левого желудочка и/или трансплантацию сердца в 2012–2025 гг., находившихся под наблюдением в ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Эффективность применения устройств длительной механической поддержки кровообращения у пациентов с терминальной хронической сердечной недостаточностью подтверждается снижением давления в лёгочной артерии и улучшением функционального статуса, проявляющимся в повышении толерантности к физической нагрузке.

2. У пациентов с имплантированными устройствами длительной механической поддержки кровообращения и рецидивирующими/ прогрессирующими кабель–ассоциированными инфекциями основным показанием к urgentному включению в лист ожидания и выполнению трансплантации сердца является подтвержденное по данным УЗИ и КТ распространение инфекционного процесса до места поворота кабеля в области правого подреберья.

3. Алгоритм диагностики и лечения кабель–ассоциированных инфекционных осложнений у пациентов с устройствами механической поддержки кровообращения включает в себя: УЗИ, КТ–сканирование, микробиологическую верификацию, эмпирическую и целевую антибактериальную терапию, а также хирургическую ревизию с применением вакуумной терапии и удаление внешней изоляционной фетровой оболочки кабеля в зоне инфекции.

4. Кабель–ассоциированные инфекционные осложнения широко распространены у пациентов после имплантации устройств длительной механической поддержки левого желудочка и преимущественно развиваются в течение первых шести месяцев после имплантации.

5. Разработанный алгоритм трансплантации сердца у пациентов после длительной механической поддержки кровообращения позволяет снизить длительность искусственного кровообращения и пережатия аорты, уменьшить ишемию трансплантата и сократить пребывание в отделении реанимации и интенсивной терапии при сопоставимой 30-дневной и годичной выживаемости по сравнению с трансплантацией сердца у реципиентов, ранее перенесших операции на открытом сердце.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность результатов исследования обосновывается объемом клинического материала, включившего данные лабораторных и инструментальных методов обследований 148 пациентов, перенесших имплантацию устройств длительной механической поддержки левого желудочка и/или трансплантацию сердца. Материалы исследования обрабатывались с помощью актуальных методов статистического анализа с целью установления высокой степени достоверности полученных результатов.

Апробация работы состоялась 5 марта 2026 года на заседании объединенной научной конференции научных и клинических отделений и лабораторий ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России.

Основные результаты работы доложены и обсуждены на Российском национальном конгрессе кардиологов (г. Казань 25–27 сентября 2025 г.), XIV Международном конгрессе «Актуальные направления современной кардиоторакальной хирургии» (Санкт–Петербург, 24–26 июня 2025 г.), VII Российском национальном конгрессе «Трансплантация и донорство органов (с международным участием)» (Москва, 15–17 сентябрь 2025 г.).

Внедрение результатов исследования в практическую работу

Результаты исследования внедрены в клиническую практику кардиохирургического отделения №3 ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России, кардиохирургического отделения филиала ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России г. Волжский, кардиохирургического отделения филиала ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России г. Волжский, кардиохирургического отделения Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Городская Мариинская больница» г. Санкт-Петербург, в лекционный курс кафедры Трансплантологии и искусственных органов Института клинической медицины имени Н.В. Склифосовского федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет).

Личный вклад автора

Автор принимал участие в разработке концепции, дизайна и задач исследования; участвовал в оптимизации применяемых хирургических подходов и проводил оперативные вмешательства. Самостоятельно производил сбор материала для исследования, формирование баз данных, статистическую обработку, анализ и интерпретацию полученных результатов.

Публикации по теме диссертации

По теме диссертации опубликовано 3 статьи в журнале, включенном в перечень рецензируемых научных изданий ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

Объем и структура работы

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, главы, которая посвящена материалам и методам исследования, результатов собственных исследований, обсуждения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и списка используемой литературы, включающего 142 источников, из которых 21 – отечественных и 121 публикаций зарубежных авторов. Работа изложена на 155 страницах машинописного текста, иллюстрирована 48 рисунками, содержит 20 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

Исследование носило ретроспективный характер и основано на анализе историй болезни 148 пациентов, находившихся на лечении в ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России в период с 2012 по 2025 гг., которым выполнялись имплантация устройств длительной механической поддержки кровообращения (ДМПК) и/или ортотопическая трансплантация сердца.

Объектом исследования явились пациенты с терминальной хронической сердечной недостаточностью различной этиологии, включая дилатационную и ишемическую кардиомиопатию. В исследование включались пациенты старше 18 лет с наличием полного объема клинико-инструментальных данных. Критериями исключения являлись возраст младше 18 лет, наличие более одной предшествующей кардиохирургической операции, а также неполнота медицинской документации.

В соответствии с задачами исследования выполнен трехконтурный анализ.

Первый аналитический блок включал 56 пациентов, перенесших имплантацию устройств длительной механической поддержки кровообращения, и был направлен на оценку эффективности терапии. Оценивалась динамика гемодинамических показателей малого круга кровообращения, функционального состояния и качества жизни пациентов, а также 90-дневная выживаемость.

Второй аналитический блок включал ту же когорту пациентов ($n=56$) и был посвящён изучению кабель–ассоциированных инфекционных осложнений. Все случаи инфекций ($n=18$) анализировались с учетом сроков манифестации, клинических форм и микробиологического профиля. В зависимости от применяемой тактики пациенты были разделены на две группы: без применения разработанного алгоритма диагностики и лечения ($n=8$) и с использованием алгоритма ($n=10$).

Третий аналитический блок включал 14 пациентов, которым была выполнена трансплантация сердца после длительной механической поддержки кровообращения, и 92 пациента, перенесших трансплантацию сердца после ранее выполненных кардиохирургических вмешательств без ДМПК. Сравнение проводилось по интраоперационным и ранним послеоперационным показателям.

Для оценки эффективности терапии ДМПК анализировались следующие показатели: систолическое давление в легочной артерии (исходно, через 30 и 90 суток), дистанция 6-минутной ходьбы (исходно, через 30 и 90 суток), а также показатели качества жизни по шкале SF-36.

Анализ кабель–ассоциированных инфекций включал оценку клинической формы и распространенности инфекционного процесса с выделением локальной формы, формы с распространением по подкожно–жировой клетчатке и глубокой формы с вовлечением перикарда и ложа насоса. Особое внимание уделялось распространению инфекционного процесса вдоль кабеля до уровня его поворота в подкожно–жировой клетчатке, рассматриваемого как «критическая точка».

Диагностический алгоритм включал клиническую оценку зоны выхода кабеля, ультразвуковое исследование мягких тканей, а также компьютерную томографию органов грудной клетки для определения распространенности инфекционного процесса, наличия жидкостных скоплений и газа вдоль кабеля.

Микробиологическая диагностика включала исследование отделяемого из зоны выхода кабеля и посеvy крови с определением чувствительности возбудителей к антибактериальным препаратам.

Разработанный алгоритм лечения кабель–ассоциированных инфекций включал эмпирическую и последующую целевую антибактериальную терапию, хирургическую обработку с удалением фетровой оболочки кабеля в зоне инфекции, а также применение вакуумной терапии.

В рамках анализа результатов трансплантации сердца оценивались следующие показатели: длительность искусственного кровообращения, время пережатия аорты, частота развития первичной дисфункции трансплантата, необходимость применения экстракорпоральной мембранной оксигенации, частота инфекционных осложнений, длительность пребывания в отделении реанимации и стационаре, а также госпитальная летальность.

Первичными конечными точками исследования являлись 90-дневная выживаемость пациентов после имплантации ДМПК, частота и характер кабель–ассоциированных инфекций, а также непосредственные результаты трансплантации сердца. Вторичными конечными точками являлись динамика гемодинамических и функциональных показателей, частота рецидивов инфекционных осложнений и длительность госпитализации.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программного обеспечения StatTech v. 3.1.10. Количественные данные представлены в виде медианы и межквартильного размаха Me [Q1; Q3] или среднего значения и стандартного отклонения. Для сравнения количественных показателей использовался критерий Манна–Уитни, для категориальных переменных — критерий χ^2 . Различия считались статистически значимыми при уровне $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Эффективность применения устройств длительной механической поддержки кровообращения

Анализ эффективности применения устройств длительной механической поддержки кровообращения проведён у 56 пациентов с терминальной хронической сердечной недостаточностью, характеризовавшихся выраженным снижением функционального статуса и тяжёлыми гемодинамическими нарушениями.

После имплантации устройств отмечено достоверное увеличение дистанции 6-минутной ходьбы и снижение давления в лёгочной артерии уже в ранние сроки наблюдения ($p < 0,001$). Различия между исходными значениями и показателями на 30-е и 90-е сутки также носили статистически значимый характер ($p < 0,001$), что свидетельствует о выраженном и устойчивом улучшении функционального состояния пациентов (Рисунок 1).

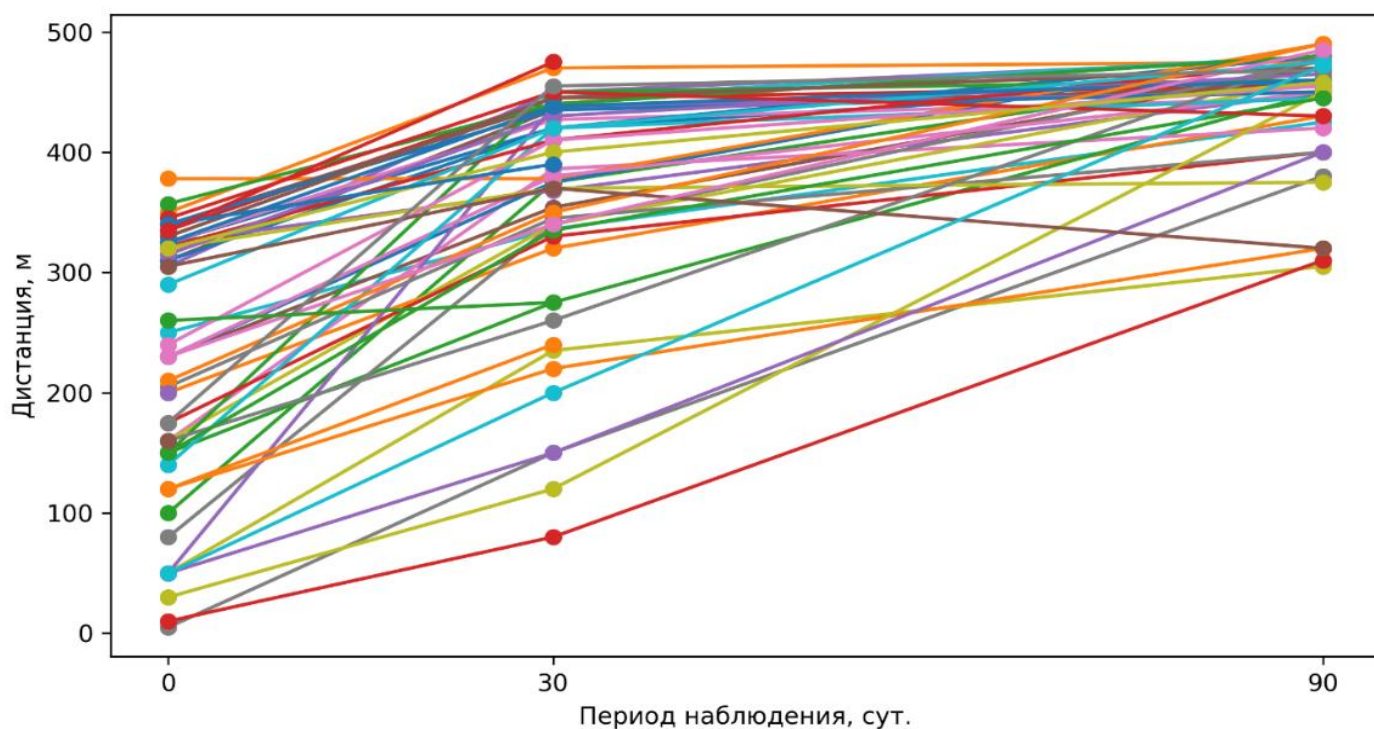


Рисунок 1 – Индивидуальная динамика дистанции 6-минутной ходьбы у пациентов, достигших 90 суток наблюдения после имплантации устройств длительной механической поддержки кровообращения

Важным критерием эффективности являлась также динамика систолического давления в лёгочной артерии. После имплантации устройств отмечено достоверное снижение данного показателя уже к 30-м суткам с сохранением достигнутого эффекта к 90-м суткам наблюдения (Рисунок 2). Различия между исходными значениями и показателями через 30 и 90 суток были статистически значимыми ($p < 0,001$), тогда как различия между 30-ми и 90-ми сутками не достигли статистической значимости ($p = 0,32$), что свидетельствует о быстром достижении гемодинамической разгрузки малого круга кровообращения и последующей стабилизации показателя.

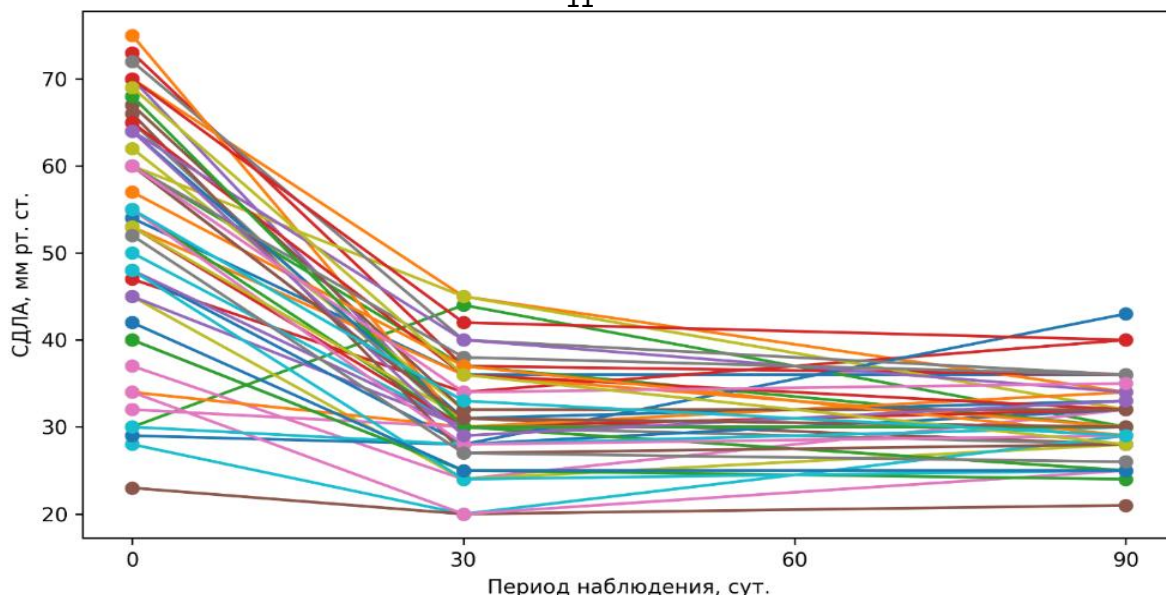


Рисунок 2 – Динамика систолического давления в легочной артерии у пациентов до и на разных сроках после имплантации устройств длительной механической поддержки кровообращения

Параллельно с улучшением функционального статуса отмечалась выраженная положительная динамика показателей качества жизни по шкале SF-36. Наиболее значимые изменения выявлены по шкалам физического функционирования, ролевого функционирования и жизненной активности. Так, показатель физического функционирования увеличился с 25 [15; 40] до 55 [45; 65] баллов, ролевого функционирования — с 0 [0; 25] до 50 [25; 75] баллов, жизненной активности — с 35 [25; 45] до 60 [50; 70] баллов ($p < 0,001$ для всех показателей). Менее выраженные, но статистически значимые изменения отмечены по шкалам эмоционального функционирования и психического здоровья (Рисунок 3). Интегральный показатель физического компонента здоровья (PCS) увеличился с 32 [24; 42] до 50 [42; 60], а психического компонента (MCS) — с 40 [35; 50] до 55 [45; 70] ($p < 0,001$).

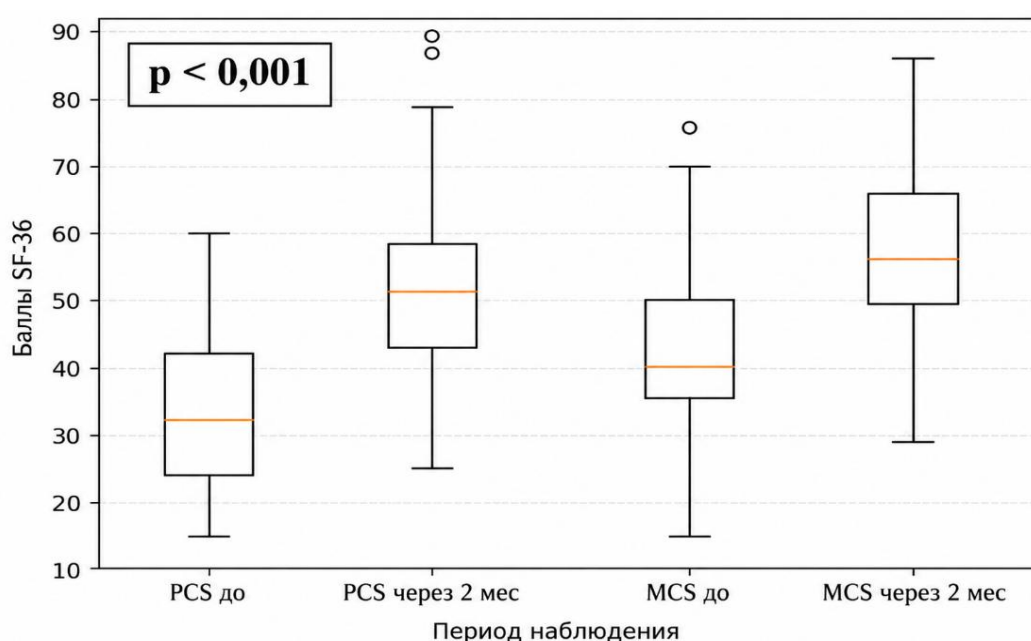


Рисунок 3 – Динамика физического (PCS) и психического (MCS) компонентов качества жизни у пациентов после имплантации устройств длительной механической поддержки кровообращения

Анализ ранней выживаемости показал, что большинство пациентов успешно переживали ранний послеоперационный период (Рисунок 4).

Летальные исходы регистрировались преимущественно в первые недели после имплантации и были обусловлены исходной тяжестью состояния пациентов, включая выраженную полиорганную недостаточность и неблагоприятные профили INTERMACS.

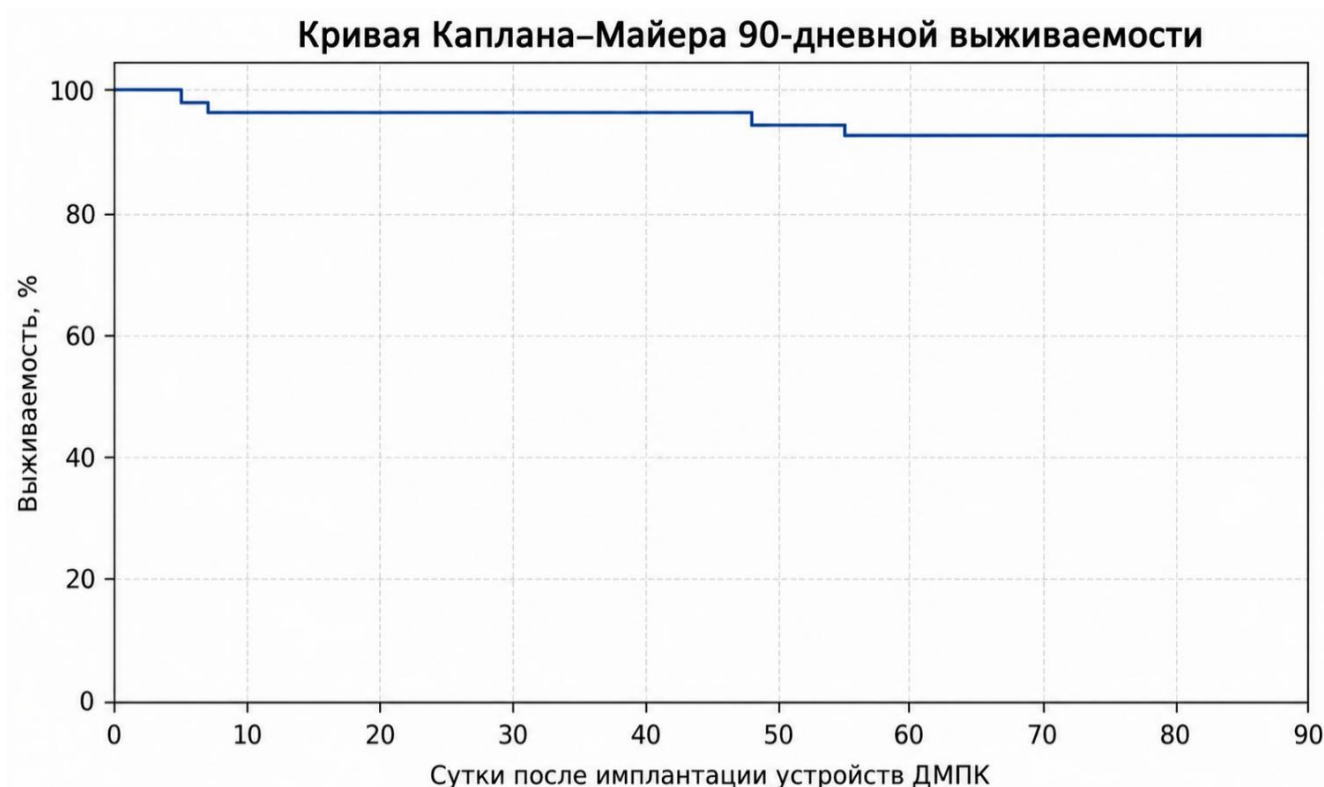


Рисунок 4 – Кривая Каплана–Майера 90-дневной выживаемости пациентов после имплантации устройств длительной механической поддержки кровообращения

Таким образом, применение устройств длительной механической поддержки кровообращения сопровождается достоверным снижением давления в лёгочной артерии, значительным увеличением толерантности к физической нагрузке и улучшением качества жизни пациентов уже в ранние сроки после имплантации. Полученные результаты подтверждают высокую клиническую эффективность данного метода лечения и его значимость как этапа подготовки пациентов к трансплантации сердца.

Кабель–ассоциированные инфекционные осложнения

Кабель–ассоциированные инфекционные осложнения выявлены у 18 из 56 пациентов (32,1%) и преимущественно развивались в ранние сроки после имплантации устройств длительной механической поддержки кровообращения.

Динамика возникновения осложнений представлена на рисунке 5. Наибольшая частота инфекционных осложнений приходилась на первые 6 месяцев после имплантации, тогда как в более поздние сроки их частота существенно снижалась.

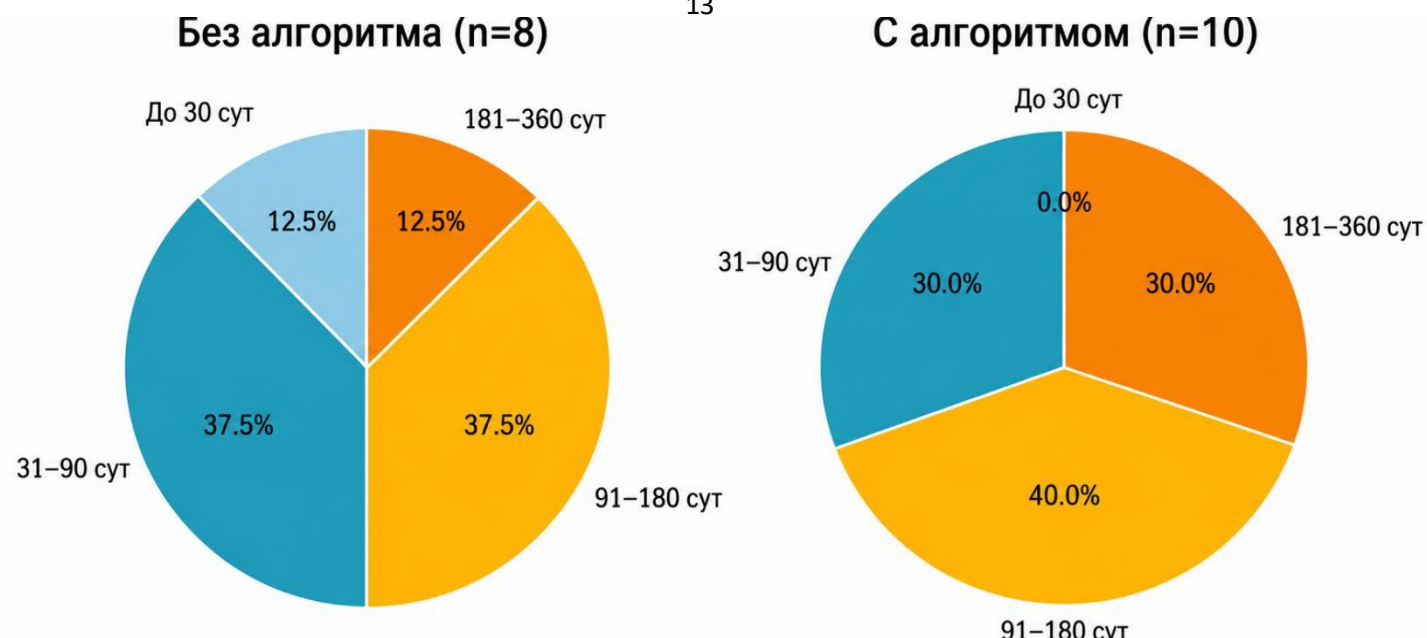


Рисунок 5 – Распределение сроков возникновения кабель–ассоциированных инфекций в когортах с применением разработанного алгоритма лечения и диагностики кабель–ассоциированной инфекции и без его применения

С клинико-анатомической точки зрения кабель–ассоциированные инфекции подразделялись на три формы в зависимости от распространенности инфекционного процесса: локальную, ограниченную зоной выхода кабеля; форму с распространением по подкожно–жировой клетчатке вдоль кабеля; и глубокую форму с вовлечением перикарда и/или ложа насоса (Рисунок 6).

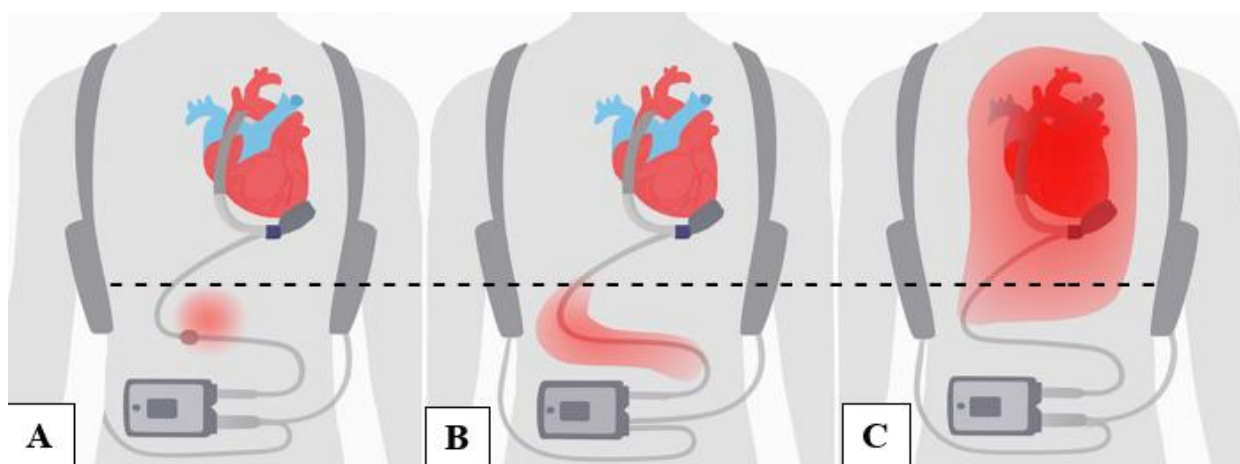


Рисунок 6 – Стадии прогрессирования кабель–ассоциированной инфекции при длительной механической поддержке кровообращения (А – локальная; В – подкожное распространение; С – глубокая с вовлечением перикарда). Пунктирной линией обозначена «критическая точка»

Сравнительный анализ показал, что в группе без применения разработанного алгоритма большинство осложнений (87,5%) приходилось на первые 6 месяцев после имплантации, что отражало более агрессивное течение инфекционного процесса. В то же время при использовании алгоритма временная структура осложнений была более равномерной, при этом сверхранные формы не отмечались.

Таким образом, полученные данные подтверждают ключевую роль раннего послеоперационного периода в развитии кабель–ассоциированных инфекций и обосновывают необходимость активной диагностической и лечебной тактики на данном этапе

Эффективность разработанного алгоритма лечения кабель–ассоциированных инфекций

Для оценки эффективности разработанного алгоритма диагностики и лечения кабель–ассоциированных инфекций проведён сравнительный анализ двух групп пациентов: без применения алгоритма ($n=8$) и с его использованием ($n=10$).

Внедрение алгоритмизированного подхода сопровождалось улучшением клинических результатов лечения. Частота рецидивов инфекционного процесса была ниже в группе применения алгоритма и составила в среднем 1,17 случая на пациента по сравнению с 2,25 случая в группе стандартного ведения ($p=0,050$), что отражает выраженную тенденцию к снижению числа рецидивов.

Существенным результатом явилось сокращение длительности госпитализации (таблица 1). При локальных формах кабель–ассоциированной инфекции длительность стационарного лечения была достоверно ниже в группе применения алгоритма по сравнению со стандартным ведением ($p=0,022$). Аналогичная закономерность отмечена при инфекциях с распространением по подкожно–жировой клетчатке ($p=0,014$).

Таблица 1 – Средняя длительность госпитализаций в первый год наблюдения

Подгруппа	Без алгоритма (среднее $\pm$; n)	С алгоритмом (среднее $\pm$; n)	U–критерий Манна–Уитни (p)
А (исходно)	26,4 $\pm$ 8,1 (n=8)	20,9 $\pm$ 6,5 (n=10)	0,022
В (перешедшие из А)	59,1 $\pm$ 9,6 (n=4)	46,5 $\pm$ 10,9 (n=6)	0,014
С (перешедшие из В)	72 (n=1)	–	–

Принципиально важным результатом явилось отсутствие случаев прогрессирования инфекционного процесса до глубокой формы с вовлечением перикарда в группе применения алгоритма. В то же время в группе без алгоритмизированного ведения зарегистрирован случай развития глубокой формы кабель–ассоциированной инфекции, сопровождавшийся длительной госпитализацией и тяжёлым клиническим течением, потребовавшим проведения трансплантации сердца.

Следует подчеркнуть, что достигнутые результаты обусловлены комплексным характером разработанного алгоритма, включающего последовательное применение инструментальных методов диагностики (ультразвуковое исследование и компьютерная томография), обязательную микробиологическую верификацию, а также активную хирургическую тактику. Важным элементом алгоритма являлось удаление фетровой оболочки кабеля в зоне инфекционного поражения, что обеспечивало снижение бактериальной контаминации и улучшало условия для санации раны. Дополнительным компонентом лечения являлось применение вакуумной терапии, позволяющей ускорить очищение раны, стимулировать грануляцию тканей и контролировать инфекционный процесс. Схема разработанного алгоритма представлена на рисунке 7.

Внедрение разработанного алгоритма диагностики и лечения кабель–ассоциированных инфекций позволяет снизить частоту рецидивов, сократить длительность госпитализации и предотвратить прогрессирование инфекционного процесса до глубоких форм. Полученные результаты подтверждают его клиническую эффективность и обосновывают целесообразность широкого применения в практике ведения пациентов с длительной механической поддержкой кровообращения.

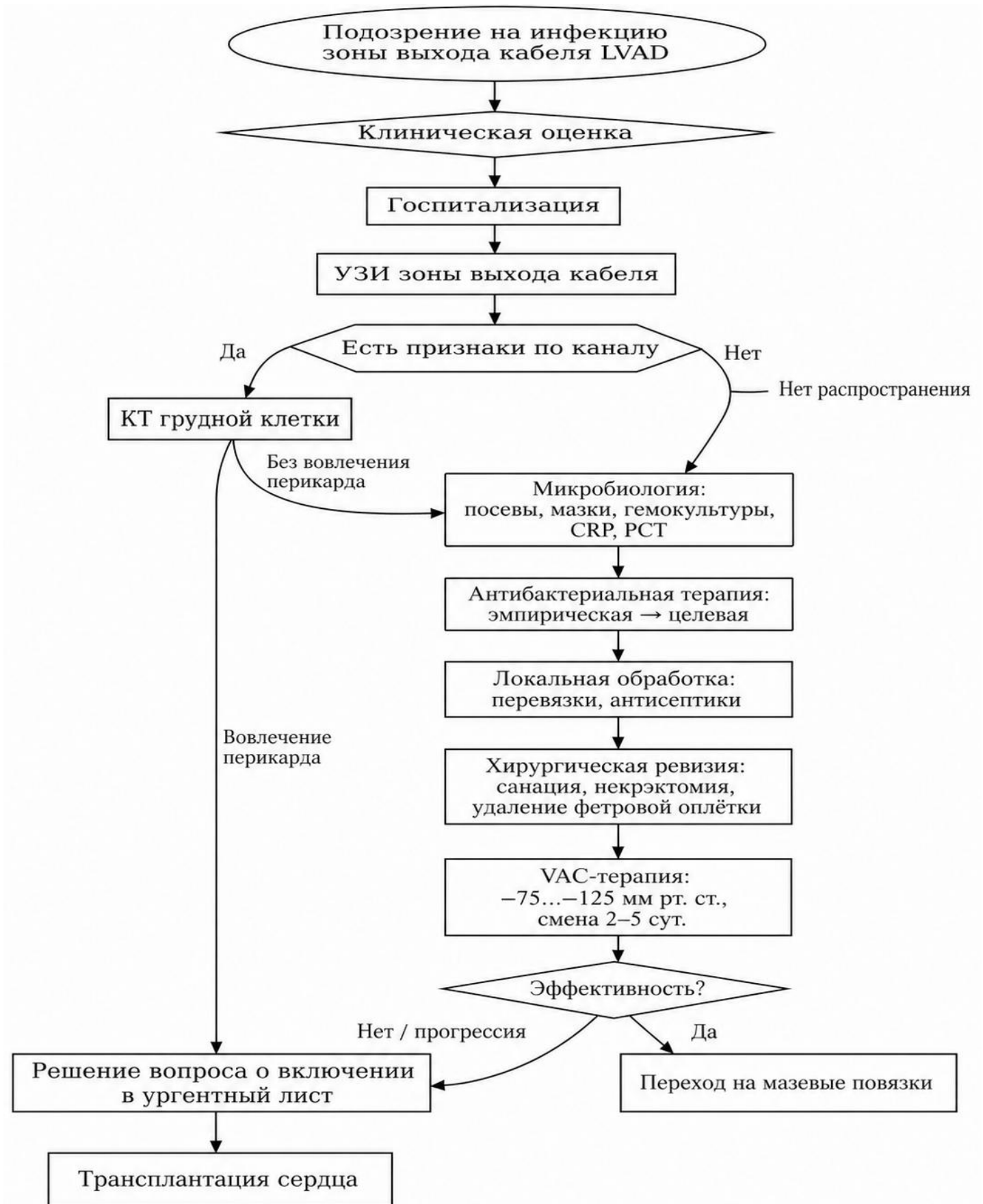


Рисунок 7 – Алгоритм диагностических и лечебных мероприятий при кабель-ассоциированной инфекции у пациентов с имплантированным устройством длительной механической поддержки кровообращения

Хирургические методики трансплантации сердца с учётом модели ранее имплантированного устройства длительной механической поддержки кровообращения

Одним из ключевых факторов, определяющих выбор хирургической тактики трансплантации сердца у пациентов с ранее имплантированными устройствами длительной механической поддержки кровообращения, являлись выраженные изменения хирургической анатомии, формирующиеся в результате эксплуатации устройства. У данной категории больных кардиолиз выполнялся в условиях плотного спаечного процесса в переднем средостении и полости перикарда, наличия сращений в области восходящей аорты, правых отделов сердца, отводящей канюли и ложа насоса, что существенно повышало техническую сложность вмешательства.

При стандартном подходе у пациентов после ДМПК операция выполнялась через срединную рестернотомию. Кардиолиз осуществляли в необходимом объёме с освобождением переднего средостения и корня аорты. Искусственное кровообращение, как правило, инициировали после центральной канюляции без превентивной периферической поддержки. Эксплантацию комплекса «сердце–устройство длительной механической поддержки кровообращения» выполняли единым блоком, а этап имплантации донорского сердца завершали по бикавальной или биатриальной методике. Для данного подхода были характерны большой объём диссекции и кардиолиза, повышенная кровопотеря, большая трансфузионная потребность, а также более продолжительные время искусственного кровообращения и ишемии трансплантата.

Модифицированный алгоритм трансплантации сердца у пациентов после ДМПК был разработан как поэтапная хирургическая концепция, адаптированная к условиям ранее имплантированного устройства и представлена в виде блок-схемы на рисунке 8.

Его принципиальными отличиями являлись превентивное подключение периферической вено-артериальной ЭКМО в протективном режиме, отсроченный запуск искусственного кровообращения до полной мобилизации устройства, профилактика «конфликта потоков» и выполнение части этапов уже после начала реперфузии трансплантата.

Смысл применения превентивной ВА ЭКМО заключался в обеспечении гемодинамической защиты во время кардиолиза и мобилизации элементов системы ДМПК. Это позволяло отсрочить начало ИК и выполнить наиболее травматичные этапы операции в более контролируемых условиях. После полной мобилизации насоса, выходного графта и кабеля выполняли эксплантацию комплекса «сердце–устройство длительной механической поддержки кровообращения» единым блоком. Затем осуществляли трансплантацию донорского сердца по модифицированной методике, предусматривающей восстановление перфузии трансплантата до завершения части анастомозов правых отделов. Именно эта последовательность, как отмечено в диссертации, позволяла сократить время ишемии донорского органа как минимум наполовину по сравнению с классическими подходами, поскольку существенная часть анастомозов выполнялась уже после восстановления кровотока.

Таким образом, в исследовании сопоставлялись не просто разные когорты пациентов, а три различных хирургических сценария: стандартная ТС после ДМПК, модифицированная ТС после ДМПК и трансплантация сердца у ранее оперированных больных без ДМПК.

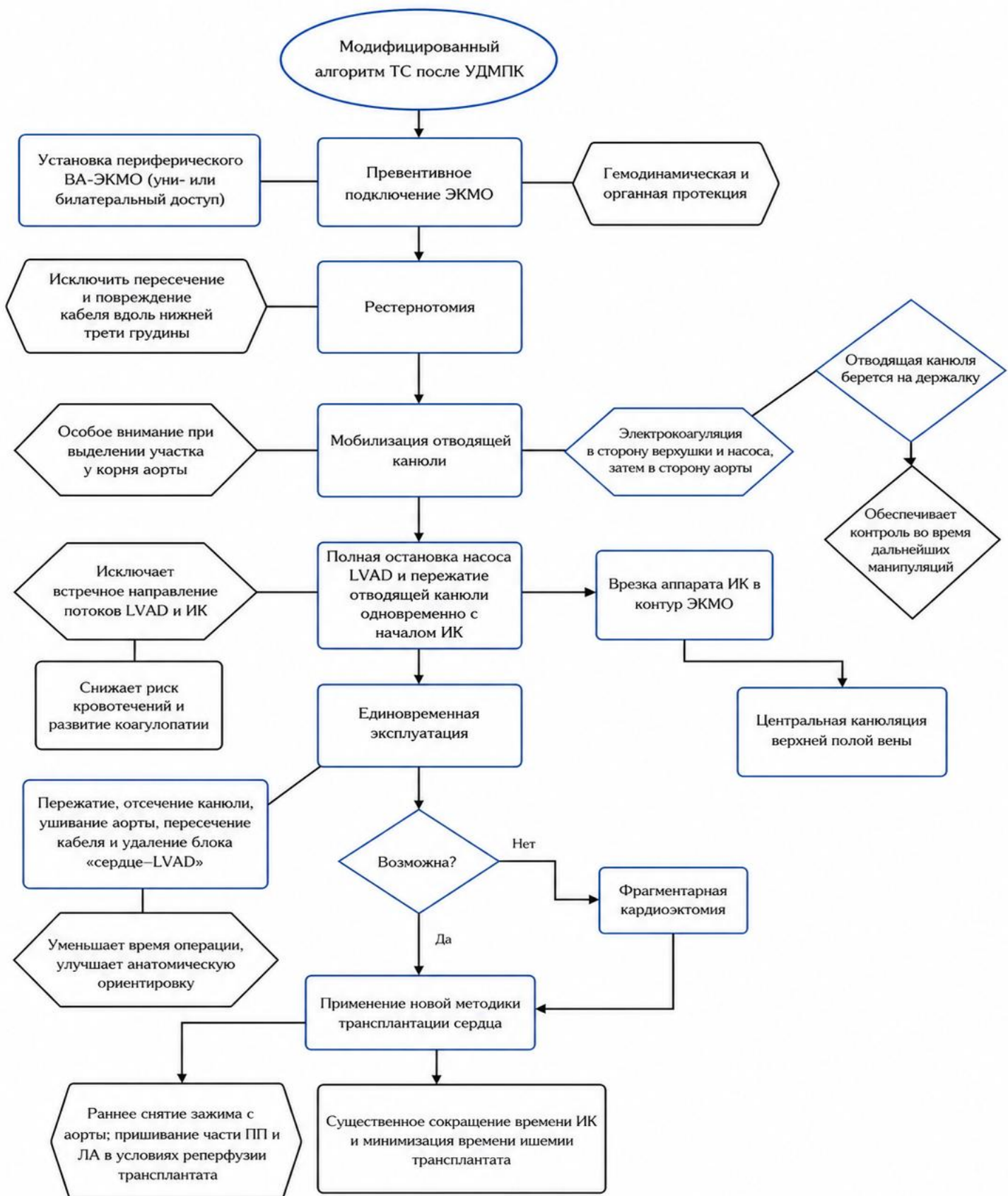


Рисунок 8 – Модифицированный алгоритм трансплантации сердца у пациентов с длительной механической поддержкой левого желудочка: этапы, особенности и технические решения

* - УДМПК – устройство длительной механической поддержки кровообращения; ВА ЭКМО – вено-артериальная экстракорпоральная мембранная оксигенация; ТС- трансплантация сердца; ИК – искусственное кровообращение; ПП – правое предсердие; ЛА – легочная артерия; LVAD – Left Ventricular Assist Device (устройство механической поддержки левого желудочка);

Сравнительный анализ результатов трансплантации сердца у пациентов после длительной механической поддержки левого желудочка и после ранее выполненных кардиохирургических вмешательств

В рамках исследования пациенты были разделены на три группы, отражающие эволюцию подходов к трансплантации сердца у ранее оперированных больных: в первую группу включены пациенты с ранее имплантированными устройствами ДМПК, которым трансплантация сердца выполнялась по стандартному протоколу; во вторую — пациенты после ДМПК, у которых применялся модифицированный алгоритм трансплантации; третью составили ранее оперированные пациенты без ДМПК, использованные в качестве контрольной группы.

Возрастной состав сравниваемых групп был сопоставим; статистически значимых различий между группами по данному показателю не выявлено ($p = 0,624$). Анализ временного интервала между предшествующим вмешательством и трансплантацией сердца показал статистически достоверные различия между группами ($p < 0,001$).

Анализ интраоперационных параметров показал, что применение модифицированного алгоритма трансплантации сопровождалось сокращением времени пережатия аорты и ишемии трансплантата по сравнению со стандартным подходом ($p < 0,05$) (Таблица 2).

Таблица 2 – Интраоперационные характеристики у пациентов, перенёсших трансплантацию сердца в группах сравнения

Параметр	ДМПК стандар- тная трансплан- тация сердца	ДМПК модифици- рованная трансплан- тация сердца	Опериро- ванные	Стан- дартная трансплан- тация сердца и опериро- ванные (р)	Стан- дартная и модифици- рованная трансплан- тация сердца (р)	Модифици- рованная трансплан- тация сердца и опериро- ванные (р)
Длительность операции, мин	405 [380; 435]	392 [349; 392]	372 [343; 396]	0,016	0,368	0,898
Время ИК, мин	125 [123; 127]	85 [83; 86]	101 [98; 103]	<0,001	0,012	<0,001
Время пережатия аорты, мин	74 [72; 76]	59 [54; 59]	76 [73; 78]	0,091	0,012	0,003
Время ишемии трансплантата, мин	257 [245; 281]	201 [189; 201]	219 [202; 234]	<0,001	0,006	0,079
Кровопотеря, мл	1600 [1300; 2000]	1050 [1000; 1375]	1350 [1100; 1712]	0,091	0,091	0,091
Эритроциты, дозы	3 [2; 3]	2 [2; 2]	3 [2; 4]	>0,05	>0,05	>0,05
Плазма, дозы	3 [3; 4]	3 [3; 3]	3 [2; 3]	0,008	0,931	0,13
Тромбоциты, дозы	1 [1; 2]	1 [0; 1]	1 [1; 2]	>0,05	>0,05	>0,05

* – ДМПК – длительная механическая поддержка кровообращения; ИК – искусственное кровообращение

Наибольшие значения этих показателей отмечались у пациентов с ДМПК, оперированных по стандартному алгоритму. Длительность искусственного кровообращения также имела тенденцию к снижению при использовании модифицированной методики.

В таблице 3 представлены данные, отражающие частоту основных осложнений и исходов в раннем послеоперационном периоде.

Таблица 3 – Послеоперационные осложнения и исходы трансплантации сердца

Показатель	ДМПК стандартная ТС (n=11)	ДМПК модифицированная ТС (n=3)	Ранее оперированные (n=92)
Первичная недостаточность функции трансплантата	2 (18,2%)	0 (0,0%)	22 (23,9%)
ЭКМО после ТС	2 (18,2%)	3 (100,0%)	33 (35,9%)
Рестернотомия	3 (27,3%)	1 (33,3%)	22 (23,9%)
ИВЛ >48 ч	2 (18,2%)	0 (0,0%)	20 (21,7%)
ЗПТ (1–й месяц)	1 (9,1%)	0 (0,0%)	14 (15,2%)
Пневмония	4 (36,4%)	0 (0,0%)	22 (23,9%)
Сепсис	2 (18,2%)	0 (0,0%)	1 (1,1%)
Полиорганная недостаточность	1 (9,1%)	0 (0,0%)	19 (20,7%)
Раневая инфекция	3 (27,3%)	0 (0,0%)	5 (5,4%)
Острое клеточное отторжение	3 (27,3%)	1 (33,3%)	12 (13,0%)
Острое гуморальное отторжение	0 (0,0%)	0 (0,0%)	8 (8,7%)
Госпитальная смертность	1 (9,1%)	0 (0,0%)	10 (10,9%)
Выживаемость 30–дн.	10 (90,9%)	3 (100,0%)	84 (91,3%)
Выживаемость 1 год	9 (81,8%)	3 (100,0%)	81 (88,0%)
Время в реанимации, сут	8 [6; 9]	5 [5; 6]	7 [5; 8]
Общее пребывание в стационаре, сут	61 [50; 64]	48 [44; 51]	47 [42; 53]

* – ДМПК – длительная механическая поддержка кровообращения; ЭКМО — экстракорпоральная мембранная оксигенация; ТС — трансплантация сердца; ИВЛ — искусственная вентиляция лёгких; ЗПТ — заместительная почечная терапия

Использование модифицированного алгоритма сопровождалось снижением частоты инфекционных осложнений и сокращением длительности пребывания в отделении реанимации, без увеличения частоты других неблагоприятных событий (Рисунок 9).

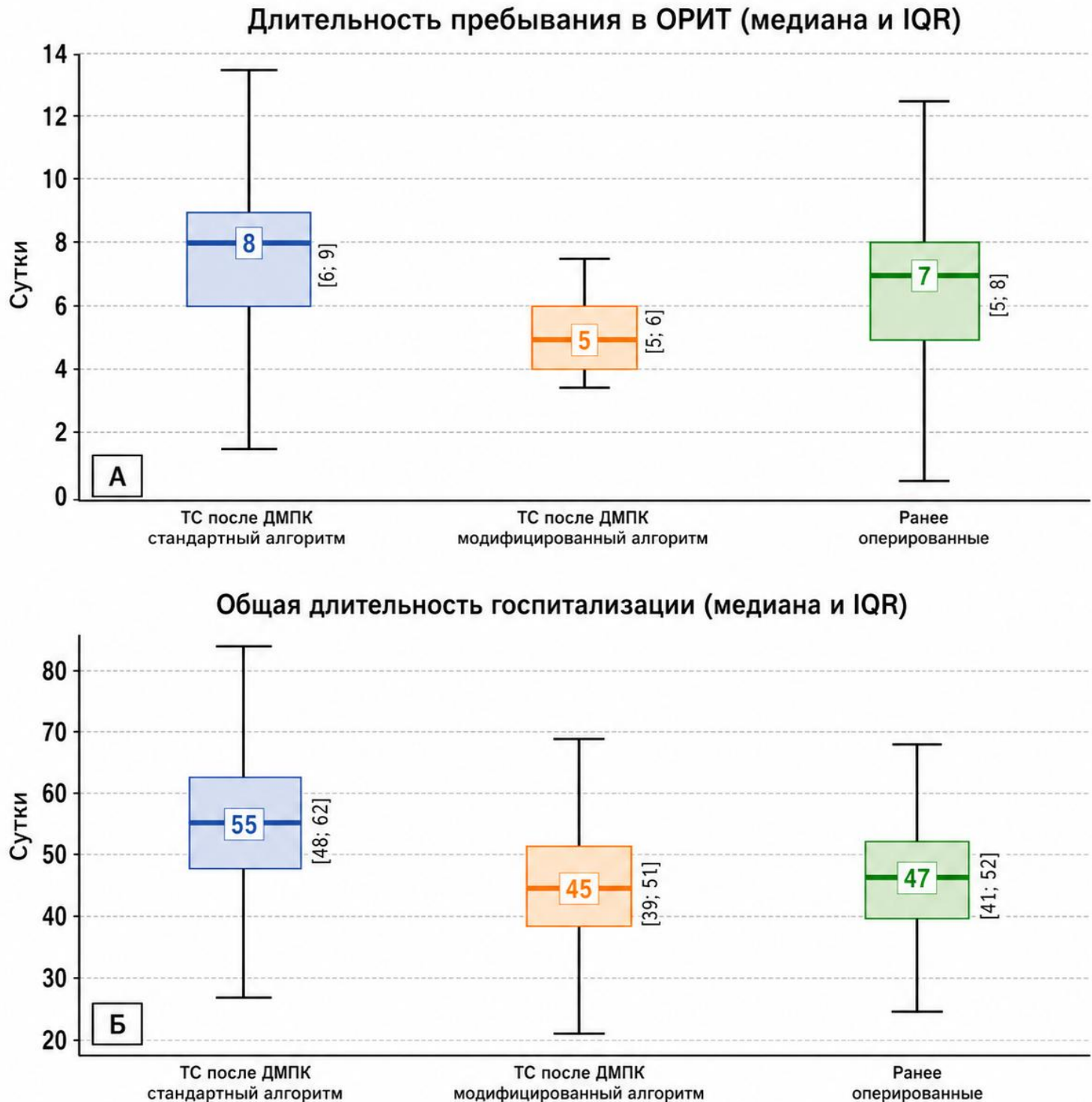


Рисунок 9 – Сравнительный анализ послеоперационных осложнений и исходов трансплантации сердца в исследуемых группах: А - длительность пребывания в отделении реанимации; Б - общая длительность госпитализации;

Таким образом, при сравнении трёх групп установлено, что применение модифицированного алгоритма трансплантации сердца у пациентов после ДМПК обеспечивает лучшие интраоперационные показатели, прежде всего по длительности искусственного кровообращения, времени ишемии трансплантата и пережатия аорты, а также сопровождается снижением частоты ранних инфекционных осложнений и сокращением длительности пребывания в ОРИТ. При этом интерпретация полученных результатов требует осторожности в связи с небольшим числом пациентов в группе с применением модифицированного алгоритма.

Результаты проведённого исследования показали, что имплантация устройств длительной механической поддержки кровообращения у пациентов с терминальной хронической сердечной недостаточностью, имевших противопоказания к трансплантации сердца на момент начала лечения, является эффективной стратегией, позволяющей не только стабилизировать клиническое состояние и улучшить функциональный статус, но и в части наблюдений добиться регресса исходных противопоказаний с последующим переводом больных в категорию кандидатов на трансплантацию сердца. Вместе с тем, у ряда пациентов длительная механическая поддержка кровообращения сохраняет значение самостоятельного пожизненного метода лечения, однако развитие связанных с устройством осложнений в отдельных случаях диктует необходимость выполнения трансплантации сердца по жизненным показаниям. Разработанный алгоритм диагностики и лечения кабель–ассоциированных инфекционных осложнений позволяет контролировать инфекционный процесс, ограничивать его распространение и обосновывать своевременное принятие решения о трансплантации. Применение модифицированного алгоритма трансплантации сердца у пациентов после ДМПК сопровождается улучшением интраоперационных и ранних послеоперационных показателей. Полученные данные обосновывают целесообразность комплексного, этапного подхода к лечению данной категории пациентов с учётом динамического изменения клинического статуса и стратегии ведения.

ВЫВОДЫ

1. Применение устройств длительной механической поддержки кровообращения у пациентов с терминальной хронической сердечной недостаточностью сопровождается значимым снижением давления в лёгочной артерии ($p=0,01$), увеличением дистанции 6-минутной ходьбы ($p=0,0002$), повышением физического ($p < 0,001$) и психического ($p < 0,001$) компонентов качества жизни; 90 дневная выживаемость составляет 92,86%.

2. Кабель–ассоциированные инфекционные осложнения развивались у 32,1% пациентов, перенесших имплантацию устройств длительной механической поддержки кровообращения, преимущественно в первые 6 месяцев после имплантации устройств.

3. Разработанный алгоритм диагностики и лечения кабель–ассоциированных инфекционных осложнений позволил вдвое снизить число рецидивов в случаях распространённых форм инфекции и уменьшить длительность госпитализации при локальных формах.

4. У пациентов, находящихся на терапии имплантируемыми устройствами длительной механической поддержки кровообращения, распространение кабель–ассоциированной инфекции, по данным УЗИ и КТ, до области поворота кабеля в правом подреберье, является показанием к включению в urgentный лист ожидания трансплантации сердца.

5. Разработанный алгоритм эксплантации сердца после имплантации устройств длительной механической поддержки кровообращения включает превентивную вено–артериальную экстракорпоральную мембранную оксигенацию, отсроченный запуск искусственного кровообращения, эксплантацию комплекса «сердце – устройство длительной механической поддержки кровообращения» единым блоком. Применение модифицированной методики трансплантации сердца позволяет провести часть операции на работающем сердце, что обеспечивает сокращение периода тепловой ишемии и продолжительности искусственного кровообращения.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При подозрении на инфекцию зоны выхода кабеля рекомендуется – УЗИ и КТ диагностика распространения процесса и, как можно, более ранняя хирургическая ревизия и обработка кабельного канала с применением вакуумной терапии, удаление наружной фетровой оплетки, а при угрозе медиастинального распространения инфекции должно быть рассмотрено включение пациента в ургентный лист ожидания на трансплантацию сердца.

2. Основным скрининговыми методами диагностики распространения инфекционного процесса является УЗИ и КТ кабельного канала, которые должно проводиться всем без исключения пациентам с подозрением на наличие инфекционно–воспалительного процесса.

3. При имплантации устройств длительной механической поддержки кровообращения рекомендуется укрывать PTFE–мембраной область отводящей канюли и зону дефекта перикарда, что предупреждает развитие выраженных спасчных процессов в местах близкого прилегания канюли к передне–диафрагмальной поверхности правого желудочка, ушку правого предсердия и корню аорты при планировании трансплантации или иного хирургического вмешательства на структурах сердца в отдалённой перспективе.

4. При планировании и выполнении трансплантации сердца у пациентов с имплантированными устройствами длительной механической поддержки кровообращения рекомендуется превентивно подключать периферическое ВА ЭКМО для поддержки гемодинамики при рестернотомии и кардиолизе.

5. При проведении кардиолиза отводящую канюлю устройства длительной механической поддержки кровообращения следует мобилизовать электрокоагулятором сначала со стороны верхушки сердца/насоса, а затем к аорте, фиксируя на держалке, и лишь по окончании мобилизации всех компонентов одновременно останавливать работу насоса, пережимать отводящую канюлю и запускать аппарат искусственного кровообращения.

6. Эксплантацию предпочтительнее проводить единым блоком «сердце–устройство длительной механической поддержки кровообращения» для сокращения времени операции, а при невозможности одномоментного удаления следует выполнять фрагментарную кардиоэктомию.

7. На этапе пришивания трансплантата рекомендуется использовать модифицированную методику трансплантации сердца, разработанную в НМИЦ ТИО им. ак. В. И. Шумакова для минимизации времени искусственного кровообращения и ишемии трансплантата.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Длительная механическая поддержка кровообращения: исторический путь, современные достижения и перспективы / Бангаров Р. Ю., Халилулин Т. А., Захаревич В. М., Галеев Ш. Р., Набиев Г. В. // Вестник трансплантологии и искусственных органов. — 2025. — Т. 27, № 2. — С. 89–99.
2. Интегральная оценка качества жизни реципиентов трансплантированного сердца: опыт НМИЦ ТИО имени академика В. И. Шумакова / Муминов И. И., Юсова А. А., Колоскова Н. Н., Шевченко А. О., Бангаров Р. Ю., Нестерова М. С. // Вестник трансплантологии и искусственных органов. — 2025. — Т. 27, № 1. — С. 74–83.
3. Комплексный подход к диагностике и лечению кабель-ассоциированных инфекционных осложнений у пациентов с длительной механической поддержкой кровообращения / Бангаров Р. Ю., Халилулин Т. А., Захаревич В. М., Галеев Ш. Р., Набиев Г. В. // Вестник трансплантологии и искусственных органов. — 2026. — Т. 28, № 1. — С. 109–120.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АВК–Н — аппарат вспомогательного кровообращения носимый
ВА–ЭКМО — вено–артериальная экстракорпоральная мембранная оксигенация
ВАК — вакуумная терапия ран
ДКМП — дилатационная кардиомиопатия
ДМПК — длительная механическая поддержка кровообращения
ИКМП — ишемическая кардиомиопатия
ИК — искусственное кровообращение
ИВЛ — искусственная вентиляция лёгких
КАИ — кабель–ассоциированная инфекция
КТ — компьютерная томография
ЛЖ — левый желудочек
ПЖ — правый желудочек
ПЖК — подкожно–жировая клетчатка
ПНФТ — первичная недостаточность функции трансплантата
ПТФЭ — политетрафторэтилен
СДЛА — систолическое давление в лёгочной артерии
ТС — трансплантация сердца
ТХСН — терминальная хроническая сердечная недостаточность
ХСН — хроническая сердечная недостаточность
BTR — Bridge to Recovery (мост к восстановлению)
BTT — Bridge to Transplantation (мост к трансплантации)
DT — Destination Therapy (терапия конечного назначения)
INTERMACS — регистр механической поддержки кровообращения
LVAD — Left Ventricular Assist Device (устройство поддержки левого желудочка)
NYHA — New York Heart Association (классификация сердечной недостаточности)
UNOS — United Network for Organ Sharing (система распределения донорских органов)
CRP — C-reactive protein (С-реактивный белок)
PCT — procalcitonin (прокальцитонин)
SF-36 — Short Form-36 (опросник качества жизни)
PCS — Physical Component Summary (физический компонент здоровья)
MCS — Mental Component Summary (психический компонент здоровья)