На правах рукописи

Мосеев Олег Игоревич

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОТАЛЬНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА ПРИ ПРЕДОПЕРАЦИОННОЙ КОРРЕКЦИИ КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ

3.1.8 – Травматология и ортопедия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Самара, 2026

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

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, доцент **Кудашев Дмитрий Сергеевич**

Официальные оппоненты:

Грицюк Андрей Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский университет) Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, профессор кафедры.

Минасов Булат Шамильевич, доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательно учреждение высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра травматологии и ортопедии, заведующий кафедрой.

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург.

Защита диссертации состоится «___» июня 2026 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета 21.2.061.01 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (443079, г. Самара, пр. К. Маркса, 165Б).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке (443001, г. Самара, ул. Арцыбушевская, 171) и на сайте (http://www.samsmu.ru/scientists/science/referats/) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Автореферат разослан «__» _____ 2026 года

Учёный секретарь диссертационного совета,
кандидат медицинских наук, доцент **Д.А. Долгушкин**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

По данным Всемирной организации здравоохранения в настоящее время более 4% населения в мире страдают остеоартрозом (ОА) коленного сустава, который в 65-77% случаев приводит к стойкой утрате трудоспособности, а у 15-25% пациентов является причиной инвалидности, сопровождаясь выраженным ухудшением качества жизни (Котельников Г.П. и соавт., 2019; Сертакова А.В. и соавт., 2020; Кудашев Д.С. и соавт., 2023; French H.P. et al., 2017; Curtis E. et al., 2019; Geng R. et al., 2023).

Заболевание имеет длительное прогрессирующее течение, приводящее к стойкой деформации коленного сустава, хроническому болевому синдрому и значительному ограничению объёма активных и пассивных движений в суставе (Речкунова О.А. и соавт., 2023; Ткаченко А.Н. и соавт., 2023; Минасов Б.Ш. и соавт., 2025; Dall'Oca C. et al., 2017; Ghomrawi H.M.K. et al., 2020).

Наиболее эффективным методом оперативного лечения пациентов с ОА коленного сустава III и IV стадий по классификации Kellgren & Lawrence является тотальное эндопротезирование. Частота его выполнения в год неуклонно растёт и на сегодняшний день в мире ежегодно проводят более 2,5 миллионов тотальных эндопротезирований коленного сустава (ТЭКС). Выполнение ТЭКС должно гарантировать быстрое купирование болевого синдрома, восстановление биомеханики сустава и проведение бытовой и профессиональной реабилитации пациентов в короткие сроки. Однако до 30% больных не удовлетворены результатами ТЭКС, испытывая болевые ощущения, дискомфорт и ограничение движений в суставе даже при корректном позиционировании компонентов эндопротеза и отсутствии признаков их нестабильности (Измалков С.Н. и соавт., 2018; Грицюк А.А. и соавт., 2024; Bannuru R. et al., 2019; Chen A.T. et al., 2021).

Одним из важнейших факторов, обусловливающих данную ситуацию, является функциональная недостаточность периартикулярных структур, коррелирующая со степенью выраженности деструктивно-дистрофического поражения сустава и выражающаяся в виде болевого синдрома, нарушений динамического стереотипа походки, формирования контрактур, развития хронического периартикулярного тендинита и лигаментита как в до-, так и в

послеоперационном периодах (Кавалерский Г.М. и соавт., 2019; Котельников Г.П. и соавт., 2022; Николаев Н.С. и соавт., 2023; Guo E.W. et al., 2018; Khatib Y. et al., 2020).

В последние годы всё большее внимание травматологи-ортопеды уделяют преабилитации, представляющей собой комплекс лечебных мероприятий, направленных на дооперационную коррекцию клинико-функциональных нарушений нижних конечностей и повышение функциональных резервов пациентов перед вмешательством. Разработка и применение комплексов преабилитации, а также исследование её влияния на результаты ТЭКС становится актуальным направлением современной травматологии и ортопедии (Брижань Л.К. и соавт., 2021; Тихилов Р.М. и соавт., 2023; Edwards R. et al., 2022; Kaya C. et al., 2023).

Степень разработанности темы исследования

На сегодняшний день опубликовано несколько зарубежных систематических обзоров и метаанализов, интегрирующих данные о влиянии преабилитации на результаты ТЭКС. Все они убедительно демонстрируют, что преабилитация способствует более ранней послеоперационной активизации и вертикализации пациентов, снижению риска осложнений, сокращению периода восстановления и уменьшению времени пребывания больных в стационаре (Gränicher P. et al., 2020; Liljensøe A. et al., 2021; Zheng Y. et al., 2022).

Преабилитация способствует снижению интенсивности боли, увеличению силы мышц нижних конечностей и объёма активных и пассивных движений в коленном суставе, увеличению скорости ходьбы в первые недели и месяцы после ТЭКС (Calatayud J. et al., 2017; Ali A. et al., 2018; Blasco J. et al., 2020; De Ladoucette A. et al., 2023). Важным практическим вопросом, который поднимается в специализированной литературе, является определение оптимальной продолжительности, интенсивности и комбинации методик преабилитации (Aytekin E. et al., 2019; Clement N. et al., 2024).

Несмотря на данные зарубежных публикаций, до конца не определено – существует ли значительная корреляция между применением преабилитации и улучшением клинического состояния, качества жизни пациентов после ТЭКС (Пономаренко Г.Н. и соавт., 2019; Яшков А.В. и соавт., 2020; Ларцев Ю.В. и соавт., 2024; Ma J.X. et al., 2018; Mešanović M. et al., 2024). Существующие методики преабилитации не учитывают индивидуальные особенности пациентов и

фенотипическую принадлежность выявленного у них ОА коленного сустава, что снижает эффективность проводимых мероприятий (Casaña J. et al., 2019; Konnyu K. et al., 2020; Billesberger L. et al., 2020; Pillay-Jayaraman P. et al., 2023).

В отечественной литературе проблематика преабилитации остаётся недостаточно изученной, о чём свидетельствует крайне небольшое количество научных публикаций, посвящённых подготовке пациентов к эндопротезированию крупных суставов нижних конечностей (Миронов С.П. и соавт., 2018; Ратманов М.А. и соавт., 2021). В связи с этим разработка подхода к преабилитации пациентов для повышения эффективности ТЭКС и внедрение его в клиническую практику является актуальной и перспективной задачей современной травматологии и ортопедии.

Цель исследования

Улучшить результаты лечения пациентов при тотальном эндопротезировании коленного сустава за счёт разработки и внедрения в клиническую практику нового подхода к преабилитации.

Задачи исследования

1. Разработать и внедрить в клиническую практику новый мультимодальный подход к преабилитации пациентов при тотальном эндопротезировании коленного сустава.
2. Предложить и внедрить компьютерную программу для выбора травматологом-ортопедом индивидуального комплекса преабилитации пациентов при тотальном эндопротезировании коленного сустава в зависимости от выявленного фенотипа остеоартроза.
3. Провести сравнительный анализ результатов тотального эндопротезирования коленного сустава у пациентов с применением нового подхода к преабилитации и без его использования.
4. Оценить эффективность нового подхода к преабилитации при тотальном эндопротезировании коленного сустава с помощью разработанной компьютерной программы для оценки результатов преабилитации пациентов.
5. Усовершенствовать алгоритм организации оказания травматологом-ортопедом медицинской помощи пациентам при тотальном эндопротезировании коленного сустава.

Научная новизна исследования

Разработан новый подход к преабилитации пациентов при тотальном эндопротезировании коленного сустава (патент РФ на изобретение № 2844621 от 04.08.2025).

Создана программа ЭВМ для определения травматологом-ортопедом индивидуального комплекса преабилитации пациентов при тотальном эндопротезировании коленного сустава с учётом выявленного у них фенотипа остеоартроза (свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2026610177 от 13.01.2026).

Предложена программа ЭВМ для оценки травматологом-ортопедом результатов применения подхода к преабилитации пациентов при тотальном эндопротезировании коленного сустава (свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025662976 от 23.05.2025).

Теоретическая и практическая значимость исследования

Теоретическая и практическая значимость исследования заключается в разработке и применении нового подхода к преабилитации пациентов при ТЭКС и компьютерных программ для выбора индивидуального комплекса преабилитации и оценки его эффективности. Подход основан на фенотипической стратификации пациентов с ОА и выборе травматологом-ортопедом индивидуального комплекса мероприятий преабилитации. Это обеспечивает положительные клинико-функциональные результаты в до- и послеоперационном периодах, психологическую подготовку, раннюю активизацию, сокращение сроков реабилитации, повышение уровня удовлетворённости и качества жизни пациентов.

Предложенная программа для ЭВМ автоматизирует стратификацию пациентов по фенотипам ОА на основе анамнеза, клинико-функциональных, рентгенологических и лабораторных данных и генерирует индивидуальный комплекс преабилитации. Другая программа обеспечивает обработку и анализ данных комплексного обследования пациентов, позволяя проводить статистический сравнительный анализ до- и послеоперационных результатов и оценку эффективности лечения с применением нового подхода к преабилитации.

Методология и методы исследования

Методология исследования построена на всестороннем анализе

отечественной и зарубежной литературы, посвящённой проблемам ОА, ТЭКС и преабилитации. Практическая часть исследования выполнена по плану, соответствующему стандартам CONSORT 2010, и включает определение критериев отбора пациентов, формирование клинических групп, выбор клинико-инструментальных и статистических методов обследования и обработки результатов. Для объективной оценки эффективности нового подхода к преабилитации был проведён сравнительный анализ результатов его применения, основанный на принципах доказательной медицины. Обработку данных осуществляли с использованием методов дескриптивной статистики, программного обеспечения IBM SPSS Statistics 25 и созданной программы для ЭВМ.

Положения, выносимые на защиту

1. Новый мультимодальный подход к преабилитации при тотальном эндопротезировании коленного сустава, основанный на результатах клинико-инструментального и лабораторного обследования пациентов, направлен на комплексную дооперационную коррекцию клинико-функциональных нарушений нижних конечностей.

2. Индивидуализация комплекса преабилитации, основанная на принципах фенотипической стратификации пациентов с остеоартрозом коленного сустава, обеспечивает проведение дифференцированного дооперационного лечебного воздействия на ведущие синдромы заболевания.

3. Применение мультимодального подхода к преабилитации при тотальном эндопротезировании коленного сустава, включающего патогенетически обоснованный комплекс взаимодополняющих методов лечения, приводит к улучшению клинико-функциональных результатов вмешательства, повышению уровня удовлетворённости пациентов результатами операции и качества их жизни.

Степень достоверности результатов работы

Обоснование достоверности полученных в процессе исследования данных обусловлено значительным объёмом первичного клинического материала, применёнными современными методами диагностики и строгим следованием принципам доказательной медицины при выборе и реализации статистических методов обработки.

Апробация результатов исследования

Основные положения диссертационной работы были представлены в рамках следующих научно-практических мероприятий: Всероссийская научно-практическая конференция: «ЕОФ-Самара-2024» (Самара, 2024); Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Аспирантские чтения – 2025: Молодые учёные – медицине. Приоритетные направления науки в достижении технологического суверенитета. SIMS – 2025: Samara International Medical Science» (Самара, 2025); Пятый Евразийский ортопедический форум (Москва, 2025); X Международный Пироговский форум травматологов-ортопедов (Самара, 2025); XII Всероссийский Приоровский форум (Москва, 2025).

Внедрение результатов исследования

Разработанный подход к преабилитации пациентов при ТЭКС внедрён и активно применяется в профильных отделениях медицинских учреждений Самарской области: травматолого-ортопедических отделениях № 1 и № 2 Клиник ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России; травматологическом отделении № 4 ГБУЗ СО «Самарская городская клиническая больница № 1 им. Н.И. Пирогова»; травматолого-ортопедическом отделении № 2 ГБУЗ СО «Тольяттинская городская клиническая больница № 5».

Результаты исследования интегрированы в образовательную программу по дисциплине «травматология и ортопедия» на кафедре травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова и кафедре травматологии, ортопедии и поликлинической хирургии ИПО ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России.

Личный вклад автора

Автором проведён всесторонний анализ современных данных отечественных и зарубежных научных публикаций и специализированной литературы. Разработан дизайн исследования, организован набор клинического материала, проведён его анализ и осуществлена разработка нового подхода к преабилитации пациентов при ТЭКС, а также компьютерных программ для определения индивидуального комплекса преабилитации и оценки результатов его применения.

Диссертант осуществлял ведение пациентов в до-, и послеоперационном периодах, определял индивидуальный комплекс преабилитации, ассистировал при

выполнении ТЭКС. Автором выполнен сравнительный статистический анализ полученных результатов с последующей оценкой эффективности применения подхода к преабилитации при ТЭКС.

Связь диссертации с планом основных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ университета

Диссертационное исследование выполнено в рамках плана основных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ университета и соответствует комплексному научно-исследовательскому направлению кафедры травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России: «Диагностика и лечение патологии опорно-двигательной системы, в том числе с использованием биофизических факторов и биотехнологий, а также персонифицированного подхода к пациенту» (регистрационный номер научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы АААА-А19-119122590099-8, дата регистрации 25.12.2019).

Соответствии паспорту специальности

Диссертационное исследование соответствует паспорту научной специальности 3.1.8. – Травматология и ортопедия: экспериментальная и клиническая разработка и совершенствование методов лечения заболеваний и повреждений опорно-двигательной системы, их последствий, а также предупреждение, диагностика и лечение возможных осложнений.

Публикации по теме диссертационного исследования

Всего по теме диссертационного исследования опубликовано 5 печатных работ, из них 3 – в научных журналах, включённых в перечень Высшей аттестационной комиссии Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. Получены 1 патент РФ на изобретение и 2 свидетельства РФ о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Объём и структура диссертации

Диссертационная работа представлена на 168 страницах печатного текста, состоит из введения, обзора литературы, трёх глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, включающего 155 источников (40 российских и 115 зарубежных). В тексте диссертации представлены 21 рисунок и 22 таблицы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Дизайн исследования соответствовал одноцентровому проспективному открытому рандомизированному контролируемому интервенционному клиническому исследованию. Дизайн и блок-схема были разработаны в соответствии с международными стандартами CONSORT 2010 – Рисунок 1.

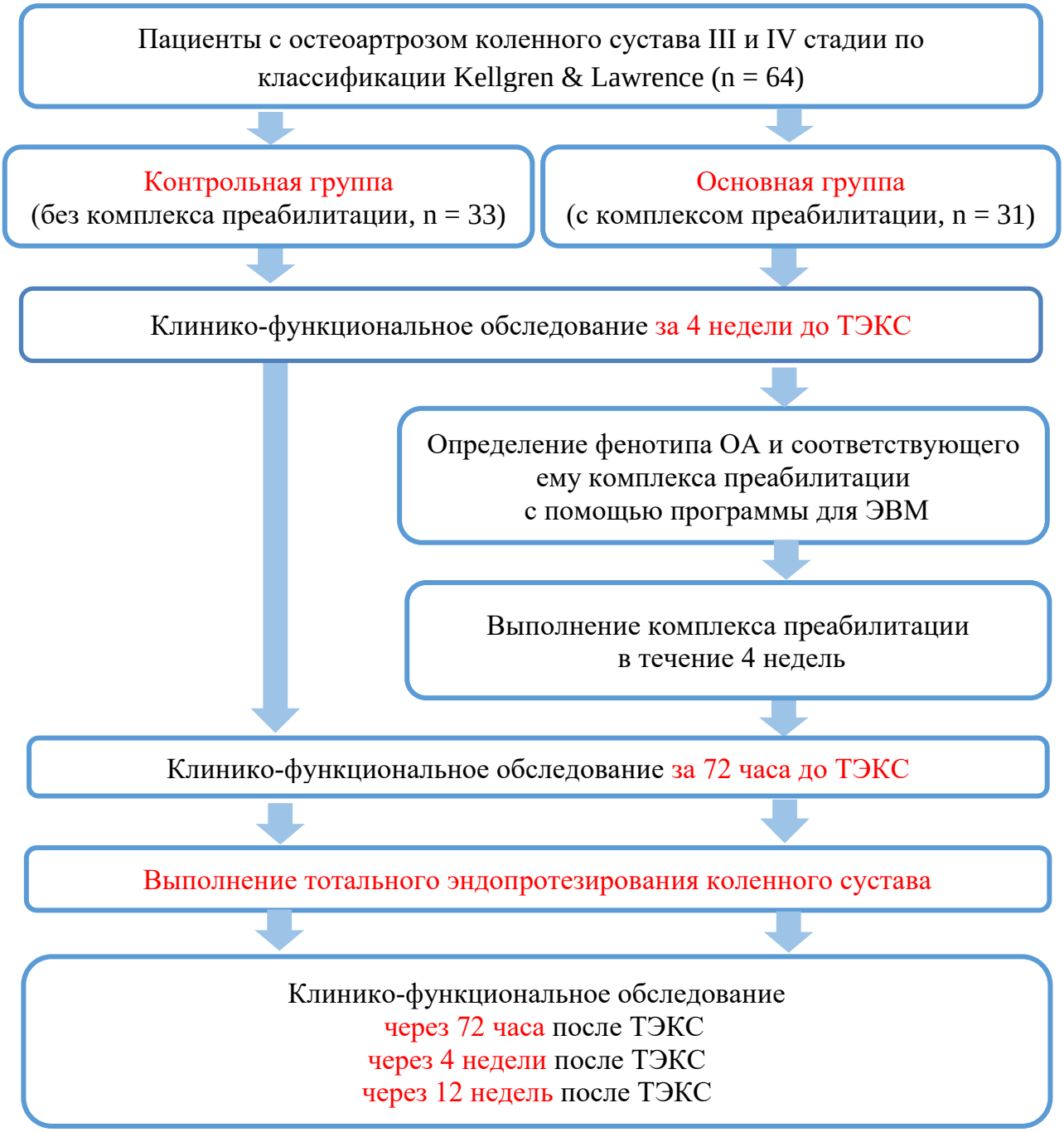


Рисунок 1 – Блок-схема дизайна клинического исследования

В исследование были включены 64 пациента с ОА коленного сустава III и IV стадий по классификации Kellgren & Lawrence, которым было выполнено ТЭКС. Лечение пациентов проводили в период с 2023 по 2025 гг. на базе травматолого-ортопедического отделения № 2 и Центра комплексной реабилитации Клиник ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России.

Критериями включения пациентов в исследование были: пол – любой; возраст – от 18 до 70 лет; верифицированный ОА коленного сустава III и IV стадий по классификации Kellgren & Lawrence и ОА коленного сустава I и II стадий контрлатеральной конечности; межлодыжечное расстояние ≤ 8 см (для вальгусной деформации); межмыщелковое расстояние ≤ 8 см (для варусной деформации); укорочение нижней конечности ≤ 2 см; ИМТ < 35 кг/м^2; индекс активности в повседневной жизни (индекс Бартела) > 65 баллов; отсутствие стадии обострения и/или декомпенсации сопутствующих хронических инфекционных и неинфекционных заболеваний; отсутствие в анамнезе немедикаментозного лечения в виде ЛФК и/или физиотерапии не более, чем за 3 месяца до исследования; медикаментозного лечения в виде пара- и интраартикулярного введения хондопротекторов, гиалуроновой кислоты, глюкокортикостероидов, обогащённой тромбоцитами плазмы (ОТП), аутологичной стромально-васкулярной фракции (АСВФ) и аутоклеток красного костного мозга (АККМ) не более, чем за месяц до исследования; отсутствие предшествующих операций на поражённом коленном суставе или травмы, указывающих на вторичный характер ОА; добровольное информированное согласие пациента на участие в исследовании.

Критериями невключения пациентов в исследование считали: возраст младше 18 лет или старше 70 лет; укорочение нижней конечности > 2 см; межлодыжечное расстояние > 8 см; межмыщелковое расстояние > 8 см; наличие в анамнезе немедикаментозного лечения в виде ЛФК и/или физиолечения, проведённого менее чем за 3 месяца до исследования; медикаментозного лечения в виде пара- и интраартикулярного введения хондопротекторов, гиалуроновой кислоты, глюкокортикостероидов, ОТП, АСВФ, АККМ менее чем за месяц до исследования; наличие предшествующих операций на поражённом коленном суставе или травмы, указывающих на вторичный характер ОА; индекс активности в повседневной жизни (индекс Бартела) ≤ 65 баллов; алиментарно-конституциональное ожирение II

степени и выше (ИМТ ≥ 35 кг/м^2); наличие стадии обострения и/или декомпенсации инфекционных и неинфекционных сопутствующих хронических заболеваний.

Отобранные в соответствии с критериями 64 пациента были распределены в две клинические группы. В контрольную группу вошли 33 пациента, которым перед ТЭКС в соответствии с рекомендациями травматолога-ортопеда без учёта фенотипа ОА в амбулаторных условиях проводили только рутинное комплексное обследование перед госпитализацией. В основную группу был включён 31 пациент, которым помимо общепринятого обследования был применён разработанный нами комплекс преабилитации – его содержание определяли в зависимости от верифицированного фенотипа ОА коленного сустава (патент РФ на изобретение № 2844621 от 04.08.2025).

Всем пациентам через медиальный парапателлярный доступ выполняли ТЭКС заднестабилизированными эндопротезами с цементной фиксацией. Оценку клинико-функционального состояния пациентов травматолог-ортопед проводил за 4 недели и 72 часа до операции и через 72 часа, 4 и 12 недель после хирургического вмешательства.

Общая характеристика пациентов

В исследование вошли 43 (67,2%) пациента женского пола и 21 (32,8%) – мужского. Средний возраст больных составил 61(2,5) года. Обе клинические группы были сопоставимы по полу и возрасту (p = 0,064) – Таблица 1.

Таблица 1 – Общая половозрастная характеристика пациентов групп сравнения

Пол / Возраст	Мужчины		Женщины		Итого
	Контрольная группа	Основная группа	Контрольная группа	Основная группа	
40-49 лет	2 (3,1%)	1 (1,6%)	3 (4,7%)	2 (3,1%)	8 (12,5%)
50-59 лет	4 (6,3%)	3 (4,7%)	7 (10,9%)	7 (10,9%)	19 (29,7%)
60-69 лет	6 (9,4%)	7 (10,9%)	11 (17,2%)	11 (17,2%)	37 (57,8%)
Всего	12 (18,8%)	11 (17,2%)	21 (32,8%)	20 (31,2%)	64 (100%)

Характеристика пациентов групп сравнения по преобладающим клинико-функциональным нарушениям представлена в Таблице 2: в обеих группах превалировали пациенты с болевым синдромом и признаками хронического синовита коленного сустава (p = 0,379).

Таблица 2 – Характеристика пациентов групп сравнения по преобладающим клинико-функциональным нарушениям нижних конечностей

Пол / Клинико-функциональные нарушения	Мужчины		Женщины		Итого
	Контрольная группа	Основная группа	Контрольная группа	Основная группа	
Болевой синдром	6 (9,4%)	7 (10,9%)	10 (15,6%)	10 (15,6%)	33 (51,6%)
Признаки хронического синовита	3 (4,7%)	3 (4,7%)	9 (14,1%)	6 (9,4%)	21 (32,8%)
Ограничение объёма движений	1 (1,6%)	1 (1,6%)	4 (6,3%)	4 (6,3%)	10 (15,6%)
Всего	10 (15,6%)	11 (17,2%)	23 (35,9%)	20 (31,3%)	64 (100%)

Стратификация пациентов основной группы подразумевала их распределение по трём подгруппам, в зависимости от ведущего синдрома и фенотипа ОА. Характеристика пациентов основной группы по половому и возрастному признакам представлена в Таблице 3. Подавляющее большинство пациентов (n = 17) было отнесено к первой подгруппе с фенотипом ОА хронической боли.

Таблица 3 – Половозрастная характеристика пациентов основной группы в соответствии с фенотипом остеоартроза

Подгруппа / Возраст (лет)	Первая подгруппа (фенотип ОА хронической боли)		Вторая подгруппа (воспалительный фенотип ОА)		Третья подгруппа (фенотип ОА биомеханических нарушений)	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
40-49	1 (3,2%)	1 (3,2%)	0 (0%)	1 (3,2%)	0 (0%)	0 (0%)
50-59	2 (6,5%)	3 (9,7%)	1 (3,2%)	1 (3,2%)	0 (0%)	1 (3,2%)
60-69	4 (12,9%)	6 (19,4%)	2 (6,5%)	4 (12,9%)	1 (3,2%)	3 (9,7%)
Всего	7 (22,6%)	10 (32,3%)	3 (9,7%)	6 (19,4%)	1 (3,2%)	4 (12,9%)

Методы исследования. Для сравнительного анализа и оценки эффективности лечения использовали комплекс клинико-диагностических методов обследования.

Клинический осмотр включал детализированный опрос, сбор анамнеза и физикальный осмотр, в ходе которого выполняли пальпацию области поражения, определение амплитуды активных и пассивных движений в суставах, измерение

длины и окружности конечности, определение мышечной силы и функции поражённого сегмента.

Для оценки клинико-функционального состояния коленных суставов, удовлетворённости и качества жизни пациентов использовали шкалы-опросники: индекс оценки остеоартрита университетом Западного Онтарио и МакМастера (Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index, WOMAC); шкалу оценки функционального состояния коленного сустава (Knee injury and osteoarthritis outcome score, KOOS); визуально-аналоговую шкалу (ВАШ); шкалу оценки ожиданий пациентов от предстоящей артропластики коленного сустава (Hospital of Special Surgery Knee Replacement Expectations Survey, HSS-KRES).

Рентгенологическое исследование выполняли с помощью аппаратов моделей «OEC 9800 Plus» и «Definium 8000» (General Electric Healthcare, Германия) в прямой и боковой проекциях на длинной кассете от средней трети бедра до средней трети голени с целью выявления изменений, характерных для ОА, определения его стадии, динамики патологического процесса.

Для оценки нейромышечного контроля и двигательной активности пациентов выполняли поверхностную функциональную электронейромиографию (ЭНМГ) четырёхглавой и двуглавой мышц бедра, икроножной мышцы, определяя амплитуду потенциала действия мышц с помощью комплекса «МБН-Биомеханика» (Россия). Проводили двигательные тесты: 2MWT (Two Minute Walking Test) – тест двухминутной ходьбы и TUG (Timed Up and Go) – тест «Встань и иди».

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы IBM SPSS Statistics 25 PS for Windows 11 (IBM, США) и разработанной нами программы для оценки результатов преабилитации при эндопротезировании коленного сустава» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025662976 от 23.05.2025).

Новый подход к дооперационной коррекции клинико-функциональных нарушений при ТЭКС (патент РФ на изобретение № 2844621 от 04.08.2025) был применён в основной группе пациентов. За 4 недели до госпитализации пациентам проводили комплексное обследование. При наличии не менее двух критериев, соответствующих одному из фенотипов ОА, пациентов разделяли на три подгруппы.

Первая подгруппа – пациенты с выраженным болевым синдромом (фенотип хронической боли ОА – «chronic pain») – была выделена на основании: жалоб на выраженный болевой синдром в области сустава в покое и стартовые суставные боли, оценки по ВАШ более 6 баллов, оценки по шкале KOOS в разделе «Боль» менее 50 баллов, оценки по шкале WOMAC более 38 баллов.

Во вторую подгруппу были включены пациенты с преобладанием воспалительного компонента (воспалительный фенотип ОА – «inflammatory mechanisms»), у которых наблюдали: лейкоцитоз более 11×10^9/л, СОЭ более 25 мм/час, С-реактивный белок более 10 мг/л, уровень фибриногена более 5 г/л. При клиническом осмотре отмечали наличие хронического синовита коленного сустава.

Третью подгруппу составили пациенты с преобладанием ограничения объёма движений в поражённом коленном суставе (фенотип биомеханических нарушений ОА – «mechanical overload»), у которых оценка по шкале KOOS в разделе «Симптомы» составила менее 50 баллов, по шкале WOMAC более 38 баллов; амплитуда потенциала действия m. biceps femoris составила менее 25 mkV, m. rectus femoris – менее 35 mkV, m. gastrocnemius – менее 23 mkV; результаты двигательных тестов: TUG – более 20 секунд и 2MWT – менее 100 м. Пациенты предъявляли жалобы на скованность в коленном суставе после пробуждения и длительного состояния покоя, на выраженное ограничение объёма движений в суставе.

По итогам распределения на подгруппы пациентам назначали комплекс мероприятий преабилитации, часть из которых являлись общими, а часть специфическими, направленными на коррекцию преобладающих у пациентов клинико-функциональных нарушений в зависимости от фенотипа ОА.

Общие мероприятия включали: курс активной механотерапии и дыхательной гимнастики; обучение пациентов технике ходьбы без опоры на поражённую конечность с использованием средств опоры и передвижения, освоение навыков повседневной активности (присаживание, подъём с постели и т.п.); психологическое сопровождение с участием медицинского психолога; ортезирование коленного сустава эластичным функционально-корригирующим бандажом.

Специфические мероприятия комплекса преабилитации в первой подгруппе были направлены на купирование болевого синдрома и включали СМТ-терапию с помощью аппарата «Амплипульс-5» (Россия) и кинезиотейпирование коленного

сустава по технике «китайский фонарик». Во второй подгруппе для купирования воспаления в суставе применяли низкочастотную магнитотерапию с помощью аппарата «Полимаг-01» (Россия) и кинезиотейпирование по W-технике. У пациентов третьей подгруппы для увеличения амплитуды движений в коленном суставе применяли пассивную механотерапию на роботе-тренажёре «АРТРОМОТ К1» (Германия) и кинезиотейпирование по Y-технике.

Для реализации индивидуального мультимодального подхода к преабилитации была разработана компьютерная программа для определения её индивидуального комплекса при ТЭКС (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2026610177 от 13.01.2026) – Рисунок 2.

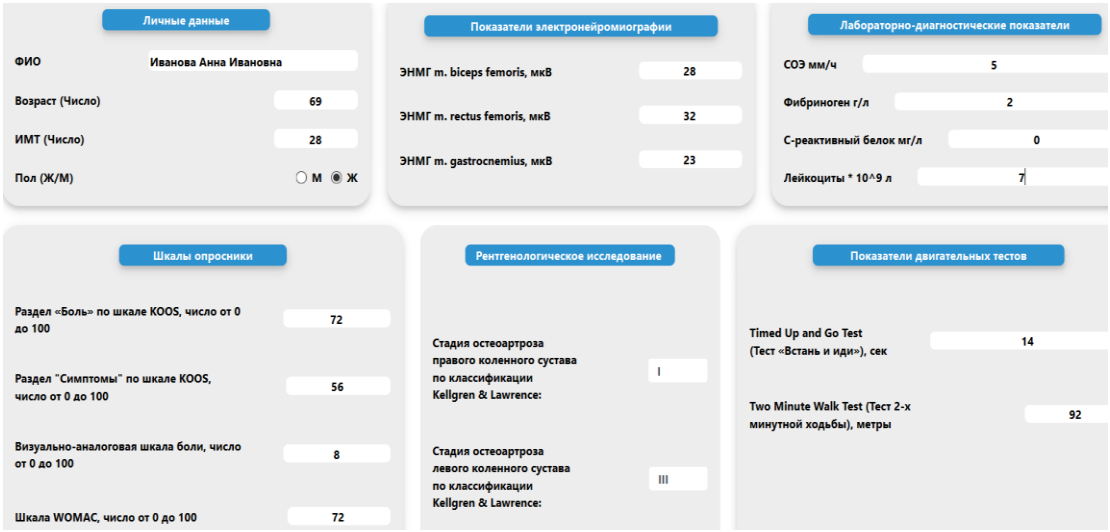


Рисунок 2 – Интерфейс программы для ЭВМ выбора комплекса преабилитации

Программа на основании данных обследования позволяла травматологу-ортопеду осуществлять автоматизированную стратификацию пациентов по фенотипу ОА коленного сустава и определять индивидуальный комплекс преабилитации, предназначенный для подготовки к ТЭКС.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сравнительный анализ результатов лечения групп пациентов с применения комплекса преабилитации и без него проводили с помощью разработанной компьютерной программы для оценки результатов применения преабилитации при эндопротезировании коленного сустава (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025662976 от 23.05.2025).

Полученные на всех сроках наблюдения результаты клинико-функционального обследования пациентов групп сравнения по шкалам WOMAC, ВАШ, амплитуде потенциала действия m. rectus femoris и двигательному тесту 2MWT представлены в Таблицах 4-7.

Таблица 4 – Результаты клинико-функционального обследования пациентов групп сравнения по шкале-опроснику WOMAC в динамике, баллы

Группы / Сроки	Контрольная группа (n = 33) M(SD) / Me (Q_1;Q_3)	Основная группа (n = 31) M(SD) / Me (Q_1;Q_3)	p
4 недели до операции	53,39 (8,42)	52,48 (7,67)	0,653
72 часа до операции	55,64 (46,3;65,0)	38,0 (37,0;39,0)	<0,001*
72 часа после операции	36,12 (25,8;46,4)	34,0 (31,0;37,0)	0,052
4 недели после операции	36,0 (33,0;38,0)	24,0 (23,0;26,0)	<0,001*
12 недель после операции	28,0 (26,0;29,0)	15,0 (14,0;17,0)	<0,001*

* – изменения показателей статистически значимы (p < 0,05)

Таблица 5 – Результаты клинико-функционального обследования пациентов групп сравнения по ВАШ в динамике, баллы

Группы / Сроки Наблюдения	Контрольная группа (n = 33) M(SD) / Me (Q_1;Q_3)	Основная группа (n = 31) M(SD) / Me (Q_1;Q_3)	p
4 недели до операции	6,0 (6,0;7,0)	7,0 (6,0;7,0)	0,420
72 часа до операции	7,0 (6,0;7,0)	6,0 (5,0;6,0)	<0,001*
72 часа после операции	6,0 (5,0;6,0)	5,0 (4,0;5,0)	<0,001*
4 недели после операции	5,0 (5,0;5,0)	4,0 (3,0;4,0)	<0,001*
12 недель после операции	2,0 (1,0;2,0)	1,0 (0,0;1,0)	<0,001*

* – изменения показателей статистически значимы (p < 0,05)

Таблица 6 – Результаты изменения амплитуды потенциала действия четырёхглавой мышцы бедра у пациентов групп сравнения в динамике, mkV

Группы / Сроки Наблюдения	Контрольная группа (n = 33) M(SD) / Me (Q_1;Q_3)	Основная группа (n = 31) M(SD) / Me (Q_1;Q_3)	p
4 недели до операции	41,50 (40,1;42,8)	40,66 (39,07;42,25)	0,067
72 часа до операции	41,14 (1,06)	45,35 (1,77)	<0,001*
72 часа после операции	35,92 (2,14)	41,05 (1,46)	<0,001*
4 недели после операции	42,1 (40,9;44,3)	51,76 (50,08;53,44)	<0,001*
12 недель после операции	51,25 (48,20;54,30)	60,1 (58,1;61,3)	<0,001*

* – изменения показателей статистически значимы (p < 0,05)

Таблица 7 – Результаты двигательного теста 2MWT у пациентов групп сравнения в динамике, метры

Группы / Сроки Наблюдения	Контрольная группа (n = 33) M(SD) / Me (Q_1;Q_3)	Основная группа (n = 31) M(SD) / Me (Q_1;Q_3)	p
4 недели до операции	105,0 (87,0;113,0)	108,0 (96,0;115,0)	0,537
72 часа до операции	101,8 (94,5;110,0)	115,0 (110,0;122,0)	<0,001*
72 часа после операции	30,0 (24,5;44,5)	100,11 (80,24;120,0)	<0,001*
4 недели после операции	68,5 (61,0;71,0)	142,68 (126,77;158,59)	<0,001*
12 недель после операции	111,21 (13,84)	154,06 (11,73)	<0,001*

* – изменения показателей статистически значимы (p < 0,05)

При оценке исходного клинико-функционального состояния пациентов за 4 недели до операции статистически значимых различий между группами не было обнаружено: по шкале WOMAC (p = 0,653), по ВАШ (p = 0,420), по шкале HSS-KRES (p = 0,586). В ходе сопоставления параметров шкалы KOOS было выявлено отсутствие достоверно значимых различий в разделах «Симптомы» (p = 0,104) и «Боль» (p = 0,519).

Сравнение результатов ЭНМГ четырёхглавой и двуглавой мышц бедра, икроножной мышцы не выявило статистически значимых различий между группами (p = 0,067, p = 0,904 и p = 0,110 соответственно). По данным двигательных тестов 2MWT и TUG полученные в группах результаты также были сопоставимыми (p = 0,537 и p = 0,323 соответственно). Результаты подтвердили исходную сопоставимость клинических групп.

За 72 часа до выполнения ТЭКС (и завершения комплекса преабилитации в основной группе) была отмечена значимая разница результатов между пациентами групп сравнения. По шкале WOMAC динамика была разнонаправленной: у пациентов основной группы – положительная, в контрольной группе – отрицательная (p < 0,001). По данным ВАШ количественные различия были невелики относительно друг друга, однако в основной группе наблюдали улучшение показателя, в контрольной, наоборот, была выявлена тенденция к ухудшению (p < 0,001). По шкале HSS-KRES у пациентов основной группы отмечали положительные изменения в виде формирования реалистичных и позитивных ожиданий от результатов ТЭКС, тогда как в контрольной группе ожидания были на том же уровне, как и за 4 недели до операции (p < 0,001).

Результаты исследования по шкале KOOS за 72 часа до выполнения ТЭКС продемонстрировали статистически значимые различия во всех разделах, кроме «Спорт и активность на отдыхе». Данные ЭНМГ показали в основной группе стабильное повышение функциональной активности мышц, в контрольной группе, напротив, были отмечены противоположные результаты ($p < 0,001$). При сопоставлении показателей двигательных тестов были выявлены статистически значимые различия по 2MWT ($p < 0,001$), в то время как по данным TUG различия не являлись статически значимыми ($p = 0,773$). Установленная на данном сроке наблюдения разница результатов и характер их динамики свидетельствовали о положительном влиянии комплекса преабилитации, выполненного пациентам основной группы перед ТЭКС.

Анализ результатов через 72 часа после операции выявил положительную динамику в обеих группах, однако было отмечено снижение показателей разделов KOOS «Симптомы» и «Оценка качества жизни». По шкале WOMAC отметили умеренную позитивную динамику в обеих группах, но статистически значимых различий между ними получено не было ($p = 0,052$). По ВАШ наблюдали положительную динамику, при этом межгрупповые различия были статистически значимыми ($p < 0,001$). По данным ЭНМГ и двигательных тестов в контрольной группе отмечали умеренную отрицательную динамику, однако в основной группе эта тенденция была выражена слабее, при этом различия были статистически значимыми ($p < 0,001$). Полученные в раннем послеоперационном периоде результаты были обусловлены болевым синдромом, отёком и воспалением периартикулярных тканей у пациентов обеих групп после вмешательства.

При сравнении результатов через 4 недели после операции было зафиксировано улучшение изучаемых показателей в обеих группах, при этом в основной группе положительная динамика была более выраженной, чем в контрольной группе. Статистически значимые различия были выявлены по шкалам WOMAC, KOOS и ВАШ ($p < 0,001$). Аналогичная картина была отмечена по данным ЭНМГ и двигательных тестов ($p < 0,001$).

Сравнительный анализ результатов через 12 недель после вмешательства выявил сохранение более высоких значений у пациентов основной группы, что было подтверждено результатами по шкалам WOMAC, KOOS, ВАШ, а также ЭНМГ всех

трёх мышц и двигательного теста 2MWT ($p < 0,001$). При изучении результатов двигательного теста TUG статистически значимых различий между группами выявлено не было ($p = 0,662$), что, на наш взгляд, было связано с меньшим воздействием комплекса преабилитации на функциональную мобильность, динамическое равновесие и координацию.

Оценка эффективности разработанного комплекса преабилитации при ТЭКС с позиции доказательной медицины

Ключевыми критериями оценки клинических исходов через 12 недель после ТЭКС являлись показатели шкал-опросников WOMAC, ВАШ, амплитуда потенциала действия четырёхглавой мышцы бедра и двигательный тест 2MWT. Критерии оценки представлены в Таблице 8.

Таблица 8 – Критерии оценки клинических исходов через 12 недель после ТЭКС

Клинический исход / Показатель	Благоприятный	Неблагоприятный
WOMAC, баллы	≤ 20	> 20
ВАШ, баллы	≤ 3	> 3
Амплитуда потенциала действия m. rectus femoris, mkV	≥ 50	< 50
2MWT, метры	≥ 140	< 140

Сравнительная оценка исходов лечения у пациентов групп сравнения через 12 недель после оперативного вмешательства показана в Таблице 9.

Таблица 9 – Сравнительная оценка исходов лечения у пациентов групп сравнения через 12 недель после операции

Результат лечения / Клинические группы	Благоприятный исход, n	Неблагоприятный исход, n	Всего, n
Основная группа	24 (77,4%)	7 (22,6%)	31 (100%)
Контрольная группа	12 (36,4%)	21 (63,6%)	33 (100%)

Было установлено, что проведение комплекса преабилитации позволило в 2,13 раза увеличить число положительных исходов лечения в основной группе пациентов через 12 недель после ТЭКС. В ходе оценки эффективности предложенного подхода к преабилитации были получены следующие ключевые показатели: ЧБИЛ в основной группе – 0,77; повышение относительной пользы (ПОП) – 112,9%; повышение абсолютной пользы (ПАП) – 0,41; число пациентов,

нуждающихся в проведении предложенного способа преабилитации (ЧБНЛ) – 2,44; отношение шансов – 6,00 [95% ДИ 1,99-18,04].

Таким образом, результаты статистического анализа подтвердили эффективность нового подхода к преабилитации у пациентов при ТЭКС, которая проявилась в значимом улучшении клинико-функциональных результатов на всех сроках наблюдения после операции.

Совершенствование алгоритма организации медицинской помощи пациентам при ТЭКС

Содержательная часть каждого из этапов алгоритма представлена следующим образом. **На первом этапе:** первичный приём пациента травматологом-ортопедом в рамках амбулаторной консультации в поликлинике по месту жительства: верификация диагноза, определение показаний к проведению ТЭКС, направление пациента на ЭНМГ нижних конечностей, лабораторные исследования; после получения результатов – на последующую консультацию травматолога-ортопеда в медицинской организации, оказывающей специализированную, в том числе, высокотехнологичную медицинскую помощь.

На втором этапе: консультация травматолога-ортопеда в условиях медицинской организации, оказывающей специализированную, в том числе, высокотехнологичную медицинскую помощь: клинический осмотр, подтверждение наличия показаний к ТЭКС, оценка клинико-функционального состояния поражённого сегмента опорно-двигательной системы с помощью шкал-опросников и двигательных тестов, занесение данных в разработанную программу ЭВМ для определения фенотипа ОА и индивидуального комплекса преабилитации; оформление врачебного заключения с рекомендацией прохождения комплекса преабилитации в амбулаторных условиях или в условиях дневного стационара на базе медицинской организации, где будет выполнено ТЭКС.

На третьем этапе: проведение комплекса преабилитации: начало за 4 недели, завершение – за 72 часа до ТЭКС. **На четвёртом этапе**: плановая госпитализация в специализированное отделение и выполнение ТЭКС. **На пятом этапе:** проведение первого этапа медицинской реабилитации в условиях специализированного отделения, где было проведено ТЭКС. **На шестом этапе:** перевод пациента на второй этап реабилитации в условиях круглосуточного стационара.

Таким образом, реализация предложенного алгоритма позволит сформировать единый контур оказания полноформатной медицинской помощи пациентам при ТЭКС и обеспечить получение ими лучших клинико-функциональных результатов за счёт применения комплекса преабилитации.

ВЫВОДЫ

1. Разработан и внедрён в клиническую практику новый мультимодальный подход к преабилитации пациентов при тотальном эндопротезировании коленного сустава (патент РФ на изобретение № 2844621 от 04.08.2025), представляющей лечебный комплекс, назначаемый индивидуально в соответствии с фенотипом остеоартроза и позволяющий достичь положительного исхода лечения пациентов через 12 недель после операции в 2,13 раза чаще, чем без его выполнения ($p < 0,001$).

2. Предложена и внедрена в клиническую практику компьютерная программа для определения индивидуального комплекса преабилитации при эндопротезировании коленного сустава (свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2026610177 от 13.01.2026), обеспечивающая определение фенотипа остеоартроза и патогенетически обоснованного комплекса мероприятий преабилитации пациентов.

3. Сравнительный анализ результатов лечения пациентов с применением комплекса преабилитации и без него продемонстрировал статистически значимую разницу показателя шкалы-опросника WOMAC и амплитуды потенциала действия четырёхглавой мышцы бедра через 4 и 12 недель после операции: 24,0 балла и 36,0 баллов ($p < 0,001$) против 15,0 баллов и 28,0 баллов ($p < 0,001$); 51,76 mkV и 42,1 mkV ($p < 0,001$) против 60,1 mkV и 51,25 mkV ($p < 0,001$) соответственно.

4. Разработанный подход к преабилитации пациентов при тотальном эндопротезировании коленного сустава эффективен и обеспечивает через 12 недель после операции достижение следующих показателей: ЧБИЛ – 0,77; ПОП – 112,9%; ПАП – 0,41; ЧБНЛ – 2,44; ОШ – 6,00 [95%ДИ 1,99-18,04], $p < 0,001$.

5. Усовершенствован алгоритм организации оказания медицинской помощи пациентам при тотальном эндопротезировании коленного сустава в медицинских организациях, формирующий единый организационно-лечебный

подход к их ведению и обеспечивающий улучшение клинико-функциональных результатов оперативного вмешательства.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При наличии показаний для тотального эндопротезирования коленного сустава пациентам необходимо выполнение разработанного комплекса преабилитации.

2. При планировании комплекса преабилитации травматологу-ортопеду целесообразно использовать разработанную программу ЭВМ для определения индивидуального комплекса мероприятий преабилитации с учётом фенотипа остеоартроза коленного сустава у конкретного пациента.

3. Для анализа результатов применения комплекса преабилитации пациентов при тотальном эндопротезировании коленного сустава травматологу-ортопеду необходимо использовать разработанную программу ЭВМ для оценки результатов лечения.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Перспективы дальнейшей разработки темы могут состоять в расширении дизайна исследования, увеличении выборки пациентов, анализе отдалённых результатов лечения, углублении фенотипической стратификации остеоартроза, внедрении технологий искусственного интеллекта при определении тактики лечения, модификации комплекса преабилитации для использования его у пациентов, готовящихся к оперативным вмешательствам на других сегментах опорно-двигательной системы.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Вариабельность дооперационной реабилитации при подготовке к первичному эндопротезированию у пациентов с остеоартрозом коленного сустава / Г.П. Котельников, А.В. Колсанов, О.И. Мосеев [и др.] // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: реабилитация, врач и здоровье. – 2024. – Т. 14, № 4. – С. 29-38. – DOI 10.20340/vmi-rvz.2024.4.CLIN.1.

2. Применение разработанного комплекса преабилитации при тотальном эндопротезировании коленного сустава / Г.П. Котельников, А.В. Колсанов, О.И. Мосеев [и др.] // Физическая и реабилитационная медицина. – 2025. – Т. 7, № 2. – С. 50-62. – DOI 10.26211/2658-4522-2025-7-2-50-62.

3. Преабилитации пациентов при тотальном эндопротезировании коленного сустава / О.И. Мосеев, Г.П. Котельников, Д.С. Кудашев [и др.] // XII Всероссийский Приоровский форум, посвящённый 140-летию Н.Н. Приорова:

Сборник работ, Москва, 12-13 декабря 2025 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2025. – С. 167-168.

4. Ожидания, удовлетворённость и качество жизни пациентов до и после первичного тотального эндопротезирования коленного сустава / О.И. Мосеев, Г.П. Котельников, Д.С. Кудашев // Аспирантские чтения – 2025: молодые учёные – медицине. Приоритетные направления науки в достижении технологического суверенитета: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Самара, 01-02 апреля 2025 года. – Самара: ООО «Полиграфическое объединение «Стандарт», 2025. – С.78-80.

5. Анализ результатов применения нового подхода к преабилитации пациентов при тотальном эндопротезировании коленного сустава / Г.П. Котельников, А.В. Колсанов, Д.С. Кудашев // Наука и инновации в медицине. – 2026. – Т. 11, № 2. – С. 144-150. – DOI 10.35693/SIM702187.

ОБЪЕКТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

1. Патент № 2844621 C1 Российская Федерация, МПК A61H 1/00, A61N 2/00, A61B 5/00. Способ преабилитации пациентов при эндопротезировании коленного сустава: заявл. 26.12.2024: опубл. 04.08.2025 / Г.П. Котельников, А.В. Колсанов, О.И. Мосеев [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025662976 Российская Федерация. Программа для оценки результатов преабилитации при эндопротезировании коленного сустава: заявл. 30.04.2025: опубл. 23.05.2025 / Г.П. Котельников, Д.С. Кудашев, О.И. Мосеев [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2026610177 Российская Федерация. «Программа для определения индивидуального комплекса преабилитации при эндопротезировании коленного сустава»: заявл. 19.12.2025: опубл. 13.01.2026 / Г.П. Котельников, Д.С. Кудашев, О.И. Мосеев [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.