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

На правах рукописи

МОСЕЕВ Олег Игоревич

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

3.1.8. – Травматология и ортопедия

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук,
доцент Д.С. Кудашев

Самара – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 12

1.1. Особенности клинико-функциональных нарушений нижних конечностей у пациентов с остеоартрозом, ожидающих тотального эндопротезирования коленного сустава 12

1.2. Лечение пациентов с клинико-функциональными нарушениями нижних конечностей при остеоартрозе коленного сустава 18

1.3. Существующие подходы к дооперационной коррекции клинико-функциональных нарушений нижних конечностей при тотальном эндопротезировании коленного сустава 27

1.4. Ожидания, удовлетворённость и качество жизни пациентов после тотального эндопротезирования коленного сустава 37

Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 45

2.1. Дизайн исследования 45

2.2. Общая характеристика пациентов 52

2.3. Методы исследования 55

Глава 3. НОВЫЙ ПОДХОД К ДООПЕРАЦИОННОЙ КОРРЕКЦИИ КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ ПРИ ТОТАЛЬНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА 64

Глава 4. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДЛОЖЕННОГО КОМПЛЕКСА ПРЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ 97

4.1. Сравнительный анализ результатов лечения групп пациентов с применением комплекса преабилитации и без него 97

4.2. Оценка эффективности комплекса преабилитации пациентов с позиции доказательной медицины 116

4.3. Алгоритм организации оказания медицинской помощи пациентам при тотальном эндопротезировании коленного сустава в медицинских организациях, включающий преабилитацию 118

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 121

ВЫВОДЫ 129
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ 130
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ 131
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ 132
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 134
ПРИЛОЖЕНИЯ 155

ВВЕДЕНИЕ

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 поражённом 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 (Ларцев Ю.В. 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 объема 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 (Измалков С.Н. и соавт., 2018; Пономаренко Г.Н. и соавт., 2019; Яшков А.В. и соавт., 2020; 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 чем 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 в медицинских организациях.

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 остеоартрозом и выборе травматологом-ортопедом индивидуального комплексе мероприятий преабилитации. Это обеспечивает положительные клинико-функциональные результаты в до- и послеоперационном периодах, психологическую подготовку, раннюю активизацию, сокращение сроков реабилитации, повышение уровня удовлетворенности и качества жизни пациентов.

Предложенная программа для ЭВМ автоматизирует стратификацию пациентов по фенотипам остеоартроза 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 остеоартроза, эндопротезирования коленного сустава и преабилитации. Практическая часть исследования выполнена по плану, соответствующему стандартам CONSORT 2010 (CONsolidated Standards Of Reporting Trials), и включала 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 в ходе исследования 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.

Автор осуществлял ведение пациентов в до-, и послеоперационном периодах, определял индивидуальный комплекс преабилитации, ассистировал при выполнении ТЭКС. Диссертантом 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 литературы, включающего 155 источников (40 российских и 115 зарубежных). В тексте диссертации представлены 21 рисунок и 22 таблицы.

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Особенности клинико-функциональных нарушений нижних конечностей у пациентов с остеоартрозом, ожидающих тотального эндопротезирования коленного сустава

По данным Всемирной организации здравоохранения, в последние десятилетия наблюдается тенденция к увеличению доли хронических заболеваний, в том числе деструктивно-дистрофических поражений опорно-двигательной системы. Значительную часть из них составляет патология крупных суставов нижних конечностей. Выраженные нарушения функции поражённых суставов приводят к ограничению объёма движений, необходимости использования вспомогательных средств опоры и передвижения и, как следствие, к снижению трудоспособности и нарушению социальной адаптации пациентов [83, 102, 151].

Особое место среди деструктивно-дистрофических заболеваний суставов занимает остеоартроз (ОА) коленного сустава, которым страдают около 10% людей старше 55 лет. По данным официальной статистики, на сегодняшний день более 380 млн. больных зарегистрированы в России, Бразилии, Индии и Китае и 81 млн. больных – в Германии, Италии, Франции, Великобритании и Испании. При этом в Российской Федерации с 2000 по 2020 гг. число больных ОА увеличилось почти 3,5 раза [1, 2, 9, 102].

По данным отечественной и зарубежной литературы ОА коленного сустава относится к гетерогенной группе заболеваний различной этиологии со сходными биологическими, морфологическими и клиническими проявлениями и характеризуется структурными изменениями суставного хряща, субхондральной кости, комплексом взаимосвязанных клинико-функциональных нарушений, определяющих стадию заболевания [10, 88, 130, 154].

ОА коленного сустава представляет собой мультифакториальное заболевание, обусловленное как врождёнными или приобретёнными нарушениями формы и структурной организации суставных концов, так и

хронической травматизацией, связанной с неправильным режимом нагрузок, избыточным весом, воспалительными процессами, метаболическими и эндокринными заболеваниями, а также ишемией [1, 8, 37, 54].

Фундаментальной причиной развития заболевания является несоответствие между механической нагрузкой на суставную поверхность изменённого хряща и способностью структурных элементов сопротивляться этой нагрузке. При этом биологические свойства тканей, образующих коленный сустав, могут быть изменены в связи с влиянием на них генетических факторов или под воздействием экзогенных и эндогенных приобретённых неблагоприятных аспектов [88, 130, 144, 154].

В патогенезе ОА коленного сустава, независимо от причины поражения, будь то первичный, идиопатический остеоартроз, или вторичный, основополагающую роль играют морфофункциональные изменения в виде деструкции и дистрофии, затрагивающие не только суставной хрящ и подлежащую костную ткань, но и другие структуры сустава, включая жировую ткань, синовиальную оболочку, связки и периартикулярные мышцы [21, 30, 102, 113].

Особенностями клинико-функциональных нарушений, развивающихся у пациентов с ОА коленного сустава, являются системные изменения, затрагивающие не только внутрисуставные и периартикулярные структуры, но и биомеханику всей нижней конечности, мышечную функцию, проприоцепцию и психоэмоциональное состояние. Комплексная оценка данных нарушений с позиции современных представлений о фенотипической гетерогенности ОА является необходимым условием для разработки индивидуализированных подходов к преабилитации, хирургическому лечению и послеоперационной реабилитации пациентов [18, 52, 55, 90].

Фенотип представляет собой комплекс внешне проявляющихся признаков, возникающих как результат реализации генотипа в конкретных условиях внешней среды. В контексте ОА клинически значимые фенотипы

позволяют клиницисту использовать их как инструмент для профилактики заболевания или персонализированной стратегии лечения [59, 61, 97, 109].

За последние несколько лет было определено несколько классификаций фенотипов ОА. Так, F.R. Nelson и соавт. (2018) предложил классификацию фенотипов ОА, базирующуюся на динамике прогрессирования патологии, особенностях терапевтических вмешательств или характеристиках исследуемой популяции. В других исследованиях авторы предпринимали попытки выделить клинически значимые фенотипы, опираясь на ключевые факторы риска или этиологические детерминанты, такие как ожирение или депрессивные расстройства. Подобная стратификации фенотипов ОА позволяла проводить идентификацию групп пациентов, у которых развитие и клинические проявления были обусловлены преобладающими патогенетическими механизмами, например, центральной сенсибилизацией боли, хронической механической перегрузкой или системными метаболическими нарушениями [97].

В исследовании A. Dell'Isola и M. Steultjens (2018) были верифицированы шесть фенотипов ОА:

1. Фенотип минимального поражения суставов с незначительными симптомами и дискомфортом в течение длительного периода (MJD – minimal joint disease) – отсутствие выраженных структурных изменений и болевого синдрома, несмотря на наличие рентгенологических признаков ОА;
2. Фенотип хронической боли (CP – chronic pain) – доминирование в клинической картине стойкого болевого синдрома, интенсивность которого не соответствует степени структурного повреждения сустава;
3. Фенотип биомеханических нарушений (MO – mechanical overload) – наличие контрактуры коленного сустава, вальгусной или варусной деформации и нестабильности связок;
4. Воспалительный фенотип (I – inflammatory) – выраженные признаки синовита в виде отёка, локального повышения температуры и утренней скованности, часто с выпотом в суставе;

5. Метаболический фенотип (MD – metabolic disturbances) – ассоциирован с ожирением, инсулинорезистентностью, сахарным диабетом 2 типа и другими компонентами метаболического синдрома;

6. Фенотип изменённого метаболизма кости и хряща (BCM – bone and cartilage metabolism) – нарушения метаболизма хряща и преобладание процессов деструкции и дистрофии субхондральной кости в виде остеофитов, субхондрального склероза и трабекулярных микропереломов [61].

В недавнем исследовании Liu Y. и соавт. (2024), помимо вышеописанных фенотипов, также были выделены: фенотип субхондральной кости (SB – subchondral bone), определяемый при наличии в ней выраженных поражений; фенотип мениска-хряща (MC – meniscus-cartilage), ассоциированный с повреждением мениска и суставного хряща; гипертрофический и атрофический фенотипы (HA – hypertrophic and atrophic), характеризующиеся наличием или отсутствием крупных остеофитов при сопутствующем повреждении хряща [48].

Альтернативный взгляд на проблему фенотипирования ОА предложил в своем исследовании F. Berenbaum (2019), который выделил два концептуальных подхода. Первый – консервативный, или движение «сверху-вниз» («top-down») – основан на уже известных патогенетических и клинических признаках ОА и факторах рисках заболевания (ожирение, травма, пол или возраст). Автор описал метаболический, посттравматический, постменопаузальный и возрастной фенотипы ОА. Второй подход, определённый им как «снизу-вверх» («step-up» или «bottom-up»), опирается на сложные статистические методы (например, кластерный анализ) для обработки больших массивов клинических данных с целью объективного упорядочивания информации, выявления ранее неизвестных закономерностей, идентификации новых групп пациентов и последующей проверке сформулированных на этой основе гипотез [52].

При этом, по данным систематических обзоров и метаанализов, рассматривающих различные подходы к фенотипированию ОА, наиболее

часто встречающимися фенотипами являются фенотип хронической боли, фенотип биомеханических нарушений и воспалительный фенотип. Вместе с тем необходимо учитывать, что ключевые характеристики разных фенотипов могут присутствовать у одного и того же пациента [18, 90].

Клинически ОА коленного сустава характеризуется как субъективными жалобами на боль, утреннюю скованность и тугоподвижность в суставе, так и объективными признаками, включающими крепитацию в суставе, атрофию мышц, деформацию и увеличение объёма сустава [1, 9, 31, 37].

Ведущим симптомом ОА коленного сустава является боль, обусловленная воспалением тканей, механическим контактом суставных концов, образованием и механическим давлением остеофитов на интра- и параартикулярные ткани, а также повышением внутрикостного давления. Болевой синдром чаще всего наблюдают при ходьбе, он нарастает к концу дня и уменьшается после отдыха. Боль может быть, как диффузной, так и локальной, в некоторых случаях сопровождаясь умеренным отёком и лёгкой крепитацией [58, 66, 81].

Впоследствии хронический болевой синдром провоцирует нарушения мышечного тонуса и координации движений, что со временем вызывает уменьшение мышечной массы и сопутствующие двигательные расстройства в связи со снижением физической активности и механической нагрузки. Снижение точности восприятия положения сустава в пространстве, обусловленное, в значительной степени, деструктивно-дистрофическими изменениями крестообразных связок, также приводит к ощущению нестабильности и гипотрофии мышц. Это обусловливает значительные затруднения в повседневной активности пациентов: сгибании и разгибании в коленном суставе, преодолении лестничных пролётов, подъёме со стула. Прогрессирование заболевания неизбежно влечёт за собой изменение паттерна ходьбы и формирование зависимости от трости или костылей как необходимых дополнительных средств опоры и передвижения [32, 49, 121, 151].

Не менее важным симптомом является скованность, проявляющаяся в виде ограничения объёма движений в коленном суставе и наблюдающаяся после пробуждения в утренние часы или после периода покоя. При этом на начальных стадиях она непродолжительна и проходит через несколько минут после начала движений, но при развитии III и IV стадий ОА по классификации Kellgren & Lawrence развивается выраженная тугоподвижность с дальнейшим формированием стойкой контрактуры поражённого сустава [1, 9].

У 30-50% больных развивается варусная или вальгусная деформация коленного сустава – genu varum или genu valgum, являющаяся следствием неравномерной деструкции суставного хряща и костной ткани. Варусная деформация часто сочетается с компенсаторной внутренней ротацией бедра и пронацией стопы, перегружая медиальные отделы коленного и голеностопного суставов. Вальгусная деформация вызывает увеличение нагрузки на латеральные структуры и может способствовать функциональному укорочению конечности. Эти изменения закономерно приводят к усугублению биомеханических нарушений, неправильному перераспределению нагрузки на нижние конечности и дальнейшему прогрессированию деструктивно-дистрофического процесса [81, 100].

Важным патологическим проявлением ОА, оказывающим непосредственное влияние на функциональное состояние коленного сустава и нижней конечности после ТЭКС, является атрофия четырёхглавой мышцы бедра (m. quadriceps femoris), выступающей в качестве основного стабилизатора коленного сустава. Снижение силы m. quadriceps femoris по сравнению с контрлатеральной конечностью не только усугубляет нестабильность и болевой синдром, но и становится ключевым фактором, затрудняющим послеоперационную реабилитацию [149]. Атрофия четырехглавой мышцы бедра напрямую коррелирует с трудностями при подъёме со стула и ходьбе по лестнице, делая эти действия не просто болезненными, но и физически невыполнимыми без опоры [10, 12].

Одним из звеньев патологический процесса, протекающего при развитии ОА коленного сустава, является нарушение проприоцептивной чувствительности. Деструкция и дистрофия суставных механорецепторов приводит к изменению нейромышечного контроля – снижению точности и скорости мышечного ответа на изменение положения сустава в пространстве. Это проявляется ощущением подворачивания ноги, неуверенностью при опоре, особенно на неровной поверхности, что, в том числе, повышает риск падений [32, 35, 65].

Для пациентов с ОА коленного сустава характерна специфическая патологическая походка, сопровождающаяся анталгической хромотой. Для уменьшения боли в момент опоры пациенты сокращают фазу переноса веса на больную ногу, что приводит к укорочению шага и асимметрии ходьбы. Часто наблюдают ходьбу с минимальным сгибанием колена («ходьба на прямой ноге») для исключения болевого синдрома в поражённом суставе. Длительное использование такого щадящего двигательного режима ещё больше усугубляет мышечную дисфункцию и ригидность мягких тканей [10, 14].

Таким образом, пациент, ожидающий ТЭКС, имеет вторичные функциональные и структурные патологические изменения на уровне всей нижней конечности. Учёт травматологом-ортопедом этих клинико-функциональных особенностей является краеугольным камнем для планирования эффективной тактики лечения пациентов.

1.2. Лечение пациентов с клинико-функциональными нарушениями нижних конечностей при остеоартрозе коленного сустава

Современное лечение пациентов с ОА коленного сустава включает различные способы консервативного и оперативного методов, выбор которых зависит от выраженности клинических проявлений и стадии развития заболевания. Консервативное лечение рекомендовано при начальных стадиях (I-II стадии по классификации Н.С. Косинской, I-II стадии по классификации Kellgren & Lawrence), в то время как хирургическое, наряду с продолжением

консервативной терапии, – при III стадии по классификации Н.С. Косинской и III-IV стадиях по классификации Kellgren & Lawrence [1, 12, 47, 99].

Современный подход к консервативному лечению ОА основан на комплексном применении как фармакологических, так и нефармакологических способов коррекции. Целью является не только облегчение боли и улучшение функции сустава, но и замедление прогрессирования заболевания, что в конечном итоге должно привести к улучшению качества жизни пациентов и снижению уровня инвалидизации и нетрудоспособности. Оперативное лечение применяют при отсутствии клинического эффекта от комплексной консервативной терапии или в случае верификации у пациента деструктивно-дистрофического поражения терминальной стадии, при которой патогенетическое лечение прогностически будет неэффективным [9, 51, 74, 75].

Всем пациентам с ОА при отсутствии противопоказаний рекомендованы немедикаментозные методы лечения, включающие лечебную физическую культуру (ЛФК) в сочетание с диетотерапией, и физиотерапевтическое лечение. Необходимо подчеркнуть, что международные руководства по диагностике и лечению ОА предлагают использовать стратегии немедикаментозной коррекции в качестве первоочередной терапии при ОА коленного сустава. ЛФК, изменение образа жизни и, при необходимости, снижение массы тела являются первоочередными мероприятиями при лечении таких пациентов. Однако, учитывая многокомпонентность клинико-функциональных нарушений, возникающих при ОА коленного сустава, изолированное применение методов немедикаментозного лечения может быть неэффективным, особенно при III и IV стадиях заболевания по классификации Kellgren & Lawrence [39, 44, 49, 129].

Лечебная физическая культура, обладая такими преимуществами как простота применения, отсутствие побочных реакций, эффективное снятие боли и улучшение функции суставов является, согласно данным различных исследований, методом первого выбора при лечении ОА [4, 15, 16, 50].

В ряде работ авторы показали, что различные режимы физических упражнений оказывали дифференцированное влияние на те или иные симптомы ОА. Так, **аэробные тренировки**, такие как ходьба или езда на велосипеде, широко применяли для уменьшения болевого синдрома, улучшения функции сустава, однако, они в меньшей степени влияли на функциональное состояние мышц нижних конечностей [50, 83].

При этом **силовая физическая нагрузка**, являясь наиболее эффективным методом для повышения мышечной силы и стабильности в поражённом сегменте опорно-двигательной системы и укрепления сухожильно-связочного аппарата, может быть трудно выполнимой для пациентов с выраженным алиментарно-конституциональным ожирением [11, 91, 128, 139].

В ряде руководств по лечению ОА авторы также выделяют **акватерапию**, являющуюся одним из эффективных методов ЛФК, оказывающую комплексное лечебное влияние на опорно-двигательную систему в виде уменьшения болевого синдрома и увеличения объёма движений в поражённом суставе [41].

На сегодняшний день существуют высококачественные исследования, свидетельствующие об эффективности применения **нейромышечных физических упражнений**, направленных на улучшение проприоцепции и восстановление правильного двигательного стереотипа [73]. Так, B. Van Doormaal и соавт. в одном из исследований (2020) на основании результатов лечения 9825 пациентов с ОА тазобедренного или коленного суставов показали, что комбинированная программа, продолжавшаяся в течение 6 недель и включавшая сеансы по обучению пациентов правильной технике передвижения с тростью и нейромышечные упражнения, оказали благоприятное воздействие на параартикулярные мышцы и капсульно-связочный аппарат поражённого сустава. Необходимо подчеркнуть, что положительные результаты, которые были достигнуты в результате

выполнения данного комплекса, в том числе, повышение физической активности, сохранялись от нескольких месяцев до года [39, 96].

Особое значение в немедикаментозном лечении пациентов приобретает **активная механотерапия** на блоковых тренажёрах, которая позволяет выполнять дозированные, контролируемые движения с заданной нагрузкой, направленные на изолированное укрепление конкретных мышечных групп, что является критически важным для восстановления стабильности в коленном суставе. В отличие от классических упражнений, механотерапия обеспечивает строго регулируемое сопротивление по амплитуде и вектору движения, минимизируя риск травматизации [36, 77, 103, 151].

В свою очередь, **пассивную механотерапию** с использованием роботизированных тренажёров, работающих по принципу непрерывного пассивного движения, применяют у пациентов с тугоподвижностью в поражённом коленном суставе. Метод обеспечивает анатомически правильные движения в суставе с индивидуально подобранной амплитудой и скоростью, способствуя улучшению крово- и лимфообращения, профилактике атрофии мышц, оказывает положительное влияние на метаболизм суставного хряща. Роботизированные комплексы могут работать в активно-пассивном режиме, обеспечивая плавный переход от пассивных движений к активным по мере улучшения функциональных возможностей пациента, что создаёт условия для восстановления правильных двигательных стереотипов [36].

Таким образом, дифференцированное влияние различных методик ЛФК на отдельные клинико-функциональные нарушения при ОА коленного сустава свидетельствует о необходимости использования комбинированных программ ЛФК с учётом индивидуальных особенностей пациентов.

Физиотерапевтические процедуры являются одним из вспомогательных методов немедикаментозного лечения ОА и направлены на уменьшение болевого синдрома и воспаления, увеличение объёма движений в суставе и, в целом, улучшение функционального состояния мышц, обеспечивающих стабильность коленного сустава. Применение методов

физиолечения сопровождается улучшением кровообращения в области поражённого сустава, а также противовоспалительным и анальгезирующим эффектами [9, 29, 67].

Среди разнообразия методов физиолечения необходимо выделить **СМТ-терапию**, проводимую с использованием синусоидальных модулированных токов, глубоко проникающих в мягкие ткани, и назначаемую с целью анальгезии, улучшения регионарного кровообращения и трофических процессов. Во многих исследованиях авторы выявили, что СМТ-терапия способствует уменьшению болевого синдрома, отёка и воспаления в периартикулярных тканях, создавая необходимые условия для последующей ЛФК [36, 113].

Магнитотерапия, в свою очередь, обладая вазоактивным, трофостимулирующим и противовоспалительным действием, направлена на улучшение микроциркуляции и уменьшение отёка в области поражённого коленного сустава. Этот физиотерапевтический метод имеет пролонгированный эффект, который может сохраняться до 3-6 месяцев после завершения курса [36, 39].

Кинезиотейпирование, получившее широкое распространение в последние годы, оказывает комплексное воздействие на поражённую область за счёт механической поддержки сустава, улучшения проприоцепции, микроциркуляции и лимфодренажной функции. В ряде работ авторы продемонстрировали его эффективность в виде краткосрочного уменьшения боли, улучшения субъективного ощущения стабильности сустава при движении и облегчении выполнения упражнений ЛФК [36].

На сегодняшний день современные международные рекомендации, включая обновлённые положения Европейского альянса ассоциаций ревматологии (EULAR), подчёркивают, что основой эффективного немедикаментозного лечения являются индивидуальные программы ведения пациентов, в которых физиотерапевтические методы играют роль адъювантов, создающих оптимальные условия для проведения ЛФК [47, 111].

Принципиальная ограниченность применения физиотерапевтических процедур по отдельности и без индивидуализации заключается в их неспособности самостоятельно воздействовать на все звенья патогенеза гонартроза, а стандартизированный подход, не учитывающий стадию заболевания, выраженность болевого синдрома, индекс массы тела, биомеханические особенности и исходное состояние мышечной системы, зачастую оказывается неэффективным [44].

Таким образом, только комплексная программа, адаптированная под клинико-функциональный профиль конкретного пациента и сочетающая физические и физиотерапевтические компоненты, позволяет достичь синергетического эффекта, обеспечивающего не только симптоматическое улучшение, но и долгосрочное сохранение функциональной активности и замедление прогрессирования заболевания.

Несмотря на доказанное первостепенное значение немедикаментозных методов в лечении гонартроза, в действительности они реализуются менее чем у 40% пациентов. Это свидетельствует о сохраняющемся разрыве между клиническими рекомендациями, основанными на доказательствах, и реальной рутинной практикой ведения больных [9, 22].

Доминирующее значение в консервативном лечении ОА продолжает иметь фармакотерапия, несмотря на высокие риски серьёзных побочных эффектов при длительном приёме многих нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП) [140].

Медикаментозная терапия ОА коленного сустава в основном имеет симптоматическую направленность. Для уменьшения болевого синдрома и воспаления в поражённом суставе рекомендовано назначение пероральных и трансдермальных форм НПВП с учётом коморбидности пациентов. При лечении начальных стадий заболевания или при множественном поражении суставов часто применяют симптоматические лекарственные препараты замедленного действия, к которым относятся хондроитина сульфат, глюкозамин или комбинации данных препаратов [89, 120, 131, 143].

По данным отечественных и зарубежных исследований указанная группа лекарственных средств может компенсировать дефицит гликозаминогликанов в хрящевой ткани, стимулировать синтез протеогликанов и гиалуроновой кислоты, оказывая тем самым противовоспалительное действие. Однако их применение для лечения больных с ОА коленного сустава на протяжении многих десятилетий остаётся предметом непрерывных дискуссий, так как, основываясь на данных опубликованных исследований, затруднительно сделать однозначный вывод об эффективности препаратов [19, 20, 63, 80].

При недостаточной эффективности системной терапии, особенно при наличии выраженного синовита, используют методы локальной терапии. Так, например, внутрисуставное введение глюкокортикоидных лекарственных средств позволяет купировать боль и воспаление, однако их применение должно быть ограничено и использоваться строго по установленным показаниям, в виду того, что оно сопряжено с высоким риском развития вторичного остеонекроза (ОН) и усугублением десирукции суставного хряща. Безопасной альтернативой для внутрисуставного введения считают препараты гиалуроновой кислоты, которые улучшают реологические свойства синовиальной жидкости и могут оказывать протективное действие в отношении гиалинового хряща [24, 99].

В последние годы активно изучают эффективность биологических методов лечения, таких как внутрисуставное введение обогащённой тромбоцитами плазмы, аутологичной стромально-васкулярной фракции и аутоклеток красного костного мозга. Несмотря на положительные результаты, полученные в ряде исследований, свидетельствующие о потенциальной способности данных методов стимулировать регенерацию хрящевой ткани, в настоящее время недостаточно убедительных данных для однозначного подтверждения их клинической эффективности [9, 81, 134].

Необходимо подчеркнуть, что современная медикаментозная терапия является важным этапом при консервативном лечение гонартроза, однако

выбор конкретных методов и лекарственных препаратов должен быть строго индивидуализирован с учётом стадии заболевания, выраженности клинико-функциональных проявлений и коморбидности пациента [17, 47, 51].

Показанием к хирургическому лечению служит неэффективность комплексной консервативной терапии либо выявление III и IV стадий деструктивно-дистрофического процесса по классификации Kellgren & Lawrence, сопровождающихся стойким болевым синдромом и функциональными ограничениями [119]. Наиболее эффективным хирургическим способом лечения ОА коленного сустава III и IV стадий по классификации Kellgren & Lawrence, позволяющим купировать болевой синдром, восстановить опороспособность конечности и объём движений в коленном суставе, является тотальное эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС) [6, 13, 142].

На сегодняшний день ТЭКС является «золотым стандартом» хирургического лечения ОА III и IV стадий по классификации Kellgren & Lawrence, обеспечивая значительное улучшение качества жизни пациентов за счёт надёжного купирования боли и восстановления функции сустава [4, 13, 74, 150].

ТЭКС представляет собой операцию, при которой поражённые суставные поверхности бедренной и большеберцовой костей, а часто и надколенника, заменяют искусственными компонентами – эндопротезами. Основными целями проведения вмешательства являются устранение боли, восстановление объёма движений и стабильности в суставе, коррекция деформации и, как результат, улучшение качества жизни пациентов [10, 19, 33, 82].

С каждым годом ТЭКС становится наиболее часто применяемой операцией, однако регулярность её выполнения существенно различается в разных странах. Эти различия объясняются социально-экономическими факторами, доступностью медицинской помощи, предпочтениями пациентов и, безусловно, распространённостью ОА коленного сустава [3, 34, 38, 81].

Современные эпидемиологические данные свидетельствуют о том, что частота выполнения ТЭКС превышает показатель 100 операций на 100 тыс. населения ежегодно, демонстрируя устойчивую тенденцию к росту на фоне старения популяции. Средневозрастной показатель пациентов, являющихся кандидатами на вмешательство, находится на отметке 70 лет, при этом максимальную хирургическую активность (более 400 случаев на 100 тыс. населения) регистрируют в когорте 70-79 лет. Среди пациентов преобладают женщины, составляющие около 60% от общего числа больных. Согласно прогнозам, к 2030 году количество первичных ТЭКС, выполняемых ежегодно, увеличится на 85% и достигнет 1,26 миллиона [118, 122, 133].

Однако ТЭКС, являясь высокотехнологичным оперативным вмешательством, сопряжено с достаточно большим числом осложнений, общая частота которых достигает 8-10%. Классификация осложнений ТЭКС включает три основные категории:

1. Осложнения, связанные с пателлофеморальным сочленением: нестабильность, переломы надколенника, асептический некроз надколенника, повреждения пателлярного компонента эндопротеза;
2. Осложнения, не затрагивающие тибио-феморальное сочленение напрямую: перипротезные переломы бедра или голени, асептическое расшатывание компонентов эндопротеза на фоне остеолиза, перипротезная инфекция, повреждения n. peroneus communis;
3. Общие осложнения: тромбоз глубоких вен (ТГВ), тромбоэмболия лёгочной артерии (ТЭЛА), артериальный тромбоз конечностей, жировая эмболия, геморрагические осложнения [13].

Несмотря на высокую эффективность ТЭКС, установленный эндопротез не обеспечивает восстановления биомеханики, характерной для нативного здорового сустава, и имеет ограниченный срок функционирования, в среднем 15-25 лет, после чего в ряде случаев может потребоваться ревизионное хирургическое вмешательство [14, 25].

Современный подход к снижению частоты осложнений и увеличению частоты положительных клинических исходов активно смещается в сторону применения преабилитации – комплекса мероприятий дооперационной подготовки, направленного на коррекцию клинико-функциональных нарушений нижних конечностей и повышение функциональных резервов пациента перед хирургическим вмешательством [124].

По данным зарубежных исследований данный комплекс может включать физические упражнения, физиотерапевтическое лечение, мероприятия по снижению веса у пациентов ожирением и обучение пациентов навыкам передвижения с дополнительными средствами опоры в виде трости или костылей и элементам повседневной активности [6, 45, 50, 150].

Каждому травматологу-ортопеду необходимо знать, что на сегодняшний день преабилитацию рассматривают как неотъемлемую часть хирургического лечения, положительно влияющую не только на частоту и структуру послеоперационных осложнений, но и на уровень удовлетворённости и качество жизни пациентов после ТЭКС [7, 95].

1.3. Существующие подходы к дооперационной коррекции клинико-функциональных нарушений нижних конечностей при тотальном эндопротезировании коленного сустава

Преабилитация при ТЭКС в последние годы привлекает всё больше внимания травматологов-ортопедов. Разработка и применение лечебных комплексов преабилитации, а также исследование её влияния на результаты лечения пациентов при ТЭКС становится крайне актуальным направлением современной оперативной ортопедии, что связано с постоянным увеличением числа выполняемых тотальных эндопротезирований [85, 110, 125].

Исследования, проведённые в течение последних лет, продемонстрировали, что применение грамотно разработанной программы преабилитации обуславливает снижение интенсивности болевого синдрома, обеспечивает раннее восстановление объёма активных движений, приводит к улучшению функциональных показателей и повышению качества жизни у

пациентов уже в раннем послеоперационном периоде после ТЭКС, в том числе у пациентов с исходно выраженными функциональными нарушениями, вызванными болевым синдромом и гиподинамией [46, 71, 87, 125].

Многие травматологи-ортопеды считают, что использование преабилитации помогает успешно подготавливать пациента к операции, улучшая функциональное состояние опорно-двигательной системы, особенно поражённой конечности. При этом по данным некоторых исследований, преабилитацию рекомендуют начинать за 4-6 недель до хирургического вмешательства [45, 50, 71, 79].

На сегодняшний день опубликовано несколько зарубежных систематических обзоров и метаанализов, интегрирующих данные о влиянии преабилитации на послеоперационные результаты. Все они убедительно демонстрируют, что преабилитация способствует более ранней активизации и вертикализации, снижению риска осложнений, ускорению восстановления и сокращению времени пребывания пациентов в стационаре [44, 57, 69, 112].

Одним из ключевых выводов, который последовательно подтверждается в проанализированных систематических обзорах, является положительное влияние преабилитации на раннее послеоперационное восстановление функции коленного сустава. Это проявляется в улучшении показателей мышечной силы четырёхглавой мышцы бедра, скорости ходьбы и способности к самостоятельному передвижению в первые недели и месяцы после операции [42, 46, 69, 136].

Так, в систематическом обзоре Adebero T. и соавт. (2024) продемонстрировали, что предоперационные физические упражнения статистически значимо улучшали функциональное состояние оперированного коленного сустава в краткосрочной перспективе (до 3 месяцев после операции). Авторы отметили, что программы преабилитации, продолжающиеся от 4 до 6 недель, способны оказать клинически значимый эффект, подчёркивая практическую реализуемость такого подхода даже в

условиях ограниченного времени между принятием решения об операции и её выполнением [69].

Важным аспектом, который часто становится предметом отдельного анализа, является влияние преабилитации на болевой синдром и приём анальгетиков. Послеоперационная боль является одним из основных факторов, замедляющих активизацию пациента и увеличивающих риск осложнений. Исследования в этой области показывают не столь однозначные, но в целом положительные результаты в виде снижения интенсивности боли, увеличения силы мышц нижних конечностей и объема активных и пассивных движений [70, 76, 139].

В систематическом обзоре Yang Z. и соавт. (2025) было отмечено, что помимо уменьшения интенсивности болевого синдрома существует тенденция к сокращению продолжительности использования анальгетических лекарственных препаратов в группе преабилитации. Авторы связали этот эффект с лучшим физическим и психологическим состоянием пациентов, позволяющим на более ранних сроках проводить их вертикализацию и активизацию с последующей реабилитацией [153].

Особый интерес представляет анализ применения мультимодальных программ преабилитации, которые помимо кинезиотерапии и физиолечения включают в себя диетотерапию, психологическое консультирование и образовательные компоненты. В систематических обзорах Konnyu L. и соавт. (2020) и Pillay–Jayaraman P. и соавт. (2023) акцентируют внимание на том, что целостный подход более эффективен, чем изолированные методы. Образовательные модули, направленные на формирование адекватных ожиданий от операции, обучение пользованию вспомогательными средствами для ходьбы и объяснение этапов восстановления, способствуют снижению предоперационной тревожности и повышению приверженности лечению.

Диетотерапия, в свою очередь, направлена на коррекцию часто встречающегося у пожилых пациентов, имеющих саркопенический статус, дефицита микронутриентов, что создаёт лучшие метаболические условия для

заживления и регенерации мягких тканей. Авторы считают, что хотя доказательная база для мультимодальных программ ещё требует совершенствования, существующие данные указывают на их синергетический эффект и перспективность для внедрения в клиническую практику [107, 111].

Важным практическим вопросом, который поднимают в специализированной литературе, является определение оптимальной продолжительности, интенсивности и комбинации методик преабилитации. В мета-анализе, проведённом Ma J. и соавт. (2018), было продемонстрировано, что применение программ, включающих силовые тренировки, упражнения на равновесие и аэробную нагрузку, сопровождалось получением более выраженного эффекта по сравнению с программами, основанными исключительно на пассивной механотерапии или упражнениях, направленных на увеличение диапазона движений в поражённом суставе [137].

Что касается продолжительности, то при анализе было выявлено, что даже программы длительностью менее 4 недель могут быть полезными, однако более длительные программы, от 6 до 8 недель, ассоциируются с более стабильными и значимыми улучшениями, особенно в долгосрочной перспективе. Это, по мнению авторов, ставит перед организаторами здравоохранения вопрос о необходимости создания возможностей для проведения достаточно продолжительного комплекса преабилитации у пациентов, которым запланировано ТЭКС [96, 110].

Несмотря на большое количество зарубежных данных литературы, демонстрирующих положительный эффект преабилитации, существует ряд методологических проблем и сложностей. Во-первых, значительная гетерогенность среди исследований, описывающих различные протоколы преабилитации, свидетельствует об отсутствии единого подхода к проведению преабилитации и универсальных клинических рекомендаций. Во-вторых, как было отмечено в систематическом обзоре Alrawashdeh W. и соавт. (2021), во многих исследованиях отсутствует долгосрочное наблюдение за пациентами. Большинство положительных результатов демонстрируют в

кратко- и среднесрочной перспективе, до 6-12 месяцев, в то время как данные о влиянии преабилитации на отдалённые исходы, такие как удовлетворённость пациентов, стабильность импланта и функциональное состояние через 24 или 36 месяцев, остаются ограниченными. В-третьих, остаётся открытым вопрос о том, какие именно группы пациентов, в зависимости от фенотипа ОА и применённого комплекса преабилитации, получают наиболее выраженный положительный результат [68].

В Российской Федерации преабилитация остаётся недостаточно изученной проблемой, о чем свидетельствует сравнительное небольшое количество тематических научных статьей и клинических рекомендаций, в которых авторы описывают, что преабилитация включает информирование пациентов о сути операции, особенностях послеоперационного периода, обучение использованию средств опоры, комплексы лечебной физкультуры и ортопедический режим после оперативного лечения [30, 36].

В Национальных руководствах по травматологии и ортопедии авторами отмечено, что пациентам, особенно пожилого и старческого возраста, с ОА коленного сустава и ожидающим ТЭКС, рекомендовано начинать программу преабилитации для ранней активизации в послеоперационном периоде. При этом необходимо подчеркнуть, что на сегодняшний день отечественные клинические исследования, посвящённые изучению влияния преабилитации на клинико-функциональное состояние, уровень удовлетворённости результатами ТЭКС и качество жизни пациентов, в Российской Федерации отсутствуют [36].

Анализ зарубежных научных рандомизированных клинических исследований показал, что преабилитация при ТЭКС включает различные методы немедикаментозного лечения: ЛФК, физиотерапию, упражнения для улучшения проприоцепции, баланса и походки, электронейромиостимуляцию, акватерапию, диетотерапию, рефлексотерапию и массаж [44, 50, 69, 71].

Несмотря на высокую эффективность операции, в ближайшем и раннем послеоперационном периоде часть пациентов испытывает выраженное

ограничение амплитуды движений в коленном суставе, в связи с чем одной из основных составляющих преабилитации при ТЭКС является ЛФК в виде физических упражнений, направленных на различные группы мышц. Исследование Rahmatika R. и соавт. (2020) показало, что преабилитационные упражнения с сопротивлением с эспандером в течение 4 недель до операции позволили улучшить функциональные показатели коленного сустава, оцениваемые по шкале WOMAC и двигательному тесту Timed Up and Go (TUG) в раннем (4 недели после операции) и позднем (8 недель после операции) периодах. Предоперационные упражнения с эспандером улучшили функциональные показатели у пациентов в послеоперационном периоде, однако авторы отметили, что необходимы дополнительные исследования для подтверждения этих результатов [127].

Роль физиотерапии в дооперационной коррекции клинико-функциональных нарушений при ТЭКС остаётся неоднозначной, так как результаты исследований, имеющихся на сегодняшний день, противоречивы. В работе Mat Eil Ismail M. и соавт. (2016) шестинедельная предоперационная физическая терапия не продемонстрировала значительного улучшения краткосрочных функциональных показателей (шкала KOOS и объём движений) после ТЭКС, хотя было зафиксировано уменьшение выраженности симптомов ОА и повышение повседневной двигательной активности. Достоверно значимых различий в спортивной активности и объёме движений в оперированном суставе между сравниваемыми группами пациентов выявлено не было [91].

В рандомизированном контролируемом исследовании Skoffer B. и соавт. (2020) оценили эффективность 4-недельной предоперационной и 4-недельной послеоперационной программы упражнений с сопротивлением у пациентов, готовящихся к ТЭКС. Пациенты были разделены на две группы: «вмешательство», в рамках которой больные выполняли упражнения в предоперационном и послеоперационном периодах, и «контроль», предполагающая выполнение пациентами упражнений только в

послеоперационном периоде. Основные показатели включали 30-секундный тест стояния на стуле, 6-минутный тест ходьбы, определение силы мышц сгибателей и разгибателей бедра и голени, а также субъективную оценку функционального состояния коленного сустава. Статистически значимых различий между группами по функциональным показателям, за исключением силы мышц-разгибателей и сгибателей бедра и голени, которая была более выражена в группе «вмешательство», не было. Субъективное самочувствие в обеих группах было сопоставимым. Авторы сделали вывод о положительном влиянии краткосрочных интенсивных тренировок с сопротивлением на мышечную силу перед ТЭКС, несмотря на отсутствие значимого улучшения функциональных показателей [71].

Известно, что снижение проприоцепции часто сопровождает ОА коленного сустава, приводя к нарушениям статического и динамического балансов тела, а именно равновесия и походки. Восстановление этих параметров критически важно для снижения болевого синдрома, улучшения функциональных возможностей и качества жизни после ТЭКС. Поэтому многие специалисты применяют предоперационные программы упражнений, направленные на улучшение проприоцепции [32, 58, 117].

В исследовании Gstoettner M. и соавт. (2011) было проанализировано влияние 6-недельной предоперационной проприоцептивной тренировки на восстановление постурального баланса и динамической устойчивости после ТЭКС. Оценку проводили с использованием системы «Biodex» для анализа равновесия тела, измерения скорости ходьбы, а также шкал WOMAC и KOOS. Пациенты в группе с предоперационной тренировкой продемонстрировали значительное улучшение стабильности походки, однако значимых различий в показателях боли и скованности (WOMAC и KOOS) между группами обнаружено не было [117].

В исследовании Aytekin E. и соавт. (2019) проверяли гипотезу о том, что преабилитация обеспечивает улучшение функциональных возможностей и снижение болевого синдрома у пациентов с ОА коленного сустава III и IV

стадий по классификации Kellgren & Lawrence, которым показано одностороннее ТЭКС, и может привести к отсрочке операции. В исследование были включены 44 участника, распределённых на две клинические группы. Основная группа пациентов в течение 12 недель проходила программу преабилитации, включавшую обучение и домашние тренировки. Пациенты контрольной группы проходили подготовительный этап по общепринятой методике с получением дополнительной информации об ОА, его вторичной профилактике, правильном использовании дополнительных средств опоры и передвижении после операции и преимуществах ТЭКС. Оценку проводили за 3 месяца до ТЭКС и через 3 и 6 месяцев после операции, используя визуально-аналоговую шкалу (ВАШ) и шкалу KOOS. Статистически значимое улучшение наблюдали в обеих группах через 3 и 6 месяцев. Однако примерно 20% пациентов основной группы отложили операцию из-за уменьшения боли, что подтвердило значимость предоперационной физической подготовки [135].

Пилотное исследование Gränicher P. и соавт. (2020) было посвящено анализу эффективности преабилитационной программы, включавшей проприоцептивную нейромышечную фасилитацию (Proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF), тренировку на выносливость и индивидуальные физические упражнения. В рамках исследования авторы оценивали функциональные, субъективные и социально-экономические показатели пациентов, которым было запланировано проведение ТЭКС. Основным показателем был тест подъёма по лестнице (Stair Climbing Test, SCT), а вторичными – диапазон движений в коленном суставе (Range of Motion, ROM) и уровень физической активности, измерявшиеся с использование шкал Lysholm Knee Score (LKS) и Tegner Activity Scale (TAS). Субъективные и социально-экономические показатели включали шкалу The Patient Global Impression of Change (PGIC), время стационарной реабилитации, предоперационную боль, метаболический эквивалент (Metabolic equivalent of task, MET), частоту употребления анальгетиков и общие затраты на лечение. Измерения проводили до начала программы, за два дня до операции и через 3

месяца после хирургического лечения. У пациентов основной группы, прошедших программу предоперационной реабилитации, было отмечено улучшение уровня физической активности, а также клинически значимое увеличение показателей по шкале TAS. В то же время, в контрольной группе пациентов было зафиксировано, что затраты на лечение были на 21,4% выше, а также выявлено большее потребление анальгетиков и более высокий уровень болевого синдрома в послеоперационном периоде [114].

Blasco J. и соавт. (2020), а также Casaña J. и соавт. (2019) изучали влияние предоперационных программ тренировок на баланс и равновесие и восстановление этих параметров после ТЭКС. Эффективность программы, продолжавшейся в течение 4-8 недель, оценивали с помощью теста Ромберга, шкалы равновесия Берга и раздела шкалы KOOS «Повседневная активность». Результаты данных исследований свидетельствуют о высокой эффективности предоперационных силовых тренировок высокой интенсивности для улучшения постурального контроля как в предоперационном периоде, так и непосредственно после эндопротезирования коленного сустава. На основании этого включение силовых тренировок в комплекс преабилитации является необходимым для раннего восстановления постурального контроля в послеоперационном периоде, в отличие от программ, фокусирующихся исключительно на тренировке равновесия [116, 138].

Несмотря на подтверждённую эффективность предоперационных тренировок равновесия, реализованных в домашних или амбулаторных условиях, в оптимизации постурального контроля после ТЭКС, их вклад в общее функциональное восстановление пациентов в раннем послеоперационном периоде остаётся недостаточным. Так, результаты исследования Domínguez-Navarro F. и соавт. (2021) ставят под сомнение эффективность включения упражнений, направленных на статодинамическую устойчивость, в программы реабилитации на ранних сроках после операции на коленном суставе. В их работе было показано, что программы физических упражнений, независимо от наличия в них упражнений на равновесие,

улучшали только силу мышц через 6 недель после операции, в то время как значимое улучшение постуральной функции наблюдали лишь через год [43, 48].

Одним из зарубежных исследований, посвящённых изучению и сравнению комбинации методик со стандартным ведением пациента в предоперационном периоде, стало двухцентровое открытое рандомизированное контролируемое исследовании Simpson A. и соавт. (2024), в котором было выполнено сравнение комбинированной программы преабилитации, включающей диетотерапию, ЛФК, использование ортопедических стелек и назначение анальгетических лекарственных средств со стандартным предоперационным ведением. Рандомизированное распределение 60 пациентов, включённых в исследование, подразумевало выделение двух клинических групп: основной (n = 40) и контрольной (n = 20). Разработанная программа преабилитации продолжительностью 12 недель включала комбинацию вышеуказанных методов. Приверженность пациентов к программе составила 94%. В основной группе пациентов среднее снижение массы тела составило 11,2 кг в отличие от контрольной группы, в которой данный параметр был равен 1,3 кг. Кроме того, авторы отметили клинически значимое повышение качества жизни, связанное с улучшением общего клинико-функционального состояния и функции поражённого коленного сустава, у пациентов основной клинической группы [42].

Несмотря на значительный интерес к преабилитации при ТЭКС и наличие многочисленных исследований, её эффективность в отношении раннего восстановления функциональных показателей остаётся спорной. Вышеуказанные исследования показали, что преабилитация может приводить к сокращению сроков госпитализации, улучшению объёма движений в коленном суставе и показателям по шкалам KOOS (качество жизни, и спорт и активность на отдыхе) и тесту TUG. Однако влияние на болевой синдром по ВАШ, результаты тест 2-минутной ходьбы, объём движений, параметры разделов шкалы KOOS (симптомы, боль, повседневная активность) и шкалы

WOMAC (боль, скованность, функция) оказалось незначительным. Наблюдаемая гетерогенность результатов может быть связана с использованием разных оценочных шкал. Во всех исследованиях было отмечено значительное улучшение функциональных показателей после ТЭКС, независимо от проведения преабилитации. Следует отметить, что вышеописанные исследования, несмотря на комплексный подход к проведению преабилитации, в основном были сосредоточены на клинических симптомах, при этом упомянутые авторы не учитывали индивидуальные особенности клинико-функциональных проявлений заболевания и фенотипическую принадлежность остеоартроза коленного сустава у включённых в исследования пациентов.

1.4. Ожидания, удовлетворённость и качество жизни пациентов после тотального эндопротезирования коленного сустава

На фоне признания эндопротезирования суставов одним из наиболее успешных хирургических вмешательств в ортопедии за последние десятилетия претерпели изменения и ожидания пациентов от данной операции. Больные хотят не просто устранения боли, а иметь возможность в максимально ранние сроки после хирургического вмешательства вернуться к активному образу жизни [7, 40, 53, 115].

Несмотря на то, что на сегодняшний день достигнуты существенные улучшения хирургических техник, материалов для производства эндопротезов и их дизайна, и большинство пациентов удовлетворены результатами ТЭКС, продолжает оставаться категория пациентов, неудовлетворённых результатами операции. Результаты статистических исследований, проведённых в течение последних лет, продемонстрировали, что 17-32% пациентов, перенёсших ТЭКС, отмечали незначительное улучшение или его отсутствие после операции [92, 94, 98, 106].

Всовременной литературе всё чаще авторы отмечают несоответствие между результатами послеоперационного клинико-функционального

обследования в виде данных клинического осмотра, рентгенографии, шкал-опросников и субъективным уровнем удовлетворённости пациентов [104, 105]

Это подтвердили недавно проведённые систематические обзоры Gunaratne D. и соавт. (2017) и DeFrance M.J. и соавт. (2023), посвящённые субъективной оценке пациентами результатов операции. Анализ продемонстрировал, что около 20-30% пациентов были не удовлетворены результатами лечения [60, 78]. При этом исследователи выделили пред-, интра- и послеоперационные факторы, которые влияли на уровень удовлетворённости пациентов [145].

К наиболее распространённым предоперационным факторам, имеющим статистическую значимость в отношении неудовлетворённости после ТЭКС, авторы отнесли выраженную боль в суставе в состоянии покоя, угол сгибания в коленном суставе менее 90º, низкий уровень качества жизни по опроснику QoL (Quality of life), низкие показатели по шкале-опроснику KOOS (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score), тревожность, депрессию и сопутствующую боль в области поясничного отдела позвоночника [78, 141].

Dhurve K. и соавт. (2017) в своём проспективном исследовании обнаружили, что у пациентов с низким уровнем удовлетворённости была более выражена тревожность, депрессия и болевой синдром в области поясничного отдела позвоночника [95]. Scott C. и соавт. (2016) и Clement N. и соавт. (2018) в своих проспективных исследованиях выявили, что нарушения психоэмоционального состояния и выраженная люмбалгия были прогностическими факторами неудовлетворённости пациентов. Психологические факторы играют важную роль при оценке удовлетворённости результатами лечения, и в последнее время это стало заметной проблемой, влияющей на его эффективность [108, 113].

Предоперационная оценка клинико-функционального состояния поражённого коленного сустава, в свою очередь, также играла важную роль в определении уровня удовлетворённости пациентов результатами хирургического лечения [147]. В частности, Van Onsem B. и соавт. (2016), а

также Scott C. и соавт. (2016) в своих работах продемонстрировали, что существует корреляция между низкими баллами пациентов по шкалам Oxford Knee Score (OKS), Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) и низким уровнем удовлетворённости исходом оперативного лечения.

В других исследованиях было обнаружено, что выявленные в предоперационном периоде угол сгибания в коленном суставе менее 90º и выраженный болевой синдром в поражённом сегменте в состоянии покоя являлись значимыми предпосылками к низкому уровню удовлетворённости результатами ТЭКС. Низкие баллы по результатам специализированных шкал-опросников, свидетельствующие о той или иной степени клинико-функциональных нарушений поражённого коленного сустава, могут быть причинами недостаточной удовлетворённости от последующего проведённого хирургического вмешательства [40, 108].

К частым послеоперационным причинам неудовлетворённости результатами лечения авторы относят остаточный болевой синдром, ограничение объёма движений и чувство скованности в оперированном суставе [37, 135]. Исследовательская группа Lin Y. и соавт. (2020) установила прямую корреляцию между персистирующим болевым синдромом и ограничением амплитуды движений после ТЭКС, а также сниженной удовлетворённостью пациентов исходом операции [56]. Эта взаимосвязь нашла подтверждение в работах Scott C. и соавт. (2016) и Dhurve K. и соавт. (2017), которые выявили, что послеоперационная тугоподвижность коленного сустава и низкие значения по шкале OKS ассоциированы со статистически значимым уменьшением удовлетворённости [95, 108].

Важнейшим предиктором неудовлетворённости выступают послеоперационные осложнения, кардинально изменяющие функцию сустава. Особенно негативное влияние оказывают такие осложнения, как тромбозы глубоких вен и перипротезная инфекция [13, 14, 22, 25]. Многие из этих осложнений имеют прямую или косвенную патогенетическую связь с

исходным состоянием пациента, которое может быть существенно улучшено в ходе преабилитации. Слабость мышц и связочного аппарата, низкая функциональная активность и избыточная масса тела усложняют хирургический доступ и корректную установку компонентов эндопротеза, что повышает риски интраоперационных ошибок, послеоперационной нестабильности и раннего расшатывания. Предоперационное планирование, включая исправление выраженных деформаций оси конечности критически важно для долгосрочного успеха, однако его эффективность также зависела от готовности пациента [27, 31, 93, 123].

Отсутствие преабилитации создаёт неблагоприятный преморбидный фон, повышающий риск как интраоперационных технических сложностей, так и послеоперационных осложнений. Риск перипротезной инфекции может быть повышен из-за снижения общего иммунного и метаболического резерва, наличия несанированных очагов инфекции, а также невозможности активного участия пациента в ранней послеоперационной реабилитации.

Вероятность асептического расшатывания компонентов эндопротеза или развития нестабильности сустава возрастает в связи с его неоптимальной биомеханикой, вызванной слабостью мышц и приводящей к аномальным нагрузкам на имплантат, а также из-за избыточной массы тела. Тромбоэмболические осложнения (ТГВ, ТЭЛА) после ТЭКС чаще возникают на фоне имевшейся предоперационной гиподинамии, ожирения, некорректированной сопутствующей сосудистой патологии, а также снижения тонуса мышц нижних конечностей и их гипотрофии [14, 23].

Целенаправленная преабилитация, включающая укрепление мышц, обучение навыкам ходьбы с опорой на костыли или трость, коррекцию массы тела и образа жизни, является доказанным фактором улучшения результатов оперативного лечения, снижая как уровень неудовлетворённости, так и объективные показатели, например, частоту ревизионных вмешательств [69, 74, 76, 79]. Однако даже при корректном позиционировании компонентов эндопротеза и отсутствии их нестабильности пациенты также могут ощущать

дискомфорт и боли в области оперированного сустава. Кроме того, при условии, что ТЭКС выполняла бригада ортопедов с одинаковым уровнем профессиональной подготовки и опытом, было невозможно точно предсказать степень удовлетворённости пациентов проведённым оперативным вмешательством [62, 86].

При этом по данным ряда международных исследований уровень неудовлетворённости пациентов результатами ТЭКС ежегодно уменьшается на 5-10% [118, 133].

Дальнейшие исследования в этой области должны быть сфокусированы на поиске решений, позволяющих минимизировать влияние описанных факторов риска на удовлетворённость пациентов. При этом необходимо акцентировать внимание на дооперационные ожидания пациентов от предстоящего вмешательства, поскольку неоправданные ожидания также являются источником неудовлетворённости пациентов [64, 84, 110, 123].

В настоящее время значительно возросли возможности объективного анализа эффективности лечения. Уровень удовлетворённости пациента однозначно важен, но достаточно субъективен и не всегда отражает полную картину. Оценка качества жизни (КЖ) с помощью валидированных шкал-опросников является более объективной, так как учитывает функциональные возможности, уровень боли, физическую активность и другие аспекты, влияющие на повседневную жизнь пациента [23, 27, 126].

Необходимо подчеркнуть, что влияние результатов ТЭКС на КЖ, а также уровень удовлетворённости пациентов проведённым вмешательством и её связь с ожиданиями от предстоящей операции постоянно привлекают внимание травматологов-ортопедов, поскольку данные параметры играют важную роль при оценке эффективности лечения. При этом они позволяют лучше понять реальные исходы лечения, так как включают не только показатели клинико-функционального состояния, но и данные оценок психологического и социально-бытового статусов, которые необходимо принимать во внимание при оценке результатов операции. Многие

исследования подтверждают улучшение качества жизни пациентов после ТЭКС, однако разнообразие используемых методик оценки и разнородность сроков наблюдения затрудняют формулировать обоснованное заключение об изменение данного показателя [7, 55, 155].

В большинстве исследований, посвящённых анализу изменения КЖ после ТЭКС, авторы использовали международный опросник Quality of life (QoL), который охватывает общие аспекты физического, психологического и социального благополучия пациентов [75, 96].

Среди факторов, влияющих на КЖ после ТЭКС, наиболее часто упоминаемой была функция сустава. Исследования показали противоречивые результаты. Авторы отметили значительное улучшение функции уже через 4 недели после операции, когда пациенты могли полноценно пользоваться конечностью во время ходьбы, подъёма и спуска по лестнице, стояния и поворотов. В то же время, по данным ряда исследований, значительное улучшение функционального аспекта КЖ авторы наблюдали только через 3 месяца после операции [53, 90].

Важным критерием достижения высоких показателей КЖ является уменьшение болевого синдрома в послеоперационном периоде. Об этом свидетельствуют результаты несколько исследований, в которых положительный эффект в отношении послеоперационного болевого синдрома авторы наблюдали через 4, 6 и 12 недель после ТЭКС. Кроме того, было обнаружено, что выраженный болевой синдром, возникающий не только в поражённом сегменте, но и в других отделах, например, поясничном отделе позвоночника, отрицательно влияет на послеоперационные показатели КЖ. При этом социальная поддержка и выполнение физических упражнений перед операцией тесно связаны со снижением болевого синдрома и улучшением функции сустава в послеоперационном периоде [27, 53, 109].

На сегодняшний день удовлетворённость пациентов результатами операции и организацией периоперационного ухода выступает значимым предиктором соответствия исходов вмешательства ожиданиям пациентов и

уровня их КЖ в послеоперационном периоде [27, 40]. В рамках анализа взаимосвязи между уровнем ожиданий, послеоперационной удовлетворённостью и КЖ стоить отметить, что реализация ожиданий от предстоящей операции коррелировала со степенью удовлетворённости результатами лечения. В одном из исследований при оценке, проведённой через 12 месяцев после ТЭКС, пациенты сообщили, что их ожидания были удовлетворены и впоследствии они имели значительное улучшение КЖ [40, 45, 56, 62].

Таким образом, ТЭКС – это эффективное хирургическое вмешательство, которое способно обеспечить улучшение КЖ пациентов, страдающих ОА III и IV стадий по классификации Kellgren & Lawrence. Однако болевой синдром и нарушения функций сустава в послеоперационном периоде остаются одними из важнейших факторов, влияющих на уровень удовлетворённости и КЖ пациентов после операции. При этом другие факторы, такие как удержание равновесия, хромота, качество сна, физическая активность и психоэмоциональное состояние также играют значимую роль при оценке уровня удовлетворённости и КЖ пациентов. Всё это позволяет говорить о том, что для достижения успешного результата при ТЭКС недостаточно тщательного выполнения предоперационного планирования и проведения вмешательства. В этой связи всё большее число авторов рекомендуют уделять внимание дооперационной коррекции клинико-функциональных нарушений у пациентов.

Резюмируя обзор специализированной литературы по теме диссертационного исследования, можно констатировать следующее. ОА коленного сустава характеризуется комплексом клинико-функциональных нарушений, затрагивающие не только сам сустав, но и биомеханику всей нижней конечности, приводя к мышечной атрофии, нарушению проприоцепции, патологической походке и деформациям. Существующие подходы к лечению, включая консервативную терапию и проведение ТЭКС,

часто не учитывают фенотипическую гетерогенность ОА, что может вести к неполной удовлетворённости пациентов полученными результатами.

Для достижения высокого уровня удовлетворённости результатами ТЭКС и повышение его эффективности авторы исследований предлагают использовать различные программы преабилитации, применение которых обеспечивает улучшение клинико-функциональных результатов в ближайшем и раннем послеоперационном периодах в виде ранней вертикализации и активизации пациентов, сокращения сроков реабилитации и снижения риска осложнений. При этом анализ публикаций выявил что существующие в настоящее время программы преабилитации не всегда являются комплексными по своему содержанию и в значительной части случаев не основаны на индивидуальном подходе к пациенту, учитывающему особенности клинико-функциональных нарушений.

Исходя из этого, травматологу-ортопеду нужно знать, что для повышения эффективности ТЭКС необходима индивидуализация лечебных программ преабилитации, которая должна быть основана на оценке доминирующего фенотипа ОА и связанных с ним ключевых клинико-функциональных нарушений поражённого сегмента опорно-двигательной системы. Такой индивидуальный подход, направленный на комплексную дооперационную коррекцию выявленных патологических изменений, является перспективным и позволяет не только повысить эффективность ТЭКС и сократить восстановительный период, но и существенно повысить уровень удовлетворённости пациентов проведённым оперативным лечением и их качество жизни.

В этой связи разработка и внедрение в клиническую практику нового подхода к преабилитации пациентов при ТЭКС является актуальным и перспективным направлением современной травматологии и ортопедии.

Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Дизайн исследования

Дизайн работы соответствовал одноцентровому проспективному открытому рандомизированному контролируемому интервенционному клиническому исследованию. Дизайн и блок-схема исследования были разработаны в соответствии с международными стандартами CONSORT 2010 (Consolidated Standards of Reporting Trials 2010).

Все этапы работы – наблюдение, анализ клинических случаев и результатов были выполнены при неукоснительном соблюдении этических норм Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (Хельсинки, 2024), требований «ГОСТ Р 52379-2005. Национальный стандарт Российской Федерации. Надлежащая клиническая практика» (утв. Приказом Ростехрегулирования от 27.09.2005 № 232-ст), идентичному Руководству по надлежащей клинической практике (Consolidated Guideline for Good Clinical Practice; GCP) Международной конференции по гармонизации технических требований к регистрации фармацевтических продуктов, предназначенных для применения человеком (International Conference on Harmonization of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use; ICH), в соответствии с приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации № 200н от 01.04.2016 «Об утверждении правил надлежащей клинической практики» и действующим протоколом представленного клинического исследования.

В исследование были включены 64 пациента с остеоартрозом коленного сустава III и IV стадий по классификации Kellgren & Lawrence, которым было выполнено тотальное эндопротезирование коленного сустава. Лечение всех 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.

Блок-схема дизайна клинического исследования представлена на Рисунке 1.



Рисунок 1 – Блок-схема дизайна клинического исследования

Критериями включения пациентов в исследование были:

- пол – любой;

- возраст – от 18 до 70 лет;

- верифицированный остеоартроз коленного сустава III и IV стадий по классификации Kellgren & Lawrence и верифицированный остеоартроз коленного сустава I и II стадий по классификации Kellgren & Lawrence 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, проведённого не более, чем за 3 месяца до начала комплекса преабилитации;

- отсутствие в анамнезе медикаментозного лечения в виде пара- и интраартикулярного введения хондопротекторов, гиалуроновой кислоты, глюкокортикостероидов, обогащённой тромбоцитами плазмы, аутологичной стромально-васкулярной фракции и аутоклеток красного костного мозга, проведённого не более, чем за месяц до начала комплекса преабилитации;

- отсутствие в анамнезе предшествующих операций на поражённом коленном суставе или травмы, указывающих на вторичный характер ОА;

- подписанное 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 (для вальгусной деформации);

- межмыщелковое расстояние > 8 см (для варусной деформации);

- наличие в анамнезе немедикаментозного лечения в виде ЛФК и/или физиолечения, проведённого менее чем за 3 месяца до начала исследования;

- наличие в анамнезе медикаментозного лечения в виде пара- и интраартикулярного введения хондопротекторов, гиалуроновой кислоты, глюкокортикостероидов, обогащённой тромбоцитами плазмы, аутологичной стромально-васкулярной фракции и аутоклеток красного костного мозга, проведённого менее чем за месяц до начала исследования;

- наличие в анамнезе предшествующих операций на поражённом коленном суставе или травмы, указывающие на вторичный характер остеоартроза;

- 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.

В связи с тем, что все наблюдавшиеся пациенты завершили проведённое исследование, критерии исключения не представлены.

Все пациенты подписали информированное добровольное согласие на участие в исследование после детального разъяснения всех его этапов, включая преабилитацию, хирургическое вмешательство и дальнейшую публикацию обезличенных данных.

Отобранные для участия в исследовании 64 пациента, в соответствии с вышеописанными критериями, были распределены в две клинические группы: контрольную и основную методом простой рандомизации по последней цифре полиса обязательного медицинского страхования: чётная цифра – контрольная группа; нечётная цифра – основная группа.

В контрольную группу вошли 33 пациента, которым перед проведением ТЭКС в соответствии с рекомендациями травматолога-ортопеда без учёта фенотипа ОА в амбулаторных условиях проводили только рутинное

комплексное предгоспитализационное обследование по чек-листу, включающему клинико-инструментальные и лабораторно-диагностические методы исследования, рекомендации по коррекции приёма лекарственных препаратов и образа жизни (отказ от курения и алкоголя, снижение массы тела, лечению хронических заболеванию и информирование о проведении госпитализации, оперативного вмешательства и послеоперационного ведения). При отсутствии противопоказаний по результатам исследований и консультаций профильных специалистов пациентов в плановом порядке госпитализировали в стационар за сутки до операции.

В основную группу был включён 31 пациент, которым помимо общепринятого обследования перед госпитализацией был применён разработанный нами комплекс преабилитации, содержание которого определяли в зависимости от верифицированного фенотипа ОА (патент РФ на изобретение № 2844621 от 04.08.2025).

В соответствии с предложенным способом пациентам основной группы за **четыре недели** до планируемой даты операции травматолог-ортопед проводил комплексное клинико-функциональное обследование. На основании результатов обследования больные, в соответствии с выявленными фенотипами ОА, были распределены на три подгруппы: первая – пациенты с выраженным болевым синдромом в поражённом коленном суставе (фенотип хронической боли – «chronic pain»); вторая – пациенты с преобладающим воспалительным процессом в поражённом коленном суставе (воспалительный фенотип – «inflammatory mechanism»); третья – пациенты со значительным ограничением амплитуды движений в поражённом коленном суставе (фенотип биомеханических нарушений – «mechanical overload»).

После распределения больных по подгруппам, травматолог-ортопед назначал им лечебный комплекс преабилитации. Последний включал как общие для всех подгрупп мероприятия, так и специфичные лечебные процедуры, направленные на коррекцию ведущих клинико-функциональных нарушений в каждой подгруппе в соответствии с фенотипом ОА.

В общие мероприятия входили курс активной механотерапии и дыхательной гимнастики, обучение пациентов технике ходьбы без нагрузки на поражённую конечность с использованием средств опоры и передвижения (костыли, трость), освоения навыков повседневной активности (присаживание, подъём с постели, одевание), психологическое сопровождение и ортезирование.

К специфичным лечебным процедурам, в зависимости от подгруппы, относили следующие: в первой подгруппе (фенотип хронической боли) – СМТ-терапию, кинезиотейпирование по технике «китайский фонарик»; во второй подгруппе (воспалительный фенотип) – низкочастотную магнитотерапию, кинезиотейпирование W-тейпами; в третьей подгруппе (фенотип биомеханических нарушений) – пассивную механотерапию, кинезиотейпирование по Y-технике.

Комплекс преабилитации начинали за 4 недели до операции и завершали за 72 часа до ТЭКС. Преабилитацию проводили под контролем травматолога-ортопеда и врача физической и реабилитационной медицины на базе травматолого-ортопедического отделения № 2 и Центра комплексной реабилитации Клиник ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России.

Оценку клинико-функционального состояния пациентов, включённых в контрольную и основную группу, с учётом анализа полученных результатов комплексного обследования, равматолог-ортопед проводил за 4 недели и 72 часа до операции, и через 72 часа, 4 и 12 недель после вмешательства.

При оценке на сроке наблюдения 4 недели до ТЭКС фиксировали исходный клинико-функциональный статус пациента, который позволял определить индивидуальную программу преабилитации.

Оценка за 72 часа до операции была связана с окончанием выполнения комплекса преабилитации и отражала клинико-функциональную и готовность пациента к хирургическому вмешательству.

Срок наблюдения 72 часа после ТЭКС представлял собой завершение периода вертикализации и активизации пациентов в виде начала их ходьбы в пределах палаты с помощью костылей.

Срок наблюдения 4 недели после операции соответствовал фазе пролиферации и ремоделирования тканей в области оперированного сустава и позволял дать оценку динамике увеличения объёма движений в суставе, который к этому периоду должен приближаться к физиологическому.

Оценка клинико-функционального состояния оперированного сустава и нижней конечности через 12 недель после хирургического лечения была проведена на этапе завершения ряда ключевых репаративных процессов структурного и функционального ремоделирования тканей сустава, выражавшемся в виде восстановления полноценного двигательного режима пациентов с возвращением их к бытовым и профессиональным нагрузкам. Сравнительный анализ на этом сроке позволил оценить влияние программы преабилитации на клинико-функциональные результаты, удовлетворенность проведенным лечением и качество жизни пациентов после ТЭКС.

В указанные сроки всем пациентам проводили клинический осмотр, функциональное обследование в виде поверхностной электронейромиографии четырёхглавой и двуглавой мышц бедра, икроножной мышцы; двигательных тестов: Two Minute Walking Test (2MWT) – тест ходьбы в течение двух минут, Time Up and Go Test (TUG) – тест изменения положения тела и ходьбы. Для оценки клинико-функционального состояния пациентов использовали шкалы-опросники: Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index (WOMAC) – шкала оценки ОА университетами Западного Онтарио и МакМастера; Knee injury and osteoarthritis outcome score (KOOS) – шкала оценки функционального состояния коленного сустава; визуально-аналоговая шкала (ВАШ).

Оценку по шкале ожиданий пациентов от предстоящей артропластики коленного сустава (Hospital of Special Surgery Knee Replacement Expectations Survey (HSS-KRES) выполняли за 4 недели и 72 часа до ТЭКС.

Рентгенологическое исследование осуществляли за 4 недели до операции и через 24 часа после неё. Лабораторно-диагностические исследования проводили на всех сроках наблюдения.

Ведущим специалистом на всех этапах клинического исследования являлся травматолог-ортопед, который выступал в качестве главного координатора, ответственного за первичный отбор и верификацию диагноза у пациентов, проведение клинико-функциональной оценки и распределение по группам и подгруппам, разработку и назначение индивидуализированной программы преабилитации, ведение пациентов на всех этапах лечения, а также оценку эффективности преабилитации до и после ТЭКС.

Врач физической и реабилитационной медицины, в свою очередь, выполнял роль исполнителя на этапе преабилитации, обеспечивая под контролем травматолога-ортопеда практическую реализацию назначенного комплекса, а также контролировал выполнение реабилитационных мероприятий в послеоперационном периоде. Программа реабилитации пациентов обеих групп была идентичной, реализована в соответствии с приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации № 788н от 31.07.2020 «Об утверждении Порядка организации медицинской реабилитации взрослых» и приказом Министерства здравоохранения Самарской области № 1440 от 09.12.2025 «Об организации медицинской реабилитации взрослого населения на территории Самарской области».

2.2. Общая характеристика пациентов

В проспективное исследование вошли 43 (67,2%) пациента женского пола и 21 (32,8%) пациент мужского пола. Возраст больных, включённых в исследование, варьировал от 41 до 70 лет. Средний возраст пациентов, вошедших в контрольную и основную группы, составил 61(2,5) года. Обе клинические группы были сопоставимы по полу и возрасту, различия по указанным параметрам в группах были статистически незначимыми ($p = 0,064$). Общая характеристика пациентов по полу и возрасту представлена в Таблице 1.

Таблица 1 – Общая половозрастная характеристика пациентов

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%)

У всех пациентов рентгенологическая картина ОА коленного сустава соответствовала III и IV стадиям по классификации Kellgren &Lawrence. Болевой синдром от 6 до 8 баллов по ВАШ как в покое, так и при механической нагрузке был у 33 (51,6%) пациентов. Сгибательная контрактура коленного сустава была выявлена у 10 (15,6%) пациентов, объём активных движений не превышал 90°. Варусная деформация коленного сустава была выявлена у 55 (85%) пациентов, вальгусная у 7 (10%) больных. Признаки хронического синовита наблюдали у 21 (32,8%) пациентов. Трость использовали 32 пациента (50%). У всех больных выявляли ОА контрлатерального коленного сустава I и II стадии по классификации Kellgren & Lawrence.

Характеристика пациентов по клинико-функциональным нарушениям представлена в Таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика пациентов 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%)

Полученные данные свидетельствуют об отсутствии статистически значимых различий в структуре клинико-функциональных нарушений между группами, что подтверждает их сопоставимость по параметру (p = 0,379).

Средняя длительность ОА коленного сустава у пациентов исследуемых групп на момент проведения исследования составила 6,5 лет. При этом большая часть пациентов (85%) проходили в течение последних двух лет курс медикаментозной терапии, включая приём НПВП и ненаркотических анальгетиков. Внутрисуставные инъекции ГКС и хондропротекторов были выполнены 12 пациентам, но не более чем за месяц до включения в исследование.

Стратификация пациентов основной группы подразумевала их распределение по трём подгруппам, в зависимости от ведущего синдрома и фенотипа остеоартроза.

Характеристика пациентов указанных подгрупп по половому и возрастному признакам представлена в Таблице 3. Подавляющее большинство пациентов основной группы (n = 17) было отнесено к первой подгруппе с фенотипом хронической боли.

Таблица 3 – Характеристика пациентов основной группы в соответствии фенотипом остеоартроза

Подгруппа / Возраст (лет)	Первая подгруппа (фенотип хронической боли)		Вторая подгруппа (воспалительный фенотип)		Третья подгруппа (фенотип 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%)

Всем пациентам, включенным в исследование, выполняли ТЭКС заднестабилизированными эндопротезами (PS – posterior stabilized) с цементной фиксацией через медиальный парапателлярный доступ. Интраоперационно осложнений не наблюдали ни в одном случае. Протокол послеоперационного ведения у всех пациентов был идентичным и включал антибиотикопрофилактику, медикаментозную симптоматическую терапию, препараты для профилактики венозных тромбозов.

2.3. Методы исследования

Для сравнительного анализа и оценки эффективности лечения пациентов, включённых в исследование, использовали комплекс клинико-диагностических методов обследования, включавший клиническое обследование, рентгенологическое, лабораторно-диагностические и функциональные исследования.

Клиническое обследование

Клиническое обследование проводили по методике, принятой на кафедре травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова [26]. Целью обследования являлась оценка травматолого-ортопедического статуса, а также текущего состояния здоровья пациентов, включая анализ коморбидности, уровня физической активности и психоэмоциональных особенностей. Для установления полной картины имеющегося у пациента заболевания, а также последующей оценки динамики развития ОА коленного сустава, помимо клинического обследования были применены инструментальные, лабораторно-диагностические и функциональные методы исследования.

Клиническое исследование включало детализированный опрос пациента, направленный на выявление субъективных жалоб и анамнестических сведений, и комплексный физикальный осмотр, в ходе которого выполняли пальпацию области поражения, определение амплитуды как активных, так и пассивных движений в суставах, измерение длины и

окружности конечности, определение мышечной силы и функции поражённого сегмента.

Начальным этапом опроса пациента являлся сбор анамнестических данных: изучали историю развития заболевания и анамнез жизни, уточняли время и обстоятельства дебюта ОА, возможную этиологию и динамику патологического процесса, а также характер предшествующей терапии и её клиническую эффективность. При проведении опроса детально анализировали текущие жалобы и факторы, влияющие на общее состояние здоровья и прогрессирование ОА.

Физикальный осмотр пациента включал визуальную оценку обоих коленных суставов в положении пациента стоя для выявления деформаций оси конечности (варусной или вальгусной), асимметрии суставов, гипотрофии мышц. Проводили осмотр кожного покрова в области коленных суставов с целью определения гиперемии, рубцовых изменений или гематом. В положении пациента сидя на краю кушетки с опущенными ногами повторно оценивали контуры суставов, уделяли особое внимание выявлению признаков суставного выпота.

При пальпации оценивали наличие болезненности, её локализацию и выраженность. При подозрении на синовит определяли симптом баллотирования надколенника и симптом «выбухания» (bulge sign), которые позволяли верифицировать даже незначительное увеличение количества синовиальной жидкости.

Оценка функции сустава была ключевым этапом клинического осмотра. При определении объёма как активных, так и пассивных движений (сгибание и разгибание) с использованием гониометра фиксировали ограничение амплитуды, оценивали болевой синдром и крепитацию, сопровождающие движения. С целью дифференциальной диагностики и исключения сопутствующей патологии менисков выполняли тест Мак-Марри и тест Эпли. Исследовали стабильность сустава с помощью тестов на целостность

крестообразных (передний и задний «выдвижной ящик») и коллатеральных (вальгус- и варус-стресс тесты) связок.

Проводили измерения окружностей бедра и голени обеих конечностей с целью объективного выявления гипотрофии мышц. Осуществляли оценку периферического кровообращения (пульсация на артериях стопы) и иннервации. Анализировали объём движений в смежных суставах (тазобедренном, голеностопном), а также наличие патологии стоп.

Оценивали клинико-функциональное состояние коленных суставов, удовлетворённость и качество жизни пациентов с помощью четырёх шкал-опросников:

1. Индекс оценки остеоартрита университетом Западного Онтарио и МакМастера (Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index, WOMAC) (Приложение 1).

Разработанная N. Bellamy (1982 г.) и адаптированная Алексеевой А.С. и соавт. для Российской Федерации (2005 г.) шкала WOMAC оценивала выраженность боли (5 пунктов), скованности (2 пункта) и функциональных ограничений (17 пунктов) после ТЭКС. Пациенты ранжировали свои ощущения по пятиуровневой шкале Ликерта (от 0 баллов – «нет симптомов» до 4 баллов – «очень сильно»). Суммарный балл интерпретировали следующим образом: 0-14 – отличный, 15-28 – хороший, 29-38 – удовлетворительный, более 38 – неудовлетворительный.

2. Шкала оценки функционального состояния коленного сустава (Knee injury and osteoarthritis outcome score, KOOS) (Приложение 2).

Созданная E. Roos (2003 г.) и валидированная Ачкасовым Е.Е. и соавт. для Российской Федерации (2011 г.) шкала KOOS включала 42 пункта, объединённых в 5 доменов: боль, симптомы, повседневная активность, спорт и активность на отдыхе, качество жизни. Результат выражали в процентах от 0 (крайне выраженные проблемы) до 100 (отсутствие проблем). Интерпретация: более 80 – отлично, 59-79 – хорошо, 50-58 – удовлетворительно, менее 50 – неудовлетворительно.

3. Визуально-аналоговая шкала (ВАШ) (Приложение 3).

Шкалу применяли для субъективной оценки интенсивности болевого синдрома. Пациенты отмечали точку на десятибалльной шкале, где 0 баллов соответствовал отсутствию боли, а 10 баллов – максимально ощущаемой боли.

4. Шкала оценки ожиданий пациентов от предстоящей артропластики коленного сустава (Hospital of Special Surgery Knee Replacement Expectations Survey, HSS-KRES) (Приложение 4).

Разработанная К.А. Манкузо (США) и адаптированная Артюховым Д.В. и соавт. для Российской Федерации (2021 г.) шкала HSS-KRES состояла из 19 пунктов для оценки предоперационных ожиданий. Каждый пункт оценивали по шкале: 4 балла – полное восстановление, 3 – почти полное, 2 – умеренное улучшение, 1 – незначительное улучшение, 0 – неприменимо / не рассматривается. Сумма баллов (от 0 до 76) конвертируется в 100-балльную шкалу по формуле: сумма баллов / 76×100. Более высокий итоговый балл отражал более оптимистичные ожидания пациента относительно результатов хирургического вмешательства.

Рентгенологическое исследование

Рентгенографию коленного сустава выполняли 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, а также оценки динамики патологического процесса и определения тактики лечения. Использовали рентгеновские аппараты моделей «OEC 9800 Plus» и «Definium 8000» (General Electric Healthcare, Германия).

На полученных рентгенограммах визуализировали деструктивно-дистрофические изменения, соответствующие остеоартрозу III и IV стадии по классификации Kellgren & Lawrence и выражавшиеся в неравномерном сужении или практически полном исчезновении суставной щели, формировании выраженных остеофитов, субхондрального склероза и кист. В большинстве случаев также выявляли деформацию надколенника и отчётливые признаки артроза пателлофеморального сочленения (Рисунок 2).

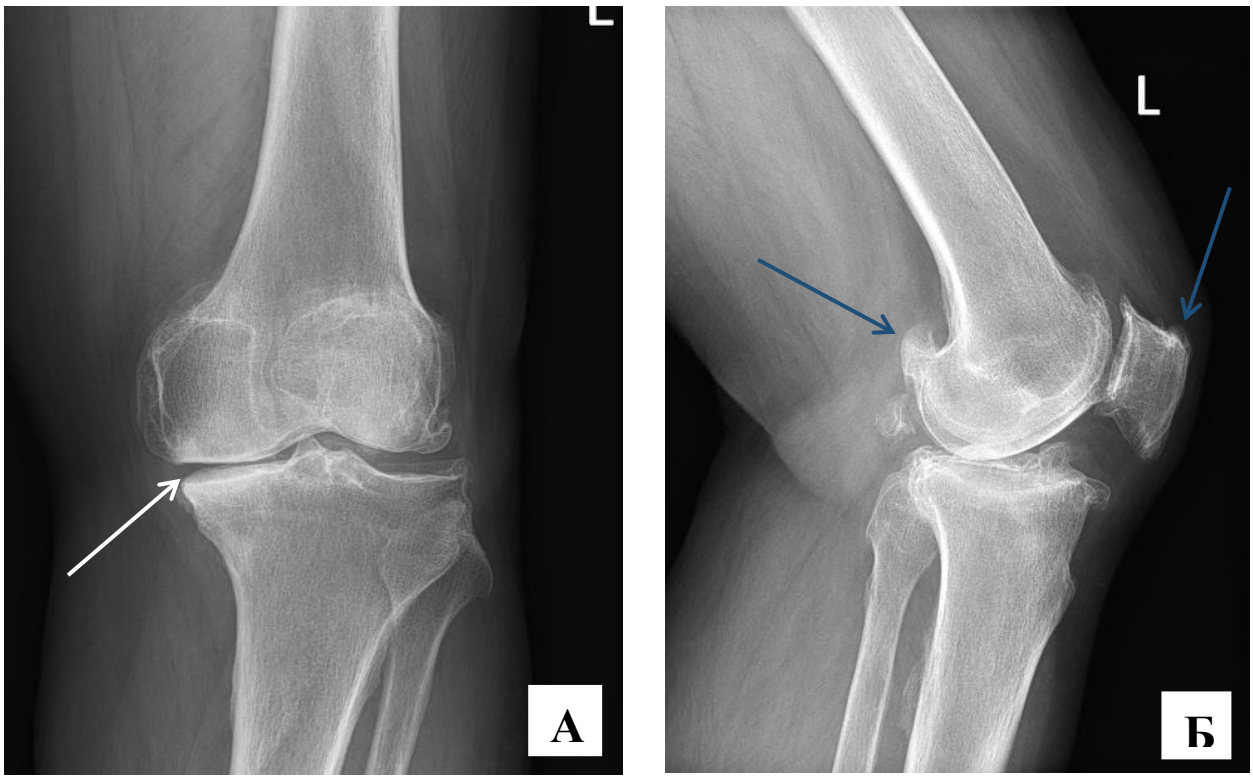


Рисунок 2 – Рентгенограмма левого коленного сустава в прямой (А) и боковой (Б) проекциях пациента Д. основной группы, 59 лет, с диагнозом «Остеоартроз левого коленного сустава III стадии (по классификации Kellgren & Lawrence): признаки деструктивно-дистрофического процесса в виде неравномерного сужения суставной щели (указано стрелкой белого цвета), субхондрального склероза и остеофитов (указаны стрелками синего цвета) и артроза пателлофеморального сочленения (указано стрелкой оранжевого цвета).

На основе полученных рентгенологических данных травматолог-ортопед, используя специальные шаблоны, определял размер компонентов эндопротеза, уровень и углы резекций бедренной и большеберцовой костей, а также необходимость коррекции мягких тканей – релиза коллатеральных связок, иссечения остеофитов, мобилизации задней капсулы.

Лабораторно-диагностическое исследование

Всем пациентам с целью оценки состояния внутренних органов и систем, выявления или исключения воспаления в поражённом коленном суставе и принятия окончательного решения о проведение ТЭКС выполняли

комплекс лабораторно-диагностических исследований. Он включал общеклинический анализ крови (ОАК) для оценки общего состояния здоровья, выявления анемии, лейкоцитоза или лейкопении и определения уровня СОЭ как маркера воспаления, а также биохимический анализ крови с исследованием ключевых показателей, таких как С-реактивный белок, глюкоза, мочевая кислота, общий белок, мочевина, креатинин, АлАТ, АсАТ. Выполняли общеклинический анализ мочи (ОАМ) с целью исключения патологии органов мочевыделительной системы. Для оценки состояния свёртывающей системы крови, что особенно важно для определения степени риска тромбозов или геморрагий, выполняли гемостазиограмму.

Комплексная оценка результатов всех указанных исследований позволяла получить объективные данные о состоянии здоровья пациента, наличии и степени активности воспалительного процесса в поражённом коленном суставе и функциональном состоянии основных органов, что являлось неотъемлемой частью дифференциальной диагностики, формирования индивидуального плана лечения и планирования предстоящего оперативного вмешательства.

Функциональное обследование

Комплексное функциональное обследование пациентов включало объективную оценку нейромышечного контроля и двигательной активности с использованием поверхностной функциональной электронейромиографии (ЭНМГ) четырёхглавой и двуглавой мышц бедра, икроножной мышцы в сочетании с двигательными тестами. Основной целью функционального обследования являлось выявление взаимосвязей между электрической активностью мышц и качеством выполнения повседневно значимых двигательных задач.

Поверхностную функциональную ЭНМГ проводили в лаборатории клинической биомеханики Клиник ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России с помощью автоматизированного программно-аппаратного комплекса «МБН-Биомеханика», разработанного научно-медицинской фирмой «МБН» (Россия).

Электронейромиографию выполняли с использованием биполярных электродов, размещаемых на коже над брюшком соответствующих мышц согласно международным рекомендациям Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles (SENIAM). Проводили мониторинг работы следующих мышц: четырёхглавой мышцы бедра (m. quadriceps femoris) как основного разгибателя бедра и стабилизатора конечности при опоре; двуглавой мышцы бедра (m. biceps femoris) – основного сгибателя бедра; икроножной мышцы (m. gastrocnemius) – ключевого подошвенного сгибателя стопы, реализующего пропульсивное усилие в терминальной фазе опоры при ходьбе. Сигнал от электронейромиографа усиливали, фильтровали и оцифровывали для последующего анализа амплитуды (mkV), времени активации/деактивации и паттернов мышечной синергии.

Функциональную производительность и двигательную активность нижних конечностей оценивали с помощью двух стандартизированных и валидированных тестов:

Two Minute Walking Test (2MWT) – тест двухминутной ходьбы: пациенту предлагали пройти максимально возможное расстояние за 2 минуты по коридору лечебного отделения между двумя отметками, расстояние между которыми составляло пятнадцать метров, сохраняя свой обычный темп ходьбы. Для дополнительного контроля использовали мобильный шагомер StepsApp (StepsApp GmbH, Германия). Во время прохождения теста пациентам было разрешено использовать вспомогательные средства, если они обычно пользовались ими в повседневной жизни. Этот тест служил индикатором устойчивой аэробной выносливости, скорости ходьбы и способности поддерживать двигательную активность.

Time Up and Go Test (TUG) – двигательный тест «Встань и иди» пациенты выполняли в следующей последовательности: больные сначала должны были встать со стула, пройти три метра, затем повернуться и вернуться в исходное положение сидя на стуле. Этот тест позволял оценивать

динамическое равновесие, скорость инициации движения, силу мышц нижних конечностей, координацию и риск падений.

Интеграция этих методов стала важным инструментом для объективизации функционального статуса мышц, обеспечивающих движения в поражённом и впоследствии оперированном коленном суставе.

Методы статистического анализа и доказательной медицины

Сравнительный анализ и оценка эффективности разработанного преабилитационного лечебного комплекса базировались на сопоставлении данных, полученных в предоперационном и послеоперационном периодах. С учётом ожидаемых результатов ключевыми критериями эффективности являлись уменьшение болевого синдрома, увеличение амплитуды активных и пассивных движений в коленном суставе, достижение ранней вертикализации и активизации пациентов, повышение уровня удовлетворённости проведённым лечением и улучшение показателей качества жизни.

В соответствии с утверждённым протоколом и дизайном диссертационного исследования были установлены следующие конечные точки:

1. Первичная конечная точка – показатели опросника WOMAC, отражающие снижение интенсивности боли и восстановление функции коленного сустава, оценённые через 12 недель после операции.

2. Вторичные конечные точки – показатели раздела «Боль» шкалы KOOS, интенсивность боли по ВАШ и данные ЭНМГ четырёхглавой, двуглавой мышц бедра и икроножной мышцы, измеренные на двух послеоперационных сроках наблюдения – 72 часа и 4 недели после ТЭКС.

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

Для проверки гипотезы о соответствии выборки нормальному закону распределения форме распределения на первом этапе использовали критерий Колмогорова-Смирнова. Оценку достоверности этого критерия проводили с помощью критерия Шапиро-Уилка. В случае получения расхождения в оценке значений двух критериев применяли дополнительный критерий Андерсона-Дарлинга. При совпадении результатов двух тестов, принимали решение о выборе вида распределения анализируемых показателей.

Для статистического анализа показателей, распределение которых соответствовало нормальному закону распределения использовали описательные статистические параметры, такие как M (средняя величина), SD (стандартное отклонение) и границы 95% доверительного интервала (ДИ). При получении данных с ненормальным распределением использовали другие статистические показатели: Me (медиана – середина ранжированного ряда), величины первого и третьего квартилей (Q1и Q3). Для сравнения средних значений нормально распределенных данных применялся параметрический t-критерий Стьюдента,

Статистически значимые различия между клиническими группами считали подтвержденными, если рассчитанное значение t-критерия Стьюдента было равно или больше табличного значения. При значении t-критерия Стьюдента меньше табличного ($p > 0,05$), различия расценивали как статистически незначимыми.

Для сравнения средних значений в выборках с ненормальным распределением использовали непараметрический U-критерий Манна-Уитни. Также для проверки гипотез о равенстве распределений двух независимых групп при определении U-критерия проводили расчет Z-теста.

Качественные (категориальные) данные представлены в виде абсолютных (n) и относительных (%) частот. При сравнении категориальных данных использовали непараметрический критерий Пирсона (χ^2) или критерий хи-квадрат Пирсона с поправкой Йетса, позволявшие проводить анализ таблиц сопряженности.

Глава 3. НОВЫЙ ПОДХОД К ДООПЕРАЦИОННОЙ КОРРЕКЦИИ КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ ПРИ ТОТАЛЬНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Более 50 лет сотрудники кафедры и в клиники травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России под руководством академика РАН Г.П. Котельникова активно развивают передовые научные направления, одним из которых является совершенствование методов диагностики и лечения пациентов с деструктивно-дистрофическими заболеваниями крупных суставов [6]. Результатом многочисленных фундаментальных и прикладных исследований сотрудников кафедры за последние несколько десятков лет стали разработка и успешное внедрение в клиническую практику ряда инновационных методов диагностики и лечения деструктивно-дистрофических поражений коленного сустава (Краснов А.Ф., 2005; Чернов А.П., 2008; Лосев И.И., 2012; Волова Л.Т., 2016; Долгушкин Д.А., 2017; Ларцев Ю.В., 2018; Зуев-Ратников С.Д., 2019; Котельников Г.П., 2020; Шорин И.С., 2021; Кудашев Д.С., 2024).

В контексте реализации основных научных и клинических задач кафедры, а также плодотворного сотрудничества с кафедрой медицинской реабилитации, спортивной медицины, физиотерапии и курортологии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России под руководством к.м.н., доцента А.А. Шишкиной приоритетным фокусом является развитие и совершенствование послеоперационной реабилитации. Результатом проделанной работы стали разработка и внедрение в клиническую практику новых методик, техник и способов восстановления пациентов после оперативных вмешательств на различных сегментах опорно-двигательной системы. Одним из направлений в развитии современных методов физической и реабилитационной медицины стало внедрение технологий, основанных на контролируемом воздействии гравитации и гипербарической оксигенации.

Однако, несмотря на значительные достижения и внедрение передовых технологий, таких как гравитационная терапия и гипербарическая оксигенация, реабилитация в послеоперационном периоде не всегда позволяет достичь максимально возможной эффективности для конкретного пациента. На конечный результат влияет комплекс факторов, часто выходящих за рамки медицинских протоколов: индивидуальная мотивация и приверженность пациента к длительным занятиям, психологические особенности, сопутствующие соматические заболевания, а также социально-экономические условия, определяющие доступность и непрерывность реабилитационного процесса (Яшков А.В., 2018, Котельников Г.П., 2019).

При этом в Российской Федерации в настоящее время отсутствуют научно обоснованные и утверждённые программы преабилитации в травматологии и ортопедии. Это ограничивает возможности травматологов-ортопедов объективно оценивать её эффективность, затрудняет планирование ресурсов и может негативно влиять на послеоперационные исходы, увеличивая риски осложнений и сроки восстановления пациентов.

В этой связи и в рамках данного диссертационного исследования нами был предложен и разработан новый подход к преабилитации пациентов при эндопротезировании коленного сустава (патент РФ на изобретение № 2844621 от 04.08.2025).

В основе подхода лежит комплексная дооперационная коррекция клинико-функциональных нарушений, основанная на результатах клинико-инструментального и функционального обследования пациентов.

Использование предложенного подхода к преабилитации при ТЭКС позволяет обеспечить получение положительных клинико-функциональных результатов восстановления в дооперационном и послеоперационном периодах, что создаёт основу для ранней активизации пациентов после операции. Это, в свою очередь, закономерно ведёт к сокращению общих сроков послеоперационного восстановления. Немаловажным эффектом подхода является полноценная психологическая подготовка больных к

оперативному вмешательству. Совокупность перечисленных факторов непосредственно способствует повышению уровня удовлетворённости результатами проведённого лечения и качества жизни пациентов.

Основные этапы преабилитации по разработанному способу выполняли следующим образом.

За четыре недели до планируемой даты госпитализации пациентам проводили комплексное обследование, которое включало в себя клинический осмотр, поверхностную функциональную электронейромиографию (ЭНМГ) четырёхглавой и двуглавой мышц бедра и икроножной мышцы, клинико-функциональную оценку с помощью специализированных шкал-опросников: визуально-аналоговой шкалы боли (ВАШ), WOMAC (Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index) и KOOS (Knee injury and osteoarthritis outcome score), двигательные тесты: 2MWT (2 Minute Walk Test) и TUG (Timed Up and Go), лабораторно-диагностические исследования (общеклинический и биохимический анализы крови, гемостазиограмма).

Организацию и контроль за процессом обследования, а также интерпретацию его результатов осуществлял травматолог-ортопед, что обеспечивало целевую направленность диагностики на оценку готовности пациента к оперативному лечению и последующему восстановлению.

На основании результатов указанного обследования, при наличии не менее двух критериев, соответствующих одному из основных фенотипов остеоартроза, пациентов разделяли на три подгруппы.

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

Во вторую подгруппу были включены пациенты с преобладанием воспалительного компонента (воспалительный фенотип – «inflammatory

mechanisms»), у которых наблюдали следующие изменения показателей общеклинического и биохимического анализов крови, гемостазиограммы: 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 у пациентов данной группы отмечали наличие признаков хронического синовита поражённого сустава.

Третью подгруппу составили пациенты с преобладанием ограничения объёма движений в поражённом коленном суставе (фенотип биомеханических нарушений – «mechanical overload»), у которых оценка по шкале KOOS в разделе «Симптомы» составила менее 50 баллов, оценка по шкале WOMAC более 38 баллов; результаты ЭНМГ m. biceps femoris – 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. Все пациенты данной подгруппы предъявляли жалобы на скованность в коленном суставе после пробуждения и после длительного состояния покоя, а также на выраженное ограничение объёма движений в поражённом суставе.

По итогам распределения в указанные подгруппы пациентам назначали комплекс мероприятий преабилитации, часть из которых являлись общими для пациентов всех подгрупп. Кроме этого, в каждой подгруппе проводили специфические лечебные мероприятия, направленные на коррекцию преобладающих у пациентов клинико-функциональных нарушений.

Объём преабилитации, выполняемый всеми пациентами, вне зависимости от принадлежности к какой-либо подгруппе, включал в себя нижеследующие мероприятия.

Курс механотерапии, включающий комплекс физических упражнений, обеспечивающих укрепление мышц голени и бедра оперируемой конечности, мышц брюшного пресса, спины и пояса верхних конечностей, продолжительностью от 45 до 60 минут. Комплекс механотерапии проводили с частотой 2-3 сеанса в неделю, на курс – 10-12 сеансов. Сеансы физических упражнений проводили в щадящем и щадяще-тренировочном режимах.

Физические упражнения пациенты осуществляли в положение лёжа, сидя или стоя на полу. Начинали курс механотерапии с упражнений, щадящих коленный сустав. Пациенты выполняли упражнения поражённой конечностью на блоковом тренажёре с индивидуальным подобранным отягощением с целью улучшения кровообращения и микроциркуляции в мышцах этой ноги. Далее переходили к упражнениям на блочном тренажёре для голеностопного сустава с индивидуально подобранным отягощением (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Выполнение пациенткой А., 61 года (основная группа – фенотип хронической боли, диагноз: остеоартроз правого коленного сустава III стадии (по Kellgren & Lawrence) за 4 недели до ТЭКС физического упражнения – тяги одной ногой на блоковом тренажёре, лёжа на спине, с отягощением 20 кг

Пациенты также обязательно выполняли комплекс физических упражнений на здоровую нижнюю конечность с более высоким весовым отягощением с целью создания мышечного каркаса противоположной конечности, которая будет являться опорной после ТЭКС. Далее переходили к упражнениям на блоковом тренажёре для укрепления мышц брюшного пресса, спины и пояса верхних конечностей.

Курс дыхательной гимнастики включал в себя комплекс дыхательных упражнений и был направлен на улучшение кровообращения, насыщение организма кислородом и увеличение выносливости и устойчивости к физическим нагрузкам. Комплекс проводили перед началом каждого сеанса физических упражнений продолжительностью от 10 до 15 минут, на курс – 10-12 сеансов. Комплекс состоял из 10 дыхательных упражнений по 7-10 повторений.

Обучение пациентов технике ходьбы без опоры на поражённую конечность с использованием средств опоры и передвижения (костыли, трость), а также освоение навыков повседневной активности (присаживание, подъём с постели и т.п.) начинали за 14 дней до операции. Обучение и освоение навыков повседневной активности проводили под контролем инструктора-методиста ЛФК в течение 20-30 минут, 2 раза в неделю. Тренировку ходьбы с двухсторонней опорой (ходунки или костыли) осуществляли в течение 10 минут (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Обучение пациентки Б., 59 лет (основная группа – фенотип биомеханических нарушений, диагноз: Остеоартроз правого коленного сустава III стадии (по Kellgren & Lawrence) технике ходьбы без опоры на поражённую конечность с использованием костылей за 4 недели до ТЭКС

Отрабатывали требуемые навыки для достижения необходимого уровня самостоятельности в повседневной жизни после ТЭКС. Сначала выполняли присаживание с опорой на руки, затем плавно спускали нижние конечности, поэтапно отводя здоровую ногу и подтягивая к ней больную или подложив стопу здоровой ноги под голеностопный сустав больной, и, помогая ею, опускали ногу на пол, предотвращая совершение наружного поворота стопы. Подъём с постели осуществляли постепенно, перенося вес на здоровую конечность и подставляя высокие костыли или ходунки для перехода в вертикальное положение (Рисунок 5).

А  Б 

Рисунок 5 – Обучение пациентки Б., 59 лет (основная группа – фенотип биомеханических нарушений, диагноз: остеоартроз правого коленного сустава IV стадии (по Kellgren & Lawrence) повседневным навыкам: подъёму с постели (А) и присаживанию (Б) за 4 недели до ТЭКС.

На протяжение всего периода выполнения комплекса преабилитации осуществляли психологическое сопровождение пациентов, включённых в основную клиническую группу. Использование методов психологического сопровождения было направлено на создание необходимых условий для формирования активной позиции пациента в процессе лечения, устранение информационных неточностей и ошибочных суждений по поводу лечения, что

способствовало формированию адекватного поведения пациентов, необходимого для успешного планирования и проведения назначенного лечения и прогнозирования его результатов. Предоперационное информирование за несколько недель до госпитализации было направлено на снижение уровня тревоги пациентов и уменьшение выраженности послеоперационной боли.

Психологическое сопровождение пациента, которое осуществляли с участием медицинского психолога, представляло многоуровневый процесс, направленный на формирование устойчивого психоэмоционального состояния пациента перед вмешательством. Первоначальный этап включал структурированную диагностику психологического статуса с использованием валидированных инструментов: для оценки тревожности применяли госпитальную шкалу тревоги и депрессии (HADS) и шкалу Спилбергера-Ханина; депрессивную симптоматику выявляли с помощью шкалы депрессии Бека, а уровень мотивации и информированности анализировали в ходе клинической беседы и специализированных опросников.

На основании полученных данных осуществляли обучение пациентов навыкам психологической саморегуляции, в первую очередь, диафрагмальному дыханию и технике «дыхания по квадрату» для быстрого снижения вегетативного возбуждения, а также прогрессивной мышечной релаксации по Джекобсону для осознанного управления мышечным тонусом и соматическими проявлениями стресса. Завершающим компонентом являлось психологическое консультирование с элементами рациональной и когнитивно-поведенческой терапии, нацеленное на коррекцию иррациональных страхов и катастрофизирующих мыслей, а также на выработку адаптивных поведенческих стратегий. Дополнительно использовали углублённые техники управляемой визуализации и аутогенной тренировки, позволяющие пациенту в состоянии релаксации моделировать позитивные этапы лечения и восстановления, что в совокупности

способствовало снижению предоперационной тревоги, повышению комплаенса и формированию активной установки на выздоровление.

Ортезирование коленного сустава проводили пациентам только первой и второй подгрупп в течение всего периода преабилитации с целью профилактики прогрессирования нарушений его функций, уменьшения боли и воспалительного процесса, обеспечения стабильности сустава в покое и при движениях, а также создания условий для реализации физиологической биомеханики разгибательного аппарата коленного сустава. Для эффективной ортезотерапии использовали эластичный функционально-корригирующий ортопедический бандаж, который пациенты использовали как при обычном двигательном режиме, так и во время физических упражнений. Пациентам разрешали снимать бандаж на время сна (Рисунок 6).



Рисунок 6 – Ортезирование поражённого коленного сустава с помощью эластичного функционально-корригирующего ортопедического бандажа у пациента М., 67 лет (основная группа – фенотип хронической боли, диагноз: остеоартроз правого коленного сустава III стадии (по Kellgren & Lawrence).

Помимо вышеприведённых общих мероприятий комплексной преабилитации пациенты каждой подгруппы получали специфичное лечение.

Специализированные мероприятия преабилитации в первой подгруппе были направлены на купирование болевого синдрома. Для этого всем

пациентам применяли СМТ-терапию с помощью аппарата «Амплипульс-5» (Россия) на область поражённого коленного сустава продолжительностью 10 минут, через день, на курс – 8 процедур. Процедуры проводили с первого дня выполнения комплекса преабилитации, по поперечной методике. Один электрод размещали на коже в проекции болевой точки, второй – рядом, на расстоянии, равном поперечнику первого электрода, или с противоположной стороны (поперечно). Электроды были зафиксированы эластичным бинтом.

Выполнение процедуры заключалось в проведении 5-минутного воздействия на область поражённого коленного сустава в режиме переменного тока по следующей методике: сначала III род работы (100 Гц, модуляция 75%, длительность импульса 3 с), затем V род работы (70 Гц, модуляция 85%, длительность импульса 3 с). При уменьшении боли, которое обычно наблюдались к 3-4 процедуре, частоту и глубину модуляция снижали до 50 Гц и 60% соответственно (Рисунок 7).



Рисунок 7 – СМТ-терапия у пациентки Л., 67 лет (основная группа – фенотип хронической боли, диагноз: остеоартроз правого коленного сустава III стадии (по Kellgren & Lawrence) с помощью аппарата «Амплипульс-5» (Россия).

Помимо СМТ-терапии в данной подгруппе применяли кинезиотейпирование поражённого коленного сустава, направленное на

улучшение кровообращения в поражённом суставе. После выполнения курса физиолечения, однократно, сроком на 5 дней пациентам накладывали три эластичных тейпа по 20 см по технике «китайский фонарик» с натяжением 15%. Якорь первого эластичного тейпа наклеивали на кожу передней поверхности бедра выше коленного сустава, разделяли тейп на несколько полосок и размещали их, окаймляя коленный сустав спереди, не растягивая и не приклеивая полоски друг к другу. Аналогичные действия повторяли со вторым и третьим тейпами с латеральной и медиальной стороны коленного сустава (Рисунок 8).



Рисунок 8 – Кинезиотейпирование поражённого коленного сустава по технике «китайский фонарик» у пациента Е., 54 лет, основная группа – фенотип хронической боли, диагноз: остеоартроз правого коленного сустава III стадии (по Kellgren & Lawrence).

Во второй подгруппе для купирования воспаления в поражённом суставе применяли низкочастотную магнитотерапию с помощью аппарата «Полимаг-01» (Россия), продолжительностью 15 минут, ежедневно, курс – 10 процедур. Данный вид магнитотерапии проводили с первого дня

преабилитации по следующей методике. Индукторы, установленные на манжете, размещали на боковых поверхностях коленного сустава разноимёнными полюсами друг к другу, при этом магнитное поле направляли перпендикулярно к оси нижней конечности. Применяли магнитное поле в непрерывном режиме с индукцией равной 35 мТл (Рисунок 9).



Рисунок 9 – Низкочастотная магнитотерапия у пациентки Е., 67 лет (основная группа – воспалительный фенотип, диагноз: остеоартроз правого коленного сустава III стадии (по Kellgren & Lawrence) с помощью аппарата «Полимаг-01» (Россия).

Кинезиотейпирование поражённого коленного сустава у пациентов второй подгруппы осуществляли по специальной методике с целью уменьшения воспаления, отёка и усиления лимфодренажного эффекта. Данную процедуру проводили после выполнения курса физиолечения однократно сроком на 7 дней эластичными тейпами по W-технике размером 5×20 см в среднем положении коленного сустава с приклеиванием двух кинезиотейпов от центра надколенника до начала икроножной мышцы и одним тейпом по задней поверхности коленного сустава от центра подколенной ямки до начала камбаловидной мышцы (Рисунок 10).

А  Б 

Рисунок 10 – Кинезиотейпирование поражённого коленного сустава W-техникой с натяжением 15% у пациента К., 56 лет, основная группа – воспалительный фенотип, диагноз: остеоартроз правого коленного сустава III стадии (по Kellgren & Lawrence): вид спереди (А) и вид сбоку (Б).

У пациентов третьей подгруппы для увеличения амплитуды движений в поражённом коленном суставе наряду с активной механотерапией применяли пассивную механотерапию поражённого коленного сустава на роботе-тренажёре «АРТРОМОТ К1» (Германия) ежедневно, курсом 15 процедур в безболевом диапазоне, постепенно увеличивали амплитуду движений в суставе, начиная с угла сгибания не менее 20º и угла разгибания – не менее 10º и время выполнения процедуры за счёт увеличения количества повторений движений.

Пассивная механотерапия позволяла пациенту совершать физиологически правильные и естественные движения в суставе, мягко и постепенно растягивая поражённые ткани, увеличивая диапазон движений.

Процедура помогала предотвратить прогрессирование ограничения объёма движений в суставе, контролировать скорость, диапазон и продолжительность движений, адаптируя лечение к индивидуальным потребностям пациента (Рисунок 11).



Рисунок 11 – Пассивная механотерапия поражённого коленного сустава с помощью робота-тренажёра «АРТРОМОТ К1» (Германия) у пациентки Н., 71 лет, основная группа – биомеханических нарушений, диагноз: Остеоартроз правого коленного сустава IV стадии (по Kellgren & Lawrence).

Специализированное кинезиотейпирование по Y-технике у пациентов третьей подгруппы проводили после выполнения курса пассивной механотерапии с использованием двух тейпов длиной 20 см, шириной 10 см и 5 см: тейп шириной 10 см разрезали по центру в длину, оставляя якорь 5 см, чтобы получился Y-образный аппликатор. Накладывали якорь по передней поверхности бедра выше коленного сустава, а разрезанные концы фиксировали, огибая коленный сустава сбоку, над связкой надколенника. Второй кинезиотейп накладывали под надколенником горизонтально, закрывая концы первого тейпа, создавали натяжение тейпов 50%, тейпы

накладывали однократно, с последующим сроком ношения в течение 5 дней (Рисунок 12).



Рисунок 12 – Кинезиотейпирование поражённого коленного сустава Y-техникой с натяжением 15% у пациента М., 60 лет, основная группа – фенотип биомеханических нарушений, диагноз: Остеоартроз правого коленного сустава III стадии (по Kellgren & Lawrence).

Для реализации индивидуального мультимодального подхода к преабилитации нами была разработана компьютерная программа «Программа для определения индивидуального комплекса преабилитации при эндопротезировании коленного сустава» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2026610177 от 13.01.2026).

Алгоритм работы программы заключается в следующем: травматолог-ортопед вводит в программу данные пациента, в том числе анамнестические сведения, результаты клинико-функционального обследования, рентгенологические характеристики и показатели лабораторного исследования крови.

На основе введённых данных программа осуществляет автоматизированную стратификацию, идентифицируя у пациента с ОА коленного сустава один из определённых клинических фенотипов заболевания. Итоговым результатом работы алгоритма является заключение с указанием установленного фенотипа и автоматически сгенерированного, соответствующего данному фенотипу, индивидуального комплекса преабилитационных мероприятий, предназначенного для подготовки к оперативному лечению (Рисунок 13).

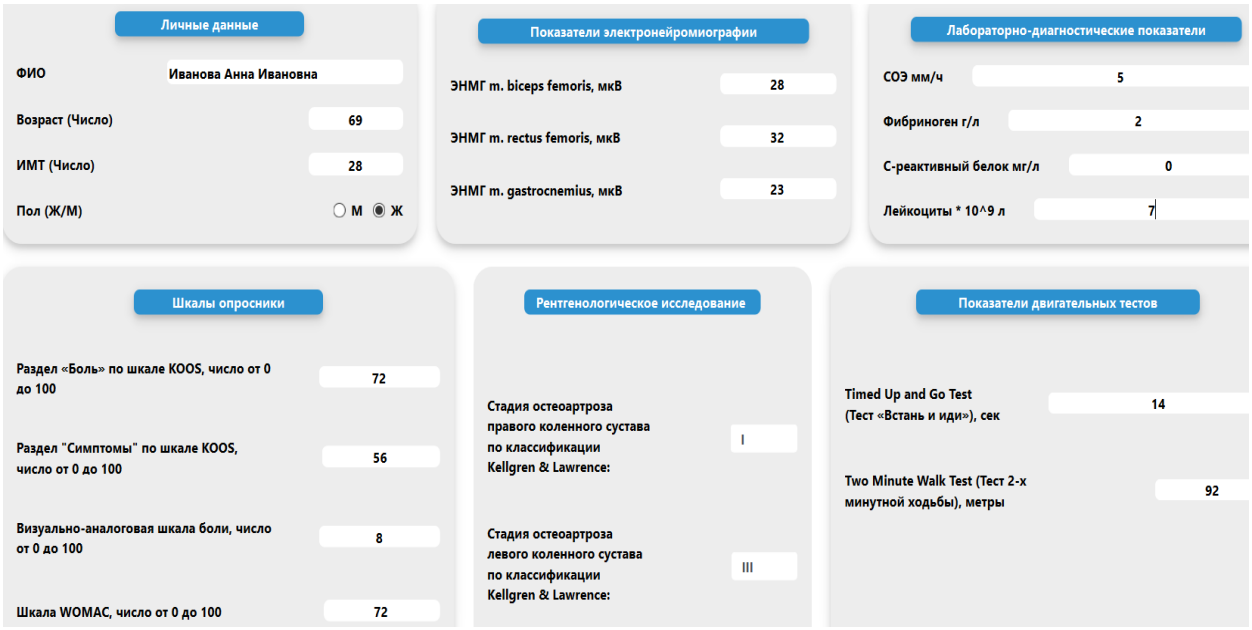


Рисунок 13 – Интерфейс программы ЭВМ «Программа для определения индивидуального комплекса преабилитации».

Представлены клинические примеры ведения пациентов. В первом примере больному не был применён комплекс преабилитации. В трех последующих примерах пациенты, относящиеся к разным подгруппам в зависимости от фенотипа ОА, выполняли предложенную программу преабилитации в течение 4 недель до ТЭКС.

Клинический пример № 1

Пациентка М. 1961 года рождения, 18 января 2025 г. обратилась за консультацией в травматолого-ортопедическое отделение №2 Клиник ФГБОУ

ВО СамГМУ Минздрава России, с жалобами на постоянный болевой синдром в правом коленном суставе, интенсифицирующийся после функциональной нагрузки и в ночное время; наличие «стартовых болей»; ограничение объёма активных и пассивных движений; утреннюю скованность продолжительностью до 30 минут; общую слабость и снижение физической активности.

Болевой синдром в правом коленном суставе беспокоит на протяжении 5 лет. В течение 4 лет проводила самостоятельную терапию нестероидными противовоспалительными препаратами без значимого клинического эффекта. Год назад после консультации травматолога-ортопеда в поликлинике по месту жительства был установлен диагноз «Остеоартроз», выполнена одна интраартикулярная инъекция в правый коленный сустав хондропротекторов. Для купирования выраженного болевого синдрома эпизодически использовала кетопрофен. На фоне проводимого лечения было достигнуто лишь незначительное временное улучшение.

С декабря 2024 года пациентка отмечала прогрессирование заболевания, характеризовавшееся нарастанием интенсивности болевого синдрома, появлением ночных болей. При проведённой амбулаторно рентгенографии правого коленного сустава были выявлены рентгенологические признаки, соответствующие выраженному деструктивно-дистрофическому процессу: значительная деформация и субхондральный склероз суставных поверхностей с участками субхондрального некроза и локального остеопороза, умеренное сужение суставной щели, наличие обширных краевых костных разрастаний и свободных внутрисуставных тел. Для определения дальнейшей тактики ведения пациентка была направлена в Клиники ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России.

Общее состояние при обращении удовлетворительное. Соматический статус без существенных особенностей.

При физикальном осмотре визуально определяется отёчность и признаки синовита. Пальпаторно – болезненность в периартикулярной

области. Объём движений в коленном ограничен, при выполнении движений отмечается крепитация. По результатам рентгенографии был поставлен диагноз: остеоартроз правого коленного сустава III стадии классификации Kellgren & Lawrence. Пациентка была включена в контрольную группу.

До выполнения вмешательства за 4 недели до операции травматологом-ортопедом была проведена оценка клинико-функционального состояния пациентки с помощью оценочных шкал-опросников: ВАШ, WOMAC и KOOS; двигательных тестов: 2MWT, TUG и ЭНМГ четырёхглавой и двуглавой мышц бедра, икроножной мышцы, лабораторно-диагностических методов.

Комплекс преабилитации пациентке не назначали, после поступления в стационар за 72 часа до планируемого оперативного вмешательства ей также провели клинико-функциональное обследование. Это же обследование провели на сроках 72 часа, 4 и 12 недель после операции.

Проведённый анализ динамики состояния пациентки продемонстрировал, что отсутствие преабилитации оказало значимое влияние на характер её восстановления. Динамика в послеоперационном периоде характеризовалась более медленными темпами регресса болевого синдрома, восстановления мышечной силы, амплитуды движений и показателей повседневной активности. При этом исходные клинико-функциональные нарушения нижних конечностей, развившиеся на фоне прогрессирования ОА коленного сустава и не скорректированные до операции, создали дополнительные препятствия для ранней активизации и вертикализации.

Это проявилось в длительном сохранении болевого синдрома, его значительной интенсивности, страхе перед движениями в оперированном суставе и затруднениях при освоении элементарных навыков в первые недели после вмешательства. Показатели тестов двигательной активности (2MWT, TUG) на всех контрольных сроках отставали от ожидаемых средних значений для данной возрастной группы после эндопротезирования. Результаты проведённых исследований описаны в Таблице 4.

Таблица 4 – Результаты оценки клинико-функционального состояния на всех сроках наблюдения у пациентки М., 1961 г.р., с диагнозом «Остеоартроз правого коленного сустава III стадии (по Kellgren & Lawrence)»

Показатель		4 недели до операции	72 часа до операции	72 часа после операции	4 недели после операции	12 недель после операции
KOOS «Симптомы» (баллы)		53	59	58	61	64
KOOS «Боль» (баллы)		52	53	60	65	70
KOOS «Сложность выполнения бытовых действий» (баллы)		42	45	46	59	62
KOOS «Спорт и активность на отдыхе» (баллы)		5	5	5	10	15
KOOS «Оценка качества жизни» (баллы)		30	34	36	46	58
WOMAC (баллы)		52	50	47	34	32
ВАШ (баллы)		6	6	6	5	3
2MWT (метры)		98,2	99,4	98,1	100,8	105,9
TUG (секунды)		15,9	14,6	13,7	11,2	9,9
Лейкоциты × 10^9/л		6,6	9,1	10,2	7,7	6,4
СОЭ мм/ч		17	18	24	12	8
СРБ мг/л		отриц.	отриц.	3,7	1,2	отриц.
Фибриноген г/л		2,7	3,3	5,2	3,7	2,5
ЭНМГ (mkV)	m. biceps femoris	31,9	32,2	32,6	37,4	42,1
	m. rectus femoris	43,4	44,1	42,2	47,8	49,1
	m. gastrocnemius	29,3	29,8	27,2	33,8	40,1

Полученные данные указывали на то, что отсутствие этапа преабилитации ассоциировалось с удлинением сроков достижения целевых функциональных

показателей и увеличением продолжительности всех послеоперационных этапов, включая реабилитационные мероприятия, а также сопровождалось риском развития таких осложнений как контрактура и нестабильность коленного сустава.

Клинический пример № 2

Пациентка П., 1965 года рождения, обратилась за консультацией в травматолого-ортопедическое отделение № 2 Клиник ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России 20 февраля 2025 г. с персистирующим болевым синдромом высокой интенсивности в левом коленном суставе. Боль усиливалась при нагрузке, в ночные и утренние часы, сопровождаясь утренней скованностью больше 30 минут. Больная отмечала умеренное ограничение движений в коленном суставе, затруднения при ходьбе, подъёме и спуске по лестнице.

Из анамнеза было выявлено, что боль в обоих коленных суставах начала беспокоить пациентку более десяти лет назад, постепенно нарастая. Вначале боли были эпизодическими, возникали после длительной ходьбы или уборке дома и купировались после небольшого отдыха. В течение последних пяти лет болевой синдром в области левого коленного сустава стал практически постоянным и более интенсивным. На протяжении четырёх лет лечилась самостоятельно, принимала ибупрофен, однако эффект был кратковременным и незначительным.

В сентябре 2024 года пациентка обратилась к травматологу-ортопеду в поликлинику по месту жительства. Был установлен диагноз «Остеоартроз левого коленного сустава III стадии» и назначен курс консервативного лечения, включающий приём ацеклофенака, внутрисуставное введение гиалуроновой кислоты и лазеротерапию. На фоне указанного лечения состояние незначительно улучшилось.

С января 2025 года пациентка снова начала отмечать ухудшение состояния в виде усиления болевого синдрома и появления болей в ночное время, в связи с чем повторно обратилась к травматологу-ортопеду в поликлинику по месту жительства, который направил пациентку в Клиники

ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России для консультации и решения вопроса о проведении эндопротезирования поражённого коленного сустава.

При проведении анализа рентгенограмм левого коленного сустава были выявлены значительные деструктивно-дистрофические изменения, а именно выраженное неравномерное сужение суставной щели, субхондральный склероз и формирование остеофитов (Рисунок 14).

А  Б 

Рисунок 14 – Рентгенограмма левого коленного сустава пациентки П., 1965 г.р., с диагнозом «Остеоартроз левого коленного сустава III стадии (по Kellgren & Lawrence)», в прямой (А) и боковой (Б) проекциях: признаки деструктивно-дистрофических изменений – сужение суставной щели, субхондральный склероз и остеофиты (указаны стрелками).

При осмотре пациентки: состояние удовлетворительное, сознание ясное. Витальные функции: температура тела – 36,3°С, частота дыхательных движений – 17 в мин., частота сердечных сокращений – 67 уд./мин., артериальное давление – 130/74 мм рт. ст. Кожные покровы и слизистые физиологической окраски. Индекс массы тела – 29 кг/м². Периферические

лимфоузлы не пальпируются. Аускультативно: дыхание везикулярное, хрипов нет; тоны сердца ритмичные, приглушены. Живот мягкий, безболезненный; печень и селезёнка не увеличены. Симптом Пастернацкого отрицательный. Периферических отёков нет.

При локальном осмотре были выявлены симптомы хронического синовита левого коленного сустава, болезненность при пальпации периартикулярных тканей коленного сустава, ограничение активных и пассивных движений в левом коленном суставе.

В соответствии с разработанным способом преабилитации за 4 недели до выполнения вмешательства травматологом-ортопедом была проведена оценка клинико-функционального состояния пациентки с помощью оценочных шкал-опросников: ВАШ, WOMAC и KOOS; двигательных тестов: 2MWT, TUG и ЭНМГ четырёхглавой и двуглавой мышц бедра, икроножной мышцы; лабораторно-диагностических методов.

Полученные результаты клинико-функционального обследования пациентки были введены травматологом-ортопедом в разработанную программу для ЭВМ, которая определила ее в подгруппу с фенотипом хронической боли и предложила индивидуальный комплекс преабилитации:

1. Курс активной механотерапии и дыхательной гимнастики (3 сеанса в неделю, на курс – 12 сеансов);
2. Обучение технике ходьбы без опоры на поражённую конечность с использованием костылей, освоение навыков повседневной активности (2 сеанса в неделю, всего 6 сеансов);
3. Психологическое сопровождение (3 консультации медицинского психолога);
4. Ортезирование коленного сустава эластичным функционально-корригирующим ортопедическим бандажом в течение 4 недель;
5. СМТ-терапия (всего 8 процедур);
6. Кинезиотейпирование коленного сустава по технике «китайский фонарик» в течение 7 день.

Анализ результатов предоперационного обследования за 72 часа до ТЭКС показал, что выполнение преабилитационной программы обеспечило умеренно положительную динамику большинства оцениваемых параметров. Однако, согласно данным шкалы KOOS, значимого прогресса в разделах «Сложность выполнения бытовых действий» и «Спорт и активность на отдыхе» достигнуто не было.

Через 72 часа после завершения проведения комплекса преабилитации пациентке было выполнено тотальное эндопротезирование левого коленного сустава заднестабилизированным эндопротезом (Рисунок 15). Интраоперационно осложнений не наблюдали.

А  Б 

Рисунок 15 – Рентгенограмма левого коленного сустава пациентки П., 1965 г.р., состояние через 72 часа после операции, в прямой (А) и боковой (Б) проекциях.

Через 6 часов после операции общее состояние пациентки было стабильным, сознание ясным, отмечала умеренную интенсивность боли, наблюдался умеренно выраженный отёк области оперативного

вмешательства. При участии инструктора-методиста пациентка была вертикализирована и активизирована.

Через 72 часа после ТЭКС общее состояние пациентки было стабильным, сознание ясным, она отмечала незначительный болевой синдром, отёк сохранялся, но был уже менее выражен, пациентка выполняла упражнения ЛФК и проходила более 15 метров с опорой на костыли. Также на данном сроке наблюдения была выполнена очередная оценка клинико-функционального состояния пациентки.

При проведении анализа применения комплекса преабилитации на данном этапе была зафиксирована положительная динамика показателей специализированных шкал-опросников. При этом показатели двигательных тестов и ЭНМГ мышц оперированной конечности были снижены по сравнению с результатами, полученными в предыдущем периоде, что вероятнее всего, связано с низким уровнем двигательной активности больной вследствие выраженного болевого синдрома и отёка периартикулярных тканей. На 7 сутки пациентка была выписана из стационара.

Через 4 недели после ТЭКС общее состояние пациентки было удовлетворительным, сознание ясным, боли имели минимальную интенсивность, сохранялся минимальный отёк оперированного коленного сустава, пациентка передвигалась с опорой на трость. Послеоперационных осложнений не наблюдали. На данном сроке также была проведена оценка клинико-функционального состояния.

При анализе результатов применения комплекса преабилитации на данном сроке наблюдения было отмечено значительное повышение уровня показателей специализированных шкал-опросников, двигательных тестов и поверхностной функциональной ЭНМГ и улучшение клинико-функционального состояния пациентки.

Через 12 недель после ТЭКС общее состояние пациентки также было удовлетворительным, болевой синдром практически отсутствовал, объём движений в суставе значительно увеличился, пациентка передвигалась без

дополнительных средств опоры и передвижения, активно выполняла бытовые действия. Послеоперационных осложнений не наблюдали.

Результаты проведённой комплексной оценки клинико-функционального состояния пациентки на всех сроках наблюдения представлены в Таблице 5.

Таблица 5 – Результаты оценки клинико-функционального состояния на всех сроках наблюдения у пациентки П., 1965 г.р., с диагнозом «Остеоартроз правого коленного сустава III стадии»

Показатель		4 недели до операции	72 часа до операции	72 часа после операции	4 недели после операции	12 недель после операции
KOOS «Симптомы» (баллы)		35,9	43,2	50,8	73,2	87,8
KOOS «Боль» (баллы)		22	25	32	65	90,4
KOOS «Сложность выполнения бытовых действий» (баллы)		30	30	31	62	87
KOOS «Спорт и активность на отдыхе» (баллы)		11	11	16	47	79
KOOS «Оценка качества жизни» (баллы)		29	31	36	48	76
WOMAC (баллы)		62	56	42	23	10
ВАШ (баллы)		8	6,5	4,5	2	1
2MWT (метры)		97,2	102,3	76,2	115,4	147,1
TUG (секунды)		14,1	12,7	23,2	10,3	9,4
Лейкоциты × 10^9/л		6,8	7,7	10,3	8,0	6,1
СОЭ мм/ч		12	15	25	11	8
СРБ мг/л		отриц.	отриц.	4,7	1,3	отриц.
Фибриноген г/л		2,5	3,2	5,6	4,0	3,2
ЭНМГ (mkV)	m. biceps femoris	30,6	34,9	32,6	44,3	52,2
	m. rectus femoris	41,0	44,9	42,4	51,3	61,4
	m. gastrocnemius	24,2	28,2	27,5	37,1	45,2

По итогам проведения оценки клинико-функционального состояния пациентки на заключительном этапе наблюдения была выявлена положительная динамика изменений по предложенным параметрам.

Данный клинический пример продемонстрировал, что применение разработанного комплекса преабилитации при ТЭКС привело к улучшению результатов восстановления через 72 часа и 4 недели после операции и в целом качества жизни пациентки. Полученные в ходе клинического наблюдения результаты подтвердили важную роль преабилитации в улучшении результатов после ТЭКС, даже учитывая невысокий исходный уровень физической активности пациентки. Кроме этого, описанный клинический случай применения комплекса преабилитации показал, что эффективное восстановление функциональных возможностей коленного сустава способствовало значительному увеличению уровня удовлетворённости пациентки результатами проведённого хирургического лечения.

Клинический пример № 3

Пациент К., 1958 года рождения, обратился в травматолого-ортопедическое отделение № 2 Клиник ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России 14 апреля 2025 г. с жалобами на постоянную боль в левом коленном суставе, резко усиливающуюся при осевой нагрузке и длительном статическом положении. Болевой синдром сопровождался отёчностью и гиперемией кожных покровов вокруг сустава, крепитацией при движениях и выраженным ограничением функции сустава.

Из анамнеза установлено, что симптомы ОА беспокоили пациента около 12 лет. Первые 5-7 лет боли носили механический характер, возникали после значительной физической нагрузки и исчезали в покое. В течение последних трёх лет пациент стал отмечать прогрессирующее усиление болевого синдрома, с появлением появление ночных болей, а также нарастание функциональной недостаточности конечности в виде ограничения амплитуды движений в коленном суставе, хромоты и невозможности выполнять привычную бытовую нагрузку. Пациент неоднократно получал

консервативную терапию (НПВП, хондропротекторы, локальная кортикостероидная терапия) с кратковременным и нестойким эффектом. Сопутствующий диагноз: ожирение II степени (ИМТ 33,5 кг/м^2).

При клиническом обследовании: состояние удовлетворительное. Локальный статус: левый коленный сустав отёчен, умеренно увеличен в объёме. При визуальном осмотре наблюдается невыраженная гиперемия кожных покровов в области сустава. Пальпация области сустава и периартикулярных тканей болезненна. Объём активных и пассивных движений резко ограничен. Выраженная крепитация при пассивных движениях. Нагрузочные пробы (ходьба, приседание) резко болезненны.

При оценке лабораторно-диагностических показателей выявлено повышение уровня лейкоцитов до 10,2 × 10^9/л, СОЭ до 23 мм/ч, С-реактивного белка до 1,7 г/л, фибриноген до 4,3 г/л.

На рентгенограммах левого коленного сустава в двух проекциях определяются классические рентгенологические признаки ОА III стадии по классификации Kellgren & Lawrence: неравномерное сужение суставной щели, выраженный субхондральный остеосклероз, краевые остеофиты мыщелков бедра и большеберцовой кости, субхондральные кисты.

В соответствии с разработанным способом преабилитации за 4 недели до выполнения вмешательства травматологом-ортопедом была проведена оценка клинико-функционального состояния пациента с помощью оценочных шкал-опросников: ВАШ, WOMAC и KOOS; двигательных тестов: 2MWT, TUG и ЭНМГ четырёхглавой и двуглавой мышц бедра, икроножной мышцы, лабораторно-диагностических методов.

Полученные результаты клинико-функционального обследования пациента были введены травматологом-ортопедом в разработанную программу для ЭВМ, которая определила его в подгруппу с воспалительным фенотипом и предложила для данного больного индивидуальный комплекс преабилитации:

1. Курс активной механотерапии и дыхательной гимнастики (3 сеанса в неделю, на курс – 12 сеансов);

2. Обучение технике ходьбы без опоры на поражённую конечность с использованием костылей, освоение навыков повседневной активности (2 сеанса в неделю, всего 6 сеансов);

3. Психологическое сопровождение (3 консультации медицинского психолога);

4. Ортезирование коленного сустава эластичным функционально-корригирующим ортопедическим бандажом в течение 4 недель;

5. Низкочастотная магнитотерапия (всего 10 процедур);

6. Кинезиотейпирование эластичными тейпами по W-технике сроком на 7 дней.

Через 72 часа после завершения проведения комплекса преабилитации пациенту было выполнено первичное тотальное эндопротезирование левого коленного сустава заднестабилизированным эндопротезом (posterior stabilized). Интраоперационно осложнений не наблюдали.

Тактика послеоперационного ведения пациента полностью соответствовала описанной в клиническом примере № 1.

Результаты оценки клинико-функционального состояния пациента, проведённой за 4 недели и 72 часа до операции и через 72 часа, 4 и 12 недель после ТЭКС представлены в Таблице 6.

В результате комплексного анализа клинико-функционального статуса пациента на всех сроках наблюдения были выявлены статистически значимые положительные изменения ключевых показателей, свидетельствующие об эффективности применённого комплекса преабилитации. Эти улучшения коррелировали с показателями объективного клинического обследования, результатами лабораторных тестов и инструментальных исследований, отражающих снижение выраженности симптомов заболевания.

Таблица 6 – Результаты оценки клинико-функционального состояния на всех сроках наблюдения у пациента К., 1958 г.р., с диагнозом «Остеоартроз левого коленного сустава III стадии»

Показатель		4 недели до операции	72 часа до операции	72 часа после операции	4 недели после операции	12 недель после операции
KOOS «Симптомы» (баллы)		50	51	57	74	74
KOOS «Боль» (баллы)		46	54	51	70	81
KOOS «Сложность выполнения бытовых действий» (баллы)		47	52	54	72	75
KOOS «Спорт и активность на отдыхе» (баллы)		5	15	10	70	70
KOOS «Оценка качества жизни» (баллы)		35	43	52	77	79
WOMAC (баллы)		46	38	32	22	14
ВАШ (баллы)		6	5	5	3	1
2MWT (метры)		86	103	106	120	141
TUG (секунды)		23,19	20,01	19,22	11,4	9,2
Лейкоциты × 10^9/л		10,2	9,1	10,4	8,7	6,3
СОЭ мм/ч		23	20	22	16	10
СРБ мг/л		1,7	0,8	1,5	отриц.	отриц.
Фибриноген г/л		4,3	3,2	4,1	3,7	2,2
ЭНМГ (mkV)	m. biceps femoris	36,5	37,1	34,2	41,5	46,5
	m. rectus femoris	39,4	42,3	39,5	48,5	53,6
	m. gastrocnemius	33,5	33,9	29,7	40,1	43,1

Клинический пример № 4.

Пациентка Н., 1967 года рождения, обратилась за консультацией в травматолого-ортопедическое отделение № 2 Клиник ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России 8 июля 2025 г. Пациентка жаловалась на ежедневную боль,

дискомфорт и ощущение скованности в правом коленном суставе, интенсивность которых нарастала в первой половине дня, приводя к существенному снижению повседневной физической активности. Пациентка отмечала трудности при подъёме по лестнице, вставании со стула и выполнении других движений в бытовой жизни. Длительное пребывание в положении стоя в течение короткого времени становилось невозможным вследствие значительного усиления боли в области поражённого сустава. Ранее пациентка неоднократно обращалась за консультацией к врачу-травматологу ортопеду в поликлинику по месту жительства, использовала консервативную терапию противовоспалительными препаратами, физиотерапию не применяла.

При клиническом осмотре выявлены сглаженность контуров сустава, хруст, сопровождающий активные и пассивные движения в суставе, ограничение амплитуды движений и варусная деформация. Кроме того, имела место умеренная гипотрофия мышц нижних конечностей, преимущественно четырёхглавой мышцы бедра.

В соответствии с разработанным способом преабилитации за 4 недели до выполнения хирургического вмешательства травматологом-ортопедом была проведена оценка клинико-функционального состояния пациентки с помощью оценочных шкал-опросников: ВАШ, WOMAC и KOOS; двигательных тестов: 2MWT, TUG и ЭНМГ четырёхглавой и двуглавой мышц бедра, икроножной мышцы, лабораторно-диагностических методов.

Полученные результаты клинико-функционального обследования пациентки были введены травматологом-ортопедом в разработанную программу для ЭВМ, которая определила ее в подгруппу с фенотипом биомеханических нарушений и предложила для данного больного индивидуальный комплекс преабилитации:

1. Курс активной механотерапии и дыхательной гимнастики (3 сеанса в неделю, на курс – 12 сеансов);

2. Обучение технике ходьбы без опоры на поражённую конечность с использованием костылей, освоение навыков повседневной активности (2 сеанса в неделю, всего 6 сеансов);

3. Психологическое сопровождение (3 консультации медицинского психолога);

4. Пассивная механотерапия коленного сустава на роботе-тренажёре «АРТРОМОТ К1» (всего 15 процедур);

5. Кинезиотейпирование эластичными тейпами по Y-технике сроком на 7 дней.

За 72 часа до оперативного вмешательства у пациентки было отмечено изменение оцениваемых показателей: уменьшилась утренняя тугоподвижность, увеличился объём движений в суставе, исчезла необходимость регулярного приёма обезболивающих препаратов.

Через 72 часа после завершения курса преабилитации проведена операция ТЭКС. После хирургического вмешательства послеоперационных осложнений зафиксировано не было.

Уже спустя четыре часа после окончания операции пациентка успешно прошла этап ранней вертикализации. Стационарное лечение продолжалось в течение семи суток, после чего пациентка была выписана из стационара.

Результаты оценки клинико-функционального состояния пациента, проведённой за 4 недели и 72 часа до операции и через 72 часа, 4 и 12 недель после ТЭКС, представлены в Таблице 7.

Комплексное обследование, проведённое на установленных сроках наблюдения, доказало высокую эффективность проведённого комплекса преабилитации. Была выявлена стабильная положительная динамика показателей, демонстрирующая улучшение функционирования оперированной конечности, снижение болевого синдрома, уменьшение воспаления, увеличение силы мышц и улучшение общей социальной адаптации пациентки

Таблица 7 – Результаты оценки клинико-функционального состояния на всех сроках наблюдения у пациентки Н., 1967 г.р., с диагнозом «Остеоартроз правого коленного сустава III стадии»

Показатель		4 недели до операции	72 часа до операции	72 часа после операции	4 недели после операции	12 недель после операции
KOOS «Симптомы» (баллы)		36	41	43	67	82
KOOS «Боль» (баллы)		54	61	60	71	88
KOOS «Сложность выполнения бытовых действий» (баллы)		35	38	38	59	72
KOOS «Спорт и активность на отдыхе» (баллы)		15	25	25	75	85
KOOS «Оценка качества жизни» (баллы)		55	60	63	76	89
WOMAC (баллы)		58	51	50	23	10
ВАШ (баллы)		7	5	4	2	1
2MWT (метры)		58	62,3	63,7	99,4	117,9
TUG (секунды)		21,3	20,1	18,2	11,2	7,8
Лейкоциты × 10^9/л		11,0	10,6	10,4	9,7	7,8
СОЭ мм/ч		24	22	27	23	17
СРБ мг/л		7,3	6,8	7,4	5,5	3,6
Фибриноген г/л		5,6	5,1	5,4	3,4	2,7
ЭНМГ (mkV)	m. biceps femoris	24,2	29,7	27,7	38,9	50,2
	m. rectus femoris	34,5	40,5	38,1	44,2	56,1
	m. gastrocnemius	22,8	26,2	24,3	34,4	44,2

Применение комплекса преабилитации совместно с высокотехнологичным оперативным лечением обеспечило быструю нормализацию жизнедеятельности пациентки, значительно улучшив её качество жизни и снизив общую продолжительность госпитализации и дальнейшего восстановления.

Таким образом, разработанный в рамках исследования новый подход к преабилитации пациентов при ТЭКС представляет собой индивидуальную программу мероприятий дооперационной подготовки, включающую стратификацию пациентов по клинико-функциональным фенотипам (хронической боли, воспалительному, биомеханических нарушений) на основе комплексного обследования и последующее назначение предложенного комплекса мероприятий, сочетающего общие и специфичные для каждого фенотипа методы преабилитации.

Внедрение специализированного программного обеспечения для автоматизированного анализа данных и формирования индивидуального плана преабилитации обеспечило реализацию индивидуального подхода и способствовало повышению эффективности преабилитации при эндопротезировании коленного сустава.

Представленные клинические примеры продемонстрировали, что применение разработанного подхода позволило достичь значимых улучшений клинико-функциональных показателей как в пред-, так и в послеоперационном периодах, что создало основу для ранней активизации, сокращению общего срока реабилитации, повышения удовлетворённости лечением и качества жизни пациентов.

Глава 4. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДЛОЖЕННОГО КОМПЛЕКСА ПРЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ

4.1. Сравнительный анализ результатов лечения групп пациентов с применением комплекса преабилитации и без него

Для оценки эффективности применения нового подхода к преабилитации при ТЭКС нами были изучены результаты и проведён их сравнительный статистический анализ на следующих этапах: в предоперационном периоде – за 4 недели и 72 часа до операции и в послеоперационном периоде – через 72 часа, 4 и 12 недель после вмешательства.

При анализе результатов в дооперационном периоде мы оценивали исходное клинико-функциональное состояние пациентов и динамику его изменения после выполнения комплекса преабилитации в виде коррекции клинических проявлений заболевания, оценки функционального состояния поражённого коленного сустава и нижней конечности, психоэмоционального состояния пациента и уровня его ожиданий от предстоящей операции.

В ходе анализа результатов, полученных в послеоперационном периоде, особое внимание уделяли оценке клинико-функционального восстановления оперированного сустава и конечности в целом, заключавшегося в уменьшении болевого синдрома и увеличении объёма активных и пассивных движений в суставе, ранней вертикализации и активизации пациента, изменениях уровня удовлетворённости пациентов результатами проведённого лечения и качества их жизни.

Сравнительный анализ применения комплекса преабилитации при ТЭКС в клинических группах проводили с помощью разработанной компьютерной программы для оценки результатов применения преабилитации при эндопротезировании коленного сустава» (свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025662976 от 23.05.2025). Интерфейс программы представлен на Рисунке 16.

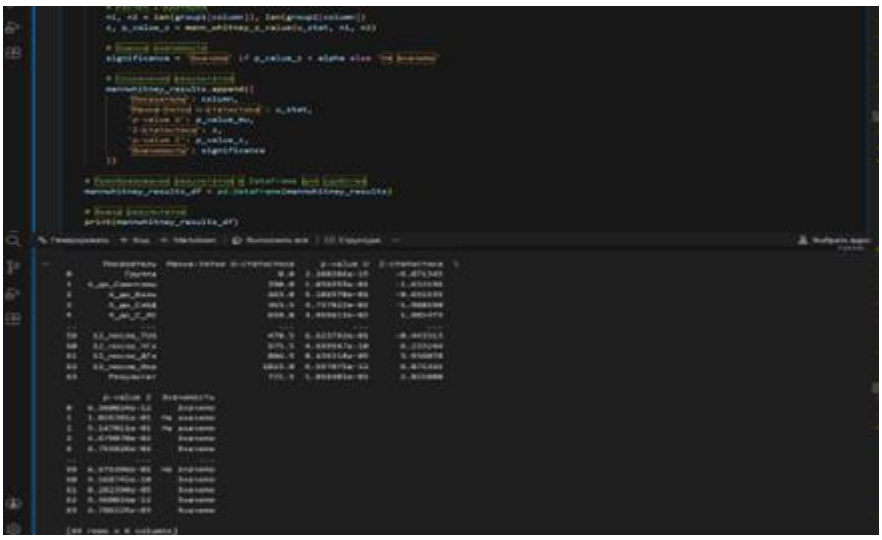


Рисунок 16 – Интерфейс программы для оценки результатов преабилитации при тотальном эндопротезировании коленного сустава

Результаты комплексного обследования изучены у всех 64 пациентов, включённых в исследование.

Полученные на всех сроках наблюдения результаты клинико-функционального обследования пациентов контрольной и основной групп по шкале-опроснику WOMAC представлены в Таблице 8.

Таблица 8 – Результаты клинико-функционального обследования пациентов в обеих клинических группах с использованием шкалы-опросника WOMAC, 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-значение
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 ($p < 0,05$)

Линейный график, отражающий динамику полученных результатов клинико-функционального обследования с использованием шкалы-опросника WOMAC у пациентов основной и контрольной групп на всех сроках наблюдения, изображён на Рисунке 17.

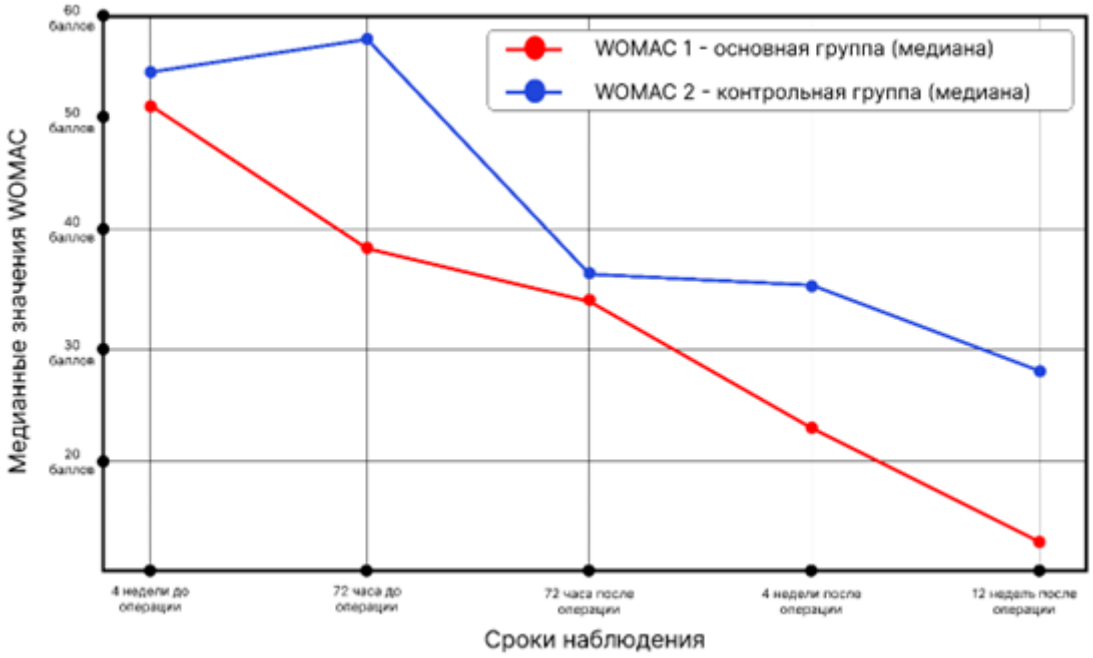


Рисунок 17 – Линейный график динамики результатов клинико-функционального обследования у пациентов основной и контрольной групп с использованием шкалы-опросника WOMAC на всех сроках наблюдения

Сравнивая полученные результаты клинико-функционального обследования пациентов между клиническими группами за 4 недели до операции, мы отметили отсутствие статистически значимых различий полученных значений шкалы-опросника WOMAC ($p = 0,653$). Выявленные данные подтвердили исходную сопоставимость групп сравнения.

Сравнительная оценка полученных значений показателей шкалы-опросника WOMAC на сроке наблюдения 72 часа до операции показала значимую разницу результатов. Она заключалась в положительной динамике показателей у пациентов основной клинической группы, и отрицательной динамике в группе сравнения, при этом выявленные изменения показателей были статистически значимы ($p < 0,001$). Выявленные разница результатов и динамика изменений показателей шкалы WOMAC в предоперационном

периоде свидетельствовали о положительном влиянии применения комплекса преабилитации у пациентов основной группы, по сравнению с пациентами контрольной группы, которые не выполняли данный комплекс.

Анализ результатов, полученных на сроке наблюдения 72 часа после ТЭКС, выявил умеренную позитивную динамику в основной и контрольной клинических группах, однако статистически значимых различий между сравниваемыми группами установлено не было ($p = 0,052$). На наш взгляд, данный факт был обусловлен ограничением двигательной активности на фоне послеоперационного болевого синдрома, отёка и воспаления периартикулярных тканей у всех пациентов, включённых в исследование.

При сравнении результатов клинико-функционального обследования пациентов по шкале-опроснику WOMAC, полученных через 4 и 12 недель после ТЭКС, мы наблюдали улучшение достигнутых значений у пациентов обеих групп. Однако сравнительный анализ выявил статистически значимую разницу показателей в группах сравнения.

Через 4 недели после ТЭКС мы выявили наличие статистически значимых различий между полученными показателями шкалы-опросника WOMAC ($p < 0,001$). Оно заключалось в выраженном улучшении показателей в основной группе пациентов, которым был применён комплекс преабилитации, в отличие от незначительного повышения уровня показателей шкалы-опросника WOMAC у больных контрольной группы, которые перед проведением ТЭКС проходили только рутинное предоперационное обследование без каких-либо преабилитационных мероприятий.

Сравнительный анализ результатов, полученных через 12 недель после оперативного вмешательства, выявил сохранение более высоких значений показателей шкалы WOMAC у пациентов основной группы по сравнению с контрольной. При этом было подтверждено значительное преимущество разработанного преабилитационного комплекса, применённого у пациентов основной клинической группы ($p < 0,001$).

Полученные результаты клинико-функционального обследования пациентов групп сравнения по шкале-опроснику KOOS в разделе «Симптомы» представлены в Таблице 9.

Таблица 9 – Результаты клинико-функционального обследования пациентов обеих клинических групп с использованием шкалы-опросника KOOS (раздел «Симптомы»), 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	52,97 (40,7;65,3)	51,0 (37,0;58,0)	0,104
72 часа до операции	44,0 (39,0;49,0)	54,0 (50,0;58,0)	<0,001*
72 часа после операции	53,18 (10,13)	52,29(2,52)	0,757
4 недели после операции	64,0 (54,0;71,0)	70,03 (66,2;73,8)	<0,001*
12 недель после операции	72,0 (70,0;73,0)	74,48 (71,4;77,5)	0,002*

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

Полученные результаты клинико-функционального обследования пациентов групп сравнения по шкале-опроснику KOOS в разделе «Боль» представлены в Таблице 10.

Таблица 10 – Результаты клинико-функционального обследования пациентов обеих клинических групп с использованием шкалы-опросника KOOS (раздел «Боль»), 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	48,06 (33,8;62,4)	49,0 (41,0;53,0)	0,519
72 часа до операции	45,0 (42,0;49,0)	51,0 (50,0;54,0)	<0,001*
72 часа после операции	53,0 (51,0;56,0)	53,0 (51,0;58,0)	0,798
4 недели после операции	59,61 (53,5;65,7)	69,0 (67,0;71,0)	<0,001*
12 недель после операции	73,58(3,69)	75,81(3,94)	<0,001*

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

Полученные результаты клинико-функционального обследования пациентов групп сравнения по шкале-опроснику KOOS в разделе «Сложность выполнения бытовых действий» представлены в Таблице 11.

Таблица 11 – Результаты клинико-функционального обследования пациентов обеих клинических групп с использованием шкалы-опросника KOOS (раздел «Сложность выполнения бытовых действий»), 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	55,0 (35,0;59,0)	39,0 (36,0;49,0)	0,047*
72 часа до операции	48,0 (38,0;55,0)	51,0 (50,0;54,0)	0,300
72 часа после операции	58,39 (44,2;72,6)	51,0 (50,0;52,0)	0,023
4 недели после операции	63,0 (44,0;69,0)	70,58 (67,7;73,4)	<0,001*
12 недель после операции	73,42(3,41)	75,23(3,48)	<0,001*

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

Полученные результаты клинико-функционального обследования пациентов групп сравнения по шкале-опроснику KOOS в разделе «Спорт и активность на отдыхе» представлены в Таблице 12.

Таблица 12 – Результаты клинико-функционального обследования пациентов обеих клинических групп с использованием шкалы-опросника KOOS (раздел «Спорт и активность на отдыхе»), 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	0,0 (0,0;15,0)	5,0 (5,0;10,0)	0,048*
72 часа до операции	10,0 (5,0;15,0)	10,0 (5,0;15,0)	0,984
72 часа после операции	10,0 (0,0;25,0)	10,0 (10,0;10,0)	0,347
4 недели после операции	50,0 (45,0;55,0)	70,0 (65,0;70,0)	<0,001*
12 недель после операции	70,0 (65,0;70,0)	75,0 (70,0;75,0)	<0,001*

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

Полученные результаты клинико-функционального обследования пациентов групп сравнения по шкале-опроснику KOOS в разделе «Оценка качества жизни» представлены в Таблице 13.

Таблица 13 – Результаты клинико-функционального обследования пациентов обеих клинических групп с использованием шкалы-опросника KOOS (раздел «Оценка качества жизни»), 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	35,30(10,42)	23,71(7,48)	<0,001*
72 часа до операции	25,0 (19,0;31,0)	47,0 (43,0;49,0)	<0,001*
72 часа после операции	36,12 (25,8;46,4)	34,0 (31,0;37,0)	0,697
4 недели после операции	51,0 (44,0;75,0)	73,0 (71,0;75,0)	<0,001*
12 недель после операции	77,73(3,88)	78,10(3,36)	<0,001*

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

При сравнительном анализе клинико-функциональных параметров между исследуемыми клиническими группами на предоперационном этапе за 4 недели до ТЭКС мы отметили отсутствие статистически значимых различий полученных значений шкалы-опросника KOOS в разделах «Симптомы» (p = 0,104) и «Боль» (p = 0,519). Выявленные данные подтвердили исходную сопоставимость групп сравнения. Однако на этом же сроке наблюдения было выявлено наличие статистически значимых отличий показателей разделов «Сложность выполнения бытовых действий» (p = 0,047), «Спорт и активность на отдыхе» (p = 0,048) и «Оценка качества жизни» (p < 0,001) шкалы-опросника KOOS, что указывало на изначальную неравноценность групп по данным параметрам.

Сравнительная оценка указанных значений показателей шкалы-опросника KOOS в предоперационном периоде на сроке наблюдения 72 часа до операции показала статистически значимую разницу во всех разделах, за исключением раздела «Спорт и активность на отдыхе», заключающуюся в

улучшении полученных результатов в основной группе и, напротив, их ухудшении в контрольной группе.

При этом мы отметили статистически значимые различия полученных значений в разделах «Симптомы» ($p < 0,001$), «Боль» ($p < 0,001$) и «Оценка качества жизни» ($p < 0,001$) шкалы-опросника KOOS. По нашему мнению, эти изменения убедительно свидетельствовали о высокой эффективности применённого комплекса преабилитационных мероприятий у пациентов основной группы по сравнению с пациентами контрольной группы, которые не проходили предложенную программу преабилитации.

При изучении результатов, полученных через 72 часа после ТЭКС, мы наблюдали динамику показателей разделов шкалы-опросника KOOS в группах сравнения, направленную, в большей степени, в положительную сторону, однако при этом мы отметили снижение уровня показателей в разделах «Симптомы» и «Оценка качества жизни». Последнее, с нашей точки зрения, было обусловлено ограничением двигательной активности пациентов на фоне послеоперационного болевого синдрома и отёка тканей. Было обнаружено отсутствие статистически значимых различий результатов между основной и контрольной группами во всех разделах шкалы-опросника KOOS ($p < 0,001$), за исключением раздела «Сложность выполнения бытовых действий» ($p = 0,023$).

При сравнении результатов клинико-функционального обследования, полученных через 4 и 12 недель после операции, мы наблюдали улучшение показателей шкалы-опросника KOOS во всех группах. Анализ данных продемонстрировал как клинико-функциональное восстановление оперированного коленного сустава, так и возвращение пациента к социально-бытовой и трудовой деятельности. Однако, проведя сравнительный анализ результатов в основной и контрольной группе, нами были обнаружены различия, которые являлись статистически значимыми.

При сравнении данных клинико-функционального обследования пациентов обеих клинических групп через 4 недели после ТЭКС было

выявлено наличие достоверных отличий в каждом разделе специализированного опросника KOOS ($p < 0,001$). При этом проведённая сравнительная оценка результатов продемонстрировала их значительную динамику, проявившуюся в выраженном улучшении показателей в основной группе пациентов, которым был выполнен комплекс преабилитации, в отличие от незначительного повышения уровня показателей во всех разделах шкалы-опросника KOOS у больных контрольной группы, которые перед проведением ТЭКС проходили только комплексное обследование по общепринятой методике без комплекса преабилитации.

Сравнительный анализ результатов на сроке 12 недель после ТЭКС, выявил сохранение более высоких значений показателей в каждом разделе шкалы KOOS у пациентов основной группы по сравнению с контрольной. Было подтверждено значительное преимущество преабилитационного комплекса, применённого у пациентов основной группы ($p < 0,001$).

Полученные на всех сроках наблюдения результаты клинико-функционального обследования пациентов контрольной и основной групп, представленные в виде числовых значений ВАШ, продемонстрированы в Таблице 14.

Таблица 14 – Результаты клинико-функционального обследования пациентов обеих клинических групп с использованием шкалы ВАШ, 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 ($p < 0,05$)

Линейный график, отражающий динамику полученных результатов клинико-функционального обследования с использованием ВАШ у пациентов на всех сроках наблюдения, изображён на Рисунке 18.

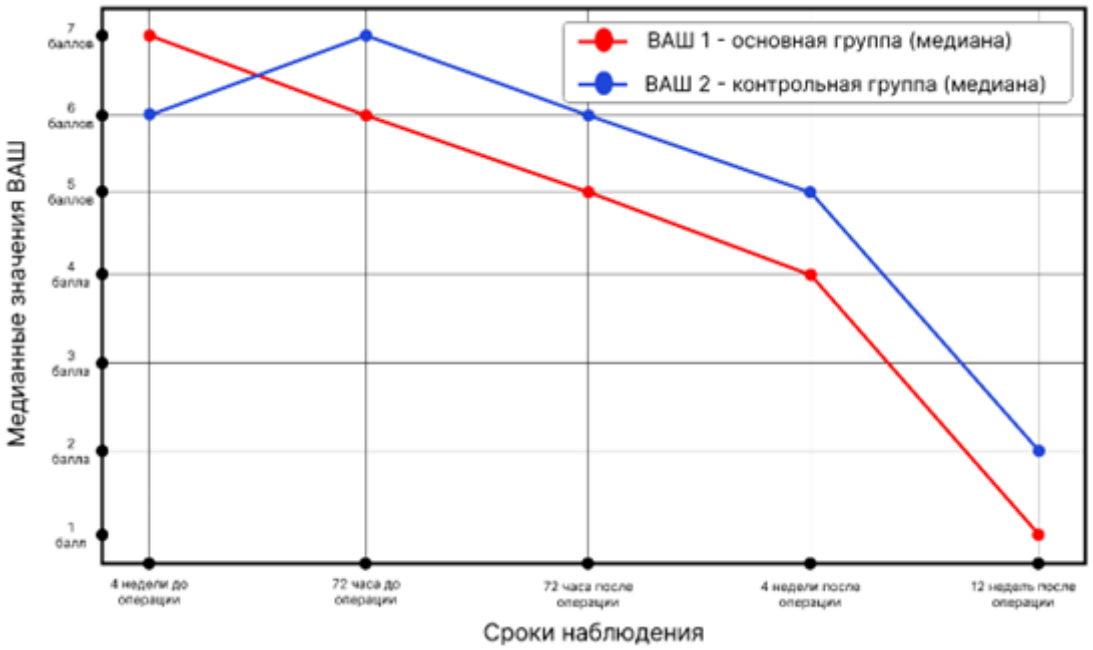


Рисунок 18 – Линейный график динамики результатов клинико-функционального обследования у пациентов основной и контрольной групп с использованием ВАШ на всех сроках наблюдения

Сравнивая полученные результаты клинико-функционального обследования пациентов между клиническими группами за 4 недели до операции, мы отметили отсутствие статистически значимых различий значений ВАШ ($p = 0{,}420$). Полученные данные подтвердили исходную сопоставимость групп сравнения.

Анализируя показатели ВАШ в предоперационном периоде – за 72 часа до ТЭКС, нами было установлено, что различия в результатах были количественно несущественны, однако имели качественную направленность: в основной клинической группе была выявлена положительная динамика показателей, тогда как в группе контроля фиксировали тенденцию отрицательной динамики полученных значений. Важно отметить, что зафиксированные изменения были статистически значимыми ($p < 0{,}001$).

Выявленные разница результатов и динамика изменений показателей ВАШ в предоперационном периоде свидетельствовали о положительном влиянии применения комплекса преабилитации у пациентов основной группы, по сравнению с пациентами контрольной группы, которые в предоперационном периоде не выполняли комплекс.

При изучении результатов, полученных через 72 часа, 4 и 12 недель после ТЭКС, мы наблюдали положительную динамику на всех сроках наблюдения в группах сравнения. Однако проведённый сравнительный анализ выявил наличие статистически значимых различий между полученными значениями ВАШ ($p < 0,001$). При этом нами было выявлено, что пациенты основной группы, прошедшие разработанный комплекс преабилитации, продемонстрировали более выраженные улучшения показателей ВАШ, чем пациенты контрольной группы.

Полученные на сроке наблюдения 4 недели и 72 часа до операции результаты клинико-функционального обследования пациентов контрольной и основной групп по шкале-опроснику The Hospital for Special Surgery Knee Replacement Expectations Survey (HSS-KRES) представлены в Таблице 15.

Таблица 15 – Результаты клинико-функционального обследования пациентов клинических групп с использованием шкалы-опросника HSS-KRES, 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	35,85(13,11)	34,55(11,32)	0,586
72 часа до операции	35,0 (28,0;45,0)	26,0 (18,0;34,0)	<0,001*

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

Сравнивая полученные результаты клинико-функционального обследования пациентов между клиническими группами за 4 недели до операции, мы отметили отсутствие статистически значимых различий полученных значений шкалы-опросника HSS-KRES ($p = 0,586$). Выявленные данные подтвердили исходную сопоставимость групп сравнения.

Проведённый сравнительный анализ значений, полученных посредством шкалы-опросника HSS-KRES непосредственно за 72 часа до ТЭКС, отчётливо демонстрировал существенные отличия между группами. У пациентов основной группы отмечали устойчивый рост положительных изменений, тогда как в контрольной группе фиксировали динамику ухудшения показателей. Было установлено, что наблюдаемые различия являлись статистически значимыми ($p < 0,001$).

Выявленная динамика результатов продемонстрировала положительное влияние комплекса преабилитации на уровень ожиданий пациентов основной группы от предстоящего проведения ТЭКС, в отличие от контрольной группы, пациенты которой в предоперационный период не выполняли комплекс, в связи с чем их ожидания остались на исходном уровне.

В качестве дополнительных методов обследования пациентов, позволяющих более полно оценить результаты лечения, нами были применены поверхностная ЭНМГ четырёхглавой и двуглавой мышцы бедра, и икроножной мышцы, а также двигательные тесты: 2MWT и TUG.

Полученные на всех сроках наблюдения результаты ЭНМГ четырёхглавой мышцы бедра у пациентов контрольной и основной групп представлены в Таблице 16.

Таблица 16 – Результаты амплитуды потенциала действия четырёхглавой мышцы бедра у пациентов обеих клинических групп, 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 ($p < 0,05$)

Линейный график, отражающий динамику полученных результатов амплитуды потенциала действия четырёхглавой мышцы бедра у пациентов основной и контрольной групп на всех сроках наблюдения, изображён на Рисунке 19.



Рисунок 19 – Линейный график динамики амплитуды потенциала действия четырёхглавой мышцы бедра у пациентов групп на сроках наблюдения

Полученные на всех сроках наблюдения результаты ЭНМГ двуглавой мышцы бедра у пациентов групп представлены в Таблице 17.

Таблица 17 – Результаты амплитуды потенциала действия двуглавой мышцы бедра у пациентов обеих клинических групп, 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	30,03(1,18)	29,91(1,43)	0,904
72 часа до операции	29,51(1,39)	36,32(2,15)	<0,001*
72 часа после операции	23,95(2,01)	32,06(1,64)	<0,001*
4 недели после операции	30,8 (28,66;32,94)	42,1 (40,8;42,7)	<0,001*
12 недель после операции	39,53(2,65)	42,28(2,55)	<0,001*

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

Полученные на всех сроках наблюдения результаты амплитуды потенциала действия икроножной мышцы у пациентов групп представлены в Таблице 18.

Таблица 18 – Результаты амплитуды потенциала действия икроножной мышцы у пациентов обеих клинических групп, 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	31,89(1,0)	31,39(1,33)	0,110
72 часа до операции	31,09 (29,80;32,38)	40,1 (38,6;40,8)	<0,001*
72 часа после операции	25,67 (23,16;28,18)	36,2 (33,8;37,1)	<0,001*
4 недели после операции	32,64(2,36)	45,31(1,93)	<0,001*
12 недель после операции	40,21(3,17)	53,73(2,14)	<0,001*

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

В процессе сравнения полученных результатов ЭНМГ исследуемых мышц между клиническими группами за 4 недели до операции мы отметили отсутствие статистически значимых различий полученных значений амплитуд потенциала действия четырёхглавой и двуглавой мышц бедра и икроножной мышцы (p = 0,067, p = 0,904 и p = 0,110 соответственно). Выявленные данные подтвердили исходную сопоставимость групп сравнения.

Сравнение данных амплитуды потенциала действия, полученных у пациентов обеих групп за 72 часа до ТЭКС, выявило чёткую тенденцию: у пациентов основной группы наблюдали стабильное повышение функциональной активности четырёхглавой и двуглавой мышц бедра, а также икроножной мышцы, тогда как в контрольной группе происходили противоположные процессы, проявляющиеся снижением указанных показателей. Все зарегистрированные различия носили статистически значимый характер (p < 0,001).

Полученные результаты и характер динамики изменений показателей амплитуды потенциала действия исследуемых мышц указывали на

значительное преимущество применения комплекса преабилитационных мероприятий у пациентов основной группы по сравнению с больными контрольной группы, которым не применяли данный комплекс.

Изучая полученные результаты через 72 часа после операции, мы установили, что в контрольной группе имела место умеренная отрицательная динамика показателей амплитуды потенциала действия, тогда как в основной эта тенденция была выражена в меньшей степени. Было обнаружено наличие статистически значимых различий результатов ЭНМГ между основной и контрольной группами ($p < 0,001$). Считали, что это было обусловлено ограничением двигательной активности на фоне послеоперационного болевого синдрома и отёка периартикулярных тканей у всех пациентов. Отсутствие выраженной отрицательной динамики у пациентов основной группы было связано с выполнением комплекса преабилитации.

При сравнении результатов ЭНМГ исследуемых мышц пациентов, полученных через 4 и 12 недель после ТЭКС, мы наблюдали улучшение достигнутых значений у пациентов обеих клинических групп. Однако сравнительный анализ результатов ЭНМГ четырёхглавой и двуглавой мышц бедра и икроножной мышцы выявил статистически значимую разницу показателей в основной и контрольной группах ($p < 0,001$).

Через 4 недели после операции выявили статистически значимые различия между значениями ЭНМГ исследуемых мышц ($p < 0,001$). Они заключались в выраженном улучшении показателей в основной группе пациентов, которым был выполнен комплекс преабилитации, в отличие от незначительного повышения уровня показателей у больных контрольной группы, которым его не проводили.

Изучая и сравнивая результаты через 12 недель после ТЭКС, мы отметили, что значения показателей ЭНМГ четырёхглавой и двуглавой мышц бедра и икроножной мышцы в основной группе продолжали превосходить результаты у пациентов контрольной группы. Указанная разница результатов была статистически достоверной ($p < 0,001$).

Полученные результаты двигательного теста ходьбы в течение двух минут (2MWT) у пациентов групп представлены в Таблице 19.

Таблица 19 – Результаты двигательного теста 2MWT у пациентов обеих клинических групп, 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)

Линейный график, отражающий динамику полученных результатов двигательного теста 2MWT у пациентов групп на всех сроках наблюдения, изображён на Рисунке 20.

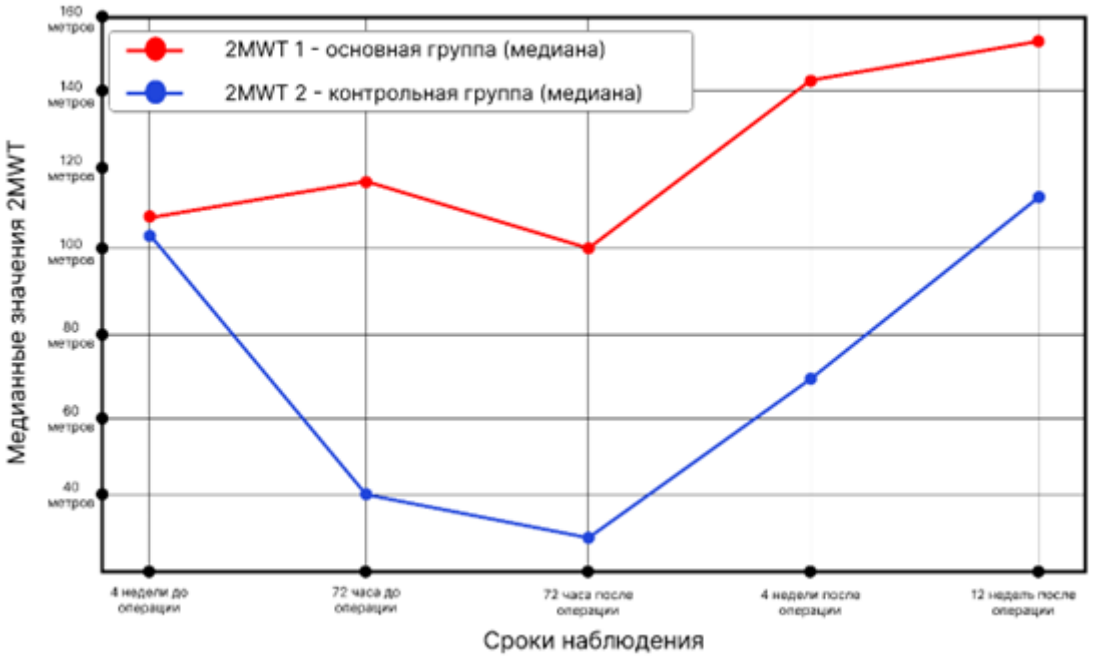


Рисунок 20 – Линейный график динамики результатов комплексного обследования у пациентов основной и контрольной групп с использованием двигательного теста 2MWT на всех сроках наблюдения

Полученные на всех сроках наблюдения результаты двигательного теста TUG у пациентов контрольной и основной групп представлены в Таблице 20.

Таблица 20 – Результаты двигательного теста TUG у пациентов обеих клинических групп, 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	15,01 (10,34;17,08)	14,01 (11,47;16,37)	0,323
72 часа до операции	13,99 (9,5;16,5)	14,20 (11,32;16,58)	0,773
72 часа после операции	34,43 (25,0;40,4)	15,48 (11,77;19,19)	<0,001*
4 недели после операции	16,20 (14,5;17,01)	10,19 (8,42;11,96)	<0,001*
12 недель после операции	10,20(2,85)	9,56(1,55)	0,662

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

Сравнивая результаты проведённых двигательных тестов 2MWT и TUG между обеими группами за 4 недели до ТЭКС, мы констатировали отсутствие статистически значимых различий (p = 0,537 и p = 0,323 соответственно). Выявленные данные подтвердили исходную сопоставимость групп сравнения.

Сравнительная оценка показателей двигательных тестов 2MWT и TUG за 72 часа до операции показала незначительную разницу, заключающуюся в положительной динамике показателей у пациентов основной группы, и отрицательной динамике в контрольной. Различия показателей двигательного теста 2MWT были статистически значимы (p < 0,001) в отличие от показателей двигательного теста TUG (p = 0,773). Разница результатов тестов на данном этапе свидетельствовала о положительном влиянии комплекса преабилитации на клинико-функциональное состояние оперированного сустава у пациентов основной группы, по сравнению с пациентами контрольной, которые не выполняли комплекс.

При изучении результатов двигательных тестов 2MWT и TUG через 72 часа после ТЭКС, наблюдали незначительную отрицательную динамику в группах сравнения, однако в основной группе пациентов она была менее

выражена. Было обнаружено наличие статистически значимых различий результатов двигательных тестов между основной и контрольной группами ($p < 0,001$). Считали, что данный факт был обусловлен ограничением двигательной активности на фоне послеоперационного болевого синдрома, отёка и воспаления периартикулярных тканей у всех пациентов. При этом отметили, что выполнение пациентами основной группы комплекса преабилитации позволило уменьшить влияние послеоперационной симптоматики на двигательную активность пациента.

При сравнении результатов двигательных тестов, полученных через 4 и 12 недель после операции, наблюдали улучшение достигнутых значений у пациентов обеих групп.

На сроке наблюдения – 4 недели после ТЭКС – мы выявили наличие статистически значимых различий между полученными показателями двигательных тестов 2MWT и TUG ($p < 0,001$). Оно заключалось в выраженном улучшении показателей в основной группе пациентов, которым был выполнен комплекс преабилитации, в отличие от незначительного повышения уровня показателей у больных контрольной группы, которые перед ТЭКС проходили только предгоспитализационное комплексное обследование и преабилитационных мероприятий не выполняли.

При изучении и сравнении результатов, полученных через 12 недель после ТЭКС выявили, что достигнутые значения показателей двигательных тестов 2MWT и TUG в основной группе продолжали превосходить результаты пациентов контрольной группы. Было выявлено, что статистически значимое преимущество применения разработанного комплекса преабилитации у пациентов основной группы с получением высокого уровня достоверности наблюдали только по результатам двигательного теста 2MWT.

В свою очередь, при анализе и сравнении результатов двигательного теста TUG статистически значимые и достоверные различия нами установлены не были ($p = 0,662$). На наш взгляд, выявленные различия результатов двигательных указывают на то, что, с одной стороны,

преабилитация оказала более значимое влияние на толерантность к продолжительной физической нагрузке, оцениваемую с помощью двигательного теста 2MWT; с другой стороны, комплекс преабилитации в меньшей степени оказал воздействие на функциональную мобильность, динамическое равновесие и координацию, оценка которых была выполнена с помощью двигательного теста TUG.

На основании проведённого сравнительного анализа клинико-функциональных показателей можно сделать вывод о высокой эффективности разработанного комплекса преабилитации при ТЭКС. Статистически значимые различия между основной и контрольной группами, полученные по широкому спектру валидированных инструментов оценки, доказали преимущество данного подхода.

Применение индивидуальной программы преабилитации привело к достоверному улучшению состояния пациентов уже в предоперационном периоде в виде снижения болевого синдрома (по ВАШ и KOOS), улучшения функциональных возможностей (по шкалам WOMAC и KOOS) и повышения нейромышечного потенциала (по данным ЭНМГ). В послеоперационном периоде это преимущество было трансформировано в более быстрое и полное клинико-функциональное восстановление.

Пациенты основной группы уже через 4 недели после ТЭКС демонстрировали значительно лучшие результаты по всем основным оценочным шкалам, а к 12 неделям достигли более высокого уровня физической активности и качества жизни. Полученные данные подтвердили, что целенаправленная коррекция ведущих клинико-функциональных нарушений, соответствующих конкретному фенотипу остеоартроза, создала оптимальные условия для достижения успешных результатов хирургического лечения и последующей реабилитации, а также привела к повышению общей удовлетворённости результатами лечения.

4.2. Оценка эффективности комплекса преабилитации с позиции доказательной медицины

Для анализа динамики клинических исходов на сроке наблюдения 12 недель после операции и с целью оценки эффективности предложенного подхода нами были определены ключевые статистические показатели: частота благоприятных исходов лечения (ЧБИЛ) в группах сравнения; относительный риск (с 95% ДИ); повышение относительной пользы (ПОП) и абсолютной пользы (ПАП); число больных, нуждающихся в указанном лечении (ЧБНЛ); отношение шансов (с 95% ДИ).

Ключевыми критериями оценки клинических исходов через 12 недель после ТЭКС являлись показатели шкал-опросников WOMAC, ВАШ, амплитуда потенциала действия четырёхглавой мышцы бедра и двигательного теста 2MWT. Критерии оценки представлены в Таблице 21.

Таблица 21 – 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

Полученные результаты сравнительного анализа применения комплекса преабилитации через 12 недель после ТЭКС представлены в Таблице 22. Проведённый сравнительный статистический анализ результатов лечения в группах сравнения выявил достоверную разницу полученных положительных исходов в основной и контрольной группах. Сравнительная оценка значений между клиническими группами продемонстрировала статистически значимое увеличение числа положительных исходов у пациентов основной группы.

Таблица 22 – Сравнительная оценка результатов применения разработанного комплекса преабилитации через 12 недель после хирургического вмешательства

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

В процессе статистического анализа было достоверно установлено, что применение комплекса преабилитации позволило в 2,13 раза увеличить число положительных исходов лечения на сроке наблюдения 12 недель после ТЭКС.

В ходе проведения статистических расчётов оценки эффективности предложенного подхода к преабилитации нами 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 оперативного лечения.

Полученные положительные результаты, сохраняющиеся на протяжении 12 недель после ТЭКС, являются клинически значимыми и имеют важное практическое значение, поскольку данный период является одним из ключевых для определения уровня удовлетворённости пациентов проведённым лечением и формирует основу для их дальнейшего эффективного восстановления.

4.3. Алгоритм организации оказания медицинской помощи пациентам при тотальном эндопротезировании коленного сустава в медицинских организациях, включающий преабилитацию

Для внедрения нового подхода к преабилитации пациентов при эндопротезировании коленного сустава в клиническую практику нами предложен алгоритм его реализации на примере медицинских организаций Самарской области.

Содержательная часть каждого из этапов предложенного алгоритма представлена следующим образом.

Этап 1. 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, ОАК и биохимический анализ крови и, после получения результатов указанных обследований, – последующую консультацию травматолога-ортопеда в медицинской организации, оказывающей специализированную, в том числе, высокотехнологичную медицинскую помощь, в соответствии с приказом Министерства здравоохранения Самарской области №1440 от 01.12.2025 «Об организации направления на оказание специализированной, в том числе высокотехнологичной медицинской помощи граждан, проживающих на территории Самарской области, на плановое эндопротезирование коленного или тазобедренного суставов и о внесении изменений в приказ министерства здравоохранения Самарской области от 13.10.2015 №1487 «Об организации оказания медицинской помощи населению по профилю «Травматология и ортопедия» (далее – приказ Министерства здравоохранения Самарской области №1440 от 01.12.2025).

Этап 2. Консультация пациента травматологом-ортопедом в условиях медицинской организации, оказывающей специализированную, в том числе, высокотехнологичную медицинскую помощь согласно приказу Министерства здравоохранения Самарской области №1440 от 01.12.2025:

клинический осмотр, подтверждение наличия показаний к выполнению ТЭКС, проведение оценки клинико-функционального состояния поражённого сегмента опорно-двигательной системы с помощью специализированных шкал-опросников: визуально-аналоговой шкалы боли (ВАШ), WOMAC (Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index) и KOOS (Knee injury and osteoarthritis outcome score), а также двигательных тестов: 2MWT (2 Minute Walk Test) и TUG (Timed Up and Go); занесение всех полученных данных в разработанную программу ЭВМ для определение у пациента фенотипа остеоартроза 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 выполнена операция.

Этап 3. Проведение комплексной преабилитации с соблюдением следующих условий: начало реализации программы преабилитации – за 4 недели до операции, завершение – за 72 часа до ТЭКС.

Этап 4. Плановая госпитализация в специализированное отделение и проведение тотального эндопротезирование коленного сустава.

Этап 5. Проведение первого этапа медицинской реабилитации в условиях специализированного отделения, где пациенту было проведено хирургическое вмешательство, в соответствии с приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации №788н от 31.07.2020 «Об утверждении Порядка организации медицинской реабилитации взрослых» и приказом Министерства здравоохранения Самарской области №1440 от 09.12.2025 «Об организации медицинской реабилитации взрослого населения на территории Самарской области».

Этап 6. Перевод пациента на второй этап реабилитации (в условиях круглосуточного стационара) в соответствии с приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации №788н от 31.07.2020 «Об утверждении Порядка организации медицинской реабилитации взрослых» и приказом Министерства здравоохранения Самарской области №1440 от

09.12.2025 «Об организации медицинской реабилитации взрослого населения на территории Самарской области».

Таким образом, реализация предложенного алгоритма позволит сформировать, по сути, единый контур оказания полноформатной медицинской помощи данной категории пациентов и обеспечить получение наилучших клинико-функциональных результатов при тотальном эндопротезировании коленного сустава.

Блок-схема алгоритма представлена на Рисунке 21.



Рисунок 21 – Алгоритм ведения пациентов с остеоартрозом коленного сустава III и IV стадий по классификации Kellgren & Lawrence, которым рекомендовано тотальное эндопротезирование коленного сустава

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое диссертационное исследование, выполненное на кафедре травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, посвящено решению актуальной проблемы современной травматологии и ортопедии – повышению эффективности тотального эндопротезирования коленного сустава у пациентов с остеоартрозом III–IV стадий (по классификации Kellgren & Lawrence).

Актуальность темы исследования определяется комплексом взаимосвязанных факторов медико-социального и экономического характера. Как подробно проанализировано в обзоре литературы, остеоартроз коленного сустава занимает одно из ведущих мест в структуре деструктивно-дистрофических заболеваний опорно-двигательной системы.

По данным Всемирной организации здравоохранения, более 4% населения в мире страдают данной патологией, причём в 65-77% случаев заболевание приводит к стойкой утрате трудоспособности, а у 15-25% пациентов – к инвалидности, сопровождаясь выраженным ухудшением качества жизни. В Российской Федерации с 2000 по 2020 год число больных ОА увеличилось почти в 3,5 раза, что создаёт значительную нагрузку на систему здравоохранения и социальную сферу (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).

Несмотря на то, что тотальное эндопротезирование коленного сустава признано «золотым стандартом» хирургического лечения остеоартроза III–IV стадий (по классификации Kellgren & Lawrence), частота неудовлетворённости пациентов результатами операции достигает 30%. Данный факт, получивший широкое освещение в зарубежной литературе, обусловлен не столько техническими погрешностями вмешательства, сколько исходными клинико-функциональными нарушениями у пациентов – хроническим болевым синдромом, гипотрофией четырёхглавой мышцы бедра,

ограничением объёма движений в суставе, нарушением проприоцепции и формированием патологического стереотипа походки. Важно подчеркнуть, что указанные изменения не устраняются одномоментно после установки эндопротеза и требуют целенаправленной предоперационной подготовки, которая в рутинной практике часто ограничивается лишь лабораторным и инструментальным обследованием пациентов (Ларцев Ю.В. и соавт., 2018; Грицюк А.А. и соавт., 2024; Bannuru R. et al., 2019; Chen A.T. et al., 2021).

Анализ зарубежной литературы свидетельствует о растущем интересе к преабилитации – комплексу дооперационных мероприятий, направленных на коррекцию выявленных нарушений и повышение функциональных резервов пациента. Систематические обзоры последних лет демонстрируют, что преабилитация способствует более ранней активизации, снижению риска осложнений и сокращению сроков госпитализации. Однако существующие программы зачастую не являются комплексными, не учитывают индивидуальные особенности пациентов и, что особенно важно, не опираются на фенотипическую гетерогенность остеоартроза (Gränicher P. et al., 2020; Liljensøe A. et al., 2021; Zheng Y. et al., 2022).

В отечественной литературе проблематика преабилитации остаётся недостаточно изученной: количество научных публикаций по данной теме крайне ограничено, отсутствуют утверждённые клинические рекомендации и стандарты. Это приводит к тому, что травматологи-ортопеды не имеют научно обоснованного подхода к дооперационной подготовке пациентов, что может негативно сказываться на результатах эндопротезирования и приводить к снижению уровня удовлетворённости и качества жизни пациентов (Миронов С.П. и соавт., 2018; Ратманов М.А. и соавт., 2021).

В этой связи разработка и внедрение в клиническую практику нового подхода к преабилитации пациентов при ТЭКС является актуальным и перспективным направлением современной травматологии и ортопедии в разделе эндопротезирования суставов.

Дизайн настоящего исследования соответствовал одноцентровому проспективному открытому рандомизированному контролируемому интервенционному клиническому исследованию, разработанному в соответствии с международными стандартами CONSORT 2010. Все этапы работы были выполнены при неукоснительном соблюдении этических норм Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (2024 г.), требований ГОСТ Р 52379-2005 и приказа Минздрава РФ № 200н от 01.04.2016.

В период с 2023 по 2025 гг. на базе травматолого-ортопедического отделения № 2 и Центра комплексной реабилитации Клиник ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России проведено лечение 64 пациентов с верифицированным ОА коленного сустава III–IV стадий по классификации Kellgren & Lawrence. Критерии включения были сформулированы таким образом, чтобы обеспечить репрезентативность выборки для типичной популяции пациентов, направляемых на ТЭКС. Критерии невключения, исключали пациентов с выраженными деформациями, ожирением II степени и выше (ИМТ ≥ 35 кг/м²), низким уровнем повседневной активности (индекс Бартела ≤ 65 баллов), хроническими заболевания на стадии декомпенсации.

Методом простой рандомизации по последней цифре полиса обязательного медицинского страхования были сформированы две клинические группы: контрольная (n = 33), в которой пациентам выполняли только рутинное предгоспитализационное обследование и стандартные рекомендации, и основная (n = 31), пациенты которой перед ТЭКС осуществляли разработанный комплекс преабилитации.

Группы были сопоставимы по полу, возрасту, длительности заболевания, выраженности болевого синдрома, характеру деформаций, а также по исходным клинико-функциональным характеристикам ($p > 0,05$), что подтверждает корректность проведённой рандомизации.

Ключевая особенность разработанного подхода к преабилитации (патент РФ на изобретение № 2844621 от 04.08.2025) заключается в его

индивидуализации на основе фенотипической стратификации остеоартроза. Этот подход принципиально отличает его от «стандартных» программ преабилитации, которые обычно предлагают один и тот же набор упражнений и процедур всем пациентам без учёта ведущего патогенетического синдрома.

В соответствии с разработанным подходом за четыре недели до планируемой даты операции всем пациентам основной группы проводили комплексное обследование, включавшее клинический осмотр, поверхностную функциональную электронейромиографию четырёхглавой, двуглавой мышц бедра и икроножной мышцы, оценку по шкалам WOMAC, KOOS, ВАШ, двигательные тесты 2MWT и TUG, а также лабораторно-диагностические исследования. На основании полученных данных пациенты основной группы были распределены на три подгруппы, соответствующие определённым клиническим фенотипам остеоартроза.

Первая подгруппа (фенотип хронической боли) включала пациентов с выраженным болевым синдромом в покое и при нагрузке (ВАШ > 6 баллов, KOOS «Боль» < 50 баллов, WOMAC > 38 баллов). Во второй подгруппе (воспалительный фенотип) у пациентов были выявлены лабораторные признаки воспаления (лейкоцитоз > 11×10^9/л, СОЭ > 25 мм/ч, СРБ > 10 мг/л, фибриноген > 5 г/л) и хронического синовита коленного сустава. Третья подгруппа (фенотип биомеханических нарушений) включала пациентов с преобладанием ограничения объёма движений (KOOS «Симптомы» < 50 баллов, ЭНМГ m. biceps femoris < 25 мкВ, m. rectus femoris < 35 мкВ, m. gastrocnemius < 23 мкВ, TUG > 20 сек, 2MWT < 100 м). Такое распределение позволило дифференцировано воздействовать в комплексе преабилитации на ведущие патогенетические звенья ОА.

Для всех пациентов основной группы помимо индивидуального подхода в зависимости от фенотипа ОА был определён комплекс общих мероприятий преабилитации, включавший курс активной механотерапии на блоковых тренажёрах, дыхательную гимнастику, обучение технике ходьбы с использованием костылей и навыкам повседневной активности,

психологическое сопровождение, а для первой и второй подгрупп – ортезирование эластичным функционально-корригирующим бандажом.

Остальные мероприятия преабилитации в подгруппах назначали дифференцированно: при фенотипе хронической боли – CMT-терапию и кинезиотейпирование по технике «китайский фонарик»; при воспалительном фенотипе – низкочастотную магнитотерапию и кинезиотейпирование W-тейпами; при фенотипе биомеханических нарушений – пассивную механотерапию на роботе-тренажёре «АРТРОМОТ К1» и кинезиотейпирование по Y-технике. Комплекс преабилитации проводили под контролем травматолога-ортопеда и врача физической и реабилитационной медицины.

Для индивидуализации процесса выбора комплекса была разработана программа ЭВМ для определения индивидуального комплекса преабилитации при эндопротезировании коленного сустава (свидетельство о государственной регистрации № 2026610177 от 13.01.2026). Алгоритм работы программы включал ввод анамнестических, клинико-функциональных, рентгенологических и лабораторных данных пациентов с последующей автоматизированной стратификацией по фенотипу ОА и генерацией соответствующего комплекса преабилитации.

Вторая разработанная программа ЭВМ для оценки результатов преабилитации при эндопротезировании коленного сустава (свидетельство № 2025662976 от 23.05.2025) – обеспечивала обработку и анализ данных комплексного обследования пациентов, позволяя проводить статистический сравнительный анализ до- и послеоперационных результатов.

В ходе исследования были проанализированы динамика изменения показателей шкал WOMAC и KOOS, интенсивность болевого синдрома по ВАШ, уровень ожиданий пациентов по шкале-опроснику HSS-KRES, данные электронейромиографии четырёхглавой, двуглавой мышц бедра и икроножной мышцы, а также результаты двигательных тестов 2MWT и TUG.

Оценку клинико-функционального состояния пациентов проводили за 4 недели и за 72 часа до операции, а также через 72 часа, 4 и 12 недель после ТЭКС, что позволило зафиксировать как непосредственные эффекты преабилитации до операции, так и ближайшие и ранние послеоперационные исходы.

Применение индивидуальной программы преабилитации привело к достоверному улучшению состояния пациентов уже в предоперационном периоде в виде снижения интенсивности болевого синдрома (по ВАШ и KOOS), улучшения функциональных возможностей (по шкалам WOMAC и KOOS) и повышения нейромышечного потенциала (по данным ЭНМГ). В послеоперационном периоде это преимущество было трансформировано в более быстрое и полное клинико-функциональное восстановление. Пациенты основной группы уже через 4 недели после ТЭКС демонстрировали значительно лучшие результаты по всем основным оценочным шкалам, а к 12 неделям достигли более высокого уровня физической активности и качества жизни, чем пациенты не проходившие преабилитацию.

Полученные данные подтвердили, что целенаправленная предоперационная коррекция ведущих клинико-функциональных нарушений, соответствующих конкретному фенотипу остеоартроза, создала оптимальные условия для достижения успешных результатов хирургического лечения и последующей реабилитации, а также привела к повышению общей удовлетворённости пациентов результатами лечения.

Проведённый сравнительный статистический анализ полученных результатов лечения в группах сравнения выявил достоверную разницу полученных положительных исходов в основной и контрольной клинических группах пациентов. Сравнительная оценка значений между группами продемонстрировала статистически значимое увеличение числа положительных исходов у пациентов основной группы. Было достоверно установлено, что проведение разработанного комплекса преабилитации

позволило в 2,13 раза увеличить число положительных исходов лечения на сроке наблюдения 12 недель после ТЭКС.

Предложенный в работе алгоритм организации оказания медицинской помощи пациентам с ОА коленного сустава при ТЭКС включает шесть последовательных этапов: первичный приём в поликлинике по месту жительства, консультация в специализированном центре с проведением фенотипической стратификации и назначением преабилитации, преабилитационный этап, плановая госпитализация и проведение ТЭКС, первый этап медицинской реабилитации в стационаре и перевод на второй этап реабилитации. Данный алгоритм формирует единый подход к оказанию медицинской помощи пациентам и может быть рекомендован для внедрения в медицинских организациях, оказывающих высокотехнологичную помощь по профилю «травматология и ортопедия».

Таким образом, полученные данные убедительно демонстрируют, что преабилитация при тотальном эндопротезировании коленного сустава – это не вспомогательная или факультативная процедура, а полноценный клинический инструмент, способный кардинально изменить траекторию послеоперационного восстановления пациентов. Тот факт, что применение разработанного комплекса позволило увеличить долю благоприятных исходов до 77,4% через 12 недель после операции, говорит о высокой клинической и экономической целесообразности предложенного подхода, которое даёт шестикратное повышение шансов на благоприятный результат.

Необходимо подчеркнуть значимость фенотипической стратификации пациентов с остеоартрозом коленного сустава. В ходе работы мы выявили, что универсальные программы преабилитации, не учитывающие индивидуальные особенности пациентов, обречены на ограниченную эффективность. Именно дифференцированное назначение лечебных мероприятий позволило добиться столь выраженных результатов. Более того, разработанные компьютерные программы решают проблему при выборе тактики лечения и анализа

результатов хирургического лечения и могут быть использованы травматологами-ортопедами.

Говоря о практическом внедрении, необходимо подчеркнуть, что разработанный подход может быть рекомендован для широкого внедрения в субъектах Российской Федерации, начиная с пилотных проектов в крупных региональных центрах эндопротезирования. Целесообразно рассмотреть вопрос о включении преабилитации в клинические рекомендации по ведению пациентов с остеоартрозом коленного сустава, направляемых на тотальное эндопротезирование.

В заключение стоит отметить, что данная работа не исчерпывает представленную проблему, поэтому необходимы многоцентровые исследования с целью изучения отдаленных результатов лечения пациентов после ТЭКС. Тем не менее, уже сейчас можно с уверенностью сказать, что предложенный мультимодальный подход к преабилитации является важным инструментом, направленным на повышение эффективности тотального эндопротезирования коленного сустава, и заслуживает самого широкого внедрения в отечественную систему здравоохранения. Именно такое внедрение позволит в полной мере реализовать потенциал высокотехнологичной медицинской помощи и повысить удовлетворённость пациентов результатами операции.

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); лечебный комплекс, назначаемый индивидуально в соответствии с фенотипом остеоартроза, позволяет 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 преабилитациии 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 ($p < 0,001$); $51,76 \pm 1,68$ mkV и 42,1 mkV ($p < 0,001$) против 60,1 mkV и $51,25 \pm 3,05$ 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. Для улучшения результатов 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 учетом фенотипа остеоартроза коленного сустава у конкретного пациента.

3. Для анализа результатов применения комплекса преабилитации пациентов при тотальном эндопротезировании коленного сустава травматологу-ортопеду целесообразно 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 СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВАШ – визуально-аналоговая шкала

ГКС – глюкокортикостероиды

ДИ – доверительный интервал

ИМТ – индекс массы тела

КЖ – качество жизни

ЛФК – лечебная физическая культура

НПВП – нестероидные противовоспалительные препараты

ОА – остеоартроз

ОН – остеонекроз

ПАП – повышение абсолютной пользы

ПКС – передняя крестообразная связка

ПОП – повышение относительной пользы

ТЭКС – тотальное эндопротезирование коленного сустава

ЧБИЛ – частота благоприятных исходов лечения в каждой исследуемой группе

ЧБНЛ – число больных, нуждающихся в проведении определённого вида вмешательства

ЧМБ – четырёхглавая мышцы бедра

ЧЭНС – чрескожная электронейростимуляция

ЭНМГ – электронейромиография

ЭНМС – электронейромиостимуляция

2MWT – Two Minute Walking Test

CSA – Cross-Sectional Area

GDS – Geriatric Depression Scale-short

HSS-KRES – Hospital of Special Surgery Knee Replacement Expectations Survey

KOOS – Knee injury and osteoarthritis outcome score

LKS – Lysholm Knee Score

MATs – Mobility Assessment Tool-short

MET – Metabolic equivalent of task

MoCA – Montreal Cognitive Assessment

OKS – Oxford Knee Score

PGIC – The Patient Global Impression of Change

PNF – Proprioceptive neuromuscular facilitation

QoL – Quality of life

ROM – Range of Motion

SCT – Stair Climbing Test

SPPB – Short Physical Performance Battery

TAS – Tegner Activity Scale

TUG – Test Timed Up and Go

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеева, Л.И. Остеоартрит: эпидемиология, классификация, факторы риска и прогрессирования, клиника, диагностика, лечение / Л.И. Алексеева, Е.А. Таскина, Н.Г. Кашеварова // Современная ревматология. – 2019. – Т. 13, № 2. – С. 9-21.

2. Анализ распространённости и факторов риска развития остеоартрита в популяции / О.О. Портянникова, С.М. Цвингер, А.В. Говорин, Е.Н. Романова // Современная ревматология. – 2019. – Т. 13, № 2. – С. 105-111. – doi: 10.14412/1996-7012-2019-2-105-111.

3. Вишняков, А.Н. История эндопротезирования в мире и в России / А.Н. Вишняков // Вестник Всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. – 2018. – № 3. – С. 89-92. – doi: 10.17238/issn1999-2351.2018.3.89-93.

4. Захарова, Е.Ю. Современный взгляд на тотальное эндопротезирование коленного сустава / Е.Ю. Захарова, З.Ф. Гаджибалаева // Молодой учёный. – 2024. – № 21(520). – С. 24-27.

5. Значение обучения пациента на этапах подготовки к эндопротезированию и ранней реабилитации / М.А. Гвоздарева, В.В. Павлов, К.Н. Харитонов [и др.] // Сибирский медицинский вестник. – 2020. – № 2. – С. 3-9.

6. Измалков, С.Н. 50 лет кафедре травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика А.Ф. Краснова Самарского государственного медицинского университета / С.Н. Измалков // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2017. – № 2. – С. 89-91.

7. Качество жизни в отдаленные сроки после артропластики коленного сустава / А.Н. Ткаченко, Д.Ш. Мансуров, А.А. Спичко [и др.] // Хирургия. Восточная Европа. – 2023. – Т. 12, № 1. – С. 9-17. – doi: 10.34883/PI.2023.12.1.011.

8. Кашеварова, Н.Г. Остеоартрит коленных суставов: основные факторы риска прогрессирования заболевания / Н.Г. Кашеварова // Opinion Leader. – 2018. – № 7(15). – С. 68-73.

9. Клинические рекомендации. Гонартроз. Утверждены Минздравом Российской Федерации (03.09.2021). Актуализация: 2021-2022-2023. Электронный ресурс: Реестр клинических рекомендаций Минздрава РФ: https://cr.minzdrav.gov.ru/ (дата обращения: 12.10.2025)

10. Корнилов, Н.В. Травматология и ортопедия: учебник / Н.В. Корнилов, А.К. Дулаев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М: ГЭОТАР–Медиа, 2023. – 656 с.

11. Косимов, И.У. Остеоартрит коленного сустава и тренировки / И.У.ў. Косимов // Re–Health Journal. – 2020. – № 3-2(7). – С. 182-184. – doi: 10.24411/2181-0443/2020-10147.

12. Котельников, Г.П. Травматология: национальное руководство / Г.П. Котельников, С.П. Миронов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М: ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 784 с.

13. Куляба Т.А. Руководство по первичному эндопротезированию коленного сустава / Т.А. Куляба, Н.Н. Корнилов, Р.М. Тихилов. – 2-е изд., исп. и доп. – Санкт-Петербург: НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, 2022. – 636 с.

14. Лечебная физкультура для пациентов при сочетании остеопороза и остеоартрита тазобедренных и коленных суставов / Л.П. Евстигнеева, Е.В. Негодаева, Е.В. Орлова [и др.] // Медицинский алфавит. – 2019. – Т. 1, № 18(393). – С. 24-29. – doi: 10.33667/2078-5631-2019-1-18(393)-24-29.

15. Лечебная физкультура как приоритетный метод лечения остеоартрита коленных суставов / С.М. Носков, В.А. Маргазин, А.С. Башкина [и др.] // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2024. – № 3(173). – С. 33-40.

16. Лечение остеоартрита коленного сустава: улучшение результатов с помощью мультидисциплинарного подхода / Н.С. Николаев,

В.Н. Диомидова, Н.В. Журавлева [и др.] // Сибирский научный медицинский журнал. – 2025. – Т. 45, № 1. – С. 174-183. – doi: 10.18699/SSMJ20250119.

17. Лила, А.М. Современные подходы к терапии остеоартрита с учетом обновленных международных рекомендаций / А.М. Лила, Л.И. Алексеева, Е.А. Таскина // РМЖ. Медицинское обозрение. – 2019. – Т. 3, № 11-2. – С. 48-52.

18. Лила, А.М., Современные подходы к фенотипированию остеоартрита / А.М. Лила, Л.И. Алексеева, К.А. Телышев // Современная ревматология. – 2019. – Т.13, № 2. – С. 4-8.

19. Лычагин, А.В. Первый опыт применения новой генерации активного робота в первичном тотальном эндопротезировании коленного сустава / А.В. Лычагин, А.А. Грицюк, Я.А. Рукин [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2024. – № 1(55). – С. 22-29. – doi: 10.17238/2226-2016-2024-1-22-29

20. Метаанализ клинических исследований эффективности лечения остеоартита препаратом Хондрогард / И.Ю. Торшин, А.М. Лила, А.В. Наумов [и др.] // Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. – 2020. – Т. 13, № 4. – С. 388-399. – doi: 10.17749/2070–4909/farmakoekonomika.2020.066.

21. Минасов, Б.Ш. Морфологическая характеристика субхондральной костной ткани при остеоартрозе коленного сустава / Б.Ш. Минасов, Р.Р. Якупов, В.Н. Акбашев [и др.] // Вестник Российского государственного медицинского университета. – 2025. – № 2. – С. 48-54. – doi: 10.24075/vrgmu.2025.024.

22. Миронов, С.П. Ортопедия: национальное руководство / С.П. Миронова, Г.П. Котельникова. – 2–е изд., перераб. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 944 с.

23. Морфологические проявления действия высокоочищенного хондроитина сульфата у пациентов с декомпенсированной формой остеоартрита коленных суставов / Т.Б. Минасов, А.М. Лила, А.Г. Назаренко

[и др.] // Современная ревматология. – 2022. – Т. 16, № 6. – С. 55-63. – doi: 10.14412/1996-701-2022-6-55-63.

24. Негативные последствия эндопротезирования коленного сустава / Д.Ш. Мансуров, А.Н. Ткаченко, С.А. Сайганов [и др.] // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. – 2022. – Т. 15, № 4(57). – С. 354-361. – doi: 10.18499/2070-478X-2022-15-454-361.

25. Организация лечения остеоартрита коленного сустава / А.А. Барановский, И.Л. Уразовская, Д.Ш. Мансуров [и др.] // Uzbek Journal of Case Reports. – 2022. – Т. 2, № 3. – С. 37-45. – doi: 10.55620/ujcr.2.3.2022.5.

26. Оценка качества жизни пациентов, перенёсших эндопротезирование коленного сустава, на этапах восстановительного лечения / О.А. Речкунова, Т.В. Чернышева, А.М. Гурьянов [и др.] // Оренбургский медицинский вестник. – 2022. – Т. 10, № 2(38). – С. 35-38.

27. Петухов, А.И. Инъекционные препараты гиалуроновой кислоты для лечения гонартроза с позиций доказательной медицины / А.И. Петухов, Н.Н. Корнилов, Т.А. Куляба // Научно–практическая ревматология. – 2018. – Т. 56, № 2. – С. 239-248. – doi: 10.14412/1995-4484-2018-239-248.

28. Практические навыки по курсу травматологии, экстремальной медицины. Учебное пособие / П.В. Рыжов, Д.А. Огурцов, А.С. Панкратов, Д.А. Распутин; Самарский государственный медицинский университет. - Самара: Издательство «СамИздат», 2019 – 176 с.

29. 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.

30. Проблема остеоартроза (ОА) коленного сустава у пациентов с избыточной массой тела и ожирением: вопросы этиологии и патогенеза (обзор литературы) / А.В. Сертакова., К.П. Зверева, В.В. Зоткин, [и др.] // Гений Ортопедии. – 2020. – Т. 26, № 1. – С. 129-136.

31. Реабилитация больных после эндопротезирования суставов нижних конечностей / И.М. Рудь, Е.А. Мельникова, М.А. Рассулова [и др.] // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2017. – Т. 94, № 6. – С. 38-44. – doi: 10.17116/kurort201794638-44.

32. Реабилитация после эндопротезирования суставов нижних конечностей: проблемы и перспективы / М.А. Ратманов, А.С. Бенян, Т.В. Кузнецова [и др.] // Политравма. – 2020. – Т. 2. – С. 76-83. doi: 10.24411/1819-1495-2020-10023.

33. Рождественский, Д.А. Немедикаментозные методы в консервативном лечении и предоперационной подготовке пациентов с гонартритом (обзор литературы) / Д.А. Рождественский, Е.С. Трегубова, А.С. Рождественский // Российский остеопатический журнал. – 2025. – № 1(68). – С. 114-124. – doi: 10.32885/2220-0975-2025-1-114-124.

34. Роль опорно-двигательного аппарата в поддержании постурального баланса: обзор литературы / А.А. Курникова, Ю.П. Потехина, А.А. Филатов [и др.] // Российский остеопатический журнал. – 2019. – № 3–4(46–47). – С. 135-149.

35. Роль эндопротезирования коленного сустава в лечении больных с гонартрозом: реабилитация / О.А. Речкунова, Т.В. Чернышева, А.М. Гурьянов [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2023. – № 4. – С. 137. – doi: 10.17513/spno.32738.

36. Ростова, В.А. Хирургическое лечение деформирующего остеоартроза коленного сустава / В.А. Ростова, М.М. Мирзоева, М.Р.Х. Али // Вестник науки. – 2024. – Т. 2, № 6(75). – С. 1976-1982.

37. Середа, А.П. Наблюдение пациентов после эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов: обзор литературы и доклад о пилотном проекте Национального медицинского исследовательского центра травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена / А.П. Середа, А.А. Джавадов, А.А. Черный [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2023. – Т. 29, № 1. – С. 60-72. – doi: 10.17816/2311-2905-2020.

38. Физическая и реабилитационная медицина: Национальное руководство / К.В. Котенко, С.А. Ковалев, Г.Р. Абусева [и др.]. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2023. – 912 с.

39. Чапаева, Н.Н. Остеоартрит коленных суставов / Н.Н. Чапаева, Ю.С. Бахарева // Лечащий врач. – 2017. – № 4. – С. 39.

40. Эндопротезирование коленного сустава в клинической практике: анализ 36 350 наблюдений из регистра НМИЦ ТО имени Р.Р. Вредена / П.М. Преображенский, А.С. Филь, Н.Н. Корнилов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2023. – Т. 29, № 3. – С. 73-85. – doi: 10.17816/2311-2905-9349.

41. A clinical practice guideline for physical therapy in patients with hip or knee osteoarthritis / M. van Doormaal, G.A. Meerhoff, V. Vlieland [et al.] // Musculoskeletal Care. – 2020. – Vol. 18(4). – P. 575–595. – doi: 10.1002/msc.1492

42. A new prediction model for patient satisfaction after total knee arthroplasty / O.S. Van Onsem, C. Van Der Straeten, N. Arnout [et al.] // The Journal of arthroplasty. – 2016. – Vol. 31(12). – P. 2660-2667 – doi: 10.1016/j.arth.2016.06.004.

43. A pilot study of aquatic prehabilitation in adults with knee osteoarthritis undergoing total knee arthroplasty – short term outcome / S. Kim, F.C. Hsu, L. Groban [et al.] // BMC musculoskeletal disorders. – 2021. – Vol. 22(1). – P. 388. – doi: 10.1186/s12891-021-04253-1.

44. A preoperative package of care for osteoarthritis, consisting of weight loss, orthotics, rehabilitation, and topical and oral analgesia (opportunity): a two–centre, open–label, randomised controlled feasibility trial / A.H.R.W. Simpson, N.D. Clement, S.A. Simpson [et al.] // The Lancet. Rheumatology. – 2024. – Vol. 6(4). – P. e237-e246. – doi: 10.1016/S2665-9913(23)00337-5.

45. A randomized controlled trial assessing the effects of preoperative strengthening plus balance training on balance and functional outcome up to 1 year following total knee replacement / F. Domínguez–Navarro, A. Silvestre–Muñoz,

C. Igual–Camacho [et al.] // Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA. – 2021. – Vol. 29(3). – P. 838-848. – doi: 10.1007/s00167-020-06029-x.

46. A Systematic Review and Meta-analysis of Physical Exercise Prehabilitation in Major Abdominal Surgery / P. Heger, P. Probst, J. Wiskemann [et al.] // Journal Gastrointestinal Surgery. – 2020). – Vol. **24**. – P. 1375-1385 doi: 10.1007/s11605-019-04287-w

47. Almeida, G.J. Effect of prehabilitation in older adults undergoing total joint replacement: An Overview of Systematic Reviews / G.J. Almeida, S.S. Khoja, B.A. Zelle // Current geriatrics reports. – 2020. – Vol. 9(4). – P. 280-287. – doi: 10.1007/s13670-020-00342-6.

48. An updated algorithm recommendation for the management of knee osteoarthritis from the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO) / O. Bruyère, G. Honvo, N. Veronese [et al.] // Seminars in arthritis and rheumatism. – 2019. – Vol. 49(3). – P. 337-350. – doi: 10.1016/j.semarthrit.2019.04.

49. Arthritis foundation guideline for the management of osteoarthritis of the hand, hip, and knee / S.L. Kolasinski, T. Neogi, M.C. Hochberg [et al.] // Arthritis care & research – 2020. – Vol. 72(2). – P. 149-162. – doi: 10.1002/ACR.24131.

50. Association of MRI-based knee osteoarthritis structural phenotypes with short-term structural progression and subsequent total knee replacement. / Y. Liu, Z. Xing, B. Wu [et al]. Journal of orthopaedic surgery and research. – 2024. – Vol. 19(1). P. 699. doi:10.1186/s13018-024-05194-w.

51. Balance and quality of life after total knee arthroplasty. Revista brasileira de ortopedia / D.A. Fernandes, L.S. Poeta, C.A.Q. Martins [et al.] – 2018. – Vol. 53, № 6, P. 747-753. – doi: 10.1016/j.rboe.2017.07.013.

52. Benefits and mechanisms of exercise training for knee osteoarthritis / C.Y. Zeng, Z.R. Zhang, Z.M. Tang [et al.] // Frontiers in Physiology. – 2021. – Vol. 12. – P. 794062. – doi: 10.3389/fphys.2021.794062.

53. Bennell, K.L. Platelet–Rich Plasma for the Management of Hip and Knee Osteoarthritis / K.L. Bennell, D.J. Hunter, K.L. Paterson // Current rheumatology reports. – 2017. – Vol. 19(5). – P. 24. – doi: 10.1007/s11926-017-0652x.

54. Berenbaum, F. Deep phenotyping of osteoarthritis: a step forward / F. Berenbaum // Annals of the rheumatic diseases. – 2019. Vol. 78(1). – P. 3-5. – doi.org/10.1136/annrheumdis-2018-213864.

55. Canovas, F. Quality of life after total knee arthroplasty / F. Canovas, L. Dagneaux // Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research. – 2018. – Vol. 104(1). – P. S41-S46. – doi: 10.1016/j.otsr.2017.04.017.

56. Cartilage/chondrocyte research and osteoarthritis: current concept and future perspective for diagnosis and treatment of osteoarthritis of the knee / M. Ishijima, H. Kaneko, Y. Okada, K. Kaneko // Clinical Calcium. – 2018. – Vol. 28(6). – P. 749-759.

57. Combinations of preoperative patient–reported outcome measure phenotype (pain, function, and mental health) predict outcome after total knee arthroplasty / M.N. Orr, A.K. Klika, A.K. Emara [et al.] // The Journal of arthroplasty. – 2022. – Vol. 37(6S). – P. S110-S120.e5. – doi: 10.1016/j.arth.2022.02.090.

58. Comparison of patient satisfaction between medial pivot prostheses and posterior–stabilized prostheses in total knee arthroplasty / Y. Lin, X. Chen, L. Li [et al.] // Orthopaedic surgery. – 2020. – Vol. 12(3). – P. 836-842. – doi: 10.1111/os.12687.

59. Cost-effectiveness of prehabilitation prior to elective surgery: a systematic review of economic evaluations / T. Rombey, H. Eckhardt, J. Kiselev [et al.] // BMC medicine. – 2023. – Vol. 21(1). – P. 265. – doi: 10.1186/s12916-023-02977-6.

60. Dantas, L.O. Knee osteoarthritis: key treatments and implications for physical therapy / L.O. Dantas, T.F. Salvini., T.E. McAlindon // Brazilian Journal

of Physical Therapy. – 2021. – Vol. 25(2). – P. 135-146. – doi: 10.1016/j.bjpt.2020.08.004.

61. De Ladoucette, A. Management of perioperative pain after TKA / A. De Ladoucette // Orthopaedics & traumatology, surgery & research: OTSR. – 2023. – Vol. 109(1S). – P. 103443. – doi: 10.1016/j.otsr.2022.103443.

62. DeFrance, M.J. Are 20% of Patients Actually Dissatisfied Following Total Knee Arthroplasty? A Systematic Review of the Literature / M.J. DeFrance, G.R. Scuderi // The Journal of arthroplasty. – 2023. – Vol. 38(3). – P. 594-599. – doi: 10.1016/j.arth.2022.10.011.

63. Dell'Isola, A. Classification of patients with knee osteoarthritis in clinical phenotypes: Data from the osteoarthritis initiative / A. Dell'Isola, M. Steultjens // PLoS One. – 2018. – Vol. 13(1). P. e0191045. doi: 10.1371/journal.pone.0191045.

64. Development of machine learning algorithms to predict patient dissatisfaction after primary total knee arthroplasty / K.N. Kunze, E.M. Polce, A.J. Sadauskas [et al.] // The Journal of arthroplasty. – 2020. – Vol. 35(11). – P. 3117-3122. – doi: 10.1016/j.arth.2020.05.061.

65. Differentiation of patented crystalline glucosamine sulfate from other glucosamine preparations will optimize osteoarthritis treatment International / S. Saengnipanthkul, S. Waikakul, S. Rojanasthien [et al.] // Journal of Rheumatic Diseases. – 2019. – Vol. 22(3). – P. 376-385. – doi: 10.1111/1756-185x.13068.

66. Do surgeon expectations predict clinically important improvements in WOMAC scores after THA and TKA? / H. Ghomrawi, C. Mancuso, A. Dunning [et al.] // Clinical orthopaedics and related research. – 2017. – Vol. 475(9). – P. 2150-2158. – doi: 10.1007/s11999-017-5331-8.

67. Does Multimodal Therapy Influence Functional Outcome After Total Knee Arthroplasty? / A.A. Magan, S.S. Ahmed, B. Paton [et al.] // The Orthopedic clinics of North America. – 2020. – Vol. 51(4). – P. 453-459. – doi: 10.1016/j.ocl.2020.06.011

68. Early osteoarthritis of the knee / H. Madry, E. Kon, V.Condello [et al.] // Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA. – 2016. – Vol. 24(6). – P. 1753-1762. – doi: 10.1007/s00167-016-4068-3.

69. Effect of a physiotherapy rehabilitation program on knee osteoarthritis in patients with different pain intensities / A.A. Abdel-Aziem, E.S. Soliman, D.M. Soliman, A.H. Mosaad Draz // Journal of physical therapy science. – 2018. – Vol. 30(2). – P. 307-312. – doi: 10.1589/jpts.30.307.

70. Effectiveness of total knee arthroplasty rehabilitation programmes: A systematic review and meta–analysis. / W. Alrawashdeh, J. Eschweiler, F. Migliorini [et al.] // Journal of rehabilitation medicine. – 2021. – Vol. 53(6). – P. jrm00200. – doi: 10.2340/16501977-2827.

71. Effectiveness of prehabilitation on outcomes following total knee and hip arthroplasty for osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / T. Adebero, H. Omana, L. Somerville [et al.] // Disability and rehabilitation. – 2024. – Vol. 46(24). – P. 5771-5790. – doi: 10.1080/09638288.2024.2313128

72. Effects of Preoperative Telerehabilitation on Muscle Strength, Range of Motion, and Functional Outcomes in Candidates for Total Knee Arthroplasty: A Single-Blind Randomized Controlled Trial / J. An, H.K. Ryu, S.J. Lyu [et al.] // International journal of environmental research and public health. – 2021. – Vol. 18(11). – P. 6071. – doi: 10.3390/ijerph18116071.

73. Efficacy of preoperative progressive resistance training in patients undergoing total knee arthroplasty: 12-month follow-up data from a randomized controlled trial / B. Skoffer, T. Maribo, I. Mechlenburg [et al.] // Clinical rehabilitation. – 2020. – Vol. 34(1). – P. 82-90. – doi: 10.1177/0269215519883420.

74. Evans, J.T. Partial versus total knee replacement for knee osteoarthritis / J.T. Evans, M.R. Whitehouse // Lancet. – 2019. – Vol. 394(10200). – P. 712-713. – doi: 10.1016/S0140-6736(19)31612-5.

75. Exploratory insights into novel prehabilitative neuromuscular exercise-conditioning in total knee arthroplasty / A. Risso, M. van der Linden, A. Bailey

[et al.] // BMC Musculoskeletal Disorders. – 2022. – Vol. 23(1). – P. 547. – doi:10.1186/s12891-022-05444-0.

76. Dall'Oca, C. Evolution of TKA design / C. Dall'Oca, M. Ricci, E. Vecchini // Acta bio-medica: Atenei Parmensis. – 2017. – Vol. 88(2S). – P. 17-31. – doi: 10.23750/abm.v88i2-S.6508.

77. Feasibility and Preliminary Outcomes of a Physical Therapist–Administered Physical Activity Intervention After Total Knee Replacement / M.B. Christiansen, L.M. Thoma, H. Master [et al.] // Arthritis care & research. – 2020. – Vol. 72(5). – P. 661-668. – doi: 10.1002/acr.23882.

78. French, H.P. Prevalence of neuropathic pain in knee or hip osteoarthritis: A systematic review and meta–analysis / H.P. French, K.M. Smart, F. Doyle // Seminars in arthritis and rheumatism. – 2017. – Vol. 47(1). – P. 1-8. – doi: 10.1016/j.semarthrit.2017.02.008.

79. Ghosh A., An evidence-based review of enhanced recovery after surgery in total knee replacement surgery / A. Ghosh, U. Chatterji // Journal of perioperative practice. – 2019. – Vol. 29(9). – P. 281-290. – doi: 10.1177/1750458918791121.

80. Gunaratne, R. Patient Dissatisfaction Following Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review of the Literature / R. Gunaratne, D.N. Pratt, J. Banda [et al.] // The Journal of arthroplasty – 2017. – Vol. 32(12). – P. 3854-3860. – doi: 10.1016/j.arth.2017.07.021.

81. High–intensity preoperative training improves physical and functional recovery in the early post–operative periods after total knee arthroplasty: a randomized controlled trial / J. Calatayud, J. Casaña, Y. Ezzatvar [et al.] // Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA. – 2017. – Vol. 25(9). – P. 2864-2872. – doi: 10.1007/s00167-016-3985-5.

82. Honvo, G. Update on the role of pharmaceutical–grade chondroitin sulfate in the symptomatic management of knee osteoarthritis. / G. Honvo, O. Bruyère, J.Y. Reginster // Aging clinical and experimental research – 2019. – Vol. 31(8). – P. 1163-1167. – doi: 10.1007/s40520-019-01253-z.

83. Hunter, D.J. Osteoarthritis / D.J. Hunter, S. Bierma–Zeinstra // Lancet. – 2019. – Vol. 393(10182). – P. 1745-1759. – doi: 10.1016/S0140-6736(19)304179.

84. Impact of total knee replacement practice: cost effectiveness analysis of data from the Osteoarthritis Initiative / B.S. Ferket, Z. Feldman, J. Zhou [et al.] // BMJ (Clinical research ed.). – 2017. – Vol. 356. – P. j1131. – doi: 10.1136/bmj.j1131.

85. Improving total joint replacement with continuous quality improvement methods and tools / E.W. Guo, Z. Sayeed, M.T. Padela [et al] // The Orthopedic clinics of North America. – 2018. – Vol. 49(4). – P. 397-403. – doi: 10.1016/j.ocl.2018.05.002.

86. Indication Criteria for Total Knee Arthroplasty in Patients with Osteoarthritis – A Multi–perspective Consensus Study / J. Schmitt, T. Lange, K.P. Günther [et al.] // Zeitschrift fur Orthopadie und Unfallchirurgie– 2017. – Vol. 155(5). – P. 539-548. – doi: 10.1055/s-0043-115120.

87. Is it necessary to perform prehabilitation exercise for patients undergoing total knee arthroplasty: meta–analysis of randomized controlled trials / H. Chen, S. Li, T. Ruan [et al.] // The Physician and sportsmedicine. – 2018. – Vol. 46(1). – P. 36-43. – doi: 10.1080/00913847.2018.1403274.

88. Jaffe, W.L., Alignment and Balance Methods in Total Knee Arthroplasty / W.L. Jaffe, J.M. Dundon, T. Camus // The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons – 2018. – Vol. 26(20). – P. 709-716. – doi: 10.5435/jaaos-d-16-00428.

89. Kaya, C. Determination of the effect of preoperative knee joint function on postoperative quality of life in patients with total knee arthroplasty. / C. Kaya, C.C. Seyman, Y. Kaya // Journal of orthopaedic research: official publication of the Orthopaedic Research Society. – 2024. – Vol. 42(10). – P. 2189-2196. – doi: 10.1002/jor.25876.

90. Knee Osteoarthritis: A Review of Pathogenesis and State–Of–The–Art Non–Operative Therapeutic Considerations / D. Primorac, V. Molnar, E. Rod [et al.] // Genes. – 2020. – Vol. 11(8). – P. 854. – doi: 10.3390/genes11080854.

91. Knee osteoarthritis: current status and research progress in treatment (Review) / R. Geng, J. Li, C. Yu [et al.] // Experimental and Therapeutic Medicine. – 2023. – Vol. 26(4). – P. 481. – doi: 10.3892/etm.2023.12180.

92. Knee osteoarthritis phenotypes and their relevance for outcomes: a systematic review / Deveza L., Melo L., Yamato T.P. [et al.] // Osteoarthritis Cartilage. – 2017. – Vol. 25(12). P. 1926-1941. – doi: 10.1016/j.joca.2017.08.009.

93. Mat Eil Ismail, M.S. Preoperative physiotherapy and short-term functional outcomes of primary total knee arthroplasty. / M. Mat Eil Ismail, M. Sharifudin, A. Shokri, S. Ab Rahman // Singapore Medical Journal. – 2016. – Vol. 57(3). – P. 138-143. – doi: 10.11622/smedj.2016055.

94. Medium–term follow–up of 149 mobile–bearing total knee arthroplasties and evaluation of prognostic factors influencing outcomes / F. Rosso, U. Cottino, M. Olivero // Journal of orthopaedic surgery (Hong Kong). – 2018. – Vol. 26(1). – P. 2309499017754092. – doi: 10.1177/2309499017754092.

95. Mešanović, M. Impact of body mass index on functional recovery after total knee replacement / M. Mešanović, M. Vučković, S. Schuster // Acta clinica Croatica. – 2024. – Vol. 63(2). – P. 332-339. – doi: 10.20471/acc.2024.63.02.9.

96. Mild knee osteoarthritis predicts dissatisfaction after total knee arthroplasty: a prospective study of 186 patients aged 65 years or less with 2–year follow–up / S. Leppänen, M. Niemeläinen, H. Huhtala [et al.] // BMC musculoskeletal disorder. – 2021. – Vol. 22(1). – P. 657. – doi: 10.1186/s12891-021-04543-8.

97. Multifactorial analysis of dissatisfaction after primary total knee replacement / K. Dhurve, C. Scholes, S. El-Tawil [et al.] // Knee. – 2017. – Vol. 24(4). – P. 856-862. – doi: 10.1016/j.knee.2017.04.005.

98. Multimodal prediction of pain and functional outcomes 6 months following total knee replacement: a prospective cohort study / R.R. Edwards,

C. Campbell, K.L. Schreiber [et al.] // BMC musculoskeletal disorders. – 2022. – Vol. 23(1). – P. 302. – doi: 10.1186/s12891-022-05239-3.

99. Nelson, F. The Value of Phenotypes in Knee Osteoarthritis Research / F. Nelson // The open orthopaedics journal. – 2018. – Vol. 12. – P. 105-114. doi:10.2174/1874325001812010105

100. New Technologies in Knee Arthroplasty: Current Concepts / C. Batailler, J. Swan, E. Sappey Marinier // Journal of clinical medicine. – 2020. – Vol. 10(1). – P. 47. – doi: 10.3390/jcm10010047.

101. OARSI guidelines for the non–surgical management of knee, hip, and polyarticular osteoarthritis / R.R. Bannuru, M.C. Osani, E.E. Vaysbrot [et al.] // Osteoarthritis and cartilage. – 2019. – Vol. 27(11). – P. 1578-1589. – doi: 10.1016/j.joca.2019.06.011.

102. Osteoarthritis / J. Martel–Pelletier, A.J. Barr, F. Cicuttini [et al.] // Nature reviews. Disease primers. – 2016. – Vol. 2. – P. 16072. – doi: 10.1038/nrdp.2016.72.

103. Osteoarthritis in the Middle–Aged and Elderly in China: Prevalence and Influencing Factors / X. Sun, X. Zhen, X. Hu [et al.] // International journal of environmental research and public health. – 2019. – Vol. 16(23). – P. 4701 – doi: 10.3390/ijerph16234701.

104. Pain monitoring and management in a rehabilitation setting after total joint replacement / M.L. De Luca, M. Ciccarello, M. Martorana [et al.] // Medicine (Baltimore). – 2018. – Vol. 97(40). – P. e12484. doi: 10.1097/MD.0000000000012484.

105. Patient dissatisfaction following total knee arthroplasty: a systematic review of the literature / R. Gunaratne, D.N. Pratt, J. Banda [et al.] // The Journal of Arthroplasty. – 2017. – № 32(12). – P. 3854-3860. – doi: 10.1016/j.arth.2017.07.021.

106. Patient factors that matter in predicting hip arthroplasty outcomes: a machine–learning approach / J. Sniderman, R. Stark, C. Schwartz [et al.] // The

Journal of arthroplasty. – 2021. – Vol. 36(6). – P. 2024-2032. – doi: 10.1016/j.arth.2020.12.038.

107. Patient satisfaction and perception of success after total knee arthroplasty are more strongly associated with patient factors and complications than surgical or anaesthetic factors / Y. Khatib, H. Badge, W. Xuan [et al.] // Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA. – 2020. – Vol. 28(10). – P. 3156-3163. – doi: 10.1007/s00167-019-05804-9.

108. Pillay–Jayaraman, P.A scoping review of prehabilitation interventions for arthroplasty patients / P. Pillay–Jayaraman, V. Chetty, S. Maddocks // The South African journal of physiotherapy. – 2023. – Vol. 79(1). – P. 1939. – doi: 10.4102/sajp.v79i1.1939.

109. Predicting dissatisfaction following total knee arthroplasty in patients under 55 years of age / C. Scott, W. Oliver, D. MacDonald [et al.] // The bone & joint journal. – 2016. – Vol. 98-B(12). – P. 1625-1634. – doi: 10.1302/0301-620x.98b12.Bjj-2016-0375.R1.

110. Predictors of return to desired activity 12 months following unicompartmental and total knee arthroplasty / A.D. Harbourne, M.T. Sanchez-Santos, N.K. Arden, S.R. Filbay // Acta orthopaedica. – 2019. – Vol. 90(1). – P. 74-80. – doi: 10.1080/17453674.2018.1542214.

111. Prehabilitation for Patients Undergoing Orthopedic Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis / A. Punnoose, L. Claydon-Mueller, O. Weiss [et al.] // JAMA network open. – 2023. – Vol. 6(4). – P. e238050. – doi: 10.1001/jamanetworkopen.2023.8050.

112. Prehabilitation for Total Knee or Total Hip Arthroplasty: A Systematic Review / K.J. Konnyu, L.M. Thoma, W. Cao [et al.] //American journal of physical medicine & rehabilitation. – 2020. – Vol. 102(1). – P. 1-10. – doi: 10.1097/PHM.0000000000002006.

113. Prehabilitation Improves Knee Functioning Before and Within the First Year After Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review With Meta-analysis / P. Gränicher, L. Mulder, T. Lenssen [et al.] // The Journal of orthopaedic and sports

physical therapy. – 2022. – Vol. 52(11). – P. 709-725. – doi: 10.2519/jospt.2022.11160.

114. Preoperative anxiety and depression correlate with dissatisfaction after total knee arthroplasty: a prospective longitudinal cohort study of 186 patients, with 4-year follow-up / A. Ali, A. Lindstrand, M. Sundberg, G. Flivik // Journal of arthroplasty. – 2017. – Vol. 32(3). – P. 767-770. – doi: 10.1016/j.arth.2016.08.033.

115. Preoperative exercise in patients undergoing total knee arthroplasty: a pilot randomized controlled trial / P. Gränicher, T. Stöggl, S.F. Fucentese [et al.] // Archives of physiotherapy. – 2020. – Vol. 10. – P. 13. – doi: 10.1186/s40945-020-00085-9.

116. Preoperative expectations associated with postoperative dissatisfaction after total knee arthroplasty: a cohort study / H.M.K. Ghomrawi, L.Y. Lee, B.U. Nwachukwu [et al.] // The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. – 2020. – Vol. 2к8(4). – P. e145-e150. – doi: 10.5435/JAAOS-D-18-00785.

117. Preoperative high–intensity strength training improves postural control after TKA: randomized-controlled trial / J. Casaña, J. Calatayud, Y. Ezzatvar [et al.] // Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA. – 2019. – Vol. 27(4). – P. 1057-1066. – doi: 10.1007/s00167-018-5246-2.

118. Preoperative proprioceptive training in patients with total knee arthroplasty / M. Gstoettner, C. Raschner, E. Dirnberger // The Knee. – 2011. – Vol. 18(4). – P. 265-270. – doi: 10.1016/j.knee.2010.05.012.

119. Prevalence Trends of Site-Specific Osteoarthritis From 1990 to 2019: Findings from the Global Burden of Disease Study 2019 / H. Long, Q. Liu, H. Yin [et al.] // Arthritis & rheumatology (Hoboken, N.J.). – 2022. – Vol. 74(7). – P. 1172-1183. – doi:10.1002/art.42089.

120. Price, A.J. New guidelines for the use of arthroscopic meniscal knee surgery / A.J. Price, F.S. Haddad, D.J. Beard // The bone & joint journal – 2019. – Vol. 101-B(6). – P. 625-626. – doi: 10.1302/0301-620X.101B6.BJJ-2019-0550.

121. Procedural Treatments for Knee Osteoarthritis: A Review of Current Injectable Therapies. / L.M. Billesberger, K.M. Fisher, Y.J. Qadri, R.L. Boortz-Marx // Pain research & management. – 2020. – Vol. 2020. – P. 3873098. – doi: 10.1155/2020/3873098.

122. Prognosis of Pain and Physical Functioning in Patients with Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis / M. de Rooij, M. van der Leeden, M.W. Heymans [et al.] // Arthritis care & research. – 2016. – Vol. 68(4). – P. 481-492. – doi: 10.1002/acr.22693.

123. Projections and Epidemiology of Primary Hip and Knee Arthroplasty in Medicare Patients to 2040-2060 / I. Shichman, M. Roof, N. Askew [et al.] // JB & JS open access. – 2023. – Vol. 8(1). – P. e22.00112. – doi: 10.2106/JBJS.OA.22.00112.

124. Pronk, Y. Is patient satisfaction after total knee arthroplasty predictable using patient characteristics and preoperative patient–reported outcomes? / Y. Pronk, M.C.W.M. Peters, J.M. Brinkman // The Journal of arthroplasty. – 2021. – Vol. 36(7). – P. 2458–2465. – doi: 10.1016/j.arth.2021.02.064.

125. Prosthetic alignment after total knee replacement is not associated with dissatisfaction or change in Oxford Knee Score / H.J.T.A.M. Huijbregts, R.J.K. Khan, D.P. Fick [et al.] // Knee. – 2016. – Vol. 23(3). – P. 535-539. – doi: 10.1016/j.knee.2015.12.007.

126. Qi, W. Advances in rehabilitation before total knee arthroplasty / W. Qi, Y. Yang, M.W. Zhou // Chinese Journal of Rehabilitation Medicine. – 2019. – Vol. 34(8). – P. 980-983. – doi: 10.1016/j.arth.2021.02.064.

127. Quality of life outcomes in patients undergoing knee replacement surgery: longitudinal findings from the QPro-Gin study / P. Siviero, A. Marseglia, C. Biz [et al.] // BMC musculoskeletal disorders. – 2020. – Vol. 21(1). – P. 436. – doi: 10.1186/s12891-020-03456-2.

128. Rahmatika, R. The Effects Of Prehabilitation Exercise Using Resistance Bands On Functional Performance In Total Knee Replacement /

R. Rahmatika, R. Novriansyah, L. Indriastuti // The Hip and Knee Journal. – 2020. – Vol. 1(1). – P. 8-18. – doi: 10.46355/hipknee.v1i1.5.

129. Raposo, F. Effects of exercise on knee osteoarthritis: A systematic review / F. Raposo, M. Ramos, A.L. Cruz // Musculoskeletal Care. – 2021. – Vol. 19(4). – P. 399-435. – doi: 10.1002/msc.1538.

130. Recovery and the use of postoperative physical therapy after total hip or knee replacement / L. Groot, D.A.J.M. Latijnhouwers, M. Reijman [et al.] // BMC musculoskeletal disorders. – 2022. – Vol. 23(1). – P. 666. – doi: 10.1186/s12891-022-05429-z.

131. Research Progress on the Pathogenesis of Knee Osteoarthritis / X. Du, Z.Y. Liu, X.X. Tao [et al.] // Orthopaedic surgery. – 2023. – Vol. 15(9). – P. 2213-2224. – doi:10.1111/os.13809.

132. Safety of cyclo-oxygenase-2 inhibitors in osteoarthritis: outcomes of a systematic review and meta-analysis / E. Curtis, N. Fuggle, S. Shaw [et al.] // Drugs & Aging. – 2019. – Vol. 36(Suppl. 1). – P. 25-44. – doi:10.1136/bmj.325.7365.619.

133. Screening to Identify Postoperative Pain and Cross–Sectional Associations Between Factors Identified in This Process with Pain and Function, Three Months After Total Knee Replacement / V. Wylde, E. Sanderson, T.J. Peters [et al.] // Arthritis care & research. – 2022. – Vol. 74(5). – P. 790-798. – doi: 10.1002/acr.24516.

134. Sloan, M. Projected Volume of Primary Total Joint Arthroplasty in the U.S., 2014 to 2030 / M. Sloan, A. Premkumar, N.P. Sheth // The Journal of bone and joint surgery. American volume. – 2018. – Vol. 100(17). – P. 1455-1460. – doi: 10.2106/JBJS.17.01617.

135. The comparison effects of intra–articular injection of Platelet Rich Plasma (PRP), Plasma Rich in Growth Factor (PRGF), Hyaluronic Acid (HA), and ozone in knee osteoarthritis; a one year randomized clinical trial / S.A. Raeissadat, P. Ghazi Hosseini, M.H. Bahrami [et al.] // BMC musculoskeletal disorders – 2021. – Vol. 22(1). – P. 134. – doi: 10.1186/s12891-021-04017-x.

136. The effect of a 12 weeks prehabilitation program on pain and function for patients undergoing total knee arthroplasty: A prospective controlled study. / E. Aytekin, E. Sukur, N. Oz [et al.] // Journal of clinical orthopaedics and trauma. – 2019. – Vol. 10(2). – P. 345-349. – doi: 10.1016/j.jcot.2018.04.006.

137. The Effect of Preoperative Rehabilitation Training on the Early Recovery of Joint Function after Artificial Total Knee Arthroplasty and Its Effect Evaluation / Y. Zheng, Z. Huang, L. Dai [et al.] // Journal of healthcare engineering. – 2022. – Vol. 2022. – P. 3860991. – doi: 10.1155/2022/3860991.

138. The effect of preoperative training on functional recovery in patients undergoing total knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis / J.X. Ma, L.K. Zhang, M.J. Kuang [et al.] // International journal of surgery (London, England). – 2018. – Vol. 51. – P. 205-212. – doi: 10.1016/j.ijsu.2018.01.015.

139. The effects of preoperative balance training on balance and functional outcome after total knee replacement: a randomized controlled trial / J.M. Blasco, Y. Acosta-Ballester, I. Martínez-Garrido [et al.] // Clinical rehabilitation. – 2020. – Vol. 34(2). – P. 182-193. – doi: 10.1177/0269215519880936.

140. The effects of resistance exercise in patients with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis / Y. Li, Y. Su, S. Chen [et al.] // Clinical Rehabilitation. – 2016. – Vol. 30(10). – P. 947-959. – doi: 10.1177/0269215515610039

141. The influence of preoperative determinants on quality of life, functioning and pain after total knee and hip replacement: a pooled analysis of Dutch cohorts / S.N. Hofstede, M.G.J. Gademan, T. Stijnen [et al.] // BMC musculoskeletal disorders. – 2018. – Vol. 19(1). – P. 68. – doi: 10.1186/s12891-018-1991-0.

142. The prevalence and predictors of patient dissatisfaction 5-years following primary total knee arthroplasty / D.C. Ayers, M. Yousef, H. Zheng [et al.] // Journal of Arthroplasty. – 2022. – Vol. 37(6S) – P. S121-S128. – doi: 10.1016/j.arth.2022.02.077.

143. The primary total knee arthroplasty: a global analysis / J. Gao, D. Xing, S. Dong, J. Lin // Journal of orthopaedic surgery and research. – 2020. – Vol. 15(1). – P. 190. – doi: 10.1186/s13018-020-01707-5.

144. The short-term effect and safety of duloxetine in osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis / S.H. Gao, J.B. Huo, Q.M. Pan [et al.] // Medicine (Baltimore). – 2019. – Vol. 98(44). – P. e17541. – doi: 10.1097/MD.0000000000017541.

145. The Value of Total Knee Replacement in Patients with Knee Osteoarthritis and a Body Mass Index of 40 kg/m2 or Greater: A Cost-Effectiveness Analysis / A.T. Chen, C.I. Bronsther, E.E. Stanley [et al.] // Annals of internal medicine. – 2021. – Vol. 174(6). – P. 747-757. – doi: 10.7326/M20-4722.

146. Three groups of dissatisfied patients exist after total knee arthroplasty: early, persistent, and late / N.D. Clement, M. Bardgett, D. Weir [et al.] // Bone Joint Journal. – 2018. – Vol. 100-B(2). – P. 161-169. – doi: 10.1302/0301-620X.100B2.BJJ-2017-1016.R1.

147. Timing of rehabilitation on length of stay and cost in patients with hip or knee joint arthroplasty: A systematic review with meta-analysis / M. Masaracchio, W.J. Hanney, X. Liu [et al.] // PLoS One. – 2017. – Vol. 12(6). – P. e0178295. – doi: 10.1371/journal.pone.0178295.

148. Verhaar, J. Patient satisfaction after total knee replacement – still a challenge / J. Verhaar // Acta orthopaedica. – 2020. – Vol. 91(3). – P. 241-242. – doi: 10.1080/17453674.2020.1763581.

149. Vina, E.R. Epidemiology of osteoarthritis: literature update / E.R. Vina, C.K. Kwoh // Current opinion in rheumatology. – 2018. – Vol. 30(2). – P. 160-167. – doi: 10.1097/BOR.0000000000000479.

150. Comparative Study of Total Knee Arthroplasty and Unicondylar Knee Arthroplasty in the Treatment of Knee Osteoarthritis / L. Wang, Q. Wang, Q. Li [et al.] // Contrast media & molecular imaging. – 2022. – Vol. 2022. – P. 7795801. – doi: 10.1155/2022/7795801.

151. Weight Loss Intervention Before Total Knee Replacement: A 12-Month Randomized Controlled Trial / A. Liljensøe, J.O. Laursen, H. Bliddal [et al.] // Scandinavian journal of surgery. – 2021. – Vol. 110(1). – P. 3-12. – doi: 10.1177/1457496919883812.

152. Wellsandt, E. Exercise in the management of knee and hip osteoarthritis / E. Wellsandt, Y. Golightly // Current Opinion in Rheumatology. – 2018. – Vol. 30(2). – P. 151-159. – doi: 10.1097/BOR.0000000000000478.

153. Yang, Z. Efficacy of preoperative exercise rehabilitation for patients after total knee arthroplasty: An updated systematic review and meta-analysis / Z. Yang, W. Shengying // International Journal of Osteopathic Medicine. – 2025. – Vol. 55. – P. 100748. – doi: 10.1016/j.ijosm.2025.100748.

154. Yunus, M.H.M. Pathophysiological Perspective of Osteoarthritis / M.H.M. Yunus, A. Nordin, H. Kamal // Medicina (Kaunas, Lithuania). – 2020. – Vol. 56(11). – P. 614. – doi: 10.3390/medicina56110614.

155. Zhang, Y. Safety of Total Knee Arthroplasty in the Treatment of Knee Osteoarthritis and Its Effect on Postoperative Pain and Quality of Life of Patients / Y. Zhang, H. Liu // Contrast Media & Molecular Imaging. – 2021. – Vol. 2021. – P. 6951578. – doi: 10.1155/2021/6951578.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Оценка остеоартрита университетами Западного Онтарио и МакМастера (Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index, WOMAC)

Ф.И.О. пациента, возраст: _____

Медицинская карта №: _____/_____

Клинический диагноз: _____

Дата операции: _____

Название операции: _____

Дата заполнения: _____.

Срок наблюдения (отметить нужное):

- ☐ 4 недели до операции
- ☐ 72 часа до операции
- ☐ 72 часа после операции
- ☐ 4 недели после операции
- ☐ 12 недель после операции

Раздел	Выраженность (баллы)				
	Нет (0)	Слабая (1)	Средняя (2)	Сильная (3)	Крайне сильная (4)
1. Боль. Испытываете ли Вы боль в больном суставе, занимаясь следующими видами активности?					
При ходьбе	0	1	2	3	4
При подъёме и спуске по лестнице	0	1	2	3	4
Ночью в постели	0	1	2	3	4
При опоре	0	1	2	3	4

В покое	0	1	2	3	4
2. Тугоподвижность. Следующие вопросы относятся к общей тугоподвижности (ощущение скованности или медлительности во время движений) в больном суставе, которую Вы испытывали.					
Насколько сильную тугоподвижность в больном суставе Вы испытываете после утреннего пробуждения?	0	1	2	3	4
Насколько выражена общая тугоподвижность Вашего больного сустава после сидения	0	1	2	3	4
3. Ежедневные функции. Отметьте степень неудобства, которую Вы испытывали из-за больного сустава относительно каждого из действий					
Спуск по лестнице	0	1	2	3	4
Подъём по лестнице	0	1	2	3	4
Подъём из положения сидя	0	1	2	3	4
В положении стоя	0	1	2	3	4
Нагибаться к полу/поднимать предмет	0	1	2	3	4
При ходьбе по квартире	0	1	2	3	4
Посадка/выход из автомобиля	0	1	2	3	4
Посещение магазина	0	1	2	3	4
Надевание носков/колготок	0	1	2	3	4
Подъём с кровати	0	1	2	3	4
Поворот в положении лёжа в кровати	0	1	2	3	4
Сесть в ванну/выйти из ванны	0	1	2	3	4
Сесть на унитаз/встать с унитаза	0	1	2	3	4
Тяжёлая работа по дому (мытьё полов, перемещение тяжёлых предметов)	0	1	2	3	4
Лёгкая работа по дому	0	1	2	3	4

(приготовление еды, вытирание пыли)					

Итоговое количество баллов: _____

Интерпретация результатов:

0-14 баллов – отличный

15-28 баллов – хороший

29-38 баллов – удовлетворительный

более 38 баллов – неудовлетворительный

Приложение 2

Шкала «Функциональное состояние коленного сустава»

(Knee injury and osteoarthritis outcome score, KOOS)

Ф.И.О. пациента, возраст: _____

Медицинская карта №: _____/_____

Клинический диагноз: _____

Дата операции: _____

Название операции: _____

Дата заполнения: _____.

Срок наблюдения (отметить нужное):

- 4 недели до операции
- 72 часа до операции
- 72 часа после операции
- 4 недели после операции
- 12 недель после операции

Инструкция: Этот опросник предназначен для оценки функции Вашего коленного сустава. Полученная информация поможет нам оценить состояние коленного сустава и качество Вашей жизни.

Отметьте в ячейке только один вариант ответа на один вопрос. Если Вы испытываете сомнения при ответе или не можете выбрать ответ из нескольких вариантов, пожалуйста, дайте тот ответ, который в наибольшей степени отражает Ваше состояние.

Раздел	Критерии оценки				
	Никогда (0)	Изредко (1)	Иногда (2)	Часто (3)	Всегда (4)
Симптомы					
Отёчно ли Ваше колено?	0	1	2	3	4
Ощущаете ли Вы хруст, слышите ли щелчки или другие звуки при движениях в коленном суставе?	0	1	2	3	4
Бывают ли у Вас блокады коленного сустава в положении сгибания или разгибаний?	0	1	2	3	4
Полностью ли Вы выпрямляете (разгибаете) колено?	0	1	2	3	4
Полностью ли Вы сгибаете колено?	0	1	2	3	4
Тугоподвижность Тугоподвижность – это ощущение ограничения объёма или замедления движений в коленном суставе					
	Отсутствует (0)	Лёгкая (1)	Умеренная (2)	Сильная (3)	Чрезвычайная (4)
Насколько выражена утренняя скованность коленного сустава?	0	1	2	3	4
Как Вы оцениваете выраженность тугоподвижности коленного сустава после сидения, лежания или кратковременного отдыха в вечерние часы?	0	1	2	3	4
Боль					
Как часто вы испытываете боль в коленном суставе?	0	1	2	3	4
Насколько сильной была боль в коленном суставе в течение прошедшей недели при выполнении следующих движений? Вращение/скручивание	0	1	2	3	4
Полное разгибание	0	1	2	3	4
Полное сгибание	0	1	2	3	4
Ходьба по ровной поверхности	0	1	2	3	4

Ходьба по лестнице (подъём и спуск)	0	1	2	3	4
Ночью в кровати	0	1	2	3	4
При сидении или лежании	0	1	2	3	4
Стояние на месте на выпрямленных ногах	0	1	2	3	4
Сложность выполнения ежедневных бытовых действий Следующие вопросы касаются Вашей физической активности. Мы имеем в виду Вашу способность к передвижению и самообслуживанию. Для каждого из приведённых вопросов отметьте степень выраженности затруднений, которые Вы испытывали в связи с заболеванием коленного сустава					
Спуск по лестнице	0	1	2	3	4
Подъём по лестнице	0	1	2	3	4
Вставание после сидения	0	1	2	3	4
Стояние	0	1	2	3	4
Наклон к полу, поднимание предметов с пола	0	1	2	3	4
Ходьба по ровной поверхности	0	1	2	3	4
Усаживание в машину (выход из машины)	0	1	2	3	4
Поход в магазин за покупками	0	1	2	3	4
Надевание носков (чулок)	0	1	2	3	4
Вставание с кровати	0	1	2	3	4
Снятие носков (чулок)	0	1	2	3	4
Укладывание в кровать, смена положения в кровати, поиск положения для колена (коленей)	0	1	2	3	4
Вход в ванну, выход из ванны	0	1	2	3	4
Усаживание на унитаз, вставание с унитаза	0	1	2	3	4
Выполнение тяжелой домашней работы (перемещение мебели, оттирание (натирание) полов и т.п.)	0	1	2	3	4
Лёгкая домашняя работа (приготовление пищи, вытирание пыли и т.п.)	0	1	2	3	4

Спорт, активность на отдыхе Следующие вопросы имеют отношение Вашей физической активности более высокого уровня: при занятиях спортом или при участии в подвижных играх. Для каждого из приведённых вопросов отметьте степень выраженности затруднений, которые Вы испытывали в связи с заболеванием коленного сустава					
Сидение на корточках	0	1	2	3	4
Бег	0	1	2	3	4
Прыжки	0	1	2	3	4
Вращение на больной ноге	0	1	2	3	4
Стояние на коленях	0	1	2	3	4
Качество жизни					
Как часто Вас беспокоят проблемы с коленными суставами?	0	1	2	3	4
Изменили ли Вы образ жизни, чтобы избегать действий, потенциально создающих проблемы с коленными суставами?	0	1	2	3	4
Как часто Вы испытываете беспокойство по поводу проблем с коленными су ставами?	0	1	2	3	4
В общем, насколько сложна Ваша жизнь с больными коленными суставами?	0	1	2	3	4

Интерпретация результатов

100 баллов – максимальная положительная оценка (отсутствие проблем);

более 80 баллов – отличный результат;

от 59 до 79 баллов – хороший результат;

от 50 до 58 баллов – удовлетворительный результат;

менее 50 баллов – не удовлетворительный результат;

0 баллов - минимальная отрицательная оценка (экстремальные проблемы с коленом).

Приложение 3

Визуально-аналоговая шкала (шкала ВАШ)

Ф.И.О. пациента, возраст: _____

Медицинская карта №: _____/_____

Клинический диагноз: _____

Дата операции: _____

Название операции: _____

Дата заполнения: _____.

Срок наблюдения (отметить нужное):

- ☐ 4 недели до операции
- ☐ 72 часа до операции
- ☐ 72 часа после операции
- ☐ 4 недели после операции
- ☐ 12 недель после операции



Шкала представляет собой отрезок прямой длиной 10 см. Его начало соответствует отсутствию болевого ощущения – «боли нет» а конечная точка отражает мучительную нестерпимую боль – «невыносимая боль». Линия может быть, как горизонтальной, так и вертикальной.

Пациенту предлагается сделать на ней отметку, соответствующую интенсивности испытываемых им в данный момент болей. Каждый сантиметр на линии соответствует 1 баллу.

Интерпретация результатов:

до 2 баллов – слабая боль;

от 2 до 4 баллов – умеренная боль;

от 4 до 6 баллов – сильная боль;

от 6 до 8 баллов – сильнейшая боль;

до 10 баллов – невыносимая боль.

Приложение 4

Опросник оценки ожиданий от операции эндопротезирования коленного сустава (HSS Knee replacement expectations survey)

Ф.И.О. пациента, возраст: _____

Медицинская карта №: _____/_____

Клинический диагноз: _____

Дата операции: _____

Название операции: _____

Дата заполнения: _____.

Срок наблюдения (отметить нужное):

- 4 недели до операции
- 72 часа до операции

Критерии	Какое облегчение или улучшение вы ожидаете в результате операции по замене коленного сустава по следующим пунктам?	Будет не как в норме, но …			Данное ожидание не относится ко мне или я его не рассматриваю
		Почти полное восстановление	Умеренное улучшение	Незначительное улучшение	
Уменьшится боль	0	1	2	3	4
Улучшение способности ходить на: **Короткую дистанцию (в пределах квартиры)	0	1	2	3	4
**Среднюю дистанцию (менее 1-го километра)	0	1	2	3	4

**Длинную дистанцию (более 1-го километра)	0	1	2	3	4
Отказ от необходимости пользоваться тростью, костылями или ходунками.	0	1	2	3	4
Возможность выпрямить ногу	0	1	2	3	4
Улучшение способности подниматься по лестнице	0	1	2	3	4
Улучшение способности спускаться по лестнице	0	1	2	3	4
Улучшение способности становиться на колени	0	1	2	3	4
Улучшение способности присесть на корточки	0	1	2	3	4
Улучшение способности пользования общественным транспортом или вождения	0	1	2	3	4
Улучшение возможности зарабатывать деньги	0	1	2	3	4
Улучшение способности участвовать в активном отдыхе (танцы, путешествия)	0	1	2	3	4
Улучшение способности выполнять ежедневную бытовую активность по дому	0	1	2	3	4
Улучшение способности выполнять упражнения или участвовать в спорте	0	1	2	3	4

Улучшение способности менять позицию (например, с положения, сидя в положение, стоя и наоборот)	0	1	2	3	4
Улучшение способности взаимодействовать с другими (например, заботиться о ком-нибудь, играть с детьми)	0	1	2	3	4
Улучшение сексуальной активности	0	1	2	3	4
Достигнуть психологического благополучия	0	1	2	3	4

Интерпретация результатов:

1 – норма или полное выздоровление,

2 – почти полное восстановление,

3 – умеренное улучшение,

4 – незначительное улучшение,

5 – данное ожидание не относится ко мне или я его не рассматриваю.

Минимальный балл – 1, максимальный – 95.

Приложение 5

Тест 2MWT (тест ходьбы в течение двух минут)

Ф.И.О. пациента, возраст: _____

Медицинская карта №: _____/_____

Клинический диагноз: __

Дата операции: _____

Название операции: _____

Срок наблюдения:

- 4 недели до операции
  Дата проведения: _____
  Пройденная дистанция в течение 2х минут (в метрах):

- 72 часа до операции
  Дата проведения: ___
  Пройденная дистанция в течение 2х минут (в метрах): __

- 72 часа после операции
  Дата проведения: _____
  Пройденная дистанция в течение 2х минут (в метрах): _____

- 4 недели после операции
  Дата проведения: _____
  Пройденная дистанция в течение 2х минут (в метрах): _____

- 12 недель после операции
  Дата проведения: _____
  Пройденная дистанция в течение 2х минут (в метрах): _____

Приложение 6

Тест TUG (тест изменения положения тела и ходьбы)

Ф.И.О. пациента, возраст: _____

Медицинская карта №: _____/_____

Клинический диагноз: _____

Дата операции: _____

Название операции: _____

Срок наблюдения:

- 4 недели до операции
  Дата проведения: _____
  Время выполнения (в секундах): _____

- 72 часа до операции
  Дата проведения: _____
  Время выполнения (в секундах): _____

- 72 часа после операции
  Дата проведения: _____
  Время выполнения (в секундах): _____

- 4 недели после операции
  Дата проведения: _____
  Время выполнения (в секундах): _____

- 12 недель после операции
  Дата проведения: _____
  Время выполнения (в секундах): _____