

Плетнер Ольга Игоревна

**ОПТИМИЗАЦИЯ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ
ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО
СУСТАВА НА ОСНОВЕ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ПОДХОДА**

Специальность 3.1.33. Восстановительная медицина,
спортивная медицина, лечебная физкультура,
курортология и физиотерапия, медико-социальная реабилитация

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Москва – 2026

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства»

Научный руководитель:

Горнов Сергей Валерьевич, доктор медицинских наук, доцент, Заведующий научно-организационным отделом – Ученый секретарь ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Официальные оппоненты:

Епифанов Александр Витальевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой медицинской реабилитации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет медицины» Минздрава России

Мельникова Екатерина Александровна, доктор медицинских наук, доцент, руководитель отделения физиотерапии и реабилитации Государственного бюджетного учреждения здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий – Центральный военный клинический госпиталь имени А.А. Вишневского» Министерства обороны Российской Федерации

Защита состоится «15» октября 2026 г. в 14:00 часов на заседании Диссертационного совета 68.1.003.04 при Федеральном государственном бюджетном учреждении «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна», по адресу: 123098, Москва, ул. Живописная, д. 46, строение 8. Тел.: 8 (499) 190-96-98.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» в г. Москве (123098, Москва, ул. Живописная, д. 46) и на сайте <https://fmbafmbc.ru/nauka/dissertatsionnyy-sovet/>

Автореферат разослан «_____» _____ 2026 г.

Ученый секретарь диссертационного совета, доктор медицинских наук

Голобородько Евгений Владимирович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Необходимость протезирования тазобедренного сустава обусловлена преимущественно дегенеративными заболеваниями и травмами (Алексеева Л.И. с соавт., 2019; Ростова В.А. с соавт., 2024; Leitner L. et al, 2018). При этом в мире дегенеративными поражениями опорно-двигательного аппарата страдают около 528 миллионов человек (Vina E.R., Kwoh C.K., 2018; Gao K. et al, 2024), а количество травм бедра и коленного сустава в России превышает 100 тысяч в год (Ключевский В.В. с соавт., 2014).

Несмотря на прогресс в технологиях эндопротезирования и высокий уровень хирургической помощи, в клинической практике сохраняется недооценка реабилитационного этапа – особенно на уровне первичного звена здравоохранения, что способствует росту осложнений и повторных обращений (Василькин А.К., 2018; Leitner L. et al, 2018; Frydendal T. et al, 2021).

В России медицинская реабилитация традиционно подразделяется на три этапа, что закреплено приказом Минздрава России от 31 июля 2020 г. № 788н «Об утверждении порядка организации медицинской реабилитации взрослых». При этом стоит отметить, что третий этап реабилитации пациенты проходят менее, чем в половине случаев. Это связано с недостаточной информированностью, организационными барьерами, экономическими причинами, субъективными установками пациентов (Александров А.Г., Обухова О.А., 2024).

Степень разработанности темы исследования

К основным направлениям реабилитации относят лечебную физическую культуру (ЛФК) в сочетании с механотерапией, в том числе с применением роботизированной механической нагрузки, тренажеры с БОС, а также воздействие физиотерапевтическими факторами, эрготерапию и массаж (Василькин А.К., 2018; Колесников С.В. с соавт., 2020; Николаев Н.С. с соавт., 2023). Динамичное развитие науки и технологий обусловило трансформацию реабилитационных методик, активно внедряются цифровые решения на базе виртуальной реальности и искусственного интеллекта (Shi D. et al, 2019; Iwasa M. et al, 2023). Существенное распространение в клинической практике получили методы цифрового контроля с биологической обратной связью (БОС) (Talatian H. et al, 2021; Rhudy M.B. et al, 2024; Николаев Н.С. с соавт., 2023).

Также важно отметить, что психоэмоциональное состояние пациента до и после эндопротезирования выступает значимым прогностическим фактором, непосредственно определяющим исход лечения (Снадина Р.М. с соавт., 2021; Горянная Н.А. с соавт., 2022; Штода М.Л. с соавт., 2023). Комплексный учёт соматических и психологических аспектов повышает результативность хирургического и реабилитационного этапов и способствует улучшению качества жизни пациента в долгосрочной перспективе.

В связи с этим особую актуальность приобретает формирование эффективной, доступной и качественной системы реабилитации, отвечающей растущим требованиям к оказанию медицинских услуг, где потенциал современных цифровых технологий может быть востребован при разработке программ восстановления, мониторинге состояния пациентов и обучении специалистов.

Цель исследования

Разработка, научное обоснование и применение комплексной программы медицинской реабилитации пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава на основе персонализированного подхода, включающей современные методы функционального восстановления, направленной на повышение клинической эффективности и качества жизни пациента.

Задачи исследования

1. Провести комплексный анализ теоретических основ и практического опыта применения существующих программ медицинской реабилитации после эндопротезирования тазобедренного сустава, выявив основные организационные и методические ограничения их эффективности.

2. Научно обосновать оптимизированную комплексную программу медицинской реабилитации, включающую персонализированный подход, современные методы функционального восстановления, системы с биологической обратной связью и принципы индивидуализации маршрутов ведения пациентов.

3. Изучить клинические и функциональные исходы традиционных схем медицинской реабилитации у пациентов, определить ключевые факторы, ограничивающие эффективность восстановления и влияющие на качество жизни и сопоставить с разработанной программой медицинской реабилитации после эндопротезирования тазобедренного сустава.

4. Провести клиническую апробацию и оценить результаты разработанной программы медицинской реабилитации пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава на основе персонализированного подхода, соотнеся её результаты с показателями стандартных протоколов медицинской реабилитации.

5. Оценить социальную, медицинскую и организационно-экономическую эффективность разработанной программы.

Научная новизна

Разработан и апробирован комплексный реабилитационный протокол для пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава на основе персонализированного подхода, включающий интеграцию систем биологической обратной связи и цифрового мониторинга динамики восстановления.

Предложена оригинальная модель маршрутизации пациентов, основанная на стратификации по возрасту, индексу массы тела, выраженности коморбидной патологии и уровню комплаентности, что позволяет индивидуализировать реабилитационные траектории.

Получены новые клинико-организационные данные о влиянии возраста, индекса массы тела и сроков начала активной реабилитации на устойчивость функциональных результатов и качество жизни, подтверждённые статистическим анализом выборки пациентов.

Теоретическая значимость

Результаты проведённой работы способствуют углублению научных представлений о механизмах функционального восстановления после эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов. В исследовании уточнены биомеханические закономерности формирования и коррекции двигательных стереотипов в условиях использования искусственного сустава, что расширяет понимание роли мышечно-связочного аппарата в обеспечении устойчивости и симметричности походки.

Полученные данные дополняют знания о факторах, влияющих на эффективность реабилитационного процесса, включая возрастные изменения, индекс массы тела, коморбидный фон и сроки начала активной мобилизации. Выявленные закономерности позволяют по-новому рассматривать соотношение между клинико-биомеханическими характеристиками и функциональными исходами, а также уточняют прогностическую значимость уровня комплаентности пациента.

Научная значимость исследования проявляется также в обосновании теоретических подходов к интеграции инновационных технологий (систем биологической обратной связи, цифрового мониторинга) в существующие концепции медицинской реабилитации. Это формирует новые направления в развитии теории восстановительной медицины, связанные с цифровизацией контроля и индивидуализацией реабилитационных маршрутов.

Практическая значимость

Разработанный и апробированный реабилитационный протокол обладает прикладной ценностью и может быть внедрён в клиническую практику на различных уровнях системы здравоохранения – от федеральных центров до городских и районных медицинских учреждений. Программа учитывает индивидуальные особенности пациентов и позволяет формировать персонализированные маршруты восстановления.

Внедрение протокола обеспечивает сокращение сроков госпитализации и периода нетрудоспособности, способствует снижению частоты послеоперационных осложнений, уменьшает риск формирования стойких двигательных ограничений и инвалидизации. Использование систем

биологической обратной связи и цифрового мониторинга делает возможным объективный контроль эффективности лечения, оптимизацию нагрузок и повышение приверженности пациента реабилитационным мероприятиям.

Для системы здравоохранения практическая значимость выражается в снижении числа повторных госпитализаций, уменьшении затрат на социальные выплаты и уход за пациентами с ограниченной самостоятельностью, а также в снижении общей социально-экономической нагрузки на систему обязательного медицинского страхования. Разработанная модель маршрутизации пациентов и цифрового сопровождения может быть масштабирована и адаптирована в рамках региональных программ, что позволит унифицировать подходы, повысить доступность реабилитационной помощи и улучшить качество жизни значительной группы населения.

Методология и методы исследования

Методологической основой диссертационного исследования явилось последовательное применение методов научного познания. Исследование выполнено в дизайне ретроспективного и проспективного анализа с использованием современных клинических, инструментальных, лабораторных и статистических методов. Применялись методы клинико-организационного анализа, экспертной оценки и стандартизированного тестирования функционального статуса. Для статистической обработки данных использовались методы описательной и аналитической статистики.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Эффективность медицинской реабилитации пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава определяется строгим соблюдением принципов этапности, преемственности между стационарным, амбулаторным и санаторно-курортным звеньями, а также ранним началом восстановительных мероприятий.

2. Интеграция персонализированного подхода с применением систем биологической обратной связи, телереабилитационных платформ и модулей искусственного интеллекта в комплексный протокол медицинской реабилитации способствует формированию правильных двигательных стереотипов, объективному мониторингу прогресса и повышению клинико-функциональной результативности реабилитационного процесса.

3. Разработка и применение индивидуализированных маршрутов медицинской реабилитации, основанных на учёте возраста, индекса массы тела, выраженности коморбидности и уровня комплаентности, обеспечивают более устойчивый клинический и социальный эффект по сравнению с традиционными стандартными схемами.

4. Применение предложенной медицинской реабилитации пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава на основе

персонализированного подхода обеспечивает сокращение периода нетрудоспособности, показав, что экономическая эффективность окажется в 6,5 раза выше по сравнению со стандартными протоколами медицинской реабилитации.

Личное участие автора

Автор принимал непосредственное участие на всех ключевых этапах исследования: осуществлял отбор пациентов, проводил сбор клинического материала и обработку медицинской документации. Лично участвовал в клиническом обследовании пациентов, применении стандартизированных шкал и анкет, а также в проведении функциональных и рентгенологических исследований.

Автор самостоятельно выполнял статистическую обработку полученных данных, интерпретировал результаты и сопоставлял их с современными клиническими рекомендациями и литературными источниками. Вклад автора также включает разработку оптимизированного протокола медицинской реабилитации, его клиническую апробацию на выборке пациентов, а также участие в подготовке рекомендаций по внедрению результатов исследования в практическое здравоохранение.

Степень достоверности и апробация результатов

Степень достоверности полученных результатов проведённого исследования определяется достаточным и репрезентативным объёмом проанализированных данных, выбором исследований и количества обследованных пациентов с использованием современных методов исследования, а также применением соответствующих методов статистической обработки данных.

Основные положения и выводы диссертационной работы представлялись и обсуждались на научно-практических конференциях, посвящённых проблемам травматологии, ортопедии и медицинской реабилитации. Результаты исследования докладывались на заседаниях профильных кафедр восстановительной медицины и травматологии, что позволило провести их экспертное обсуждение в профессиональной среде. Часть материалов исследования включена в публикации в рецензируемых отечественных научных журналах и сборниках конференций.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 3.1.33. «Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия, медико-социальная реабилитация» (медицинские науки). Содержание исследования полностью согласуется с пунктом 2 паспорта специальности – в части изучения предикторов и критериев

эффективности медицинской реабилитации пациентов в целях персонализированного подхода; пунктом 4 – в части разработки и внедрения персонифицированной и цифровой медицины с использованием средств немедикаментозной терапии.

Внедрение результатов исследования

Результаты диссертационного исследования были внедрены в клиническую деятельность отделения медицинской реабилитации НКЦ № 2 Государственного научного центра Российской Федерации ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского», а также в учебный процесс Академии постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 8 публикаций, из них 2 статьи в журналах, рецензируемых Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025690936.

Структура и объем диссертации

Работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объем – 162 страницы. В тексте – 11 таблиц, 9 рисунков. Список литературы включает 143 источника, из них 37 отечественных и 106 зарубежных.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

1. Исследование проводилось на базе отделения медицинской реабилитации стационара Научно-клинического центра № 2 Государственного научного центра Российской Федерации ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского» в период с 2020 по 2024 гг. В исследование были включены 130 пациентов, проходивших стационарное лечение и медицинскую реабилитацию после эндопротезирования тазобедренного сустава. Все пациенты были распределены на две группы: основная (n=100) – разработанная программа медицинской реабилитации в рамках персонализированного протокола, включающего раннюю активизацию, функциональную диагностику, использование механотерапии, роботизированных систем с биологической обратной связью, применение массажа, физиопроцедур, сопровождение психолога и эрготерапевта, проспективное наблюдение; контрольная (n=30) – стандартная программа реабилитации без предварительного функционального анализа и цифрового мониторинга прогресса, ретроспективный анализ историй болезни.

Включение в исследование осуществлялось с учётом рандомизации, критериев включения и исключения. Контроль состояния проводился на стационарном этапе, затем через 1, 6 месяцев, затем ежегодно.

Этапы исследования включали анализ документации (ретроспективный – 2019-2023 гг., проспективный – 2020-2024 гг.), распределение пациентов по группам, лечебную и реабилитационную части по клинической методике, обследование через 1 и 6 месяцев после реабилитации, анкетирование, сравнительный анализ результатов и внедрение рекомендаций.

Для объективной оценки реабилитационного статуса пациента использовали верифицированные шкалы и опросники: Harris Hip Score, Barthel Index, Functional Independence Measure (FIM), а также опросника European Quality of Life – 5 Dimensions (EQ-5D) и Шкала визуально-аналоговой оценки боли (ВАШ).

Методы статистической обработки

Статистический анализ выполнен в R version 4.4.1. Рассчитывались средняя арифметическая и её ошибка ($\pm m$). Нормальность распределения оценивали по критериям Шапиро-Уилка, Лиллиефорса и Андерсона-Дарлинга – во всех случаях распределение оказалось ненормальным. Различия между независимыми выборками проверяли критерием Вилкоксона-Манна-Уитни, доли и качественные признаки – точным критерием Фишера (в том числе для таблиц сопряженности 2×2 при анализе исходов по полу). Влияние факторов на успешность реабилитации оценивали с помощью критерия χ^2 Пирсона, степень зависимости величин – коэффициентом корреляции Спирмена. Критический уровень значимости (p) во всех случаях принимали $< 0,05$. В связи с тем, что в ряде случаев при расчёте уровня значимости были получены крайне малые значения ($p < 0,0001$), в тексте работы для компактности использована экспоненциальная форма записи чисел (например, $7,857e-05$ вместо $0,00007857$).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Социально-демографическая и клиническая характеристика пациентов

Распределение пациентов в обеих группах по возрасту и полу представлено на рисунках 1 и 2. Средний индекс массы тела (ИМТ) в основной и контрольной группах варьировал в пределах $28,8$ – $29,5$ $\text{кг}/\text{м}^2$, у ряда пациентов (особенно в возрастной категории $65+$) имелось ожирение III-IV степени. Наиболее частыми сопутствующими заболеваниями явились: артериальная гипертензия – более 50% случаев, ожирение – около 25%, сахарный диабет I и II типа (компенсированные формы) – 12%, жировой гепатоз, хронический пиелонефрит, гипотиреоз – единично или в сочетании.

Госпитализация происходила преимущественно в профильные травматолого-ортопедические отделения. В ряде случаев пациенты поступали

после лечения в других учреждениях, требующих последующей маршрутизации на второй и третий этапы медицинской реабилитации. Порядка 70% пациентов начинали реабилитацию в течение 1-2 суток после операции; 30% пациентов – с задержкой более 3 суток.

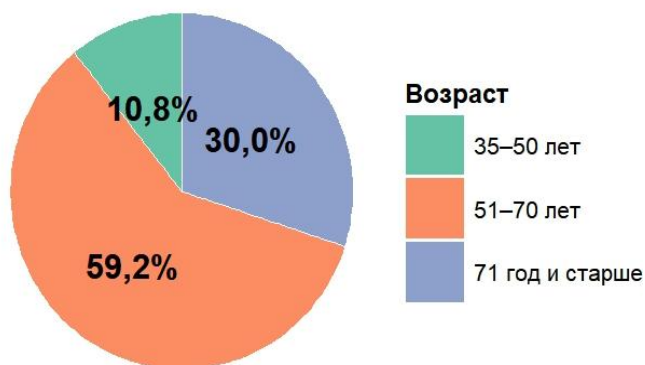


Рисунок 1 – Распределение по возрастным категориям контингента исследования

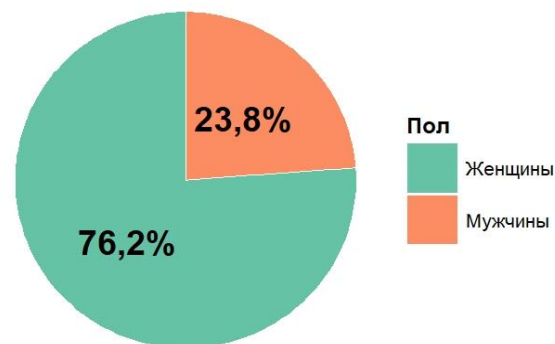


Рисунок 2 – Распределение по половому признаку контингента исследования

Разработанный протокол реабилитации пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава на основе персонализированного подхода

Разработанный индивидуальный протокол реабилитации делится на три этапа (Таблица 1). Традиционная программа реабилитации, которая проводилась в группе контроля (n=30), начиналась с занятий с инструктором ЛФК со 2-3 суток после перевода в отделение; на втором этапе проводятся групповые занятия с инструктором, механотерапия, физиолечение; третий этап отличался отсутствием осведомленности пациента о необходимости и возможности его проведения, а также систематического наблюдения после выписки из стационара.

Таблица 1 – Этапы разработанной программы медицинской реабилитации в рамках персонализированного протокола у пациентов основной группы (n=100)

Этап, временные рамки и место проведения	Применяемые мероприятия
Этап I (0–3 сутки после операции), отделение интенсивной терапии	• ранняя вертикализация пациента под контролем врача, дыхательные упражнения, активизация дистальных отделов конечностей, упражнения для улучшения кровообращения; • применение физиотерапии; • психологическая поддержка и мотивация к

	участию в реабилитации; • эрготерапия.
Этап II (4–14 сутки после операции), профильное отделение медицинской реабилитации	• ежедневные занятия с инструктором по ЛФК по индивидуальному протоколу с постепенным увеличением нагрузки до 3-4 часов ежедневно • обучение правилам безопасной ходьбы и использования вспомогательных средств; • механотерапия с использованием тренажёров с БОС; • тренировка стереотипов ходьбы; • электростимуляция отдельных мышечных групп, применение комплекса физиопроцедур; • массаж; • психологическая поддержка и мотивация к участию в реабилитации; • эрготерапия.
Этап III (с 15 суток до 1 месяца), амбулаторные, санаторно-курортные условия, специализированные реабилитационные центры	• индивидуальные и групповые занятия ЛФК; • работа с роботизированными комплексами; • использование БОС для контроля равновесия и коррективки движений; • телемедицинское сопровождение и дистанционное наблюдение; • обучение навыкам самообслуживания и возвращения к социальной активности.

Организация маршрутизации и этапности медицинской реабилитации

В основной группе трехэтапная модель реализована в 100% случаев на каждом их этапов, с чёткой преемственностью и переходом по разработанному маршруту. В контрольной группе наблюдались нарушения маршрутизации – пропуск второго этапа – у 21,7% пациентов; полное отсутствие третьего этапа – у 35% пациентов (по причине неосведомленности пациента, отсутствие направлений, логистических сложностей). Только 65% пациентов в контрольной группе прошли полный курс реабилитации, что существенно снизило общую эффективность оперативного вмешательства.

В основной группе были задействованы врачи физической и реабилитационной медицины, инструкторы ЛФК, психологи, специалисты по БОС, физиотерапевты, эрготерапевты, были внедрены централизованные реабилитационные модули с возможностью межэтапного наблюдения. В контрольной группе часто отсутствовал специалист по реабилитации (заменился хирургом или травматологом), не применялись современные методы реабилитации, фиксировалась фрагментарность данных, отмечались проблемы с

координацией (особенно между 2 и 3 этапом), отсутствием согласованных шаблонов планов лечения.

Эффективность программ реабилитации по клиническим шкалам

Динамика функционального состояния тазобедренного сустава, оценённая с применением валидированных клинических шкал, в основной и контрольной группах на контрольных точках исследования (до операции, через 1 и 6 месяцев) отражена на Рисунках 3-6, результаты межгруппового сравнения с использованием критерия Вилкоксона–Манна–Уитни (W) представлены в Таблице 2.

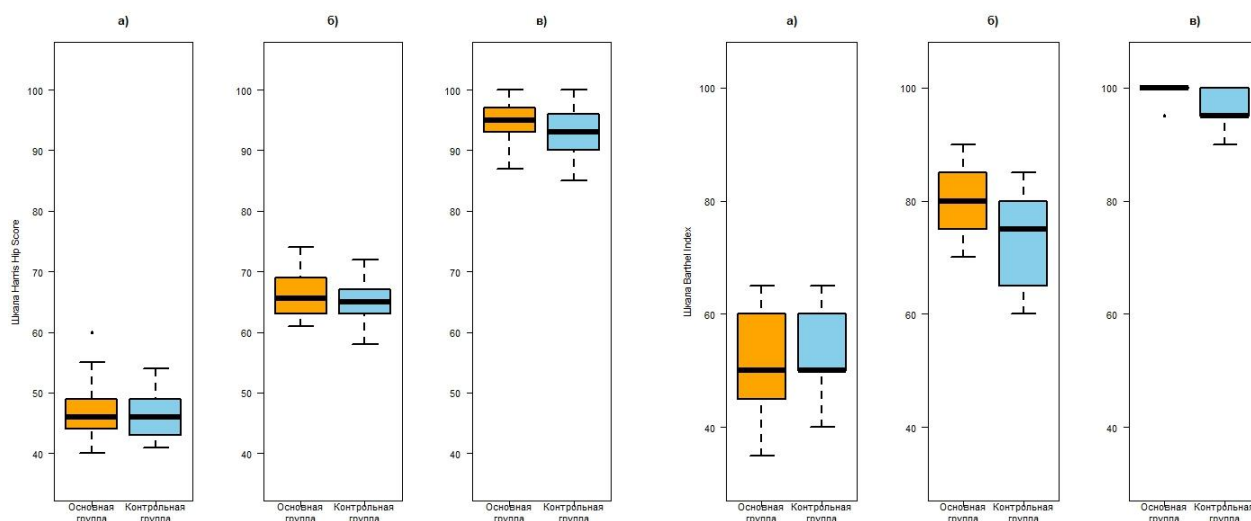


Рисунок 3 – Динамика по шкале Harris Hip Score

Рисунок 4 – Динамика по шкале Barthel Index

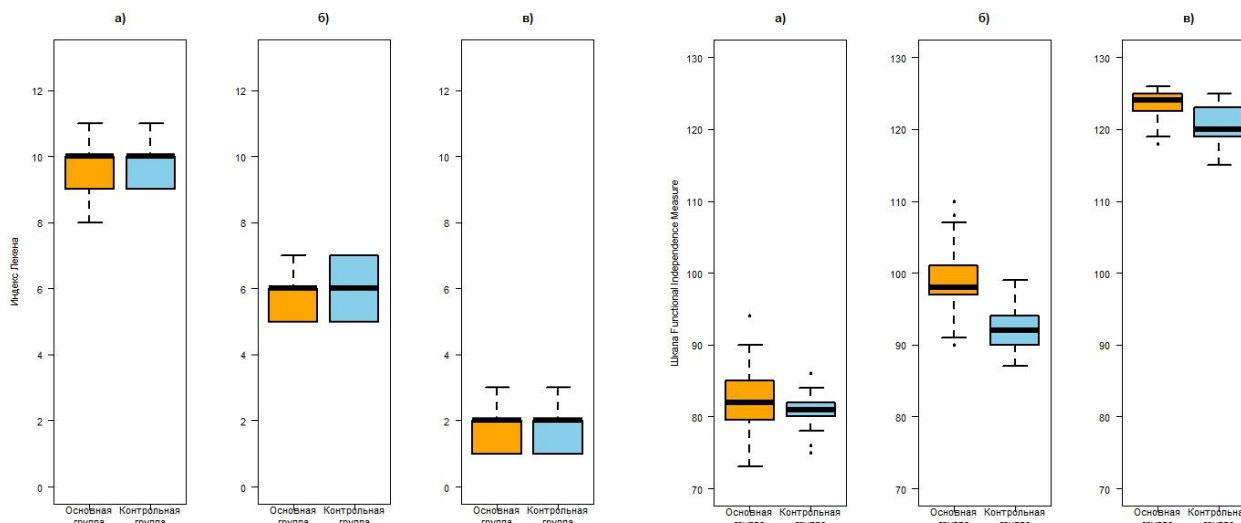


Рисунок 5 – Динамика по шкале индекса Лекена

Рисунок 6 – Динамика по шкале FIM

До операции различия между группами по всем шкалам отсутствовали ($p > 0,05$). Как видно из Рисунка 3, отражающего динамику по шкале Harris Hip Score, через 1 месяц после операции статистически значимых различий также не выявлено ($W = 1716,5$, $p = 0,2308$, Таблица 2), хотя в основной группе отмечается тенденция к более высоким значениям. Однако через 6 месяцев зафиксировано значимое преимущество основной группы: $W = 1981,5$, $p = 0,0076$ (Таблица 2). Согласно Рисунку 4, на котором представлена динамика по индексу Бартела, через 1 месяц после операции различия стали высоко значимыми: $W = 2191,5$, $p = 7,857e-05$ (Таблица 2). Через 6 месяцев разница ещё более выражена: $W = 2246$, $p = 1,319e-07$ (Таблица 2). Как видно из Рисунка 5, иллюстрирующего динамику по индексу Лекена, на всех этапах статистически значимых различий между группами не получено: через 1 месяц ($W = 1224,5$, $p = 0,1009$, Таблица 2); через 6 месяцев ($W = 1680,5$, $p = 0,2784$, Таблица 2).

Таблица 2 – Сравнение функционального состояния сустава, оценённого с использованием валидированных клинических шкал в основной и контрольной группах, на этапах исследования (до операции, через 1 и 6 месяцев) с использованием критерия Вилкоксона-Манна-Уитни (W)

Наименование валидированной клинической шкалы	Сравнение до операции	Сравнение через 1 месяц после операции	Сравнение через 6 месяцев после операции
Harris Hip Score	1582, $p = 0,6513$	1716,5, $p = 0,2308$	1981,5, $p = 0,0076^*$
Barthel Index	1284, $p = 0,2246$	2191,5, $p = 7,857e-05$	2246, $p = 1,319e-07$
Индекс Лекена	1351, $p = 0,3876$	1224,5, $p = 0,1009$	1680,5, $p = 0,2784$
Functional Independence Measure	1800,5, $p = 0,09576$	2760,5, $p = 2,794e-12$	2319,5, $p = 4,435e-06$

* - жирным шрифтом выделен уровень статистической значимости $p < 0,05$.

Согласно Рисунку 6, демонстрирующему динамику по шкале FIM, через 1 месяц после операции выявлено крайне значимое различие в пользу основной группы: $W = 2760,5$, $p = 2,794e-12$ (Таблица 2). Через 6 месяцев преимущество сохранялось: $W = 2319,5$, $p = 4,435e-06$ (Таблица 2). Полученные данные подтверждают, что к отдаленному периоду индивидуализированная реабилитация обеспечивает лучшее восстановление функции тазобедренного сустава.

Анализ осложнений и повторных обращений показал, что в контрольной группе чаще фиксировались длительная контрактура, нестабильность походки, повышенный риск падений, а также внеплановые обращения к травматологу или терапевту по поводу боли и нарушения функции конечности. В основной группе частота таких обращений была ниже в 2 раза. Повторная госпитализация в течение 3 месяцев после окончания стационарного лечения потребовалась 9 пациентам контрольной группы (из них 3 случая – краткосрочная госпитализация), тогда как в основной группе госпитализированы лишь 2 пациента, оба по причинам, не связанным с операцией или реабилитацией.

Результаты анкетирования пациентов

Проведённый сравнительный анализ показателей по шкалам опросника EQ-5D и ВАШ между основной и контрольной группами на трех временных этапах (до начала реабилитации, через 1 месяц и через 6 месяцев) выявил ряд статистически значимых различий, подтверждающих эффективность предложенного реабилитационного протокола. На этапе до начала реабилитации достоверных различий между группами не выявлено ($p > 0,05$ по всем шкалам), что подтверждает сопоставимость когорт по исходным характеристикам и обоснованность их последующего сравнения.

Через 1 месяц различие по шкале «Мобильность» опросника EQ-5D достигло высокой степени статистической значимости ($p = 0,0005$), аналогичная ситуация наблюдается по шкале «Самообслуживание» ($p = 0,028$). По данным ВАШ, 74% пациентов основной группы оценивали уровень боли как «умеренный» или «незначительный», в то время как в контрольной группе такие ответы дали лишь 52% опрошенных. На 6 месяце после операции по нескольким шкалам EQ-5D также сохраняется тенденция к лучшим показателям в основной группе. Показатель по шкале ВАШ значительно улучшился в обеих группах, однако более полное купирование болевого синдрома наблюдалось именно в основной группе (у 63% боли отсутствовали полностью, против 39% в контрольной), субъективная оценка боли снижалась в основной группе с $6,2 \pm 1,4$ до $1,8 \pm 0,9$ баллов, тогда как в контрольной – с $6,0 \pm 1,6$ до $3,3 \pm 1,3$ баллов (Таблица 3).

Таблица 3 – Статистический анализ результатов реабилитации по данным анкетирования с использованием опросников EQ-5D и ВАШ в обеих группах

Шкала	Время	Основная группа (n=100)	Контрольная группа (n=30)	p-значение
Мобильность	1 мес	1,533	2,00	0,001*
Мобильность	6 мес	1,300	1,533	0,051
Самообслуживание	1 мес	1,667	1,933	0,028
Самообслуживание	6 мес	1,400	1,517	0,325

Повседневная активность	1 мес	1,750	1,867	0,381
Повседневная активность	6 мес	1,383	1,567	0,099
Боль/дискомфорт	1 мес	1,633	2,133	0,0002
Боль/дискомфорт	6 мес	1,317	1,617	0,008
Тревожность/депрессия	1 мес	1,600	1,817	0,080
Тревожность/депрессия	6 мес	1,367	1,533	0,141
ВАШ	1 мес	63,683	59,550	0,115
ВАШ	6 мес	80,233	75,250	0,046

* - жирным шрифтом выделен уровень статистической значимости $p < 0,05$.

Анализ факторов, влияющих на успешность реабилитации

С целью более глубокого понимания причин вариабельности в исходах реабилитационного лечения был проведен дополнительный анализ ключевых клинико-демографических факторов, потенциально влияющих на эффективность восстановления (Таблица 4). В качестве критериев успешности рассматривались значения по шкале FIM ≥ 122 , Barthel Index ≥ 97 и уровень боли по ВАШ ≤ 2 к шестому месяцу наблюдения.

Таблица 4 – Влияние факторов на успешность медицинской реабилитации

Фактор	Категория	Успешная реабилитация (%)	Критерий хи-квадрат (χ^2) Пирсона
Возраст	до 50 лет	95	$\chi^2 = 7,448$, $p = 0,024$
	51–70 лет	87	
	> 70 лет	64	
Пол	Мужчины	81	$\chi^2 = 0,273$, $p = 0,601$
	Женщины	84	
ИМТ	<30	90	$\chi^2 = 7,448$, $p = 0,024$
	≥ 35	68	
Индекс Чарлсона	≤ 2	92	$\chi^2 = 7,324$, $p = 0,025$
	≥ 3	73	
Срок начала реабилитации	≤ 2 суток	89	$\chi^2 = 6,109$, $p = 0,017$
	>3 суток	71	
Комплаентность	Высокая	94	$\chi^2 = 7,982$, $p = 0,001$
	Низкая	63	

С замедленным восстановлением функционального статуса достоверно ассоциированы возраст старше 70 лет, высокий ИМТ, выраженная коморбидность и позднее начало активной реабилитации. При этом пациенты, строго соблюдающие реабилитационный режим, достигали целевых показателей почти в 1,5 раза чаще.

Сравнительный анализ организационно-экономической эффективности

Сравнительный анализ основной и контрольной групп позволил выявить существенные различия не только в исходах лечения, но и в затратах и социально-экономических последствиях для пациента и общества. Средняя продолжительность реабилитации в основной группе была выше – 39,5 дня (3 дня – I этап, 12 дней – II этап, 24,5 дня – амбулаторный этап), в контрольной – 24,2 дня. Разница обусловлена неполным охватом II–III этапов и отсутствием систематического наблюдения в контрольной группе. При этом среднее количество дней нетрудоспособности в основной группе составило 52 дня, в контрольной – 83 дня.

Через 6 месяцев в основной группе к самостоятельному функционированию ($FIM \geq 122$, $Barthel \geq 97$, минимальные ограничения по EQ-5D) вернулись 91,6 % пациентов, в контрольной – 68,3 % ($p = 0,0013$). В основной группе зафиксирован 1 случай установления инвалидности (не связан с основной патологией), в контрольной – 6 случаев (в том числе 3 по итогам повторного обследования через 6 месяцев). Доля пациентов, возобновивших социальную активность, в основной группе также была существенно выше.

Суммарные прямые расходы на одного пациента в основной группе – 87,5 тыс. руб., в контрольной – 68,3 тыс. руб. Затраты в основной группе были выше, так как включали консультации специалистов, использование оборудования (БОС, механотерапия), телемедицинский контроль, цифровые платформы мониторинга и расширенный состав мультидисциплинарной команды. Однако на основании долгосрочных результатов структурированная и персонализированная трехэтапная реабилитация экономически оправдана: несмотря на более высокие прямые расходы, она снижает длительность нетрудоспособности, частоту осложнений и инвалидизации, а также связанные с ними социальные выплаты.

Был проведен расчет экономической эффективности использования программы реабилитации для пациентов основной группы по сравнению с контрольной группой. Для указанного расчета учитывалась выплачиваемая сумма пособий по временной нетрудоспособности пациентам контрольной группы, у которых в среднем продолжительность нетрудоспособности на 31 день больше, чем у пациентов в основной группе. Для расчета пособий по временной нетрудоспособности применялось постановление Правительства Российской Федерации от 11 сентября 2021 г. № 1540 «Об утверждении

Положения об особенностях порядка исчисления пособий по временной нетрудоспособности, по беременности и родам, ежемесячного пособия по уходу за ребенком гражданам, подлежащим обязательному социальному страхованию на случай временной нетрудоспособности и в связи с материнством».

Сравнивая сумму пособия по временной нетрудоспособности одному пациенту контрольной группы в течение времени, превышающего срок временной нетрудоспособности по сравнению с основной группой (125 231,63 руб.), и дополнительные расходы на медицинскую реабилитацию одного пациента из основной группы (19 200 руб.) можно заключить, что проведение персонализированной трехэтапной реабилитации в 6,5 раз экономически выгоднее, чем при проведении традиционного протокола реабилитации.

ОБСУЖДЕНИЕ

Сопоставление с данными литературы и клиническими рекомендациями

Результаты исследования соответствуют лучшим мировым данным и подтверждают значимость ранней активизации, когнитивной поддержки и механотерапии с биологической обратной связью. Пациенты основной группы, начавшие реабилитацию в первые 24-48 часов, достигли лучших показателей по шкалам FIM, Harris Hip Score. В сравнении с российскими клиническими рекомендациями выявлены расхождения в практической реализации – прежде всего в отсутствии четкого перехода между вторым и третьим этапами, что в контрольной группе привело к утрате преемственности у 35% пациентов. Также подтверждено влияние индивидуальных факторов (комплаентность, ИМТ, сроки начала восстановления), которые в основной группе были интегрированы в алгоритм персонализированной маршрутизации, что обеспечило высокий уровень функционального восстановления. Отдельно отмечается, что предложенная модель реализуема в рамках ОМС при условии грамотного использования существующих тарифов и инструментов, а ключевым ограничением является не финансирование, а отсутствие координации и методологической четкости.

Организационно-методические проблемы реабилитационной помощи

В подглаве проведен анализ «узких мест» системы. Основные сложности связаны с недостаточной координацией между этапами, кадровым дефицитом и низкой стандартизацией. Нарушение преемственности между стационарным и амбулаторным этапами приводит к тому, что более 30% пациентов контрольной группы не проходят третий этап реабилитации. Кадровая проблема усугубляется отсутствием профильных специалистов – врачей ФРМ, психологов, эрготерапевтов. Методическая несогласованность проявляется в составлении программ «по усмотрению врача» без унифицированных критериев.

В части маршрутизации выделены отсутствие формализованных алгоритмов передачи пациентов, нехватка амбулаторных мощностей, низкая информированность пациентов, отсутствие цифровой интеграции между учреждениями и формальное применение шкалы реабилитационной маршрутизации. Амбулаторный этап признан наименее организованным: низкий охват (только 65% в контрольной группе), отсутствие инфраструктуры, формализм, недостаточная интеграция с санаторно-курортным лечением, отсутствие телереабилитации и механизмов оценки эффективности. Предложена реорганизация через создание междисциплинарных кабинетов, внедрение цифрового мониторинга и расширение форматов помощи.

Влияние цифровых технологий и инноваций на эффективность медицинской реабилитации

Рассмотрено применение систем биологической обратной связи (БОС), роботизированных биомеханических систем и искусственного интеллекта. БОС улучшает постуральный контроль и снижает тревожность, роботизированные модули способствуют формированию правильных двигательных паттернов, особенно у пациентов с длительным болевым синдромом. ИИ обеспечивает адаптацию нагрузки в реальном времени и прогнозирование восстановления. В основной группе использование этих технологий привело к достоверно более высокой эффективности по шкале Harris Hip Score и более быстрому достижению целевых значений FIM и EQ-5D. Однако внедрение ограничено высокой стоимостью, дефицитом кадров и отсутствием механизмов компенсации в ОМС. В части мониторинга подчеркнута важность регулярного применения валидированных шкал, цифровых платформ, носимых датчиков и анкетирования (EQ-5D). Контроль результатов позволяет своевременно корректировать программу и повышать удовлетворенность пациентов. Обоснована целесообразность включения инновационных технологий в систему ОМС через специальные тарифы, что позволит снизить частоту повторных госпитализаций и инвалидизации, обеспечив долгосрочную экономическую эффективность.

Факторы, влияющие на устойчивость результата и социальную адаптацию

Акцент сделан на субъективной оценке пациента как равнозначно важном компоненте контроля. Анкетирование (EQ-5D, ВАШ) выявляет зоны дискомфорта, тревоги и социальной изоляции, которые не фиксируются объективными шкалами. В основной группе субъективное улучшение наступало быстрее и коррелировало с объективными показателями. Анкеты служат каналом обратной связи и мотивируют пациента. Психосоциальные и организационные аспекты: тревожность и отсутствие социальной поддержки ухудшают исходы, тогда как мультидисциплинарное сопровождение (психолог,

эрготерапевт) повышает стабильность результатов. Особое значение придается раннему началу реабилитации (в первые 24-48 часов) и строгой этапности: в основной группе при соблюдении трехэтапной модели 90% пациентов достигли функциональной независимости через 6 месяцев, тогда как в контрольной группе с нарушениями этапности – только две трети. Раннее и этапное сопровождение обеспечивает не только медицинский, но и психологический эффект, формируя у пациента ощущение контроля и доверия к системе.

РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Основные выводы по результатам исследования

Подтверждена гипотеза о том, что персонализированная этапная программа обеспечивает более устойчивые функциональные результаты по сравнению с традиционными схемами: динамика по FIM, Barthel, Harris Hip Score в основной группе была лучше. Предложенная модель, включающая раннюю активизацию, механотерапию, БОС, роботизированные тренажеры, психологическое и эрготерапевтическое сопровождение, системный мониторинг, показала высокую эффективность как на ранних этапах, так и через полгода. Клинико-организационные преимущества: полный охват пациентов этапами реабилитации, снижение повторных обращений, сокращение сроков нетрудоспособности и уменьшение инвалидизации. Эффективность определяется не только методиками, но и организацией системы помощи.

Управленческие рекомендации для системы здравоохранения

Рекомендовано внедрение персонализированных реабилитационных протоколов с четкими временными рамками, критериями перехода между этапами и инструментами объективной оценки. Протоколы должны адаптироваться к уровню учреждения: для федеральных центров – с роботизированными технологиями, для районных – с акцентом на базовые элементы. Обязательна предварительная подготовка кадров. В части маршрутизации предложено закрепление ответственного специалиста (координатора), создание цифрового контура для передачи данных и механизмов контроля прохождения маршрута. Выделяется три этапа маршрутизации: I этап (0-3 суток) – стационар, профилактика осложнений; II этап (4-14 суток) – формирование двигательных стереотипов; III этап (14 суток – 6 месяцев) – амбулаторный, восстановление силы и социальная адаптация. Развитие единой информационной системы учета результатов позволит обеспечить «сквозное» сопровождение, анализ эффективности и формирование рекомендаций на основе реальной практики.

Практическая значимость и возможности масштабирования

Протокол может применяться в учреждениях разного уровня: федеральные центры – интеграция роботизированных технологий; городские больницы – унификация шкал и ранняя активизация; сельские ЛПУ – дистанционные формы наблюдения. Масштабируемость модели обеспечивается гибкостью – базовые компоненты доступны всем, а сложные технологии внедряются постепенно. Для региональных программ обоснована необходимость единых протоколов, финансирования амбулаторного этапа, электронного учета и кадрового планирования. Кадровое сопровождение требует развития целевого обучения, междисциплинарной подготовки и системы постоянной поддержки через региональные центры.

Социальное значение: качество жизни, профилактика инвалидизации

Анализ анкетных данных показал, что в основной группе снижение боли и повышение независимости происходили быстрее. Сравнение динамики по EQ-5D демонстрирует, что в основной группе улучшение по мобильности и боли составило около 40%, в контрольной – около 30-33%. Субъективные оценки нередко опережали объективные шкалы, что подчеркивает важность эмоциональной составляющей. Улучшение самоухода и социальной активности: в основной группе пациенты раньше начинали справляться с бытовыми задачами, расширяли социальные контакты, снижался уровень тревожности и депрессии. Отмечено снижение риска повторных травм и падений. В профилактике инвалидизации – пациенты, завершившие все этапы, реже переходили в категорию стойко нетрудоспособных, что снижает нагрузку на систему соцзащиты и государственные выплаты.

Перспективы дальнейших научных и прикладных исследований

Развитие цифрового мониторинга предполагает использование носимых сенсоров, мобильных приложений и автоматическую передачу данных в электронную карту для оперативной корректировки программы. Перспективно использование ИИ для прогнозирования рисков осложнений и долгосрочных исходов, что позволит формировать персонализированные траектории восстановления и рационально распределять ресурсы. Расширение выборки и включение телереабилитации – необходимость включения пациентов разных возрастных групп, из сельских районов, а также сравнение очных и дистанционных форм наблюдения. Телереабилитация повышает доступность и комплаентность, сокращает пропуски занятий и может стать решением кадрового дефицита. Научная значимость этих направлений – в проверке универсальности модели в разных условиях и создании основы для более справедливой и доступной реабилитационной помощи.

ВЫВОДЫ

2. В результате анализа отечественных литературных источников, а также практического опыта применения существующих схем медицинской реабилитации установлено, что при высокой эффективности хирургического лечения выявлена недостаточная преемственность амбулаторного этапа, низкая маршрутизация между звеньями системы здравоохранения и отсутствие персонализированных протоколов существенно ограничивают восстановление функциональной независимости пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава.

3. На основании выявленных ограничений разработана оптимизированная комплексная программа медицинской реабилитации пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава на основе персонализированного подхода, включающая раннюю мобилизацию (первые 24-48 часов), использование механотерапии, роботизированных систем с биологической обратной связью, сопровождение психолога на всех этапах реабилитации, цифрового мониторинга и алгоритмов индивидуализированной маршрутизации с учетом клинико-демографических характеристик пациента (возраст, ИМТ, коморбидность, уровень комплаентности).

4. Применяя медицинскую реабилитацию после эндопротезирования тазобедренного сустава через 6 месяцев удовлетворительные показатели самообслуживания и мобильности были достигнуты у 91,6% пациентов основной группы против 68,3% в контрольной группе. Статистический анализ с использованием критерия Фишера выявил значимые различия между исследуемыми группами ($p = 0,0013$), что указывает на выраженную эффективность проводимой программы медицинской реабилитации в основной группе. Программа также обеспечила снижение частоты осложнений и повторных госпитализаций на 27%.

5. Применение предложенной программы медицинской реабилитации достоверно улучшает функциональное состояние и повседневную активность пациентов в отдаленном периоде. В основной группе при сравнении с контрольной группой через один месяц после операции отмечено достоверное улучшение показателей по шкалам Barthel Index ($p = 7,857e-05$) и FIM ($p = 2,794e-12$). Через 6 месяцев сохранялись значимые различия по Barthel Index ($p = 1,319e-07$) и FIM ($p = 4,435e-06$), а также отмечены различия по Harris Hip Score ($p = 0,0076$).

6. Разработанная программа медицинской реабилитации после эндопротезирования тазобедренного сустава на основе персонализированного подхода доказала социальную, медицинскую и организационно-экономическую эффективность: сокращены сроки временной нетрудоспособности, снижена частота повторных обращений (в 2,3 раза меньше обращений в основной группе по сравнению с контрольной) и инвалидизации, сокращена нагрузка на систему

здравоохранения. Сокращение периода нетрудоспособности в основной группе на 31 день обеспечило экономию средств Фонда социального страхования в размере 125 231, 63 руб. на одного пациента.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Внедрить стандартизированные трехэтапные протоколы медицинской реабилитации пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава на основе персонализированного подхода с обязательным обеспечением преемственности между стационарным, амбулаторным и санаторно-курортным звеньями.

2. Разработать и утвердить региональные программы маршрутизации пациентов с использованием шкал и цифрового мониторинга, что снизит риск выпадения пациентов из реабилитационного процесса.

3. Включить элементы телереабилитации, дистанционного наблюдения и цифровых платформ контроля (включая шкалы и анкетирование) в базовую программу обязательного медицинского страхования как экономически оправданный инструмент повышения эффективности.

4. Начинать активную реабилитацию пациентов в первые 24-48 часов после операции.

5. Использовать мультидисциплинарный подход - включение в команду врача по медицинской реабилитации, физиотерапевта, инструктора ЛФК, психолога и социальных работников.

6. Регулярно оценивать динамику восстановления с использованием валидированных шкал (FIM, Barthel Index, Harris Hip Score, EQ-5D), что обеспечивает объективный контроль и позволяет своевременно корректировать программу.

7. Обеспечивать индивидуализацию маршрутов реабилитации с учетом возраста, индекса массы тела, коморбидного фона и уровня комплаентности пациента.

8. Поддерживать участие родственников в процессе восстановления, включая обучение навыкам помощи и контролю за соблюдением режима.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в научных изданиях

1. Горнов, С.В. Эффективность дифференцированного подхода к ранней реабилитации пожилых пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава с учетом индекса коморбидности / С.В. Горнов, **О.И. Плетнер** // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2026. – № 1 (179). – С. 40–46.

2. Горнов, С.В. Влияние коморбидного фона на результаты ранней реабилитации и функциональное восстановление пожилых пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава / С.В. Горнов, **О.И. Плетнер** // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна. – 2026. – № 2. – С. 17–22.

3. **Pletner, O.I.** Features of rehabilitation of patients after total hip and knee arthroplasty / O.I. Pletner, D.Y. Karimova // Proceedings of the International Conference “Scientific Research of the SCO Countries: Synergy and Integration” – Beijing, China, 27.08.2025. – P. 95–99.

4. **Pletner, O.I.** Organization of routing and staging of the rehabilitation process after total hip replacement / O.I. Pletner, D.Y. Karimova // International Scientific Conference “Science. Education. Practice” – Delhi, India, 10.09.2025. – P. 149–152.

5. Каримова, Д.Ю. Нормативно-правовое обеспечение реабилитации в отечественном здравоохранении / Д.Ю. Каримова, **О.И. Плетнер** // Ильинские чтения 2025: сборник материалов международного научно-практического форума молодых ученых и специалистов, Москва, 03–04 февраля 2025 года. – Москва: Государственный научный центр Российской Федерации - Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, 2025. – С. 244-246.

6. **Плетнер, О.И.** Клиническая и экономическая эффективность индивидуализированных программ реабилитации пациентов пожилого возраста после эндопротезирования тазобедренного сустава / О.И. Плетнер, С.В. Горнов, Е. А. Васильева // Ильинские чтения 2026: Сборник материалов международного Научно-практического форума молодых ученых и специалистов, Москва, 21 апреля 2026 года. – Москва: Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2026. – С. 156-157.

7. **Плетнер, О.И.** Интеграция механизированных технологий в протокол реабилитации пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава / О. И. Плетнер, С. В. Горнов // Научный авангард: Сборник статей VIII Научно-практической конференции, Москва, 22 апреля 2026 года. – Москва: Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2026. – С. 307-311.

8. **Плетнер, О.И.** Оптимизация медицинской реабилитации пациентов после эндопротезирования крупных суставов / О.И. Плетнер, С.В. Горнов // Научный авангард: Сборник статей VIII Научно-практической конференции, Москва, 22 апреля 2026 года. – Москва: Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2026. – С. 311-314.

Прочие научные работы

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025690936, Российская Федерация. Программный код ИИ-ассистента базы

данных алгоритмических действий реабилитолога в послеоперационном периоде: № 2025690687, заявл. от 12.11.2025: опубл. 12.11.2025 / Р.Р. Сунгатуллин, **О.И. Плетнер**, В.С. Мкртчян; заявитель и правообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Ике Ред Групп".

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БОС – биологическая обратная связь	ЛФК – лечебная физическая культура
ВАШ – Шкала визуально-аналоговой оценки боли	EQ-5D – European Quality of Life
ИМТ – индекс массы тела	FIM – Functional Independence Measure