

Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства

На правах рукописи

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»

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, доцент
Горнов Сергей Валерьевич

Москва – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ	2
ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....	16
1.1 Актуальность проблемы	16
1.2 Причины протезирования тазобедренного сустава	18
1.3 Исторические аспекты реабилитации	23
1.4 Нормативно-правовое обеспечение реабилитации.....	25
1.5 Арсенал средств реабилитации.....	28
1.6 Этапы медицинской реабилитации	32
1.7 Экзоскелет. Роботизация. Искусственный интеллект	36
1.8 Функциональные пробы, шкалы и тесты.....	38
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	44
2.1. Дизайн исследования	44
2.2. Этапы исследования.....	47
2.3. Характеристика групп.....	50
2.4. Характеристика методов исследования	52
2.5. Статистическая обработка материала	55
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ КЛИНИКО-ОРГАНИЗАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ	57
3.1. Социально-демографическая и клиническая характеристика пациентов.....	57
3.2. Разработанный протокол реабилитации пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава на основе персонализированного подхода.....	59
3.3. Организация маршрутизации и этапности медицинской реабилитации	63
3.4. Эффективность программ реабилитации по клиническим шкалам	65
Динамика по шкале Harris Hip Score	67
Динамика по индексу Бартела (Barthel Index).....	69
Динамика по индексу Лекена	71
Динамика по шкале FIM (Functional Independence Measure)	72
3.5. Результаты анкетирования пациентов	74

3.6. Анализ факторов, влияющих на успешность реабилитации	79
3.7. Сравнительный анализ организационно-экономической эффективности.....	82
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВЫВОДЫ .	87
4.1. Сопоставление с данными литературы и клиническими рекомендациями	87
4.2. Организационно-методические проблемы реабилитационной помощи	90
4.3. Влияние цифровых технологий и инноваций на эффективность медицинской реабилитации	98
4.4. Факторы, влияющие на устойчивость результата и социальную адаптацию.....	106
ГЛАВА 5. РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ	112
5.1. Основные выводы по результатам исследования	112
5.2. Управленческие рекомендации для системы здравоохранения.....	114
5.3. Практическая значимость и возможности масштабирования	119
5.4. Социальное значение: качество жизни, профилактика инвалидизации.....	123
5.5. Перспективы дальнейших научных и прикладных исследований	128
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	132
ВЫВОДЫ	135
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	137
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	138
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	139
ПРИЛОЖЕНИЕ	159

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Дегенеративные заболевания опорно-двигательного аппарата, в первую очередь остеоартроз, представляют собой одну из ведущих медико-социальных проблем современного здравоохранения. По данным глобального эпидемиологического анализа, более 528 млн человек в мире страдают остеоартрозом, а в возрастной категории старше 60 лет почти треть населения развитых стран имеет клинические проявления заболевания [20]. В структуре поражений особенно значимы крупные суставы - тазобедренный и коленный, так как именно они определяют уровень мобильности, способность к самообслуживанию и социальную активность. Распространённость коксартроза у лиц старше 45 лет достигает 19% у женщин и 27% у мужчин [1, 12, 106, 140], что демонстрирует значимость проблемы в условиях глобального старения населения.

Наряду с дегенеративной патологией, серьёзным вызовом остаются травматические повреждения, прежде всего переломы проксимального отдела бедренной кости. В России ежегодно фиксируется более 100 тыс. подобных травм, при этом только 35-40% пациентов получают хирургическое вмешательство в ранние сроки [16]. Известно, что при отсутствии своевременного оперативного лечения летальность в первые два месяца после перелома может достигать 70–80% [19]. То есть, эндопротезирование крупных суставов остаётся единственным эффективным методом восстановления функции и предотвращения тяжёлых последствий как при терминальных стадиях остеоартроза, так и при травмах.

Широкое внедрение современных протезов и совершенствование хирургической техники позволили достичь высоких непосредственных результатов

эндопротезирования. В мире ежегодно выполняется более 2 млн имплантаций тазобедренных и коленных суставов, в США - свыше 500 тыс. операций в год [15]. В России объём выполняемых операций по эндопротезированию также растёт: только в 2019 году проведено более 88 тыс. операций по замене тазобедренного сустава, что составило 61 вмешательство на 100 тыс. населения [23]. Тем не менее, многочисленные исследования показывают, что само по себе хирургическое вмешательство не гарантирует восстановления полноценной функции, особенно у лиц пожилого возраста [3, 4].

Ключевым фактором исхода становится качество послеоперационной медицинской реабилитации. Без системного восстановления сохраняются ограничения мобильности, формируются патологические двигательные стереотипы, повышается риск осложнений, ранней инвалидизации и потери социальной автономии [5]. При этом проведение медицинской реабилитации осложняется наличием коморбидных заболеваний, возрастными изменениями мышечно-связочного аппарата и сниженной мотивацией [15]. Всё это требует комплексного и персонализированного подхода к восстановлению.

Особое значение имеет организация этапной реабилитации. Международные протоколы ERAS, AAOS [94] подчёркивают необходимость ранней мобилизации пациента - в течение первых 24-48 часов после операции - и строгой преемственности между стационарным, амбулаторным и санаторным этапами. Однако в российской практике именно амбулаторный этап остаётся наименее организованным и ресурсно обеспеченным. По данным Союза реабилитологов России, лишь около 60% пациентов после эндопротезирования проходят полноценную трёхэтапную программу восстановления [110]. Это приводит к высокой частоте осложнений, повторных обращений и снижению долгосрочной эффективности хирургических вмешательств.

Современные технологические возможности, такие как роботизированная механотерапия, системы биологической обратной связи и телереабилитация,

открывают новые перспективы в восстановительном лечении [6, 13]. Их использование позволяет корректировать патологические двигательные стереотипы, дозировать нагрузку и контролировать прогресс в режиме реального времени. Однако внедрение этих технологий в отечественную практику остаётся ограниченным, что также снижает потенциал системы медицинской реабилитации.

Рост числа пациентов с необходимостью эндопротезирования, увеличение объёмов хирургических вмешательств, сохраняющиеся организационно-методические проблемы в системе медицинской реабилитации, отсутствие персонализированного подхода определяют актуальность исследования, направленного на оптимизацию комплекса восстановительных мер. Решение этой задачи позволит не только улучшить клинические результаты и качество жизни пациентов, но и снизить социально-экономическую нагрузку на систему здравоохранения.

Степень разработанности темы исследования

Изучение проблем эндопротезирования крупных суставов и последующей реабилитации имеет насыщенную историю. Уже в середине XX века операции по замене тазобедренного сустава стали «золотым стандартом» при терминальных стадиях остеоартроза, а с развитием технологий количество таких вмешательств стабильно растёт [23]. В мировой литературе накоплен значительный объём данных, посвящённых как непосредственным результатам хирургического лечения, так и влиянию различных факторов на исходы [1, 19]. Современные метаанализы показывают, что тотальное эндопротезирование позволяет большинству пациентов достичь удовлетворительных клинических результатов, однако уровень восстановления в значительной мере зависит от качества последующей реабилитации [3, 4].

Большое внимание уделяется вопросам ранней активизации и этапности восстановительного лечения. Зарубежные авторы отмечают эффективность стандартизированных протоколов, включающих физиотерапию, лечебную гимнастику, механотерапию и психологическую поддержку [18]. Однако в реальной клинической практике сохраняются значительные различия в методиках - от интенсивных мультидисциплинарных программ до фрагментарных мероприятий, зависящих от ресурсов конкретного учреждения.

В отечественной литературе также накоплен большой опыт применения различных методов медицинской реабилитации после эндопротезирования суставов. Публикации последних лет акцентируют внимание на трёхэтапной модели восстановления, закреплённой в нормативных документах Минздрава Российской Федерации. Вместе с тем, как отмечают исследователи, именно амбулаторное звено остаётся наименее развитым: пациенты часто не проходят полный курс реабилитации, также отсутствие персонализированного подхода, что снижает эффективность проведённого хирургического вмешательства [123].

В последние годы активно исследуется роль инновационных технологий. Роботизированные комплексы, экзоскелеты, системы биологической обратной связи и элементы искусственного интеллекта демонстрируют высокую перспективность для восстановления двигательных функций [6, 13]. Однако большая часть работ посвящена отдельным аспектам применения этих технологий у ограниченных категорий пациентов. Масштабных клинических исследований, подтверждающих эффективность таких подходов у пациентов после эндопротезирования суставов, недостаточно.

Это свидетельствует о том, что проблема медицинской реабилитации пациентов после эндопротезирования крупных суставов остаётся актуальной и требует дальнейших исследований, направленных на разработку оптимизированных, доступных и ресурсно обоснованных протоколов.

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 исследования явилось сочетание ретроспективного и проспективного анализа клинического материала, что обеспечило сопоставимость результатов традиционных схем реабилитации и разработанного оптимизированного протокола. В исследование включены 130 пациентов, перенёсших эндопротезирование тазобедренного сустава, отобранные в соответствии с критериями включения и исключения, отражающими современные принципы доказательной медицины и биоэтики.

Применялись методы клинико-организационного анализа, экспертной оценки и стандартизированного тестирования функционального статуса. Для объективной оценки исходов использовался комплекс валидированных клинических шкал: Functional Independence Measure (FIM), Barthel Index, Harris Hip Score, индекс Лекена, а также опросник качества жизни EQ-5D. Дополнительно применялись рентгенологические методы контроля, функциональные исследования мышечно-

связочного аппарата и анкетирование, позволяющее оценить субъективное восприятие результатов лечения пациентами.

Для статистической обработки данных использовались методы описательной и аналитической статистики: ошибка среднего, критерий Вилкоксона-Манна-Уитни, точный критерий Фишера, критерий хи-квадрат (χ^2) Пирсона, коэффициента корреляции Пирсона. Достоверность различий оценивалась при уровне значимости $p < 0,05$. Применённые методы соответствуют современным стандартам биостатистики и обеспечивают надёжность и воспроизводимость полученных результатов.

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.

Степень достоверности результатов

Достоверность полученных результатов обеспечивается достаточным объёмом клинического материала (130 пациентов), корректным формированием выборок и соблюдением критериев включения и исключения. Использование валидированных и широко применяемых в международной практике клинических шкал (FIM, Barthel Index, Harris Hip Score, индекс Лекена, EQ-5D) даёт объективную оценку функционального состояния и качества жизни пациентов.

Применение методов математической статистики (критерий Вилкоксона-Манна-Уитни, точный критерий Фишера, критерий хи-квадрат (χ^2) Пирсона, коэффициента корреляции Пирсона) с уровнем значимости $p < 0,05$ также подтверждает надёжность выявленных различий и тенденций.

Кроме того, сопоставление полученных данных с современными клиническими рекомендациями, международными протоколами (ERAS, AAOS, NICE, EFORT) и результатами ведущих зарубежных исследований обеспечивает внешнюю валидность и воспроизводимость выводов.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 3.1.33. «Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура,

кураторология и физиотерапия, медико-социальная реабилитация». Специальность помогает вернуть человека к максимально активной и самостоятельной жизни, улучшить качество, жизни, сохранить работоспособность и помочь в социальной интеграции.

Апробация результатов исследования

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.

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 статей в рецензируемых научных журналах и сборниках конференций. Получено свидетельство о государственной

регистрации программы для ЭВМ № 2025690936 «Программный код ИИ-ассистента базы данных алгоритмических действий реабилитолога в послеоперационном периоде».

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.

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.

ГЛАВА 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Актуальность проблемы

Остеоартроз (ОА) тазобедренного сустава становится все более серьёзным испытанием для пациентов, оказывая социально-экономическое влияние во всем мире [35, 45, 49]. Примерно 528 миллионов людей в мире страдают дегенеративными заболеваниями опорно-двигательного аппарата [25]. Распространённость остеоартрозом в разных странах составляет от 50 до 450 человек на 100 тыс. населения. В возрасте старше 60 лет почти треть населения развитых стран страдает остеоартрозом. Ожирение, питание, бытовые условия, травмы, малоподвижный образ жизни рассматриваются в качестве основные факторов, приводящих к развитию артроза тазобедренных или коленных суставов [22, 23, 92, 106]. ОА в терминальной стадии можно вылечить только тотальной заменой сустава. Операция по протезированию тазобедренного или коленного сустава является экономически эффективной и клинически значимой у большинства пациентов [31, 57].

Кроме этого, широко распространённой проблемой остаются травматические переломы тазобедренного и коленного суставов [136]. Количество травм бедра и коленного сустава в России превышает 100 тысяч в год. Оперативный способ лечения в ближайшее время после перелома шейки бедра является золотым стандартом лечения [117]. Но оперируются по разным причинам не более 35-40% из всех получивших переломы шейки бедра. Тем не менее, эндопротез позволяет в кратчайшие сроки восстановить двигательную активность пациента, вернуть возможность бытовой и профессиональной деятельности [106].

Но, несмотря на то, что в последнее время детально отработана техника операции, производятся высокоэффективные, достаточно долговечные искусственные суставы, операция по тотальному замещению сустава является глубоким вмешательством в опорно-двигательный аппарат человека и без полноценной реабилитации, адаптации пациента к новой механической конструкции трудно, а подчас и невозможно достичь удовлетворительных результатов. Кроме того, активное развитие технологий эндопротезирования и высокий уровень хирургической помощи, в клинической практике до сих пор недооценивается значение реабилитационного этапа, особенно на уровне первичного звена здравоохранения. Как показывает анализ амбулаторной практики, пациенты часто воспринимают операцию как окончательное решение проблемы и не придают должного значения необходимости полноценного восстановления после неё. Аналогично, часть врачей общей практики и даже некоторых профильных специалистов сосредотачиваются преимущественно на хирургическом аспекте, в то время как последующее ведение пациента, направленное на формирование функциональной автономии, остаётся фрагментарным или вовсе упускается. Это приводит к снижению эффективности высокотехнологичных вмешательств, росту частоты осложнений, повторных обращений и, как следствие, - увеличению социально-экономической нагрузки [21, 46, 69, 110].

Медицинская реабилитация – это комплекс лечебных мероприятий, направленных на восстановление утраченных функций. Надо отметить, что любое оперативное вмешательство, даже считающееся небольшим, является агрессивным методом воздействия на организм, кроме этого, операция может сопровождаться осложнениями, выраженным болевым синдромом, новой реальностью для пациента, к которой нужно привыкать [120].

1.2 Причины протезирования тазобедренного сустава

Основными причинами, вызывающими необходимость протезирования тазобедренного и коленного суставов, являются травмы, дегенеративные заболевания суставов, злокачественная патология [46].

Отсутствие в стране единого регистра эндопротезирования не позволяет составить полную картину по причинно-следственным факторам, приводящим к операции по замене крупных суставов. Отдельные крупные центры ведут свои регистры по пациентам с эндопротезами. Но в целом, можно сказать, что остеоартрозы и травматические повреждения являются наиболее частой причиной протезирования коленного и тазобедренного суставов. Причём доля протезирования тазобедренного сустава существенно превосходит долю коленного [108, 130].

Этиология остеоартроза остается неизвестной. Неоспоримым является факт, что необратимые морфологические изменения сустава приводят к выраженному снижению активности пациента вплоть до утраты возможности к самостоятельному обслуживанию и инвалидизации. Развитие остеоартроза тазобедренного сустава сопровождается сложными нарушениями биомеханики опорно-двигательного аппарата, которые оказывают влияние не только на поражённый сустав, но и на всю кинематическую цепь нижней конечности и позвоночника. Дегенеративно-дистрофические изменения в суставных структурах приводят к уменьшению амплитуды движений, нарушению суставной конгруэнтности и формированию патологических двигательных стереотипов, что влечёт за собой перераспределение нагрузок и смещение центра тяжести тела. Последнее сопровождается повышением компенсаторной активности паравертебральных мышц и, как следствие, — перегрузкой поясничного отдела позвоночника и контралатерального тазобедренного сустава [

У пациентов с выраженным болевым синдромом и функциональной нестабильностью таза формируется вынужденная походка с укорочением шага,

снижением скорости перемещения и асимметрией осевой нагрузки. Снижение опороспособности поражённой конечности приводит к перераспределению нагрузки на здоровую сторону и формированию компенсаторного сколиоза или вторичных изменений в суставах. Такие компенсаторные стратегии краткосрочно позволяют сохранить вертикализацию, однако нарастающая мышечная дисфункция и прогрессирующая асимметрия существенно усугубляют функциональное состояние пациента [113].

После выполнения тотального эндопротезирования тазобедренного сустава биомеханическая ситуация претерпевает значительные изменения. Несмотря на устранение болевого синдрома и восстановление анатомической оси, пациент сохраняет устойчивые патологические двигательные паттерны, сформировавшиеся до операции. Это затрудняет восстановление физиологической походки и требует длительной коррекции двигательной активности. Более того, параметры установки компонентов эндопротеза (высота центра ротации, длина конечности) напрямую влияют на биомеханику таза и нижней конечности, а отклонения от оптимальных значений могут сохранять или усиливать нарушения равновесия и стереотипа ходьбы [115].

Отдельное значение имеет контроль над положением центра тяжести. После операции пациенты часто демонстрируют смещённый вперёд или латерально центр тяжести, что компенсируется наклоном туловища, гипертонусом паравертебральных мышц и гиперактивностью задней группы мышц бедра. В ряде случаев отмечается сохранение «антиалгического» паттерна, включающего снижение фазы опоры на прооперированную конечность и избыточную работу мышц контралатеральной стороны. Без направленной реабилитации такие состояния могут привести к вторичной декомпенсации, нестабильности сустава и раннему износу эндопротеза [121].

В практике определения показаний к эндопротезированию широкое распространение получил индекс Лекена [55]. С момента публикации индекс Лекена

стал общепринятым маркером выраженности остеоартроза. В индексе в баллах оцениваются показатели боли, утренней скованности, дистанции ходьбы, повседневной активности. При показателе индекса Лекена более 10 нужно обсуждать возможность хирургического лечения (представлено в таблице 1).

Таблица 1 – Интерпретация суммарного индекса Лекена

Ограничение жизнедеятельности	Суммарный индекс
Нет	0
Легкое	1 – 4
Умеренное	5 – 7
Выраженное	8 – 10
Резко выраженное	11 – 13
Крайне выраженное	≥ 14

Терминальные стадии артроза коленного и тазобедренного суставов являются показанием для эндопротезирования. В год в мире проводится примерно 2 млн имплантаций искусственных коленных и тазобедренных суставов. Так, например, в 2020 г. в США было выполнено 527 операций на 100 тыс. населения. То есть более 500 тыс. К 2030 г. прогнозируется рост количества операций до 600 тыс. для тазобедренного сустава и до 3 млн для коленного сустава [44, 83]. Это объясняется неизбежным старением населения. В России проводится примерно 100 тыс. таких операций в год, что существенно меньше, чем в большинстве развитых стран, но в последнее время наблюдается рост таких операций, особенно после перевода эндопротезирования в систему обязательного медицинского страхования (ОМС). В 2019 г. в Российской Федерации выполнено более 88 тысяч замен тазобедренного

сустава. Это составило 61,3 вмешательства на 100 тыс. населения, что конечно отстаёт от показателей развитых стран, но тем не менее является существенным ростом в последнее десятилетие [90, 125].

В большинстве источников указывается, что в нашей стране в год происходит более 100 тыс переломов проксимальной части бедренной кости, в основном у женщин. Из них только около 35-40% оперируются в ближайшем посттравматическом периоде. Доказано, что если не проводить оперативное лечение, то у 70-80% в течение двух месяцев может наступить летальный исход. Золотым стандартом лечения переломов проксимального отдела бедра является операция в течение двух суток. Множество работ, сравнивающих результаты остеосинтеза и тотального эндопротезирования тазобедренного сустава сводятся, в основном, к тому, что у более возрастной группы пострадавших результаты эндопротезирования при переломах лучше, чем остеосинтез. Как правило, только абсолютные противопоказания к операции считаются ограничением к оперативному лечению.

Кроме вышеперечисленного нужно упомянуть о злокачественных заболеваниях костной ткани, когда в зависимости от локализации новообразования, возможно применение эндопротезирования крупных суставов. Ежегодно в России диагностируется до 10000 сарком, наиболее частое место локализации остеосарком – проксимальный отдел бедренной кости и большеберцовая кость.

Решение о проведении тотального эндопротезирования тазобедренного сустава, несмотря на объективные клинические показания, нередко сопряжено с выраженным психологическим напряжением у пациента. Особенно это характерно для лиц пожилого возраста, у которых присутствует высокий уровень тревожности, сниженная адаптивность к новым условиям, соматическая коморбидность и ограниченные ресурсы социальной поддержки. В ряде случаев пациенты долго откладывают обращение за хирургической помощью, предпочитая терпеть болевой синдром и снижение двигательной активности, что приводит к усугублению

функциональных ограничений, мышечной атрофии и усилению деструктивных изменений в суставе [135].

Одним из ключевых факторов, влияющих на решение о вмешательстве, является страх перед операцией, включающий опасения по поводу наркоза, возможных осложнений, длительного восстановления и потери независимости. Исследования показывают, что высокий уровень предоперационного страха и недоверие к исходу вмешательства отрицательно коррелируют с мотивацией к активному участию в реабилитационном процессе и снижением функциональных результатов после эндопротезирования. Нередко на предоперационном этапе формируется установка «операция как крайняя мера», что усиливает выраженность тревожных и депрессивных расстройств [141].

Психологическая неподготовленность к изменениям в теле (внедрение «инородного» элемента), изменение образа жизни и необходимость адаптации к новым двигательным стратегиям требуют не только физического, но и эмоционального ресурса. В этой связи особую актуальность приобретает предоперационное консультирование с элементами психообразования и когнитивно-поведенческой поддержки, направленное на формирование адекватных ожиданий и повышение уверенности пациента в собственных силах. Такая подготовка, согласно данным ряда метаанализов, способствует лучшему послеоперационному восстановлению, повышению комплаентности и сокращению сроков медицинской реабилитации [114].

Кроме того, мотивация пациента к восстановлению после операции напрямую влияет на его вовлечённость в процесс. Высокая мотивация ассоциирована с регулярным выполнением упражнений, соблюдением рекомендаций специалистов и снижением риска послеоперационных осложнений. Напротив, апатия, демобилизация и внутреннее сопротивление реабилитационному процессу существенно снижают эффективность даже при идеально выполненной операции. Эффективная мультидисциплинарная команда должна учитывать эти аспекты,

включая в состав программы психолога или клинического психолога, что особенно важно при работе с уязвимыми категориями пациентов [135].

На основании вышеизложенного, можно сказать, что психоэмоциональное состояние пациента до и после эндопротезирования является важным прогностическим фактором, напрямую влияющим на исход лечения. Комплексный подход, включающий как соматическую, так и психологическую составляющую, позволяет не только повысить эффективность хирургического и реабилитационного этапов, но и существенно улучшить качество жизни пациента в отдалённой перспективе.

1.3 Исторические аспекты реабилитации

Понятие «реабилитация» было представлено Францем Йозефом Раттером в 1903 г. Он в книге «Система общего попечительства над бедными» описал реабилитацию как «восстановление прав, способностей, доброго имени». В 1946 г. в Вашингтоне комиссия по вопросам ухода за больными туберкулёзом, определила реабилитацию как «восстановление физических и духовных сил пострадавшего, а также его профессиональных навыков», так сказать восстановление жизни [89].

В России ещё в XVI-XVII вв. при лечении травм использовали специально разработанные движения и тепловые процедуры. В работах М.В. Ломоносова в конце XVIII в. большое внимание было уделено физическим упражнениям, как способу восстановления раненых и травмированных. В СССР в 1923-1924 гг. вводится лечебная физкультура. По инициативе Н.М. Семашко, бывшего в ту пору наркомом здравоохранения, открываются кафедры лечебной физкультуры и готовятся первые специалисты. С развитием технологий восстановительного лечения выросла потребность сравнивать и регламентировать единые лечебные подходы в клинической практике [109].

Вторая мировая война явилась причиной появления в мире большого количества инвалидов. Необходимость интеграции инвалидов в общество стала причиной появления новой области медицины – реабилитации. До второй мировой войны отношение к инвалидам выражалось только в обеспечении выживания. С начала же 50-х годов полностью меняется парадигма помощи инвалидам. Пришло понимание необходимости как можно большей интеграции инвалидов в обычную жизнь. Фокус внимания был смещён на их обучение, разработку приборов и устройств для нормальной жизни [107, 121].

Реабилитация в современном понимании, это система восстановления способностей пациента к обычной бытовой и профессиональной деятельности.

Для достижения успеха в деле медицинской реабилитации нужно придерживаться следующих принципов:

- раннее начало
- непрерывность
- этапность
- преемственность
- мультидисциплинарный подход

Однако, до недавнего времени в отечественной практике отсутствовала единая система учреждений, оказывающих помощь по медицинской реабилитации, отсутствовала преемственность на разных этапах, не осуществлялся контроль изменения состояния пациента, отсутствовали методики измерения эффективности программ реабилитации [126].

Анализ отечественной литературы показывает, что наблюдение за пациентами после эндопротезирования представляет собой нерешенную проблему. Зачастую происходят ситуации, когда пациенты после обширных операций не имеют представления о способах и возможностях полного восстановления, не проходит

плановые осмотры у профильного специалиста, появляются только при развитии тяжёлых поздних осложнений [110].

Надо отметить, что медико-социальная реабилитация - комплексный процесс, целью которого является устранение или минимизация функциональных последствий нарушения здоровья на жизнь пациента [95, 132]. Восстановление после объёмных хирургических операций – отдельная отрасль здравоохранения, требующая адекватного финансирования [63].

1.4 Нормативно-правовое обеспечение реабилитации

Согласно принятому в Российской Федерации законодательству, медицинская реабилитация – комплекс специальных мероприятий, направленных на восстановление функциональных качеств организма, сохранение возможности работать и участвовать в общественной деятельности (статья 40 Федерального закона № 323 «Об основах охраны здоровья граждан») [138].

В соответствии с приказом Министерства здравоохранения от 31 июля 2020 г. № 788н «Об утверждении Порядка организации медицинской реабилитации взрослых», медицинская реабилитация осуществляется в три этапа. Первый этап проводится в отделении реанимации и оказывается на протяжении 72 часов. Вторым этапом проводится в стационарном отделении силами специалистов клиники, отдельно в приказе отмечается, что реабилитационные мероприятия на втором этапе должны оказываться на протяжении не менее 3 часов. Третий этап проводится после выписки пациента из стационара и проводится в амбулаторных условиях [128].

Законотворчество в области медицинской реабилитации претерпело существенные изменения, которые, впрочем, стремятся навести порядок в этой области.

Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 01 июля 2003 г. № 297 «О враче восстановительной медицины» регламентирует деятельность

врача специалиста по медицинской реабилитации. В приказе Министерства здравоохранения и социального развития от 09 февраля 2011 г. № 94н должность врача восстановительной медицины исчезает из перечня. Статья 40 Федерального закона от 21 ноября 2011 г. № 323 «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» уточняет понятие «Медицинская реабилитация». Приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 20 декабря 2012 г. в перечень специальностей возвращается «Врач по медицинской реабилитации» и «Медицинская сестра по реабилитации»

В приказе Министерства здравоохранения Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 1705н «О Порядке организации медицинской реабилитации» регламентируется реабилитация взрослых и детей. В 2013 г. была зарегистрирована общероссийская общественная организация содействия развитию медицинской реабилитологии «Союз реабилитологов России». С 1 сентября 2015 г. в ряде областей Российской Федерации реализуется пилотный проект «Развитие системы медицинской реабилитации в Российской Федерации» по профилям: неврология, кардиология, травматология и ортопедия. С этого момента начинается целевое финансирование медицинской реабилитации.

Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03 сентября 2018 г. № 572н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по медицинской реабилитации», где фигурирует и врач физической и реабилитационной медицины. В 2022 г. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации утвердило федеральный государственный образовательный стандарт для ординатуры по этой специальности (код 31.08.78). Начинают появляться клинические рекомендации по медицинской реабилитации, созданные Союзом реабилитологов России.

Будет нелишним подчеркнуть важность финансовой составляющей отрасли медицинской реабилитации. До 2021 г. финансирование бюджетных отчислений и базовой программы ОМС не могло полностью закрыть потребность для пациентов в

медицинской реабилитации. Существовал риск снижения эффективности медицинской помощи, что могло иметь отрицательный социально-экономический эффект [133]. Однако, в 2021 г. в Программе государственных гарантий был доработан раздел медицинской реабилитации. К настоящему моменту определено достаточное финансирование для проведения трёхэтапной реабилитации [109].

Союзом реабилитологов России создана единая база реабилитационных клиник в нашей стране. На сегодняшний день в базе насчитывается 268 государственных и частных клиник. Все государственные и большинство частных клиник имеют возможность работать по ОМС. В подавляющем большинстве травматологических центров эндопротезирования созданы условия для прохождения первого и второго этапов реабилитации после оперативного лечения [110].

После появления в системе государственных гарантий системы финансовой компенсации проведения 3 этапа реабилитации, существенно увеличились возможности существующих реабилитационных центров и появились новые организации, основным родом деятельности которых стала медицинская реабилитация. Для определения нуждаемости в реабилитации разработана шкала реабилитационной маршрутизации ШРМ [122].

На текущий момент нужно констатировать, что в законодательном и организационном аспекте развития медицинской реабилитации как отрасли медицины, пройден большой путь, появились клинические рекомендации по отдельным нозологиям, отработаны механизмы маршрутизации пациентов [109]. Но, несмотря на некоторые успехи в этой области, нужно отметить, что до сих пор остаётся целый ряд нерешенных вопросов в методологии, системности, периодичности амбулаторного наблюдения. Часть пациентов остаётся вне поля активного амбулаторного наблюдения.

1.5 Арсенал средств реабилитации

Медицинская реабилитация – это комплекс лечебных действий, направленных на восстановление утраченных функций. Любое оперативное вмешательство, даже незначительное, является агрессивным методом воздействия на организм, более того, операция может сопровождаться осложнениями, выраженным болевым синдромом, новой непривычной реальностью для пациента, изменением биомеханики и психологическими расстройствами [5].

Целью реабилитации после протезирования крупных суставов является: восстановление функции сустава, восстановление возможности самообслуживания и передвижения, возврат к социальной и профессиональной активности [14, 60, 68].

В основе медицинской реабилитации применяются традиционные средства улучшающие лимфоотток, стимулирующие кровообращение, репаративные процессы, предупреждающие контрактуры, анкилозы, дистрофические изменения [42].

Многолетний опыт реабилитации показал, что только комплексный комбинированный подход позволяет добиться восстановления функций опорно-двигательной системы.

Несмотря на то, что в последнее время детально отработана техника операции, производятся высокоэффективные, достаточно долговечные искусственные суставы, операция по тотальному замещению сустава является глубоким вмешательством в опорно-двигательный аппарат человека и без полноценной реабилитации, адаптации пациента к новой механической конструкции трудно, а подчас и невозможно достичь удовлетворительных результатов [24, 28, 59, 62, 99].

Значительная часть пациентов, которым показано эндопротезирование – это пациенты с различным состоянием до операции, наличием сопутствующих заболеваний, возможными деформациями костей таза, недостаточной психологической готовностью к операции. Именно поэтому, системная и

регламентированная медицинская реабилитация пациента, начинающаяся до операции призвана улучшить непосредственные результаты оперативного лечения, и значительно облегчить состояние пациента в раннем и позднем послеоперационных периодах [3, 56, 98].

Восстановительный период после протезирования крупных суставов нижних конечностей в среднем занимает около года, но может растягиваться и до двух лет и более [14, 72]. При этом, качество проводимых реабилитационных мероприятий напрямую влияет на возможность возвращения к полноценной жизни [33].

Лечебная физкультура - улучшает кровообращение, предупреждает гипоксию тканей, уменьшает венозный стаз, стимулирует микроциркуляцию, снимает отёк тканей [27, 61, 76]. Занятия лечебной физкультурой направлены на укрепление мышц и связок окружающих суставов [4].

По мере прохождения курса медицинской реабилитации комплекс лечебной физкультуры видоизменяется с учётом восстановления пациента и способности переносить более интенсивные нагрузки [39, 39].

Механотерапия – основное средство лечебной физкультуры. Наиболее эффективно применение механотерапии в послеоперационном периоде, когда без напряжения мышц производятся многократные повторяющиеся движения в суставе, проводится точное дозированное движение в суставах по заданной амплитуде и с определенным рабочим углом [111].

Пассивная механотерапия может с успехом применяться для купирования последствий иммобилизации, восстановления подвижности, роста мышечной массы.

Пусковым фактором в этом направлении являются специальные физические упражнения, способные вызвать активацию нервной системы, стимулирующей мышечное сокращение. Нейромышечная стимуляция возникает при роботизированной механотерапии. Пациенту проводится тренировочная нагрузка на конечности в трёх плоскостях. Появляющиеся нейромышечные рефлекторные связи

делают движения организма более эффективными. Мышечный каркас и вестибулярный аппарат постепенно привыкают к новому алгоритму движений.

Роботизированные технологии с биологической обратной связью способствуют адаптации пациента к лечению. Терапия на основе роботизированной механической нагрузки способствует регенерации тканей после тяжёлой травмы скелетных мышц [78], однако эффективность таких подходов у возрастной категории пациентов до конца не изучена. Тем не менее, в ходе исследования реакции повреждённой мышцы на циклическое сжатие, выполняемое роботом, было обнаружено, что регенерация мышечной ткани может быть ускорена под нагрузкой [37].

Массаж – это комплекс научно-обоснованных методов физического воздействия руками или специальными приспособлениями на организм пациента с целью профилактики и лечения. Роль массажа в проведении медицинской реабилитации трудно преуменьшить. Необходимость и пользу использования массажа можно объяснить его физиологической составляющей. Во время проведения массажа задействуются биомеханический, нервно-рефлекторный, биоэнергетический, гуморальный психологический, механизмы. Качественное проведение массажа запускает сложные физиологические механизмы, оказывающие значительное влияние на кровоснабжение, метаболизм, нейрорегуляцию и другие аспекты жизнедеятельности организма человека.

Воздействие физиотерапевтическими факторами помогают уменьшить отёк, улучшить кровообращение, восстановить ткани и поддержать организм в реабилитации.

Как уже отмечено, возрастные изменения скелетных мышц приводят к прогрессирующей потере силы и массы мышечной ткани, способности мышц восстанавливаться после травм, что в конечном итоге ставит под угрозу физическую работоспособность и приводит к функциональным ограничениям даже после оперативного лечения [93]. У пожилых пациентов чаще наблюдаются осложнения

[32], больше продолжительность пребывания в стационаре, часто невозможно полностью восстановить функциональность конечности после операции или травмы [38].

Часто эндопротезирование крупных суставов проводят после длительного отрезка времени безуспешных попыток консервативного лечения. За это время развиваются значительные патологические изменения в тканях вокруг сустава и во всей опорной конструкции. Пациент не протяжении предшествующего консервативного лечения вынужден щадить повреждённую ногу, в результате чего может развиваться компенсаторный сколиоз, на ипсилатеральной стороне деформируются кости стопы. Мышцы и сухожилия без нагрузки атрофируются [78, 82]. В таких случаях успех лечения зависит в большей степени от реабилитации, чем от оперативного вмешательства.

Кроме того, часто пациенты вынуждены ожидать очереди на операцию уже после установления показаний и проведения дообследования. Часто во время периода ожидания состояние пациентов может ухудшиться. По этой причине имеет смысл рассматривать программы реабилитации ещё до проведения операции. Показано, что в случае предоперационной реабилитации и физической активности пациентов под контролем специалистов можно достичь более лучших результатов по функциональности и выраженности болевого синдрома [18].

1.6 Этапы медицинской реабилитации

В нашей стране общепринятым является разделение медицинской реабилитации на 3 этапа. 1 этап – с подготовки к операции до конца первых суток после операции. 2 этап – со вторых суток до 7-10 дня после операции. 3 этап – с 7-10 дня после операции до 6-8 недель. Поздний восстановительный период до 6 месяцев после перенесённой операции.

Такое деление на этапы закреплено Приказом Минздрава России № 788н «Об утверждении порядка организации медицинской реабилитации взрослых» от 31 июля 2020 г. [128]. Первый этап проводится в отделении реанимации и оказывается на протяжении 72 часов. Второй этап проводится в стационарном хирургическом отделении силами специалистов клиники, отдельно в приказе отмечается, что реабилитационные мероприятия на втором этапе должны оказываться на протяжении не менее 3 часов в день. Третий этап проводится после выписки пациента из стационара и проводится усилиями амбулаторно-поликлинического звена.

На первом этапе основной задачей является профилактика ранних послеоперационных осложнений – это предупреждение тромбозов, застойных явлений в легких и т.д. На этом этапе обычно назначается лечебная физкультура в пределах кровати, вертикализация (при отсутствии противопоказаний). В раннем послеоперационном периоде пациенту можно назначать УВЧ или магнитотерапию на область операции, ультрафиолетовое облучение раны [51].

Второй этап проводится до тех пор, пока пациент пребывает в стационаре. Занимает от 7 до 15 суток. Задача этого этапа – восстановление правильной механомоторики пациента с исключением перегрузок, избыточных движений во избежание ранних послеоперационных осложнений.

Третий этап проводится в специализированных реабилитационных центрах в амбулаторно-поликлинических или санаторно-курортных условиях.

В мировой практике восстановление после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава осуществляется по унифицированным протоколам, в основе которых лежат принципы доказательной медицины и концепция ERAS (Enhanced Recovery After Surgery). Эти подходы предусматривают строгое соблюдение сроков начала и продолжительности каждого этапа реабилитации, а также регламентируют объём и интенсивность физических нагрузок с учётом функционального состояния пациента [16].

Согласно рекомендациям Американской академии ортопедов (AAOS), начальная мобилизация пациента должна происходить в течение первых 24 часов после операции. На этом этапе допускается вертикализация с опорой под контролем специалиста и выполнение элементарных двигательных действий в кровати (активизация стоп, изометрическая нагрузка на бедро). Интенсивность составляет не более 10-15 минут активности 2-3 раза в день. Важнейшим критерием перехода к следующему этапу является устойчивость гемодинамики, отсутствие боли в покое и адекватный контроль за движением в оперированной конечности [2].

В течение 4-14 дней после операции (стационарный этап) нагрузка постепенно увеличивается, включая обучение ходьбе с опорой, упражнения на стабилизацию таза, развитие подвижности и восстановление мышечной силы. Протоколы Европейского общества ортопедии и травматологии (EFORT) рекомендуют ежедневные занятия лечебной физкультурой общей продолжительностью не менее 90 минут, разделённые на 3 сессии. В ряде клиник Германии и Скандинавии применяется концепция «интенсивной ранней реабилитации» с объёмом активности до 2 часов в день с постепенным наращиванием нагрузки до 3-4 часов к концу второй недели [64].

На амбулаторном этапе (с 14 дня до 3 месяцев) акцент делается на восстановление походки, развитие координации и увеличение выносливости. По

данным NICE (National Institute for Health and Care Excellence, Великобритания), рекомендованная интенсивность занятий лечебной физкультурой и механотерапией должна составлять не менее 150 минут в неделю, включая как аэробные упражнения умеренной интенсивности, так и упражнения на силу и равновесие. Использование ступенчатой схемы нагрузки (graded activity) позволяет адаптировать протокол под возраст, соматический статус и уровень комплаентности пациента [91].

В период от 3 до 6 месяцев осуществляется фаза функциональной стабилизации и возврата к социальной и профессиональной активности. Здесь на первый план выходят аэробные тренировки средней интенсивности (ходьба, велосипед, водная гимнастика) продолжительностью до 30-40 минут в день, 5-6 дней в неделю. Международные клиники (например, Mayo Clinic, Johns Hopkins Hospital, Charité Berlin) активно применяют методы кинезиотерапии с биологической обратной связью, а также включают программы когнитивного тренинга, направленные на восстановление моторного контроля и преодоление двигательной тревожности [86].

Стоит подчеркнуть, что в большинстве зарубежных протоколов обязательным элементом является регулярный контроль динамики состояния пациента с использованием стандартизированных шкал (Harris Hip Score, FIM, HOOS) и корректировка нагрузки в соответствии с достигнутыми результатами. Подобный подход обеспечивает адаптивность реабилитационной программы и способствует достижению индивидуально оптимального результата [67].

Сравнительная характеристика протоколов реабилитации с основными временными параметрами и нагрузками приводится в таблице 2.

Таблица создана на основании открытых источников информации.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика зарубежных протоколов реабилитации

Этап реабилитации	AAOS (США)	NICE (Великобритания)	EFORT (Европа)	MayoClinic / JohnsHopkins (США)
Начало мобилизации	В течение 24 часов после операции; упражнения 20–30 минут 2–3 раза в день	Реабилитация на день операции или не позднее 24 часов после; включает обучение ЛФК и повседневной активности	Ранняя мобилизация в течение 24 часов после операции; акцент на ERAS-подход	Мобилизация в день операции или на следующий день; акцент на раннюю вертикализацию и ходьбу
Интенсивность нагрузки	Упражнения 20–30 минут 2–3 раза в день в ранний период; ходьба 5–10 минут 3–4 раза в день, с увеличением до 20–30 минут	Индивидуализированная программа; акцент на самостоятельную реабилитацию с поддержкой специалистов	Прогрессивное увеличение нагрузки; акцент на восстановление симметричной походки и мышечной силы	Индивидуальные программы с постепенным увеличением объема упражнений; акцент на функциональное восстановление
продолжительность этапов	Ранний этап: первые 6 недель; последующий этап: до 12 недель и более, в зависимости от прогресса	Продолжительность зависит от индивидуального прогресса; регулярная оценка и корректировка программы	Этапы реабилитации варьируются; акцент на достижение функциональных целей	Этапы реабилитации адаптируются под пациента; акцент на возвращение к повседневной активности
критерии перехода между этапами	Улучшение силы и выносливости; способность выполнять упражнения без боли; восстановление симметричной походки	Достижение функциональных целей; способность к самостоятельной реабилитации; отсутствие осложнений	Достижение функциональных целей; восстановление мышечной силы и координации	Способность к выполнению повседневных задач; отсутствие боли и ограничений в движении

Анализ международных протоколов реабилитации показывает, что ведущие клиники и профессиональные сообщества придерживаются единых принципов восстановления после эндопротезирования тазобедренного сустава. Ключевым элементом всех подходов является ранняя мобилизация пациента – в течение первых 24 часов после операции – с последующим поэтапным наращиванием физической нагрузки. Независимо от различий в методических деталях, общими являются принципы индивидуализации программ, функциональной направленности вмешательства, регулярной оценки динамики восстановления с применением стандартизированных шкал и мультидисциплинарного сопровождения. Внедрение концепции ERAS и цифровых инструментов мониторинга позволяет существенно сократить сроки нетрудоспособности, снизить риск послеоперационных осложнений и достичь высокой степени функциональной автономии пациентов. Эти данные обосновывают целесообразность адаптации подобных подходов в отечественную клиническую практику как условие повышения эффективности медицинской реабилитации и качества жизни пациентов.

1.7 Экзоскелет. Роботизация. Искусственный интеллект

Технологии и наука быстро развиваются в течение последних лет, что привело к изменению методов и способов реабилитации. Новые стратегии обучения с помощью технологий могут применяться для обучения, контроля в реабилитации пациентов. Успехи современной цифровой индустрии в области разработки виртуальной реальности, искусственного интеллекта и роботизации не могут не влиять на жизненное пространство человека в целом и на область реабилитации в частности [9, 34].

В мировой и отечественной практике появились целый ряд цифровых продуктов и инструментов, основанных на виртуальной реальности и искусственном интеллекте, помогающих пациенту восстановиться после травм и

тяжелых заболеваний. Восстановление после протезирования тазобедренного сустава не стало исключением, и, учитывая распространённость ОА и количество проводимых операций, является крайне востребованной областью [36, 81].

Экзоскелет позволяет искусственно корректировать движения в процессе реабилитации после эндопротезирования [17, 53, 97]. Искусственная коррекция движений соединяет в себе лучшие свойства электростимуляции мышц и лечебной физкультуры. Электростимуляция мышечной ткани в покое позволяет целенаправленно действовать на конкретные мышечные группы, что способствует в короткие сроки восстановить функциональные способности мышцы [30, 58, 85].

Но электростимуляция не связана с движениями, данный пробел устраняется путём упражнений. Лечебная физкультура, в свою очередь, требует достаточно больших волевых усилий, что может быть доступно не каждому пациенту.

Сочетание экзоскелета с искусственным интеллектом позволяет использовать лучше характеристики лечебной физкультуры для стимуляции мышечной ткани, программа позволяет мягко регулировать нагрузку, используемую в носимой роботической конструкции, что позволяет постепенно наращивать возможности пациентов [96, 50]. Экзоскелет помогает купировать существующие продолжительное время нарушения походки. В некоторых случаях через месяцы после проведённого оперативного лечения у пациента сохраняется на подсознательном уровне щадящий алгоритм походки и патологически зафиксированное положение позвоночника. Экзоскелет позволяет исправить вредные стереотипы, и способствует полноценной реабилитации после операции по замене сустава [7, 66, 101].

За последние несколько лет наблюдается появление новых инструментов и способов, включающих искусственный интеллект. Роботизированные экзоскелеты за счет возможности ношения, адаптации к конкретному пациенту, возможности постоянного контроля стали широко применяться в медицинской реабилитации [13, 77, 79].

ИИ значительно расширяет возможности роботизированного экзоскелета. Экзоскелет с использованием ИИ позволяет установить угол сгибания конечности, дозировать амплитуду и интенсивность движения, задавать траекторию движения. Использование экзоскелета с ИИ становится в ряде клиник повседневной обязательной практикой [47, 88].

Надо отметить, что обязательные реабилитационные мероприятия необходимы в том числе и тогда, когда эндопротезирование проводится после травмы, требующей замены сустава, потому что пациенту все равно нужно привыкнуть к искусственному суставу и сбалансировать свои движения.

Тем не менее, применение традиционных методов требует значительных временных затрат и постоянного участия специалистов. Кроме этого, пациенты, при занятиях на протяжении длительного времени могут испытывать психологический дискомфорт и, со временем, терять мотивацию. Указанные причины оказывают, порой, значительное давление на достижение результата. В свете сказанного становятся крайне важными разработка и внедрение новых технологий [80].

1.8 Функциональные пробы, шкалы и тесты

В клинической практике в последнее время приобрели широкое распространение методы цифрового контроля с биологической обратной связью, которые применяются у пациентов. У лиц пожилого возраста системы обратной связи помогают определить способность поддержания равновесия тела и оценить риск падений. Тренажёры с биологической обратной связью (БОС) благодаря возможности тренировки внимания, удержания равновесия, баланса широко применяется в медицинской реабилитации [73, 84, 123].

Методы с использованием платформ с БОС обычно применяются со второго этапа после операции. Устройства могут графически отображать информацию, что удобно наблюдать и позволяет быстро оценить локомоторные функции пациента.

Кроме этого, для объективной оценки эффективности медицинской реабилитации крайне желательно применение валидных, надёжных и объективных шкал [70, 105].

Задачей эндопротезирования сустава является устранение имеющихся функциональных нарушений, но восстановить правильную биомеханику искусственного сустава не всегда удаётся, что влечёт за собой смену биомеханики сустава и, как следствие, нарушение его функции [6, 26, 62]. Показано, что допуски параметров эндопротеза, имеющих место в случае эндопротезирования, компенсируются во время ходьбы благодаря работе мышц [10, 43, 104].

Учитывая вышеизложенное, функциональное состояние мышц можно рассматривать как интегральный компенсатор изменений биомеханики сустава. Для достижения оптимальной биомеханики искусственного сустава важно учитывать не только возможности мышц, совершающих движение, но и инерционные характеристики нижней конечности, а также возникающие в суставе реактивные силы, энергетические затраты и выработка новых двигательных стратегий, которые будут определяться активностью пациента [33, 75].

Анализируя причины неудовлетворительных результатов эндопротезирования тазобедренного сустава, нельзя игнорировать изменения, происходящие в нем в случае развития дегенеративно-дистрофических процессов, а также адаптационные и компенсаторные двигательные стратегии, используемые организмом до и после протезирования. При коксартрозе в первую очередь уменьшается объем движений в тазобедренном суставе и снижается сила мышц тазового пояса, а болевой синдром, неизменный признак коксартроза, усиливает негативное влияние других факторов на опорно-кинематическую функцию и качество жизни пациента [20, 62].

Кроме того, у пациентов с длительным анамнезом и низкой предоперационной физической активностью, связанной со снижением общей функциональности, операция по замене сустава и последующая реабилитация может не достичь хорошего полного функционального результата. То есть, операция,

проведённая на терминальных стадиях ОА после многолетней дисфункции, достигает меньшего функционального результата, чем операция, проведённая в более ранние сроки [19].

Мышечная недостаточность может вызывать вывихи компонентов эндопротеза, развитие ипсилатерального артроза других суставов нижней конечности [65]. Причиной нарушения функциональной активности мышц в результате эндопротезирования суставов считают неадекватное восстановительное лечение в послеоперационном периоде. Но, необходимо отметить, что вынужденный компромисс сказывается не только на функции мышц, определяющих статико-динамические особенности нижней конечности, но и может приводить к развитию ряда осложнений, затрудняя дальнейшее восстановление мышечного тонуса, обеспечивающего полноценную функцию не только сустава, но и нижней конечности в целом. Указанная ситуация может служить иллюстрацией к нашему предположению о взаимосвязи и взаимозависимости причин неудовлетворительных результатов эндопротезирования.

Комплексное исследование причин послеоперационных нарушений опорно-двигательной функции конечности позволит оптимизировать поиск путей эффективного восстановления сопротивления после эндопротезирования, имеющее решающее значение для повышения его эффективности, предотвращения ипсилатеральной патологии суставов и повышение качества жизни пациента [40].

Эндопротез тазобедренного сустава - довольно «нежная» конструкция, которая, тем не менее, несёт большую физическую нагрузку. Для исключения возможных осложнений пациенту необходимо периодически приходить на приём к врачу. Первый амбулаторный осмотр обычно проводят через 3 месяца, второй – через полгода, третий – через год после операции. Во время осмотров проверяют походку, нагрузку на оперированную конечность, состояние костной ткани, окружающей протез, функциональное состояние самого искусственного сустава, тонус, целостность протеза.

Осложнения после операции

Любое оперативное вмешательство может сопровождаться осложнениями. Наблюдаются следующие типы осложнений:

- диастаз послеоперационной раны;
- вывих эндопротеза;
- асептическая нестабильность сустава;
- разрушение эндопротеза, перелом кости;
- инфекция ложа протеза.

Несмотря на высокое качество имплантатов и технику операции остаётся высоким процент осложнений после замены суставов. Часто встречаются рецидивирующие вывихи головки эндопротеза или нестабильность, требующие ревизионных вмешательств.

Частота повторных вывихов после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава достигает 20%, инфекционные осложнения 6,0-10,3%. Асептическая нестабильность компонентов искусственного сустава – наиболее часто, в половине общего количества операций [71, 74].

У 16-59% пациентов с вывихом головки эндопротеза, который устранён методом закрытого вправления, происходят повторные дислокации, чему способствует мышечная слабость, чрезмерная амплитуда движений, импиджмент компонентов эндопротеза вследствие неправильного подбора или неоптимальной установки его компонентов, которые трактуются как нарушение позиционной адаптации компонентов эндопротеза.

Причины нестабильности компонентов эндопротеза, обычно делят на погрешности конструкции протеза и недостаточная сила связочного аппарата, удерживающего элементы протеза. В профилактике вывихов головки эндопротеза в послеоперационном периоде большое значение имеет дизайн шейки, головки и

тазобедренного компонента эндопротеза. На этапе планирования операции подбирают компоненты эндопротеза так, чтобы восстановить биомеханику головки сустава.

Инфекционные осложнения эндопротеза являются сложной и нерешенной проблемой. Инфекции развиваются в 5-20 % всех оперативных вмешательств и значительно ухудшают результаты.

С ростом количества операций, разработкой новых качественных материалов постепенно уменьшается удельный вес пациентов с неудовлетворительными результатами после эндопротезирования крупных суставов нижних конечностей. Не подлежит сомнению, что хирургические дефекты операции исправить путём реабилитации чрезвычайно трудно, а подчас и невозможно. Тем не менее, сообщество врачей реабилитологов прилагает все усилия для того, чтобы уменьшить вероятность развития послеоперационных осложнений и внести существенный вклад в лечение столь социально значимой патологии.

Резюме литературного обзора

Современная реабилитация представляет собой важную отрасль здравоохранения, без которой невозможно полноценное физическое и социальное восстановление пациентов после обширных костно-суставных операций. Особенно это актуально на фоне продолжающегося увеличения заболеваемости деформирующими артрозами и роста травматизма. В то же время, увеличивающееся количество пациентов с потребностью в медицинской реабилитации требует от системы здравоохранения создания оптимальных организационных и клинических условий для оказания качественных услуг. К сожалению, на фоне продолжающейся тенденции общего старения популяции развитых стран, количество пациентов с проблемами опорно-двигательного аппарата будет только расти.

В свете вышеизложенного, становится крайне актуальным создание высокоэффективной, доступной, качественной системы реабилитации, которая бы учитывала все повышающиеся требования к оказанию услуг. В этой связи, очевидно, что использование современных цифровых возможностей может сыграть положительную роль в вопросах разработки программ восстановления, контроля за пациентами, обучения персонала.

В дальнейшем усовершенствовании программы медицинской реабилитации возможно использование современных цифровых возможностей удалённого доступа, динамики, контроля движений. В условиях современного общества назрела необходимость формирования полного контролируемого цикла реабилитации пациентов после обширных вмешательств на опорно-двигательном аппарате.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В главе представлены дизайн, этапы, методы исследования.

2.1. Дизайн исследования

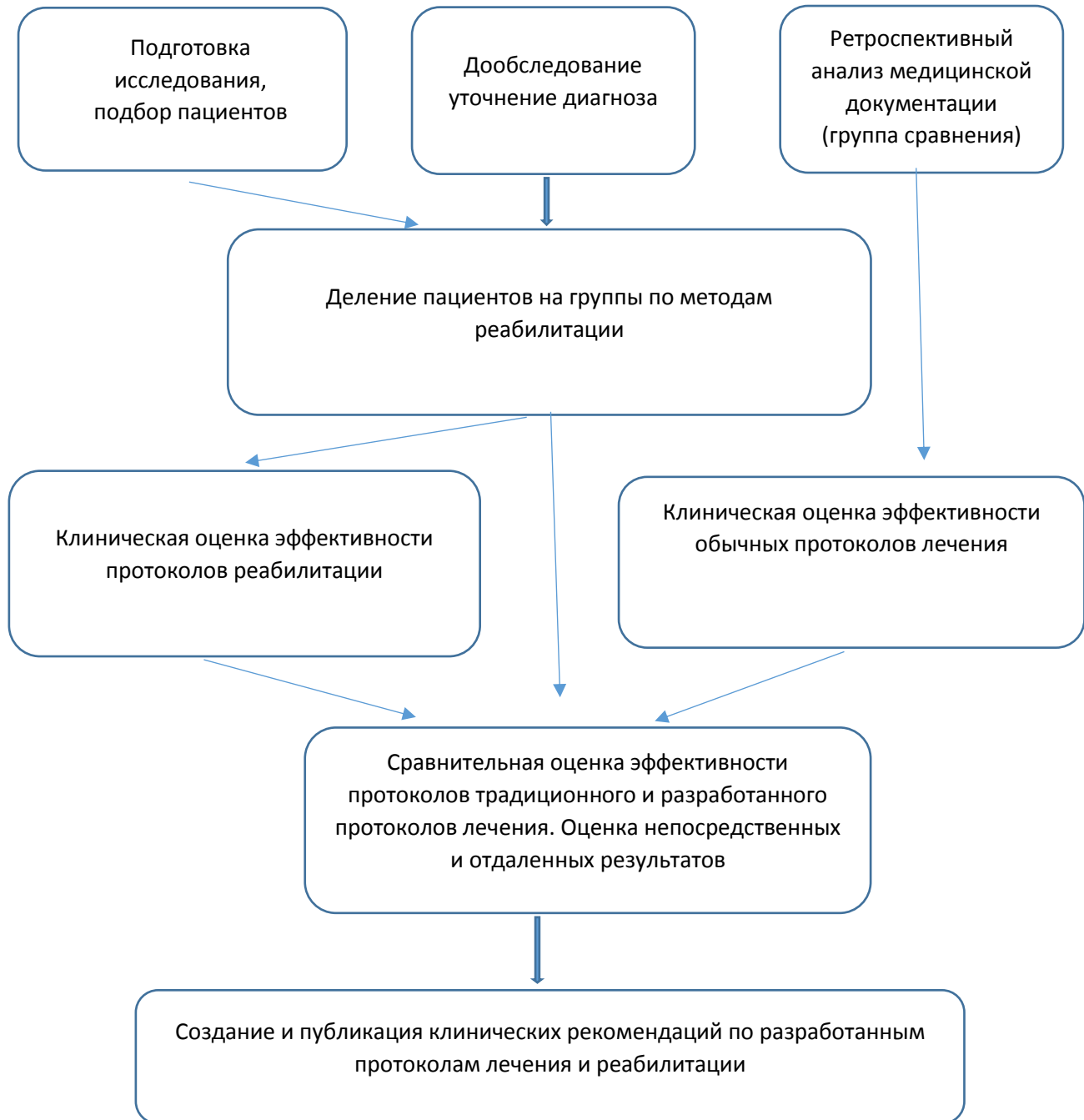


Рисунок 1 – Дизайн исследования

Согласно целям и задачам работы в исследование включены 130 пациентов возраста от 35 до 75 лет, проходивших стационарное лечение в отделении 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.

Основным принципом исследования было соблюдение этических норм, основанных на Хельсинской декларации. Вся деятельность медицинских работников, включая врачей, лаборантов и медсестёр, при проведении научных исследований с участием пациентов, должна была строго соответствовать установленным моральным и этическим стандартам. В качестве обязательных к исполнению этических норм использовалась международно признанная декларация, впервые представленная на Ассамблее Всемирной медицинской ассоциации в Хельсинки в 1964 г. под названием «Этические принципы медицинских исследований с участием человека». Декларация неоднократно обновлялась, а последние изменения были внесены на 59-й Генеральной Ассамблее Всемирной медицинской ассоциации в Сеуле в октябре 2008 года [100].

В соответствии с задачами исследования были установлены следующие критерии включения:

1. Наличие в анамнезе перенесённой операции эндопротезирования тазобедренного сустава.
2. Полная информированность пациента с объяснением целей и задач исследования, с подробным описанием возможных действий при изменении плана лечения или реабилитации. При этом, пациент должен подписать добровольное информированное согласие.
3. Пациент должен быть готов к выстраиванию долгосрочного сотрудничества с врачом и обязательному выполнению врачебных рекомендаций.

Критерии исключения из исследования:

1. Пациент не подписал добровольное информированное согласие, не выразил готовность участвовать в исследовании. С пациентом потеряна связь на каком-либо из этапов исследования.

2. Пациент принял самостоятельное решение прекратить участие в исследовании.

3. Психические отклонения и серьёзные психические заболевания.

4. Пациенты, страдающие онкологическими заболеваниями, исключались из исследования.

В нашей работе были установлены следующие критерии прекращения участия в исследовании:

1. Решение пациента прекратить своё участие в исследовании.

2. Возникновение в ходе наблюдения непреодолимых обстоятельств, исключающих возможность дальнейшего участия пациента.

Отбор осуществлялся из пациентов, поступивших в стационар после проведения оперативного лечения – эндопротезирования тазобедренного сустава. Методологически проводилась простая рандомизация. Все проведённые исследования базировались на собственных наблюдениях. У каждого пациента изучались все доступные данные официальных историй болезни, данные лабораторных анализов, заключения инструментальных исследований, консультации смежных специалистов по дополнительным и параклиническим методам обследования, заключения профильных специалистов по сопутствующим заболеваниям.

На каждого исследуемого заполнялись карты информированного согласия на исследование и приведены конкретные объёмы исследования, на которые следует получить добровольное информированное согласие.

Пациенты были разделены на две клинические группы: первая группа – основная, с программой реабилитации по разработанному в клинике протоколу, вторая группа – контрольная, по традиционным методам реабилитации.

В основной группе выделено 100 пациентов. В контрольной группе – 30 пациентов, у которых преимущественно проведено ретроспективное изучение карт лечения и реабилитации.

2.2. Этапы исследования

Обследование проводилось поэтапно. Все пациенты, отобранные в группы, проходили по каждому этапу нашего исследования. В соответствии с задачами работы на каждом этапе пациенты проходили запланированный порядок стандартных, специальных и инструментальных исследований. В случае возникновения необходимости коррекции или изменения тактики реабилитации на втором этапе исследования, все необходимые изменения тщательно фиксировались в карте пациента.

Таблица 3 – Этапы исследования

№	Этапы	Материал	Методы исследования	Единицы исследования
1.	Ретроспективный анализ медицинской документации и исследование пациентов, получавших стационарное лечение с 2019 по 2023 гг.	Стационарные и амбулаторные карты пациентов	Метод экспертных оценок, аналитический	Пациенты, получавшие лечение после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава

№	Этапы	Материал	Методы исследования	Единицы исследования
2.	Проспективный анализ медицинской документации и исследование пациентов, получавших стационарное лечение с 2020 по 2024 гг.	Карты пациентов отделения медицинской реабилитации стационара НКЦ № 2 ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского»	Метод экспертных оценок, аналитический	Пациенты, получавшие лечение и реабилитацию после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава по разработанной методике
3.	Разделение пациентов на группы, соответственно протоколам реабилитации	1-я группа – основная 2-я группа – контрольная	Метод экспертных оценок, информационный	Пациенты, получавшие лечение и реабилитацию после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава
4.	Дообследование пациентов, подписание информированного согласия	Проведение требуемых исследований	Статистический, математический, аналитический	Результаты обследований пациентов
5.	Лечебная часть и реабилитационная часть исследования по разработанной в клинике методике	Проведение общеклинических и дополнительных исследований	Статистический, математический, метод экспертных оценок	Пациенты, получавшие лечение и реабилитацию после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава
6.	Проведение специальных исследований	Проведение инструментальных исследований (рентген, КТ)	Статистический, математический	Результаты обследований пациентов

№	Этапы	Материал	Методы исследования	Единицы исследования
7.	Исследование пациентов после стационарного курса реабилитации	Проведение исследований	Статистический, математический	Результаты лабораторных и биохимических анализов пациентов.
8.	Исследование пациентов через 1 месяц после реабилитации	Проведение специальных исследований.	Аналитический, экспертный, математический	Статистические данные, данные исследований
9.	Исследование пациентов через 6 месяцев после реабилитации	Проведение специальных исследований	Аналитический, экспертный, математический	Данные исследований, статистические данные
10.	Проведение анкетирования пациентов	Анкетные данные пациентов после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава	Аналитический, экспертный, математический	Данные собранных анкет пациентов
11.	Сравнительный анализ результатов обследования в разных группах пациентов	Статистически обработанные результаты реабилитации пациентов	Аналитический, экспертный, математический	Статистические данные
12.	Внедрение рекомендаций по реабилитации пациентов после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава	Статистически обработанные результаты реабилитации пациентов	Разработка прогностической модели реабилитации пациентов	Результаты лечения и реабилитации, статистические данные

2.3. Характеристика групп

При распределении пациентов по группам, как уже отмечалось, применяли метод простой рандомизации, специальные субъективные условия при простой рандомизации не предусматривались.

Распределение групп пациентов по возрасту, показано в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение групп пациентов по возрасту

возраст	1-я группа – основная	2-я группа – контрольная
35 - 50	12	2
51 - 70	63	14
71 и старше	25	14
Всего	100	30

По сопутствующим заболеваниям распределение пациентов показано в таблице 4. У некоторых пациентов было зарегистрировано несколько сопутствующих заболеваний, в связи с чем сумма зафиксированных патологий больше общего количества пациентов. Было ожидаемым, что пациенты старшей возрастной группы, имеют к своему возрасту сопутствующие хронические заболевания. Сопутствующая нозология учитывалась в разработке индивидуальной программы реабилитации для каждого пациента.

Таблица 4 – Распределение сопутствующих заболеваний у пациентов

Сопутствующая нозология	Пациенты с ЭП ТБС	
	основная	контрольная
Ожирение III - IV степени	26	5
Сахарный диабет II типа, компенсированный	4	1
Сахарный диабет I типа, компенсированный	7	4
Гипертоническая болезнь	53	17
Гипотиреоз	5	20
Бронхиальная астма, контролируемая	2	1
Мочекаменная болезнь	3	3
Хронический пиелонефрит	4	3
Жировой гепатоз	2	2
Аутоиммунный тиреоидит	5	1

По показателю индекса массы тела и ожирения не выявлено статистически значимых различий между группами, что показано в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели индекса массы тела (ИМТ) по группам

показатель	основная группа	контрольная группа	достоверность
ИМТ	29,5±6,9	28,8±6,7	p>0.05

Продолжительность наблюдения.

Периодичность контроля пациентов после реабилитации: после завершения стационарного этапа, далее через 1 месяц, 3 месяца, 6 месяцев. Дальше контроль проводился ежегодно.

2.4. Характеристика методов исследования

Для объективной оценки реабилитационного статуса пациента проводились исследования по шкалам.

Шкала реабилитационной маршрутизации (ШРМ) определяет потребность пациента в проведении медицинской реабилитации на разных этапах. Оценка базируется на нарушениях функций организма и ограничениях жизнедеятельности (от 0 до 6 баллов).

0 - симптомов нет

1- отсутствие значимых нарушений

2- лёгкое нарушение функций

3- умеренное нарушение

4- выраженное нарушение проявлений жизнедеятельности

5- грубое нарушение процессов жизнедеятельности

6-нарушение крайней степени тяжести

Шкала визуально-аналоговой оценки боли (ВАШ) - субъективная шкала, которая используется для измерения интенсивности боли, испытываемой пациентом. Представляет собой линию длиной 10 см, на одном конце которой 0 (отсутствие боли), а на другом – 10 (максимальная боль). Пациент указывает на этой линии, как сильно он ощущает боль в данный момент (рисунок 2).



Рисунок 2 – Шкала визуально-аналоговой оценки боли

Оценка:

0 - отсутствие боли

1-3 - слабая боль

4-6 - умеренная боль

7-9 - сильная боль

10 - невыносимая боль

Шкала Бартел (Barthel Index) оценивает способность пациента выполнять базовые повседневные активности (ADL-Activities of Daily Living). Шкала включает 10 задач, баллы варьируются от 0 до 100, где 100 – это полная независимость.

0-20 баллов - полная зависимость

21-60 баллов - значительная зависимость

61-90 баллов - умеренная зависимость

91-99 баллов - минимальная зависимость

100 баллов - полная независимость

Шкала Ривермид (Rivermead Mobility Index) применялась для оценки уровня мобильности пациента. Оценивает способность пациента к самостоятельному передвижению и выполнению повседневных действий пациентом после оперативного лечения. Шкала содержит 15 вопросов, каждый вопрос оценивался как "да" (1 балл) или "нет" (0 баллов). Максимальное количество баллов - 15. Чем выше балл, тем лучше уровень мобильности пациента.

Шкала функциональной независимости (FIM - Functional Independence Measure) оценивает степень независимости пациента по 18 показателям. Использовалась для определения функциональных ограничений и нуждаемости пациента в посторонней помощи. Суммарный балл по всем пунктам может варьировать от 18 до 126 баллов (максимально возможный показатель).

Шкала Харриса (Harris Hip Score) применялась для комплексной оценки функционального состояния тазобедренного сустава у пациентов после

оперативного лечения. Шкала позволяет количественно оценить насколько успешно восстановилась функция сустава после операции.

Шкала Лекена (Lequesne Index) оценивает состояние суставов у пациентов с остеоартрозом, главным образом коленного и тазобедренного суставов, включает оценку трёх основных параметров: боль или дискомфорт, нарушения в повседневной активности (ходьба, подъём по лестнице), отклонения во времени и дистанции передвижений. Сумма баллов варьируется от 0 до 24, где более 14 баллов - крайне выраженные нарушения.

Рентгенографический контроль проводился планово в сроки 4, 8 недель после проведения эндопротезирования тазобедренного сустава. При необходимости обследование могло быть проведено в любое время по решению лечащего врача.

Физиотерапевтические методы лечения - занимают одно из ведущих мест в комплексной успешной реабилитации пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава. Эффективность данных методов обусловлена способностью стимулировать естественные процессы регенерации в организме.

Анкетирование

При проведении анкетирования пациентов руководствовались следующими принципами:

- анкеты должны быть достаточно короткими, чтобы пациент мог легко их заполнить и понятными;
- должны охватывать различные аспекты восстановления: физические, психологические, социальные;
- анкеты можно использовать для повторного опроса через некоторое время.

В нашем исследовании мы проводили анкетирование через 1 и через 6 месяцев после операции, что позволяло максимально отобразить с одной стороны скорость восстановления пациента, с другой стороны долгосрочные результаты реабилитации.

В нашем понимании анкета EQ-5D (EuroQol-5D) – это одна из наиболее оптимальных анкет, подходящих нашему исследованию. Анкета используется в различных медицинских исследованиях, позволяет оценить общее состояние здоровья, мобильность и психологический статус пациента и состоит из двух частей: опросника с пятью аспектами и визуальной аналоговой шкалы для самооценки здоровья.

Анкета отражает:

- информированность о программах медицинской реабилитации;
- подвижность (способность передвигаться без ограничений или с опорой);
- самообслуживание: способность заботиться о себе (например, умываться, одеваться и т.д.);
- повседневная активность: возможность выполнять обычные ежедневные задачи, такие как работа, учёба, домашние дела и т.д.;
- показатель боли/дискомфорта;
- степень тревожности или депрессивного состояния.

Каждая из указанных областей оценивается по трехуровневой шкале (1 – отсутствие проблем, 2 – умеренные проблемы, 3 – серьёзные проблемы).

На визуальной аналоговой шкале пациент самостоятельно оценивает уровень своего здоровья от 0 до 100 (максимальная цифра).

2.5. Статистическая обработка материала

Полученные результаты подвергались статистической обработке. Статистический анализ проводился с использованием R version 4.4.1. Рассчитались: средняя арифметическая и ошибка средней арифметической ($\pm m$).

Соответствие данных нормальному распределению проверяли с использованием критерия Шапиро-Уилка, теста Лиллиефорса (Колмогорова-Смирнова) и теста Андерсона-Дарлинга. Во всех случаях распределение не

подчинялось нормальному. Различия между двумя независимыми выборками (группами) проверяли с помощью критерия Вилкоксона-Манна-Уитни, который применяется для случаев ненормального распределения данных.

Для анализа качественных (номинальных) признаков и сравнения долей (процентов) в независимых выборках (основная и контрольная группы) применялся точный критерий Фишера. Сравнение распределения исходов реабилитации в зависимости от пола пациентов также проводилось с помощью точного критерия Фишера для таблиц сопряженности 2 x 2.

Анализ факторов, влияющих на успешность реабилитации проводился с использованием критерия хи-квадрат (χ^2) Пирсона.

Во всех случаях критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез принимался $< 0,05$.

Степень зависимости двух величин устанавливалась с помощью коэффициента корреляции Пирсона.

Применённые статистические методики отвечают требованиям современных технологий, полностью соответствуют последним достижениям в области ИТ. Позволяют решать любые задачи в области анализа и обработки данных, подходят для решения практических задач в медицине и научных исследованиях.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ КЛИНИКО-ОРГАНИЗАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Социально-демографическая и клиническая характеристика пациентов

В исследование были включены 130 пациентов, проходивших стационарное лечение и реабилитацию после эндопротезирования тазобедренного сустава. Все пациенты были распределены на две клинические группы: основную (n=100), где применялся разработанный протокол медицинской реабилитации, и контрольную (n=30), где использовалась стандартная программа.

Распределение по возрастным категориям было следующим: 35-50 лет – 14 пациентов (10,8%); 51-70 лет – 77 пациентов (59,2%); 71 и старше – 39 пациентов (30,0%; рисунок 3).

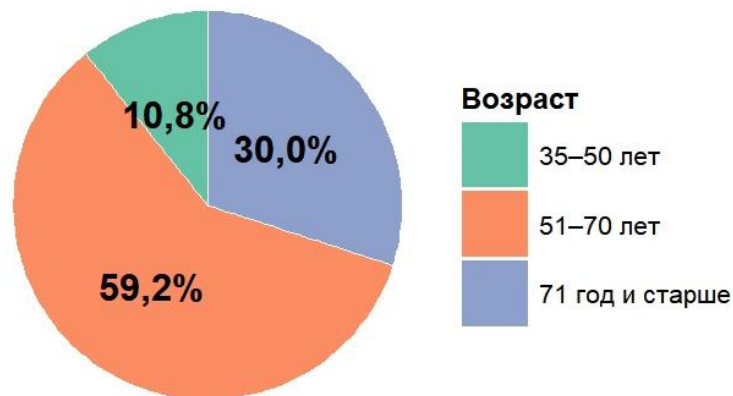


Рисунок 3 – Распределение по возрастным категориям контингента исследования

Распределение по половому признаку: женщины составили 99 пациентов (76,2%), мужчины – 31 пациент (23,8%) (рисунок 4). Полученные цифры

соответствуют данным об эпидемиологии коксартроза и частоте проведения протезирования у лиц старшей возрастной группы, особенно среди женщин (рисунок 4).

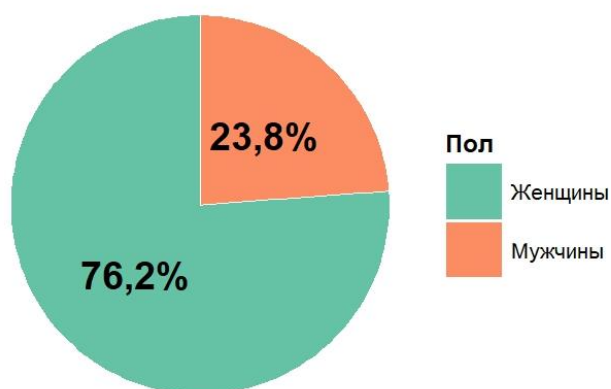


Рисунок 4 – Распределение по половому признаку контингента исследования

Средний индекс массы тела в основной и контрольной группах варьировал в пределах 28,8–29,5 кг/м², что соответствует избыточной массе тела. У ряда пациентов (особенно в возрастной категории 65+) имелось ожирение III–IV степени, что требует учёта при планировании реабилитационных мероприятий и оценки риска осложнений.

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.

Наличие коморбидной патологии требовало индивидуального подбора программы медицинской реабилитации с участием смежных специалистов (кардиолога, эндокринолога и пр.).

Все пациенты были госпитализированы планово по направлению травматолога после выявленных показаний к оперативному лечению. Включение в исследование

производилось с соблюдением принципов рандомизации, критериев включения и исключения. Для 30 пациентов контрольной группы проводился ретроспективный анализ историй болезни, а для 100 пациентов основной группы – проспективное наблюдение.

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. Отмечается, что около 70% пациентов начинали реабилитацию в течение 1-2 суток после операции; 30% пациентов – с задержкой более 3 суток (чаще по организационным причинам – отсутствие мест, неготовность пациента, нехватка специалистов).

В основной группе разработанная программа медицинской реабилитации начиналась в рамках персонализированного протокола, включающего раннюю активизацию, функциональную диагностику, применение массажа, физиопроцедур, сопровождение психолога и эрготерапевта.

В контрольной группе использовались общие схемы, без предварительного функционального анализа и без цифрового мониторинга прогресса.

В целом, социально-демографический профиль пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями опорно-двигательного аппарата, диктует необходимость развития специализированной системы реабилитационной помощи.

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

Разработанный протокол реабилитации предназначен для пациентов, перенёсших тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава. Программа включает поэтапную, индивидуализированную реабилитацию с использованием современных цифровых технологий и оценочных инструментов. Основная цель –

восстановление физической активности, снижение риска осложнений, повышение функциональной независимости и качества жизни пациента.

Реабилитационный процесс делится на три этапа.

Этап I (0–2 сутки после операции)

Проводится в отделении интенсивной терапии. Основные задачи - профилактика послеоперационных осложнений (тромбозов, застойных явлений в лёгких и др.), уменьшение болевого синдрома.

Применяемые мероприятия:

- ранняя вертикализация пациента (при отсутствии противопоказаний) под контролем врача, дыхательные упражнения, активизация дистальных отделов конечностей, упражнения для улучшения кровообращения);
- применение физиотерапии (с целью снятия отёка в послеоперационной области, уменьшения болевого синдрома);
- психологическая поддержка и мотивация к участию в реабилитации;
- эрготерапия.

Этап II (4–14 сутки после операции)

Проводится в отделении медицинской реабилитации. Основной акцент – формирование двигательных стереотипов, восстановление навыков самостоятельного передвижения и самообслуживания.

Применяемые мероприятия:

- ежедневные занятия с инструктором по лечебной физкультуре по индивидуальному протоколу с постепенным увеличением нагрузки;
- обучение правилам безопасной ходьбы и использования вспомогательных средств (костыли, трости);
- механотерапия с использованием тренажёров с БОС (биологической обратной связью);
- тренировка стереотипов ходьбы;

- электростимуляция отдельных мышечных групп, применение комплекса физиопроцедур;
- массаж;
- психологическая поддержка и мотивация к участию в реабилитации;
- эрготерапия.

На 2 этапе проводятся необходимые дообследования (ультразвуковое исследование вен нижних конечностей, рентгенологическое исследование оперированного сустава, консультации смежных специалистов).

Этап III (с 14 суток до 1 месяца)

Осуществляется в амбулаторных, санаторно-курортных условиях или в специализированных реабилитационных центрах. Основные цели - восстановление полного объёма движений, силы и выносливости, формирование уверенной походки, психосоциальная адаптация.

Применяемые мероприятия:

- индивидуальные и групповые занятия ЛФК;
- работа с роботизированными комплексами;
- использование биологической обратной связи (БОС) для контроля равновесия и корректировки движений;
- телемедицинское сопровождение и дистанционное наблюдение;
- обучение навыкам самообслуживания и возвращения к социальной активности.

Поздний восстановительный период (от 1-6 месяцев после проведения оперативного лечения).

Особенности протокола. Предоперационная подготовка (Prehab): начинается до операции и включает физическую активизацию, психологическую настройку и обучение пациента алгоритмам поведения в послеоперационный период.

Каждому пациенту формируется развёрнутый реабилитационный диагноз с учётом функций организма, структуры, активности и факторов среды.

Оценка эффективности проводится с использованием шкал Barthel, FIM, Harris Hip Score, Rivermead, ВАШ, EQ-5D, Лекена и др.

Контроль в виде осмотров и тестирований проводится через 1, 3, 6 месяцев и ежегодно, при необходимости – чаще.

Используемые технологии – цифровые платформы, механотерапевтические устройства, анкетирование качества жизни и функциональной независимости, сопровождение психолога и реабилитолога.

Сравнительные характеристики протоколов изображены в таблице 7.

Таблица 7 – Сравнительные характеристики разработанного и традиционного протоколов реабилитации

Этап реабилитации	Разработанный протокол	Традиционный протокол
I этап (0-3 сутки)	Раннее начало. Вертикализация пациента через 3-4 часа после операции. ЛФК. Физиопроцедуры. Ежедневные занятия с клиническим психологом. Эрготерапия.	Начало занятий с инструктором ЛФК со 2-3 суток после перевода в отделение.
II этап (4-15 сутки)	Индивидуальные или малогрупповые занятия (по 2-3 человека) с инструктором ЛФК, механотерапия с использованием тренажеров с БОС, физиопроцедуры, массаж, обучение безопасной ходьбе с опорой, психотерапия, эрготерапия.	Групповые занятия с инструктором (5-6 пациентов в группе), механотерапия. Физиопроцедуры.
III этап (от 1 до 6 месяцев)	Индивидуальные и групповые занятия ЛФК, тренажеры с БОС, обучение самообслуживанию и социальной активности. Телемедицинское сопровождение. Дистанционное наблюдение.	Отсутствие систематического наблюдения после выписки из стационара. Отсутствие осведомленности пациента о необходимости и возможности проведения 3 этапа

Протокол прошёл клиническое апробирование на выборке из более 100 пациентов и показал высокую эффективность в сравнении с традиционными методами реабилитации. Он может быть рекомендован к внедрению в практику профильных медицинских учреждений.

3.3. Организация маршрутизации и этапности медицинской реабилитации

Согласно действующему Приказу Министерства здравоохранения Российской Федерации от 31 июля 2020 г. №788н, медицинская реабилитация должна осуществляться по трёхэтапной системе, включающей первый этап – в стационаре хирургического профиля (начинается в первые 24-72 часа после операции); второй этап – в отделениях медицинской реабилитации на базе стационара или специализированного центра; третий этап – амбулаторный, санаторно-курортный или дневной стационар.

В рамках настоящего исследования проанализированы организационные особенности реализации каждого из этапов у пациентов основной и контрольной группы.

В основной группе трёхэтапная модель реализована в 100% случаев, с чёткой преемственностью между этапами 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 нехватки направлений, отсутствия информации, логистических сложностей).

Только 65% пациентов в контрольной группе прошли полный курс реабилитации, что существенно снизило общую эффективность оперативного вмешательства.

Фактическая длительность и охват пациентов на каждом этапе:

Этап 1 (в стационаре). Средняя длительность – 3,2 суток (вариабельность от 1 до 5 дней). 100% пациентов получали элементы ЛФК, дыхательной гимнастики, профилактику ТЭО.

Этап 2 (в стационарном или специализированном отделении). В основной группе – 100% охвата, продолжительность – 10-14 дней.

В контрольной – охвачено 78,3% пациентов, средняя длительность – 6,8 дней. Недостаточное время и объём вмешательств во второй группе нередко были следствием нехватки мест или несвоевременного перевода.

Этап 3 (амбулаторный). Основная группа, участие 100% пациентов (включая санатории, поликлиники).

Контрольная группа – участие 65%, с частыми отказами или отсутствием маршрута.

Пациенты, прошедшие 3-й этап, имели лучшие показатели адаптации и самообслуживания на 6 месяце наблюдения (по шкалам FIM, EQ-5D).

Кадровое и инфраструктурное обеспечение реабилитационного процесса

Качество реализации этапов напрямую зависит от доступности профильных специалистов и соответствующей материально-технической базы. Анализ показал, что в основной группе задействованы врачи ФРМ, инструкторы ЛФК, психологи, специалисты по БОС, физиотерапевты; единый информационный протокол наблюдения, позволяющий передавать данные между этапами.

В контрольной группе часто отсутствовал специалист по реабилитации (заменялся хирургом или травматологом); не применялись современные методы реабилитации, фиксировалась фрагментарность данных (пациенты после выписки не информированы о возможностях продолжения реабилитации).

В основной группе внедрены централизованные реабилитационные модули с возможностью межэтапного наблюдения.

В контрольной группе отмечались проблемы с координацией (особенно между 2 и 3 этапом), отсутствием согласованных шаблонов планов лечения.

Несмотря на существование нормативной базы и утверждённой трёхэтапной модели, фактическая реализация системы реабилитации у пациентов после эндопротезирования в ряде случаев носит фрагментарный и неструктурированный характер. Это снижает клиническую и социальную эффективность вмешательства.

Результаты анализа этапности и организации маршрутизации показали, что реализация полного трёхэтапного реабилитационного протокола с соблюдением принципов преемственности и междисциплинарного подхода способствует более высокому качеству восстановления пациентов. В основной группе все пациенты прошли полноценный курс реабилитации с чёткой координацией между этапами, тогда как в контрольной группе имели место пропуски этапов, дефицит специалистов и отсутствие цифрового мониторинга. Эти организационные недостатки напрямую повлияли на клинические исходы: пациенты основной группы демонстрировали более устойчивую динамику восстановления и лучшие показатели физической активности и самообслуживания. Можно заключить, что эффективность реабилитации зависит не только от используемых методик, но и от системной организации процесса, включая наличие кадров, технической базы и информационного сопровождения.

3.4. Эффективность программ реабилитации по клиническим шкалам

Анализ эффективности программ медицинской реабилитации у пациентов после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава проводился с использованием валидированных клинических шкал, отражающих уровень функциональной независимости, выраженность болевого синдрома и степень восстановления двигательной активности. Для объективной оценки результатов применялись шкалы FIM (Functional Independence Measure), Barthel Index, Harris Hip Score и индекс Лекена. Измерения производились на этапах: до операции, через 1

месяц и через 6 месяцев после операции. Сравнение между основной и контрольной группами выполнялось с помощью критерия Вилкоксона–Манна–Уитни (W).

Количественные результаты сравнения с указанием значений W и p представлены в таблице 6.

Таблица 6 – 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 = 0,007559*
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 $p < 0,05$.

Динамика по шкале Harris Hip Score

До операции различия между группами отсутствовали ($W = 1582$, $p = 0,6513$, таблица 6), что визуально подтверждается близким расположением столбцов (или точек) на рисунке 5а. Через 1 месяц после операции статистически значимых различий также не выявлено ($W = 1716,5$, $p = 0,2308$, таблица 6), хотя в основной группе отмечается тенденция к более высоким значениям (рисунок 5б). Однако через 6 месяцев зафиксировано значимое преимущество основной группы: $W = 1981,5$, $p = 7,559e-03$ (таблица 6, рисунок 5в). Это подтверждает, что к отдалённому периоду индивидуализированная реабилитация обеспечивает лучшее восстановление функции тазобедренного сустава по сравнению с контрольной программой.

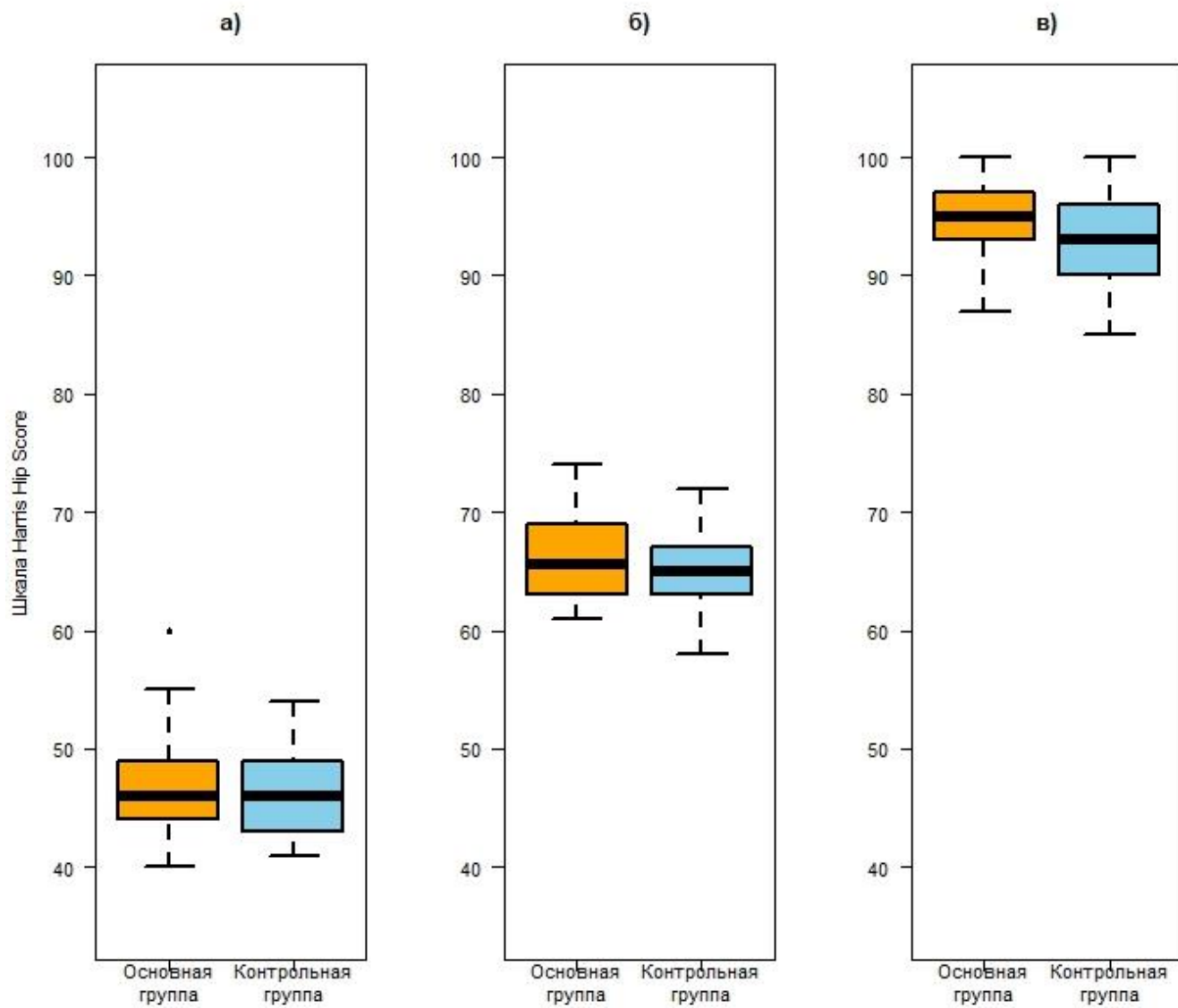


Рисунок – 5 Динамика функционального состояния сустава по шкале Harris Hip Score в основной и контрольной группах на этапах исследования: (а) до операции, (б) через 1 и (в) 6 месяцев после операции)

Динамика по индексу Бартела (Barthel Index)

Исходно группы были сопоставимы ($W = 1284$, $p = 0,2246$, таблица 6, рисунок 6а). Через 1 месяц после операции различия стали высоко значимыми: $W = 2191,5$, $p = 7,857e-05$ (таблица 6). На рисунке 6б видно отчётливое расхождение между группами в пользу основной. Через 6 месяцев разница ещё более выражена: $W = 2246$, $p = 1,319e-07$ (таблица 6), что визуально подтверждается максимальным разрывом между столбцами (или кривыми) на рисунке 6в. Таким образом, уже на раннем этапе после операции пациенты основной группы демонстрируют значительно лучшую способность к самообслуживанию и повседневной активности, причём этот эффект нарастает со временем.

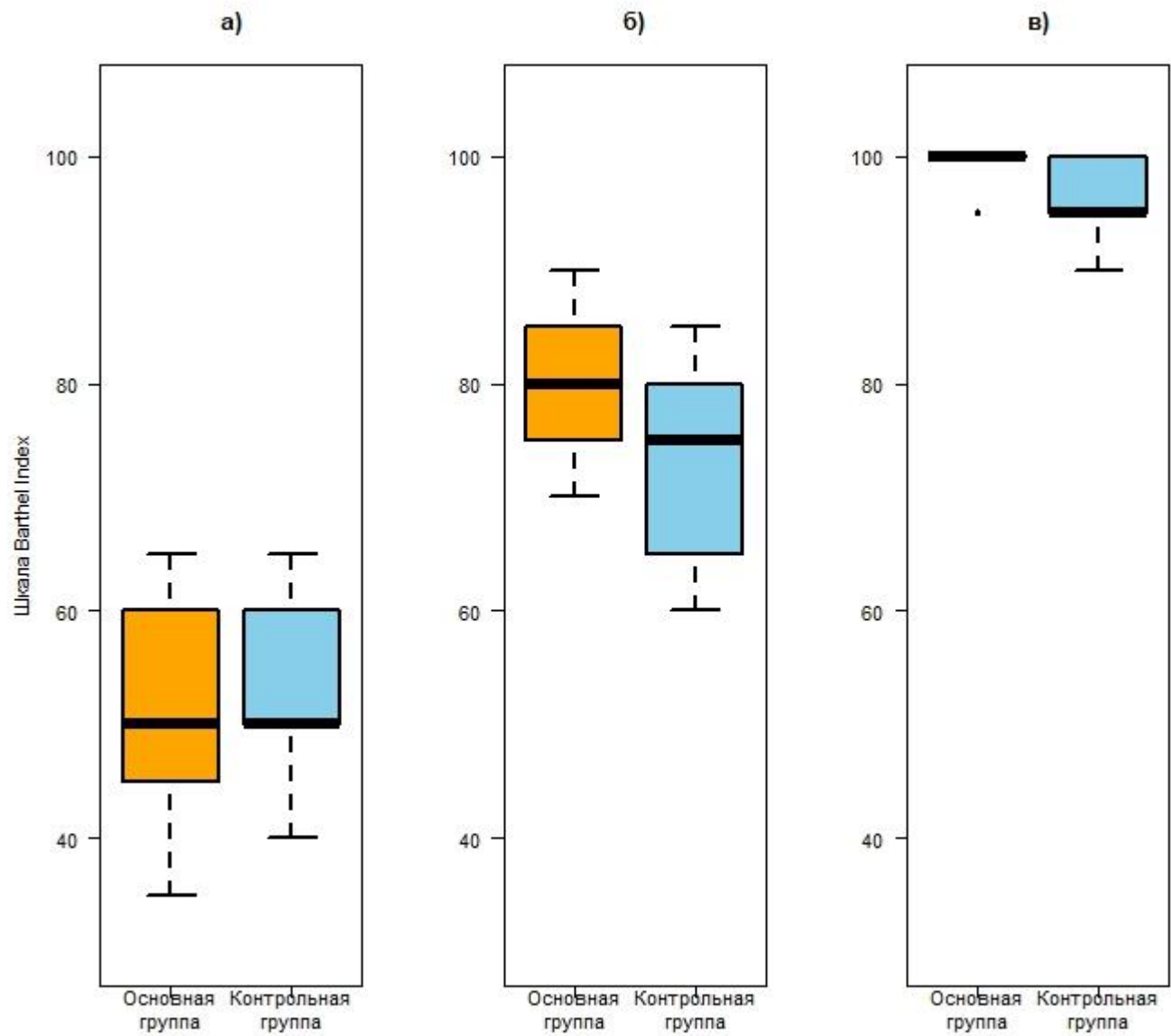


Рисунок – 6 Динамика функционального состояния сустава по шкале Barthel Index в основной и контрольной группах на этапах исследования: (а) до операции, (б) через 1 и (в) 6 месяцев после операции)

Динамика по индексу Лекена

На всех этапах статистически значимых различий между группами не получено: до операции ($W = 1351$, $p = 0,3876$, таблица 6, рисунок 7а; через 1 месяц ($W = 1224,5$, $p = 0,1009$, таблица 6, рисунок 7б); через 6 месяцев ($W = 1680,5$, $p = 0,2784$, таблица 6, рисунок 7в).

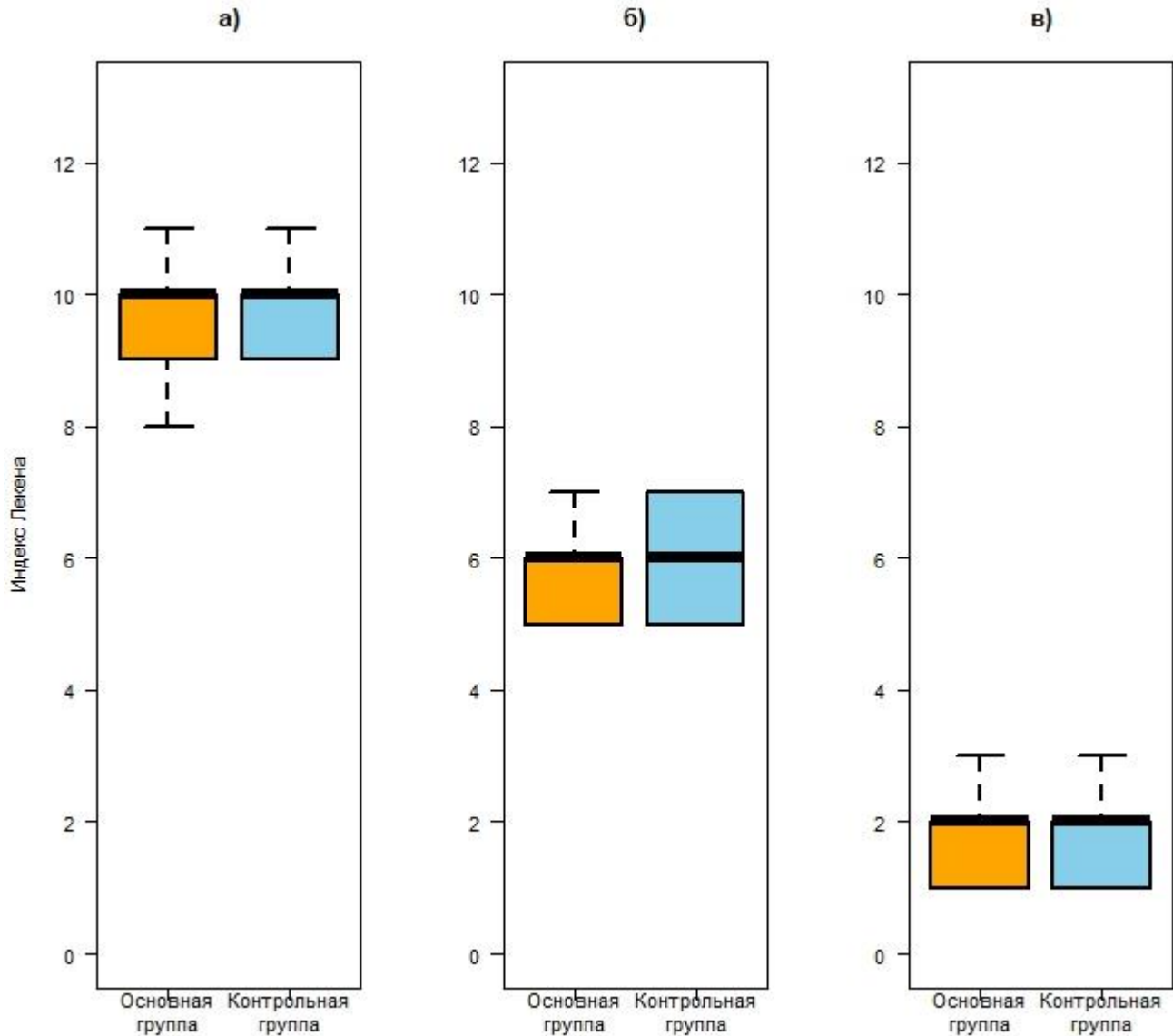


Рисунок 7 – Динамика функционального состояния сустава по шкале индекса Лекена в основной и контрольной группах на этапах исследования: (а) до операции, (б) через 1 и (в) 6 месяцев после операции)

Динамика по шкале FIM (Functional Independence Measure)

До операции различия отсутствовали ($W = 1800,5$, $p = 0,09576$, таблица 6, рисунок 8а). Через 1 месяц после операции выявлено крайне значимое различие в пользу основной группы: $W = 2760,5$, $p = 2,794e-12$ (таблица 6); на рисунке 8б это проявляется значительным превышением показателей основной группы над контрольной. Через 6 месяцев преимущество сохраняется: $W = 2319,5$, $p = 4,435e-06$ (таблица 6; рисунок 8в). Это свидетельствует о стойком и раннем улучшении функциональной независимости у пациентов, получавших индивидуализированную реабилитацию.

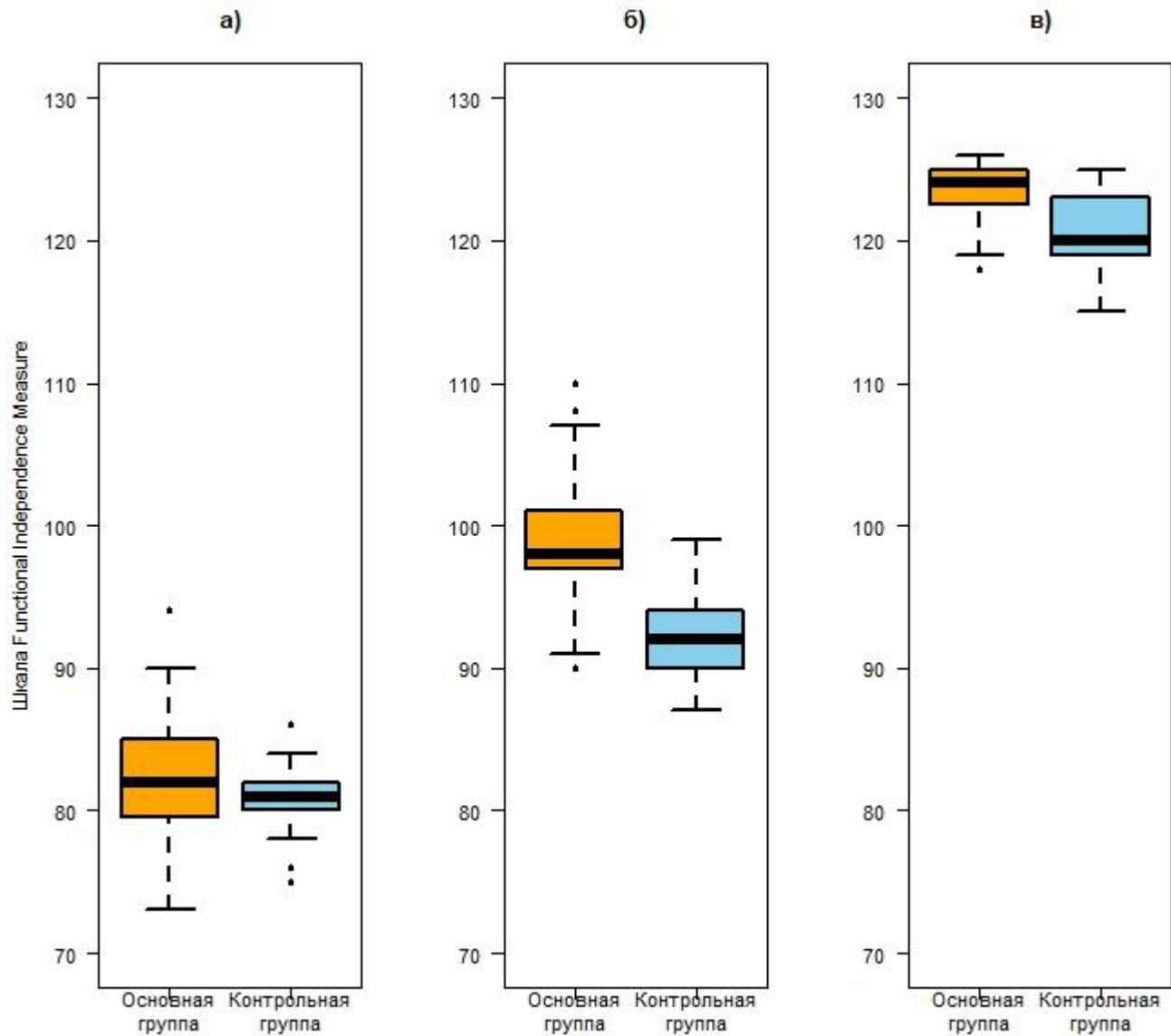


Рисунок 8 – Динамика функционального состояния сустава по шкале Functional Independence Measure (FIM) в основной и контрольной группах на этапах исследования (до операции, через 1 и 6 месяцев)

Анализ осложнений и повторных обращений

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.

Полученные данные подтверждают гипотезу о том, что использование персонализированного, комплексного реабилитационного протокола способствует более выраженному и стабильному восстановлению функционального статуса пациента. Выявленная разница в результатах между основной и контрольной группами подчёркивает значимость мультидисциплинарного подхода, современных технических средств и соблюдения принципов этапности и преемственности в организации медицинской реабилитации. Такие подходы не только улучшают клинические исходы, но и снижают нагрузку на систему здравоохранения за счёт уменьшения повторных обращений, инвалидизации и сроков нетрудоспособности.

3.5. Результаты анкетирования пациентов

В рамках оценки эффективности реабилитационных мероприятий использовались валидизированные инструменты анкетного контроля, позволяющие зафиксировать субъективное восприятие пациентами своего состояния и динамику качества жизни. Основное внимание было уделено анализу анкеты EQ-5D, охватывающей пять ключевых параметров: мобильность, самообслуживание, выполнение повседневной деятельности, наличие боли или дискомфорта, а также выраженность тревожности или депрессии. Дополнительно применялась визуальная аналоговая шкала (VAS), отражающая общее субъективное состояние здоровья по 100-балльной шкале.

Анкетирование проводилось в три временных точки: на момент завершения второго этапа стационарной реабилитации, через 1 месяц после выписки и спустя 6 месяцев. Такой подход позволил оценить не только краткосрочный, но и отсроченный эффект реабилитации с точки зрения пациента.

При анализе полученных анкет EQ-5D с субъективной оценкой пяти параметров состояния здоровья, каждый параметр оценивался от 1 (нет проблем) до 3 (серьёзные проблемы).

VAS (Visual Analogue Scale) - субъективная самооценка общего состояния здоровья от 0 до 100, где 0 - крайне плохое здоровье, 100 - максимально хорошее.

Полученные данные указаны в таблице 7.

Таблица 7 – Данные, полученные при анкетировании пациентов

Группа	Время	VAS	Боль/дискомфорт	Мобильность	Повседневная активность	Самообслуживание	Тревожность/депрессия
Контрольная	До	40.18	2.37	2.3	2.15	2.3	2.22
Контрольная	1 мес.	59.55	2.13	2	1.87	1.93	1.82
Контрольная	6 мес.	75.25	1.62	1.53	1.57	1.52	1.53
Основная	До	43.07	2.08	2.13	2.2	2.13	2.08
Основная	1 мес.	63.68	1.63	1.53	1.75	1.67	1.6
Основная	6 мес.	80.23	1.32	1.3	1.38	1.4	1.37

Как было принято в исследовании, меньшее значение по EQ-5D в основной группе означает более высокую степень восстановления - пациенты сообщают о меньших ограничениях в самообслуживании, активности, болевом синдроме и эмоциональном состоянии.

С целью выяснения статистической достоверности, был проведён статистический анализ, приведённый в таблице 8.

Таблица 8 – Статистический анализ результатов опроса в анкетах

Шкала	Вре мя	Среднее (основная группа)	Среднее (контроль ная группа)	t- стати сти ка	p- значе ние	Статисти чески значи мо ($p < 0.05$)
Мобильность	До	2.133	2.30	-1.438	0.153	ЛОЖЬ
Мобильность	1 мес	1.533	2.00	-3.557	0.001	ИСТИНА
Мобильность	6 мес	1.300	1.533	-1.973	0.051	ЛОЖЬ
Самообслуживание	До	2.133	2.300	-1.331	0.186	ЛОЖЬ
Самообслуживание	1 мес	1.667	1.933	-2.220	0.028	ИСТИНА
Самообслуживание	6 мес	1.400	1.517	-0.988	0.325	ЛОЖЬ
Повседневная активность	До	2.200	2.150	0.393	0.695	ЛОЖЬ
Повседневная активность	1 мес	1.750	1.867	-0.880	0.381	ЛОЖЬ
Повседневная активность	6 мес	1.383	1.567	-1.665	0.099	ЛОЖЬ
Боль/дискомфорт	До	2.083	2.367	-2.420	0.017	ИСТИНА
Боль/дискомфорт	1 мес	1.633	2.133	-3.813	0.0002	ИСТИНА
Боль/дискомфорт	6 мес	1.317	1.617	-2.717	0.008	ИСТИНА
Тревожность/депрес сия	До	2.083	2.217	-1.072	0.286	ЛОЖЬ
Тревожность/депрес сия	1 мес	1.600	1.817	-1.764	0.080	ЛОЖЬ
Тревожность/депрес сия	6 мес	1.367	1.533	-1.480	0.141	ЛОЖЬ
VAS	До	43.067	40.183	1.105	0.271	ЛОЖЬ
VAS	1 мес	63.683	59.550	1.593	0.115	ЛОЖЬ
VAS	6 мес	80.233	75.250	2.023	0.046	ИСТИНА

Проведённый сравнительный анализ показателей по шкалам EQ-5D и визуальной аналоговой шкале (VAS) между основной и контрольной группами на трёх временных этапах (до начал 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.

Уже через 1 месяц после начала реабилитационных мероприятий в основной группе наблюдается достоверное улучшение ряда ключевых показателей. Так, различие по шкале «Мобильность» достигло высокой степени статистической значимости ($p = 0.0005$), аналогичная ситуация наблюдается по шкале «Самообслуживание» ($p = 0.028$). Эти результаты свидетельствуют о более быстром восстановлении базовых двигательных и бытовых навыков у пациентов, проходивших лечение по оптимизированному протоколу.

На шестом месяце после операции также сохраняется тенденция к лучшим показателям в основной группе, особенно по шкале мобильности, однако различие оказалось на границе статистической значимости ($p = 0.051$), что может быть связано с выравниванием результатов в отдалённом периоде или влиянием внешних факторов (возраст, коморбидность, комплаентность).

Несмотря на положительную динамику и снижение среднего балла в контрольной группе, преимущество основной группы остаётся как по скорости восстановления, так и по стабильности результата. Показатели шкалы VAS, отражающей субъективную оценку состояния здоровья, также демонстрируют преимущество основной группы, однако не во всех временных точках разница достигает уровня статистической значимости, что, вероятно, связано с

индивидуальными особенностями восприятия и колебаниями настроения у пациентов.

Показатель самообслуживания (возможность самостоятельно принимать душ, одеваться, использовать туалет) также продемонстрировал существенное различие. Через 6 месяцев полную независимость в этих действиях отметили 88% пациентов основной группы и только 69% – в контрольной. В то же время 11% пациентов контрольной группы продолжали испытывать умеренные трудности в самообслуживании, что отражает недостаточность реабилитационной поддержки на амбулаторном этапе.

Полученные данные позволяют утверждать, что предложенный комплексный подход к реабилитации пациентов после эндопротезирования демонстрирует доказанную эффективность на ранних этапах восстановления, особенно в части функциональной автономии и двигательной активности. Это подчёркивает значимость персонализированного, этапного и мультидисциплинарного подхода в структуре реабилитационной помощи в условиях системы ОМС.

Отдельного внимания заслуживает компонент боли и дискомфорта. Уже через 1 месяц после выписки из стационара 74% пациентов основной группы оценивали уровень боли как «умеренный» или «незначительный», в то время как в контрольной группе такие ответы дали лишь 52% опрошенных. К шестому месяцу показатель 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). Эти данные полностью коррелируют с результатами по шкале ВАШ, где 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.

Психоземotionalные аспекты, отражённые в шкале тревожности/депрессии, также продемонстрировали существенные различия. На первом этапе наблюдения высокий уровень тревожности (2 балла и более) отмечался у 46% пациентов

контрольной группы и только у 21% основной. Через полгода эмоциональное состояние улучшилось в обеих группах, однако в контрольной сохранялось большее число пациентов с признаками эмоциональной нестабильности (17% против 5% в основной группе). Данный факт может быть связан с меньшей степенью информированности пациентов, отсутствием сопровождения психолога на всех этапах, а также со слабой организацией амбулаторного звена.

Результаты анкетирования подтверждают, что полноценная, этапная и персонализированная реабилитация оказывает не только объективное, но и выраженное субъективное положительное влияние на физическое и психоэмоциональное состояние пациентов. Уровень боли, степень самообслуживания и мобильности, а также эмоциональное благополучие значимо выше у пациентов, прошедших через все три этапа реабилитации по персонализированному с применением современных технологий и междисциплинарного сопровождения. Эти данные подчеркивают важность не только технической, но и организационной составляющей в системе медицинской реабилитации, особенно у лиц пожилого возраста, где качество жизни и самоощущение играют ключевую роль в профилактике социальной дезадаптации.

3.6. Анализ факторов, влияющих на успешность реабилитации

С целью более глубокого понимания причин вариабельности в исходах реабилитационного лечения был проведён дополнительный анализ ключевых клинико-демографических факторов, потенциально влияющих на эффективность восстановления. В качестве критериев успешности рассматривались значения по шкале FIM ≥ 122 , Barthel Index ≥ 97 и уровень боли по ВАШ ≤ 2 к шестому месяцу наблюдения. Статистическая обработка проводилась с использованием критерия хи-квадрат (χ^2) Пирсона.

Результаты проведённого анализа отображены в таблице 8.

Таблица 8 – 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	

Расчёты по таблице проводились отдельно по каждому параметру.

Возраст. Пациенты были разделены на три возрастные группы: до 50 лет, 51–70 лет и старше 70 лет. У лиц старше 70 лет на шестом месяце отмечалась меньшая вероятность достижения критериев полной функциональной независимости (лишь у 64% против 87% у пациентов 51–70 лет). Анализ показал, что нарастание возраста коррелирует со снижением скорости восстановления, особенно в аспекте мобильности ($r = -0.764$, $p = 1.18e-18$).

Что касается пола, то сравнительный анализ показал отсутствие статистически значимых различий между мужчинами и женщинами в конечных результатах по шкале FIM (критерий Вилкоксона-Манна-Уитни, $W=534.0$, $p = 0,511$). Однако у

женщин чаще отмечалась повышенная тревожность на всех этапах, что может влиять на комплаентность и субъективную оценку прогресса.

Пациенты с ИМТ ≥ 35 демонстрировали более медленную динамику восстановления и выше риск вторичных осложнений (корреляция между ИМТ и длительностью восстановления $r = 0.36$, $p < 0.05$). Кроме того, у этой категории чаще отмечались боли и ограничения в амбулаторной активности, особенно при сопутствующей патологии других суставов нижних конечностей.

Коморбидный статус оценивался по модифицированному индексу Чарлсона. Пациенты с индексом ≥ 3 достигали целевых функциональных показателей реже (73%) по сравнению с группой с индексом ≤ 2 (92%). Наиболее значимыми негативными факторами стали наличие декомпенсированной гипертензии, сахарного диабета II типа и хронической сердечной недостаточности или их сочетание.

Сроки начала реабилитации также оказали влияние на восстановление. Срок начала активной реабилитации (в первые 48 часов после операции) имел достоверное влияние на конечные показатели по FIM и Harris Hip Score. Задержка с началом мероприятий более 3 суток снижала вероятность достижения полной автономии через 6 месяцев на 18% ($p < 0.01$).

Кроме того, исследовался такой показатель, как комплаентность. Пациенты, выполнявшие $\geq 80\%$ назначений по персонализированному реабилитационному протоколу, достигали целевых показателей в 94% случаев, тогда как при низком уровне соблюдения режима (менее 50%) этот показатель составлял лишь 63%. Основными причинами несоблюдения режима были тревожные расстройства, недостаточная информированность и отсутствие мотивации.

Проведённый анализ ключевых клинико-демографических факторов показал, что успешность реабилитации после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава обусловлена не только объёмом и качеством медицинской помощи, но и индивидуальными характеристиками пациента. Возраст старше 70 лет, высокий индекс массы тела, выраженная коморбидность и позднее начало активной

реабилитации достоверно ассоциированы с замедленным восстановлением функционального статуса. Наибольшее влияние оказал уровень комплаентности: пациенты, строго соблюдающие реабилитационный режим, достигали целевых показателей почти в 1,5 раза чаще. Эти данные подчёркивают необходимость раннего старта восстановительных мероприятий, индивидуального подбора программ с учётом риска и системной мотивационной поддержки пациента на всех этапах лечения.

3.7. Сравнительный анализ организационно-экономической эффективности

Оценка организационно-экономической эффективности проведённых реабилитационных мероприятий проводилась с учётом как объективных клинических показателей восстановления, так и параметров, отражающих ресурсную нагрузку на систему здравоохранения, продолжительность и полноту восстановления трудовой и бытовой активности пациента. 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 суммарная продолжительность прохождения всех трёх этапов реабилитации в основной группе составила 39,5 дня (включая 3 дня первого этапа, 12 дней второго и около 24,5 дня амбулаторного наблюдения, включая посещение ЛФК, физиотерапии, сопровождение психолога, контрольные приёмы), тогда как в контрольной группе она была значительно короче – в среднем 24,2 дня. Причиной такой разницы служит как неполное охватывание пациентов второго и третьего этапов в контрольной группе, так и отсутствие систематического наблюдения после выписки из стационара. Несмотря на кажущуюся «экономия ресурсов» при сокращённой длительности реабилитации в контрольной группе, подобная стратегия

оказалась менее эффективной при оценке интегрального функционального исхода и уровня социальной адаптации.

Так, по результатам оценки через 6 месяцев после окончания лечения, в основной группе к самостоятельному бытовому и социальному функционированию (согласно шкалам FIM ≥ 122 , Barthel ≥ 97 и EQ-5D с минимальными ограничениями) вернулись 91,6% пациентов. В контрольной группе этот показатель составил 68,3%, при этом часть пациентов продолжала испытывать выраженные ограничения в самообслуживании, мобильности и нуждалась в посторонней помощи. По данным критерия Фишера, различия между группами оказались высокосignимыми ($p = 0,0013$), что подтверждает клиническую эффективность реабилитационной программы в основной группе. Доля пациентов, возобновивших выполнение простых домашних обязанностей или прежнюю социальную активность (посещение магазинов, прогулки, участие в семейных мероприятиях), в основной группе была также существенно выше. Данные отражают не только клиническую, но и общественную эффективность продлённой и организованной реабилитации.

С экономической точки зрения, расчёт затрат на одного пациента показал следующие результаты. Суммарные прямые расходы (включая пребывание в стационаре, процедуры, консультации специалистов, медикаментозное сопровождение и физиотерапевтические мероприятия) в основной группе составили в среднем 87,5 тыс. руб., тогда как в контрольной – 68,3 тыс. руб. То есть, использование более длительной и насыщенной программы реабилитации требует дополнительных затрат на этапе лечения. Однако анализ косвенных экономических последствий позволяет пересмотреть эту разницу с позиции долгосрочной выгоды. В частности, в основной группе среднее количество дней нетрудоспособности до возвращения к активной жизни (включая бытовую и профессиональную деятельность, если таковая сохранялась) составило 52 дня, в то время как в контрольной группе – 83 дня. Это означает, что пациенты, получившие более полную реабилитационную помощь, быстрее достигали уровня функциональной

независимости, снижая тем самым нагрузку на родственников и систему социального страхования.

Более того, в основной группе зарегистрирован лишь один случай установления группы инвалидности по завершении периода наблюдения, обусловленный онкологическим заболеванием, не связанным с основной патологией. В контрольной группе инвалидизация по профилю «заболевания опорно-двигательного аппарата» была зафиксирована у шести пациентов, причём в трёх случаях - по итогам повторного обследования через 6 месяцев. Такие данные свидетельствуют о прямом влиянии полноты и организованности реабилитационной помощи на снижение риска долговременной утраты трудоспособности и необходимости оформления инвалидности, что, в свою очередь, оказывает влияние на бюджет Пенсионного фонда и затраты Фонда социального страхования.

На основании полученных данных построена таблица 9, включающая показатели.

Анализ затрат, указанных в таблице, проводился в условных ценах 2023 года, на основании средних тарифов обязательного медицинского страхования и рыночных расценок на услуги медицинской реабилитации, действовавших на этот момент. В качестве источников использовались данные государственных учреждений, региональных приказов, а также прайс-листы профильных центров, применяющих аналогичные методы реабилитации.

Приведённые в таблице значения прямых расходов на одного пациента (87,5 тыс. руб. – в основной группе и 68,3 тыс. руб. – в контрольной) сформированы на основе анализа затрат по трём ключевым компонентам медицинской реабилитации.

Таблица 9 – Расчёт экономических показателей

Показатель	Основная группа	Контрольная группа	Комментарий
Общая продолжительность реабилитации	39,5 дня	24,2 дня	За счёт прохождения всех трёх этапов
Функциональная автономия через 6 мес. (FIM $\geq$ 122, Barthel $\geq$ 97)	91,6%	68,3%	Существенное преимущество основной группы в том числе, за счёт персонализированного подхода
Возврат к повседневной и социальной активности	Высокий уровень	Ограниченный	Отражает качество реабилитации
Средние прямые расходы на 1 пациента	87,5 тыс. руб.	68,3 тыс. руб.	Первичные расходы выше в основной группе
Средняя продолжительность нетрудоспособности	52 дня	83 дня	Меньшая потеря трудоспособности в основной группе
Инвалидизация к концу наблюдения	1 случай (не связан с ОДА)	6 случаев (по профилю ОДА)	Подтверждает профилактическую эффективность
Экономические последствия (социальные выплаты, нагрузка на систему)	Снижены	Выше	Долгосрочная выгода от комплексного подхода

Стационарное лечение (I и II этапы) – сюда включены затраты на койка-день, медикаментозное сопровождение, услуги врачей и среднего персонала, физиотерапию, ЛФК, массаж, психолог, эрготерапевт, питание и пр. Расчёт произведён на основе среднерыночных тарифов ОМС (в зависимости от региона) и стандартной длительности нахождения пациента в отделении.

Амбулаторный этап (III этап). Учитывались визиты к специалистам (реабилитолог, ЛФК, физиотерапевт, психолог), использование оборудования (БОС, механотерапия), цифровое сопровождение (телемедицинский контроль), а также групповые и индивидуальные занятия. Программа в основной группе предполагает более интенсивное и длительное амбулаторное наблюдение.

Дополнительные затраты на персонал и технологии – в основной группе учитывались расходы на использование современных технических средств (цифровые платформы мониторинга), а также расширенный состав мультидисциплинарной команды, что отражает более высокую стоимость, но и более полное покрытие реабилитационных потребностей.

Учитывая долгосрочные результаты и на основании полученных данных можно сделать вывод, что несмотря на относительно более высокие прямые расходы на одного пациента в основной группе, реализация структурированной и персонализированной трёхэтапной реабилитации оказывается экономически оправданной с точки зрения снижения длительности нетрудоспособности, уменьшения частоты осложнений, инвалидизации и связанных с ними социальных выплат. Данные выводы позволяют рассматривать внедрение подобного протокола как приоритетное направление совершенствования системы медицинской реабилитации в рамках ОМС, особенно в условиях старения населения и увеличения числа высокотехнологичных ортопедических вмешательств.

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВЫВОДЫ

4.1. Сопоставление с данными литературы и клиническими рекомендациями

Результаты проведенного исследования убедительно демонстрируют высокую клиническую и социальную эффективность персонализированной, этапной реабилитационной программы, адаптированной к возможностям пациентов в том числе пожилого возраста, перенёсших эндопротезирование тазобедренного сустава. Сопоставление этих результатов с данными отечественной и зарубежной литературы показывает как обоснованность выбранных стратегий, так и наличие актуальных проблем, препятствующих широкому внедрению прогрессивных подходов в систему обязательного медицинского страхования.

В частности, полученные значения по шкалам FIM, Barthel Index, Harris Hip Score и индексу Лекена в основной группе соответствуют лучшим данным, опубликованным в международных метаанализах [16, 76], где подчёркивается значимость ранней активизации, когнитивной поддержки, применение механотерапии с БОС. В исследовании Mayo Clinic (2020) и рекомендациях ERAS Society [94], отмечается, что пациенты, начавшие реабилитацию в течение первых 24-48 часов, восстанавливают функциональную независимость быстрее, имеют меньший уровень остаточной боли и реже нуждаются в повторной госпитализации. Сходную картину мы наблюдали и в своей выборке: пациенты, начавшие реабилитационные мероприятия на 1-2 сутки, достигали значимо лучших результатов по ключевым шкалам оценки.

Сравнение с российскими клиническими рекомендациями [116] выявляет как соответствие ключевым принципам (этапность, мультидисциплинарность,

функциональная направленность), так и определённые расхождения в части практической реализации. Например, в большинстве региональных учреждений до сих пор отсутствует чётко отлаженный переход от второго к третьему этапу реабилитации, что приводит к утрате преемственности и снижению общей эффективности процесса. По нашим данным, до 35% пациентов в контрольной группе не получали полного амбулаторного этапа, тогда как в основной группе охват составлял 100% за счёт централизованной координации и цифрового мониторинга.

Кроме того, выявленные в исследовании факторы - комплаентность, ИМТ, сроки начала восстановления – подтверждают данные многочисленных исследований о прямом влиянии индивидуальных характеристик пациента на конечный результат [19, 59]. Однако, в отличие от многих ранее проведённых работ, в нашем исследовании эти факторы были не только учтены, но и интегрированы в алгоритм персонализированной маршрутизации, что позволило достичь более высокой степени функционального восстановления в основной группе ($FIM \geq 122$ у 91,6% против 68,3% в контрольной).

Исходя из изложенного, можно утверждать, что полученные результаты находятся в русле современных доказательных подходов, подтверждают международные и национальные рекомендации и подчёркивают важность внедрения мультидисциплинарных, технологически поддерживаемых, индивидуализированных реабилитационных протоколов в рутинную клиническую практику, включая систему ОМС.

Соответствие результатам в условиях программ обязательного медицинского страхования

Одним из ключевых направлений анализа эффективности разработанной реабилитационной программы стало сопоставление полученных результатов с реальными условиями её реализации в системе обязательного медицинского

страхования. Это сопоставление принципиально важно, поскольку внедрение даже самых обоснованных клинических решений остаётся малоэффективным, если они не адаптированы к действующим экономическим и организационным механизмам здравоохранения.

На протяжении всей работы при разработке протокола и планировании этапов восстановления учитывались принципы, регламентированные приказом Минздрава Российской Федерации № 788н от 31 июля 2020 г., а также существующие возможности стационарного и амбулаторного реабилитационного звена в рамках обязательного медицинского страхования. Полученные результаты продемонстрировали, что даже в условиях базового финансирования можно добиться высоких показателей восстановления при условии строгого соблюдения этапности, мультидисциплинарного подхода своевременного начала мероприятий и персонализированного подхода.

В основной группе, где использовался структурированный протокол, опирающийся на действующие тарифы и принципы маршрутизации обязательного медицинского страхования, к шестому месяцу более 90% пациентов достигли значительной или полной функциональной независимости. Это говорит о том, что предложенная модель не требует выхода за пределы доступного инструментария обязательного медицинского страхования – при условии грамотного его использования. Например, большинство элементов протокола (ЛФК, механотерапия, физиотерапия, анкетирование, контроль по шкалам) входят в перечень услуг, оплачиваемых в рамках базовой программы. Даже роботизированная механотерапия и использование БОС в отдельных учреждениях внедряются за счёт внутренних ресурсов и являются технически реализуемыми в системе обязательного медицинского страхования.

В то же время, в контрольной группе, где восстановление осуществлялось по традиционной схеме – нередко с разрывами между этапами, отсутствием телемедицины, персонализированного подхода и слабым контролем на

амбулаторном уровне – эффективность была ниже. Это подчёркивает, что не столько само финансирование является ограничивающим фактором, сколько отсутствие координации и методологической чёткости. Наличие стандартов само по себе не обеспечивает результат - важна системная реализация утверждённой модели на каждом уровне оказания помощи.

Более того, в ходе исследования выявлена высокая зависимость эффективности от полноты прохождения всех трёх этапов, предусмотренных приказом Минздрава. Те пациенты, которые прошли реабилитацию в пределах одного учреждения без межэтапных разрывов и с сохранением преемственности, достигали значимо лучших функциональных результатов - независимо от возраста или коморбидности. Это подчёркивает, что даже в существующих условиях обязательного медицинского страхования возможно выстраивать эффективную реабилитацию, при условии соблюдения организационной логики, маршрутизации и планирования.

По нашим данным, результаты, полученные в рамках основного протокола, находятся в полном соответствии с возможностями, рамками и ресурсами программ обязательного медицинского страхования. Это делает предложенный подход не только клинически обоснованным, но и практически реализуемым в масштабах региональных и федеральных учреждений. Более того, это подчёркивает необходимость смещения фокуса – с попыток привлечения внешнего финансирования на системную работу внутри уже существующей модели, где потенциал реализован далеко не полностью.

4.2. Организационно-методические проблемы реабилитационной помощи

Несмотря на доказанную эффективность персонализированных и этапных подходов к реабилитации пациентов после тотального эндопротезирования, практическая реализация таких программ в условиях реального здравоохранения

сталкивается с рядом устойчивых организационно-методических ограничений. Даже при наличии нормативной базы, утверждённых стандартов и доступных в системе обязательного медицинского страхования. инструментов, обеспечивающих восстановление, добиться стабильных результатов в широкой практике оказывается затруднительно.

Основные сложности связаны не столько с отсутствием ресурсов, сколько с недостаточной координацией между уровнями оказания помощи, кадровым дефицитом, разрывами в преемственности и низкой степенью стандартизации на уровне амбулаторного и первичного звена. Как показали результаты нашего исследования, именно организационные несоответствия зачастую нейтрализуют потенциал даже качественно составленных реабилитационных планов. Анализ структуры системы показал: там, где не обеспечивается преемственность между этапами, не хватает специалистов, не используется система объективной оценки динамики, клинический результат существенно страдает.

Далее мы попробуем выявить и провести структурированный анализ основных «узких мест» в организации восстановительного лечения, с акцентом на их влияние на конечный реабилитационный результат. Особое внимание будет уделено нарушениям маршрутизации, проблемам кадрового обеспечения, дефициту методических регламентов и неразвитости амбулаторного этапа как критического компонента устойчивого восстановления.

Анализ «узких мест»: преемственность, кадры, стандартизация

Несмотря на наличие нормативной базы, регламентирующей этапность и содержание реабилитационного процесса, на практике сохраняется ряд серьёзных организационно-методических барьеров, препятствующих достижению устойчивых функциональных результатов. Ключевыми среди них являются недостаточная

преемственность между этапами, дефицит кадровых ресурсов, а также фрагментарность методических стандартов.

1. Нарушения преемственности этапов реабилитации.

Наиболее уязвимым звеном в организации помощи остаётся переход между вторым (стационарным) и третьим (амбулаторным) этапами. В ряде случаев отсутствует чёткий алгоритм маршрутизации пациента после выписки, что приводит к разрыву в наблюдении и снижению интенсивности восстановительных мероприятий. Как показало наше исследование, в контрольной группе более 30% пациентов не приступают к амбулаторной реабилитации своевременно или не проходят её вовсе по причинам, которые будут отображены чуть ниже. В итоге, пациенты, не получившие третий этап, демонстрировали худшие показатели по шкалам и индексам боли, а также более высокий риск вторичных осложнений и обращений за медпомощью.

2. Кадровый дефицит.

Кадровая проблема остаётся системной: даже в профильных учреждениях нередко отсутствуют специалисты по физической и реабилитационной медицине, психологи, а функции врача-реабилитолога формально исполняются травматологом или терапевтом без необходимой подготовки. По данным Союза реабилитологов России, количество сертифицированных врачей физической реабилитационной медицины (ФРМ) и инструкторов по лечебной физкультуре в регионах не покрывает потребности учреждений даже на базовом уровне. В ходе нашего исследования установлено, что только в основной группе, где функционирует мультидисциплинарная команда (врач ФРМ, физиотерапевт, врач по лечебной физкультуре, инструктор, психолог), удалось реализовать все три этапа с нужной интенсивностью. В контрольной же группе отмечался формальный подход: нагрузка ложилась на минимальный кадровый состав, зачастую без профильной специализации.

3. Методическая и клинико-информационная несогласованность.

Вопреки существованию клинических рекомендаций и федеральных стандартов, единая методическая база реабилитации после тотального эндопротезирования остаётся недостаточно регламентированной на уровне первичного и амбулаторного звена. В большинстве случаев программы восстановления составляются «по усмотрению врача», без чёткой унификации по объёму, продолжительности, используемым методикам. Это приводит к вариативности в качестве помощи, дублированию или пропуску ключевых этапов, а также невозможности прослеживания динамики на основе объективных критериев. Лишь в основной группе, где применялись цифровые платформы и шкалы оценки, удалось наладить системный контроль и адаптацию реабилитационного плана под пациента.

Анализ «узких мест» показывает, что отсутствие координированной преемственности между этапами, дефицит квалифицированного персонала и недостаток стандартизированных методических решений являются ключевыми ограничителями эффективности текущей системы медицинской реабилитации. Решение этих задач требует создания межуровневых маршрутов с информационным сопряжением, расширения сети образовательных программ по ФРМ и разработки типовых клинико-организационных протоколов, обязательных для применения в рамках обязательного медицинского страхования.

Недостатки текущей маршрутизации

Как уже было отмечено, одним из наиболее выраженных ограничений в существующей системе медицинской реабилитации является неэффективная и неполная маршрутизация пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава. Хотя трёхэтапная модель реабилитации формально закреплена нормативно, согласно тому же приказу Минздрава Российской Федерации №788н, её

практическая реализация остаётся фрагментарной и не всегда обеспечивает необходимую преемственность и полноту охвата.

1. Отсутствие формализованного алгоритма передачи между уровнями оказания помощи.

В большинстве случаев перевод пациента со второго на третий этап (из стационара в амбулаторное звено) осуществляется по усмотрению лечащего врача, без чётких критериев и маршрутизирующих инструментов. В результате часть пациентов не получает направления на дальнейшую реабилитацию или попадает в «очереди ожидания», теряя критически важное время в период пластичности двигательных навыков.

2. Нехватка реабилитационных мощностей на амбулаторном уровне.

Наше исследование показало, что до 35% пациентов контрольной группы не прошли третий этап реабилитации вовсе, чаще всего по организационным причинам – отсутствие мест в дневных стационарах, низкая доступность учреждений ЛФК в поликлиниках, слабое взаимодействие между хирургическими отделениями и амбулаторной сетью. Это подтверждается и федеральной статистикой: по данным Союза реабилитологов России, менее 60% пациентов с эндопротезами проходят полноценный курс послеоперационного восстановления.

3. Недостаток информирования пациента и низкая роль первичного звена.

Во многих случаях пациенты не получают достаточной информации о необходимости третьего этапа и механизмах его прохождения. Лечащие врачи на этапе стационарного лечения редко осуществляют полноценную навигацию пациента, а учреждения первичного звена (поликлиники) не располагают актуальными данными о поступивших пациентах, нуждающихся в продолжении реабилитации. Это приводит к пропуску сроков и снижению мотивации пациентов, особенно среди лиц с низким уровнем цифровой грамотности и социальной поддержки.

4. Отсутствие цифровой интеграции между учреждениями.

Проблема отсутствия единой информационной системы, связывающей стационары, реабилитационные центры, санатории и поликлиники, остаётся критичной. Отсутствие электронной преемственности между этапами препятствует объективной оценке прогресса пациента, корректировке плана реабилитации и оперативному реагированию в случае осложнений. В отличие от ряда зарубежных моделей (например, NHS в Великобритании), в России не реализована система автоматической маршрутизации на основании клинических данных.

5. Неоптимальное использование шкалы реабилитационной маршрутизации.

Хотя шкала реабилитационной маршрутизации разработана и рекомендована к применению для оценки нуждаемости в медицинской реабилитации, в большинстве учреждений она используется формально. Это приводит к неоправданной приоритизации некоторых пациентов и, наоборот, отказам в реабилитации тем, кто объективно в ней нуждается. При этом в нашей основной группе применение ШРМ позволило выстроить точечный индивидуальный маршрут, что напрямую отразилось на результатах восстановления.

Недостатки текущей маршрутизации пациентов после эндопротезирования являются следствием как системных, так и управленческих факторов. Для преодоления этих барьеров необходимо внедрение сквозных цифровых платформ, усиление роли координирующего звена (врача ФРМ), обязательное применение шкал маршрутизации и формирование региональных сетей с фиксированной маршрутной логикой. Только при этих условиях возможно обеспечить непрерывность, эффективность и доступность реабилитационного процесса в системе обязательного медицинского страхования.

Потребность в реорганизации амбулаторного этапа

Амбулаторный этап медицинской реабилитации, согласно действующим нормативам, является завершающим звеном трёхэтапной системы и критически важным с точки зрения закрепления достигнутых результатов, восстановления функциональной автономии и предотвращения вторичных осложнений. Однако проведённый анализ показал, что именно этот этап наименее организован и наименее охвачен в текущей практике, особенно в учреждениях первичного звена здравоохранения.

1. Низкий охват пациентов амбулаторной реабилитацией.

Как показало наше исследование, в контрольной группе только 65% пациентов фактически дошли до амбулаторного этапа, несмотря на его важность. Основные причины – отсутствие направления, слабая координация, а также перегрузка поликлинических служб. В ряде регионов дневные стационары и кабинеты ЛФК либо отсутствуют, либо функционируют формально, с минимальным объёмом услуг.

2. Отсутствие инфраструктуры и кадров в поликлиниках.

Большинство амбулаторных учреждений не располагают необходимой материально-технической базой (тренажёры, БОС, механотерапевтическое оборудование), а наличие врача ФРМ или инструктора ЛФК в штатном расписании является редкостью. В лучшем случае, пациенты получают 1-2 сеанса стандартной гимнастики в неделю без индивидуального плана и без динамического контроля прогресса.

3. Формализация подхода.

Часто реабилитация на амбулаторном этапе сводится к «отмечанию факта посещения» без реальной оценки функционального статуса пациента и без коррекции плана восстановления. Отсутствуют унифицированные маршруты и контрольные точки с объективной шкальной оценкой, что делает процесс субъективным и непрозрачным.

4. Недостаточная интеграция с санаторно-курортным лечением.

Хотя санаторный этап может эффективно компенсировать дефицит ресурсов в первичном звене, его использование ограничено бюрократическими барьерами, квотированием и отсутствием чёткой маршрутизации. Меньше трети пациентов фактически попадают в профильные санатории после стационарного лечения, при этом значительная часть из них не получает продолжения начатого плана реабилитации, что обнуляет эффекты предыдущих этапов.

5. Отсутствие моделей «домашней» или дистанционной реабилитации.

В условиях возрастающей доли пожилых пациентов и лиц с ограниченной мобильностью, развитие телереабилитации и удалённого контроля (например, через мобильные приложения, видеоконсультации, датчики активности) становится необходимым. Однако на практике такие модели почти не используются, хотя их эффективность доказана в ряде международных исследований и подтверждена в нашей основной группе, где элементы телемедицинского сопровождения использовались как часть протокола.

6. Отсутствие механизма оценки эффективности на амбулаторном этапе.

Без встроенной системы обратной связи (оценка результатов, сбор анкет EQ-5D, контроль и т.д.) невозможно судить о достижении целей реабилитации. В основной группе, где применялись такие инструменты, отмечена достоверно лучшая динамика по всем клиническим шкалам и более высокая удовлетворённость пациентов.

Текущее состояние амбулаторного этапа реабилитации требует реорганизации:

- создания междисциплинарных реабилитационных кабинетов в поликлиниках;
- обязательного наличия врача ФРМ;
- внедрения цифрового мониторинга;
- расширения форматов (дистанционная, выездная, групповая реабилитация);
- включения чётких клинических критериев эффективности;

- развития сотрудничества с частными и негосударственными центрами в рамках обязательного медицинского страхования.

Без этих шагов обеспечить преемственность и эффективность всего реабилитационного маршрута в условиях постоперационного восстановления, особенно у пожилых пациентов, невозможно.

4.3. Влияние цифровых технологий и инноваций на эффективность медицинской реабилитации

В условиях стремительного развития медицины и технологий традиционные подходы к реабилитации постепенно уступают место более гибким, персонализированным и технологически насыщенным моделям восстановления. Особенно актуально это для пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава, где эффективность реабилитации напрямую зависит от своевременного восстановления двигательной функции, мотивации пациента и точности дозирования нагрузки. Цифровые и роботизированные технологии открывают качественно новые возможности - не только в повышении эффективности лечебных мероприятий, но и в обеспечении их непрерывности, контроле результатов и индивидуализации плана.

Современные решения, такие как экзоскелетные системы, модули искусственного интеллекта (ИИ), технологии биологической обратной связи (БОС), а также цифровые платформы мониторинга и телереабилитации, начинают внедряться в клиническую практику и демонстрируют убедительные результаты. Однако их интеграция в систему рутинной помощи требует не только технической и кадровой готовности, но и нормативного признания в рамках программ обязательного медицинского страхования.

Мы рассмотрим ключевые виды технологий, применённых в рамках исследуемой реабилитационной модели, и проанализируем их влияние на динамику восстановления, клинические и субъективные показатели, а также на

организационные и экономические аспекты. Особое внимание уделено вопросам объективного контроля эффективности, потенциалу масштабирования таких решений и их роли в формировании новой парадигмы восстановительной медицины.

ИИ, БОС

Современные технологические решения - системы биологической обратной связи (БОС) и модули на основе искусственного интеллекта (ИИ) – становятся ключевыми инструментами в восстановлении пациентов после эндопротезирования крупных суставов. Их использование позволяет не только улучшить двигательную функцию, но и повысить мотивацию, сократить сроки восстановления и снизить риск осложнений, что особенно актуально у лиц пожилого возраста с исходной соматической и функциональной уязвимостью.

Системы биологической обратной связи (БОС) были применены для визуального контроля над выполнением движений и тренировки равновесия. Они оказывались особенно полезными в восстановлении устойчивости походки, опорной функции и предотвращении падений. Пациенты получали аудиовизуальные сигналы, отражающие точность их движений, что способствовало формированию навыка самоконтроля и осознанной коррекции ошибок. Установлено, что применение БОС уже через 2–3 недели после операции улучшает постуральный контроль и уменьшает выраженность тревожности, часто сопутствующей периоду восстановления.

Роботизированные биомеханические системы с биологической обратной связью применяются с целью лечебной диагностики состояния опорно-двигательного и нейромышечного аппаратов пациента. Их применение в рамках на втором и третьем этапах медицинской реабилитации, как показано в нашем исследовании, способствовало формированию правильных двигательных паттернов, устранению «щадающей» походки и мышечных компенсаторных стереотипов. Особенно важным оказалось использование мультисуставных роботизированных модулей у пациентов, длительное время испытывавших ограничение движений вследствие болевого синдрома и страха падений. У таких пациентов восстановление

физиологической биомеханики происходило быстрее и устойчивее, чем при традиционных методах ЛФК.

Искусственный интеллект (ИИ) расширяет функциональные возможности комплексов, обеспечивая адаптацию параметров тренировки в режиме реального времени. В ходе исследования использовались модули ИИ, отслеживающие амплитуду движения, симметрию шага, угол сгибания в тазобедренном суставе и другие биомеханические параметры. Полученные данные анализировались системой и позволяли автоматически регулировать нагрузку, что исключало риск перегрузки и обеспечивало индивидуализацию каждого занятия. Кроме того, ИИ формировал прогноз восстановления и предлагал корректировки в программе на основе достигнутой динамики.

Комплексное применение таких многофункциональных, интегрированных систем позволило реализовать целостную модель «умной» реабилитации, при которой обеспечивается не только физическая поддержка, но и когнитивное сопровождение пациента, обратная связь, обучение и цифровая документация результатов. В основной группе, где такие решения применялись в расширенном виде, зафиксирована достоверно более высокая эффективность по шкале Harris Hip Score и более быстрое достижение целевых значений FIM и EQ-5D.

Тем не менее, применение этих технологий ограничено рядом факторов. В первую очередь – это высокая стоимость оборудования, дефицит специалистов, способных использовать такие комплексы, и отсутствие в настоящее время механизмов полноценной компенсации таких затрат в рамках обязательного медицинского страхования. Отмечается также нехватка методических рекомендаций, регламентирующих показания, длительность и частоту занятий с использованием данных средств.

Таким образом, включение роботизированных технологий, модулей ИИ и БОС должно рассматриваться не как изолированный инновационный компонент, а как часть новой парадигмы в реабилитации – технологически расширенной,

персонализированной и управляемой. Их внедрение в клиническую практику требует не только технической готовности учреждений, но и реформы нормативной базы, включая их учёт в клинических рекомендациях и тарифах обязательного медицинского страхования. Такие шаги позволят не только повысить качество помощи, но и обеспечить её равную доступность для широких слоёв населения.

Возможности мониторинга и контроля результатов

Эффективность реабилитационного процесса после тотального эндопротезирования крупных суставов зависит не только от набора применяемых методов, но и от качества системной оценки динамики восстановления. Современные подходы в медицинской реабилитации делают акцент на непрерывный мониторинг, объективную фиксацию результатов и оперативную корректировку реабилитационной программы на основании достоверных данных. Это особенно важно при работе с пожилыми пациентами, где незначительные отклонения в состоянии могут привести к серьёзным функциональным потерям.

1. Применение шкал и стандартизированные протоколы оценки.

Применение валидированных клинических шкал позволяет оценить как физическую функцию, так и субъективное качество жизни. В нашем исследовании регулярное использование этих шкал (на этапе поступления, после 2-го этапа, через 1, 3 и 6 месяцев) обеспечивало объективную оценку прогресса и позволяло вовремя реагировать на ухудшение состояния. В частности, динамика по шкале FIM и Harris Hip Score служила основанием для перехода между этапами, а индекс Лекена - индикатором остаточной боли и скованности, требующих доработки программы ЛФК или усиления физиотерапии.

2. Цифровые платформы для сбора и анализа данных.

В основной группе использовались цифровые решения, позволяющие врачам и специалистам ЛФК фиксировать каждый этап реабилитационного процесса в

электронном виде. Это обеспечивало прозрачность наблюдения, преемственность между специалистами на разных уровнях (стационар → амбулаторное звено) и возможность ретроспективного анализа результатов. Такие платформы поддерживают автоматическую визуализацию динамики по ключевым шкалам, формируют индивидуальные отчёты и облегчают принятие управленческих решений как на уровне учреждения, так и региональной системы здравоохранения.

3. Сенсорный мониторинг и носимые устройства.

В отдельных случаях у пациентов применялись носимые датчики (трекеры активности, устройства оценки шага), которые позволяли по приложению отслеживать объём двигательной активности, длительность и качество походки. Это особенно важно в амбулаторный период, когда пациенты могут как переоценивать, так и недооценивать свою активность. Полученные данные использовались для обратной связи с врачом, настройки программы упражнений и контроля за соблюдением режима. Подобные технологии могут стать основой для развития телереабилитации в условиях удалённых территорий или для пациентов с ограниченной мобильностью.

4. Биологическая обратная связь и оценка нейромоторного прогресса.

Применение БОС позволяет не только обучать пациента правильным двигательным паттернам, но и регистрировать точные параметры выполнения движений - симметрию, амплитуду, продолжительность фазы опоры и перенос. На основании этих данных можно формировать объективную оценку эффективности восстановительного цикла, выявлять скрытые дефициты и своевременно вводить коррекционные меры (например, дополнительную электростимуляцию или коррекцию ортезов).

5. Анкетирование и субъективная самооценка.

Наряду с объективными шкалами, важным инструментом мониторинга является регулярное анкетирование пациентов. В исследовании использовалась анкета EQ-5D, позволяющая отразить такие параметры, как боль, мобильность,

тревожность и общее качество жизни. Именно субъективные данные позволяют выявить снижение мотивации, латентные страхи, неуверенность, требующие внимания психолога или адаптации режима тренировок. Такой подход соответствует современным стандартам person-centered care (медицины, ориентированной на пациента).

6. Реабилитационный диагноз и контроль его динамики.

Использование расширенного реабилитационного диагноза по международной классификации функционирования позволило зафиксировать конкретные функциональные цели и отслеживать их достижение. По мере выполнения задач (восстановление стереотипа походки, повышение силы мышц, устранение боли), план реабилитации адаптировался. Это обеспечивало не только структурированный подход, но и максимальную индивидуализацию в пределах утверждённого протокола.

Контроль результатов и мониторинг состояния пациента являются неотъемлемой частью современной реабилитации. Их реализация требует внедрения цифровых решений, применение шкал, активного использования анкет и сенсорных технологий. Только при системном и объективном подходе можно обеспечить высокую клиническую эффективность, рациональное использование ресурсов и высокую удовлетворённость пациента результатами восстановительного лечения.

Целесообразность внедрения в систему обязательного медицинского страхования

Инновационные технологии – экзоскелеты, ИИ-модули, БОС-системы – наглядно демонстрируют клиническую эффективность и потенциал к улучшению исходов медицинской реабилитации. Однако ключевым условием их широкого применения становится включение этих решений в систему обязательного медицинского страхования, которая в текущей парадигме ориентирована

преимущественно на базовые, стандартизированные формы восстановительного лечения. Именно здесь возникает необходимость не столько технической, сколько организационно-экономической трансформации реабилитационной модели.

Анализ нашего исследования показывает, что пациенты, проходившие курс с использованием технологий нового поколения, достигали функциональной независимости быстрее, демонстрировали меньший уровень остаточной боли и лучшее качество жизни через шесть месяцев после операции. Более того, у них была значительно ниже частота повторных обращений, дополнительных консультаций и необходимости в госпитализации по поводу нарушений походки, контрактур или других осложнений. То есть, уже в краткосрочной перспективе такие технологии оправдывают себя не только клинически, но и с экономической точки зрения.

Однако вне рамок целевого финансирования или участия в исследовательских программах подобные технологии на данный момент недоступны большинству пациентов. Это создаёт неравенство в доступе к современным методам и сохраняет разрыв между потенциально достижимыми и фактически реализуемыми результатами лечения. Включение роботизированных комплексов и цифровых решений в тарифы обязательного медицинского страхования стало бы инструментом устранения этого разрыва и важным шагом в сторону выравнивания качества медицинской помощи.

Сдерживающим фактором остаётся высокая начальная стоимость оборудования, требующая обоснования в контексте системы софинансирования или амортизационного подхода. Однако в расчёте на одного пациента, особенно в долгосрочной перспективе, расходы оказываются вполне сопоставимыми с затратами на традиционные курсы реабилитации – с тем отличием, что инновационные методы обеспечивают более устойчивые и предсказуемые результаты. Кроме того, их использование позволяет сократить сроки нетрудоспособности, снизить нагрузку на амбулаторное звено и сократить частоту

инвалидизации – то есть оказывает прямое влияние на смежные сферы государственного финансирования.

Важно подчеркнуть и фактор готовности кадровой базы. Как показывает опыт нашей клиники, при наличии специализированных специалистов (врачей ФРМ, инструкторов по работе с роботизированным оборудованием, координаторов цифрового сопровождения) внедрение этих технологий возможно без серьёзной перестройки всей системы. Более того, при грамотной маршрутизации и централизованной модели оказания помощи (на базе региональных реабилитационных центров) возможно интегрировать эти технологии выборочно – для пациентов с высокой мотивацией, осложнённым анамнезом или высоким риском функциональной зависимости.

С практической точки зрения, целесообразным представляется внедрение этих методов на уровне 2-3 этапа реабилитации, с компенсацией их стоимости через систему обязательного медицинского страхования по специальным тарифам, аналогично высокотехнологичной медицинской помощи. Это позволит не только обосновать затраты, но и обеспечить формирование статистики, на основе которой можно будет масштабировать инициативу и корректировать её экономическую эффективность.

Можно резюмировать, что интеграция роботизированных и цифровых технологий в реабилитацию через механизмы обязательного медицинского страхования – не только логичный, но и стратегически необходимый шаг. Он позволит не просто модернизировать устаревшие протоколы, но и выстроить по-настоящему результативную и устойчивую модель медицинской помощи, ориентированную на качество жизни, функциональную независимость и снижение долгосрочных социальных затрат.

4.4. Факторы, влияющие на устойчивость результата и социальную адаптацию

Восстановление после эндопротезирования крупных суставов само по себе не является конечной целью реабилитационного процесса. Ключевым критерием его успешности выступает не только восстановление утраченных функций, но и устойчивое возвращение пациента к максимально возможной самостоятельности, активной социальной жизни и психологическому благополучию. Именно устойчивость результата – его долговременное сохранение и способность противостоять функциональному регрессу – определяет реальную ценность проведённых мероприятий.

Установлено, что на эту устойчивость влияет не только объём и качество медицинской помощи, но и целый спектр дополнительных факторов – от степени психологической готовности пациента до уровня организационного сопровождения после выписки. Значимую роль играют субъективное восприятие прогресса, наличие или отсутствие социальной поддержки, своевременность начала реабилитации, её этапность и преемственность, а также доступность амбулаторного сопровождения. Пренебрежение этими составляющими даже при хорошем стационарном результате способно привести к быстрой утрате достигнутого функционального уровня и снижению качества жизни.

Далее мы определим ключевые факторы, определяющие долгосрочную эффективность и устойчивость результатов – субъективную самооценку пациента, психоэмоциональные и социальные аспекты, а также роль раннего и этапного сопровождения. Анализ этих компонентов позволяет расширить взгляд на реабилитацию - как на комплексный, многоуровневый процесс, в котором медицинская составляющая лишь одна из взаимосвязанных граней успешного восстановления.

Роль анкетирования и субъективной оценки пациента

Современные подходы к медицинской реабилитации после эндопротезирования, требуют не только объективной оценки функционального восстановления, но и обязательного учёта субъективного восприятия результата со стороны самого пациента. Именно анкетирование и субъективная самооценка становятся тем связующим звеном, которое позволяет сопоставить биомеханические улучшения с реальным качеством жизни, ощущением безопасности, уровнями боли и эмоциональным комфортом.

Анкетные методы, применённые в рамках нашего исследования (в первую очередь EQ-5D и визуальная аналоговая шкала VAS), продемонстрировали высокую чувствительность к ранним изменениям в состоянии пациента, а также ценность в мониторинге отдалённых эффектов реабилитации. В отличие от клинических шкал, которые фиксируют определённые двигательные или физиологические параметры, анкеты позволяют выявить зоны дискомфорта, недовольства, тревоги, социальной изоляции – те аспекты, которые нередко игнорируются при сугубо медицинской интерпретации выздоровления.

Сравнение основной и контрольной группы чётко показало, что субъективное ощущение улучшения в основной группе наступало быстрее, было устойчивее и коррелировало с более высокими показателями по объективным шкалам. Это свидетельствует о высокой валидности анкетных методов и их важной роли в корректировке тактики: например, повышение тревожности у пациента, выявленное через EQ-5D, часто служило основанием для подключения психолога или изменения режима нагрузки. Аналогично, высокий уровень боли по ВАШ при неизменных биомеханических параметрах указывал на необходимость дополнительной анальгезии или психологической поддержки, а не просто увеличения физической активности.

Особую значимость анкетирование приобретает в долгосрочном наблюдении. Через 3 и 6 месяцев субъективные оценки становятся важным маркером социальной адаптации: способность пациента самостоятельно ухаживать за собой, свободно перемещаться, не испытывать страха перед выходом из дома – всё это выходит за рамки рутинной клинической диагностики, но напрямую связано с качеством жизни и удовлетворённостью лечением.

Кроме того, анкетирование оказывает мотивационный эффект. Пациент, заполняя опросник, начинает более осознанно относиться к собственному состоянию, формирует причинно-следственную связь между выполнением рекомендаций и собственным самочувствием. В ряде случаев мы наблюдали, что повторное анкетирование уже само по себе инициировало активность: пациенты замечали прогресс или, наоборот, недовольство динамикой и активнее включались в реабилитационный процесс.

Нужно признать, что анкетирование и субъективная оценка – это не вспомогательный, а равнозначно важный компонент системы контроля в реабилитации. Их регулярное использование позволяет адаптировать программу, уточнять приоритеты, фиксировать эмоциональный фон, выявлять скрытые барьеры и предотвращать дезадаптацию. Учитывая, что пациенты пожилого возраста часто не склонны открыто выражать жалобы или инициировать изменения в плане, анкета становится каналом обратной связи, через который можно услышать голос пациента и своевременно отреагировать.

Психосоциальные и организационные аспекты

Реабилитация после тотального эндопротезирования не ограничивается исключительно восстановлением физической функции. Эффективность лечения во многом определяется психосоциальной адаптацией, готовностью пациента к возвращению в привычную среду и способностью сохранить социальную

автономию. В этой связи становятся критически важными не только медицинские и технические компоненты восстановления, но и социальная поддержка, психологическое сопровождение и грамотная организационная структура помощи.

Психоэмоциональное состояние пациента оказывает прямое влияние на его мотивацию, комплаентность и вовлечённость в процесс восстановления. Как показали данные нашего исследования, пациенты с низкой уверенностью в результате, высоким уровнем тревожности и отсутствием социальной поддержки демонстрировали более низкие показатели по шкале FIM, дольше сохраняли ограничения в самообслуживании и чаще пропускали занятия на амбулаторном этапе. Эти наблюдения полностью коррелируют с литературными данными, согласно которым тревожные расстройства и депрессивные симптомы ухудшают исходы ортопедических операций вне зависимости от их технической успешности.

Организационная составляющая также играет ключевую роль в формировании устойчивого результата. Даже при высоком качестве стационарного лечения, отсутствие координации между учреждениями, неполноценная маршрутизация, недостаток информации у пациента о последующих этапах – всё это приводит к разрыву восстановительного цикла. В отличие от систем, где каждый этап выстроен в единую логистическую цепочку (например, ERAS-протоколы в странах Европы), в отечественной практике зачастую именно третий этап становится слабым звеном. Это особенно критично для социально уязвимых групп пациентов – одиноких, пожилых, с низким уровнем цифровой грамотности, не способных самостоятельно организовать продолжение лечения.

Показательно, что в нашей основной группе пациенты, получавшие сопровождение мультидисциплинарной команды, включая психолога, социального работника (эрготерапевта) и инструктора ЛФК, достигали более стабильных функциональных результатов, даже при исходно неблагоприятных клинических условиях. Наличие персонального куратора и чёткой обратной связи снижало уровень тревожности и позволяло формировать позитивную установку на

реабилитацию, что, в свою очередь, повышало эффективность всех проводимых мероприятий. Как было показано, устойчивый реабилитационный результат - это не только следствие качественного медицинского вмешательства, но и производная от уровня социальной включённости, организационной чёткости и психологической готовности пациента к новому этапу жизни. Стратегия сопровождения должна включать не только физические процедуры, но и мотивационную поддержку, психообразование, обучение навыкам самоорганизации. Это особенно важно в условиях стареющего населения.

Значение раннего и этапного сопровождения

Раннее и этапное сопровождение пациента после эндопротезирования представляет собой один из ключевых факторов, определяющих исход восстановительного лечения и его устойчивость в долгосрочной перспективе. Практика показывает, что именно временные параметры начала реабилитации и чёткая последовательность этапов, реализуемых в преемственной системе, оказывают определяющее влияние на скорость функционального восстановления, предотвращение осложнений и общую социальную адаптацию пациента.

В ходе проведённого исследования установлено, что пациенты, у которых реабилитация была начата в первые 24-48 часов после операции, уже к третьей неделе демонстрировали достоверно лучшие показатели по шкале FIM и Harris Hip Score по сравнению с теми, у кого активизация откладывалась. Это подтверждает положение, закреплённое в международных протоколах ERAS и рекомендациях AAOS, согласно которому промедление даже на несколько суток может существенно снизить эффективность всего последующего восстановительного цикла. Поздний старт ограничивает нейропластичность, углубляет болевой синдром, способствует формированию патологических двигательных стереотипов и снижает мотивацию.

Этапность сопровождения имеет не меньшее значение. Каждый последующий этап должен логически и клинически вытекать из предыдущего, с чётким документированием достигнутых результатов и планом на дальнейшие шаги. Однако как показывает опыт, при отсутствии системной маршрутизации между учреждениями, пациенты часто «выпадают» из поля зрения сразу после выписки, либо сталкиваются с несогласованными рекомендациями. Это приводит к фрагментации процесса, потере достигнутых результатов и повторным обращениям за медицинской помощью.

Наши данные демонстрируют, что при соблюдении трёхэтапной модели (раннее начало - стационарное ведение - амбулаторное сопровождение) и чёткой преемственности между этапами, более 90% пациентов основной группы достигли высокой степени функциональной независимости через 6 месяцев. В контрольной же группе, где этапность нарушалась в 30-35% случаев, аналогичный результат был зафиксирован только у двух третей пациентов. Причём у части из них отмечались признаки социальной дезадаптации, повторные жалобы на боль, нестабильность походки и страх физической нагрузки.

Кроме того, значение этапного сопровождения выходит за рамки чисто медицинских задач. Оно обеспечивает психологическую поддержку, мотивационную устойчивость и формирует у пациента ощущение защищенности и контроля над ситуацией. Осознание того, что каждый шаг отслеживается и подкрепляется компетентной обратной связью, способствует укреплению доверия к системе здравоохранения в целом.

Можно утверждать, что раннее начало и строгая этапность реабилитационного процесса – это не просто технологические параметры, а системообразующие принципы, от которых зависит успех восстановительного лечения. Их соблюдение требует не столько дополнительных ресурсов, сколько грамотной организации маршрутов, информационного сопряжения между учреждениями и внедрения практики функционального планирования на каждом этапе восстановления.

ГЛАВА 5. РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Исследование показало, что успех операции далеко не исчерпывается качеством хирургического вмешательства. Главным условием восстановления становится организация системной, последовательной и индивидуально выстроенной программы, в которой пациент получает не только набор упражнений и процедур, но и реальную поддержку на каждом этапе.

Сравнение групп продемонстрировало, что даже небольшие изменения в маршрутизации, в сроках начала занятий, в структуре сопровождения способны существенно изменить траекторию восстановления – от скорости уменьшения боли до уровня повседневной активности и уверенности в собственных силах.

Материалы работы позволяют выделить несколько ключевых выводов, имеющих значение как для клинической практики, так и для организации помощи. Эти выводы станут основой практических рекомендаций и обозначат направления, в которых необходимо двигаться системе здравоохранения и научному сообществу в ближайшие годы.

5.1. Основные выводы по результатам исследования

Подтверждение гипотезы

Проведённое исследование подтвердило, что персонализированная и этапная программа реабилитации после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов пожилого возраста обеспечивает более устойчивые функциональные результаты по сравнению с традиционными схемами. Динамика по объективным шкалам (FIM, Barthel, Harris Hip Score, индекс Лекена) показала более быстрое восстановление мобильности, снижение болевого синдрома и рост

самостоятельности в основной группе. Субъективные данные анкетирования также подтвердили, что пациенты, проходившие предложенный протокол, быстрее возвращались к повседневной активности и оценивали качество жизни выше, чем в контрольной группе.

Эффективность предложенной модели.

Оптимизированный протокол, включающий раннее начало активизации пациента, применение современных средств и методов реабилитации (механотерапия, биологическая обратная связь, роботизированные тренажёры, лечебно-диагностические системы), сопровождение психолога и эрготерапевта, системный мониторинг и анкетирование, показал высокую эффективность как на ранних этапах, так и через полгода после операции. Существенное отличие заключалось в том, что разработанная программа учитывала индивидуальные особенности пациента: возраст, индекс массы тела, коморбидность и уровень комплаентности. Именно персонализированный подход позволил добиться устойчивого эффекта и сократить число осложнений.

Клинико-организационные преимущества.

Реализация трёхэтапного маршрута без разрывов между звеньями системы здравоохранения и цифровой мониторинг пациентов дали ощутимый клинический выигрыш и одновременно выявили значимые организационные преимущества. Полный охват пациентов всеми этапами реабилитации сопровождался снижением частоты повторных обращений, сокращением сроков нетрудоспособности и уменьшением числа случаев инвалидизации. Кроме того, использование единой модели сопровождения облегчило взаимодействие специалистов разных профилей и сделало результаты лечения более предсказуемыми. Эти данные свидетельствуют о том, что эффективность определяется не только выбором лечебных методик, но и организацией самой системы реабилитационной помощи.

5.2. Управленческие рекомендации для системы здравоохранения

Внедрение персонализированных реабилитационных протоколов

Результаты исследования убедительно показывают, что эффективность восстановления после эндопротезирования зависит не столько от отдельного специалиста или учреждения, сколько от наличия чёткой, стандартизированной, но в то же время гибкой программы, закреплённой на уровне практических протоколов. Внедрение подобных протоколов позволяет уйти от разрозненных действий разных подразделений и выстроить единый маршрут пациента от операционной до этапа возвращения к социальной активности.

Практическая польза разработанного протокола после эндопротезирования тазобедренного сустава на основе персонализированного подхода заключается в том, что он отражает временные рамки начала активизации, возможный объём физической нагрузки на каждом этапе реабилитации, учитывая наличие сопутствующей патологии, психологическое состояние пациента, влияющее на его мотивацию, критерии перехода от одного этапа к другому, а также систему контроля достигнутых результатов. Такая регламентация снижает вероятность медицинских ошибок, обеспечивает преемственность между стационаром и амбулаторным звеном и делает процесс более прозрачным как для врача, так и для пациента.

Особое значение имеет включение в протоколы инструментов объективной оценки - стандартизированных шкал, функциональных тестов и анкет. Это позволяет не только фиксировать динамику восстановления, но и формировать общенациональную базу данных, которая станет основой для анализа эффективности и дальнейшей корректировки программ.

Внедрение протоколов должно сопровождаться их адаптацией к условиям конкретного региона и уровня медицинской организации. Для крупных федеральных центров целесообразно предусматривать использование роботизированных

технологий и расширенного набора диагностических шкал. Для учреждений районного уровня акцент должен делаться на базовые элементы: ранняя активизация, регулярное ЛФК, обучение пациента и его семьи. Такая дифференциация позволяет сохранить единые стандарты качества, не перегружая систему там, где отсутствуют высокотехнологичные ресурсы.

Не менее важен образовательный аспект: практическое внедрение протоколов невозможно без предварительной подготовки врачей и среднего медицинского персонала. Регулярное обучение по применению унифицированных алгоритмов и использование клинических примеров должны стать частью программы повышения квалификации.

То есть, внедрение разработанного протокола можно рассматривать не как формальное следование приказам, а как фундаментальный инструмент, который обеспечивает пациенту успешное и качественное восстановление, а системе здравоохранения - управляемость и сопоставимость результатов.

Маршрутизация

Одним из ключевых препятствий на пути к полноценному восстановлению пациента остаётся разрыв между этапами реабилитации. Пациент, выписанный из стационара, слишком часто оказывается предоставленным самому себе и либо получает минимальные рекомендации в поликлинике, либо вовсе теряется в системе, не доходя до амбулаторного этапа. Потеря времени в этот период особенно опасна, потому что именно первые недели после операции формируют основу для дальнейшего двигательного стереотипа, влияют на риск контрактур и осложнений.

Эффективная маршрутизация предполагает, что путь пациента заранее выстроен и прозрачен. Он должен включать не только стандартное направление на следующий этап, но и систему «сопровождения» – передачу данных между учреждениями, информирование самого пациента и его семьи, контроль сроков начала занятий. В исследовании было показано, что пациенты, прошедшие все три

этапа без задержек, восстанавливались быстрее, имели меньше жалоб на боль и чаще возвращались к привычной активности.

Организационно это требует от здравоохранения нескольких шагов. Во-первых, закрепления ответственного специалиста за маршрутом пациента - врача по реабилитации или координатора. Во-вторых, создания цифрового контура: электронные карты и результаты обследований должны автоматически поступать из стационара в амбулаторное звено, чтобы исключить повторные сборы анамнеза и потерю информации. В-третьих, необходимо предусмотреть механизмы контроля прохождения маршрута – напоминания пациенту, связь с поликлиникой, возможность дистанционной консультации в случае задержки или сомнений.

Для систематизации представлений о последовательности восстановительных мероприятий у пациентов после эндопротезирования целесообразно выделить три основных этапа маршрутизации. Каждый этап имеет свои задачи, сроки и набор методов, что позволяет выстроить логичную и преемственную траекторию реабилитации, представленную в таблице 10.

Представленная схема подчёркивает преемственность этапов и демонстрирует, что успех медицинской реабилитации определяется не только набором методик, но и строгим соблюдением их последовательности. Чёткая маршрутизация позволяет минимизировать риск осложнений, ускорить восстановление функциональной независимости и обеспечить более полное возвращение пациента к социальной активности.

Маршрутизация – это не абстрактный организационный термин, а конкретный фактор, от которого зависит качество жизни пациента. Если путь от операционной до полного восстановления выстроен последовательно и без провалов, человек получает не просто медицинскую помощь, а уверенность в том, что его не оставят один на один с болезнью. Для системы здравоохранения это означает снижение числа повторных госпитализаций, экономию ресурсов и более предсказуемые результаты лечения.

Таблица 10 – Схема маршрутизации

Этап	Место проведения	Основные задачи	Ключевые методы и средства
I этап (0–3 сутки)	Стационар (хирургия, реанимация)	Профилактика осложнений, ранняя активизация	Дыхательная гимнастика, ЛФК в постели, массаж (щадящий), физиотерапия ,психологическая поддержка, эрготерапия
II этап (4–14 сутки)	Стационарное отделение реабилитации	Формирование двигательных стереотипов, обучение ходьбе, восстановление навыков самообслуживания	ЛФК, механотерапия, роботизированные тренажеры с БОС, физиопроцедуры, массаж, тренировка равновесия, обучение безопасной ходьбе с опорой, сопровождение психолога, эрготерапевта
III этап (14 суток – 6 месяцев)	Амбулаторный центр, санаторий, поликлиника	Восстановление объёма движений, силы и выносливости, социальная адаптация	ЛФК (индивидуальные и групповые занятия), роботизированные комплексы (экзоскелеты), БОС-терапия, телереабилитация, обучение бытовым и социальным навыкам, цифровой мониторинг, сопровождение психолога, социального работника (эрготерапевта)

Развитие единой информационной системы учёта результатов

Опыт, полученный в ходе исследования, показал: даже при одинаковых подходах к лечению и реабилитации итоговый результат во многом зависит от того, насколько последовательно фиксируется и передаётся информация о пациенте. В реальной практике данные нередко остаются фрагментарными: часть тестов хранится в стационарной карте, часть – в поликлинике, анкеты пациентов не доходят до лечащего врача, а результаты шкал не интегрируются в единую базу. В итоге ни пациент, ни система здравоохранения не получают полной картины динамики восстановления.

Единая информационная система могла бы решить эту проблему, обеспечив «сквозное» сопровождение пациента на всех этапах. Такой инструмент должен включать электронный реабилитационный паспорт, где фиксируются исходные показатели, протокол назначений, результаты шкал и тестов, субъективные оценки пациента и заключения специалистов. Доступ к этим данным нужен не только врачам стационара и поликлиники, но и самому пациенту – это повышает его вовлеченность и позволяет контролировать собственный прогресс.

Технически такая система не требует сложных решений – цифровые платформы и защищённые базы данных уже применяются в ряде регионов. Важнее организационный аспект: кто будет отвечать за актуализацию данных, как обеспечивается преемственность между разными учреждениями, и каким образом эти сведения будут использоваться при корректировке протоколов.

Наличие единой базы открывает возможности и для более масштабного анализа. Систематизация тысяч реабилитационных случаев позволит оценивать эффективность конкретных методов, выявлять факторы риска неудовлетворительных исходов, сравнивать результаты разных регионов и центров. На основе этих данных можно будет формировать рекомендации, которые будут опираться не только на экспертное мнение, но и на массив реальной клинической практики.

Развитие информационной системы учёта результатов – это шаг от разрозненных усилий к управляемому процессу, где каждое действие фиксируется и имеет значение. Для пациента это означает поддержка и уверенность, для врача – удобный инструмент контроля, для системы здравоохранения - ресурс для анализа и планирования.

5.3. Практическая значимость и возможности масштабирования

Наше исследование показало, что разработанный протокол может быть применён не только в крупных специализированных центрах, но и в учреждениях здравоохранения различного профиля и уровня оснащённости. Практическая ценность заключается в том, что ключевые элементы программы – ранняя активизация, использование шкал оценки, системная маршрутизация, анкетирование пациентов – не требуют сложного оборудования и могут быть реализованы в условиях обычного стационара или поликлиники.

Для федеральных и региональных клинических центров важным направлением станет интеграция роботизированных технологий, систем биологической обратной связи, телемедицинского сопровождения. Эти учреждения обладают необходимыми ресурсами для апробации новых методов и создания образовательных площадок, где можно готовить кадры и отрабатывать алгоритмы.

Для городских больниц и межрайонных центров акцент должен делаться на унификацию подходов и внедрение стандартизированных шкал, которые позволяют объективно фиксировать результаты даже при ограниченных возможностях материальной базы. Здесь особенно важна роль врача по медицинской реабилитации и инструктора ЛФК, которые становятся ключевыми координаторами процесса.

Для сельских ЛПУ и поликлинического звена приоритетом является организация амбулаторного этапа с использованием дистанционных форм наблюдения и простых инструментов контроля (анкетирование, электронные карты,

регулярные консультации по телемедицинским каналам). Даже минимальная цифровая поддержка позволяет избежать выпадения пациентов из маршрута и повышает результативность всей программы.

Практическая значимость разработанного протокола заключается не только в его клинической эффективности, но и в возможностях адаптации к различным уровням системы здравоохранения. Важно подчеркнуть, что даже при ограниченных ресурсах отдельные элементы могут быть внедрены с ощутимым результатом, а на региональном уровне это обеспечивает значимый социально-экономический эффект, необходимые меры и ожидаемые эффекты отображены в таблице 11.

Таблица 11 – Практическая значимость

Уровень внедрения	Реализуемые элементы протокола	Организационные и социальные эффекты
Федеральные и региональные центры	Использование роботизированных комплексов, БОС, цифровой мониторинг, расширенный кадровый состав (врач ФРМ, психолог, социальный работник)	Формирование стандартов, обучение специалистов, снижение частоты осложнений, создание базы данных для анализа эффективности
Городские и межрайонные больницы	Ранняя активизация, ЛФК, механотерапия, анкетирование, регулярный контроль по шкалам	Сокращение сроков госпитализации, уменьшение числа повторных обращений, повышение функциональной независимости
Сельские ЛПУ и поликлиники	Амбулаторный этап, дистанционные консультации, простые тесты и анкеты	Снижение выпадения пациентов из маршрута, повышение доступности помощи, уменьшение потребности в социальном уходе
Региональные программы	Единые маршруты, электронный учёт, кадровая переподготовка	Снижение инвалидизации, сокращение затрат на социальные выплаты, повышение вовлеченности пожилого населения в активную жизнь

Представленные данные демонстрируют, что протокол может применяться на разных уровнях медицинской помощи, сохраняя свою эффективность. Внедрение даже отдельных элементов (ранняя активизация, стандартизированные шкалы, анкетирование) обеспечивает позитивные результаты, а комплексный подход на региональном уровне формирует долгосрочные эффекты – от снижения инвалидизации до экономии бюджетных средств и повышения качества жизни населения.

Масштабируемость предложенной модели заключается именно в гибкости – базовые компоненты доступны каждому уровню здравоохранения, а более сложные технологические решения могут внедряться постепенно, по мере роста ресурсов региона. Такой подход делает систему устойчивой и не зависимой от единственного «центра силы», а значит – более справедливой по отношению к пациентам.

Обоснование для региональных программ.

Полученные результаты показывают, что эффективность реабилитации после эндопротезирования зависит не только от работы конкретного специалиста или клиники, но и от того, как организована система помощи в целом. Для регионов это особенно актуально, поскольку нагрузка на травматолого-ортопедическую службу продолжает расти, а число пациентов пожилого возраста с потребностью в эндопротезировании и последующем восстановлении увеличивается ежегодно.

Создание региональных программ позволяет выстроить единый подход к маршрутизации и контролю качества помощи, снизить вариативность практик и сделать процесс реабилитации доступным для всех категорий пациентов, вне зависимости от места проживания. В рамках таких программ можно закрепить единые протоколы, предусмотреть финансирование на амбулаторный этап, внедрить систему электронного учёта и анализа результатов.

Региональный уровень также открывает возможности для планирования кадровой политики: распределение специалистов по медицинской реабилитации,

организация курсов переподготовки, развитие междисциплинарных команд. Немаловажную роль играет и взаимодействие с санаторно-курортными учреждениями, которые в ряде случаев становятся единственной доступной площадкой для полноценного третьего этапа.

Дополнительный аргумент в пользу региональных программ связан с экономикой. Как показал сравнительный анализ, полное прохождение всех этапов реабилитации сокращает сроки нетрудоспособности, снижает риск инвалидизации и потребность в повторных госпитализациях. Эти эффекты имеют прямое значение для бюджета региона, так как уменьшают расходы на социальные выплаты.

Кадровое сопровождение и переподготовка.

Даже самые хорошо разработанные протоколы теряют эффективность, если отсутствуют специалисты, способные их реализовать. Результаты исследования показали, что успех реабилитации во многом определялся наличием мультидисциплинарной команды: врача ФРМ, врача по лечебной физкультуре, инструктора ЛФК, медсестры по реабилитации, психолога, эрготерапевта (социального работника). В тех случаях, когда эти функции исполнялись формально или распределялись между врачами других профилей, качество восстановления заметно снижалось.

Для большинства регионов проблема заключается не только в нехватке кадров, но и в неравномерности их распределения. Специалисты концентрируются в крупных городах и федеральных центрах, в то время как пациенты в районных больницах часто остаются без профильной помощи. Решение этой задачи возможно через развитие программ целевого обучения, дистанционной переподготовки и системы выездных школ, которые позволят повышать квалификацию персонала на местах.

Необходимость обновления знаний связана ещё и с быстрым внедрением цифровых и роботизированных технологий. Экзоскелеты, системы биологической

обратной связи, телемедицинское сопровождение требуют не только технической грамотности, но и понимания их клинической роли. Поэтому переподготовка должна включать не просто освоение отдельных методик, а формирование у специалистов целостного взгляда на процесс реабилитации. Важным направлением является и междисциплинарная подготовка. Современный реабилитолог должен уметь взаимодействовать с хирургами, эндокринологами, кардиологами и психотерапевтами, учитывать влияние сопутствующих заболеваний и психоэмоционального состояния на динамику восстановления. Образовательные программы должны строиться так, чтобы формировать у специалистов именно командное, а не индивидуальное видение процесса.

Кадровое сопровождение – это не только обучение, но и система постоянной поддержки. Региональные центры могут консультировать коллег из районных лечебных учреждений, проводить совместные разборы случаев, обеспечивать доступ к базам данных и онлайн-курсам. Такой подход позволит сократить разрыв между уровнем помощи в крупных клиниках и в регионах, что напрямую отразится на результатах пациентов.

5.4. Социальное значение: качество жизни, профилактика инвалидизации

Анализ анкетных данных.

Анкетирование пациентов позволило дополнить клинические шкалы субъективными оценками, которые отражают не только физическое состояние, но и социальную адаптацию, эмоциональный фон, уверенность в собственных силах. Использование опросников EQ-5D и визуально-аналоговой шкалы дало возможность проследить, как менялись ощущения пациента от момента выписки до шести месяцев наблюдения.

Полученные данные показали, что пациенты основной группы, где применялась многоуровневая система реабилитации, уже через месяц после выписки сообщали о снижении боли и большей независимости в бытовых действиях. В контрольной группе динамика была заметно медленнее, а к шести месяцам сохранялась доля пациентов, испытывавших трудности при передвижении и самообслуживании. Эти различия особенно наглядны при сравнении параметра «мобильность»: большинство пациентов основной группы через полгода указывали на лёгкие или умеренные ограничения, в то время как в контрольной части сохранялась значительная зависимость от посторонней помощи.

Для наглядного представления динамики изменений в субъективной оценке здоровья по анкете EQ-5D, проведено сравнение средних баллов в основной и контрольной группах до начала реабилитации и через 6 месяцев наблюдения, и представлено на рисунке 9.

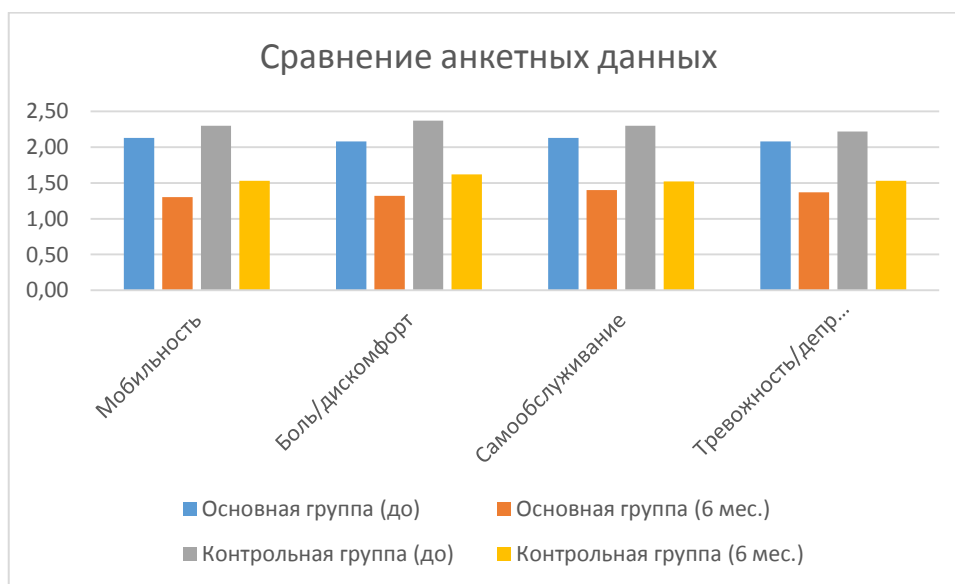


Рисунок 9 – Сравнение анкетных данных (чем ниже балл – тем лучше оценка)

Как видно из представленных данных, обе группы продемонстрировали улучшение показателей по всем шкалам. Однако у пациентов основной группы

динамика была более выраженной - снижение баллов по мобильности и боли составило в среднем около 40%, тогда как в контрольной группе – около 30–33%. Аналогичная тенденция наблюдалась и по параметрам самообслуживания и тревожности/депрессии.

Анкетные данные показали и другую важную грань - психологическую. Уровень тревожности и депрессивных проявлений в основной группе снижался быстрее, что отражало не только медицинский результат, но и ощущение безопасности, возникающее у пациента при наличии последовательного сопровождения. Это подтверждает тезис о том, что медицинская реабилитация это не только физическое восстановление, но и возвращение чувства контроля над собственной жизнью.

Интересно, что субъективные оценки нередко опережали объективные показатели по шкалам. Пациенты могли сообщать об улучшении самочувствия ещё до того, как фиксировались значимые изменения по FIM или Harris Hip Score. Такая разница объясняется важностью эмоциональной составляющей: уменьшение боли, появление уверенности при первых попытках самостоятельной ходьбы или простых действиях в быту значительно повышают общую оценку качества жизни, даже если объективные функции ещё ограничены.

Анализ анкет даёт несколько важных выводов. Во-первых, субъективные ощущения пациента являются ценным индикатором успеха программы и должны учитываться наравне с клиническими шкалами. Во-вторых, именно анкеты позволяют выявить зоны скрытых проблем: например, высокий уровень тревожности при объективно хороших показателях сигнализирует о необходимости психологической поддержки. В-третьих, регулярное анкетирование помогает отслеживать не только динамику восстановления, но и риск социальной изоляции, что напрямую связано с профилактикой инвалидизации.

Итак, анкетные методы становятся инструментом, который позволяет врачу увидеть реабилитацию глазами самого пациента. Это создаёт возможность не просто

оценивать эффективность, но и корректировать стратегию лечения так, чтобы результат был ощутимым и для медицины, и для самого человека.

Улучшение самоухода и социальной активности.

Оценка способности к самообслуживанию показала, что программа реабилитации оказывала прямое влияние на повседневную жизнь пациентов. Уже на ранних этапах фиксировалось уменьшение потребности в посторонней помощи при выполнении базовых бытовых действий: личная гигиена, приготовление пищи, пользование предметами домашнего обихода. В основной группе большинство пациентов к концу третьего месяца отмечали, что могут самостоятельно справляться с основными задачами, тогда как в контрольной части сохранялась значительная зависимость от родственников или сиделок.

Рост самостоятельности сопровождался и расширением социальной активности. Пациенты чаще сообщали о возможности выходить из дома, посещать общественные места, встречаться с близкими. Для многих именно возвращение к привычным социальным контактам становилось символом восстановления, даже более важным, чем формальные показатели подвижности. Анкетные данные указывали, что участие в семейных и общественных событиях напрямую связано с улучшением эмоционального фона и снижением уровня тревожности.

Особое внимание заслуживает динамика у пациентов, проживающих в сельских районах. Для них восстановление способности к самоуходу означало возможность вести привычный образ жизни и поддерживать хозяйство, что имело не только медицинское, но и экономическое значение. В городских условиях самостоятельность выражалась в возвращении к культурным и бытовым практикам - посещению магазинов, занятий спортом, поездок.

Анализ показал, что степень вовлечённости в социальную жизнь напрямую коррелировала с качеством физического восстановления: чем увереннее пациент чувствовал себя при выполнении бытовых действий, тем активнее он участвовал в

социальных процессах. Это говорит о том, что успешная реабилитация не сводится к восстановлению суставной функции, а формирует условия для полноценного возвращения к привычной роли в семье и обществе.

Значимое влияние отмечено в сфере профилактики инвалидизации. Пациенты, завершившие все этапы восстановления, реже переходили в категорию стойко нетрудоспособных. Для системы здравоохранения и социальной защиты это означает снижение нагрузки на бюро медико-социальной экспертизы, сокращение числа новых случаев оформления инвалидности и, как следствие, уменьшение объёмов государственных выплат. Для самих пациентов это равносильно сохранению права на самостоятельность и на участие в жизни семьи и общества.

Ещё одним важным аспектом стало влияние на показатели психического здоровья. В исследовании выявлено, что пациенты, вовлечённые в структурированную программу, демонстрировали более низкий уровень депрессии и тревожности, быстрее возвращались к социальной активности и сообщали о росте уверенности в себе. Эти данные показывают, что качественная реабилитация снижает не только физическую, но и психологическую уязвимость пациента, что напрямую связано с профилактикой когнитивных и эмоциональных расстройств.

Отдельного упоминания заслуживает снижение риска повторных травм. Послеоперационная нестабильность походки и страх падений - одна из главных причин ограничения активности. В основной группе благодаря регулярным тренировкам и контролю за двигательными функциями этот риск оказался существенно ниже. В масштабе популяции это означает меньшее количество повторных переломов, реопераций и связанных с ними осложнений, что отражается и на показателях смертности в старших возрастных группах.

5.5. Перспективы дальнейших научных и прикладных исследований

Развитие цифрового мониторинга.

Анализ проведённой работы показал, что ключевым условием успешной реабилитации является постоянное наблюдение за динамикой восстановления. Традиционная модель, основанная на периодических визитах пациента к врачу, не всегда обеспечивает своевременное выявление проблем: многие осложнения или отклонения остаются незамеченными до момента следующего осмотра. В этой связи перспективным направлением становится цифровой мониторинг, позволяющий фиксировать состояние пациента в реальном времени и оперативно реагировать на возникающие изменения.

Современные технологии дают возможность регистрировать широкий спектр параметров: шаговую активность, амплитуду движений в суставе, частоту сердечных сокращений, уровень боли по визуально-аналоговой шкале через мобильное приложение. Эти данные могут автоматически передаваться в электронную карту, формируя динамический профиль восстановления. Для врача это означает возможность не только контролировать процесс дистанционно, но и корректировать программу без необходимости очного визита.

Особый интерес представляют устройства с функцией обратной связи - носимые сенсоры, браслеты и приложения, которые напоминают пациенту о необходимости выполнения упражнений, фиксируют их качество и дают простые рекомендации. Такой инструмент одновременно повышает дисциплину и мотивирует пациента, превращая процесс реабилитации в более осознанный и управляемый.

Перспективы цифрового мониторинга выходят за рамки индивидуального случая. Систематизация больших массивов данных позволит выявлять закономерности восстановления, оценивать эффективность разных алгоритмов и формировать более точные прогнозы исходов. В долгосрочной перспективе именно

такие базы могут стать фундаментом для использования технологий искусственного интеллекта в прогнозировании реабилитационного процесса.

Внедрение цифрового мониторинга требует решения организационных и этических вопросов: защита персональных данных, интеграция систем в существующую инфраструктуру здравоохранения, подготовка специалистов для работы с цифровыми потоками информации. Однако уже сейчас очевидно, что без включения этих технологий реабилитация останется ограниченной рамками клинического кабинета, в то время как потребности пациентов требуют более гибкой и доступной модели наблюдения.

Использование ИИ в прогнозировании.

Следующим шагом после внедрения цифрового мониторинга становится использование искусственного интеллекта для анализа и прогнозирования результатов реабилитации. Объем данных, который формируется в процессе лечения настолько велик, что его ручная обработка оказывается малоэффективной. Алгоритмы машинного обучения способны выявлять закономерности, недоступные для традиционного анализа, и строить персонализированные прогнозы восстановления.

Практическая значимость ИИ в этой области заключается в возможности заранее определить пациентов с высоким риском осложнений или замедленного прогресса. На основе совокупности факторов - возраста, коморбидности, массы тела, исходной физической активности, эмоционального состояния – система может сформировать профиль риска и предложить оптимальный алгоритм ведения. Такой инструмент помогает врачу не только корректировать программу на ранних этапах, но и более рационально распределять ресурсы.

Особое внимание заслуживает возможность прогнозирования долгосрочных исходов. Алгоритмы способны оценивать вероятность повторных падений, риск формирования контрактур, потребность в дополнительной поддержке в быту. Эти

прогнозы важны не только для врача и пациента, но и для системы здравоохранения, так как позволяют планировать объём реабилитационных услуг и социального сопровождения.

Перспективным направлением является интеграция ИИ в мобильные приложения и телемедицинские платформы. В этом случае пациент получает персонализированные рекомендации в реальном времени: от напоминаний о выполнении упражнений до подсказок по корректировке нагрузки в зависимости от текущего состояния. Это делает реабилитацию более динамичной и уменьшает зависимость от частоты визитов в медицинское учреждение.

Использование искусственного интеллекта в прогнозировании не исключает роли врача, а напротив, усиливает её. Технологии становятся вспомогательным инструментом, позволяющим специалисту принимать решения более обоснованно и предвидеть возможные трудности. Научная ценность этого направления заключается в возможности перехода от усреднённых протоколов к максимально персонализированным траекториям восстановления, что открывает новые горизонты в медицине будущего.

Расширение выборки и включение телереабилитации.

Ограничением проведённого исследования является сравнительно узкий объём выборки, что неизбежно сказывается на универсальности выводов. Для более точной оценки эффективности предложенной модели необходимо расширять количество наблюдений, включая пациентов разных возрастных групп, с различными сопутствующими заболеваниями и разным уровнем исходной физической активности. Это позволит выявить дополнительные факторы, влияющие на исход, и уточнить, какие элементы программы наиболее критичны для конкретных категорий пациентов.

Перспективным направлением является также исследование особенностей реабилитации у пациентов из сельских районов, где доступ к специализированным

центрам ограничен. Именно здесь наиболее востребованы технологии дистанционного сопровождения. Включение телереабилитации в дальнейшие проекты даст возможность сравнить эффективность очных и удалённых форм наблюдения, определить оптимальные комбинации очных визитов и дистанционного контроля.

Телереабилитация уже доказала свою эффективность в ряде зарубежных исследований, где она позволила сократить количество пропусков занятий, повысить комплаентность и сделать процесс более доступным для людей, ограниченных в передвижении. Использование мобильных приложений, видеосессий с инструкторами ЛФК, а также интеграция данных с носимых сенсоров позволяют создать практически непрерывное наблюдение за пациентом, что снижает риск выпадения из маршрута.

Научная значимость расширения выборки с включением телереабилитации заключается в том, что это направление отвечает на вызовы реальной практики: географическую удалённость, кадровый дефицит и ограниченные ресурсы региональных систем здравоохранения. Для исследователей это шанс проверить универсальность предложенной модели в разных условиях, а для практического здравоохранения – возможность сделать реабилитацию доступной максимально широкому кругу пациентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое исследование направлено на разработку и научное обоснование комплексной программы медицинской реабилитации пациентов после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава на основе персонализированного подхода. Актуальность данной задачи обусловлена высокой распространённостью дегенеративно-дистрофических заболеваний опорно-двигательного аппарата, старением населения и ростом объёмов высокотехнологичных ортопедических вмешательств. Современные вызовы здравоохранения, включая необходимость повышения качества жизни пациентов и снижения социальной нагрузки, требуют внедрения эффективных и стандартизированных реабилитационных протоколов.

В ходе исследования достигнута поставленная цель и решены основные задачи – проведён анализ существующих методик, выявлены недостатки традиционных схем, разработан и апробирован оптимизированный протокол медицинской реабилитации на основе персонализированного подхода, включающий раннюю мобилизацию, применение современных технологий (механотерапия, биологическая обратная связь, роботизированные системы), сопровождение психолога, эрготерапевта, персонализированную маршрутизацию и цифровое сопровождение. Программа доказала высокую эффективность по клиническим шкалам (FIM, Barthel Index, Harris Hip Score, индекс Лекена), а также по субъективным оценкам пациентов (EQ-5D, визуально-аналоговая шкала боли).

Пациенты основной группы демонстрировали более выраженную динамику восстановления функциональной независимости, снижение болевого синдрома и рост социальной активности. Через 6 месяцев удовлетворительные показатели самообслуживания и мобильности были достигнуты у 91,6% пациентов основной

группы против 68,3% в контрольной. Программа также обеспечила снижение частоты осложнений и повторных госпитализаций.

Организационно-экономический анализ подтвердил, что несмотря на несколько более высокие прямые расходы на одного пациента, внедрение персонализированного разработанного протокола обеспечивает значимую долгосрочную выгоду: сокращение сроков нетрудоспособности, снижение частоты инвалидизации и уменьшение социальных выплат. Это позволяет рассматривать предложенную модель как клинически и социально оправданную, а её внедрение – как одно из приоритетных направлений совершенствования системы медицинской реабилитации в рамках ОМС.

Научная новизна исследования заключается в интеграции индивидуальных факторов пациента (возраст, индекс массы тела, коморбидность, уровень комплаентности) в алгоритм маршрутизации, что позволило повысить точность прогноза и эффективность восстановительных мероприятий. Полученные результаты расширяют представления о возможностях персонализированной реабилитации и вносят вклад в развитие отечественной системы восстановительной медицины.

Практическая значимость работы определяется возможностью внедрения разработанного протокола в учреждения различного уровня, его масштабирования и адаптации к региональным условиям. Результаты могут быть использованы для совершенствования клинических рекомендаций, образовательных программ для специалистов и разработки цифровых инструментов мониторинга.

Проведённое исследование продемонстрировало, что персонализированная, этапная и технологически поддерживаемая программа реабилитации пациентов пожилого возраста после эндопротезирования тазобедренного сустава является эффективным инструментом восстановления функциональной независимости, улучшения качества жизни и профилактики инвалидизации. Перспективы дальнейшей работы связаны с расширением применения подобных протоколов на

другие категории ортопедических пациентов, углублением анализа долгосрочных исходов и развитием цифровых решений для обеспечения преемственности реабилитационного процесса.

ВЫВОДЫ

1. 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.

2. 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 учётом клинικο-демографических характеристик пациента (возраст, ИМТ, коморбидность, уровень комплаентности).

3. 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%.

4. Применение предложенной программы медицинской реабилитации достоверно улучшает функциональное состояние и повседневную активность пациентов в отдалённом 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 Functional Independence Measure ($p = 2,794e-12$). Через 6 месяцев сохранялись значимые различия по Barthel Index ($p = 1,319e-07$) и Functional Independence Measure ($p = 4,435e-06$), а также отмечены различия по Harris Hip Score ($p = 0,007559$). По индексу Лекена значимых различий на всех этапах не получено ($p > 0,05$).

5. 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 трёхэтапные 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, при необходимости, социальных работников.

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

7. Обеспечивать индивидуализацию маршрутов реабилитации с учётом 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 СОКРАЩЕНИЙ

FIM - Functional Independence Measure, шкала функциональной независимости.

EQ-5D - EuroQol-5 Dimensions, опросник качества жизни (мобильность, самообслуживание, повседневная активность, боль/дискомфорт, тревожность/депрессия).

VAS / ВАШ - Visual Analogue Scale, визуально-аналоговая шкала оценки боли или общего состояния здоровья.

Harris Hip Score - шкала Харриса для оценки функции тазобедренного сустава.

Индекс Бартел / Barthel Index - шкала оценки способности к самообслуживанию.

Индекс Лекена - клиническая шкала оценки выраженности остеоартроза.

Rivermead Mobility Index - шкала оценки мобильности и способности к передвижению.

ШРМ — шкала реабилитационной маршрутизации.

ЛФК — лечебная физкультура.

БОС — биологическая обратная связь.

ОМС — обязательное медицинское страхование.

ИМТ — индекс массы тела.

Prehab — предоперационная подготовка (от англ. prehabilitation).

КТ — компьютерная томография.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ackerman I.N., Kemp J.L., Crossley K.M., Culvenor A.G., Hinman R.S. Hip and knee osteoarthritis affects younger people, too // *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. – 2017. – Vol. 47, No. 2. – P. 67–79. – DOI: 10.2519/jospt.2017.7286. – PMID: 28142365.
2. American Academy of Orthopaedic Surgeons. Management of osteoarthritis of the hip: evidence-based clinical practice guideline. – [S.l.]: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2023. – 126 p..
3. Bahl J.S., Nelson M.J., Taylor M., Solomon L.B., Arnold J.B., Thewlis D. Biomechanical changes and recovery of gait function after total hip arthroplasty for osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis // *Osteoarthritis and Cartilage*. – 2018. – Vol. 26, No. 7. – P. 847–863. – DOI: 10.1016/j.joca.2018.02.897. – PMID: 29474993.
4. Beck H., Beyer F., Gering F., Günther K.P., Lützner C., Walther A., Stiehler M. Sports therapy interventions following total hip replacement // *Deutsches Ärzteblatt International*. – 2019. – Vol. 116, No. 1–2. – P. 1–8. – DOI: 10.3238/arztebl.2019.0001. – PMID: 30782304. – PMCID: PMC6384522.
5. Bennell KL, Ackerman IN, Osborne RH. Decline in Health-Related Quality of Life reported by more than half of those waiting for joint replacement surgery: a prospective cohort study. // *BMC Musculoskeletal Disorders*. – 2011. – T. 12. – C. 108. – DOI: 10.1186/1471-2474-12-108. – PMID: 21605398. – PMCID: PMC3121657.
6. Bhardwaj S., Verma V., Kumar D., Kumar A., Prakash A., Kumari A., Singh A., Thakur A. Role of exoskeleton robots in rehabilitation of patients with neurological disorders // *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. – 2021. – T. 15, № 1. – C. 1–6. – DOI: 10.7860/JCDR/2021/47176.14573
7. Bortole M., Venkatakrishnan A., Zhu F., Moreno J. C., Francisco G. E., Pons J. L., et al. The H2 robotic exoskeleton for gait rehabilitation after stroke: early findings from a clinical study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 2015, vol. 12, article 54. DOI: 10.1186/s12984-015-0048-y.-y

8. Borzelli D., De Marchis C., Quercia A., De Pasquale P., Casile A., Quartarone A., Calabrò R. S., d'Avella A. Muscle synergy analysis as a tool for assessing the effectiveness of gait rehabilitation therapies: a methodological review and perspective // *Bioengineering* (Basel). — 2024. — Vol. 11, no. 8. — Article 793. — DOI: 10.3390/bioengineering11080793. — PMID: 39199751
9. Calafiore D., Negrini F., Tottoli N., Ferraro F., Ozyemisci-Taskiran O., de Sire A. Efficacy of robotic exoskeleton for gait rehabilitation in patients with subacute stroke: a systematic review // *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. — 2022. — Vol. 58, no. 1. — P. 1–8. — DOI: 10.23736/S1973-9087.21.06846-5. — PMID: 34247470; PMCID: PMC9980569.
10. Celebi B., Yalcin M., Patoglu V. Assiston-knee: a self-aligning knee exoskeleton // *2013 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*. — IEEE, 2013. — P. 996–1002. — DOI: 10.1109/IROS.2013.6696425.
11. Chen J, He F., Wu Q., Wang L., Zhu X., Qi Y., Wu J., Shi Y. Identifying self-reported health-related problems in home-based rehabilitation of older patients after hip replacement in China: a machine learning study based on Omaha system theory // *BMC Medical Informatics and Decision Making*. — 2023. — Vol. 23, no. 1. — Article 268. — DOI: 10.1186/s12911-023-02353-7. — PMID: 37990317; PMCID:
12. Cieza A., Causey K., Kamenov K., Hanson S. W., Chatterji S., Vos T. Global estimates of the need for rehabilitation based on the Global Burden of Disease Study 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 // *The Lancet*. — 2020. — Vol. 396. — P. 2006–2017. — DOI: 10.1016/S0140-6736(20)32340
13. Coser O, Tamantini C., Soda P., Zollo L. AI-based methodologies for exoskeleton-assisted rehabilitation of the lower limb: a review // *Frontiers in Robotics and AI*. — 2024. — Vol. 11. — Article 1341580. — DOI: 10.3389/frobt.2024.1341580. — PMID: 38405325; PMCID: PMC10884274.
14. Coulter C, Perriman D. M., Neeman T. M., Smith P. N., Scarvell J. M. Supervised or unsupervised rehabilitation after total hip replacement provides similar improvements for patients: a randomized controlled trial // *Archives of Physical Medicine*

and Rehabilitation. — 2017. — Vol. 98, no. 11. — P. 2253–2264. — DOI: 10.1016/j.apmr.2017.03.032. — PMID: 28506775..

15. Di Martino A., Davico G., Castafaro V., Geraci G., Stefanini N., Tassinari L., Viceconti M., Faldini C. Magnetic resonance-based hip muscles retrospective analysis shows deconditioning and recovery after total hip arthroplasty surgery // *International Orthopaedics*. — 2023. — Vol. 47, no. 6. — P. 1441–1447. — DOI: 10.1007/s00264-023-05769-0.

16. Di Martino, A.; Brunello M., Pederiva D., Schilardi F., Rossomando V., Cataldi P., D'Agostino C., Genco R., Faldini C. Fast track protocols and early rehabilitation after surgery in total hip arthroplasty: a narrative review // *Clinical Practice*. — 2023. — Vol. 13, no. 3. — P. 569–582. — DOI: 10.3390/clinpract13030052.

17. Di Tommaso F., Tamburella F., Lorusso M., Gastaldi L., Molinari M., Tagliamonte N. Biomechanics of exoskeleton-assisted treadmill walking // 2023 International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR). — IEEE, 2023. — P. 1–6. — DOI: 10.1109/ICORR58425.2023.10304685

18. Doiron-Cadrin P., Kairy D., Vendittoli P. A., Lowry V., Poitras S. Feasibility and preliminary effects of a tele-prehabilitation program in patients awaiting elective total hip or knee arthroplasty: a pilot study // *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. — 2020. — T. 63, № 1. — C. 49–56. — DOI: 10.1016/j.rehab.2019.02.010. — PMID: 30885866.

19. Fortin PR, Clarke A. E., Joseph L., Liang M. H., Tanzer M., Ferland D., Phillips C., Partridge A. J., Bélisle P., Fossel A. H., Mahomed N., Sledge C. B., Katz J. N. Outcomes of total hip and knee replacement: preoperative functional status predicts outcomes at six months after surgery // *Arthritis and Rheumatism*. — 1999. — Vol. 42, no. 8. — P. 1722–1728. — DOI: 10.1002/1529-0131(199908)42:8<1722::AID-ANR22>3.0.CO;2-R. — PMID:10446873.

20. Franks P. W., Bryan G. M., Martin R. M., Reyes R., Lakmazaheri A. C., Collins S. H. Comparing optimized exoskeleton assistance of the hip, knee, and ankle in single and multi-joint configurations // *Wearable Technologies*. — 2021. — Vol. 2. — Article e16. — DOI: 10.1017/wtc.2021.14

21. Frydendal T, Christensen R., Mechlenburg I., Mikkelsen L. R., Overgaard S., Ingwersen K. G. Total hip arthroplasty versus progressive resistance training in patients with severe hip osteoarthritis: protocol for a multicentre, parallel-group, randomised controlled superiority trial // *BMJ Open*. — 2021. — Vol. 11, no. 10. — Article e051392. — DOI: 10.1136/bmjopen-2021-051392. — PMID: 34686555; PMCID: PMC8543646.

22. Gao K, Zhang C., Zhang Y., Zhang L., Xu J., Xue H., Jiang L., Zhang J. Is chronic kidney disease associated with osteoarthritis? The United States national health and nutrition examination survey 2011–2020 // *BMC Nephrology*. — 2024. — Vol. 25, no. 1. — Article 236. — DOI: 10.1186/s12882-024-03672-1. — PMID: 39054437; PMCID: PMC1127475.

23. Garstang SV, Stitik T. P. Osteoarthritis: epidemiology, risk factors, and pathophysiology // *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. — 2006. — Vol. 85, no. 11, suppl. — P. S2–S11; quiz S12–S14. — DOI: 10.1097/01.phm.0000245568.69434.1a. — PMID: 17079976.

24. Gasparutto X, Gueugnon M., Laroche D., Martz P., Hannouche D., Armand S. Which functional tasks present the largest deficits for patients with total hip arthroplasty before and six months after surgery? A study of the timed up-and-go test phases // *PLoS ONE*. — 2021. — Vol. 16, no. 9. — Article e0255037. — DOI: 10.1371/journal.pone.0255037. — PMID: 34506498; PMCID: PMC8432811..

25. Global Burden of Disease Collaborative Network. Global burden of disease study 2019 (GBD 2019) results // Seattle, WA: Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). — 2020..

26. Gordon K. E., Ferris D. P. Learning to walk with a robotic ankle exoskeleton // *Journal of Biomechanics*. — 2007. — Vol. 40. — P. 2636–2644. — DOI: 10.1016/j.jbiomech.2006.12.006

27. Groot L, Latijnhouwers D. A. J. M., Reijman M., Verdegaal S. H. M., Vliet Vlieland T. P. M., Gademán M. G. J.; Longitudinal Leiden Orthopaedics Outcomes of Osteoarthritis Study (LOAS) Group. Recovery and the use of postoperative physical therapy after total hip or knee replacement // *BMC Musculoskeletal Disorders*. — 2022. — Vol. 23, no. 1. — Article 666. — DOI: 10.1186/s12891-022-05679-6.

28. Hawker G, Bohm E. R., Conner-Spady B., De Coster C., Dunbar M., Hennigar A., Loucks L., Marshall D. A., Pomey M. P., Sanmartin C., Noseworthy T. Perspectives of Canadian stakeholders on criteria for appropriateness for total joint arthroplasty in patients with hip and knee osteoarthritis // *Arthritis and Rheumatology*. — 2015. — Vol. 67, no. 7. — P. 1806–1815. — DOI: 10.1002/art.39124. — PMID: 25930243.

29. Heiberg KE, Bruun-Olsen V., Ekeland A., Mengshoel A. M. Effect of a walking skill training program in patients who have undergone total hip arthroplasty: follow-up one year after surgery // *Arthritis Care and Research (Hoboken)*. — 2012. — Vol. 64, no. 3. — P. 415–423. — DOI: 10.1002/acr.20681. — PMID: 22170790.

30. Herr H. Exoskeletons and orthoses: classification, design challenges and future directions // *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. — 2009. — Vol. 6. — Article 21. — DOI: 10.1186/1743-0003-6-21

31. Higashi H, Barendregt J. J. Cost-effectiveness of total hip and knee replacements for the Australian population with osteoarthritis: discrete-event simulation model // *PLoS ONE*. — 2011. — Vol. 6, no. 9. — Article e25403. — DOI: 10.1371/journal.pone.0025403. — PMID: 21966520; PMCID: PMC3179521.

32. Hildebrand F, Pape H. C., Horst K., Andruszkow H., Kobbe P., Simon T. P., Marx G., Schürholz T. Impact of age on the clinical outcomes of major trauma // *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. — 2016. — Vol. 42. — P. 317–332. — DOI: 10.1007/s00068-015-0548-5.

33. Holsgaard-Larsen A, Hermann A., Zerahn B., Mejdahl S., Overgaard S. Effects of progressive resistance training prior to total hip arthroplasty: a secondary analysis of a randomized controlled trial // *Osteoarthritis and Cartilage*. — 2020. — Vol. 28, no. 8. — P. 1038–1045. — DOI: 10.1016/j.joca.2020.04.010. — PMID: 32376477.

34. Holzinger A., Langs G., Denk H., Zatloukal K., Müller H. Causability and explainability of artificial intelligence in medicine // *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*. — 2019. — Vol. 9, no. 4. — Article e1312. — DOI: 10.1002/widm.1312

35. Hunter DJ, Bierma-Zeinstra S. Osteoarthritis // *The Lancet*. — 2019. — Vol. 393, no. 10182. — P. 1745–1759. — DOI: 10.1016/S0140-6736(19)30417-9. — PMID: 31034380..
36. Iwasa M, Takao M., Soufi M., Uemura K., Otake Y., Hamada H., Sato Y., Sugano N., Okada S. Artificial intelligence-based volumetric analysis of muscle atrophy and fatty degeneration in patients with hip osteoarthritis and its correlation with health-related quality of life // *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*. — 2023. — Vol. 18, no. 1. — P. 71–78. — DOI: 10.1007/s11548-022-02797-8. — PMID: 36571719; PMCID: PMC9883321..
37. Jacho D, Yildirim-Ayan E. Mechanome-guided strategies in regenerative rehabilitation // *Current Opinion in Biomedical Engineering*. — 2024. — Vol. 29. — Article 100516. — DOI: 10.1016/j.cobme.2023.100516. — PMID: 38586151; PMCID: PMC10993906.
38. Jiang L, Zheng Z., Zhang M. The incidence of geriatric trauma is increasing and comparison of different scoring tools for the prediction of in-hospital mortality in geriatric trauma patients // *World Journal of Emergency Surgery*. — 2020. — Vol. 15. — Article 59. — DOI: 10.1186/s13017-020-00336-x.
39. Judd DL, Winters J. D., Stevens-Lapsley J. E., Christiansen C. L. Effects of neuromuscular reeducation on hip mechanics and functional performance in patients after total hip arthroplasty: a case series // *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*. — 2016. — Vol. 32. — P. 49–55. — DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2015.12.008. — PMID: 26802531; PMCID: PMC4779395.
40. Kalita B., Narayan J., Dwivedy S. K. Development of active lower limb robotic-based orthosis and exoskeleton devices: a systematic review // *International Journal of Social Robotics*. — 2021. — Vol. 13. — P. 775–793. — DOI: 10.1007/s12369-020-00662
41. Kania-Richmond A, Beaupre L. A., Jessiman-Perreault G., Tribo D., Martyn J., Hart D. A., Robert J., Slomp M., Jones C. A. “I do hope more people can benefit from it.”: the qualitative experience of individuals living with osteoarthritis who participated in

the GLA:D™ program in Alberta, Canada // PLoS ONE. — 2024. — Vol. 19, no. 2. — Article e0298618. — DOI: 10.1371/journal.pone.0298618.

42. Kawai, T. et al. Number of levels of spinal fusion associated with the rate of joint-space narrowing in the hip // Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume. — 2021. — Vol. 103, no. 11. — P. 953–960. — DOI: 10.2106/JBJS.20.01391

43. Klika A. K., Yakubek G., Piuze N., Calabrese G. Neuromuscular electrical stimulation use after total knee arthroplasty improves early return to function: a randomized trial // Journal of Knee Surgery. — 2022. — Vol. 35, no. 1. — P. 104–111. — DOI: 10.1055/s-0040-1716322.

44. Lavernia C. J., Hernandez V. H., Rossi M. D. Payment analysis of total hip replacement // Current Opinion in Orthopaedics. — 2007. — T. 18. — №. 1. — C. 23-27.

45. Leifer VP, Katz J. N., Losina E. The burden of osteoarthritis: health services and economics // Osteoarthritis and Cartilage. — 2022. — Vol. 30, no. 1. — P. 10–16. — DOI: 10.1016/j.joca.2021.05.007. — PMID: 34023527; PMCID: PMC8605034.

46. Leitner L, Türk S., Heidinger M., Stöckl B., Posch F., Maurer-Ertl W., Leithner A., Sadoghi P. Trends and economic impact of hip and knee arthroplasty in Central Europe: findings from the Austrian National Database // Scientific Reports. — 2018. — Vol. 8, no. 1. — Article 4707. — DOI: 10.1038/s41598-018-23266-w. — PMID: 29549305; PMCID: PMC5856851.

47. Li Z, Lin H., Wang X., Huang M., Feng J., Feng J., Gao J., Wu J., Jiang Z. Intelligent rehabilitation assistant system to promote the early functional recovery of the elderly patients with femoral neck fracture after hemiarthroplasty (HA): a protocol for a randomized controlled trial // Medicine (Baltimore). — 2020. — Vol. 99, no. 46. — Article e23078. — DOI: 10.1097/MD.00000000000023078. — PMID: 33181672; PMCID: PMC7668524.

48. Lim J, Kim O. Comparison of the prevalence of osteoporosis in people with spinal cord injury according to bone mineral density reference values for the diagnosis of osteoporosis: a retrospective, cross-sectional study // BMC Musculoskeletal Disorders. — 2024. — Vol. 25, no. 1. — Article 95. — DOI: 10.1186/s12891-024-07163-y.

49. Litwic A, Edwards M. H., Dennison E. M., Cooper C. Epidemiology and burden of osteoarthritis // *British Medical Bulletin*. — 2013. — Vol. 105, no. 1. — P. 185–199. — DOI: 10.1093/bmb/lds038. — PMID: 23337796; PMCID: PMC3690438.
50. Lovasz E.-C., Mărgineanu D. T., Ciupe V., Maniu I., Gruescu C. M., Zăbavă E. S., et al. Design and control solutions for haptic elbow exoskeleton module used in space telerobotics // *Mechanism and Machine Theory*. — 2017. — Vol. 107. — P. 384–398. — DOI: 10.1016/j.mechmachtheory.2016.08.004
51. Lowe CJ, Davies L., Sackley C. M., Barker K. L. Effectiveness of land-based physiotherapy exercise following hospital discharge following hip arthroplasty for osteoarthritis: an updated systematic review // *Physiotherapy*. — 2015. — Vol. 101, no. 3. — P. 252–265. — DOI: 10.1016/j.physio.2014.12.003. — PMID: 25724323.
52. Luca DiGiovanni P., Gasparutto X., Armand S., Hannouche D. The modern state of femoral, acetabular, and global offsets in total hip arthroplasty: a narrative review // *EFORT Open Reviews*. — 2023. — Vol. 8, no. 3. — P. 117–126. — DOI: 10.1530/EOR-22-010.
53. Masood J., Ortiz J., Fernández J., Mateos L. A., Caldwell D. G. Mechanical design and analysis of lightweight hip joint parallel elastic actuator for industrial exoskeleton // 2016 6th IEEE International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob). — IEEE, 2016. — P. 631–636. — DOI: 10.1109/BIOROB.2016.7523696
54. McNamaraSL, Seo B. R., Freedman B. R., Roloson E. B., Alvarez J. T., O'Neill C. T., Vandenburg H. H., Walsh C. J., Mooney D. J. Anti-inflammatory therapy enables robot-actuated regeneration of aged muscle // *Science Robotics*. — 2023. — Vol. 8, no. 76. — Article eadd9369. — DOI: 10.1126/scirobotics.add9369
55. Michel Lequesne, Indices of severity and disease activity for osteoarthritis // *Seminars in Arthritis and Rheumatism*. — 1991. — Vol. 20, suppl. 2. — P. 48–54. — DOI: 10.1016/0049-0172(91)90074-W.
56. Mikkelsen LR, Petersen A. K., Mechlenburg I., Mikkelsen S., Søballe K., Bandholm T. Description of load progression and pain response during progressive resistance training early after total hip arthroplasty: secondary analyses from a randomized

controlled trial // *Clinical Rehabilitation*. — 2017. — Vol. 31, no. 1. — P. 11–22. — DOI: 10.1177/0269215516628305. — PMID: 26851251.

57. Miller LE, Martinson M. S., Gondusky J. S., Kamath A. F., Boettner F., Bhattacharyya S. K. Ninety-day postoperative cost in primary total hip arthroplasty: an economic model comparing surgical approaches // *ClinicoEconomics and Outcomes Research*. — 2019. — Vol. 11. — P. 145–149. — DOI: 10.2147/CEOR.S196545. — PMID: 30799943; PMCID: PMC6370072.

58. Miller-Jackson TM, Natividad R. F., Lim D. Y. L., Hernandez-Barraza L., Ambrose J. W., Yeow R. C. A wearable soft robotic exoskeleton for hip flexion rehabilitation // *Frontiers in Robotics and AI*. — 2022. — Vol. 9. — Article 835237. — DOI: 10.3389/frobt.2022.835237. — PMID: 35572371; PMCID: PMC9096701.

59. Mizner RL, Petterson S. C., Stevens J. E., Axe M. J., Snyder-Mackler L. Preoperative quadriceps strength predicts functional ability one year after total knee arthroplasty // *Journal of Rheumatology*. — 2005. — Vol. 32, no. 8. — P. 1533–1539. — PMID: 16078331.

60. Moher D, Liberati A., Tetzlaff J., Altman D. G.; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement // *PLoS Medicine*. — 2009. — Vol. 6, no. 7. — Article e1000097. — DOI: 10.1371/journal.pmed.1000097. — PMID: 19621072; PMCID: PMC2707599.

61. Monaghan B, Cunningham P., Harrington P., Hing W., Blake C., O'Dohertya D., Cusack T. Randomised controlled trial to evaluate a physiotherapy-led functional exercise programme after total hip replacement // *Physiotherapy*. — 2017. — Vol. 103, no. 3. — P. 283–288. — DOI: 10.1016/j.physio.2016.01.003. — PMID: 27126617.

62. Mookerjee N, Schmalbach N., Antinori G., Thampi S., Windle-Puente D., Gilligan A., Huy H., Andrews M., Sun A., Gandhi R., Benedict W., Chang A., Sanders B., Nguyen J., Keesara M. R., Aliev J., Patel A., Hughes I., Millstein I., Hunter K., Roy S. Association of risk factors and comorbidities with chronic pain in the elderly population // *Journal of Primary Care and Community Health*. — 2024. — Vol. 15. — Article ID pending (online first)

63. Ong KL, Lotke P. A., Lau E., Manley M. T., Kurtz S. M. Prevalence and costs of rehabilitation and physical therapy after primary TJA // *Journal of Arthroplasty*. — 2015. — Vol. 30, no. 7. — P. 1121–1126. — DOI: 10.1016/j.arth.2015.02.030. — PMID: 25765130.
64. *Orthopaedics and Traumatology in Europe* / Eds. J. A. N. Verhaar, P. Kjærsgaard-Andersen, D. Limb, K.-P. Günther, Th. Karachalios. — EFORT, 2021. — 160 p. — ISBN 978-1-7396201-0-.
65. Pavith Janardhan T., Ram P. R., Narayan P., Karun Ch. S. S. Functional outcome of preoperative exercises on range of movements following TKA: a prospective comparative study // *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. — 2023. — Vol. 29, no. 1. — P. 17–24. — DOI: 10.17816/2311-2905-1925
66. Pecoraro I., Tagliamonte N., Tamantini C., Cordella F., Bentivoglio F., Pisotta I., et al. Psychophysiological assessment of exoskeleton-assisted treadmill walking // *Converging Clinical and Engineering Research on Neurorehabilitation IV: Proceedings of the 5th International Conference on Neurorehabilitation (ICNR2020)*. — Springer, 2022. — P. 201–205. — DOI: 10.1007/978-3-030-70316-5_40.
67. *Personalized Hip and Knee Joint Replacement* / eds. C. Rivière, P.-A. Vendittoli. — Cham: Springer, 2020. — 346 p. — ISBN 978-3-030-24242-8
68. Peter WF, Nelissen R. G., Vlieland T. P. Guideline recommendations for post-acute postoperative physiotherapy in total hip and knee arthroplasty: are they used in daily clinical practice? // *Musculoskeletal Care*. — 2014. — Vol. 12, no. 3. — P. 125–131. — DOI: 10.1002/msc.1067. — PMID: 24497426..
69. Pons J. L. Rehabilitation exoskeletal robotics // *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*. — 2010. — Vol. 29, no. 3. — P. 57–63. — DOI: 10.1109/MEMB.2010.936548
70. Qiu-zhi S., Xiao-guang W., Xin W., Yang W. Development of multi-joint exoskeleton-assisted robot and its key technology analysis: an overview // *Acta Armamentarii*. — 2016. — Vol. 37. — P. 172–182

71. Ramamurti, P. et al. Increased dislocation rates after total hip arthroplasty in patients with prior isolated sacroiliac joint arthrodesis // *Journal of Arthroplasty*. — 2023. — Vol. 38, suppl. 7. — P. S105. — DOI: 10.1016/j.arth.2023.02.018
72. Rasch A, Dalén N., Berg H. E. Muscle strength, gait, and balance in 20 patients with hip osteoarthritis followed for 2 years after THA // *Acta Orthopaedica*. — 2010. — Vol. 81, no. 2. — P. 183–188. — DOI: 10.3109/17453671003793204. — PMID: 20367414; PMCID: PMC2852154.
73. Rhudy MB, Mahoney J. M., Altman-Singles A. R. Knee angle estimation with dynamic calibration using inertial measurement units for running // *Sensors (Basel)*. — 2024. — Vol. 24, no. 2. — Article 695. — DOI: 10.3390/s24020695. — PMID: 38276387; PMCID: PMC10819858.
74. Riquelme-Hernández C., Reyes-Barría J. P., Vargas A., Gonzalez-Robaina Y., Zapata-Lamana R., Toloza-Ramirez D., Parra-Rizo M. A., Cigarroa I. Effects of the practice of movement representation techniques in people undergoing knee and hip arthroplasty: a systematic review // *Sports (Basel)*. — 2022. — Vol. 10, no. 12. — Article 198. — DOI: 10.3390/sports1012198.
75. Sanchez-Villamañan M. d. C., Gonzalez-Vargas J., Torricelli D., Moreno J. C., Pons J. L. Compliant lower limb exoskeletons: a comprehensive review on mechanical design principles // *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. — 2019. — Vol. 16. — Article 55. — DOI: 10.1186/s12984-019-0517-9
76. Saueressig T, Owen P. J., Zebisch J., Herbst M., Belavy D. L. Evaluation of exercise interventions and outcomes after hip arthroplasty: a systematic review and meta-analysis // *JAMA Network Open*. — 2021. — Vol. 4, no. 2. — Article e210254. — DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2021.0254. — PMID: 33635329; PMCID: PMC7910817.
77. Schrade SO, Nager Y., Wu A. R., Gassert R., Ijspeert A. Bio-inspired control of joint torque and knee stiffness in a robotic lower limb exoskeleton using a central pattern generator // *IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR)*. — 2017. — P. 1387–1394. — DOI: 10.1109/ICORR.2017.8009442. — PMID: 28814014.
78. Seo BR, Mooney D. J. Recent and future strategies of mechanotherapy for tissue regenerative rehabilitation // *ACS Biomaterials Science and Engineering*. — 2022.

— Vol. 8, no. 11. — P. 4639–4642. — DOI: 10.1021/acsbiomaterials.1c01477. — PMID: 35133789.

79. Sharifi Renani M, Eustace A. M., Myers C. A., Clary C. W. The use of synthetic IMU signals in the training of deep learning models significantly improves the accuracy of joint kinematic predictions // *Sensors (Basel)*. — 2021. — Vol. 21, no. 17. — Article 5876. — DOI: 10.3390/s21175876. — PMID: 34502766; PMCID: PMC8434290.

80. Sharifi-Renani M, Mahoor M. H., Clary C. W. BioMAT: an open-source biomechanics multi-activity transformer for joint kinematic predictions using wearable sensors // *Sensors (Basel)*. — 2023. — Vol. 23, no. 13. — Article 5778. — DOI: 10.3390/s23135778. — PMID: 37447628; PMCID: PMC10346710.

81. Shi D., Zhang W., Zhang W., Ding X. A review on lower limb rehabilitation exoskeleton robots // *Chinese Journal of Mechanical Engineering*. — 2019. — Vol. 32. — Article 74. — DOI: 10.1186/s10033-019-0389-8

82. Sicard-Rosenbaum L, Light K. E., Behrman A. L. Gait, lower extremity strength, and self-assessed mobility after hip arthroplasty // *Journals of Gerontology. Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. — 2002. — Vol. 57, no. 1. — P. M47–M51. — DOI: 10.1093/gerona/57.1.m47. — PMID: 11773212.

83. Sloan M, Premkumar A., Sheth N. P. Projected volume of primary total joint arthroplasty in the U.S., 2014 to 2030 // *Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. — 2018. — Vol. 100, no. 17. — P. 1455–1460. — DOI: 10.2106/JBJS.17.01617. — PMID: 30180053.

84. Talatian H., Karami M., Moradi H., Vossoughi G. Design and implementation of an intelligent control system for a lower-limb exoskeleton to reduce human energy consumption // 2021 10th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies (MOCAS). — IEEE, 2021. — P. 1–4. — DOI: 10.1109/MOCAS52088.2021.9493429

85. Tamantini C., Cordella F., Lauretti C., Di Luzio F. S., Campagnola B., Cricenti L., et al. Tailoring upper-limb robot-aided orthopedic rehabilitation on patients' psychophysiological state // *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation*

Engineering. — 2023. — Vol. 31. — P. 3297–3306. — DOI: 10.1109/TNSRE.2023.3298381

86. Total Hip Replacement Surgery. – Rochester, MN: Barbara Woodward. Lips Patient Education Center, Mayo Clinic, 2018. – 24 c.

87. Tseng, Chia W. T., Pan R. Y., et al. Comparison of arthroplasty vs. osteosynthesis for displaced femoral neck fractures: a meta-analysis // Journal of Orthopaedic Surgery and Research. — 2017. — Vol. 12. — Article 131. — DOI: 10.1186/s13018-017-0633-9.

88. Tu X., Li M., Liu M., Si J., Huang H. H. A data-driven reinforcement learning solution framework for optimal and adaptive personalization of a hip exoskeleton // 2021 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA). — IEEE, 2021. — P. 10610–10616. — DOI: 10.1109/ICRA48506.2021.9562020.

89. Tulchinsky TH, Varavikova E. A. A history of public health // The New Public Health. — 3rd ed. — Academic Press, 2014. — P. 1–42. — DOI: 10.1016/B978-0-12-415766-8.00001-X. — PMCID: PMC7170188.

90. Usami T, Takada N., Kosuwon W., Paholpak P., Tokunaga M., Iwata H., Hattori Y., Nagaya Y., Murakami H., Kuroyanagi G. A lateral fracture line affects femoral trochanteric fracture instability and swing motion of the intramedullary nail: a biomechanical study // JBJS Open Access. — 2024. — Vol. 9, no. 1. — Article e23.00118. — DOI: 10.2106/JBJS.OA.23.00118.

91. Utting MR, Lankester B. J., Smith L. K., Spencer R. F. Total hip replacement and NICE // BMJ. — 2005. — Vol. 330, no. 7487. — P. 318–319. — DOI: 10.1136/bmj.330.7487.318. — PMID: 15705668; PMCID: PMC548712.

92. Vina ER, Kwoh C. K. Epidemiology of osteoarthritis: literature update // Current Opinion in Rheumatology. — 2018. — Vol. 30, no. 2. — P. 160–167. — DOI: 10.1097/BOR.0000000000000479. — PMID: 29227353; PMCID: PMC5832048.

93. Volpi E, Nazemi R., Fujita S. Muscle tissue changes with aging // Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care. — 2004. — Vol. 7, no. 4. — P. 405–410. — DOI: 10.1097/00075197-200407000-00009.

94. Wainwright T.W., Gill M., McDonald D. A., Middleton R. G., Reed M., Sahota O., Yates P., Ljungqvist O. Consensus statement for perioperative care in total hip replacement and total knee replacement surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society recommendations // *Acta Orthopaedica*. — 2020. — Vol. 91, no. 1. — P. 3–19. — DOI: 10.1080/17453674.2019.1683790.

95. Wang L, Lee M., Zhang Z., Moodie J., Cheng D., Martin J. Does preoperative rehabilitation for patients planning to undergo joint replacement surgery improve outcomes? A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials // *BMJ Open*. — 2016. — Vol. 6, no. 2. — Article e009857. — DOI: 10.1136/bmjopen-2015-009857. — PMID: 26839013; PMCID: PMC4746481.

96. Wang S, Zhang B., Yu Z., Yan Y. Differential soft sensor-based measurement of interactive force and assistive torque for a robotic hip exoskeleton // *Sensors (Basel)*. — 2021. — Vol. 21, no. 19. — Article 6545. — DOI: 10.3390/s21196545. — PMID: 34640867; PMCID: PMC8512818.

97. Wang Z, Zhou Z., Wang Q. Hip exoskeleton based indirect intervention strategy towards gait training after total knee arthroplasty // *IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR)*. — 2023. — P. 1–6. — DOI: 10.1109/ICORR58425.2023.10304818. — PMID: 37941168.

98. Wijnen A, Bouma S. E., Seeber G. H., van der Woude L. H. V., Bulstra S. K., Lazovic D., Stevens M., van den Akker-Scheek I. The therapeutic validity and effectiveness of physiotherapeutic exercise following total hip arthroplasty for osteoarthritis: a systematic review // *PLoS ONE*. — 2018. — Vol. 13, no. 3. — Article e0194517. — DOI: 10.1371/journal.pone.0194517. — PMID: 29547670; PMCID: PMC5856403.

99. Winther SB, Foss O. A., Husby O. S., Wik T. S., Klaksvik J., Husby V. S. A randomized controlled trial on maximal strength training in 60 patients undergoing total hip arthroplasty // *Acta Orthopaedica*. — 2018. — Vol. 89, no. 3. — P. 295–301. — DOI: 10.1080/17453674.2018.1441362. — PMID: 29493347; PMCID: PMC6055782.

100. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects // JAMA. — 2013. — Vol. 310, no. 20. — P. 2191–2194. — DOI: 10.1001/jama.2013.281053.

101. Wu AR. Human biomechanics perspective on robotics for gait assistance: challenges and potential solutions // Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. — 2021. — Vol. 288, no. 1956. — Article 20211197. — DOI: 10.1098/rspb.2021.1197. — PMID: 34344175; PMCID: PMC8334844.

102. Yoshikawa K, Mutsuzaki H., Sano A., Koseki K., Fukaya T., Mizukami M., Yamazaki M. Training with Hybrid Assistive Limb for walking function after total knee arthroplasty // Journal of Orthopaedic Surgery and Research. — 2018. — Vol. 13, no. 1. — Article 163. — DOI: 10.1186/s13018-018-0875-1. — PMID: 29970139; PMCID: PMC6029050.

103. Yu CH, Yeh C. C., Lu Y. F., Lu Y. L., Wang T. M., Lin F. Y., Lu T. W. Recurrent neural network methods for extracting dynamic balance variables during gait from a single inertial measurement unit // Sensors (Basel). — 2023. — Vol. 23, no. 22. — Article 9040. — DOI: 10.3390/s23229040. — PMID: 38005428; PMCID: PMC10675772.

104. Zhang F., Hou Z.-G., Cheng L., Wang W., Chen Y., Hu J., et al. ILEG — a lower limb rehabilitation robot: a proof of concept // IEEE Transactions on Human-Machine Systems. — 2016. — Vol. 46, no. 6. — P. 761–768. — DOI: 10.1109/THMS.2016.2562510

105. Zhang X., Yue Z., Wang J. Robotics in lower-limb rehabilitation after stroke // Behavioural Neurology. — 2017. — Vol. 2017. — Article 3731802. — DOI: 10.1155/2017/3731802

106. Zhang Y, Jordan J. M. Epidemiology of osteoarthritis // Clinics in Geriatric Medicine. — 2010. — Vol. 26, no. 3. — P. 355–369. — DOI: 10.1016/j.cger.2010.03.001. — PMID: 20699159; PMCID: PMC2920533. — Erratum in: Clinics in Geriatric Medicine. — 2013. — Vol. 29, no. 2. — P. ix.

107. Абдулхабиров М.А. Константин Сиваш – воин, хирург, инженер и изобретатель // Земский врач. – 2012. – № 3(14). – С. 51–53.

108. Алексеева Л.И., Таскина Е.А., Кашеварова Н.Г. Остеоартрит: эпидемиология, классификация, факторы риска и прогрессирования, клиника, диагностика, лечение // Современная ревматология. – 2019. – № 2. – С. 9–21.
109. Балахонов М.Н. Внедрение медицинской реабилитации в России // Бюллетень НИИ социальной гигиены, экономики и управления здравоохранением им. Н. А. Семашко. — 2002. — № 2. — С. 165–173.
110. Василькин, А. К. Медицинская реабилитация после оперативных вмешательств в травматологии и ортопедии // Opinion Leader. — 2018. — № 4 (12). — С. 92–97.
111. Гиниятуллин Н.И., Гильманшина И. Р., Сулейманова В. А. Механотерапия: состояние и тенденции развития // Медицинский вестник Башкортостана. — 2014. — Т. 9, № 5. — С. 164–169.
112. Горянная Н.А., Ишекова Н. И., Шаренкова Л. А. Особенности психоэмоционального состояния у пациентов разных возрастных групп на фоне реабилитации после эндопротезирования тазобедренного сустава // ВНМТ. — 2022. — № 3. — С. 67–70.
113. Денисов, А. И. Забелло Т. В., Доржеев В. В. Некоторые патогенетические аспекты развития остеоартроза тазобедренных суставов // 100 лет на страже здоровья: материалы межрегиональной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию Агинской окружной больницы (Агинское, 20 августа 2021 г.). — С. 70–77. — EDN YMBCDT.
114. Зоря В. И., Гнетецкий С. Ф., Гурьев В. В. К вопросу о тотальном эндопротезировании повреждений тазобедренного сустава у лиц старческого возраста // Acta Biomedica Scientifica. — 2006. — № 4. — С. 117–121.
115. Иванов, В. А. Полякова А. П. Разрушение тазобедренного сустава. Коксартроз // Интегративные тенденции в медицине и образовании. — 2023. — Т. 1. — С. 111–114. — EDN HFVFGN.
116. Коксартроз: клинические рекомендации / Ассоциация травматологов-ортопедов России, Ассоциация ревматологов России, Ассоциация реабилитологов России. – Одобрено Научно-практическим советом Минздрава РФ. – 2023. – 84 с.

117. Ключевский В.В., Белов М.В., Быстров С.В., Серов И.А. Организация корректного лечения больных с переломами проксимального отдела бедренной кости // Травматология и ортопедия России. — 2014. — № 2 (72). — С. 107–111. — DOI: 10.21823/2311-2905-2014-0-2-107-111.

118. Колесников С.В., Дьячкова Г.В., Комарова Э.С. Применение различных реабилитационных мероприятий в восстановительном лечении больных с имплантатом тазобедренного сустава(собственные данные и обзор литературы) // Гений ортопедии. — 2020. — № 2. — С. 254–260. — DOI: 10.18019/1028-4427-2020-2-254-260.

119. Комаров А.Н. Медицинская и социальная реабилитация в паллиативной практике. Практические рекомендации // Публичное право сегодня. — 2021. — № 1. — С. 84–99.

120. Мурылев В.Ю., Куковенко Г. А., Елизаров П. М., Рукин Я. А., Музыченков А. В., Руднев А. И., Жучков А. Г., Алексеев С. С., Бобров Д. С., Германов В. Г. Сравнительная оценка использования индивидуальных 3D-компонентов и стандартных имплантатов для реконструкции вертлужной впадины при ревизионном эндопротезировании // Травматология и ортопедия России. — 2023. — Т. 29, № 3. — С. 18–30. — DOI: 10.21823/2311-2905-2023-29-3-18-30.

121. Нечаев В.С., Магомедова З. А. Медицинская реабилитация: история вопроса и дефиниции // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. — 2017. — Т. 25, № 4. — С. 221–225. — DOI: 10.18821/0869-866X-2017-25-4-221-225.

122. Николаев Н.С., Петрова Р. В., Преображенская Е. В., Иванов М. И., Трифонова О. В. Значимость второго этапа медицинской реабилитации после артропластики крупных суставов // Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. — 2023. — № 2. — С. 54–62. — DOI: 10.36425/rehab13137.

123. Николаев Н.С., Преображенская Е. В., Петрова Р. В., Андреева В. Э. Полный цикл медицинской реабилитации пациентов после травматолого-

ортопедических операций на примере профильного федерального центра // Национальное здравоохранение. — 2023. — Т. 4, № 4. — С. 23–36..

124. Новаков В.Б., Новакова О. Н., Чурносков М. И. Полиморфизм гена NFAT5 как фактор риска развития остеоартроза коленного сустава // Анализ риска здоровью. — 2022. — № 4. — С. 137–147. — DOI: 10.21668/health.risk/2022.4.14.

125. Пиманчев О.В., Попов Н. В., Ряполов Ю. В., Джоджуа А. В., Романов Д. А. Преимущества переднего доступа при эндопротезировании тазобедренного сустава // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н. И. Пирогова. — 2023. — № 1. — С. 86–90. — DOI: 10.25881/BPNMSC.2023.92.71.018.

126. Полунина Н.В., Костенко Е. В., Полунин В. С. Медико-социальная эффективность реабилитации в амбулаторных условиях пациентов, перенёсших мозговой инсульт // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. — 2017. — № 6. — С. 353–356. — DOI: 10.18821/0869-866X-2017-25-6-353-356.

127. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 29 декабря 2012 г. № 1705 «Об утверждении Порядка организации медицинской реабилитации». — Зарегистрирован в Минюсте России 22.02.2013 № 21276.

128. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 31 июля 2020 г. № 788н «Об утверждении Порядка организации медицинской реабилитации взрослых»

129. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 31 мая 2019 г. № 348н «Об утверждении перечня медицинских изделий, предназначенных для поддержания функций органов и систем организма человека, предоставляемых для использования на дому»

130. Ростова В.А., Мирзоева М. М., Али Мохамед Рида Хелаил. Хирургическое лечение деформирующего остеоартроза коленного сустава // Вестник науки. — 2024. — Т. 2, № 6 (75). — С. 1976–1982. — ISSN 2712-8849. — URL: <https://www.вестник-науки.рф/article/15786> (дата обращения: 03.12.2024).

131. Секирин А.Б. Протокол ранней реабилитации после эндопротезирования крупных суставов (обзор литературы) // Вестник восстановительной медицины. — 2019. — № 2 (90). — С. 51–58.

132. Середа А.П., Кочиш А. А., Черный А. А., Антипов А. П., Алиев А. Г., Вебер Е. В., Воронцова Т. Н., Божкова С. А., Шубняков И. И., Тихилов Р. М. Эпидемиология эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов и перипротезной инфекции в Российской Федерации // Травматология и ортопедия России. — 2021. — Т. 27, № 3. — С. 84–93. — DOI: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-84-93.

133. Середа А.П., Шубняков И. И., Джавадов А. А., Маметов М. В., Тихилов Р. М. Экономика эндопротезирования тазобедренного сустава: обзор литературы // Травматология и ортопедия России. — 2022. — № 4. — С. 1–8. — DOI: 10.21823/2311-2905-2022-30-4s-1-8.

134. Сиротко В.В., Никольский М. А., Железняк А. В., Федоров Г. В., Церковский А. Е. Лечение переломов шейки бедренной кости: остеосинтез или протезирование // Новости хирургии. — 2009. — Т. 17, № 4. — С. 185–193. — DOI: 10.18484/2305-0047.2009.4.185.

135. Снадина, Р. М. Снадина Л. В., Зиннатуллина Р. Р. Опыт лечения больных пожилого возраста с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями суставов и позвоночника // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. — 2021. — Т. 98, № 3-2. — С. 177–178. — EDN JUEGYF.

136. Солод Э.И., Лазарев А. Ф., Загородний Н. В., Костив Е. П., Футрык А. Б., Дендымарченко Р. С., Костив Р. Е. Оперативное лечение пациентов с медиальными переломами шейки бедренной кости // ТМЖ. — 2018. — № 1 (71). — С. 19–25.

137. Таштанов Б.Р., Корыткин А. А., Павлов В. В., Шубняков И. И. Раскол керамического вкладыша эндопротеза тазобедренного сустава: клинический случай // Травматология и ортопедия России. — 2022. — Т. 28, № 3. — С. 63–73. — DOI: 10.21823/2311-2905-2022-28-3-63-73.

138. Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». — Ст. 40.

139. Хисомов, К. Х. Ондар В. С. О., Ахпашев А. А. Комплексная гериатрическая оценка крупных суставов при остеоартрозе коленных и тазобедренных суставов в пожилом возрасте // Медицинская наука и образование

Урала. — 2023. — Т. 24, № 2 (114). — С. 54–58. — DOI: 10.36361/18148999_2023_24_2_54. — EDN YSVOOC.

140. Чилилов А.М., Оськов Ю. И., Зеленова О. В., Абрамов С. И. Анализ эпидемиологических показателей остеоартрозов по данным форм государственного статистического наблюдения за период 2017–2021 годы в Российской Федерации // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. — 2023. — № 2. — С. 123–142.

141. Штода М.Л., Есаулов М. Н., Огнева Е. Б., и др. Содержание занятий лечебной физической культурой с людьми пожилого возраста при остеоартрозе // Физическое воспитание и спортивная тренировка. — 2023. — № 2 (44). — С. 136–141. — EDN LVBONI.

142. Шубняков И. И., Тихилов Р. М., Николаев Н. С., Григоричева Л. Г., Овсянкин А. В., Черный А. Ж., Дроздова П. В., Денисов А. О., Вебер Е. В., Кузьмина И. В. Эпидемиология первичного эндопротезирования тазобедренного сустава на основании данных регистра артропластики РНИИТО им. Р. Р. Вредена // Травматология и ортопедия России. — 2017. — Т. 23, № 2. — С. 81–101. — DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-2-81-101.

143. Шубняков И.И., Риахи А., Денисов А. О., Корыткин А. А., Алиев А. Г., Вебер Е. В., Муравьева Ю. В., Середа А. П., Тихилов Р. М. Основные тренды в эндопротезировании тазобедренного сустава на основании данных регистра артропластики НМИЦ ТО им. Р. Р. Вредена с 2007 по 2020 г. // Травматология и ортопедия России. — 2021. — Т. 27, № 3. — С. 119–142. — DOI: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-119-142.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Анкета EQ - 5D

Отметьте галочкой ОДИН квадрат в каждом из разделов, приведённых ниже.

Укажите такие ответы, которые наилучшим образом отражают состояние Вашего здоровья на СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ.

ПОДВИЖНОСТЬ

Я не испытываю трудностей при ходьбе ☐

Я испытываю некоторые трудности при ходьбе ☐

Я прикован (-а) к постели ☐

УХОД ЗА СОБОЙ

Я не испытываю трудностей при уходе за собой ☐

Я испытываю некоторые трудности с мытьем или одеванием ☐

Я не в состоянии сам (-а) мыться или одеваться ☐

ПОВСЕДНЕВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

(например: работа, учеба, работа по дому, участие в делах семьи, досуг)

Я не испытываю трудностей в моей привычной повседневной деятельности ☐

Я испытываю некоторые трудности в моей привычной повседневной деятельности ☐

Я не в состоянии заниматься своей привычной повседневной деятельностью ☐

БОЛЬ/ДИСКОМФОРТ

Я не испытываю боли или дискомфорта ☐

Я испытываю умеренную боль или дискомфорт ☐

Я испытываю крайне сильную боль или дискомфорт ☐

ТРЕВОГА/ДЕПРЕССИЯ

Я не испытываю тревоги или депрессии ☐

Я испытываю умеренную тревогу или депрессию ☐

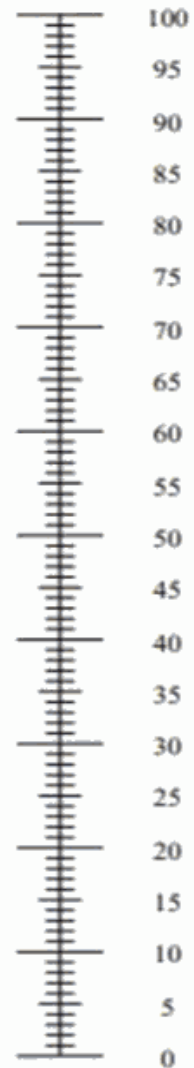
Я испытываю крайне сильную тревогу или депрессию ☐

Мы хотели бы узнать, как Вы оцениваете состояние своего здоровья на СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ.

- Перед Вами шкала от 0 до 100.
- 100 означает наилучшее состояние здоровья, которое вы можете представить.
0 – наихудшее состояние здоровья, которое вы можете представить.
- Поставьте крестик "X" на шкале в том месте, которое, по Вашему мнению, соответствует состоянию Вашего здоровья СЕГОДНЯ.
- Теперь впишите отмеченное Вами на шкале число в приведенный ниже квадрат.

СОСТОЯНИЕ ВАШЕГО
ЗДОРОВЬЯ СЕГОДНЯ =

Наилучшее
состояние здоровья,
которое можно себе
представить



Наихудшее
состояние здоровья,
которое можно себе
представить