

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2025

УДК 617.581:615.8:004.9

DOI 10.59598/ME-2305-6053-2025-115-2-93-97

Ж. О. Құрбан^{1*}, Ш. А. Булекбаева², Н. В. Сливкина¹, А. А. Алдакуатова³, Д. Ж. Сейтенова⁴**ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ТЕЛЕРЕАБИЛИТАЦИИ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ: ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ С ФУНКЦИЕЙ КОНТРОЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ УПРАЖНЕНИЙ**¹НАО «Медицинский университет Астана» (010000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Бейбитшилик, 49 а; e-mail: mail@amu.kz)²РГП на ПХВ «Национальный научный центр развития сферы социальной защиты» МТСЗН РК (050004, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Желтоқсан, 65; e-mail: kazto@kazto.kz)³ГКП на ПХВ «Городская многопрофильная больница № 2» акимата города Астана (010000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Турар Рыскулов, 6; e-mail: gmb2_office@astanaclinic.kz)⁴ТОО «Green clinic» (010000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Хусейн бен Талал, 25/1; e-mail: info@greenclinic.kz)***Жандос Оразалыұлы Құрбан** – НАО «Медицинский Университет Астана»; 010000, Казахстан, г. Астана, ул. Бейбитшилик, 49 а; e-mail: 940904350313@amu.kz

Цель. Оценить эффективность телереабилитации с использованием платформы *Inventivo* и мобильного приложения *MedQuest* после эндопротезирования тазобедренного сустава в сравнении с традиционной реабилитацией.

Материалы и методы. Проведено проспективное сравнительное исследование с участием 50 пациентов, перенесших первичное тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава. Пациенты были рандомизированы в две группы: экспериментальную (n=25, телереабилитация) и контрольную (n=25, стандартная реабилитация). Оценка проводилась с использованием опросников SF-12, индекса Бартела, шкалы MRC, визуальной аналоговой шкалы боли, шкалы субъективной оценки ограничения движений боли и гониометрии.

Результаты и обсуждение. Экспериментальная группа продемонстрировала статистически значимое улучшение по сравнению с контрольной группой в показателях качества жизни (SF-12), интенсивности болевого синдрома (ВАШ) и мышечной силы (MRC) ($p < 0,05$). Использование *MedQuest* сократило время анкетирования в среднем на 16 минут и уменьшило использование бумажных носителей на 70%. Использование искусственного интеллекта позволило использовать большее количество МКФ кодов.

Выводы. Телереабилитация с использованием платформы *Inventivo* и приложения *MedQuest* показала более высокую эффективность по сравнению с традиционной реабилитацией после эндопротезирования тазобедренного сустава. Цифровые технологии оптимизировали процесс сбора и обработки клинических данных, открыв новые возможности для использования искусственного интеллекта в реабилитации. Массовое внедрение телереабилитации может повысить доступность и качество медицинской помощи, особенно в отдаленных районах.

Ключевые слова: телереабилитация; тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава; реабилитация; ЛФК; дистанционное консультирование

ВВЕДЕНИЕ

В Казахстане наблюдается устойчивый рост числа операций по эндопротезированию крупных суставов, которое в настоящее время составляет около 65% от общего количества операций на суставы [1, 2]. Прогнозируется дальнейшее увеличение этого показателя в связи с демографическими изменениями и увеличением продолжительности жизни населения. С 2014 по 2024 г. численность населения увеличилась на более 2,8 млн. человек, а продолжительность увеличилась с 71,44 до 75,09 лет [5].

Несмотря на развитие системы здравоохранения и расширение сети реабилитационных центров, сохраняется проблема доступности качественной реабилитационной помощи для жителей сельской местности. Более 37% людей живут в сельской местности [6].

Телереабилитация, как и традиционные методы, требует тщательного мониторинга и оценки эффективности на всех этапах восстановительного процесса. В связи с этим возникает необходимость не только в разработке эффективных методик дистанционной реабилитации, но и в создании инновационных инструментов для оценки их результативности.

Внедрение мобильных приложений в клиническую практику представляет собой перспективное направление для решения этих задач [7]. Такие приложения могут обеспечить непрерывный контроль за ходом реабилитации, предоставлять пациентам персонализированные программы упражнений и позволять специалистам дистанционно корректировать лечебный процесс.

Учитывая растущую доступность интернета и смартфонов среди населения, использование мо-

бильных приложений для телереабилитации может значительно повысить качество и доступность медицинской помощи, особенно для пациентов после эндопротезирования крупных суставов, проживающих в отдаленных районах или имеющих ограниченную мобильность [4].

Важным аспектом разработки таких приложений является интеграция функций искусственного интеллекта и машинного обучения для анализа данных о выполнении упражнений, что позволит более точно оценивать прогресс пациента и своевременно вносить коррективы в программу реабилитации. Кроме того, включение элементов геймификации может повысить мотивацию пациентов к регулярному выполнению упражнений и соблюдению рекомендаций врача [3].

Таким образом, разработка и внедрение мобильных приложений для телереабилитации с функцией контроля выполнения упражнений представляет собой актуальное и перспективное направление в современной медицине, способное значительно улучшить результаты после эндопротезирования и повысить качество жизни пациентов.

Цель работы – оценить эффективность телереабилитации с использованием платформы *Inventivo* для назначения реабилитационных упражнений с сенсорного контролем и фиксации движения, а также мобильного приложения для анкетирования *MedQuest*, после эндопротезирования тазобедренного сустава в сравнении с традиционной реабилитацией.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено проспективное сравнительное исследование. Под наблюдением находились 50 пациентов, перенесших первичное тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава в ТОО «Green Clinic» (г. Астана) в период с 01.02.2024 по 31.07.2024. Критериями включения были возраст 18-75 лет, отсутствие тяжелых сопутствующих заболеваний, критериями исключения – ревизионное эндопротезирование, когнитивные нарушения, отсутствие доступа к электронным устройствам или интернету, переломы бедренной кости.

Все пациенты были разделены на 2 группы. В экспериментальной группе пациенты (n=25) проходили реабилитацию с применением телемедицинских технологий. В контрольной группе реабилитация пациентов (n=25): осуществлялась по стандартной схеме без использования телемедицины. Для распределения пациентов в группы была применена простая рандомизация. Группы были схожи по возрасту, полу и типу эндопротезирования ($p > 0.05$). От всех участников исследования было получено информированное согласие.

Пациенты экспериментальной группы получали стандартный комплекс реабилитационных мероприятий, дополненный индивидуализированными программами упражнений через платформу *Inventivo* с возможностью телеконсультаций специалиста-реабилитолога. Оценка эффективности проводилась в динамике с использованием интегрированных в *Inventivo* методов, а также посредством анкетирования через приложение *MedQuest* с применением искусственного интеллекта

Gemini от Google для определения кода по Международной классификации функционирования (МКФ) с соответствующим определителем. Контрольная группа получала только стандартный комплекс реабилитационных мероприятий.

Телереабилитационные упражнения выполнялись пациентами самостоятельно после инструктажа, трехкратно в течение дня. Оценка результатов проводилась каждые 3 сут, на основании чего корректировались виды и интенсивность упражнений.

Стандартный комплекс реабилитационных мероприятий включал в себя активизацию пациента в палате в 1 сут, механотерапию тазобедренного сустава на аппарате для непрерывной пассивной разработки суставов со 2 сут, физиотерапию (лазеро- и магнитотерапия), лечебную физкультуру и тренировку ходьбы по лестнице в реабилитационном отделении с 4 сут после операции, занятия на велотренажере с 7 сут после операции, упражнения на бумаге с объяснениями и рисунками на 2 сут после операции. Реабилитация обеих групп пациентов проходила в течение 2 недель после операции.

Инструментами оценки *MedQuest* послужили опросник SF-12 (оценка качества жизни), индекс Бартела (оценка функциональной независимости); шкала MRC (оценка мышечной силы); инструментами оценки *Inventivo* – визуальная аналоговая шкала боли (10-балльная), шкала субъективной оценки ограничения движений (10-балльная), гониометрия (оценка объема движений в суставе).

В ходе статистического анализа были применены непараметрический U-критерий Манна – Уитни и параметрический t-критерий Стьюдента при нормальном распределении данных. Уровень статистической значимости установлен при $p < 0.05$. Анализ проведен с использованием программного обеспечения SPSS версии 27.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В рамках проведенного исследования осуществлялась сравнительная оценка двух методологий реабилитационного процесса: инновационного подхода с интеграцией телемедицинских технологий (экспериментальная группа) и стандартного метода (контрольная группа).

Анализ результатов экспериментальной группы (комбинация телемедицинской реабилитации и стандартных реабилитационных мероприятий) показал следующее:

1. статистически достоверную редукцию болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) и увеличение мышечной силы (MRC) относительно исходных параметров ($p < 0,05$).

2. показатели SF-12: физический компонент здоровья – 15/20, психический компонент – 23/27, интегральный показатель – 38/47.

3. значимое превалирование над контрольной группой по индикаторам качества жизни (SF-12), интенсивности болевого синдрома (ВАШ) и мышечной силы (MRC) ($p < 0,05$).

4. существенную положительную динамику всех исследуемых параметров в сравнении с начальными значениями ($p < 0,05$).

Анализ результатов контрольной группы (стандартные реабилитационные мероприятия) продемонстрировал:

1. достоверное улучшение показателей болевого синдрома (ВАШ) и мышечной силы (MRC) в сопоставлении с исходными данными ($p < 0,05$).

2. показатели SF-12: физический компонент здоровья – 12/20, психический компонент – 19/27, интегральный показатель – 31/47.

3. статистически значимые изменения в сравнении с исходными результатами по шкалам Гониометрии, индекса Бартела, оценки степени ограничения движения ($p < 0,05$).

Оценка удовлетворенности медицинского персонала использованием телемедицинской платформы *MedQuest* показала, что:

- 75% специалистов выразили готовность к систематическому применению системы;
- 60% врачей продемонстрировали намерение рекомендовать платформу коллегам.

Временные затраты на анкетирование посредством приложения были в среднем на 16 минут меньше по сравнению с использованием бумажных анкет ($p < 0,001$).

Наблюдалось значительное сокращение использования бумажных носителей – более чем на 70%, с 7 до 2 страниц на одного пациента.

Зафиксировано увеличение количества применяемых МКФ-кодов для описания состояния пациента в сравнении с группой, не использовавшей *MedQuest* ($p < 0,05$).

Анализ результатов исследования выявил повышенную результативность комбинированного подхода, сочетающего телереабилитацию и традиционные реабилитационные методики, с применением платформы *Inventivo* для назначения и мониторинга упражнений, а также мобильного приложения *MedQuest* для анкетирования, по сравнению с исключительно стандартной реабилитацией у пациентов, перенесших тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава в Казахстане.

Значительные улучшения в группе телереабилитации могут быть обусловлены возможностью непрерывного мониторинга и оперативной корректировки реабилитационной программы. Фактор контроля над количеством занятий пациентов, вероятно, также способствовал повышению дисциплинированности, учитывая, что участникам второй группы также были предоставлены упражнения, но в печатном формате. Однако во втором случае медицинским специалистам приходилось полагаться на устные отчеты пациентов о частоте самостоятельно выполняемых упражнений.

Внедрение мобильного приложения *MedQuest* продемонстрировало ряд дополнительных преимуществ, включая повышение точности собираемых данных, оптимизацию хранения и анализа информации, а также возможность применения искусственного интеллекта для определения МКФ-кода и расширения количества используемых кодов.

Высокий уровень удовлетворенности медицинских специалистов использованием мобильного приложения *MedQuest* (75% готовы к регулярному использованию, 60% готовы рекомендовать коллегам) свидетельствует о практической значимости и готовности медицинского сообщества к интеграции телемедицинских технологий в реабилитационную практику.

К основным ограничениям исследования относятся сравнительно небольшой объем выборки ($n=50$). Кроме того, краткосрочный период наблюдения не позволяет оценить долгосрочные эффекты телереабилитации. Проведение исследования только в одном медицинском учреждении может ограничивать применимость результатов к другим больницам или клиникам.

ВЫВОДЫ

1. Исследование эффективности дистанционной реабилитации с применением инновационной платформы *MedQuest* и *Inventivo* показало впечатляющие результаты в сравнении с классическими методами восстановления после операций на тазобедренном суставе по эндопротезированию.

2. Анализ данных выявил, что обе группы пациентов достигли заметного прогресса по всем оценочным критериям. Однако группа, использовавшая телемедицинские технологии, продемонстрировала статистически значимое преимущество в таких аспектах, как общее самочувствие, восприятие болевых ощущений и восстановление мышечного тонуса.

3. Применение цифровой платформы *MedQuest* не только оптимизировало процесс сбора и обработки клинических данных, но и открыло новые возможности для использования алгоритмов машинного обучения в предварительной постановке МКФ кода.

4. Положительный отклик медицинского сообщества на внедрение телереабилитационных методик свидетельствует о готовности отрасли к цифровой трансформации и признании потенциала этих технологий в повышении качества оказываемых услуг.

5. Массовое использование дистанционных методов восстановления здоровья может стать ключом к более индивидуальному лечению пациентов. Это поможет людям получать нужную медицинскую помощь даже там, где не хватает больниц и врачей, особенно в отдаленных районах.

Вклад авторов:

Ш. А. Булекбаева, Н. В. Сливкина – концепция и дизайн исследования.

Д. Ж. Сейтенова, Ж. О. Құрбан, А. А. Алдакуатова – сбор и обработка материала.

Н. В. Сливкина, Ж. О. Құрбан – статистическая обработка.

Ж. О. Құрбан, А. А. Алдакуатова – написание текста.

Ж. О. Құрбан – редактирование.

Конфликт интересов:

Авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Статистика РГП на ПХВ «Республиканский центр электронного здравоохранения». <https://rcez.kz/>
2. Ашимов К.Д., Байдалин Т.Т., Октяброва Д.Г., Сулейменов Б.Т., Бекназаров А.И., Агабеков Е.К. Опыт применения различных моделей эндопротезов при коксартрозах в нашей практике. *Traumatology and Orthopaedics of Kazakhstan*. 2022; 3 (64): 23-28. <https://doi.org/10.52889/1684-9280-2022-3-64-23-28>
3. Lin Y.T., Lee W.C., Hsieh R.L. Active video games for knee osteoarthritis improve mobility but not WOMAC score: A randomized controlled trial. *Ann. Phys. Rehabil. Med.* 2020; 63 (6): 458-465. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2019.11.008>
4. <https://datareportal.com/reports/digital-2024-kazakhstan>
5. <https://stat.gov.kz/ru/industries/social-statistics/demography/publications/157456/>
6. <https://stat.gov.kz/ru/industries/social-statistics/demography/publications/157457/>
7. The effectiveness of a mobile application-based programme for rehabilitation after total hip or knee arthroplasty: A randomised controlled trial. Q. Wang, S. Hunter, R.L. Lee, S.W. Chan. *Int. J. Nurs. Stud.* 2023; 140: 104455. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2023.104455>
2. Ashimov K.D., Bajdalin T.T., Oktjabrova D.G., Sulejmenov B.T., Beknazarov A.I., Agabekov E.K. Opyt primeneniya razlichnyh modelej jendoprotezov pri koksartrozah v nashej praktike. *Traumatology and Orthopaedics of Kazakhstan*. 2022; 3 (64): 23-28. <https://doi.org/10.52889/1684-9280-2022-3-64-23-28>
3. Lin Y.T., Lee W.C., Hsieh R.L. Active video games for knee osteoarthritis improve mobility but not WOMAC score: A randomized controlled trial. *Ann. Phys. Rehabil. Med.* 2020; 63 (6): 458-465. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2019.11.008>
4. <https://datareportal.com/reports/digital-2024-kazakhstan>
5. <https://stat.gov.kz/ru/industries/social-statistics/demography/publications/157456/>
6. <https://stat.gov.kz/ru/industries/social-statistics/demography/publications/157457/>
7. The effectiveness of a mobile application-based programme for rehabilitation after total hip or knee arthroplasty: A randomised controlled trial. Q. Wang, S. Hunter, R.L. Lee, S.W. Chan. *Int. J. Nurs. Stud.* 2023; 140: 104455. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2023.104455>

ТРАНСЛИТЕРАЦИЯ

1. Statistika RGP na PHV «Respublikanskij centr jelektronnogo zdravooohranenija». <https://rcez.kz/>

Поступила 29.08.2024
Направлена на доработку 11.10.2024
Принята 29.12.2024
Опубликована online 30.06.2025

Z. K. Kurban^{1*}, S. A. Bulekbayeva², N. V. Slivkina¹, A. A. Aldakuatova³, D. Z. Seitenova⁴

INNOVATIVE APPROACHES TO TELEREHABILITATION AFTER TOTAL HIP ARTHROPLASTY: EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF A MOBILE APPLICATION WITH EXERCISE MONITORING

¹Np JSC «Astana Medical University» (010000, Republic of Kazakhstan, Astana, Beybitshilik str., 49a; e-mail: mail@amu.kz)

²RSE on REM «National Scientific Center for the Development of the Sphere of Social Protection» of the Ministry of Labor and Social Protection of Population of the Republic of Kazakhstan (050004, Republic of Kazakhstan, Almaty city, Zheltoksan str., 65; e-mail: kazto@kazto.kz)

³State municipal enterprise on the right of economic management «City Multidisciplinary Hospital №2» of the Akimat of Astana city (010000, Republic of Kazakhstan, Astana, T. Ryskulov str., 6; e-mail: gmb2_office@astanaclinic.kz)

⁴«Green clinic» LLP (010000, Republic of Kazakhstan, Astana, Husejn ben Talal str., 25/1; e-mail: info@greenclinic.kz)

*Zhandos Orazalyuly Kurban – Np JSC «Astana Medical University»; 010000, Republic of Kazakhstan, Astana, Beybitshilik str., 49a; e-mail: 940904350313@amu.kz

Aim. To evaluate the effectiveness of telerehabilitation using the *Inventivo* platform and the *MedQuest* mobile application after hip replacement in comparison with traditional rehabilitation.

Materials and methods. A prospective comparative study was conducted with the participation of 50 patients who underwent primary total hip replacement. The patients were randomized into two groups: experimental (n=25, telerehabilitation) and control (n=25, standard rehabilitation). The assessment was carried out using the SF-12 questionnaires, the Bartel index, the MRC scale, the visual analog pain scale, the scale of subjective assessment of the limitation of pain movements and goniometry.

Results and discussion. The experimental group demonstrated a statistically significant improvement compared to the control group in terms of quality of life (SF-12), pain intensity (VAS) and muscle strength (MRC) ($p < 0.05$). Using *MedQuest* reduced the survey time by an average of 16 minutes and reduced the use of paper media by 70%. The use of artificial intelligence has made it possible to use a larger number of ICF codes.

Conclusions. Telerehabilitation using the *Inventivo* platform and the *MedQuest* application showed higher efficiency compared to traditional rehabilitation after hip replacement. Digital technologies have optimized the process

of collecting and processing clinical data, opening up new opportunities for the use of artificial intelligence in rehabilitation. Mass implementation of telerehabilitation can increase the availability and quality of medical care, especially in remote areas.

Key words: telerehabilitation; exercise therapy; rehabilitation; total hip replacement; distance counseling

Ж. О. Құрбан^{1*}, Ш. А. Булекбаева², Н. В. Сливкина¹, А. А. Алдакуатова³, Д. Ж. Сейтенова⁴

ЭНДОПРОТЕЗДЕН КЕЙІНГІ ТЕЛЕОҢАЛТУДЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТӘСІЛДЕРІ: ЖАТТЫҒУЛАРДЫҢ ОРЫНДАЛУЫН БАҚЫЛАУ ФУНКЦИЯСЫ БАР МОБИЛЬДІ ҚОСЫМШАНЫҢ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ

¹ҚР ЕХӨҚМ «Әлеуметтік қорғау саласын дамытудың ұлттық ғылыми орталығы» ШЖҚ РМК (050004, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Желтоқсан к-сі, 65; e-mail: kazto@kazto.kz)

²«Астана медицина университеті» КеАҚ (010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Бейбітшілік к-сі, 49 а; e-mail: mail@amu.kz)

³Астана қаласы әкімдігінің «№2 көпбейінді қалалық аурухана» ШЖҚ МКК (010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Тұрар Рысқұлов к-сі, 6; e-mail: gmb2_office@astanaclinic.kz)

⁴ЖШС «Green clinic» (010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Хусейн бен Талал к-сі, 25/1; e-mail: info@green-clinic.kz)

***Жандос Оразалыұлы Құрбан** – «Астана медицина университеті» КеАҚ 010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Бейбітшілік к-сі, 49 а; e-mail: 940904350313@amu.kz

Зерттеудің мақсаты. Дәстүрлі оңалтумен салыстырғанда жамбас эндопротезінен кейін *Inventivo* платформасын және *MedQuest* мобильді қосымшасын пайдалана отырып, теле оңалтудың тиімділігін бағалау.

Материалдар және әдістер. Жамбасбуынының бастапқы толық эндопротезінен өткен 50 пациенттің қатысуымен проспективті салыстырмалы зерттеу жүргізілді. Пациенттер екі топқа рандомизацияланды: эксперименттік (n=25, телереабилитация) және бақылау (n=25, стандартты оңалту). Бағалау SF-12 сауалнамалары, Бартел индексі, MRC шкаласы, визуалды аналогтық ауырсыну шкаласы, ауырсыну қозғалысының шектелуі мен гониометрияның субъективті бағалау шкаласы арқылы жүргізілді.

Нәтижелер және талқылау. Эксперименттік топ өмір сапасы (SF-12), ауырсыну синдромының қарқындылығы және бұлшықет күші (MRC) көрсеткіштеріндегі бақылау тобымен салыстырғанда статистикалық маңызды жақсаруды көрсетті (p < 0,05). *MedQuest*-ті қолдану сауалнама уақытын орта есеппен 16 минутқа қысқартты және қағаз тасымалдаушыларды пайдалануды 70% - ға азайтты. Жасанды интеллектті қолдану МКФ кодтарының санын көбейтуге мүмкіндік берді.

Қорытындылар. *Inventivo* платформасы мен *MedQuest* қосымшасын қолдана отырып, телеоңалту жамбас эндопротезінен кейінгі дәстүрлі оңалтумен салыстырғанда жоғары тиімділікті көрсетті. Цифрлық технологиялар оңалтуда жасанды интеллектті пайдаланудың жаңа мүмкіндіктерін ашу арқылы клиникалық деректерді жинау және өңдеу процесін оңтайландырды. Телеоңалтуды жаппай енгізу, әсіресе шалғай аудандарда медициналық көмектің қолжетімділігі мен сапасын арттыруы мүмкін.

Кілт сөздер: телеоңалту; жамбас буынының толық эндопротезі; оңалту; жаттығу терапиясы; қашықтан кеңес беру; реабилитация