УДК 616-082.3+611.7+62-519 *DOI: 10.26211/2658-4522-2025-7-4-126-141*

ФИЗИЧЕСКИЕ ТРЕНИРОВКИ ПОД ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИМ КОНТРОЛЕМ ПРИ ПАТОЛОГИИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Корецкая Н.Е.[1], Вонгай И.А.[1], Сальников А.С. [1], Ржевская Е.В.[1], Боева О.И.[1,2]

[1] *Поликлиника № 1 Управления делами Президента Российской Федерации, пер. Сивцев Вражек, д. 26/28, Москва, 119002, Российская Федерация*

[2] *Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, ул. Островитянова, д. 1, Москва, 117513, Российская Федерация*

Резюме

Введение. Полноценная реабилитация при заболеваниях опорно-двигательного аппарата, как правило, невозможна без физических тренировок. На практике доступность контролируемых врачом физических тренировок может быть недостаточной вследствие, например, ограниченной мобильности пациента. На данный момент стандартизированные системы телемониторинга для оценки на расстоянии качества выполнения упражнений и уровня физического функционирования отсутствуют.

Цель обзора – анализ результатов исследований, в которых физические тренировки в домашних условиях были частью программ реабилитации при патологии опорно-двигательного аппарата и проводились под удаленным контролем разной степени интенсивности.

Материал и методы. Поиск литературы проведен на платформах PubMed, Google Scholar, eLibrary по ключевым словам. В анализ включены 22 исследования, опубликованных в 2011–2022 годах, в которых реабилитационные программы включали этап физических тренировок в домашних условиях с дистанционным медицинским сопровождением разной степени интенсивности.

Результаты. Исследования эффективности и безопасности очных индивидуальных или групповых физических тренировок в сравнении с телереабилитацией с учетом интенсивности удаленного контроля (прямого и непрямого, в том числе с использованием видео-конференц-связи, аудиосвязи, видеозаписи с веб-камеры, телефонных звонков, приложений для смартфонов, специального программного обеспечения для персональных компьютеров) продемонстрировали сопоставимые позитивные результаты, а также высокую приверженность программам телереабилитации и удовлетворенность пациентов в связи с доступностью и удобством выполнения программ.

Выводы. Тренировки под удаленным контролем могут быть столь же эффективными, как очные, и обеспечивают возможность индивидуальной поддержки пациента в привычных условиях жизни на амбулаторном этапе реабилитации. Перспективы телереабилитации как инструмента физической и отчасти социально-психологической ре-интеграции пациента связаны с дальнейшим развитием цифровых и информационно-коммуникационных технологий.

Ключевые слова: патология опорно-двигательного аппарата, физические тренировки в домашних условиях, удаленный контроль, телереабилитация

Корецкая Н.Е., Вонгай И.А., Сальников А.С., Ржевская Е.В., Боева О.И. Физические тренировки под телемедицинским контролем при патологии опорно-двигательного аппарата: обзор литературы // Физическая и реабилитационная медицина. – 2025. – Т. 7. – №. 4. – С. 126-141. DOI: 10.26211/2658-4522-2025-7-4-126-141.

Koretskaya NE, Vongai IA, Salnikov AS, Rzhevskaya EV, Boeva OI. Fizicheskie trenirovki pod telemedicinskim kontrolem pri patologii opornodvigatel'nogo apparata: obzor literatury [Physical training under remote control in patients with musculoskeletal system pathology: literature review]. Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina [*Physical and Rehabilitation Medicine*]. 2025;7(4):126-141. DOI: 10.26211/2658-4522-2025-7-4-126-141. (In Russian).

PHYSICAL TRAINING UNDER REMOTE CONTROL IN PATIENTS WITH MUSCULOSKELETAL SYSTEM PATHOLOGY: LITERATURE REVIEW

Koretskaya NE[1], Vongai IA[1], Salnikov AS[1], Rzhevskaya EV[1], Boeva OI[1,2]

[1]*Polyclinic N 1 of the Administrative Directorate of the President of the Russian Federation, 26/28 Sivtsev Vrazhek Lane, 119002 Moscow, Russian Federation*

[2] *Pirogov Russian National Research Medical University, 1 Ostrovityanova Street, 117513 Moscow, Russian Federation*

Abstract

Introduction. Full rehabilitation in patients with musculoskeletal disorders is usually impossible without physical exercise. In practice, the availability of physician-monitored physical training may be insufficient to, for example, limited mobility of the patient. Currently, standardized telemonitoring systems capable of accurately assessing the quality of exercise performance and physical functioning are not available.

The **aim** is to analyze the results of clinical trials in which home-based physical training was part of rehabilitation programs in patients with musculoskeletal problems and was remotely monitored with different intensity.

Material and methods. A literature search was conducted on PubMed, Google Scholar, and eLibrary keyword platforms. Twenty-two studies published between 2011 and 2022 meeting the inclusion criteria were included in the analysis.

Results. Trials of the effectiveness and safety of face-to-face individual or group physical training versus telerehabilitation with regard to the intensity of remote monitoring (direct and indirect, including video-conferencing, audio, webcam video, phone calls, smartphone applications, and special software for personal computers) demonstrated comparable positive results. Adherence to telerehabilitation programs was generally high. Patients were satisfied with the intervention due to the affordable and convenient programs.

Summary. Remotely supervised training can be as effective as face-to-face training and provides the opportunity for individualized support for patients in their usual living conditions during the outpatient phase of rehabilitation. Telerehabilitation as a tool for physical and partly socio-psychological re-integration of the patient is becoming increasingly promising as digital and information and communication technologies continue to develop.

Keywords: musculoskeletal pathology, home-based physical training, remote monitoring of training, telerehabilitation

Received: 18.03.2025
Accepted for publication: 15.12.2025

Введение / Introduction

Физические упражнения являются необходимым компонентом лечения, реабилитации и профилактики большинства хронических неинфекционных заболеваний [1, 2]. На практике доступность контролируемых врачом физических тренировок может быть недостаточной вследствие, например, удаленности реабилитационного учреждения, временных ограничений или финансовой нагрузки, а также вследствие нежелания пациента, что характерно для больных пожилого возраста, с избыточной массой тела, пациентов с коморбидной патологией или мультиморбидностью [3-6].

Одним из вариантов преодоления этих препятствий является внедрение удаленного медицинского телемониторинга домашних физических тренировок (телереабилитация) [7]. Благодаря современным достижениям в области цифровых и информационно-коммуникационных технологий, таким как высокоскоростной интернет, онлайн-сервисы для видео-конференц-связи, специально разработанные программное обеспечение для персональных компьютеров и планшетов, смартфоны, специализированные приложения для смартфона и многое другое, появилась практическая возможность выполнять программу физических тренировок удаленно под наблюдением опытных специалистов. При этом программа тренировок может включать применение тренажеров, как традиционных, так и на основе технологии дополненной реальности. Сегодня медицинский телемониторинг является полезным инструментом персональной адаптации процесса реабилитации при многих заболеваниях [8-10], в том числе при патологии опорно-двигательного аппарата [11-13]. В этой области полноценная реабилитация зачастую просто невозможна без физических тренировок. Однако стандартизированные системы телемониторинга, способные точно оценивать качество выполнения упражнений и уровень физического функционирования, по-прежнему отсутствуют.

Цель / Aim

Целью обзора литературы является анализ результатов исследований, в которых физические тренировки в домашних условиях были частью программ реабилитации при патологии опорно-двигательного аппарата и проводились под удаленным медицинским контролем разной степени интенсивности.

Материал и методы / Materials and methods

Поиск литературных источников проводился с сентября 2024 года по декабрь 2024 года на платформах PubMed, Google Scholar, eLibrary.Ru по ключевым словам, включая «физические тренировки», «телемедицинский контроль» и «дистанционный мониторинг», «телереабилитация», «патология опорно-двигательного аппарата». Поиск осуществляли и в пристатейных списках литературы. В анализ включены 22 исследования, опубликованных с 2011 по 2022 год, в том числе 14 рандомизированных контролируемых исследований (РКИ), в которых реабилитационные программы включали этап физических тренировок, выполненных в домашних условиях (табл. 1). При этом медицинское сопровождение осуществлялось удаленно и с разной степенью интенсивности – от обязательного прямого визуального контроля в режиме реального времени в течении всей тренировки или, по крайней мере, какого-либо контакта между пациентом и членами исследовательской группы во время тренировки, до непрямого (косвенного) контроля или его фактического отсутствия, когда участникам предоставлялись необходимые «инструменты» для выполнения упражнений в домашних условиях.

Варианты удаленного медицинского контроля и примеры фактического отсутствия контроля в большинстве проанализированных исследованиях представлены на рисунке 1.

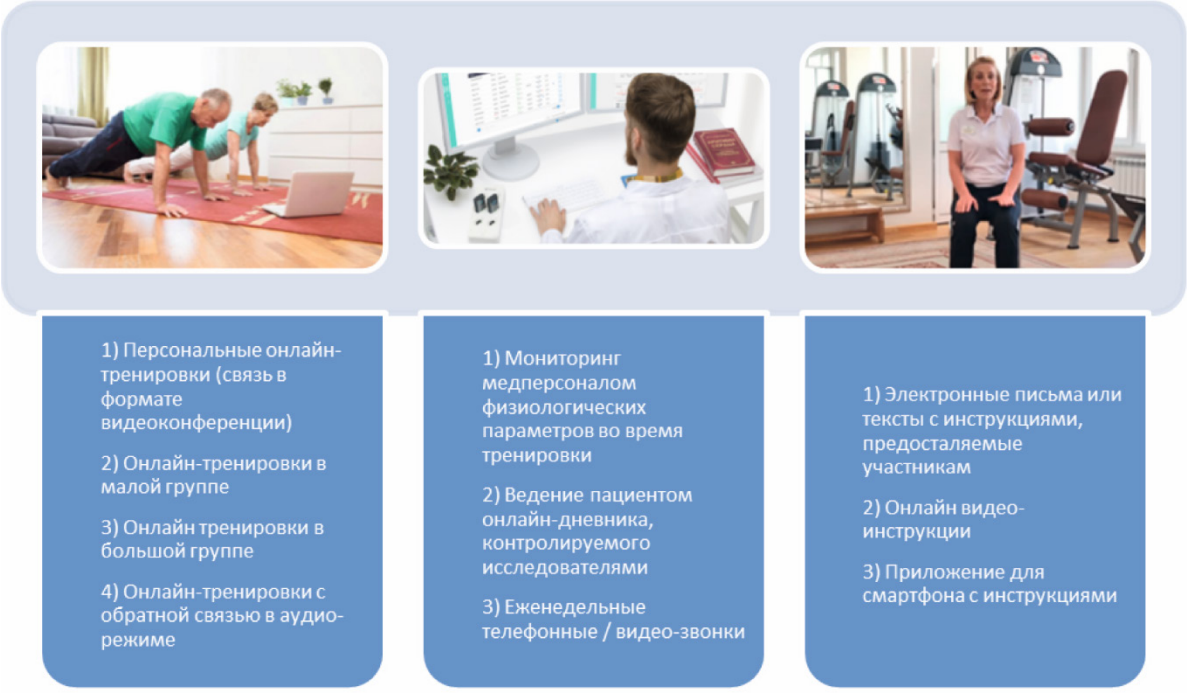

Рисунок 1. Варианты удаленного медицинского контроля физических тренировок в домашних условиях.

Figure 1. Options of distant medical control of physical training at home

Условно «прямой» контроль подразумевает тренировки под дистанционным визуальным или аудио-контролем в режиме реального времени, как персональные, так групповые.

Понятие «непрямой» контроль используется для обозначения дистанционной фиксации косвенных свидетельств и параметров тренировок с помощью мониторинга физиологических данных во время тренировки с анализом в режиме реального времени или отложенным анализом, ведения пациентом онлайн-дневника, контролируемого исследователями или еженедельных телефонных или видео-звонков с участием пациентов и исследователей.

В ряде исследований контроль фактически отсутствовал, однако пациенты получали необходимую для самостоятельных тренировок информацию в формате электронных писем, видео-инструкций, приложения для смартфона.

Результаты / Results

Особенности и результаты включенных в анализ исследований реабилитационных программ на основе физических тренировок кратко представлены в таблице.

Как при хронической патологии суставов, например, остеоартрите, так и после острой травмы, физические упражнения считаются важнейшей частью реабилитации, позволяя снизить интенсивность или полностью купировать мышечно-скелетную боль, восстановить или существенно увеличить подвижность суставов, мышечную силу и равновесие [14-17].

Грани эффективности физических тренировок в домашних условиях под дистанционным контролем в разных вариантах изучены у пациентов, перенесших тотальное эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС).

В трех аналогичных по дизайну РКИ сравнили результаты силовых тренировок и упражнений на восстановлении функции, проведенных под постоянным визуальным контролем специалиста, 1) в амбулаторных условиях (в отделении реабилитации или на дому) и 2) с помощью телереабилитации [18-20]. Не было выявлено достоверных различий между группами по индексу WOMAC (индекс остеоартрита университетов Западного Онтарио и МакМастера), оцененному с помощью трех субшкал (24 вопроса), позволяющих проанализировать ощущения скованности и боли в коленном суставе, а также нарушение функции. В 2015 году группа M. Tousignant продемонстрировала не только эффективность телереабилитации после ТЭКС, но и снижение средней стоимость сеанса, главным образом, за счет отсутствия транспортных расходов [21].

Оригинальный проект дистанционно-контролируемой реабилитации пациентов на дому разработан и внедрен специалистами лечебно-реабилитационного центра Минздрава России (Москва) [22]. Программа предполагала IT-сопровождение в виде электронного «личного кабинета» пациента, нуждающегося в постгоспитальной реабилитации после эндопротезирования суставов нижних конечностей, где размещались клинические данные, доступные членам реабилитационной команды, отражалась его маршрутизация в процессе лечения и реабилитации. Тренажеры для механотерапии доставляли на дом; правильность выполнения и переносимость нагрузок контролировалась методистом онлайн; лечащий врач осуществлял контроль состояния пациента в динамике. Помимо ранней послеоперационной реабилитации была разработана программа тренировки динамического стереотипа пациента и выносливости в позднем послеоперационном периоде, которая включала тренировки на велотренажере и координационные тренажерные БОС-тренировки, специальную лечебную гимнастику. Анализ дистанционно контролируемой реабилитации показал не меньшую терапевтическую эффективность по основным физиолого-функциональным характеристикам (WOMAC, гониометрия оперированного сустава, тест 10-метровой ходьбы, степень удовлетворенности пациентов) по сравнению с очной амбулаторной программой [22].

В исследовании Bettger J. Prvu с соавторами (2020) в сравнительном аспекте изучены возможности новой виртуальной системы с загружаемым индивидуальным тренировочным курсом и отсутствием ограничений частоты и продолжительности сеансов, проводимых пациентами самостоятельно на дому под удаленным медицинским контролем. Эффективность вмешательства оценивали по динамике объема движений в коленном суставе, выраженности боли, скорости ходьбы и другим функциональным параметрам. Не было выявлено существенных клинических преимуществ очных сеансов базе амбулаторного отделения реабилитации, при этом объем расходов закономерно оказался существенно ниже при использовании виртуальной системы [23].

В двух исследованиях у лиц, перенесших замену коленного или тазобедренного сустава, проводилось изучение возможностей телереабилитации под непрямым контролем. Одно из исследований было пилотным – без группы контроля [24]. Другое – многоцентровое открытое рандомизированное (S. Eichler, 2017-2019) – было спланировано как исследование превосходства 3-месячного курса интерактивных домашних тренировок с помощью системы телереабилитации в сравнении со стандартной амбулаторной реабилитацией после комплексной 3-недельной стационарной реабилитации. В группах вмешательства показано значительное улучшение по данным опросника SF-36, по шкале самооценки WOMAC, а также объективных функциональных показателей, включая время тестов «Встань и иди», «Сесть-встать 5 раз», «Подъем и спуск по лестнице» и 6-минутной ходьбы (6МТХ). Учитывая эквивалентную эффективность подходов в отношении восстановления функции суставов, качества жизни и редукции болевого синдрома, авторы рекомендуют телереабилитацию в качестве многообещающим дополнения [25, 26].

S. Bini и J. Mahajan (2017) изучали эффективность телереабилитации без дистанционного наблюдения, но с предоставлением участникам видеозаписи курса упражнений. Описанный подход не уступал очной амбулаторной реабилитации в клинической эффективности при оценке по шкалам боли и физической функции, а также по степени удовлетворенности пациентов, в то же время финансовые затраты оказались на 60 % ниже [27].

В исследованиях российских авторов подчеркивается проблема отсутствия преемственности восстановительного лечения вследствие нарушений маршрутизации пациентов в более поздние послеоперационные сроки после эндопротезирования и на санаторно-курортное лечение, результатом чего становится незавершенность курса амбулаторной реабилитации в ~26 % случаев [28].

В исследовании, посвященном проблемам организации и ресурсного обеспечения реабилитации после эндопротезирования, был отмечен недостаток квот и направлений в 90 % регионов в размере более 59 % от потребности вследствие недостаточного объема финансовых ресурсов, что приводит к ограничению траектории законченного цикла

Таблица 1 / Table 1

Описание и результаты программ физических тренировок в домашних условиях у пациентов с патологией опорно-двигательного аппарата / Description and results of physical training program at home for patients with musculoskeletal system pathologies

Исследование / Research	РКИ / клиническая когорта / размер выборки / RCT / clinical cohort / volume	Вариант контроля / вид тренировок / Control option / training type	Продолжительность вмешательства /	Сравниваемые группы / Group compared	Частота тренировок / Training frequency	Продолжительность тренировок	Период последующего наблюдения	Результаты / Results
Russell T.G. et al. (18)	Да / ТЭКС / n=65	Прямой контроль, веб-камера; функциональные тренировки	6 недель	Телереабилитация vs. очная амбулаторная реабилитация	1 раз в неделю	45 минут	Без наблюдения	Нет различий в улучшении диапазона движений, мышечной силы, боли, теста на время, качества жизни и клинической походки
Tousignant M. et al. (19)	Да / ТЭКС / n=48	Прямой контроль, веб-камера; функциональные тренировки	8 недель	Телереабилитация vs. очная амбулаторная/ посещение на дому	2 раза в неделю	1 час	Без наблюдения	Нет различий в улучшении по WOMAC, диапазона движений, равновесия и силы в нижней части тела
Moffet H. et al. (20), Tousignant M. et al. (21)	Да / ТЭКС / n=205	Прямой контроль, веб-камера; упражнения на подвижность, укрепление, равновесие и функциональные тренировки	8 недель	Телереабилитация vs. посещение на дому	2 раза в неделю	45–60 минут	Без наблюдения	Нет различий в улучшении по WOMAC, диапазоне движений, 6MTX; снижение финансовых затрат по сравнению с контрольной группой
Шаповаленко Т.В. с соавт. (22)	Да / ТЭКС и ТЭТС	Прямой контроль, веб-камера; упражнения на подвижность, укрепление, равновесие и функциональные тренировки	21 день	Телереабилитация vs. очная амбулаторная реабилитация	Ежедневно	30–60 минут	Без наблюдения	Нет различий по WOMAC, гониометрии оперированного сустава, тесту 10-метровой ходьбы, удовлетворенности пациентов
Prvu Bettger J. et al. (23)	Да / ТЭКС / n=306	Непрямой контроль, еженедельная видеоконференция; физические тренировки	12 недель	Телереабилитация vs. очная амбулаторная /посещение на дому	Неограниченная	Неограниченное	Последующее наблюдение	Нет различий в улучшении функции; снижение финансовых затрат в группе телереабилитации
Chang C.-F. et al. (24)	Нет / ТЭТС / n=31	Непрямой контроль, телефонный контакт; упражнения на диапазон движений, тренировки с отягощениями, ходьба	12 недель	Только телереабилитация, нет контрольной группы	Упражнения на диапазон движений: 3 раза в день Упражнения на сопротивление: через день	Диапазон движений: 10 минут Сопротивление: 10 минут ходьба: 1×/ день ходьба: 10-30 минут	Без наблюдения	Значительное улучшение по результатам тестов «Встань и иди», 6MTX и шкале WOMAC; высокая удовлетворенность эффектом и доступностью помощи

Исследование / Research	РКИ / клиническая когорта / размер выборки / RCT / clinical cohort / volume	Вариант контроля / вид тренировок / Control option / training type	Продолжительность вмешательства /	Сравниваемые группы / Group compared	Частота тренировок / Training frequency	Продолжительность тренировок	Период последующего наблюдения	Результаты / Results
Eichler S. et al. (25, 26)	Да / ТЭТС или ТЭКС / n=111	Непрямой контроль, текстовые сообщения, телефонный контакт и видеоконференция; упражнения на мышечную силу и постуральный баланс после стационарной реабилитации	3 месяца	Телереабилитация vs. очная амбулаторная реабилитация	3 раза в неделю	55 мин в неделю	Без наблюдения	Нет различий между группами по степени улучшения результатов функциональных тестов («Встань и иди», 6MTX, тест с подъемом по лестнице)
Bini S., Mahajan J. (27)	Да / ТЭКС / n=29	Без надзора, предварительно записанные видео; физические тренировки	12 недель	Телереабилитация vs. очная амбулаторная реабилитация	Неограниченная	Не сообщалось	Без наблюдения	Отсутствие различий между группами в улучшении клинических исходов и удовлетворенности; снижение финансовых затрат в группе телереабилитации
Струков Р.Н. с соавт. (30)	Нет / ТЭТС / n=30	Без контроля, ссылка на инструкции и видеоролик, вводные онлайн-занятия	90 дней	Телереабилитация с дистанционным тестированием / классическая реабилитация в стационаре 10-14 дней	Без ограничений	Не сообщается	Наблюдение 3 месяца	Положительный клинический эффект (мобильность, качество жизни, уровень тревоги); высокая удовлетворенность, удобство использования.
Chughtai M. et al (31)	Нет / ТЭКС и одномыщелковая артропластика КС / n=257	Прямой + непрямой контроль	30 дней	Телереабилитация (сочетание очных и виртуальных телевизитов)	Не регулировалось	Не регулировалось. В итоге в среднем составило 26,5 минут в день на 13,5 упражнений	Без наблюдения	Удовлетворительная приверженность пациентов, невысокие затраты времени, удобство применение, уменьшение боли и улучшение функции по шкалам KOOS, WOMAC и AM-PAC
Hinman R.S. et al. (32)	Нет / ОА / n=12	Прямое контроль, веб-камера; укрепляющие упражнения	3 месяца	Только телереабилитация, нет контрольной группы	3 раза в неделю, в т.ч. 7 сеансов под видео-контролем	Не сообщается	Наблюдение 3-6 месяцев после курса реабилитации	Уменьшение выраженности болевого синдрома по результатам самооценки, сохраняющееся в период последующего наблюдения, высокая удовлетворенность

Исследование / Research	РКИ / клиническая когорта / размер выборки / RCT / clinical cohort / volume	Вариант контроля / вид тренировок / Control option / training type	Продолжительность вмешательства /	Сравниваемые группы / Group compared	Частота тренировок / Training frequency	Продолжительность тренировок	Период последующего наблюдения	Результаты / Results
Azma K. et al. (33)	Да / ОА КС / n=54	Непрямой контроль, телефонный контакт; упражнения на укрепление, выносливость, гибкость, активный диапазон движений	6 недель	Телереабилитация vs. очная амбулаторная реабилитация	3 раза в неделю	Не сообщается	Наблюдение через 1 и 6 месяцев после курса реабилитации	Нет разницы в улучшении по KOOS и WOMAK, в том числе в контрольных точках последующего наблюдения
Allen K.D. et al. (34)	Да / ОА КС / n=350	Непрямой контроль, индивидуальные видео-инструкции, видеозаписи и фотографии, отслеживание динамики; укрепление, гибкость/диапазон движений, аэробные упражнения	12 недель	Телереабилитация vs. очная амбулаторная реабилитация vs. отсутствие физических тренировок (лист ожидания)	Индивидуальный график	Среднее кол-во очных визитов 5,7 ±2,5, среднее кол-во дней, проведенных на сайте, 40,5±59,8	Наблюдение через 4 и 12 месяцев после курса реабилитации	Нет разницы между группами в улучшении по WOMAK, функциональным тестам, PASE в том числе в контрольных точках последующего наблюдения, высокая приверженность телереабилитации
Bennell K.L. et al. (35)	Да / ОА КС / n= 168	Непрямой контроль, телефонный контакт; упражнения на укрепление, выносливость, гибкость, активный диапазон движений	6 месяцев	Телереабилитация vs. телереабилитация + коучинг	Не регулировалось	Пять 30-минутных консультаций ± 6-12 телефонных коучинговых сессий	Наблюдение через 12 и 18 месяцев после курса реабилитации	Нет разницы в улучшении по шкалам боли (NRS) и физической функции (WOMAK), приверженности, в том числе в контрольных точках последующего наблюдения
Tsvyakh A.L., Hospodarskyy A.J. (36)	Нет / травма нижних конечностей / n=74	Непрямой контроль, сенсоры смартфона / пассивное и активное сгибание-разгибание, дозированная нагрузка	3 месяца	Телереабилитация vs. очная амбулаторная реабилитация	Индивидуальный график	Индивидуально	Без наблюдения	Более высокая удовлетворенность пациента в группе телереабилитации по сравнению с традиционной реабилитацией
Pastora-Bernal J.-M. et al. (37)	Да/артроскопическая субакромиальная декомпрессия / n=18	Без надзора / веб-видео и изображения	12 недель	Телереабилитация vs. очная амбулаторная реабилитация	5 раз в неделю	Не описано	Без наблюдения	Нет различий в улучшении функции плечевого сустава

Исследование / Research	РКИ / клиническая когорта / размер выборки / RCT / clinical cohort / volume	Вариант контроля / вид тренировок / Control option / training type	Продолжительность вмешательства /	Сравниваемые группы / Group compared	Частота тренировок / Training frequency	Продолжительность тренировок	Период последующего наблюдения	Результаты / Results
Choi Y. et al. (38)	Да / с-м замороженного плеча / n=84	Без надзора, связь с помощью смартфона / сгибание, вращение, приведение, растяжение	12 недель	Упражнения с помощью смартфона vs. самостоятельное выполнение упражнений	2-3 раза в день	10 повторений	Без наблюдения	Нет различий положительной динамики выраженности болевого с-ма и амплитуды движений плечевого сустава
Santello G. et al. (39)	Да / боль в плече / n=60	Без надзора, видеоролик и буклет с инструкциями / упражнения на растяжку, подвижность суставов, мышечную силу	2 месяца	Телереабилитация vs. минимальное обучение	3 раза в неделю	5-10 повторений, 3-5 подходов	Без наблюдения	Значительно более выраженное уменьшение болевого с-ма и функциональных нарушений в группе телереабилитации
Malliaras P. et al. (40)	Да / боль в ротаторной манжете плеча / n=36	Прямой контроль, веб-камера / упражнения на амплитуду движений	12 недель	Рекомендации vs. разработка программы тренировок vs. разработку программы тренировок с телемедицинским контролем ее выполнения	1 раз в неделю сеанс телереабилитации / рекомендация программы тренировок 3 раза в неделю	30-60 мин	Без наблюдения	Приемлемая приверженность в группе телереабилитации; нет различий в степени улучшения показателей боли и функции
Eriksson L. et al. (42)	Нет / ОА плечевого сустава / n=25	Прямой контроль, веб-камера / лечебная физкультура	8 недель	Телереабилитация vs. очная амбулаторная реабилитация	1-3 в неделю	30-60 мин	Без наблюдения	Значительное более выраженное уменьшение боли и улучшение функции плеча в группе телереабилитации
Tousignant M. et al. (43)	Нет / перелом проксимального отдела плечевой кости / n=17	Прямой контроль, веб-камера / упражнения на растяжку, увеличение амплитуды движений, мышечную силу, уменьшение болевого с-ма	8 недель	Телереабилитация без контрольной группы	1-2 раза в неделю	30-45 мин	Без наблюдения	Уменьшение болевого с-ма и улучшение объема движений и функций; высокая удовлетворенность
Steiner B. et al. (44)	Нет / хроническая патология плечевого сустава / n=12	Непрямой контроль, Microsoft Kinect, телефон / физические тренировки	3 месяца	Телереабилитация без контрольной группы	5 раз в неделю, 2 раза в день	10-15 мин	Без наблюдения	Высокая удовлетворенность, удобство использования; увеличение амплитуды движений

медицинской реабилитации у пациентов после операций эндопротезирования [29].

Для персонализации маршрутизации пациентов и достижения непрерывности восстановительного лечения Р.Н. Струков с соавторами (2022) применили сочетание дистанционно контролируемой реабилитации и онлайн-опросников для прогнозирования и оценки эффективности послеоперационного восстановления и качества жизни пациентов. При выявлении «парамедицинских затруднений» проведения очной формы реабилитации пациентам предлагалась подходящие модели дистанционной реабилитации [30].

Перспективным направлением телереабилитации является применение обучающих аватаров – трехмерного программного обеспечения для измерения и анализа движения с возможностью телевизита в реальном времени и виртуального визита. Апробация этой технологии у пациентов, перенесших ТЭКС или одномыщелковую артропластику коленного сустава в пилотном проекте оказалась успешной в аспектах комплаенса и приверженности пациентов, затрат времени, удобства использования виртуальной платформы и клинических результатов (боль и нарушения функции по шкалам KOOS (оценка исходов повреждений и заболеваний коленного сустава), WOMAC и AM-PAC (Activity Measure Post Acute Care). Особенностью исследования было отсутствие жесткой регламентации количества визитов и режима тренировок. Пациенты потратили в среднем 26,5 минут в день, выполняя в среднем 13,5 упражнений, а к концу реабилитации потратили в среднем 10,8 часов. При этом количество очных визитов в реальном времени составило в среднем 3,4, а виртуальных на 0,8 больше [31].

Таким образом, у лиц, перенесших ТЭКС, продемонстрирована сопоставимая клиническая эффективность амбулаторной реабилитации и телереабилитации независимо от вариантов и режимов физических тренировок, продолжительности программы и интенсивности надзора за выполнением программ. Это позволяет рассматривать телереабилитацию как допустимый альтернативный или дополнительный формат восстановительного лечения пациентов с ТЭКС.

В ряде исследований проводилось изучение возможностей телереабилитации при другой патологии нижних конечностей, включая остеоартрит (ОА), эндопротезирование коленного или тазобедренного сустава в различных объемах и острую травму.

В 2017 году R.S. Hinman с соавторами опубликовали результаты качественной оценки телереабилитации у больных ОА коленного сустава под прямым визуальным контролем с помощью онлайн-сервиса «Skype». Физические тренировки включали упражнения на диапазон движений, гибкость, мышечную силу и выносливость. Участники – пациенты и врачи – выразили удовлетворенность программой, посчитав ее эффективной (уменьшение болевого синдрома, улучшение физического функционирование и повышение активности в быту), персонально ориентированной, удобной и более доступной благодаря дистанционному формату [32].

Эффективность непрямого контроля выполнения 6-недельной программы телереабилитации в виде еженедельных телефонных звонков изучена с больных ОА коленного сустава в ходе РКИ с относительно длительным периодом наблюдения. По сравнению с группой очной реабилитации, при телереабилитации наблюдались схожие значительные улучшения конечных точек по шкалам KOOS и WOMAC, в том числе отмечалась аналогичная положительная динамика через 1 и 6 месяцев наблюдения. Учитывая, что телереабилитация под косвенным надзором требует существенно меньших затрат времени медицинского персонала и средств системы здравоохранения, авторы рекомендуют ее применение в когорте пожилых пациентов, проживающих в отдаленных населенных пунктах [33].

В данном исследовании, как и в РКИ, выполненных научными группами K.D. Allen (2018) и K.L. Bennell (2017), клиническая эффективность вмешательств у больных ОА не зависела от метода их организации и интенсивности контроля. В то же время протокол тренировок был важным фактором эффективности. Отмечено, что при достижении определенного предела объема тренировок дальнейшее его наращивание уже не дает дополнительного клинического преимущества – улучшения функции сустава и качества жизни, уменьшения боли [33-35].

Заслуживает внимания исследование телереабилитации лиц с травмами нижних конечностей A.I. Tsvyakh и A.J. Hospodarskyy (2017), в котором было разработано и использовано новое приложение для смартфона, а также применялись специальные датчики для отслеживания параметров движения и ходьбы. В течение трех месяцев участники группы телереабилитации выполняли дома упражнения на пассивное и активное сгибание-разгибание и дозированные нагрузки травмированной конечности, при этом смартфон был закреплен на больной ноге. Исходы включали удовлетворенность пациента, а также время, потраченное на консультации у врача травматолога-ортопеда. По сравнению с контрольной группой, которая получала традиционные методы реабилитации, такие как массаж, миостимуляция и занятия в бассейне, участники телереабилитации были в большей степени удовлетворены как программой тренировок, так и меньшими затратами времени на визиты к врачу [36].

В целом, при патологии нижних конечностей программы телереабилитации разной

продолжительности и с разными видами контроля продемонстрировали эффективность в виде большей удовлетворенности пациентов, которые не могли или не хотели приезжать для получения очных услуг, и улучшения функционирования, сопоставимого с результатами очных программ. Описанный эффект сохранялся при долгосрочном наблюдении в ряде исследований.

В РКИ домашней телереабилитации без прямого контроля при травмах верхней конечности, в том числе после артроскопической субакромиальной декомпрессии [37], при синдроме замороженного плеча [38] и хронической боли в плече [39], показано значимое уменьшение выраженности болевого синдрома, существенное улучшение функции плечевого сустава, сопоставимые с результатами традиционной очной реабилитации [38, 40] или более выраженные, чем только при обучении [39].

В пилотном проекте INTEL у пациентов с болью при повреждении вращательной манжеты плеча P. Malliaras с соавторами (2020) сравнили реализуемость и технико-экономическое обоснование трех различных вмешательств с применением цифровых технологий («интернет-вмешательство»), включая выдачу рекомендаций, разработку программы тренировок и разработку программы тренировок с телемедицинским контролем ее выполнения. Конечными точками были приверженность лечению и развитие нежелательных явлений. Приемлемый уровень приверженности наблюдался только в группе телереабилитации, в то время как частота развития нежелательных явлений была аналогичной в изучаемых группах [41].

Изучение эффективности телереабилитации после эндопротезирования плечевого сустава проводилось в сравнении с контрольной группой, получавшей очные физические тренировки. В группе телерабилитации под прямым визуальным контролем достигнуто более значительное улучшение по параметрам выраженности боли и нарушения функции, а также удовлетворенности удаленным взаимодействием с врачом [42].

Пилотное исследование возможностей программы телереабилитации для лиц, перенесших перелом проксимального отдела плечевой кости, включавшее упражнения на растяжку, контроль боли, активный диапазон движений и наращивание мышечной массы, продемонстрировало значительное уменьшение выраженности боли по шкале субъективной оценки, заметное улучшение диапазона движений, включая сгибание, разгибание и вращение, а также клинически значимое улучшение функции верхней конечности, измеренной с помощью опросника DASH (Disability of the Arm, Shoulder and Hand). Участники сообщили о высокой общей удовлетворенности организацией и результатами восстановительного лечения [43].

Интересный пилотный проект реализован в 2020 г. немецкими коллегами – телереабилитация при травме плеча на основе системы программы физических тренировок с применением системы AGT-Reha. AGT-Reha состоит из универсального персонального компьютера и бесконтактной системы захвата движений «Kinect for Windows». Программное обеспечение AGT-Reha рассчитана на 10 упражнений, специально разработанных для пациентов с (хроническими) заболеваниями плечевого сустава. Лечащий врач имеет доступ к данным о тренировках (количество и качество выполнения упражнений) через веб-интерфейс и может адаптировать тренировку под конкретного пациента (упражнения, количество повторений, различные уровни сложности). После короткого видеоролика, объясняющего предстоящее упражнение, на тренировочной сцене отображается трехмерная визуализация (аватар) тренера, демонстрирующая правильное выполнение упражнения. В то же время камера распознает движения пациента и отражает их на экране. Цветная полоса от «+» до «-» в нижней части экрана обеспечивает непрерывную оценку выполнения упражнения. Таким образом, пациенты могут легко обнаружить и исправить неправильные движения. Несмотря на некоторые технические проблемы, все участники успешно тренировались самостоятельно с AGT-Reha дома не реже одного раза в день. Пять из 12 участников показали клинически значимое улучшение диапазона движений в плечевом суставе по SPADI (опросник для самооценки боли и нарушения функции плеча). Все участники сообщили об удобстве пользования и высокой удовлетворенности программой [44].

Таким образом, свидетельства эффективности телереабилитации при заболеваниях верхних конечностей в аспектах улучшения функциональных параметров, удовлетворенности пациентов и технико-экономической обоснованности были продемонстрированы в нескольких исследованиях, в том числе пилотных проектах и РКИ, изучавших эффективность, безопасность, доступность и востребованность таких программ.

Последние тенденции указывают на популярность недорогих, неинвазивных носимых визуальных устройств слежения в телереабилитации, таких как системы удаленного мониторинга на основе камер, обеспечивающих сбор количественных и клинически значимых данных о прогрессе пациентов, выполняющих программы физических тренировок в домашних условиях. Интеграция устройств удаленного мониторинга с традиционными методами реабилитации повышает доступность высококачественной специализированной помощи при сокращении расходов на здравоохранение, связанных с традиционной очной амбулаторной реабилитацией [45].

Выводы / Summary

Несмотря на то, что физические упражнения являются необходимым компонентом реабилитации при патологии опорно-двигательного аппарата, обеспечение приверженности лечению может оказаться сложной задачей. Пациенты могут испытывать затруднения/ограничения, связанные с перемещением/транспортировкой к месту проведения реабилитации, затратами для посещения индивидуальных занятий, иметь другие причины нежелания посещать тренировки очно. В такой ситуации тренировки в домашних условиях под удаленным медицинским телемониторингом являются жизнеспособной альтернативой очным занятиям в амбулаторном отделении/центре реабилитации, обеспечивая преемственность реабилитационных мероприятий на всех этапах.

Результаты исследований, имевших целью изучение влияния интенсивности удаленного контроля (прямого и непрямого, в том числе с использованием видео-конференц-связи, аудиосвязи, видеозаписи с веб-камеры, телефонных звонков, приложений для смартфонов, специального программного обеспечения для персональных компьютеров) за ходом физических тренировок на их эффективность продемонстрировали сопоставимые позитивные результаты телереабилитации и очных индивидуальных/групповых тренировок, а также отсутствие существенных различий эффективности при различных вариантах удаленного контроля за ходом реабилитации. При этом приверженность программам телереабилитации в целом была высокой. Пациенты отмечали удовлетворенность вмешательством в связи с доступностью и удобством выполнения программ.

Это означает, что физические «телетренировки» могут быть столь же эффективными, как очные тренировки, и обеспечивают возможность индивидуальной поддержки пациента в привычных условиях жизни. Телереабилитация как инструмент физической и отчасти социально-психологической ре-интеграции пациента становится все более многообещающей по мере дальнейшего развития цифровых и информационно-коммуникационных технологий.

Перспектива дальнейшего изучения эффективности, безопасности и экономической эффективности телереабилитации предполагает сравнение эффективности различных протоколов тренировок, в том числе с применением технологий дополненной реальности и других цифровых новаций, а также организацию исследований с более длительным, чем 6-12 недель, периодом наблюдения после завершения курса тренировок, поскольку устойчивость позитивных изменений, достигнутых в результате вмешательств в разных типах исследований, варьирует.

Этика публикации. Представленная статья ранее опубликована не была, все заимствования корректны.

Конфликт интересов. Информация о конфликте интересов отсутствует.

Источник финансирования. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература

1. Епифанов В.А., Корчажкина Н.Б. Медико-социальная реабилитация пациентов с различной патологией: в 2-х частях. Учебное пособие. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 560 с.
2. Амосова Н.А., Арутюнов Г.П., Аухадеев Э.И. и др. Лечебная физическая культура в системе медицинской реабилитации: национальное руководство. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 896 с.
3. Федонников А.С. Медицинская реабилитация пациентов после тотального эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов: проблемы организации и ресурсного обеспечения. Саратовский научно-медицинский журнал – 2019. – Т.15. – № 4. – С. 920-924.
4. Scelza WM, Kalpakjian CZ, Zemper ED, Tate DG. Perceived barriers to exercise in people with spinal cord injury. American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation. 2005;84(8):576-83. DOI: 10.1097/01.phm.0000171172.96290.67.
5. Thorpe O, Johnston K, Kumar S. Barriers and enablers to physical activity participation in patients with COPD. The Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention. 2012;32(6):359-69. DOI: 10.1097/HCR.0b013e318262d7df.
6. Ellis T, Boudreau JK, DeAngelis TR, Brown LE, Cavanaugh JT, Earhart GM, et al. Barriers to exercise in people with Parkinson's disease. Physical Therapy. 2013;93(5):628-36. DOI: 10.2522/ptj.20120279.
7. Осокина А.К., Щинова А.М., Потехина А.В. Телемедицина: история и перспективы развития. Вестник Всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. – 2019. – № 2. – С. 111-120. DOI. 10.17238/issn1999-2351.2019.2.111-120.
8. Alayat MS, Almatrafi NA, Almutairi AA, El Fiky AAR, et al. The effectiveness of telerehabilitation on balance and functional mobility in patients with stroke: a systematic review and meta-analysis. International Journal of Telerehabilitaion. 2022;14(2):e6532. DOI: 10.5195/ijt.2022.6532.
9. Owen O, O'Carroll V. The effectiveness of cardiac telerehabilitation in comparison to centre-based cardiac rehabilitation programmes: A literature review. Journal of Telemedicine and Telecare. 2024;30(4):631-646. DOI: 10.1177/1357633X221085865.
10. Dai Y, Huang H, Zhang Y, He N, et al. The effects of telerehabilitation on physiological function and disease symptom for patients with chronic respiratory disease: a systematic review and meta-analysis. BMC Pulmonary Medicine. 2024;24(1):305. DOI: 10.1186/s12890-024-03104-8.

11. Лядов К.В., Шаповаленко Т.В., Конева Е.С. Опыт применения дистанционной реабилитации пациентов после эндопротезирования суставов нижних конечностей: Обзор литературы и результаты собственного исследования. Вестник восстановительной медицины. – 2015. – № 5. – С. 72-75.
12. Погонченкова И.В., Орлова Е.В., Сомов Д.А., Даминов В.Д. и др. Эффективность телемедицинских технологий в комплексной программе реабилитации пациентов после транспедикулярной фиксации позвоночника. Вестник восстановительной медицины. 2023. – Т. 22. – 1. – С. 98-109. DOI. 10.38025/2078-1962-2023-22-1-98-109.
13. Ouendi N, Avril E, Dervaux B, Pudlo P, et al. Effectiveness of telerehabilitation programs in elderly with hip or knee arthroplasty: a systematic review. Telemedicine Journal and e-health. 2024;30(6):1507-21. doi: 10.1089/tmj.2023.0622.
14. Pandya J, Johnson T, Low AK. Shoulder replacement for osteoarthritis: a review of surgical management. Maturitas. 2018;108:71-76. DOI: 10.1016/j.maturitas.2017.11.013.
15. Bandholm T, Wainwright TW, Kehlet H. Rehabilitation strategies for optimization of functional recovery after major joint replacement. Journal of Experimental Orthopaedics. 2018;5:44. DOI: 10.1186/s40634-018-0156-2
16. Dávila Castrodad IM, Recai TM, Abraham MM, Etcheson JI, et al. Rehabilitation protocols following total knee arthroplasty: a review of study designs and outcome measures. Annalls of Translational Medicine. 2019 Oct;7(Suppl 7):S255. DOI: 10.21037/atm.2019.08.15.
17. Doiron-Cadrin P, Lafrance S, Saulnier M, Cournoyer É, et al. Shoulder rotator cuff disorders: a systematic review of clinical practice guidelines and semantic analyses of recommendations. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2020;101(7):1233-42. DOI: 10.1016/j.apmr.2019.12.017.
18. Russell TG, Buttrum P, Wootton R, Jull GA. Internet-based outpatient telerehabilitation for patients following total knee arthroplasty. Journal of Bone and Joints Surgery Am. 2011;93(2):113-120. DOI: 10.2106/JBJS.I.01375.
19. Tousignant M, Moffet H, Boissy P, Corriveau H, Cabana F, Marquis F. A randomized controlled trial of home telerehabilitation for post-knee arthroplasty. Journal of Telemedicine and Telecare. 2011;17(4):195-8. DOI: 10.1258/jtt.2010.100602.
20. Moffet H, Tousignant M, Nadeau S, Mérette C, et al. In-home telerehabilitation compared with face-to-face rehabilitation after total knee arthroplasty. Journal of Bone and Joints Surgery Am. 2015;97(14):1129-41. DOI: 10.2106/JBJS.N.01066.
21. Tousignant M, Moffet H, Nadeau S, Mérette C, et al. Cost analysis of in-home telerehabilitation for post-knee arthroplasty. Journal of Medical Internet Research. 2015;17(3):e83. DOI: 10.2196/jmir.3844.
22. Шаповаленко Т.В., Кочорова Л.В., Лядов К.В., Конева Е.С. Современные подходы к организации ранней реабилитации пациентов после эндопротезирования крупных суставов нижних конечностей в условиях ФГБУ «Лечебно-реабилитационный центр» Минздравсоцразвития России // Вестник Восстановительной медицины. – 2012. – № 4. – С. 32-38.
23. Prvu Bettger J, Green CL, Holmes DN, Chokshi A, et al. Effects of virtual exercise rehabilitation in-home therapy compared with traditional care after total knee arthroplasty. Journal of Bone and Joints Surgery. 2020;102(2):101-109. DOI: 10.2106/JBJS.19.00695.
24. Chang C-F, Lin K-C, Chen W-M, Jane S-W, et al. Effects of a home-based resistance training program on recovery from total hip replacement surgery: feasibility and pilot testing. Journal of Research in Nursing. 2017;25(1):21-30. DOI: 10.1097/jnr.0000000000000128.
25. Eichler S, Rabe S, Salzwedel A, Müller S, et al. Effectiveness of an interactive telerehabilitation system with home-based exercise training in patients after total hip or knee replacement: study protocol for a multicenter, superiority, no-blinded randomized controlled trial. Trials. 2017;18:438. DOI: 10.1186/s13063-017-2173-3.
26. Eichler S, Salzwedel A, Rabe S, Mueller S, et al. The effectiveness of telerehabilitation as a supplement to rehabilitation in patients after total knee or hip replacement: randomized controlled trial. JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies. 2019;6(2):e14236. DOI: 10.2196/14236.
27. Bini S, Mahajan J. Clinical outcomes of remote asynchronous telerehabilitation are equivalent to traditional therapy following total knee arthroplasty: a randomized control study. Journal of Telemedicine and Telecare. 2017;23(2):239-247. DOI: 10.1177/1357633X16634518.
28. Сандаков Я.П., Кочубей А.В., Черняховский О.Б., Кочубей В.В. Оценка поликлинической реабилитации послеэндопротезирования суставов. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2020. – Т. 28. – № 1. – С. 101-105. DOI: http://dx.doi.org/10.32687/0869-866X-2020-28-1-101-105.
29. Федонников А.С. Медицинская реабилитация пациентов после тотального эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов: проблемы организации и ресурсного обеспечения. Саратовский научно-медицинский журнал. – 2019. – Т. 15. – № 4. – С. 920-924.
30. Струков Р.Н., Конев С.М., Конева Е.С., Хаптагаев Т.Б. и др. Оценка актуальности и эффективности использования дистанционных методов восстановления в реабилитации пациентов после тотального эндопротезирования суставов. Физиотерапевт. – 2022. – №. 6. DOI:10.33920/med-14-2212-03.
31. Chughtai M, Kelly JJ, Newman JM, Sultan AA, et al. The role of virtual rehabilitation in total and unicompartmental knee arthroplasty. Journal of Knee Surgery. 2019;32(1):105-110. DOI: 10.1055/s-0038-1637018.
32. Hinman RS, Nelligan RK, Bennell KL, Delany C. “Sounds a bit crazy, but it was almost more personal:” a qualitative study of patient and clinician experiences of physical therapist-prescribed exercise for knee osteoarthritis via skype. Arthritis Care Research (Hoboken). 2017;69(12):1834-1844. DOI: 10.1002/acr.23218.

33. Azma K, RezaSoltani Z, Rezaeimoghaddam F, Dadarkhah A, et al. Efficacy of tele-rehabilitation compared office-based physical therapy in patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. Journal of Telemedicine and Telecare. 2018;24(8):560-65. DOI: 10.1177/1357633X17723368.
34. Allen KD, Arbeeva L, Callahan LF, Golightly YM, et al. Physical therapy vs internet-based exercise training for patients with knee osteoarthritis: results of a randomized controlled trial. Osteoarthritis Cartilage. 2018;26(3):383-96. DOI: 10.1016/j.joca.2017.12.008.
35. Bennell KL, Campbell PK, Egerton T, Metcalf B, et al. Telephone coaching to enhance a home-based physical activity program for knee osteoarthritis: a randomized clinical trial: Exercise and Telephone Coaching for Knee OA. Arthritis Care Research. 2017;69(1):84-94. DOI: 10.1002/acr.22915.
36. Tsvyakh AI, Hospodarskyy AJ. Telerehabilitation of patients with injuries of the lower extremities. Telemedicine and e-Health. 2017;23(12):1011-1015. DOI: 10.1089/tmj.2016.0267.
37. Pastora-Bernal J-M, Martín-Valero R, Barón-López FJ, García-Gómez O. Effectiveness of telerehabilitation programme following surgery in shoulder impingement syndrome (SIS): study protocol for a randomized controlled non-inferiority trial. Trials. 2017;18:82. DOI: 10.1186/s13063-017-1822-x.
38. Choi Y, Nam J, Yang D, Jung W, et al. Effect of smartphone application-supported self-rehabilitation for frozen shoulder: a prospective randomized control study. Clinical Rehabilitation. 2019;33(4):653-60. DOI: 10.1177/0269215518818866.
39. Santello G, Rossi DM, Martins J, Libardoni T de C, et al. Effects on shoulder pain and disability of teaching patients with shoulder pain a home based exercise program: a randomized controlled trial. Clinical Rehabilitation. 2020;34(10):1245-1255. DOI: 10.1177/0269215520930790.
40. Pastora-Bernal JM, Martín-Valero R, Barón-López FJ, Moyano NG, et al. Telerehabilitation after arthroscopic subacromial decompression is effective and not inferior to standard practice: preliminary results. Journal of Telemedicine and Telecare. 2018;24:428-33. DOI: 10.1177/1357633X17706583.
41. Malliaras P, Cridland K, Hopmans R, Ashton S, et al. Internet and telerehabilitation-delivered management of rotator cuff related shoulder pain (INTEL Trial): randomized controlled pilot and feasibility trial. JMIR mHealth uHealth. 2020;8(11):e24311. DOI: 10.2196/24311.
42. Eriksson L, Lindström B, Ekenberg L. Patients' experiences of telerehabilitation at home after shoulder joint replacement. Journal of Telemedicine and Telecare. 2011;17(1):25-30. DOI: 10.1258/jtt.2010.100317.
43. Tousignant M, Giguère A-M, Morin M, Pelletier J, Sheehy A, Cabana F. In home telerehabilitation for proximal humerus fractures: a pilot study. International Journal of Telerehabilitation. 2015;6(2):31-37. DOI: 10.5195/ijt.2014.6158.
44. Steiner B, Elgert L, Saalfeld B, Schwartze J, Borrmann HP, Kobelt-Pönicke A, et al. Health-enabling technologies for telerehabilitation of the shoulder: a feasibility and user acceptance study. Methods Inf Med. (2020) 59:e90 e9. DOI: 10.1055/s-0040-1713685.
45. Sassi M, Villa Corta M, Pisani MG, Nicodemi G, et al. Advanced Home-Based Shoulder Rehabilitation: A Systematic Review of Remote Monitoring Devices and Their Therapeutic Efficacy. Sensors (Basel). 2024;24(9):2936. DOI: 10.3390/s24092936.

References

1. Epifanov VA, Korčažkina NB. Mediko-social'naâ reabilitaciâ pacientov s različnoj patologiej: v 2-h častâh. Uchebnoe posobie. [Medical and social rehabilitation of patients with various pathologies: in 2 parts. Training manual]. M.: GEOTAR-Media [Moscow: GEOTAR-Media]. 2019, 560 p. (In Russian)
2. Amosova NA, Arutûnov GP, Auhadeev ÈI, et al. Lečebnaâ fizičeskaâ kul'tura v sisteme medicinskoj reabilitacii: nacional'noe rukovodstvo [Physical therapy in the system of medical rehabilitation: National Guide]. M.: GEOTAR-Media [Moscow: GEOTAR-Media]. 2022. 896 p. (In Russian)
3. Fedonnikov AS. Medicinskaâ reabilitaciâ pacientov posle total'nogo èndoprotezirovaniâ tazobedrennogo i kolennogo sustavov: problemy organizacii i resursnogo obespečeniâ [Medical rehabilitation of patients after total hip and knee arthroplasty: organizational and resource support issues]. Saratovskij naučno-medicinskij žurnal [Saratov Journal of Medical Scientific Research]. 2019;15(4):920-4. (In Russian)
4. Scelza WM, Kalpakjian CZ, Zemper ED, Tate DG. Perceived barriers to exercise in people with spinal cord injury. American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation. 2005;84(8):576-83. DOI: 10.1097/01.phm.0000171172.96290.67.
5. Thorpe O, Johnston K, Kumar S. Barriers and enablers to physical activity participation in patients with COPD. The Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention. 2012;32(6):359-69. DOI: 10.1097/HCR.0b013e318262d7df.
6. Ellis T, Boudreau JK, DeAngelis TR, Brown LE, Cavanaugh JT, Earhart GM, et al. Barriers to exercise in people with Parkinson's disease. Physical Therapy. 2013;93(5):628-36. DOI: 10.2522/ptj.20120279.
7. Osokina AK, Ŝinova AM, Potehina AV. Telemedicina: istoriâ i perspektivy razvitiâ [Telemedicine: history and development prospects]. Vestnik Vserossijskogo obŝestva specialistov po mediko-social'noj èkspertize, reabilitacii i reabilitacionnoj industrii [Bulletin of the All-Russian Society of Experts in Medical and Social Expertise, Rehabilitation and Rehabilitation Industry]. 2019;2:111-20. DOI: 10.17238/issn1999-2351.2019.2.111-120. (In Russian)
8. Alayat MS, Almatrafi NA, Almutairi AA, El Fiky AAR, et al. The effectiveness of telerehabilitation on balance and functional mobility in patients with stroke: a systematic review and meta-analysis. International Journal of Telerehabilitaion. 2022;14(2):e6532. DOI: 10.5195/ijt.2022.6532.
9. Owen O, O'Carroll V. The effectiveness of cardiac telerehabilitation in comparison to centre-based cardiac rehabilitation programmes: A literature review. Journal of Telemedicine and Telecare. 2024;30(4):631-646. DOI: 10.1177/1357633X221085865.

10. Dai Y, Huang H, Zhang Y, He N, et al. The effects of telerehabilitation on physiological function and disease symptom for patients with chronic respiratory disease: a systematic review and meta-analysis. BMC Pulmonary Medicine. 2024;24(1):305. DOI: 10.1186/s12890-024-03104-8.
11. Lâdov KV, Šapovalenko TV, Koneva ES. Opyt primeneniâ distancionnoj reabilitacii pacientov posle èndoprotezirovaniâ sustavov nižnih konečnostej: Obzor literatury i rezul'taty sobstvennogo issledovaniâ [Experience in the application of remote rehabilitation of patients after endoprosthetics of lower limb joints: a review of the literature and the results of own research]. Vestnik vosstanovitel'noj mediciny [Bulletin of Rehabilitation Medicine]. 2015;5:72-75. (In Russian)
12. Pogončenkova IV, Orlova EV, Somov DA, Daminov VD, et al. Èffektivnost' telemedicinskih tehnologij v kompleksnoj programme reabilitacii pacientov posle transpedikulârnoj fiksacii pozvonočnika [Telemedicine Technologies Efficacy in a Complex Rehabilitation Program: an Open Controlled Study of 64 Patients after Transpedicular Spine Fixation]. Vestnik vosstanovitel'noj mediciny [Bulletin of Rehabilitation Medicine]. 2023;22(1):98-109. https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-1-98-109. (In Russian)
13. Ouendi N, Avril E, Dervaux B, Pudlo P, et al. Effectiveness of telerehabilitation programs in elderly with hip or knee arthroplasty: a systematic review. Telemedicine Journal and e-health. 2024;30(6):1507-21. doi: 10.1089/tmj.2023.0622.
14. Pandya J, Johnson T, Low AK. Shoulder replacement for osteoarthritis: a review of surgical management. Maturitas. 2018;108:71-76. DOI: 10.1016/j.maturitas.2017.11.013.
15. Bandholm T, Wainwright TW, Kehlet H. Rehabilitation strategies for optimization of functional recovery after major joint replacement. Journal of Experimental Orthopaedics. 2018;5:44. DOI: 10.1186/s40634-018-0156-2
16. Dávila Castrodad IM, Recai TM, Abraham MM, Etcheson JI, et al. Rehabilitation protocols following total knee arthroplasty: a review of study designs and outcome measures. Annalls of Translational Medicine. 2019 Oct;7(Suppl 7):S255. DOI: 10.21037/atm.2019.08.15.
17. Doiron-Cadrin P, Lafrance S, Saulnier M, Cournoyer É, et al. Shoulder rotator cuff disorders: a systematic review of clinical practice guidelines and semantic analyses of recommendations. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2020;101(7):1233-42. DOI: 10.1016/j.apmr.2019.12.017.
18. Russell TG, Buttrum P, Wootton R, Jull GA. Internet-based outpatient telerehabilitation for patients following total knee arthroplasty. Journal of Bone and Joints Surgery Am. 2011;93(2):113-120. DOI: 10.2106/JBJS.I.01375.
19. Tousignant M, Moffet H, Boissy P, Corriveau H, Cabana F, Marquis F. A randomized controlled trial of home telerehabilitation for post-knee arthroplasty. Journal of Telemedicine and Telecare. 2011;17(4):195-8. DOI: 10.1258/jtt.2010.100602.
20. Moffet H, Tousignant M, Nadeau S, Mérette C, et al. In-home telerehabilitation compared with face-to-face rehabilitation after total knee arthroplasty. Journal of Bone and Joints Surgery Am. 2015;97(14):1129-41. DOI: 10.2106/JBJS.N.01066.
21. Tousignant M, Moffet H, Nadeau S, Mérette C, et al. Cost analysis of in-home telerehabilitation for post-knee arthroplasty. Journal of Medical Internet Research. 2015;17(3):e83. DOI: 10.2196/jmir.3844.
22. Šapovalenko TV, Kočorova LV, Lâdov KV, Koneva ES. Sovremennye podhody k organizacii rannej reabilitacii pacientov posle èndoprotezirovaniâ krupnyh sustavov nižnih konečnostej v usloviâh FGBU «Lečebno-reabilitacionnyj centr» Minzdravsocrazvitiâ Rossii [Modern approaches to the organization of early rehabilitation of patients after endoprosthetics of large joints of the lower extremities in the conditions of the Federal State Budgetary Institution "Medical and Rehabilitation Center" of the Ministry of Health of the Russian Federation]. Vestnik vosstanovitel'noj meditsiny [Bulletin of Rehabilitation Medicine]. 2012;4:32-8. (In Russian)
23. Prvu Bettger J, Green CL, Holmes DN, Chokshi A, et al. Effects of virtual exercise rehabilitation in-home therapy compared with traditional care after total knee arthroplasty. Journal of Bone and Joints Surgery. 2020;102(2):101-9. DOI: 10.2106/JBJS.19.00695.
24. Chang C-F, Lin K-C, Chen W-M, Jane S-W, et al. Effects of a home-based resistance training program on recovery from total hip replacement surgery: feasibility and pilot testing. Journal of Research in Nursing. 2017;25(1):21-30. DOI: 10.1097/jnr.0000000000000128.
25. Eichler S, Rabe S, Salzwedel A, Müller S, et al. Effectiveness of an interactive telerehabilitation system with home-based exercise training in patients after total hip or knee replacement: study protocol for a multicenter, superiority, no-blinded randomized controlled trial. Trials. 2017;18:438. DOI: 10.1186/s13063-017-2173-3.
26. Eichler S, Salzwedel A, Rabe S, Mueller S, et al. The effectiveness of telerehabilitation as a supplement to rehabilitation in patients after total knee or hip replacement: randomized controlled trial. JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies. 2019;6(2):e14236. DOI: 10.2196/14236.
27. Bini S, Mahajan J. Clinical outcomes of remote asynchronous telerehabilitation are equivalent to traditional therapy following total knee arthroplasty: a randomized control study. Journal of Telemedicine and Telecare. 2017;23(2):239-47. DOI: 10.1177/1357633X16634518.
28. Sandakov Â P, Kočubej A V, Černâhovskij O B, Kočubej V V. Ocenka polikliničeskoj reabilitacii posle èndoprotezirovaniâ sustavov [Assessment of out-patient rehabilitation after joint replacement]. Problemy social'noj gigieny, zdravoohraneniâ i istorii mediciny [Problems of Social Hygiene, Public Health and History of Medicine]. 2020;28(1):101-105. DOI: 10.32687/0869-866X2020-28-1-101-5. (In Russian)
29. Fedonnikov AS. Medicinskaâ reabilitaciâ pacientov posle total'nogo èndoprotezirovaniâ tazobedrennogo i kolennogo sustavov: problemy organizacii i

resursnogo obespečeniâ [Medical rehabilitation of patients after total hip and knee arthroplasty: problems of organization and resource support]. Saratovskij naučno-medicinskij žurnal [Saratov Journal of Medical Scientific Research]. 2019;15(4):920-4. (In Russian)
30. Strukov RN, Konev SM, Koneva ES, Haptagaev TB, et al. Ocenka aktual'nosti i èffektivnosti ispol'zovaniâ distancionnyh metodov vosstanovleniâ v reabilitacii pacientov posle total'nogo èndoprotezirovaniâ sustavov [Assessment of relevance and effectiveness of using remote recovery methods in rehabilitation of patients after total joint replacement]. Fizioterapevt [Physiotherapist]. 2022;6. DOI:10.33920/med-14-2212-03. (In Russian)
31. Chughtai M, Kelly JJ, Newman JM, Sultan AA, et al. The role of virtual rehabilitation in total and unicompartmental knee arthroplasty. Journal of Knee Surgery. 2019;32(1):105-110. DOI: 10.1055/s-0038-1637018.
32. Hinman RS, Nelligan RK, Bennell KL, Delany C. "Sounds a bit crazy, but it was almost more personal:" a qualitative study of patient and clinician experiences of physical therapist-prescribed exercise for knee osteoarthritis via skype. Arthritis Care Research (Hoboken). 2017;69(12):1834-1844. DOI: 10.1002/acr.23218.
33. Azma K, RezaSoltani Z, Rezaeimoghaddam F, Dadarkhah A, et al. Efficacy of tele-rehabilitation compared office-based physical therapy in patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. Journal of Telemedicine and Telecare. 2018;24(8):560-65. DOI: 10.1177/1357633X17723368.
34. Allen KD, Arbeeva L, Callahan LF, Golightly YM, et al. Physical therapy vs internet-based exercise training for patients with knee osteoarthritis: results of a randomized controlled trial. Osteoarthritis Cartilage. 2018;26(3):383-96. DOI: 10.1016/j.joca.2017.12.008.
35. Bennell KL, Campbell PK, Egerton T, Metcalf B, et al. Telephone coaching to enhance a home-based physical activity program for knee osteoarthritis: a randomized clinical trial: Exercise and Telephone Coaching for Knee OA. Arthritis Care Research. 2017;69(1):84-94. DOI: 10.1002/acr.22915.
36. Tsvyakh AI, Hospodarskyy AJ. Telerehabilitation of patients with injuries of the lower extremities. Telemedicine and e-Health. 2017;23(12):1011-1015. DOI: 10.1089/tmj.2016.0267.
37. Pastora-Bernal J-M, Martín-Valero R, Barón-López FJ, García-Gómez O. Effectiveness of telerehabilitation programme following surgery in shoulder impingement syndrome (SIS): study protocol for a randomized controlled non-inferiority trial. Trials. 2017;18:82. DOI: 10.1186/s13063-017-1822-x.
38. Choi Y, Nam J, Yang D, Jung W, et al. Effect of smartphone application-supported self-rehabilitation for frozen shoulder: a prospective randomized control study. Clinical Rehabilitation. 2019;33(4):653-60. DOI: 10.1177/0269215518818866.
39. Santello G, Rossi DM, Martins J, Libardoni T de C, et al. Effects on shoulder pain and disability of teaching patients with shoulder pain a home based exercise program: a randomized controlled trial. Clinical Rehabilitation. 2020;34(10):1245-1255. DOI: 10.1177/0269215520930790.
40. Pastora-Bernal JM, Martín-Valero R, Barón-López FJ, Moyano NG, et al. Telerehabilitation after arthroscopic subacromial decompression is effective and not inferior to standard practice: preliminary results. Journal of Telemedicine and Telecare. 2018;24:428-33. DOI: 10.1177/1357633X17706583.
41. Malliaras P, Cridland K, Hopmans R, Ashton S, et al. Internet and telerehabilitation-delivered management of rotator cuff related shoulder pain (INTEL Trial): randomized controlled pilot and feasibility trial. JMIR mHealth uHealth. 2020;8(11):e24311. DOI: 10.2196/24311.
42. Eriksson L, Lindström B, Ekenberg L. Patients' experiences of telerehabilitation at home after shoulder joint replacement. Journal of Telemedicine and Telecare. 2011;17(1):25-30. DOI: 10.1258/jtt.2010.100317.
43. Tousignant M, Giguère A-M, Morin M, Pelletier J, Sheehy A, Cabana F. In home telerehabilitation for proximal humerus fractures: a pilot study. International Journal of Telerehabilitation. 2015;6(2):31-37. DOI: 10.5195/ijt.2014.6158.
44. Steiner B, Elgert L, Saalfeld B, Schwartze J, Borrmann HP, Kobelt-Pönicke A, et al. Health-enabling technologies for telerehabilitation of the shoulder: a feasibility and user acceptance study. Methods Inf Med. (2020) 59:e90 e9. DOI: 10.1055/s-0040-1713685.
45. Sassi M, Villa Corta M, Pisani MG, Nicodemi G, et al. Advanced Home-Based Shoulder Rehabilitation: A Systematic Review of Remote Monitoring Devices and Their Therapeutic Efficacy. Sensors (Basel). 2024;24(9):2936. DOI: 10.3390/s24092936.

Поступила: 18.03.2025
Принята в печать: 15.12.2025

Авторы

Корецкая Наталья Евгеньевна – врач физической и реабилитационной медицины, заведующий амбулаторным отделением медицинской реабилитации, ФГБУ «Поликлиника № 1» Управления делами Президента Российской Федерации, переулок Сивцев Вражек, 26/28, Москва, 119002, Российская Федерация; e-mail: n.koretskaya@vipmed.ru; https://orcid.org/0009-0008-3217-3578.

Вонгай Игорь Александрович – врач – ортопед-травматолог Центра амбулаторной хирургии с дневным стационаром, ФГБУ «Поликлиника № 1» Управления делами Президента Российской Федерации, переулок Сивцев Вражек, д. 26/28, Москва, 119002, Российская Федерация; e-mail: i.vongai@vipmed.ru; https://orcid.org/0009-0004-2558-9314.

Сальников Андрей Станиславович – врач физической и реабилитационной медицины амбулаторного отделения медицинской реабилитации ФГБУ «Поликлиника № 1» Управления делами Президента Российской Федерации, переулок Сивцев Вражек, 26/28, Москва, 119002, Российская Федерация; e-mail: a.salnikov@vipmed.ru; https://orcid.org/0009-0006-0000-3801.

Ржевская Елена Васильевна – кандидат медицинских наук, главный врач ФГБУ «Поликлиника № 1» Управления делами Президента Российской Федерации, переулок Сивцев Вражек, д. 26/28, Москва, 119002, Российская Федерация; e-mail: e.rzhevskaya@vipmed.ru; https://orcid.org/0009-0006-2534-0118.

Боева Ольга Игоревна – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры поликлинической медицины Института клинической медицины ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова МЗ РФ, научный консультант, врач-терапевт ФГБУ «Поликлиника № 1» Управления делами Президента Российской Федерации, переулок Сивцев Вражек, 26/28, Москва, 119002, Российская Федерация; e-mail: box0271@mail.ru; https://orcid.org/0000-0002-1816-8309.

Authors

Koretskaya Natalia Evgen'evna – Doctor of Physical and Rehabilitation Medicine, Head of the Outpatient Department of Medical Rehabilitation of the Polyclinic No. 1, Administrative Directorate of the President of the Russian Federation, 26/28 Sivtsev Vrazhek Lane, 119002 Moscow, Russian Federation; e-mail: n.koretskaya@vipmed.ru; https://orcid.org/0009-0008-3217-3578.

Igor Alexandrovich Vongai – Orthopedic Traumatologist at the Outpatient Surgery Center of the Polyclinic No. 1, Administrative Directorate of the President of the Russian Federation, 26/28 Sivtsev Vrazhek Lane, 119002 Moscow, Russian Federation; e-mail: i.vongai@vipmed.ru; https://orcid.org/0009-0004-2558-9314.

Andrey Stanislavovich Salnikov – Doctor of Physical and Rehabilitation Medicine at the Outpatient Department of Medical Rehabilitation of the Polyclinic No. 1, Administrative Directorate of the President of the Russian Federation, 26/28 Sivtsev Vrazhek Lane, 119002 Moscow, Russian Federation; e-mail: a.salnikov@vipmed.ru; https://orcid.org/0009-0006-0000-3801.

Rzhevskaya Elena Vasilyevna – PhD in Medical Sciences (Cand. Med. Sci.), Chief Medical Officer of the Polyclinic No. 1, Administrative Directorate of the President of the Russian Federation, 26/28 Sivtsev Vrazhek Lane, 119002 Moscow, Russian Federation; e-mail: e.rzhevskaya@vipmed.ru; https://orcid.org/https://orcid.org/0009-0006-2534-0118.

Boeva Olga Igorevna – PhD in Medical Sciences (Cand. Med. Sci.), Professor, Department of Polyclinic Medicine, Institute of Clinical Medicine, Pirogov Russian National Research Medical University; Scientific Consultant, Therapeutist, Polyclinic No. 1, Administrative Directorate of the President of the Russian Federation, 26/28 Sivtsev Vrazhek Lane, 119002 Moscow, Russian Federation; e-mail: box0271@mail.ru; https://orcid.org/0000-0002-1816-8309.