

ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИИ

Ястребцева И.П., Соколова А.А.

Ивановская государственная медицинская академия, Иваново, Россия

Резюме

Цель — изучить имеющиеся научные данные о результативности применения дистанционных технологий реабилитации у пациентов с церебральной патологией на современном этапе.

Материал и методы. Поиск соответствующих публикаций проводился с использованием баз данных Cochrane Library, eLIBRARY.RU, PubMed, Google academy, MedLine, EBSCO, Scopus, Web of science, PEDro, CINAHL, Eric, Springer/nature, Elsevier. В обзор было включено 48 работ (систематических обзоров, метаанализов, рандомизированных контролируемых исследований), касающихся использования методов дистанционной реабилитации у пациентов с церебральной патологией.

Результаты. Показано, что телереабилитация является развивающейся областью здравоохранения, и пандемия COVID-19 ускорила это развитие. Применение новых технологий в реабилитации пациентов с нарушением двигательных и когнитивных функций позволит повысить качество оказываемой помощи по медицинской реабилитации, обеспечив непрерывность и преемственность проводимых мероприятий. Использование дистанционной реабилитации является сопоставимой или даже превосходящей по клиническим результатам альтернативой занятиям на дому, а контролируемый формат способствует повышению мотивации больных и улучшению эффективности. Приведены ограничения и препятствия для реализации конкретных технологий, показаны пути их преодоления.

Ключевые слова: телереабилитация; дистанционная реабилитация; мотивация; активность жизнедеятельности; церебральная патология.

Для цитирования: Ястребцева И.П., Соколова А.А. Возможности современных дистанционных технологий в нейрореабилитации. *Российский неврологический журнал*. 2023;28(5):14–20. DOI 10.30629/2658-7947-2023-28-5-14-20

Для корреспонденции: Ястребцева Ирина Петровна, e-mail: ip.2007@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование выполнено без финансовой поддержки.

Информация об авторах

Ястребцева И.П., <https://orcid.org/0000-0002-3429-9640>; e-mail: ip.2007@mail.ru

Соколова А.А., e-mail: ip.2007@mail.ru

POSSIBILITIES OF MODERN REMOTE TECHNOLOGIES IN NEUROREHABILITATION

Yastrebtseva I.P., Sokolova A.A.

Ivanovo State Medical Academy, Ivanovo, Russia

Abstract

The purpose — is to study the available scientific data on the effectiveness of the application of remote rehabilitation technologies in patients with cerebral pathology at the present stage.

Material and methods. The search for relevant publications was carried out using the databases Cochrane Library, eLIBRARY.RU, PubMed, Google academy, MedLine, EBSCO, Scopus, Web of science, PEDro, CINAHL, Eric, Springer/nature, Elsevier. The review included 48 papers (systematic reviews, meta-analyses, randomized controlled trials) concerning the use of remote rehabilitation methods in patients with cerebral pathology.

Results. Telerehabilitation has been shown to be an emerging healthcare field and the COVID-19 pandemic has accelerated this development. The use of new technologies in the rehabilitation of patients with impaired motor and cognitive functions will improve the quality of care provided for medical rehabilitation, ensuring the continuity and succession of ongoing activities. The use of remote rehabilitation is comparable or even superior in clinical results to an alternative to home training, and the controlled format helps to increase the motivation of patients and improve efficiency. Limitations and obstacles to the implementation of specific technologies are given, ways to overcome them are shown.

Key words: telerehabilitation; remote rehabilitation; motivation; life activity; cerebral pathology.

For citation: Yastrebtseva I.P., Sokolova A.A. Possibilities of modern remote technologies in neurorehabilitation. *Russian Neurological Journal (Rossijskij Nevrologicheskij Zhurnal)*. 2023;28(5):14–20. (In Russian). DOI 10.30629/2658-7947-2023-28-5-14-20

For correspondence: Yastrebtseva Irina P., e-mail: ip.2007@mail.ru

Conflict of interest. The authors declare there is no conflict of interest.

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

Information about authors

Yastrebtseva I.P., <https://orcid.org/0000-0002-3429-9640>; e-mail: ip.2007@mail.ru
Sokolova A.A., e-mail: ip.2007@mail.ru

Received 17.05.2023

Accepted 22.08.2023

На сегодняшний день недостаточная активность при оказании помощи в амбулаторных условиях может приводить к регрессу результатов, полученных на 1-м и 2-м этапах реабилитации. В этой связи актуальным является внедрение в повседневную практику дистанционных технологий для пациентов. Данный подход позволит охватить широкий круг больных с использованием обычного для сегодняшнего дня оборудования (персонального компьютера, веб-камеры) при доступности интернета. Окажутся реализованными принципы непрерывности и преемственности оказания помощи по медицинской реабилитации [1, 2]. Этому способствует бурное развитие коммуникационных систем, совершенствование технологий и средств связи [1], а также потребность в физическом дистанцировании [3]. Пандемия коронавируса COVID-19 заставила врачей изменить методы оказания реабилитационных услуг и стимулировала развитие телемедицинских технологий в государственной системе здравоохранения [4, 5].

Значимым шагом для правового регулирования положений о применении телемедицинских технологий является Приказ Министерства здравоохранения РФ от 30 ноября 2017 г. № 965н «Об утверждении порядка организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий» [6].

Телемедицина представляет собой комплекс мероприятий, при которых используются передовые телекоммуникационные технологии для обмена информацией о здоровье и предоставления услуг здравоохранения, независимо от географических, временных, социальных и культурных барьеров [1, 7]. На сегодняшний день формат применения телемедицины трансформировался: если ранее использовались преимущественно консультации, то в настоящее время — длительный (непрерывный) мониторинг состояния здоровья с использованием медицинских приборов, что можно считать одним из наиболее перспективных и клинически эффективных направлений.

Телереабилитация позволяет осуществлять коммуникацию пациента со специалистами мультидисциплинарной команды посредством компьютерных и телекоммуникационных технологий. Существует большое число мобильных приложений для улучшения и сохранения здоровья, в том числе и на русском языке [7]. Предлагаемые приложения могут быть использованы как у здоровых лиц, так и у имеющих симптомы заболеваний, а также у лиц определенных групп. Это беременные женщины, дети, пожилые лица. Разобраться в особенностях применения

разных мобильных приложений позволит детальное понимание проблемы [8]. Исследования по телемедицине часто представляют собой пилотные работы или сообщения о небольших исследованиях. Дистанционные технологии в реабилитации требуют в настоящее время доказательной базы для обоснования эффективности проводимых мероприятий. В этой связи встает вопрос об их результативности с позиций как пациентов, так и поставщиков медицинских услуг.

Телереабилитационные технологии могут использоваться как дополнительная терапия, так и как альтернатива занятиям на дому [9–12], результативность которой по своей эффективности превосходит или аналогична традиционной реабилитации [10].

Используются дистанционные технологии для улучшения функции как верхней, так и нижней конечности, когнитивных, речевых и эмоционально-волевых функций, а также улучшения активности и участия больных людей в повседневной жизни [13, 14]. Расширение возможностей пациентов с вовлечением их в бытовые и социальные сферы деятельности особенно важно для повышения качества жизни больных людей. Рассмотрим возможности дистанционных технологий по каждой нарушенной сфере. Начнем с повседневной активности, ограниченной двигательными расстройствами. Используются телереабилитационные технологии у пациентов с нарушением равновесия, с расстройством двигательной функции ноги [15–17]. В случае их применения повышается устойчивость и активность жизнедеятельности у больных с различным характером церебральной патологии [2, 18]. Так, в поиске ответа на вопрос, приводит ли использование телереабилитации к улучшению способности выполнять повседневную деятельность среди пациентов с инсультом, авторы систематического обзора провели поиск в Кокрановском регистре группы по инсульту (июнь 2019 г.), Кокрановском центральном регистре контролируемых исследований (Кокрановская библиотека, выпуск 6, 2019 г.), MEDLINE (1946 г. — июнь 2019 г.), Embase (1974 г. — июнь 2019 г.) и восьми дополнительных базах данных [14]. Были включены работы, в которых телереабилитация сравнивалась с реализуемыми очно технологиями. В обзор были включены 22 исследования, в которых приняли участие 1937 человек. Размер исследований варьировал от 10 до 536 участников. Подходы к вмешательству включали программы поддержки после выписки из больницы, тренировку верхних, нижних конечностей и мобильности человека в целом, коммуникативную терапию для людей с нарушениями речи

при инсульте. Обнаружены доказательства среднего качества отсутствия различий в повседневной активности (на основе 2 исследований с 661 участником), низкого — уменьшения симптомов инсульта (на основе 3 исследований с 106 участниками) и среднего — повышения качества жизни, связанного со здоровьем (3 исследования с 569 участниками), между людьми, получившими телереабилитационное вмешательство после выписки из больницы, и теми, кто получал помощь в очном формате.

Многообещающими оказались результаты применения дистанционных технологий при тренинге использования руки больных в повседневной деятельности [19–21]. Телереабилитация применима не только для коррекции, но и для оценки двигательных нарушений, в частности ходьбы и равновесия [13].

Хорошие результаты продемонстрированы в разные периоды инсульта [22]. Создан согласованный на международном уровне минимальный набор данных для экстренной телемедицины инсульта по мониторингу и оценке услуг телемедицины острого инсульта в разных странах [23]. Он позволит поддерживать и необходимую больным интенсивность реабилитации.

Дистанционные технологии продемонстрировали результативность при двигательных расстройствах вне зависимости от нозологической формы: они были эффективны не только при инсульте, но и болезни Паркинсона (сила, выносливость, равновесие и приемлемость для пожилых людей [13]), рассеянном склерозе (повышалась физическая активность, но ходьба существенно не улучшалась [24]). При черепно-мозговой травме очная и дистанционная реабилитация имели схожий высокий уровень посещаемости сеансов (92% против 97%) и отсутствие побочных эффектов [25]. Пациенты группы, применявшей телереабилитацию, сочли программу простой в использовании, были удовлетворены полученным уходом и считали, что она помогает выздороветь. Улучшение управляющих функций и активная интеграция в общество отмечены и в другой работе [26]. Показано, что двигательные тренировки в дистанционном режиме значительно увеличивали функциональные связи в состоянии покоя между отдельными областями моторной коры, отражая активизацию процессов нейропластичности [27].

Многокомпонентный характер технологий реализован на разных информационных платформах [28]. Цифровая платформа СТЕПС РЕАБИЛ, приведенная в актуальных клинических рекомендациях [29], предоставляет возможность дистанционной реабилитации для пациентов не только с двигательными, но и с эмоциональными, урологическими, речевыми расстройствами и нарушением функции глотания. Все это в комплексе помогает людям адаптироваться для полноценной жизнедеятельности. Показана результативность телереабилитационных технологий при речевых [14, 28] и когнитивных расстройствах [5, 26, 30, 31].

Телемедицинские технологии оценки дисфагии при инсульте оказались безопасными

и показательными [32]. При дизартрии часовые онлайн-сессии по 4 дня в неделю на протяжении 4 недель в сочетании с ежедневной домашней практикой продемонстрировали улучшение функции языка и гортани [33].

Неоднозначные результаты были получены в проекте для интернет-опосредованной когнитивно-поведенческой терапии при дистанционном лечении депрессии [20, 34], однако в качестве системной терапии вместе с классическими методами лечения специальная программа может помочь в терапии аффективных расстройств. Краткосрочные программы телереабилитации после выписки из больницы не показали уменьшения симптомов депрессии, улучшения качества жизни или повышения независимости в повседневной жизни по сравнению с обычным уходом [14]. Возможно, такому контингенту больных требуется более тесное взаимодействие со специалистом в формате личного общения.

Если на первых этапах развития дистанционных технологий акцент был сделан на «интересы» медицинских работников, организаций и экономическую целесообразность, то в дальнейшем он сместился на позиции пациента с учетом надежности, производительности и доступности информационно-коммуникационной системы, качества предоставляемой аудио-, видеоинформации, активности технической поддержки с обучением пациентов применению телемедицинских систем, доступа к своим медицинским документам с возможностью их комментария специалистами и удобства, регулярности коммуникации с профессионалами, возможности сочетания с очным обследованием пациента [35].

Рассматривая экономическую составляющую, можно отметить, что в целом телереабилитация снижает расходы как поставщиков медицинских услуг, так и пациентов по сравнению с традиционной стационарной или индивидуальной реабилитацией [11, 36, 37].

Преимуществом дистанционных технологий является то, что они позволяют сокращать время пребывания в стационаре и реализовывать реабилитацию в домашних условиях, привычных и комфортных для пациентов, в удобном для них графике, а значит, избегать дополнительного психологического травмирования. Кроме того, эти технологии приносят пользу пациентам, живущим в отдаленных местах, где традиционные реабилитационные услуги могут быть труднодоступными [3, 10, 38]. В сельской местности также сложно организовать качественную помощь [3]. Применение телереабилитации позволит минимизировать задержки в оказании помощи больным и улучшить координацию работы специалистов мультидисциплинарной команды [20, 27, 39]. Дистанционно удобно работать и с родственниками больных, проводя обучение их навыкам ухода, требующимся в связи с болезнью пациента.

Телекоммуникационные технологии могут быть особенно полезными для маломобильных пациентов [10]. Дистанционно проще индивидуализировать время тренинга для больного с учетом его

привычек, возможностей и биоритмов. Удаленный формат может снижать риск развития кардиологических и иных осложнений, особенно при цереброваскулярной патологии, повышая тем самым безопасность проводимых мероприятий. С другой стороны, у этого же контингента больных требуется более пристальное удаленное мониторирование функций системы кровообращения.

Возраст не является ограничением для применения телереабилитационных технологий. Но, несмотря на преимущества, пожилые пациенты с меньшей вероятностью выберут телереабилитацию, так как она может потребовать от пожилых пациентов освоения незнакомых для них ранее навыков, к которым они не готовы [13]. Однако большинство пациентов положительно относятся к телемедицине после ее использования. Более того, использование ориентированного на пациента общения позволило достичь того же уровня взаимопонимания, что и при личном посещении врача.

Какие факторы могут влиять на результативность применения дистанционных технологий реабилитации? Важна регулярность выполнения заданий [9], систематически осуществляемое повышение сложности и модификация упражнений [21]. Непрерывные контролируемые реабилитационные мероприятия на протяжении 3 мес. оказались существенно эффективнее краткосрочных [2]. Программы продолжительностью менее 6 мес. у больных инсультом и болезнью Паркинсона снижали частоту падений на 21% после 12 мес. и не имели разницы в риске падений между контрольной группой и группой вмешательства. Программы продолжительностью от 6 до 12 мес. снижали частоту падений на 33%, а риск падений снижался на 36% после 12 мес. [13]. Особое значение имеет мотивация больных к участию в реабилитационном процессе [40].

Для обмена медицинской информацией в дистанционном формате применяется интернет, телефонная связь и устройства, при помощи которых пациент реализует консультации со специалистами и назначенные ему занятия. Используются такие модели, как:

- синхронное телездоровоохранение — информация о здоровье доставляется в режиме реального времени [9, 41], при этом одновременно присутствуют пациент и медицинский работник; применяется для консультации, диагностики, лечения и реабилитации пациентов [42];
- асинхронное телездоровоохранение [9, 41], или «хранение и пересылка». Сбор информации о пациенте (диагностические изображения, показатели жизнедеятельности, видеоклипы) осуществляется на месте пациента. Затем эта информация оценивается и анализируется практикующим врачом, находящимся в другом месте [42]. Примером этого является отслеживание пациентом своей активности или шагов в течение дня — эта информация затем отправляется физиотерапевту для наблюдения;
- гибридное телездоровоохранение — пациенту предоставляются как личные услуги, так

и услуги телемедицины [43]. Также может включать в себя сочетание телемедицинских услуг в режиме реального времени (синхронное) и терапии с промежуточным хранением (асинхронное);

- удаленный мониторинг пациента — использование устройств для удаленного сбора информации о пациенте, такой как мониторинг глюкозы и артериального давления. Данная информация отправляется в учреждение здравоохранения на дому или в центр дистанционного диагностического тестирования для интерпретации [44]. Это позволяет отслеживать и контролировать состояние пациента [42];
- новейшей моделью телездоровоохранения является Mobile Health или TeleHealth — онлайн-сервисы и приложения для мобильных телефонов, которые продаются напрямую потребителям [42]. Это позволяет потребителям получать доступ к медицинской информации, а также к онлайн-группам, которые обеспечивают одноранговую поддержку [44].

Нельзя недооценивать определенные недостатки телереабилитации, в том числе скептицизм со стороны пациентов из-за удаленного взаимодействия со специалистами, риска потерять реальный невербальный контакт между терапевтом и пациентом, а также недостатки самих телемедицинских консультаций, а именно: «малоинформативный ответ», «назначение обследований, которые невозможно сделать в условиях региона», «формальный характер ответов консультантов» [46]. При реализации двигательной реабилитации имеется риск упустить патологические паттерны движения. Кроме того, имеются технологические ограничения применения дистанционных технологий, а именно [22, 40, 47, 48]:

- недостаточная доступность к необходимым технологиям для использования телемедицины (удаленность, отсутствие персонального компьютера);
- низкое качество интернета, нестабильная и ненадежная связь, необходимость другого канала связи;
- потребность в защищенности каналов связи;
- влияние на качество консультации физических характеристик освещенности, установка камеры, звука, фона;
- высокие требования к качеству и целостности программного обеспечения для успешности консультации;
- необходимость предварительного знакомства с используемой технологией обеих сторон (терапевта и пациента) для спокойного и легкого ее использования;
- достоверность получаемой при видеоконсультациях информации.

Главные препятствия связаны с конкретными технологиями и могут быть преодолены с помощью обучения, методов управления технологиями воздействия, попеременного взаимодействия с помощью телемедицины и личного общения между пациентом

и источником медицинских услуг. Результаты этого исследования определяют несколько препятствий, которые можно устранить с помощью целенаправленной политики [48].

В дальнейшем следует ожидать повышение лояльности пациентов и врачей к технологиям дистанционного мониторинга и рост спроса на них. Требуется дальнейшее развитие и усовершенствование законодательной базы, а также финансирование телемедицинских услуг [4].

Заключение. Телереабилитация является развивающейся областью здравоохранения на протяжении десятилетий, и пандемия COVID-19 ускорила это развитие. Применение новых технологий в реабилитации пациентов с нарушением двигательных и когнитивных функций позволит повысить качество оказываемой помощи по медицинской реабилитации. Применение дистанционного формата является сопоставимой альтернативой занятиям на дому.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование выполнено без финансовой поддержки.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Снопков П.С., Лядов К.В., Шаповаленко Т.В., Сидякина И.В. Дистанционная реабилитация: истоки, состояние, перспективы. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2016;15(3):141–145. [Snopkov P.S., Lyadov K.V., Shapovalenko T.V., Sidiyakina I.V. Distant rehabilitation: the sources, current state-of-the-art, and further prospects. *Russian journal of the physical therapy, balneotherapy and rehabilitation*. 2016;15(3):141–145. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18821/1681-3456-2016-15-3-141-145>
2. Ястребцева И.П., Даминов В.Д., Дерябкина Л.Ю., Вялкова С.В., Макшанцева К.В. Дистанционная реабилитация пациентов с нарушением двигательных функций при церебральной патологии. *Вестник восстановительной медицины*. 2021;20(1):45–50. [Yastrebtseva I.P., Daminov V.D., Deryabkina L.Yu., Vyalkova S.V., Makshantseva K.V. Remote Rehabilitation of Patients with Impaired Motor Functions in Cerebral Pathology. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2021;20(1):45–50. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2021-20-1-45-50>
3. Nuara A., Fabbri-Destro M., Scalona E., Lenzi S., Rizzolatti G., Avanzini P. Telerehabilitation in response to constrained physical distance: an opportunity to rethink neurorehabilitative routines. *Journal of Neurology*. 2022;269:627–638. <https://doi.org/10.1007/s00415-021-10397-w>
4. Шадеркин И.А., Шадеркина В.А. Дистанционные медицинские консультации пациентов: что изменилось в России за 20 лет. *Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения*. 2021;7(2):7–17. [Shaderkin I.A., Shaderkina V.A. Remote medical consultations for patients: what has changed in Russia in 20 years. *Russian Journal of Telemedicine and E-Health*. 2021;7(2):7–17. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2021-7-2-7-17>
5. Stasolla F., Matamala-Gomez M., Bernini S., Caffò A.O., Bottiroli S. Virtual Reality as a Technological-Aided Solution to Support Communication in Persons With Neurodegenerative Diseases and Acquired Brain Injury During COVID-19 Pandemic. *Front. Public Health*. 2021;8:635426. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.635426>
6. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 30 ноября 2017 г. № 965н «Об утверждении порядка организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий». 2018. [Prikaz Ministerstva zdravookhraneniya RF ot 30 noyabrya 2017 g. № 965n “Ob utverzhdenii poryadka organizatsii i okazaniya meditsinskoy pomoshchi s primeneniem telemeditsinskikh tekhnologiy”. 2018. (In Russ.)]. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71751294/> 17.04.2023
7. Гусев А.В., Ившин А.А., Владимирский А.В. Российские мобильные приложения для здоровья: систематический поиск в магазинах приложений. *Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения*. 2021;7(3):21–31. [Gusev A.V., Ivshin A.A., Vladzimirskiy A.V. Healthcare in the smartphone: the situation in Russia. *Russian Journal of Telemedicine and E-Health*. 2021;7(3):21–31. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2021-7-3-21-31>
8. Розанов В.А., Самерханова К.М. Мобильные приложения для поддержания психического здоровья: обзор оценок пользователей. *Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения*. 2022;8(2):7–20. [Rozanov V.A., Samerkhanova K.M. Mobile applications for mental health self-management: a review of customers' opinions. *Russian Journal of Telemedicine and E-Health*. 2022;8(2):7–20. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-2-7-20>
9. Nikolaev V.A., Safonicheva O.G., Nikolaev A.A. Telerehabilitation of Post-Stroke Patients with Motor Function Disorders: A Review. *Adv Gerontol*. 2022;12:339–346. <https://doi.org/10.1134/S2079057022030109>
10. Nikolaev V.A., Nikolaev A.A. Recent Trends in Telerehabilitation of Stroke Patients: A Narrative Review. *NeuroRehabilitation*. 2022;51(1):1–22. <https://doi.org/10.3233/nre-210330>
11. Knepley K.D., Mao J.Z., Wiczorek P., Okoye F.O., Jain A.P., Harel N.Y. Impact of telerehabilitation for stroke-related deficits. *Telemedicine and e-Health*. 2021;27(3):239–246. <https://doi.org/10.1089/tmj.2020.0019>
12. Rintala A., Päivärinne V., Hakala S., Paltamaa J., Heinonen A., Karvane J., Sjögren T. Effectiveness of technology-based distance physical rehabilitation interventions for improving physical functioning in stroke: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2019;100(7):1339–1358. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.11.007>
13. Hayes D. Telerehabilitation for Older Adults. *Topics in Geriatric Rehabilitation*. 2020;36(4):205–211. <https://doi.org/10.1097/tgr.0000000000000282>
14. Laver K.E., Adey-Wakeling Z., Crotty M., Lannin N.A., George S., Sherrington C. Telerehabilitation services for stroke (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2020;1(CD010255). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010255.pub3>
15. Burgos P.I., Lara O., Lavado A., Rojas-Sepúlveda I., Delgado C., Bravo E. et al. Exergames and Telerehabilitation on Smartphones to Improve Balance in Stroke Patients. *Brain Sci*. 2020;10(11):773–781. <https://doi.org/10.3390/brainsci10110773>
16. Pagliari C., Di Tella S., Jonsdottir J., Mendozzi L., Rovaris M., De Icco R. et al. Effects of home-based virtual reality telerehabilitation system in people with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *J Telemed Telecare*. 2021. <https://doi.org/10.1177/1357633X211054839>
17. Alayat M.S., Almatrafi N.A., Almutairi A.A., El Fiky A.A.R., Elsodany A.M. The Effectiveness of Telerehabilitation on Balance and Functional Mobility in Patients with Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Telerehabilitation*. 2022;14(2). <https://doi.org/10.5195/ijt.2022.6532>
18. Marzano G., Lubkina V. A Review of Telerehabilitation Solutions for Balance Disorders. *Procedia Computer Science*. 2017;104:250–257. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.01.132>
19. Dodakian L., McKenzie A.L., Le V., See J., Pearson-Fuhrhop K., Burke Quinlan E. et al. A Home-Based Telerehabilitation Program for Patients With Stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2017;31(10–11):923–933. <https://doi.org/10.1177/1545968317733818>

20. Cramer S.C., Dodakian L., Le V., See J., Augsburger R., McKenzie A. et al. National Institutes of Health StrokeNet Telerehab Investigators. Efficacy of Home-Based Telerehabilitation vs In-Clinic Therapy for Adults After Stroke: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Neurol.* 2019;76(9):1079–1087. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2019.1604>
21. Peretti A., Amenta F., Tayebati S.K., Nittari G., Mahdi S.S. Telerehabilitation: Review of the State-of-the-Art and Areas of Application. *JMIR Rehabil Assist Technol.* 2017;4(2):e7. <https://doi.org/10.2196/rehab.7511>
22. Yang C.L., Waterson S., Eng J.J. Implementation and Evaluation of the Virtual Graded Repetitive Arm Supplementary Program (GRASP) for Individuals with Stroke During the COVID-19 Pandemic and Beyond. *Physical Therapy.* 2021;101(6):pzab083. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzab083>
23. Allegue D.R., Kairy D., Higgins J., Archambault P.S., Michaud F., Miller W.C. et al. A Personalized Home-Based Rehabilitation Program Using Exergames Combined With a Telerehabilitation App in a Chronic Stroke Survivor: Mixed Methods Case Study. *JMIR Serious Games.* 2021;9(3):e26153. <https://doi.org/10.2196/26153>
24. Cadilhac D.A., Bagot K.L., Demaerschalk B.M., Hubert G., Schwamm L., Watkins C.L. et al. Establishment of an internationally agreed minimum data set for acute telestroke. *J Telemed Telecare.* 2021;27(9):582–589. <https://doi.org/10.1177/1357633X19899262>
25. Rintala A., Hakala S., Paltamaa J., Heinonen A., Karvanen J., Sjögren T. Effectiveness of technology-based distance physical rehabilitation interventions on physical activity and walking in multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Disabil Rehabil.* 2018;40(4):373–387. <https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1260649>
26. Campbell K.R., Wilhelm J.L., Pettigrew N.C., Scanlan K.T., Chesnutt J.C., King L.A. Implementation and Adoption of Telerehabilitation for Treating Mild Traumatic Brain Injury. *J Neurol Phys Ther.* 2022;46(4):E1–E10. <https://doi.org/10.1097/npt.0000000000000409>
27. Ng E.M., Polatajko H.J., Marziali E., Hunt A., Dawson D.R. Telerehabilitation for addressing executive dysfunction after traumatic brain injury. *Brain Inj.* 2013;27(5):548–564. <https://doi.org/10.3109/02699052.2013.766927>
28. Chen J., Sun D., Zhang S., Shi Y., Qiao F., Zhou Y. et al. Effects of home-based telerehabilitation in patients with stroke: a randomized controlled trial. *Neurology.* 2020;95(17):2318–2330. <https://doi.org/10.1212/WNL.00000000000010821>
29. Иванилова Т.Н., Прокопенко С.В., Попов А.А., Демидюк В.Д., Буслов И.А., Субочева С.А. Проектные решения портала дистанционной нейрореабилитации «Нейродом». *Врач и информационные технологии.* 2019;1:73–80. [Ivanilova T.N., Prokopenko S.V., Popov A.A., Demidyuk V.D., Buslov I.A., Subocheva S.A. Project design portal teleservicing neurorehabilitation “Neyrodom”. *Medical Doctor and IT.* 2019;1:73–80. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/proektnye-resheniya-portala-distantsionnoy-neyroreabilitatsii-neyrodom/viewer>. 21.04.2023
30. Барановская Е.Н., Бронников В.А., Буйлова Т.В., Даминов В.Д., Кизеев М.В., Конева Е.С. и др. Дистанционно-контролируемая реабилитация (комплексная медицинская реабилитация с применением телемедицинской технологии) для пациентов со спастическим гемипарезом после перенесенного острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) или черепно-мозговой травмы (ЧМТ). *Клинические рекомендации.* 2019. [Baranovskaya E.N., Bronnikov V.A., Buylova T.V., Daminov V.D., Kizeev M.V., Koneva E.S. et al. Distantionno-kontroliruemaya reabilitatsiya (kompleksnaya meditsinskaya reabilitatsiya s primeneniem teleditsinskoy tekhnologii) dlya patsientov so spasticheskim gemiparezom posle perenesennogo ostrogo narusheniya mozgovogo krovoobrashcheniya (ONMK) ili cherepno-mozgovoy travmy (ChMT). *Klinicheskie rekomendatsii.* 2019. (In Russ.)]. <https://rehabrus.ru/Docs/2020/15122018-klinicheskie-rekomendacii-dkr.PDF>. 25.04.2023
31. Мелёхин А.И. Дистанционная когнитивно-поведенческая психотерапия стрессового расстройства, связанного с пандемией COVID-19. *Журнал телемедицины и электронного здравоохранения.* 2020;(3):3–14. [Melehin A.I. Remote cognitive behavioral psychotherapy for stress disorder associated with the COVID-19 pandemic. *Journal of Telemedicine and E-Health.* 2020;(3):3–14. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.29188/2542-2413-2020-6-3-3-14>
32. Савин С.З., Косых Н.Э. Телемедицинские технологии для организации работы психиатрических служб по профилактике нарушений депрессивного спектра во время пандемии. COVID-19. *Журнал телемедицины и электронного здравоохранения.* 2020;6(4):8–14. [Savin S.Z., Kosykh N.E. Telemedicine technologies for organizing the work of psychiatric services for the prevention of depressive disorders during the COVID-19 pandemic. *Journal of Telemedicine and E-Health.* 2020;6(4):8–14. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.29188/2542-2413-2020-6-4-8-14>
33. Morrell K., Hyers M., Stuchiner T., Lucas L., Schwartz K., Mako J. et al. Telehealth Stroke Dysphagia Evaluation Is Safe and Effective. *Cerebrovasc Dis.* 2017;44 (3–4):225–231. <https://doi.org/10.1159/000478107>
34. Whelan B.M., Theodoros D., Cahill L., Vaezipour A., Vogel A.P., Finch E. et al. Feasibility of a Telerehabilitation Adaptation of the Be Clear Speech Treatment Program for Non-Progressive Dysarthria. *Brain Sci.* 2022;12(2):197. <https://doi.org/10.3390/brainsci12020197>
35. Holst A., Nejati S., Björkelund C., Eriksson M.C., Hange D., Kivi M. et al. Patients’ experiences of a computerised self-help program for treating depression — a qualitative study of Internet mediated cognitive behavioural therapy in primary care. *Scand J Prim Health Care.* 2017;35(1):46–53. <https://doi.org/10.1080/02813432.2017.1288813>
36. Владимирский А.В. Матрица оценки качества телемедицинского консультирования «пациент–врач». *Журнал телемедицины и электронного здравоохранения.* 2020;6(4):37–44. [Vladymyrskyy A.V. Matrix for direct-to-consumer telemedicine quality assessing. *Journal of Telemedicine and E-Health.* 2020;6(4):37–44. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.29188/2542-2413-2020-6-4-34-44>
37. Lloréns R., Noé E., Colomer C., Alcañiz M. Effectiveness, usability, and cost-benefit of a virtual reality-based telerehabilitation program for balance recovery after stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2015;96(3):418–425. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.10.019>
38. Raso M.G., Arcuri F., Liperoti S., Mercurio L., Mauro A., Cusato F. et al. Telemonitoring of Patients With Chronic Traumatic Brain Injury: A Pilot Study. *Front Neurol.* 2021;12:598777. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.598777>
39. Hubert G.J., Santo G., Vanhooren G., Zvan B., Tur Campos S., Alasheev A. et al. Recommendations on telestroke in Europe. *Eur Stroke J.* 2019;4(2):101–109. <https://doi.org/10.1177/2396987318806718>
40. Sarfo F.S., Ulasavets U., Opere-Sem O.K., Ovbiagele B. Tele-Rehabilitation after Stroke: An Updated Systematic Review of the Literature. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2018;27(9):2306–2318. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.05.013>
41. Шадеркин И.А., Шадеркина В.А. Удаленный мониторинг здоровья: мотивация пациентов. *Журнал телемедицины и электронного здравоохранения.* 2020;(3):37–43. [Shaderkin I.A., Shaderkina V.A. Remote health monitoring: motivating patients. *Journal of Telemedicine and E-Health.* 2020;(3):37–43. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.29188/2542-2413-2020-6-3-37-43>
42. Mechanic O.J., Persaud Y., Kimball A.B. Telehealth Systems. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2023. PMID: 29083614.
43. Marcoux R.M., Vogenberg F.R. Telehealth: Applications From a Legal and Regulatory Perspective. *Pharmacy and therapeutics.* 2016;41(9):567–570. PMID: 27630526.

44. Cole B., Pickard K., Stredler-Brown A. Report on the use of telehealth in early intervention in Colorado: Strengths and challenges with telehealth as a service delivery method. *International Journal of Telerehabilitation*. 2019;11(1):33–40. <https://doi.org/10.5195/ijt.2019.6273>
45. Telehealth: Defining 21st Century Care. ATA — ALL RIGHTS RESERVED 2020. https://marketing.americantelemed.org/hubfs/Files/Resources/ATA_Telehealth_Taxonomy_9-11-20.pdf. 23.04.2023
46. Вершинин Г.С., Винярская И.В., Терлецкая Р.Н., Черников В.В., Апросимова С.И., Бабаян А.Р. Оценка доступности и качества телемедицинских консультаций при оказании медицинской помощи детям (по результатам анкетирования врачей). *Вестник Ивановской медицинской академии*. 2021;26(3):20. [Vershinin G.S., Vinyarskaya I.V., Terletskaya R.N., Chernikov V.V., Aprosimo S.I., Babayan A.R. Evaluation of availability and quality of telemedicine consultations in pediatric medical aid administration (upon the results of doctors questionnaire survey). *Bulletin of the Ivanovo Medical Academy*. 2021;26(3):20. (In Russ.)]. https://doi.org/10.52246/1606-8157_2021_26_3_18
47. Шадеркин И.А. Барьеры телемедицины и пути их преодоления. *Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения*. 2022;8(2):59–76. [Shaderkin I.A. Telemedicine barriers and ways to overcome them. *Russian Journal of Telemedicine and E-Health*. 2022;8(2):59–76. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-2-59-76>
48. Scott Kruse C., Karem P., Shifflett K., Vegi L., Ravi K., Brooks M. Evaluating barriers to adopting telemedicine worldwide: A systematic review. *Journal of Telemedicine and Telecare*. 2018;24(1):4–12. <https://doi.org/10.1177/1357633X16674087>

Received 17.05.2023
Accepted 22.08.2023