

Научные обзоры / Scientific reviews



© ШАБАЛИНА Д. О., ХРАМЧЕНКО М. А., ЗУЛКАЙДАРОВА А. Р., СУБОЧЕВА С. А., АБРОСЬКИНА М. В., ПРОКОПЕНКО С. В.

УДК 616.832-004.2-085:004.738.5

DOI: 10.20333/25000136-2023-5-5-11

Дистанционная реабилитация пациентов с рассеянным склерозом (обзор литературы)

Д. О. Шабалина, М. А. Храмченко, А. Р. Зулкайдарова, С. А. Субочева, М. В. Аброськина, С. В. Прокопенко

Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск 660022, Российская Федерация

Резюме. Рассеянный склероз является важной медико-социальной проблемой, так как поражает лиц преимущественно молодого и трудоспособного возраста. Современное развитие патогенетической терапии позволяет эффективно контролировать частоту обострений и прогрессирование заболевания, что приводит к увеличению продолжительности жизни больных. В связи с этим, актуальной темой на сегодняшний день является реабилитация пациентов с рассеянным склерозом. Развитие дистанционной реабилитации способствует улучшению качества жизни и восстановлению двигательных функций, позволяя пациентам оставаться социально активными и трудоспособными членами общества. В литературном обзоре рассмотрены современные методики дистанционной нейрореабилитации пациентов с рассеянным склерозом, описаны экономические преимущества. Анализ проводился на основании 35 научных статей на русском и английском языке, опубликованные в период с 2013 по 2022 год. Литературные источники были взяты из доступных баз данных: E-Library, PubMed, Cochrane.

Ключевые слова: рассеянный склероз, дистанционная реабилитация, телемедицина, нейрореабилитация, двигательные функции, когнитивные функции.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Шабалина ДО, Храмченко МА, Зулкайдарова АР, Субочева СА, Аброськина МВ, Прокопенко СВ. Дистанционная реабилитация пациентов с рассеянным склерозом (обзор литературы). *Сибирское медицинское обозрение*. 2023;(5):5-11. DOI: 10.20333/25000136-2023-5-5-11

Remote rehabilitation of patients with multiple sclerosis (a literature review)

D. O. Shabalina, M. A. Khranchenko, A. R. Zulkaidarova, S. A. Subocheva, M. V. Abros'kina, S.V. Prokopenko

Prof. V. F. Voino-Yasensky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk 660022, Russian Federation

Abstract. Multiple sclerosis is an important medical and social problem, as it affects people mainly of young and productive age. The modern development of pathogenetic therapy makes it possible to effectively control the frequency of exacerbations and the progression of the disease, which leads to an increase in the life expectancy of the patients. In this regard, a relevant topic today is the rehabilitation of patients with multiple sclerosis. The development of remote rehabilitation contributes to quality of life improvement and restoration of motor functions, allowing patients to remain socially active and able-bodied members of society. In this literature review, modern methods of remote neurorehabilitation of multiple sclerosis patients are considered, economic advantages are described. The analysis was based on 34 scientific articles in Russian and English, published in the period from 2013 to 2022. Literary sources were obtained from available databases: E-Library, PubMed, Cochrane.

Key words: multiple sclerosis, remote rehabilitation, telemedicine, neurorehabilitation, motor functions, cognitive functions.

Conflict of interest. The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

Citation: Shabalina DO, Khranchenko MA, Zulkaidarova AR, Subocheva SA, Abros'kina MV, Prokopenko SV. Remote rehabilitation of patients with multiple sclerosis (a literature review). *Siberian Medical Review*. 2023;(5):5-11. DOI: 10.20333/25000136-2023-5-5-11

Введение

Рассеянный склероз (РС) – аутоиммунное воспалительное демиелинизирующее и нейродегенеративное заболевание центральной нервной системы [1], приводящее к социальной дезадаптации и инвалидизации [2], встречающееся преимущественно у лиц молодого и трудоспособного возраста.

В связи с современными достижениями в патогенетическом лечении пациентов с рассеянным склерозом отмечается увеличение продолжительности жизни больных, а по некоторым источникам, данный показатель существенно не отличается от

продолжительности жизни популяции в целом [3, 4], что повышает актуальность проведения реабилитационных мероприятий [5]. Согласно результатам обзоров и метаанализов, получено большое количество убедительных данных о положительном влиянии применения лечебной физкультуры, высокоинтенсивных аэробных интервальных тренировок, кинезиотерапии, когнитивной реабилитации, применения виртуальной реальности, массажа, физиотерапии на стационарном и амбулаторных этапах реабилитации пациентов с рассеянным склерозом [1, 3, 6, 7, 8, 9]. Существующие данные показывают,

что индивидуально созданная программа тренировок может улучшить функциональные возможности и качество жизни пациентов с РС [6, 10].

Одним из основных принципов медицинской реабилитации является ее непрерывность, что подразумевает осуществление реабилитационных мероприятий на стационарном и амбулаторном этапах без прекращения тренировок с целью достижения их максимальной эффективности. Однако в настоящее время существует ряд ограничений к широкому применению этапной, преемственной и непрерывной реабилитации у больных с рассеянным склерозом: удаленность крупных центров РС, логистические особенности направления и трансфера больных, ограничения в связи с пандемией COVID-19, необходимость посещения работы трудоспособными и социально активными пациентами. Таким образом, развитие дистанционной реабилитации у пациентов с рассеянным склерозом является актуальной проблемой [11, 12].

Дистанционная нейрореабилитация (ДНР) – это раздел телемедицины, позволяющий проводить восстановление и коррекцию нарушенных функций организма у пациентов, имеющих неврологический дефицит, на амбулаторном этапе реабилитации с использованием компьютерных и телекоммуникационных технологий [13].

Целью данной публикации является обобщение опыта применения дистанционной нейрореабилитации у больных с рассеянным склерозом в мировой практике.

Материал и методы

Обзор составлен на основании результатов анализа 35 опубликованных ранее статей на русском и английском языках из доступных баз данных: PubMed, Cochrane, E-Library. Поиск проводился с использованием ключевых слов «дистанционная реабилитация», «телемедицина» и «рассеянный склероз». Для обзора были отобраны все материалы, которые соответствовали теме исследования, опубликованные в период с 2013 по 2022 гг. Была проведена оценка эффективности методов дистанционной реабилитации, доступности и перспектива использования телекоммуникационных технологий на амбулаторном этапе ведения пациентов с рассеянным склерозом.

Результаты и обсуждение

Наиболее часто используемым инструментом удаленной реабилитации больных являлось взаимодействие с помощью интернета. При этом стоит отметить, что методология дистанционной реабилитации с использованием интернет-технологий также была неоднородна. В ряде исследований реабилитация проводилась с помощью приложения Skype [14, 34], в других - врачи проводили видеотренинги [34] или использовали платформы обратной связи на веб-сайте [15, 33]. Так же в последнее время популярными методами реабилитации пациентов с РС стало использование специальных мобильных приложений [31] и виртуальной реальности [32]. Реже

использовались комбинированные методы, например, интернет-связь и ношение шагомера или телефонная связь [14, 16, 17, 18].

S. Di Tella et al. в 2019 году провели систематический обзор девяти оригинальных исследований по определению эффективности дистанционной реабилитации в общей сумме у 716 пациентов с диагнозом рассеянный склероз [19]. Авторы обзора анализировали данные об эффективности использования дистанционных методов нейрореабилитации, таких как использование веб-платформ, видео-тренировок, эксергейминга (комбинация видеоигры и физических упражнений, которая требует от участника выполнения определенных заданий и позволяет отслеживать его движения), консультаций по телефону в восстановлении двигательных функций, а также компьютерных программ и игр с целью уменьшения выраженности когнитивных нарушений. Параллельно производилась оценка их влияния на уровень депрессии, усталости, качества жизни у данной категории больных. Результаты исследований показали, что использование методов дистанционной нейрореабилитации приводило к значительному улучшению общей физической активности, однако показатели функции ходьбы и равновесия имели умеренное улучшение. Незначительно улучшались когнитивные функции. Также отмечено умеренное положительное влияние на уровень депрессии; показатели усталости и качества жизни оставались прежними. Наибольшая эффективность реабилитации наблюдалась в исследованиях, которые включали формирование мотивации и консультирование больного.

В ходе рандомизированного контролируемого исследования Tallner et al., включавшего 126 пациентов с диагнозом РС, проведена оценка влияния дистанционных методов двигательной реабилитации на качество жизни пациентов, связанное со здоровьем (HRQoL), их мышечную силу, функцию легких, физическую активность и утомляемость [20]. Нейрореабилитация заключалась в выполнении аэробных упражнений (езда на велосипеде, скандинавская ходьба, выгул собаки, бег трусцой, плавание, ходьба, тренажерный зал) с частотой 1 раз в неделю и силовых тренировок 2 раза в неделю в исследуемой группе в течение 6 месяцев, а в группе контроля в течение 3 месяцев после 3 месячного периода отсутствия восстановительной терапии. Статистически значимые различия между группами наблюдались только в отношении мышечной силы. В обеих группах было отмечено положительное влияние удаленных тренировок на мышечную силу, функцию легких и физическую активность и его отсутствие на HRQoL. Также по результатам данного исследования выявлено, что дистанционная реабилитация не изменяла уровень имевшейся утомляемости у пациентов, а иногда даже приводила к нарастанию данного показателя, что вероятно связано с возможным отсутствием обратной связи с пациентом, либо с плохим

инструктажем больного перед выполнением курса реабилитации и недостаточным контролем за ним.

В работу, посвященную оценке эффективности дистанционной реабилитации равновесия у больных с РС с применением игрового тренажера Nintendo Wii Balance Board (WBBS), было включено 36 пациентов. WBBS состоит из четырех датчиков, реагирующих на смещение центра тяжести игрока. Исследуемые ежедневно выполняли упражнения в специально подобранной игре для восстановления координации [21, 22] без активного контроля врача. В основной группе пациенты проходили 12-недельный период домашних тренировок на WBBS, с последующим 12-недельным периодом наблюдения без тренировок, а в группе сравнения реабилитация проходила в обратном порядке. Оценка эффективности проводилась дважды – после 12 и 24 недель при помощи следующих тестов: тест шагов в четырех квадратах (FSST), 25-футового теста ходьбы на время (25-FWT), шкалы воздействия рассеянного склероза (MSIS-29) и смещение центра давления тела за 30 секунд на стабилметрической моноаксиальной силовой платформы «ProKin». Статистически значимое увеличение эффективности лечения было установлено в основной группе пациентов, у которых реабилитационный период был начат сразу после включения в исследование [21]. Таким образом, использование в домашних условиях игрового компонента WBBS может быть эффективным в восстановлении функции равновесия у пациентов с РС, но необходимо сопоставлять риск травматизации и пользы при использовании данной платформы в домашних условиях.

Нарушение когнитивных функций является важной составляющей клинической картины у пациентов с рассеянным склерозом. Более чем у половины больных наблюдаются интеллектуально-мнестические нарушения, влияющие на внимание, обучение и обработку информации. Известно, что когнитивные нарушения в легкой степени могут быть выявлены уже на самой ранней стадии заболевания и требуют активной продолжительной реабилитации. L. E. Charvet et al. провели двойное слепое плацебо-контролируемое исследование, направленное на изучение влияния дистанционной реабилитации на когнитивные функции больных с РС [23]. В исследование было включено 135 пациентов с РС, у всех были выявлены отклонения по данным теста модальностей символов и цифр (SDMT). Пациенты были рандомизированы в две группы. Первая группа занималась на онлайн-адаптивном когнитивном обучающем портале. Программа включала 15 упражнений, направленных на тренировку внимания, памяти, скорости мышления, а также на улучшение функций зрительной и слуховой области коры головного мозга. Программа содержала в себе алгоритм, позволяющий каждый раз увеличивать или уменьшать уровень сложности, в зависимости от процента выполнения предыдущих заданий. Во второй груп-

пе использовался обычный компьютерный игровой тренинг. Исследование проводилось в течение 12 недель. Результаты исследования показали, что применение онлайн-адаптивной программы улучшает когнитивные функции у пациентов с РС и может быть применено для больных с широким спектром когнитивных проблем. Как отмечают исследователи, основным преимуществом подхода было использование программы в домашних условиях.

В исследовании, посвященном оценке влияния физической активности на когнитивную сферу и функцию ходьбы ($n = 82$), пациенты с РС были рандомизированы в две группы [14]. В основной группе проводились регулярные онлайн-занятия с реабилитологом через интернет и еженедельные поддерживающие мотивацию поведенческие семинары, также больные регулярно использовали шагомер и специальное программное обеспечение для постановки целей и отслеживания достигнутых результатов. В группе контроля пациенты однократно получали рекомендации по выполнению упражнений в домашних условиях с дальнейшим динамическим наблюдением и еженедельными поддерживающими мотивацию семинарами. Все участники исследования заполняли опросники по оценке физической активности (IPAQ), шкалу оценки инвалидности (PDDS), прошли устный тест для оценки когнитивных способностей (SDMT), а также тест на 6-минутную ходьбу (6MW) до и после 6-месячного периода амбулаторной дистанционной реабилитации. По результатам исследования было установлено статистически значимое увеличение расстояния, которое проходили больные в основной группе за 6 минут, а также улучшение выполнения теста SDMT по сравнению с контрольной группой. Таким образом, авторы делают вывод об улучшении когнитивных функций и ходьбы на фоне физической активности, подчеркивая важность активного контроля в реабилитации пациентов с РС [14]. Данное исследование демонстрирует улучшение когнитивных функций и результатов ходьбы на фоне двигательной реабилитации у лиц с рассеянным склерозом. Реабилитация, описанная в дизайне исследования, может быть использована для улучшения показателей физической активности, когнитивной способности и продления дистанции ходьбы.

Реабилитация пациентов с РС продолжает активно развиваться, в том числе с использованием нестандартных методик; так, например, в работе D. Frevel, M. Mäurer [15] проводилось исследование с участием 18 пациентов, где сравнивалось применение иппотерапии и реабилитации в домашних условиях с помощью сети интернет. Авторы получили значимое улучшение статического и динамического равновесия, разницы между обеими группами не наблюдалось. Однако показатели усталости были выше у пациентов, получавших иппотерапию. Таким образом, был сделан вывод, что реабилитация с помощью домашних тренировок больных через интернет

более эффективна, удобна и малозатратна для людей с рассеянным склерозом. Авторы подчеркивают удобство для пациентов с ограничениями к передвижению, вместе с тем дистанционная реабилитация требует приверженности и регулярности лечения.

Одной из немаловажных задач на сегодняшний день является не только оценка эффективности дистанционной реабилитации при РС с позиции улучшения тех или иных функций, но и оценка экономической выгоды для страны, больницы и пациентов. В ряде литературных обзоров была подробно рассмотрена данная проблема. В литературном обзоре S. Yeroushalmi et al. [11] было проанализировано 28 исследований с участием 3252 пациентов. Телемедицинские технологии были классифицированы и оценивались по следующим критериям: общая помощь при РС, реабилитация, нейропсихологическое/психическое здоровье. В нескольких исследованиях было показано улучшение общего эмоционального состояния у пациентов с рассеянным склерозом, получавших дистанционную когнитивно-поведенческую терапию (КПТ). Данная методика была особенно полезна для больных с РС, так как было выявлено сокращение времени и средств, необходимых для участия в очной традиционной КПТ, а также своевременность нейропсихологической помощи. В целом, исследования показали ряд результатов, указывающих на положительное влияние долгосрочной телемедицинской реабилитации на психоэмоциональное благополучие и снижения уровня тяжести депрессии, а также экономическую выгоду и удовлетворенность как пациентов, так и медицинских работников. В ходе обсуждения были выявлены основные препятствия для проведения дистанционной реабилитации: отсутствие требуемых технических средств и постепенно снижающаяся вовлеченность пациентов при использовании дистанционных технологий в течение длительного периода времени.

М. Т. Shaw et al. [24] провели исследование теле-реабилитации с использованием tDCS (транскраниальной стимуляции постоянным током) в сочетании с когнитивной реабилитацией на дому и дистанционным наблюдением (RS-tDCS). В исследование были включены 44 пациента с рассеянным склерозом с неврологическими нарушениями различной степени выраженности. Всем пациентам перед началом исследования был проведен опрос, в ходе которого участники сообщали среднее время, затрачиваемое на дорогу от дома до клиники, стоимость посещения занятий и трудности, связанные с посещением клиники. Оценка результатов проводилась по порядковой шкале от 1 до 5 баллов, где 1 балл – отсутствие трудностей, а 5 баллов указывает на то, что поездка практически невозможна. Пациенты, находящиеся под дистанционным наблюдением, в 95 % случаев показывали приверженность к лечению, и 93 % участников сообщили об удовлетворенности результатами лечения в домашних условиях. Данное исследование показало, что дистанционная

реабилитация может восполнить объем ежедневной физической реабилитации, необходимый для формирования оптимальной клинической пользы и получения максимального эффекта. В исследовании также отмечалось, что посещение клиники для прохождения очной реабилитации сопряжено со значительными затратами для пациентов, даже в городских условиях [24]. Таким образом, дистанционная реабилитация облегчает доступ к лечению для больных, которые проживают, как в сельской местности, так и в городских условиях [24].

Так же в ходе еще одного исследования прошло анонимное анкетирование 200 пациентов с РС [25] с целью получения информации о потребности в доступе к реабилитационным и телекоммуникационным технологиям, а также об интересах и перспективах дистанционной реабилитации среди этих пациентов. Авторы получили очень интересные данные, доказав, что наличие легкой степени инвалидности и профессиональной деятельности связаны с большим интересом к телереабилитации. И напротив, пациенты с инвалидностью от умеренной до тяжелой степени и неработающие, по данным анкетирования, имеют меньший доступ и меньше возможностей в использовании необходимых технологий.

В оригинальном исследовании I. Voigt et al. 2020 года по использованию веб-портала «Integrated Care Portal Multiple Sclerosis (IBMS)» в очной и дистанционной реабилитации пациентов с рассеянным склерозом проведен опрос 210 больных с данным заболеванием и 24 родственников пациентов с РС после апробации данной платформы [26]. Особенностью данного веб-портала является его направленность на долгосрочный мониторинг пациентов с РС, получающих нейрореабилитацию, а также его многофункциональность. В связи с чем было отмечено повышение комплаентности пациентов к процессу как лечения, так и реабилитации.

Пилотное исследование Y. Suh et al. включило выборку из 68 больных с РС, которые были разделены на исследуемую и контрольную группы. Все пациенты на начало исследования имели низкий уровень мотивации и выраженную астенизацию. Пациентам из исследуемой группы в течение 6 недель проводилась когнитивно-поведенческая терапия, осуществляемая посредством рассылки информационных бюллетеней и регулярных телефонных звонков с целью коррекции имевшихся у них целей и формирования адекватных ожиданий от реабилитации. С участниками данной группы также регулярно проводились беседы по поводу интересующих их вопросов, касавшихся трудностей, возникших во время самой реабилитации. Контрольной группе пациентов в течение 6 недель рассылалась информация по поводу методов управления стрессом. По окончании исследования, пациенты заполняли анкеты, в результате обработки которых было выявлено, что в исследуемой группе наблюдалось значительное увеличение показателей мотивации, самодисциплины и

значительное снижение астенизации, в то время как в контрольной группе данные показатели остались прежними [27].

Резюмируя, обзор литературных данных показал, что дистанционные технологии имеют значимые преимущества перед традиционными методами реабилитации в приверженности к лечению и доступности [28, 29, 35], а также являются экономически целесообразными [20]. Что касается нашей страны, то, учитывая протяженность территорий России и удаленность некоторых населенных пунктов от крупных клиник, внедрение дистанционных методов реабилитации позволяет облегчить доступ к лечению для больных, которые проживают как в городских условиях, так и в сельской местности [24].

Однако на данный момент остается открытым вопрос соблюдения врачебных рекомендаций со стороны пациентов при использовании телемедицинских методов реабилитации в течение длительного периода времени [29, 30]. Данная проблема требует дальнейших исследований и подбора методов наблюдения с целью сохранения мотивации больных к систематическому выполнению реабилитационных упражнений.

Заключение

Результаты литературного обзора подтверждают эффективность применения дистанционной реабилитации у пациентов с рассеянным склерозом. Использование дистанционных методов приводит к улучшению показателей физической активности и когнитивных способностей, а также способствует снижению уровня тяжести депрессии и инвалидизации пациентов. Данные методы реабилитации, в особенности использование веб-сайтов, экономически выгодны и удовлетворяют как пациентов, так и медицинских работников. Сделан вывод о том, что в течение длительного времени приверженность пациентов к систематическому выполнению реабилитационных упражнений дистанционно снижается, в связи с чем падает и показатель эффективности, что требует продолжения исследований в этом направлении. Также при отборе пациентов на данную форму нейрореабилитации стоит внимательнее относиться к пациентам со зрительными и когнитивными нарушениями, в связи с возможными трудностями у них при использовании телемедицинских систем.

Литература / References

1. Рябов СА, Бойко АН. Реабилитация пациентов с рассеянным склерозом с точки зрения доказательной медицины. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2020; (1): 38-43. [Ryabov SA, Boyko AN. Rehabilitation of patients with multiple sclerosis from the point of view of evidence-based medicine. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*. 2020; (1): 38-43. (In Russian)] DOI: 10.14412/2074-2711-2020-1S-38-43
2. Помников ВГ, Крицкая ЛА, Делокян ГА, Сенькина АГ. Особенности формирования индивидуальной

программы реабилитации при рассеянном склерозе. *Вестник Российской Военно-Медицинской Академии*. 2020;(S3):147-148. [Pomnikov VG, Kritskaya LA, Delokyan GA, Sen'kina AG. Features of the formation of an individual rehabilitation program for multiple sclerosis. *Vestnik of Russian military medical Academy*. 2020;(S3):147-148. (In Russian)] DOI: 10.17816/0869-2106-2021-27-3-265-271

3. Соловьева ЕА. Сущность комплексной реабилитации инвалидов с рассеянным склерозом. *International Scientific Review*. 2020: 111-114. [Solov'eva EA. The essence of complex rehabilitation of disabled people with multiple sclerosis. *International scientific review*. 2020: 111-114. (In Russian)]

4. Vaughn CB, Jakimovski D, Kavak KS, Ramanathan M, Benedict RHB, Zivadinov R, Weinstock-Guttman B. Epidemiology and treatment of multiple sclerosis in elderly populations. *Nature Reviews Neurology*. 2019;15(6):329-342. DOI: 10.1038/s41582-019-0183-3

5. Centonze D, Leocani L, Feys P. Advances in physical rehabilitation of multiple sclerosis. *Current Opinion in Neurology*. 2020;33(3):255-261. DOI: 10.1097/WCO.0000000000000816

6. Иванчук ЕВ, Бойко ЕА, Бойко АН, Климов ЮА, Троицкая ЛА, Батышева ТТ. Эффективность активных физических упражнений в комплексной когнитивной реабилитации взрослых и детей с рассеянным склерозом. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски*. 2020;120(7-2):38-42. [Ivanchuk EV, Boyko EA, Boyko AN, Klimov YuA, Troitskaya LA, Batysheva TT. The effectiveness of active physical exercises in complex cognitive rehabilitation of adults and children with multiple sclerosis. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry. Special issues*. 2020;120(7-2):38-42. (In Russian)] DOI: 10.17116/jnevro202012007238

7. Коржова ЮЕ, Бакулин ИС, Пойдашева АГ, Ключков АС, Закройщикова ИВ, Супонева НА, Аскарлова ЛШ, Захарова МН. Реабилитация пациентов с рассеянным склерозом. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски*. 2021;121(7-2):13-21. [Korzhova YuE, Bakulin IS, Poydasheva AG, Klochkov AS, Zakroyshchikova IV, Suponeva NA, Askarova L.Sh, Zakharova MN. Rehabilitation of patients with multiple sclerosis. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry. Special issues*. 2021;121(7-2):13-21. (In Russian)] DOI: 10.17116/jnevro202112107213

8. Литвинова НЮ, Белова АН, Шейко ГЕ, Израельян ЮА, Шакурова ДН, Соловьева ВС. Физическая реабилитация больных рассеянным склерозом. *Лечебная физкультура и спортивная медицина*. 2019;1(149):40-51. [Litvinova NYu, Belova AN, Sheyko GE, Israelyan YuA, Shakurova DN, Solov'eva VS. *Physical rehabilitation of patients with multiple sclerosis. Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya medicina*. 2019;1(149):40-51. (In Russian)]

9. Захаров АВ, Хивинцева ЕВ, Колсанов АВ, Воронин АС. Эффективность реабилитации пациентов с рассеянным склерозом в виртуальной реальности. *Наука и инновации в медицине*. 2019;4(3):25-29. [Zakharov AV, Khivintseva EV, Kolsanov AV, Voronin AS. The effectiveness of rehabilitation of patients with multiple sclerosis in virtual

- reality. *Science and Innovations in Medicine*. 2019;4(3):25-29. (In Russian)] DOI 10.35693/2500-1388-2019-4-3-25-29
10. Motl RW. Exercise and Multiple Sclerosis. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2020;(1228):333-343. DOI: 10.1007/978-981-15-1792-1_22
 11. Yeroushalmi S, Maloni H, Costello K, Wallin M. Telemedicine and Multiple Sclerosis: A Comprehensive Literature Review. *Journal of Telemedicine and Telecare*. 2020; 26(7-8):400-413. DOI: 10.1177/1357633x19840097
 12. Коржова ЮЕ, Бакулин ИС, Пойдашева АГ, Ключков АС, Закройщикова ИВ, Супонева НА, Аскаророва ЛШ, Захарова МН. Реабилитация пациентов с рассеянным склерозом. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски*. 2021;121(7-2):13-21. [Korzhova YuE, Bakulin IS, Poydasheva AG, Klochkov AS, Zakroyshchikova IV, Suponeva NA, Askarova LSh, Zakharova MN. Rehabilitation of patients with multiple sclerosis. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry. Special issues*. 2021;121(7-2):13-21. (In Russian)] DOI: 10.17116/jnevro202112107213
 13. Иванилова ТН, Василенко ИВ, Семенов ВА, Днепровская МА, Юринский ЮА, Мирбадиев ШЗ, Прокопенко СВ, Субочева СА. Портал дистанционной реабилитации «Нейродом»: реализация и тестирование. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2020;8(1):1-14. [Ivanilova TN, Vasilenko IV, Semenov VA, Dneprovskaya MA, Yurinskiy YuA, Mirbadiev ShZ, Prokopenko SV, Subocheva SA. Portal of remote rehabilitation "Neurodome": implementation and testing. 2020;8(1):1-14 (In Russian)]. DOI: 10.17586/2226-1494-2019-19-5-925-930
 14. Sandroff B, Klaren R, Pilutti L, Dlugonski D, Benedict R, Motl R. Randomized controlled trial of physical activity, cognition, and walking in multiple sclerosis. *Journal of Neurology*. 2014; (261): 363–372. DOI: 10.1007/s00415-013-7204-8
 15. Frevel D, Mäurer M. Internet-based home training is capable to improve balance in multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2015;(51):23–30.
 16. Truijien S, Abdullahi A, Bijsterbosch D, van Zoest E, Conijn M, Wang Y, Struyf N, Saeyns W. Effect of home-based virtual reality training and telerehabilitation on balance in individuals with Parkinson disease, multiple sclerosis, and stroke: a systematic review and meta-analysis. *Neurological Sciences*. 2022;43 (5):2995-3006. DOI: 10.1007/s10072-021-05855-2
 17. Zasadzka E, Trzmiel T, Pieczyńska A, Hojan K. Modern Technologies in the Rehabilitation of Patients with Multiple Sclerosis and Their Potential Application in Times of COVID-19. *Medicina (Kaunas)*. 2021;57(6):549. DOI: 10.3390/medicina57060549
 18. Ghahfarrokhi MM, Banitalebi E, Negaresh R, Motl RW. Home-Based Exercise Training in Multiple Sclerosis: A Systematic Review with Implications for Future Research. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*. 2021;(55):103177. DOI: 10.1016/j.msard.2021.103177
 19. Tella SD, Pagliari C, Blasi V, Mendozzi L, Rovaris M, Baglio F. Integrated telerehabilitation approach in multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Telemedicine and Telecare*. 2020; 26(7-8):385-399. DOI: 10.1177/1357633x19850381
 20. Tallner A, Streber R, Hentschke C, Morgott M, Geidl W, Mäurer M, Pfeifer K. Internet-supported physical exercise training for persons with multiple sclerosis: A randomised, controlled study. *International Journal of Molecular Sciences*. 2016; 17(10):E1667. DOI: 10.3390/ijms17101667
 21. Prosperini L, Fortuna D, Gianni C, Leonardi L, Marchetti MR, Pozzilli C. Home-based balance training using the Wii balance board: a randomized, crossover pilot study in multiple sclerosis. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2013; (27):516–525. DOI: 10.1177/1545968313478484
 22. Cimino V, Chisari CG, Raciti G, Russo A, Veca D, Zagari F, Calabrò RS, Patti F. Objective evaluation of Nintendo Wii Fit Plus balance program training on postural stability in Multiple Sclerosis patients: a pilot study. *International Journal of Rehabilitation Research*. 2020;43(3):199-205. DOI: 10.1097/MRR.0000000000000408
 23. Charvet L, Yang J, Shaw M, Sherman K, Haider L, Xu J, Lauren B. Cognitive function in multiple sclerosis improves with telerehabilitation: Results from a randomized controlled trial. *PLoS ONE*. 2017;12(5):e0177177. DOI: 10.1371/journal.pone.0177177
 24. Shaw MT, Best P, Frontario A, Charvet LE. Telerehabilitation benefits patients with multiple sclerosis in an urban setting. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 2021; 27(1):39-45. DOI:10.1177/1357633x19861830.
 25. Remy C, Valet M, Stoquart G, El Sankari S, Van Pesch V, De Haan A, Lejeune Th Telecommunication and rehabilitation for patients with multiple sclerosis: access and willingness to use. A cross-sectional study. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* 2020;56(4):403-411. DOI: 10.23736/S1973-9087.20.06061-X.
 26. Voigt I, Benedict M, Susky M, Scheplitz T, Frankowitz S, Kern R, Müller O, Schlieter H, Ziemssen T. A Digital Patient Portal for Patients with Multiple Sclerosis. *Frontiers in Neurology*. 2020;(11):1-14. DOI: 10.3389/fneur.2020.00400.
 27. Suh Y, Motl RW, Olsen C, Joshi I. Pilot Trial of a Social Cognitive Theory-Based Physical Activity Intervention Delivered by Nonsupervised Technology in Persons With Multiple Sclerosis. *Journal of Physical Activity and Health*. 2015;12:924-930. DOI: 10.1123/jpah.2014-0018.
 28. Amatya B, Khan F, Galea M. Rehabilitation for people with multiple sclerosis: an overview of Cochrane Reviews. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2019 Jan; 2019(1): CD012732. DOI:10.1002/14651858.CD012732. pub2.
 29. Tarakci E, Tarakci D, Hajebrahimi F, Budak M. Supervised exercises versus telerehabilitation. Benefits for persons with multiple sclerosis. *Acta Neurologica Scandinavica*. 2021;144(3):303-311. DOI: 10.1111/ane.13448.
 30. Gopal A, Bonanno V, Block VJ, Bove RM. Accessibility to Telerehabilitation Services for People With Multiple Sclerosis: Analysis of Barriers and Limitations. *The International Journal of MS Care*. 2022;24(6):260-265. DOI: 10.7224/1537-2073.2022-002.

31. Thirumalai M, Rimmer JH, Johnson G, Wilroy J, Young HJ, Mehta T, Lai B. TEAMS (Tele-Exercise and Multiple Sclerosis), a Tailored Telerehabilitation mHealth App: Participant-Centered Development and Usability Study. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2018;6(5):e10181. DOI: 10.2196/10181.

32. Nascimento AS, Fagundes CV, Mendes FADS, Leal JC. Effectiveness of Virtual Reality Rehabilitation in Persons with Multiple Sclerosis: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*. 2021;(54):103128. DOI: 10.1016/j.msard.2021.103128.

33. Jeong IC, Liu J, Finkelstein J. Association Between System Usage Pattern and Impact of Web-Based Telerehabilitation in Patients with Multiple Sclerosis. *Studies in Health Technology and Informatics*. 2020;272:346-349. : 10.3233/SHTI200566.

34. Kahraman T, Savci S, Ozdogar AT, Gedik Z, Idiman E. Physical, cognitive and psychosocial effects of telerehabilitation-based motor imagery training in people with multiple sclerosis: A randomized controlled pilot trial. *Journal of Telemedicine and Telecare*. 2020; 26(5):251-260. DOI: 10.1177/1357633X18822355

35. Landi D, Ponzano M, Nicoletti CG, Cola G, Cecchi G, Grimaldi A, Mataluni G, Mercuri NB, Sormani MP, Pacileo G, Marfia GA. Patient's point of view on the use of telemedicine in multiple sclerosis: a web-based survey. *Neurological Sciences*. 2022;43(2):1197-1205. DOI: 10.1007/s10072-021-05398-6

тел.: +7(902)9560138; e-mail: clery6796@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6164-1659>
Зулкайдарава Александра Руслановна, студентка 5 курса лечебного факультета, Красноярский медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого; адрес: Российская Федерация 660022 г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д.1; тел.: +7(983)2802070; e-mail: alexzulkaydarova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1114-0493>

Субочева Светлана Алексеевна, к.м.н., ассистент кафедры нервных болезней с курсом ПО, Красноярский медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого; адрес: Российская Федерация 660022 г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д.1; тел.: +7(923)3138885; e-mail: Sveta162007@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9916-6235>

Аброскина Мария Васильевна, к.м.н., доцент кафедры нервных болезней с курсом ПО, Красноярский медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого; адрес: Российская Федерация 660022 г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д.1; тел.: +7(902)9402336; e-mail: mabroskina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1454-1807>

Прокопенко Семен Владимирович, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой нервных болезней с курсом ПО, Красноярский медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого; адрес: Российская Федерация 660022 г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д.1; тел.: +7(960)7681010; e-mail: s.v.proc.58@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4778-2586>

Author information

Daria O. Shabalina, 6th year student of the Faculty of General Medicine, Prof. V. F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University; Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Phone: +7(950)4284401; e-mail: dar.shabalina@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9161-5235>

Maria A. Khramchenko, resident of the Department of Nervous Diseases with a course of PE, Prof. V. F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University; Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Phone: +7(902)9560138; e-mail: clery6796@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6164-1659>

Alexandra R. Zulkaidarova, 5th year student of the Faculty of General Medicine, Prof. V. F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University; Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Phone: +7(983)2802070; e-mail: alexzulkaydarova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1114-0493>

Svetlana A. Subocheva, Cand. Med. Sci., assistant of the Department of Nervous Diseases with a course of PE, Prof. V. F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University; Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Phone: +7(923)3138885; e-mail: Sveta162007@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9916-6235>

Maria V. Abroskina, Dr. Med. Sci., assistant professor of the Department of Nervous Diseases with a course of PE, Professor V. F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University; Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Phone: +7(902)9402336; e-mail: mabroskina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1454-1807>

Semen V. Prokopenko, Dr. Med. Sci., Professor of the Department of Nervous Diseases with a course of PE, Professor V. F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University; Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Phone: +7(960)7681010; e-mail: s.v.proc.58@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4778-2586>

Сведения об авторах

Шабалина Дарья Олеговна, студентка 6 курса лечебного факультета, Красноярский медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого; адрес: Российская Федерация 660022 г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д.1; тел.: +7(950)4284401; e-mail: dar.shabalina@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9161-5235>

Храмченко Мария Анатольевна, ординатор кафедры нервных болезней с курсом ПО, Красноярский медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого; адрес: Российская Федерация 660022 г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д.1;

Дата поступления: 04.06.2022

Дата рецензирования: 19.04.2023

Принято к публикации: 28.09.2023

Received 04 June 2022

Revision Received 19 April 2023

Accepted 28 September 2023