



Мультимодальная стимуляция в коррекции нарушений ходьбы и равновесия у пациентов, перенесших ишемический инсульт

А.Г. Кашежев ✉, Г.М. Лутохин, М.А. Рассулова, И.В. Погонченкова, Е.А. Турова, Ю.В. Утегенова, Р.И. Самохвалов

ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы»; Россия, г. Москва

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: оценка влияния мультимодальной стимуляции в виртуальной реальности на восстановление ходьбы и равновесия у пациентов в остром и раннем восстановительном периодах ишемического инсульта.

Дизайн: сравнительное рандомизированное клиническое исследование.

Материалы и методы. В исследование были включены 67 пациентов с первичным ишемическим инсультом давностью не более 6 месяцев, осложнившимся гемипарезом или монопарезом нижней конечности. Среди участников было 47 мужчин и 20 женщин, возраст больных составлял от 44 до 75 лет. Пациентов разделили на две группы: в основной группе (n = 36) базисную реабилитационную программу дополняли занятиями на тренажере в виде мультимодальной стимуляции в условиях виртуальной реальности, в контрольной группе (n = 31) назначали лишь базисную терапию.

Эффективность реабилитации оценивали с использованием Монреальской шкалы оценки когнитивных функций, госпитальной шкалы тревоги и депрессии, шкалы тяжести инсульта Национальных институтов здоровья США (NIHSS), шкалы оценки мышечной силы Британского совета по медицинским исследованиям (MRCS), шкалы Тинетти, индекса мобильности Ривермид.

Результаты. В основной группе после курса реабилитации отмечено более выраженное улучшение двигательных функций и показателя функциональной независимости. Выраженность симптомов по NIHSS снизилась с 5,5 [4,0; 7,0] до 4,0 [3,0; 5,0] балла в основной группе и с 6,0 [5,0; 7,0] до 5,0 [4,5; 6,0] балла в группе контроля (p = 0,019). Индекс Ривермид в основной группе увеличился с 7,0 [6,0; 10,0] до 10,0 [8,0; 12,0] балла, в контрольной — с 7,0 [5,0; 7,5] до 8,0 [6,5; 10,5] балла (p = 0,049).

При дополнительном применении мультимодальной стимуляции выявлено также более значительное возрастание силы мышц нижней конечности по MRCS: прирост составил 0,7 [0,3; 0,9] балла в основной группе и 0,4 [0,2; 0,7] балла в группе контроля (p = 0,046).

Заключение. Мультимодальная стимуляция является эффективным адъювантным методом реабилитации пациентов в ранние сроки после перенесенного ишемического инсульта.

Ключевые слова: виртуальная реальность, медицинская реабилитация, нейрореабилитация, ишемический инсульт, пневмостимуляция.

Для цитирования: Кашежев А.Г., Лутохин Г.М., Рассулова М.А., Погонченкова И.В., Турова Е.А., Утегенова Ю.В., Самохвалов Р.И. Мультимодальная стимуляция в коррекции нарушений ходьбы и равновесия у пациентов, перенесших ишемический инсульт. Доктор.Ру. 2023; 22(6):72–77. DOI: 10.31550/1727-2378-2023-22-6-72-77



Multimodal Stimulation in Impaired Gait and Balance Correction in Post-Stroke Patients

A.G. Kashezhev ✉, G.M. Lutokhin, M.A. Rassulova, I.V. Pogonchenkova, E.A. Turova, Yu.V. Utegenova, R.I. Samokhvalov

Moscow Research and Practice Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine; 53 Zemlyanoy Val St., Moscow, Russian Federation 105120

ABSTRACT

Aim: To assess the effect of multimodal virtual reality stimulation on gait and balance restoration in patients in acute and early recovery ischemic stroke.

Design: Comparative randomised clinical study.

Materials and methods. This study enrolled 67 patients with primary ischemic stroke which occurred during past 6 months, complicated with hemiparesis or lower limb monoparesis. Patients included 47 men and 20 women aged 44 to 75 years old. Patients were divided into two groups: in the study group (n = 36), the primary rehabilitation was supplemented with multimodal stimulation exercises on a training virtual reality set; controls (n = 31) had only primary therapy.

Rehabilitation efficiency was assessed using the Montreal Cognitive Assessment, Hospital Anxiety and Depression Scale, National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS), Medical Research Council Scale (MRCS), Tinetti Test, Rivermead Mobility Index.

Results. In the study group, a course of rehabilitation resulted in marked improvement in motor functions and functional independence. NIHSS symptoms intensity decreased from 5.5 [4.0; 7.0] to 4.0 [3.0; 5.0] points in the study group and from 6.0 [5.0; 7.0] to 5.0 [4.5; 6.0] points in the control group (p = 0.019). Rivermead Mobility Index increased from 7.0 [6.0; 10.0] to 10.0 [8.0; 12.0] points in the study group and from 7.0 [5.0; 7.5] to 8.0 [6.5; 10.5] points in the control group (p = 0.049).

When multimodal stimulation was added, also a more prominent increase in the MRCS muscle strength of the lower limb was observed: an increase was 0.7 [0.3; 0.9] points in the study group and 0.4 [0.2; 0.7] points in controls (p = 0.046).

Conclusion. Multimodal stimulation is an efficient adjuvant approach to rehabilitation of patients shortly after an ischemic stroke.

Keywords: virtual reality, medical rehabilitation, neurorehabilitation, ischemic stroke, pneumatic stimulation.

✉ Кашежев Алим Гумарович / Kashezhev, A.G. — E-mail: kashezhevalim@gmail.com

For citation: Kashezhev A.G., Lutokhin G.M., Rassulova M.A., Pogonchenkova I.V., Turova E.A., Utegenova Yu.V., Samokhvalov R.I. Multimodal stimulation in impaired gait and balance correction in post-stroke patients. Doctor.Ru. 2023;22(6):72–77. (in Russian). DOI: 10.31550/1727-2378-2023-22-6-72-77

ВВЕДЕНИЕ

Ишемический инсульт остается ведущей причиной инвалидизации трудоспособного населения во всем мире. В последнем опубликованном международном исследовании эпидемиологии острых нарушений мозгового кровообращения, охватившем период с 1990 по 2019 год, отмечено ежегодное увеличение общего числа инсультов и показано, что ишемические инсульты преобладают в числе новых случаев инсульта (в 2019 году их доля составляла 62,4%). При этом значительная часть бремени болезни приходится на страны с низким и средним уровнем валового национального дохода, в том числе на Российскую Федерацию [1, 2].

В подавляющем большинстве случаев при инсульте развивается двигательный дефицит, структура которого неоднородна и представляет собой синдромокомплекс, включающий снижение силы мышц, изменение их тонуса, а также координаторные нарушения. Степень выраженности составляющих может различаться, но в конечном счете они приводят к значительной дезадаптации пациента. Существенный вклад в этот процесс вносят нарушения ходьбы и равновесия, которые развиваются у многих пациентов и связаны как со слабостью нижней конечности, так и с нефизиологичным восстановлением движения в ней [3].

В последние годы достигнут значительный прогресс в лечении постинсультных двигательных нарушений: активно применяются не только традиционные методы, такие как кинезио- и эрготерапия, но и высокотехнологичные инновационные технологии, например мультимодальная стимуляция. Благодаря одновременной афферентации по нескольким сенсорным каналам у пациентов возникает целостная картина необходимого движения и эффективнее восстанавливается требуемый навык.

Одним из способов включения дополнительных модальностей является виртуальная реальность (VR). Иммерсивная VR, то есть VR с полным погружением, достаточно успешно применяется в качестве самостоятельного реабилитационного метода для коррекции движений паретичной руки, а также зрительно-пространственных нарушений у пациентов с ишемическим инсультом [4, 5]¹. Как самостоятельный метод используют также неиммерсивную VR, в том числе для коррекции постинсультных нарушений ходьбы [6, 7]. Но несколько чаще VR применяется в комплексе с другими методами реабилитации, например с роботизированными тренажерами [8] или инвазивной нейромодуляцией [9].

Перспективной методикой, в которую имплементируют VR, является, в частности, подошвенная стимуляция, достаточно давно назначаемая пациентам с ишемическим инсультом [10]. Проведено исследование применения мультимодальной стимуляции (подошвенная стимуляция в виртуальной среде) у пациентов в остром периоде ишемического инсульта. Оно показало, что такая стимуляция оказывает определенное позитивное влияние в отношении двигательных нарушений, но остались недостаточно изученными лечебные эффекты в более поздние сроки, не были определены факторы, влияющие на общую результативность данной методики [11].

Цель исследования: оценка влияния мультимодальной стимуляции в виртуальной реальности на восстановление ходьбы и равновесия у пациентов в остром и раннем восстановительном периодах ишемического инсульта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа выполнена на клинической базе филиала № 3 «Многопрофильная клиника медицинской реабилитации» Московского научно-практического центра медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы (ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ). Клиническое исследование одобрено локальным этическим комитетом ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ (протокол № 1 от 17.03.2022) и проводилось при добровольном информированном согласии участников.

В него включались пациенты с первичным ишемическим инсультом любой локализации давностью не более 6 месяцев, осложнившимся гемипарезом или монопарезом нижней конечности (1–4 балла по шкале оценки мышечной силы Британского совета по медицинским исследованиям — англ. Medical Research Council Scale, MRCS), с сохранными когнитивными функциями (26 баллов и выше по Монреальской шкале оценки когнитивных функций — англ. Montreal Cognitive Assessment, MoCA).

Не включались лица с выраженными речевыми нарушениями, онкологическими заболеваниями, перенесшие инфаркт миокарда менее 6 месяцев назад, имевшие пароксизмальную или персистирующую форму фибрилляции предсердий, а также пациенты с эпилепсией или иными пароксизмальными нарушениями сознания. Кроме того, в число исследуемых не входили больные с контрактурами нижних конечностей (в связи с невозможностью проведения подошвенной стимуляции) и с тромбозами вен нижних конечностей (в связи с противопоказанием к применению подошвенной стимуляции).

В результате отбора в исследование вошли 67 пациентов (47 мужчин и 20 женщин) в возрасте от 44 до 75 лет. У 21 пациента (31,3%) ранее диагностировали сахарный диабет (СД), у 13 пациентов (19,4%) — хроническую сердечную недостаточность (ХСН), в 19 случаях (28,3%) — ишемическую болезнь сердца.

Методом случайного распределения больные были разделены на две группы: основную и контрольную. Основную группу составили 36 пациентов (22 мужчины и 14 женщин), возраст — 62,50 [56,75; 65,00] года, время от начала инсульта — 16,50 [12,75; 67,75] дня. В контрольной группе был 31 пациент (25 мужчин и 6 женщин), возраст — 61,00 [59,00; 66,00] года, время от начала инсульта — 17,00 [13,00; 44,50] дня. Группы были сопоставимы по возрасту, факторам риска, степени выраженности неврологических нарушений и давности развития инсульта.

Все пациенты получали базисную реабилитационную программу, включавшую занятия лечебной физкультурой, физиотерапевтические процедуры и лекарственную терапию. Лицам основной группы дополнительно проводили

¹ Всероссийское общество неврологов; Национальная ассоциация по борьбе с инсультом; Ассоциация нейрохирургов России; Межрегиональная общественная организация «Объединение нейроанестезиологов и нейрореаниматологов»; Общероссийская общественная организация «Союз реабилитологов России». Ишемический инсульт и транзиторная ишемическая атака у взрослых: клинические рекомендации. М.; 2021. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/scheme/171_2 (дата обращения — 26.07.2023).

10 занятий на мультисенсорном тренажере BP ReviVR («Ревайвер») (Россия), состоящем из программно-аппаратного комплекса, шлема BP и специальных сандалий с пневматическими камерами. В процессе занятия пациент совершает «виртуальную прогулку» в шлеме, одновременно пневматические камеры создают давление на подошву, имитируя прикосновение к опоре. Движения в BP синхронизированы с пневмостимуляцией, пациент перемещается в виртуальной среде, получая визуальные, слуховые и тактильные сигналы. Суммарная длительность пребывания в виртуальной среде за одно занятие составляла 15 минут.

Пациентов обследовали до начала реабилитации и после ее окончания. Для оценки выраженности когнитивных и аффективных нарушений использовали шкалу MoCA [12] и госпитальную шкалу тревоги и депрессии (англ. Hospital Anxiety and Depression Scale, HADS) [13], для оценки тяжести инсульта применяли шкалу тяжести инсульта Национальных институтов здоровья США (англ. National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS) [14]. Степень пареза нижней конечности определяли с использованием MRCS. Функциональную независимость оценивали с помощью индекса мобильности Ривермид, а нарушения ходьбы и равновесия — с помощью шкалы Тинетти. В ходе исследования осуществлялся мониторинг нежелательных явлений.

Для статистического анализа полученных данных использовали программу StatTech v. 3.1.5 (ООО «Статтех», Россия). Для ненормально распределенных параметров рассчитывали медиану и квартили (Me [Q₁; Q₃]). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

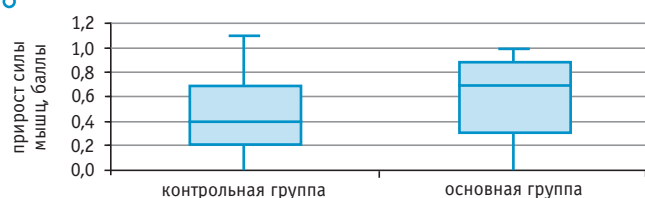
РЕЗУЛЬТАТЫ

После завершения курса медицинской реабилитации у пациентов обеих групп были зафиксированы положительные изменения, выражавшиеся в увеличении силы мышц нижней конечности, уменьшении выраженности нарушений ходьбы и равновесия, однако в основной группе динамика этих показателей оказалась существенно выше.

В основной группе увеличение силы мышц нижней конечности по MRCS составило 0,7 [0,3; 0,9] балла, в то время как в контрольной — лишь 0,4 [0,2; 0,7] балла ($p = 0,046$; U-критерий Манна — Уитни). При этом в основной группе выше был процент пациентов, у которых сила мышц увеличилась более чем на 0,5 балла: 66,7% против 38,7% в контрольной группе (рис. 1, 2).

При анализе динамики по NIHSS после курса реабилитации отмечено уменьшение выраженности симптомов у больных основной и контрольной групп: суммарный балл снизился с 5,5 [4,0; 7,0] до 4,0 [3,0; 5,0] и с 6,0 [5,0; 7,0] до 5,0 [4,0; 6,0] соответственно (рис. 3). У пациентов основной группы положительная динамика была более выраженной ($p = 0,019$; U-критерий Манна — Уитни).

Рис. 1. Прирост силы мышц нижней конечности в исследуемых группах по MRCS, баллы
Fig. 1. Increase in the MRCS muscle strength of the lower limb, points



Аналогичные различия были выявлены при сравнении динамики функциональной независимости, оцениваемой с помощью индекса Ривермид. В основной группе отмечено увеличение индекса с 7,0 [6,0; 10,2] до 10,0 [8,0; 12,0] балла, в группе контроля прирост был ниже — с 7,0 [5,0; 7,5] до 8,0 [6,5; 10,5] балла ($p = 0,049$; U-критерий Манна — Уитни) (рис. 4).

Рис. 2. Соотношение пациентов с наличием и отсутствием положительной динамики по MRCS в исследуемых группах, %

Примечание. Положительную динамику регистрировали при увеличении силы мышц в нижней конечности более чем на 0,5 балла по MRCS

Fig. 2. The ratio of patients with and without MRCS improvement in study groups, %

Note. Improvement was observed with an increase in the MRCS muscle strength of the lower limb of over 0.5 point

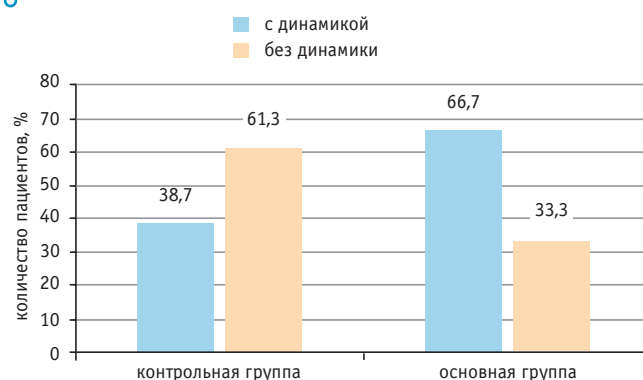


Рис. 3. Динамика по NIHSS в исследуемых группах, баллы

Fig. 3. Changes (NIHSS) in study groups, points

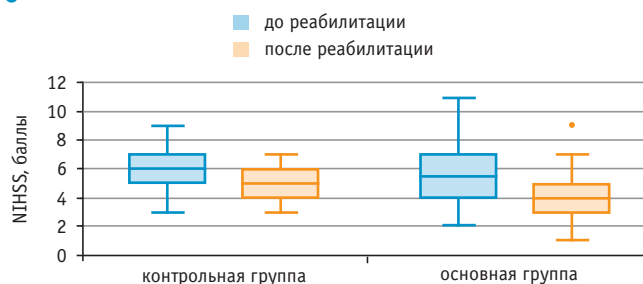
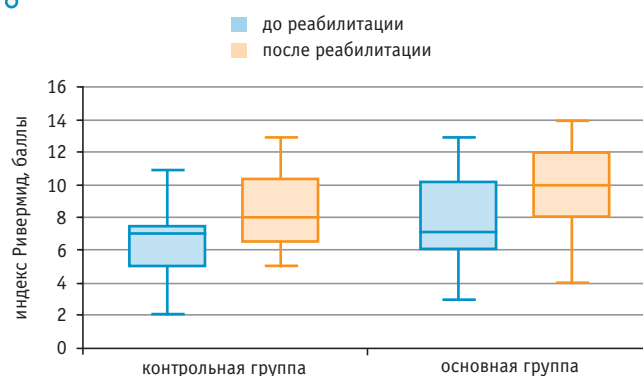


Рис. 4. Динамика индекса мобильности Ривермид в исследуемых группах, баллы

Fig. 4. Changes in the Rivermead Mobility Index in study groups, points



В ходе анализа полученных данных были выявлены факторы, влияющие на степень восстановления двигательных функций. Так, у пациентов с сопутствующим СД статистически значимо хуже восстанавливалась сила мышц паретичной конечности: прирост составил 0,3 [0,2; 0,6] балла против 0,7 [0,3; 0,9] балла у пациентов без СД ($p = 0,02$; U-критерий Манна — Уитни). Аналогичная корреляция наблюдалась у пациентов с сопутствующей ХСН: сила мышц у таких больных увеличилась на 0,3 [0,1; 0,6] балла против 0,6 [0,3; 0,9] балла у пациентов без ХСН ($p = 0,034$; U-критерий Манна — Уитни).

Функциональная независимость по индексу Ривермид после курса реабилитации также была ниже при сопутствующем СД: индекс Ривермид у пациентов без СД составил 10,0 [8,0; 12,0] балла, в то время как у лиц с СД — 8,0 [6,0; 11,0] балла ($p = 0,045$; U-критерий Манна — Уитни).

При оценке других факторов, таких как выраженность когнитивных и аффективных нарушений, статистически значимых различий между исследуемыми группами выявлено не было.

ОБСУЖДЕНИЕ

Мультимодальная стимуляция активно применяется в медицинской реабилитации пациентов с различными неврологическими нарушениями, в том числе постинсультными. Наиболее часто используются визуальные, слуховые и тактильные модальности. Для обеспечения первых двух модальностей оптимальной представляется иммерсивная ВР. Притом что ВР находит применение в медицинской реабилитации как самостоятельный метод [6, 15], ее включение в существующие технические средства в качестве дополнительного инструмента обладает существенным терапевтическим потенциалом [16]. Одна из основных стратегий восстановления двигательных функций при ишемическом инсульте — активация системы зеркальных нейронов. Чем больше афферентных путей возможно задействовать, тем точнее внутренняя картина движения у конкретного пациента и эффективнее реабилитация в целом.

Обнаруженное нами после курса реабилитации уменьшение выраженности неврологического дефицита по шкале NIHSS сопоставимо с результатами Т.-Н. Но и соавт., которые показали улучшение по NIHSS у пациентов после семи занятий в виртуальной среде [17]. В то же время другие исследователи статистически значимой разницы в оценках по NIHSS у больных, занимавшихся в ВР и проходивших традиционное лечение, не обнаружили ($p = 0,072$) [18]. Различия в полученных результатах можно объяснить тем, что в первом случае ВР входила в комплекс мультимодальной стимуляции, а во втором применялась изолированная неиммерсивная ВР.

В группе мультимодальной стимуляции нами выявлено более заметное улучшение функциональной независимости согласно индексу Ривермид, что разнится с данными литературы. В проведенных ранее исследованиях статистически значимого влияния на степень самообслуживания у больных с ишемическим инсультом как изолированной ВР [19], так и ВР, сочетающейся с робот-ассистивной технологией [20], выявлено не было. Полученные нами результаты, вероятно, связаны с характеристикой выборки:

в нашей работе испытуемые находились в остром и раннем восстановительном периодах ишемического инсульта, тогда как в указанных исследованиях пациенты начинали курс реабилитации в позднем восстановительном периоде, когда реабилитационный потенциал значительно снижается. Это свидетельствует о необходимости как можно более ранней инициации реабилитации у пациентов с инсультом.

Как в начале, так и по завершении нашего исследования группы пациентов были сопоставимы по выраженности пареза нижней конечности (медианный балл по MRCS). Тем не менее абсолютный прирост силы в основной группе в среднем был статистически значимо выше, что согласуется с данными литературы [21].

Анализ полученных результатов позволил выявить два негативных предиктора восстановления двигательных функций — СД и ХСН. Негативное влияние на динамику восстановления двигательных функций сопутствующего СД согласуется с результатами последнего систематического обзора [22]. СД является сердечно-сосудистым фактором риска и одновременно вызывает целый ряд неврологических осложнений. Как с СД, так и с ХСН связаны нарушения макро- и микроциркуляции, что в свою очередь замедляет процессы репарации и нейрогенеза.

При анализе остальных показателей статистически значимых различий между исследуемыми группами выявлено не было. В обеих группах отмечено уменьшение выраженности нарушений ходьбы и равновесия, оцениваемой по шкале Тинетти, однако в основной группе все же прослеживалась тенденция к более выраженному улучшению. Когнитивные и аффективные показатели за период наблюдения не изменились, что связано в первую очередь с критериями включения в исследование.

За время наблюдения нежелательных явлений у участников исследования отмечено не было. Не зарегистрировано случаев специфического для ВР кинетоза, проявляющегося головокружением и некоторыми вегетативными симптомами. Данный кинетоз возникает, как правило, при активных движениях аватара и быстрой смене сцены в виртуальной среде, из-за чего происходит десинхронизация зрительной, вестибулярной и проприоцептивной систем. В случае мультимодальной стимуляции аудиовизуальные сигналы синхронизированы с проприоцептивными, а движения в ВР достаточно плавны и не сопровождаются резким изменением самой виртуальной среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные нами результаты показывают, что мультимодальная стимуляция является действенным адъювантным методом реабилитации пациентов в остром и раннем восстановительном периодах ишемического инсульта.

Имплементация дополнительных модальностей с помощью виртуальной среды позволяет повысить результативность ранее внедренных методик, в частности подошвенной стимуляции. Стимуляция, включающая зрительную, слуховую и тактильную модальность, дает дополнительный терапевтический эффект в части коррекции двигательных нарушений, в том числе нарушений ходьбы и равновесия, а также улучшает функциональную независимость пациентов.

Вклад авторов / Contributions

Все авторы внесли существенный вклад в подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Вклад каждого из авторов: Кашежев А.Г., Лутохин Г.М. — статистическая обработка данных, написание текста; Рассулова М.А. — проверка критически

важного содержания; Погонченкова И.В. — проверка критически важного содержания, утверждение рукописи для публикации; Турова Е.А. — разработка дизайна исследования; Утегенова Ю.В. — отбор пациентов, сбор клинического материала; Самохвалов Р.И. — обзор публикаций по теме исследования, написание текста.

All authors made a significant contribution to the preparation of the article, read and approved the final version before publication. Special contribution: Kashezhev, A.G., Lutokhin, G.M. — statistical data processing, text of the article; Rassulova, M.A. — review of critically important material; Pogonchenkova, I.V. — review of critically important material, approval of the manuscript for publication; Turova, E.A. — study design; Utegenova, Yu.V. — patient selection, clinical material collection; Samokhvalov, R.I. — thematic publications reviewing.

Конфликт интересов / Disclosure

Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.
The authors declare no conflict of interests.

Финансирование / Funding source

Финансирование в соответствии с соглашением № 1712-5/22 от 18.03.2022 «О предоставлении гранта на реализацию научно-практического проекта в сфере медицины» между АНО «Московский центр инновационных технологий в здравоохранении» и ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы».

Funding was provided in accordance with Agreement No. 1712-5/22 dated 18 March 2022, On Grants for Scientific and Practical Projects in Healthcare, signed by and between the Moscow Centre for Innovative Technologies in Healthcare and the State Autonomous Healthcare Institution Moscow Scientific and Research Centre of Medical Rehabilitation, Restorative and Sport Medicine at Moscow Department of Health.

Этическое утверждение / Ethics approval

Исследование проводилось при добровольном информированном согласии законных представителей пациентов и самих пациентов. Клиническое исследование одобрено локальным этическим комитетом ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы» (протокол № 1 от 17.03.2022). The study was conducted with the informed consent of the legal representatives of the patients and the patients themselves. This clinical study was approved by the Local Ethics Committee at the State Autonomous Healthcare Institution Moscow Scientific and Research Centre of Medical Rehabilitation, Restorative and Sport Medicine at Moscow Department of Health (Minutes No. 1 dated 17 March 2022).

Об авторах / About the authors

Кашежев Алим Гумарович / Kashezhev, A.G. — к. м. н., старший научный сотрудник отдела медицинской реабилитации ГАУЗ МНПЦ МРБСМ ДЗМ. 105120, Россия, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 53. eLIBRARY.RU SPIN: 2032-2566. <https://orcid.org/0000-0001-7483-1796>. E-mail: kashezhevalim@gmail.com

Лутухин Глеб Михайлович / Lutokhin, G.M. — к. м. н., старший научный сотрудник отдела медицинской реабилитации ГАУЗ МНПЦ МРБСМ ДЗМ. 105120, Россия, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 53. eLIBRARY.RU SPIN: 8589-8530. <https://orcid.org/0000-0001-1312-9797>. E-mail: gleb.lutokhin@gmail.com

Рассулова Марина Анатольевна / Rassulova, M.A. — д. м. н., профессор, первый заместитель директора ГАУЗ МНПЦ МРБСМ ДЗМ. 105120, Россия, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 53. eLIBRARY.RU SPIN: 9763-9952. <https://orcid.org/0000-0002-9566-9799>. E-mail: drassulovama@yandex.ru

Погонченкова Ирэна Владимировна / Pogonchenkova, I.V. — д. м. н., доцент, директор ГАУЗ МНПЦ МРБСМ ДЗМ, главный внештатный специалист по медицинской реабилитации и санаторно-курортному лечению ДЗМ. 105120, Россия, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 53. eLIBRARY.RU SPIN: 8861-7367. <https://orcid.org/0000-0001-5123-5991>. E-mail: sekretariat.iv@mail.ru

Турова Елена Арнольдовна / Turova, E.A. — д. м. н., профессор, заместитель директора по научной работе ГАУЗ МНПЦ МРБСМ ДЗМ. 105120, Россия, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 53. eLIBRARY.RU SPIN: 9516-5283. <https://orcid.org/0000-0002-4397-3270>. E-mail: aturova55@gmail.com

Утегенова Юлия Владимировна / Utegenova, Yu.V. — врач-невролог отделения медицинской реабилитации № 1 филиала № 3 «Многопрофильная клиника медицинской реабилитации» ГАУЗ МНПЦ МРБСМ ДЗМ. 105120, Россия, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 53. <https://orcid.org/0000-0002-3277-6255>. E-mail: utegenovayuliya@gmail.com

Самохвалов Роман Иванович / Samokhvalov, R.I. — к. м. н., заместитель заведующего филиалом № 3 «Многопрофильная клиника медицинской реабилитации» ГАУЗ МНПЦ МРБСМ ДЗМ. 105120, Россия, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 53. eLIBRARY.RU SPIN: 3508-3865. <https://orcid.org/0000-0001-9038-296X>. E-mail: samokhwalov.gb10@ya.ru

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Feigin V.L., Stark B.A., Johnson C.O., Roth G.A. et al. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet Neurol.* 2021;20(10):795–820. DOI: 10.1016/s1474-4422(21)00252-0
- Клочихина О.А., Шпрах В.В., Стаховская Л.В., Полунина Е.А. Анализ среднесрочной заболеваемости и смертности от инсульта в регионах Российской Федерации, вошедших в федеральную программу реорганизации помощи пациентам с инсультом. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски.* 2020;120(12–2):37–41. Klochikhina O.A., Shprakh V.V., Stakhovskaya L.V., Polunina E.A. An analysis of the long-term stroke morbidity and mortality in the regions of the Russian Federation included in the Federal patient assistance reorganization program. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 2020;120(12–2):37–41. (in Russian). DOI: 10.17116/jnevro202012012237
- Хатькова С.Е., Костенко Е.В., Акулов М.А., Дягилева В.П. и др. Современные аспекты патофизиологии нарушений ходьбы у пациентов после инсульта и особенности их реабилитации. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски.* 2019;119(12–2):43–50. Khatkova S.E.,

Kostenko E.V., Akulov M.A., Diagileva V.P. et al. Modern aspects of the pathophysiology of walking disorders and their rehabilitation in post-stroke patients. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 2019;119(12–2):43–50. (in Russian). DOI: 10.17116/jnevro201911912243

- Захаров А.В., Пятин В.Ф., Колсанов А.В., Повереннова И.Е. и др. Использование виртуальной реальности в качестве средства ускорения двигательной реабилитации пациентов после перенесенного острого нарушения мозгового кровообращения. *Наука и инновации в медицине.* 2016;1(3):62–6. Zakharov A.V., Pyatin V.F., Kolsanov A.V., Poverennova I.E. et al. Using virtual reality as a method of accelerated rehabilitation among the patients after stroke. *Science and Innovations in Medicine.* 2016;1(3):62–6. (in Russian). DOI: 10.35693/2500-1388-2016-0-3-62-66

- Захаров А.В., Хивинцева Е.В., Колсанов А.В., Повереннова И.Е. и др. Результаты открытого исследования эффективности двигательной реабилитации пациентов в остром периоде ишемического инсульта с использованием иммерсивной виртуальной реальности. *Наука и инновации в медицине.* 2019;4(2):38–42. Zakharov A.V., Khivintseva E.V., Kolsanov A.V., Poverennova I.E. et al. Nonblinded study of immersive virtual reality efficacy for motor rehabilitation in patients with acute ischemic stroke: results

- presented. *Science and Innovations in Medicine*. 2019;4(2):38–42. (in Russian). DOI: 10.35693/2500-1388-2019-4-2-38-42
6. Костенко Е.В., Петрова Л.В., Погонченкова И.В., Копашева В.Д. Виртуальная реальность как технология мультимодальной коррекции постинсультных двигательных и когнитивных нарушений в условиях многозадачности функционирования (обзор литературы). *Российский медицинский журнал*. 2022;28(5):381–94. Kostenko E.V., Petrova L.V., Pogonchenkova I.V., Kopasheva V.D. Virtual reality as a technology of multimodal correction of post-stroke motor and cognitive disturbances in conditions of multitasking functioning (literature review). *Medical Journal of the Russian Federation*. 2022;28(5):381–94. (in Russian). DOI: 10.17816/medjrf112059
 7. de Rooij I.J.M., van de Port I.G.L., Meijer J.-W. G. Effect of virtual reality training on balance and gait ability in patients with stroke: systematic review and meta-analysis. *Phys. Ther.* 2016;96(12):1905–18. DOI: 10.2522/ptj.20160054
 8. Mubin O., Alnajjar F., Jishtu N., Alsinglawi B. et al. Exoskeletons with virtual reality, augmented reality, and gamification for stroke patients' rehabilitation: systematic review. *JMIR Rehabil. Assist. Technol.* 2019;6(2):e12010. DOI: 10.2196/12010
 9. Cassani R., Novak G.S., Falk T.H., Oliveira A.A. Virtual reality and non-invasive brain stimulation for rehabilitation applications: a systematic review. *J. Neuroeng. Rehabil.* 2020;17(1):147. DOI: 10.1186/s12984-020-00780-5
 10. Шварков С.Б., Титова Е.Ю., Мизиева З.М., Матвеева О.С. и др. Применение методов комплексной проприоцептивной коррекции в восстановлении двигательных функций у больных инсультом. *Клиническая практика*. 2011;2(3):3–8. Shvarkov S.B., Titova E.U., Mizieva Z.M., Matveeva O.S. et al. Application of integrated proprioceptive correction in motor recovery in patients with stroke. *Journal of Clinical Practice*. 2011;2(3):3–8. (in Russian). DOI: 10.17816/clinpract233-8
 11. Захаров А.В., Хивинцева Е.В., Чаплыгин С.С., Стариковский М.Ю. и др. Двигательная реабилитация пациентов в остром периоде инсульта с использованием технологии виртуальной реальности. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски*. 2021;121(8–2):71–5. Zakharov A.V., Khivintseva E.V., Chaplygin S.S., Starikovskiy M.Yu. et al. Motor rehabilitation of patients in the acute period of stroke using virtual reality technology. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2021;121(8–2):71–5. (in Russian). DOI: 10.17116/jnevro202112108271
 12. Nasreddine Z.S., Phillips N.A., Bédirian V., Charbonneau S. et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *J. Am. Geriatr. Soc.* 2005;53(4):695–9. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x
 13. Zigmond A.S., Snaith R.P. The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatr. Scand.* 1983;67(6):361–70. DOI: 10.1111/j.1600-0447.1983.tb09716.x
 14. Kwah L.Kh., Diong J. National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS). *J. Physiother.* 2014;60(1):61. DOI: 10.1016/j.jphys.2013.12.012
 15. Rutkowski S., Kiper P., Caccianto L., Cieślak B. et al. Use of virtual reality-based training in different fields of rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *J. Rehabil. Med.* 2020;52(11):jrm00121. DOI: 10.2340/16501977-2755
 16. Cerritelli F., Chiera M., Abbio M., Megale V. et al. The challenges and perspectives of the integration between virtual and augmented reality and manual therapies. *Front. Neurol.* 2021;12:700211. DOI: 10.3389/fneur.2021.700211
 17. Ho T.-H., Yang F.-C., Lin R.-C., Chien W.-C. et al. Impact of virtual reality-based rehabilitation on functional outcomes in patients with acute stroke: a retrospective case-matched study. *J. Neurol.* 2019;266(3):589–97. DOI: 10.1007/s00415-018-09171-2
 18. Chen L., Chen Y., Fu W.B., Huang D.F. et al. The effect of virtual reality on motor anticipation and hand function in patients with subacute stroke: a randomized trial on movement-related potential. *Neural. Plast.* 2022;2022:7399995. DOI: 10.1155/2022/7399995
 19. Yaman F., Leblebici M.A., Okur İ., Kızılkaya M.İ. et al. Is virtual reality training superior to conventional treatment in improving lower extremity motor function in chronic hemiplegic patients? *Turk. J. Phys. Med. Rehabil.* 2022;68(3):391–8. DOI: 10.5606/tftrd.2022.9081
 20. Kayabinar B., Alemdaroğlu-Gürbüz İ., Yılmaz Ö. The effects of virtual reality augmented robot-assisted gait training on dual-task performance and functional measures in chronic stroke: a randomized controlled single-blind trial. *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.* 2021;57(2):227–37. DOI: 10.23736/S1973-9087.21.06441-8
 21. Долганов М.В., Карпова М.И. Виртуальная реальность при нарушении функции руки: особенности применения в остром периоде инсульта. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2019;96(5):19–28. Dolganov M.V., Karpova M.I. Virtual reality in upper extremity dysfunction: specific features of usage in acute stroke. *Problems of Balneology, Physiotherapy, and Exercise Therapy*. 2019;96(5):19–28. (in Russian). DOI: 10.17116/kurort20199605119
 22. Yang S., Boudier-Revéret M., Kwon S.Y., Lee M.Y. et al. Effect of diabetes on post-stroke recovery: a systematic narrative review. *Front. Neurol.* 2021;12:747878. DOI: 10.3389/fneur.2021.747878

Поступила / Received: 22.05.2023

Принята к публикации / Accepted: 26.06.2023